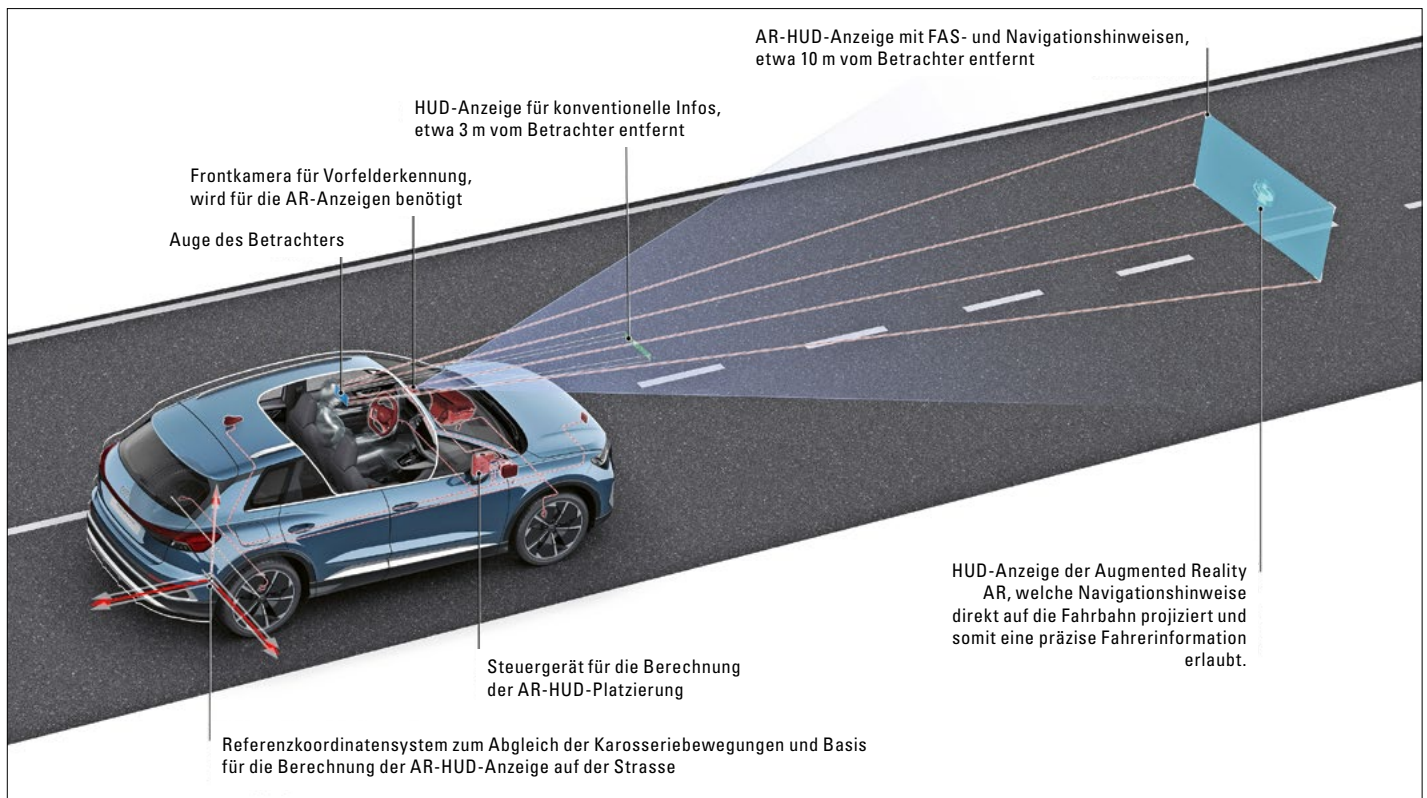


Fahrerinformationssystem Head-up-Display HUD

# Von einfach bis Hightech

Head-up-Anzeigen erlauben der Fahrerin oder dem Fahrer einen ermüdungsfreieren Blick auf Informationen der Fahrerassistenzsysteme (FAS), der Navigationshinweise und der Fahrzeugdaten oder -warnhinweise. Die Technologie hat riesige Fortschritte erlebt. Vom einfachen Kunststoffscheiben- bis zum Augmented-Reality-HUD reicht die Spanne. Wir beleuchten die Technik dahinter und was es für die Werkstattprofis bedeutet. **Andreas Senger**



