



Präventive Sicherheitseinrichtung

Head-Up-Displays in Schienenfahrzeugen

Dipl.-Ing. Markus Brylinski, Leitung Entwicklung Display, und **Dana Schiffer**, Marketing, beide DEUTA-WERKE GmbH, Bergisch-Gladbach

Auf der InnoTrans 2024 wurde zum ersten Mal ein Fahrzeug mit einem Head-Up-Display (HUD) in Funktion ausgestellt. Im Führerstand des Stadler KISS Cityjet für die Österreichischen Bundesbahnen konnten sich die Messebesuchenden ein Bild über die Funktionalität der Einrichtung in einem Zug machen. Aber kann ein HUD wirklich ein zusätzliches Sicherheitsfeature für Triebfahrzeugführende sein? Im nachfolgenden Artikel werden die Sicherheitsaspekte eines und der Stand der Technik beleuchtet.



Abbildung 1:
ÖBB 4734 mit Head-Up
Display während der
InnoTrans 2024



Die Bahn ist nach wie vor das mit Abstand sicherste Boden-Verkehrsmittel in Deutschland und gleichzeitig ein wesentliches Rückgrat des öffentlichen Personennahverkehrs. Nicht zuletzt aufgrund des verantwortungsvollen und zuverlässigen Einsatzes der Triebfahrzeugführenden (Tf), die in einem Fahrzeug, Hunderte von Fahrgästen transportieren.

von 28 Prozent der PKW-Insassen und den Radfahrern mit 15 Prozent. Die aktuellen Zahlen des Statistischen Bundesamtes bilden eine weiter ansteigende Zahl von Unfallereignissen ab.

Bei allen Verkehrsunfällen ist menschliches Versagen die stärkste Unfallquelle. Schienenfahrzeuge punkten hier mit moderner Sicherheitstechnik, um Fehler auszuschließen. Immer wieder werden Forschungsprojekte durchgeführt, um die Bedeutung des Menschen als „Human Factor“ bzw. „Rail Human Factor“ zu erfassen. Denn selbst im fortlaufend automatisierten Zugbetrieb wird im Störfall der menschliche Einsatz notwendig. In der Vergangenheit wurden meist reaktiv, nach einem Unfallereignis, technische Sicherheitseinrichtungen eingeführt, um den „Unsicherheitsfaktor Mensch“ zu unterstützen. Der präventive Einsatz von Sicherheitseinrichtungen kam dabei oftmals zu kurz.

Die wichtigsten Informationen ständig im Blick

Eine Präventivmaßnahme zur Unterstützung der Tf ist die Kombination des Fahrerdisplays mit einem Head-Up-Display (HUD – wörtlich: „Kopf-Oben-Anzeige“). Head-Up-Displays gehören im Automotive- und Luftfahrtbereich längst zur Standardtechnologie. Bislang wurde dennoch auf den Einsatz von HUD in Schienenfahrzeugen verzichtet.

Dabei wäre es auch für Tf komfortabler und sicherer, würden sich die wichtigsten Fahrtinformationen, wie Warnsignale, Geschwindigkeit oder Distanz zur nächsten Haltestelle, kontinuierlich auf der visuellen Achse zwischen den Informationen auf dem HUD und dem Gleis direkt im Sichtfeld des Fahrenden befinden. So wird die Sicherheit erhöht, da sich der Fahrer auf die Fahrstrecke konzentrieren und dabei zugleich kritische Informationen wahrnehmen kann, aber auch weil die Verringerung nötiger Blickfeldwechsel von der Strecke zu konventionellen Instrumenten die Augenermüdung reduziert.

Dabei erfordert die Arbeit als Tf volle Konzentration und hohe Aufmerksamkeit bei steigender Verkehrsdichte. Es dauert nur wenige Augenblicke, um den Blick des Tf vom Gleisbett hin zu den Instrumenten im Führerstand zu wechseln. Doch diese Bruchteile von Sekunden können in einer Gefahrensituation entscheidend sein, wenn die Augen zwischen Nah- und Fernsicht jeweils neu fokussieren müssen. Die erforderlichen Kopfbewegungen lenken vom Verkehrsgeschehen ab.

Ein Blick in die Unfallstatistiken zeigt: Die Unfallforschung der Versicherer (UDV) untersuchte in einer umfassenden Studie^[1] 4.100 Straßenbahnunfälle in 58 deutschen Städten zwischen 2009 und 2011. Laut dieser Studie waren drei Viertel der getöteten Verkehrsteilnehmer Fußgänger und rund 16 Prozent Radfahrer. Auch bei den Schwerverletzten stellen die Fußgänger mit 37 Prozent den größten Anteil, gefolgt

Die Herausforderungen, ein HUD in Schienenfahrzeugen zu integrieren, sind vielfältig. Genau wie im Automobilbereich müssen Geschwindigkeit, Warn- und Kollisionshinweise in unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen von jedem Verkehrshintergrund sicher lesbar und wahrnehmbar sein. Die dargestellten Anzeigeelemente wie Grafiken, Zahlen, Piktogramme und Bedienelemente sollten übersichtlich bei jeder Helligkeitsumgebung ohne Hilfsmittel gut erkennbar sein.

