

DER NAHVERKEHR

Öffentlicher Personenverkehr in Stadt und Region



ELEKTROBUS-SPEZIAL 2020



Animation: TRIBUS B.V.

Abb. 1: Der Kleinbus von Tribus in historischer Altstadt.

Vollelektrische Stadtbusse mit Allrad-Lenkung

Mobilitätskonzept für enge Straßen und Altstädte

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Stadie, Langenbrettach

Neuere Transportkonzepte liegen im Trend: Die ersten Gemeinden verbannen bereits konventionell angetriebene Fahrzeuge aus dem Stadtzentrum und erlauben nur noch vollelektrischen, emissionsfreien Fahrzeugen den Eintritt, um einen Schritt zur Vermeidung von Emissionen voranzukommen. Auch die Anpassung der Verkehrsmittel an das tatsächliche Aufkommen des Personenverkehrs kann zur Vermeidung von Emissionen beitragen, denn außerhalb der Rush-Hour sind die konventionellen Busse mitunter nur schwach besetzt. Dazu kommt noch die Tatsache, dass konventionelle Busse aufgrund ihrer Abmessungen in vielen historischen Stadtzentren gar nicht zum Einsatz kommen können.

Anwendungsbeispiel: Movitas von Tribus

Das innovative Unternehmen Tribus aus Utrecht in den Niederlanden hat diese Notwendigkeit als Chance für sich erkannt und den Citybus Movitas auf der Busworld 2019 präsentiert. Das Fahrzeug ist in seiner kleinsten Version 8,2 m lang und 2,3 m breit. Es ist nach Angaben des Herstellers modular aufgebaut, sodass es in drei Längen und zwei Breiten konfiguriert werden kann. Es ist naheliegend, dass so ein kleines Fahrzeug ganz neue Einsatzmöglichkeiten, auch in historischen Zentren, ermöglicht. Aufgrund des durchgehend flachen Bodens des Citybusses und optimierter Anordnung der Türen und Sitzgelegenheiten können deutlich mehr stehende

Passagiere befördert werden als bei einem Standardbus mit gleichen Abmessungen.

Neben der 100-prozentigen Elektrifizierung verfügt der Bus über eine sehr hohe Energie-Effizienz. So wird die Abwärme des Elektroantriebs mittels Wärmetauscher für die Fußbodenheizung genutzt und das Dach des Fahrzeugs mit Fotovoltaik-Paneelen ausgestattet.

Hohe Manövrierfähigkeit

Ein weiteres Ziel für Tribus war es, das ohnehin schon kompakte Fahrzeug noch manövrierfähiger zu gestalten, was den Einsatz unter sehr engen Platzverhältnissen ermöglicht. Das Resultat ist eine aktiv gelenkte Hinterachse, welche so gut wie

keinen Überhang des Hecks aufweist. Für die Hinterachslenkung wurde das System Ehla Optimal des Familienunternehmens Mobil Elektronik verwendet.

Generell muss jedes Hilfslenksystem so konzipiert sein, dass das Fahrzeug im Falle eines Fehlers oder gar Systemausfalls weiterhin beherrschbar ist und keine Gefährdung darstellt. Bei zweiachsigen Fahrzeugen ist die Sicherheitsbetrachtung von besonderer Bedeutung, da keine Starrachse vorhanden ist, die zusätzliche Seitenführungskräfte aufnehmen könnte.

Als Konsequenz daraus ist die Rückfahrbene des Ehla Optimal so definiert, dass die Hinterachse des Busses im Fehlerfall zentriert und gesperrt wird, sodass sie sich wie eine Starrachse verhält. Damit geht zwar die Manövrierfähigkeit auf das Niveau eines normalen zweiachsigen Fahrzeugs zurück, aber das Fahrzeug bleibt weiterhin voll beherrschbar.

Wie bei jedem Ehla-Hilfslenksystem wird auch hier der Lenkwinkel der Hilfslenkachse aktiv geregelt, wobei der Sicherheits-Lenkcomputer (SLC) die zentrale Kernkomponente bildet. Der SLC erfasst alle Informationen, die für die Ehla erforderlich sind und als Eingangssignale (Vorderachslenkwinkel, Fahrzeuggeschwindigkeit, Lenkprogramme) oder Fahrzeugdaten (Abmessungen, maximale Achswinkel, Achsabstände) vorliegen. Zusätzliche Kundenanforderungen können hierbei berücksichtigt werden. Auf Basis dieser Informationen regelt der SLC den Lenkwinkel der Hilfslenkachse. Mobil Elektronik stellt aus einem umfangreichen Komponenten-Portfolio Sicherheits-Lenkcomputer, Winkelgeber, Hydraulikeinheiten, Bedienterminals und vieles mehr zur Verfügung.