Aktuelle Frontscheiben-Head-up-Displays ermöglichen die Anzeige eines Nahbereichs und eines Augmented-Reality-Bereichs rund 10 Meter vor dem Fahrzeug. Foto: Audi

In modernen und topausgestatteten Fahrzeugen fühlt sich die Fahrerin oder der Fahrer oft wie in einem Kampfjet: Die Head-up-Display-Technologie (HUD) wurde ursprünglich auch für militärische Zwecke entwickelt, um dem(r) Kampfjetpilot(in) die wichtigsten Informationen über den Betriebszustand des Jets, Radardaten und das verfügbare Waffenarsenal direkt ins Blickfeld zu projizieren.

Diese Grundidee wird auch für das HUD im Automobil umgesetzt und ermöglicht, ein ermüdungsfreieres Führen eines Fahrzeuges auch über lange Distanzen zu gewährleisten. Der Grund: Durch die Anordnung der Anzeigen ins Sichtfeld muss der Kopf nicht ab und an nach unten bewegt werden, um das Armaturenbrett einsehen zu können. Zum an-

deren wird das menschliche Auge geschont. Durch den Wechsel des Sichtfeldes von der hellen Fahrbahn zur eher dunkleren Anzeige des Armaturenbretts muss die Pupille des Auges den Lichteinfall korrigieren. Durch Verengung der Pupillen gelangt weniger Licht auf die Augennerven. Beim Fokussieren (Scharfstellen auf Nah- oder Fernbereich) wird zudem die Linse im Auge durch Muskeln mehr oder weniger verbogen. Beides entfällt, wenn die wichtigsten Informationen auf dem HUD im Sichtfeld eingeblendet werden. Damit ermüdet das Auge weniger rasch und lange Autofahrten sind entspannter möglich.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Pilotin oder der Pilot eines Fahrzeuges den Blick nicht vom Verkehrsgeschehen abwenden muss und

damit einen deutlichen Sicherheitsvorteil genießt. Entsprechend sind die Automobilhersteller zusammen mit den Zulieferern bemüht, bei neuen Fahrzeugen auch die Displays für die Fahrzeugbetriebsanzeigen und das Infotainment möglichst hoch im Armaturenräger zu montieren.