Tabelle 1:
Zahl der Unfälle mit
Personenschaden
bei Eisenbahn und
Straßenbahn

Unfälle mit Personenschaden*	2022	2021	2020	2019
Straßenbahn ^[3]	1.131	1.289	1.122	939
Eisenbahn ^[2]	490	395	432	452

* Unfälle, bei denen unabhängig von der Höhe des Sachschadens Personen verletzt oder getötet wurden. Quelle: Destatis

Allgemein liegt ein entscheidender Vorteil eines HUD darin, dass die Fahrenden die vorausliegende Strecke und Umgebung besser beobachten können, weil sie dank des HUD seltener auf konventionelle Armaturen bzw. Anzeigen blicken müssen.

Ganz allgemein kommt der funktionellen Sicherheit der Fahrerdisplays, mit zunehmender Verbreitung von automatischen Zugbeeinflussungssystemen bzw. automatischen Zugsicherungssystemen wie Communication-Based Train Control (CBTC) – insbesondere bei ATP-Systemen (Automatic Train Protection), d. h. Systemen zur automatischen Zugsicherung bzw. zur Zugbeeinflussung, eine steigende Bedeutung zu.

Eines der Ziele hierbei ist, die Signalisierung nicht primär streckenseitig, sondern im Führerstand realisieren zu können. ATP-Systeme können die Kapazität maximieren und zugleich streckenseitige Ausrüstung minimieren. Ein Hindernis gegen den verstärkten Einsatz der Signalisierung im Führerstand besteht bei konventionellen Anzeigesystemen aber gerade darin, dass der Tf mehr und mehr Zeit damit verbringt, auf Anzeigen im Bedienpult hinunterzuschauen. Er hat damit weniger Zeit für die Streckenüberwachung.

Das HUD soll in der Kombination mit dem Führerstanddisplay in den unterschiedlichsten Fahrzeugtypen Platz finden und auch nachträglich mit einem geringen Installationsaufwand in einem Retrofitprojekt nachrüstbar sein. Ein nicht zu unterschätzender Aspekt ist die Erfüllung der relevanten Bahnnormen. Ist das Fahrerdisplay mit einem Safety Level begutachtet, muss das HUD ebenfalls der erforderlichen Sicherheitsanforderungsstufe entsprechen.

Die Fahrtinformationen des HUD werden nicht direkt auf die Windschutzscheibe projiziert, sondern auf eine vor der Windschutzscheibe positionierten Combiner-Scheibe. Dies vermeidet die verzerrte Darstellung von Grafiken und Tachometeranzeigen der HUD-Darstellung sowie die Anpassung der Projektion auf unterschiedliche Windschutzscheiben. Das HUD ist immer eine zusätzliche Anzeige im Führerstand und ersetzt nicht das Führerstanddisplay.

Für die generische Variante eines Head-Up Displays wurden drei Hauptanteile definiert:

1. Videogenerator
2. Projektor-Einheit
3. Projektions-/Combiner-Scheibe

Bei der Integration eines HUD im Führerstand muss der Platzbedarf auf ein Minimum reduziert werden. In Abbildung 3 kommuniziert das Fahrerdisplay mit dem Fahrzeugcomputer und generiert die Information für das HUD, ohne die Fahrzeugarchitektur zu verändern.



Abbildung 2:
Führerstanddisplay mit
Head-Up-Display

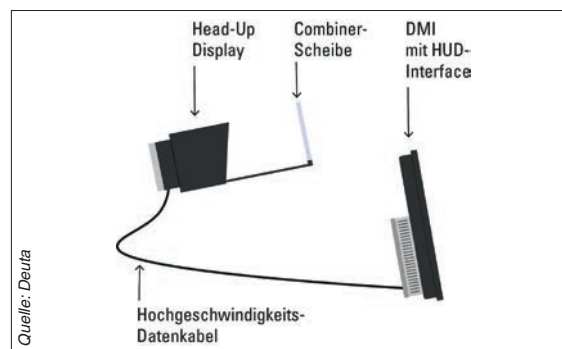


Abbildung 3:
HUD-Skizze

Fazit

Die Arbeit der Tf erfordern ständige Aufmerksamkeit: Steigende Verkehrsdichte und die Verlagerung der streckenseitigen Informationen in den Führerstand sind eine große Herausforderung. Dabei können bei dem Blickwechsel vom Anzeigeelement im Führerstand auf das Gleisbett wertvolle Sekundenbruchteile verstreichen. Die aus dem Automobilbereich bekannten HUD können jetzt auch im Führerstand als eine präventive Sicherheitsmaßnahme eingesetzt werden, denn es befinden sich alle wichtigen Fahrinformationen auf einer visuellen Sichtachse zwischen Fahrenden und Strecke. ■

Quellen

- [1] www.udv.de/udv/presse/strassenbahnunfaelle-in-deutschland-groesstes-unfallrisiko-in-karlsruhe-78792
- [2] www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/eisenbahnunfaelle.html
- [3] www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/strassenbahnunfaelle.html