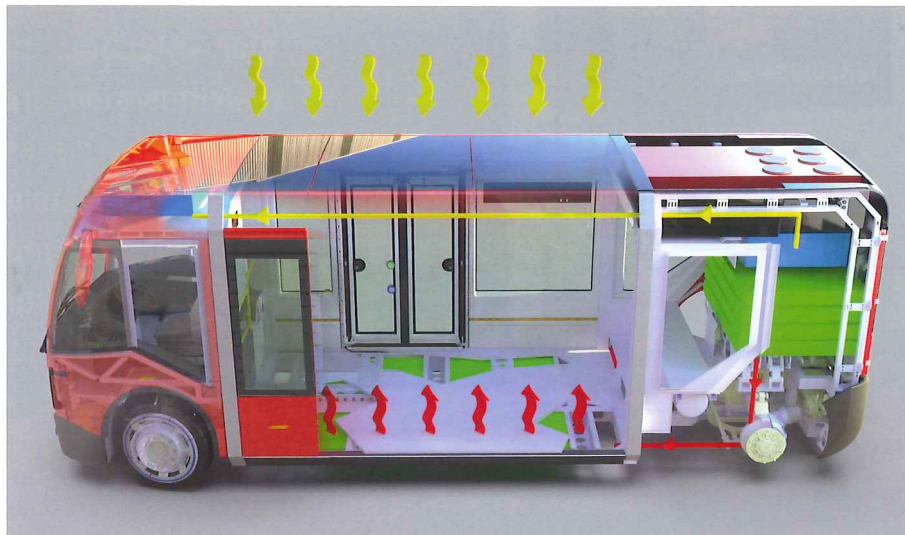
Bei rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen wird die Hydraulikversorgung in der Regel durch ein elektrisch angetriebenes Hydraulikaggregat generiert, welches nicht nur eine Hydraulikversorgung für das Hilfslenksystem, sondern auch für andere hydraulische Verbraucher des Fahrzeugs zur Verfügung stellt.

Für den Ausfall der elektrischen oder hydraulischen Energieversorgung besitzt Ehla Optimal eine unabhängige, redundante Hydraulikversorgung in Form eines Hydraulikspeichers, der mittels eines speziellen Zentrierzylinders die Hilfslenkachse aktiv in die Geradeausstellung lenkt und zentriert hält. Die Hilfslenkachse verhält