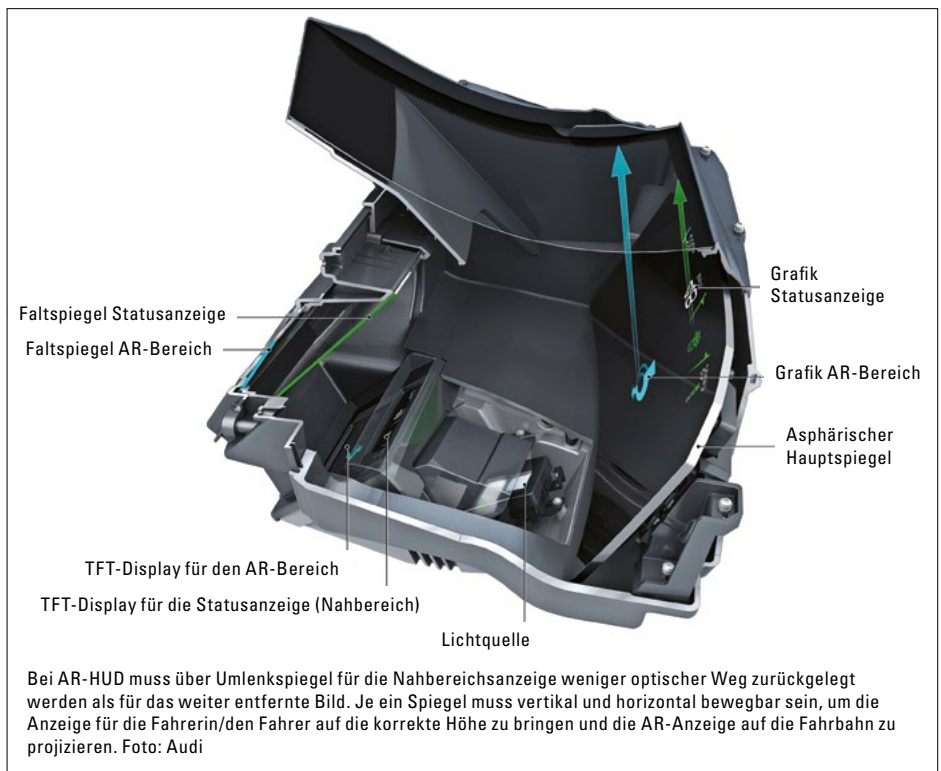
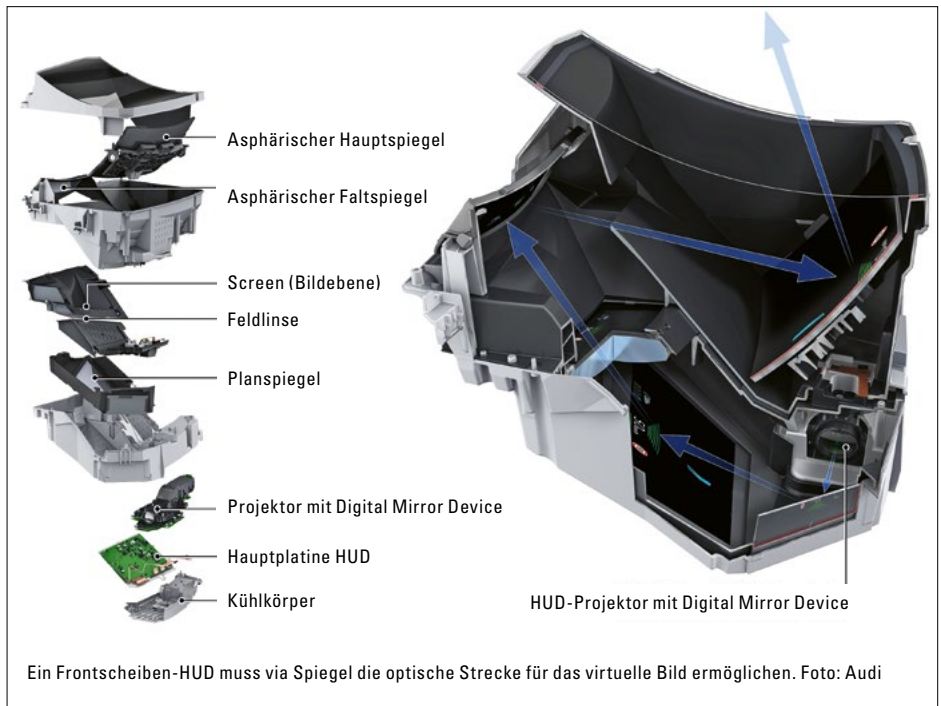
Das HUD kommt grundsätzlich in zwei technischen Versionen vor: günstige Fahrzeuge verfügen über ein Kunststoffscheiben-HUD. Diese Variante wird in Englisch als «Combiner Head-Up-Display» bezeichnet. Die Informationen werden nicht auf die Frontscheibe, sondern auf eine durchsichtige Kunststoffscheibe projiziert. Die aufwendigere Variante sind die Windschutzscheiben-HUD, deren Projektionssystem mehr Platz im Frontmodul und

auch eine spezielle Frontscheibe benötigen. Bei dieser Art HUD wird durch ein LCD-TFT-Display mit leistungsfähiger Hintergrundbeleuchtung das Bild über mindestens drei Spiegel an die Frontscheibe projiziert. Das Funktionsprinzip ist vergleichbar mit einem Beamer. Das Bild entsteht in einem relativ kleinen LCD-Display mit hoher Auflösung. Im HUD wird im Gegensatz zu einem Beamer über feststehende und bewegliche Spiegel das Bild hin- und hergeschickt und legt bis zur Projektion auf der Frontscheibe einen bestimmten Weg zurück. Durch asphärische statt plane Spiegel lässt sich das Bild auch vergrößern.

Die Zweischeiben-Sicherheitsglas-Frontscheibe verfügt gegenüber konventionellen Windschutzscheiben über eine, mindestens im Bereich der Projektion, keilförmige Kunststofffolie. Diese erlaubt beim Reflektieren des HUD-Bildes, dass durch den Winkel nicht zwei Bilder übereinander dargestellt werden, sondern für den Betrachter ein einziges Bild entsteht. Ist nach einem Frontscheibenwechsel die Kundenreklamation, dass zwei HUD-Bilder übereinander ersichtlich sind, dann wurde eine konventionelle Windschutzscheibe verbaut. Für HUD-Systeme sind die Frontscheiben mit einem Kürzel «HUD» versehen, weil die keilförmige Kunststoffschicht von bloßem Auge kaum erkennbar ist. Durch die optische Distanz zwischen Projektor und Frontscheibe entsteht im Gehirn des Betrachters ein virtuelles Bild, das zwischen einem bis drei Meter oberhalb der Motorhaube schwebt.

Die elektromotorisch beweglichen Spiegel dienen der Höheneinstellung auf den Augpunkt der Fahrerin/des Fahrers und bei einigen Systemen ist auch eine horizontale Verstellung (seitlich) möglich. Eine weitere Einstellmöglichkeit ist die Helligkeit. Die meisten Systeme verfügen über einen integrierten Lichtsensor oder verwenden den im Fahrzeug verbauten Helligkeitssensor, um die Hintergrundbeleuchtung dem Umgebungslicht anzupassen. Bei diesen Einstellmöglichkeiten kann auch eine Fehlmanipulation des Kunden dazu führen, dass das HUD-Bild nicht mehr sichtbar ist. Entweder ist die Höhe nach oben oder unten aus dem Sehfeld verschwunden oder die Anzeige wurde so stark gedimmt, dass sie bei heller Umgebung nicht mehr sichtbar ist. Bevor ein Diagnosetest vom Werkstattprofi angeschlossen wird, sollte also die Kundenreklamation

Fortsetzung Seite 24



Sowohl die Helligkeit wie auch die Höhe und teils der Seitenversatz können verstellt werden. Dadurch kann die HUD-Anzeige auf der Frontscheibe auch verschwinden und zu Kundenreklamationen führen. Der Werkstattprofi kontrolliert zuerst diese Einstellungen. Foto: Ford



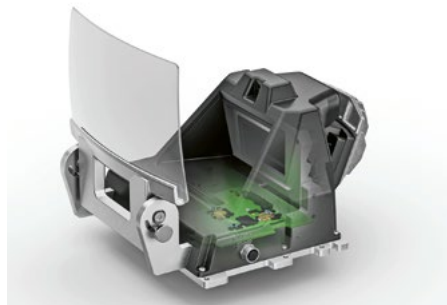
Mit dem Diagnosetester lassen sich Bildkorrekturen wie Trapezverzerrungen von Displays wie auch vom HUD bei vielen Fahrzeugen korrigieren. Auch können Pixelfehler durch Ansteuerung der drei Subpixelfarben Rot, Grün und Blau erkannt werden. Foto: Mercedes-Benz

nachvollzogen und die via Fahrzeugbedienung einstellbaren Parameter verändert werden. Da die HUD-Module in den meisten Fällen eigen-diagnosefähig sind, werden der Ausfall der Hintergrundbeleuchtung oder andere Fehler protokolliert.

Die neuste HUD-Frontscheiben-Technologie sind zweistrahlige Projektionen. Diese Art von HUD wird als AR-HUD bezeichnet, was «Augmented Reality» oder auf Deutsch übersetzt erweiterte Realität bedeutet. Damit wird ein Bild projiziert, dass Fahrerinformationen so wiedergegeben werden, dass sie sich in die Umgebung einfügen. Als Beispiel seien Abbiegepeile des Navigationssystems oder Hinweise des Spurhalteassistent (Fahrerassistenzsystem) erwähnt, die nicht statisch eingeblendet werden, sondern beim Annähern an die Kreuzung auf der Frontscheibe und damit für den Betrachter mitwandern. Um dies technisch umzusetzen, werden zwei Anzeigesysteme in ein Gehäuse integriert. Durch den längeren Weg im Modul und spezielle Faltspiegel wird das virtuelle Bild bis zu 10 m vom Augpunkt entfernt projiziert.

Nach dem Austausch eines Frontscheiben-HUD schreiben einige Hersteller eine Kalibration vor. Dabei wird ein Karton mit einem Sehschlitz in die Sonnenblenden eingeklipst, um die Grundhöhe des Augpunktes zu definieren. Danach werden mittels Diagnoseset-ter die Grundeinstellung der Höhe, der Helligkeit und allfällige Bildverzerrungen beseitigt. Besitzt das Fahrzeug eine Innenkamera, welche die Fahrerin/den Fahrer filmt, sind diese Korrekturen oft überflüssig, da sich das System selber kalibriert.