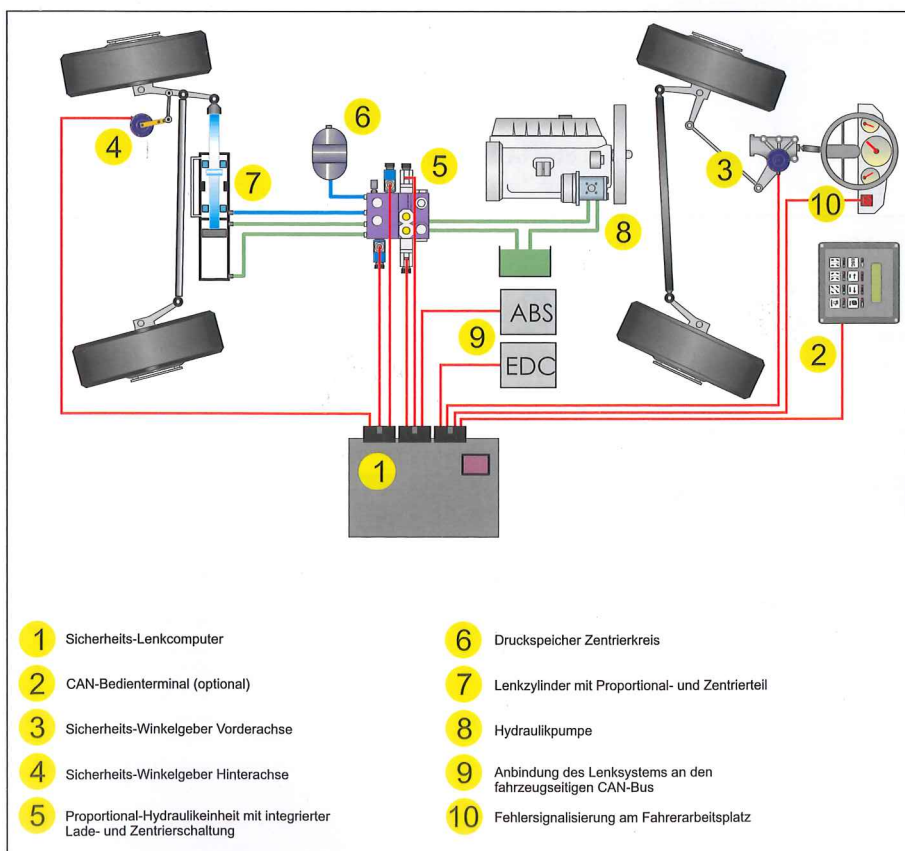
Zum Autor

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Stadie ist Leiter Vertrieb & Marketing bei der Mobil Elektronik GmbH in Langenbrettach, bei der er seit 2016 beschäftigt ist. Davor war er 18 Jahre in unterschiedlichen Branchen wie Sondermaschinenbau und Explosionsschutz in leitenden Vertriebspositionen tätig. Stadie hat den technischen Studiengang Holztechnik 1993 absolviert.



Gratik: TRIBUS B.V.

Abb. 2: Sehr hohe Energieeffizienz dank Wärmetauscher, mittels dessen die Abwärme des Elektroantriebs für die Fußbodenheizung genutzt wird.



- | | |
|--|---|
| 1 Sicherheits-Lenkcomputer | 6 Druckspeicher Zentrierkreis |
| 2 CAN-Bedienterminal (optional) | 7 Lenkzylinder mit Proportional- und Zentrierteil |
| 3 Sicherheits-Winkelgeber Vorderachse | 8 Hydraulikpumpe |
| 4 Sicherheits-Winkelgeber Hinterachse | 9 Anbindung des Lenksystems an den fahrzeugseitigen CAN-Bus |
| 5 Proportional-Hydraulikeinheit mit integrierter Lade- und Zentrierschaltung | 10 Fehlersignalisierung am Fahrerarbeitsplatz |

Abb. 3: Systemskizze von EHLA Optimal.

Gratik: ME MOBIL ELEKTRONIK GMBH

Grafik: ME MOBIL ELEKTRONIK GMBH

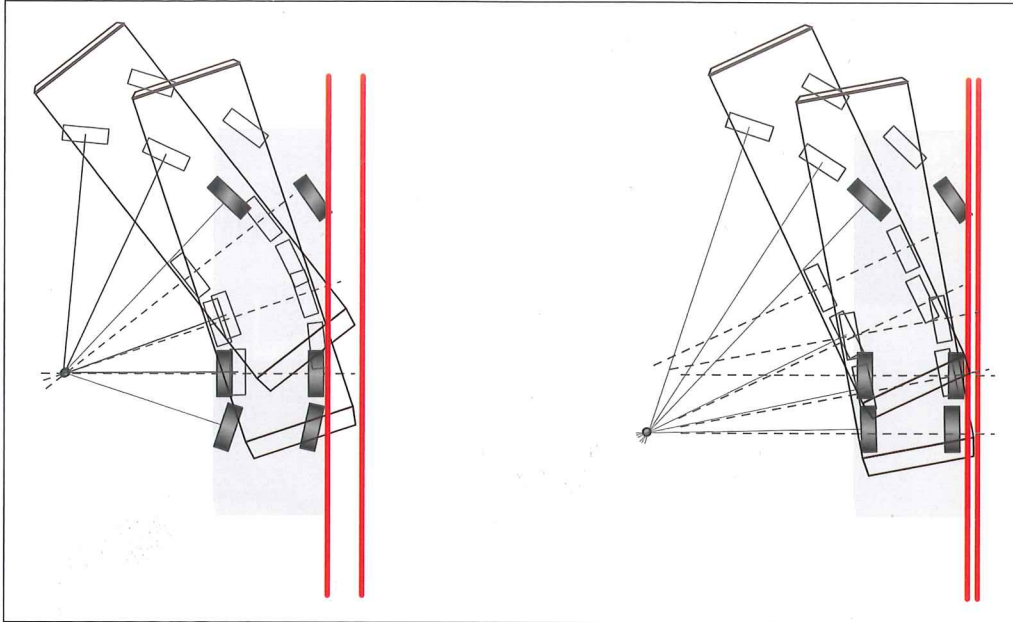


Abb. 4: So wirkt die Bus-Stopp-Automatik: links Lenkverhalten ohne, rechts mit Bus-Stopp-Automatik.

sich im zentrierten Zustand wie eine Starrachse, sodass ein Weiterfahren unkritisch ist. Das geänderte Fahrverhalten wird dem Fahrer signalisiert.

Sicherheitsniveau

Gerade Bushersteller stellen hohe Sicherheitsanforderungen an die zu verbauenden Elektronikkomponenten, da die Fahrzeuge in Bereichen mit hoher Personenfrequenz und dem damit verbundenen Risiko zum Einsatz kommen und seit Dezember 2018 der ISO 26262 folgen müssen. Die Konsequenz lässt sich unmittelbar aus der HARA (Hazard and Risk Analysis) ableiten, welche der Fahrzeughersteller in seinem Entwicklungsprozess für die geplanten Systeme und somit auch für das Hilfslenksystem durchzuführen hat. In der Regel liegen bei einem zweiachsigen Bus aufgrund seines Einsatzgebiets, des Gefährdungspotentials

und der Beherrschbarkeit Sicherheitsziele mit ASIL C oder sogar ASIL D für die Hilfslenkung vor.

Diese hohen Sicherheitsanforderungen können vom Lieferanten Mobil Elektronik durch die neueste Generation von Sicherheits-Lenkcomputer abgebildet werden, da die komplette Software- und Hardware-Architektur für Sicherheitsziele bis ASIL D ausgelegt wurde. Ein weiterer wichtiger Faktor für die Umsetzung dieser hohen Sicherheitsanforderungen ist die erfolgreiche Etablierung eines ISO 26262:2018-konformen Entwicklungsprozesses bei Mobil Elektronik.

Zusätzlicher Schutz durch Bus Stop Automatic

Neben der reinen Hilfslenkung hat der Mittelständler weitere Features für die

Busbranche in die EHLA-Hilfslenksysteme integriert. Beim hier geschilderten Movitas sorgt die sogenannte Bus-Stopp-Automatik für zusätzlichen Schutz der wartenden Personen.

Wenn ein Bus von der Haltestelle mit eingeschlagener Vorderachse losfährt, schwenkt das Fahrzeugheck stets in den Wartebereich der Passagiere hinein, wobei dieser Effekt durch eine Hinterachslenkung noch verstärkt wird und somit eine Gefährdung für die wartenden Passagiere darstellt. Die Bus-Stopp-Automatik wird durch das Öffnen und Schließen der Türen automatisch aktiviert und führt dazu, dass die Lenkung der Hinterachse des Movitas verzögert aktiviert wird. Als Resultat schwenkt das Fahrzeugheck nur wenige Zentimeter in den Wartebereich hinein. Die Funktion kann über Parameter an unterschiedliche Bus-Geometrien sehr einfach angepasst werden.

Zusammenfassung/Summary

Vollelektrische Stadtbusse mit Allrad-Lenkung

Die Vermeidung von Emissionen im öffentlichen Nahverkehr verlangt neue Transportkonzepte. Ansätze sind vollelektrische Antriebe, aber auch kleinere Abmessungen und höhere Manövrierfähigkeit der Fahrzeuge sind gefordert, um in historischen Stadtzentren zum Einsatz kommen zu können. Der Citybus Movitas von Tribus wurde speziell für diese Einsätze konzipiert. Er verfügt über sehr kompakte Abmessungen, über eine Hinterachs-Lenkung von Mobil Elektronik und über höchste Energie-Effizienz. Die ISO 26262 stellt besondere Anforderungen an Nutzfahrzeuge. Für eine aktiv gelenkte Hinterachse sind Sicherheitsziele von ASIL C oder sogar ASIL D erforderlich. Mobil Elektronik GmbH kann diese hohen Anforderungen erfüllen aufgrund des ISO 26262-konformen Entwicklungsprozess und einer neuen Generation von Sicherheits-Lenkcomputern.

Fully electric city buses with all-wheel steering

The avoidance of emissions in public transport requires new transport concepts. Approaches are fully electric driven vehicles, but also smaller dimensions and higher maneuverability are required to be able to operate in historic city centers. The Citybus Movitas from Tribus was designed especially for these applications. It has very compact dimensions, a rear axle steering system from Mobil Elektronik and highest energy efficiency. ISO 26262 places special requirements on commercial vehicles such as city buses. For an actively steered rear axle, safety targets of ASIL C or even ASIL D are required. Mobil Elektronik GmbH can meet these high requirements due to the ISO 26262-compliant development process and a new generation of safety steering computers.