Um auch für günstigere Fahrzeuge ein HUD anbieten zu können, werden die einfacheren Combiner-HUD eingesetzt. Die Projektion wird grundsätzlich gleich erstellt. Durch die Anzeige auf einer Kunststoffscheibe statt auf der Frontscheibe ist die Ausstattungsvariabilität einfacher gegeben und es kann auf die teureren HUD-Frontscheiben verzichtet werden. Die Systeme benötigen durch die kurzen Licht- und damit Projektionswege auch



Einfache HUD projizieren ein Bild auf eine Kunststoffscheibe statt auf die Frontscheibe. Foto: Continental



Diese HUD benötigen viel weniger Einbauplatz, können aber das Auge nicht gleich gut entlasten. Foto: Citroën

Um ein möglichst grosses Sichtfeld der einfachen HUD zu bauen, entwickeln die Zulieferer aufwendige, elektromotorisch betätigte Aufschwenkmechaniken für die Kunststoffscheibe. Diese HUD erlauben das flache Ablegen der Projektions-scheibe oder sogar das Verschwinden hinter einer Abdeckung bei Nichtbenutzung. Der Austausch ist einfach und Kalibrierarbeiten sind in der Werkstatt meist nicht nötig.

weniger Einbauraum und können einfacher getauscht werden. Während bei Frontscheiben-HUD oft das komplette Armaturenbrett/ Frontmodul demontiert und wieder montiert werden muss (bis zu zwei Tage Aufwand), können bei den Combiner-HUD durch Lösen von ein paar Schrauben das Modul nach oben ausgefahren werden. Auch sind in der Regel keine Kalibrationsarbeiten nötig.

In Zukunft wollen die Hersteller zusammen mit den Zulieferern die HUD-Qualität dahingehend optimieren, dass die Ansprechzeit bei AR-Anwendungen kürzer wird. Damit soll die Anzeige sich zeitsynchron der Umgebung anpassen und ruckelfrei und ohne Übergänge vonstattengehen. Zudem sind im Anzeigebereich eine Verschmelzung von Displays und HUD-Anzeigen geplant. Durch die Anordnung von Displays mit einer entsprechenden Linsenoptik, wird ein HUD-ähnliches Bild er-

zeugt, das die Ermüdung des Auges ebenfalls reduziert. Derart ähnliche, optische Systeme wurden auch schon für Geschwindigkeitsanzeigen eingesetzt (Beispiel Toyota Yaris).

Ein weiterer Schritt sind hologrammähnliche Anzeigen, welche dreidimensional umgesetzt werden können. Damit lassen sich beispielsweise fürs Infotainment oder die Fahrzeugbedienung neue Menüstrukturen einbauen und dank der Gestensteuerung auch von den Passagieren bedienen. Auch OLED-Folien verschmelzen mit dem AR-HUD, weil beispielsweise auf der Motorhaube dank ultradünnen Displays ebenfalls Informationen zusätzlich zum HUD eingeblendet werden können. Die Consumer-Electronic-Welt und die Fahrzeugtechnik verschmelzen dadurch immer mehr und entsprechen offenbar dem Wunsch, nicht nur von A nach B zu kommen, sondern multimediale berieselt zu werden. ●

**Neu: FGS, der Anhänger mit Liftachse und 100%-Achsausgleich**

**Nutzlast bis 2,9 t**



Autotransport-Anhänger und Aufbauten  
Besuchen Sie unsere Ausstellung oder  
verlangen Sie eine Vorführung.  
Auch in Kommunalausführung lieferbar.

**T&W Technik**

Dammstrasse 16, 8112 Otelfingen  
Tel. 044 844 29 62  
[www.fgs-fahrzeuge.ch](http://www.fgs-fahrzeuge.ch)



**CORTELLINI & MARCHAND AG**

**061 312 40 40**

Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

**Der umfassendste  
Auto-Steuergeräte-Reparatur-  
Service  
von Cortellini & Marchand AG.**

[www.auto-steuergeraete.ch](http://www.auto-steuergeraete.ch)

**Sie suchen, wir finden –  
Ihr Suchservice für  
Auto-Occasionsteile**

[www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch](http://www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch)