



© Bertrand

# Design und Lichttechnik für autonome Fahrzeuge

Die Innovationsplattform HARRI fährt autonom, elektrifiziert und vernetzt. Bertrand hat den Technologieträger für zukünftige Mobilitätskonzepte entwickelt. Dabei lag der Fokus auf dem Design, der Umfeldkommunikation und der Beleuchtungstechnik. Durch verständliche und einheitliche Signale kann die Akzeptanz für autonomes Fahren erhöht werden.

## NEUE KONZEPTE IN FUNKTIONALEM DESIGN

Wie verständigen sich autonome Fahrzeuge mit anderen Verkehrsteilnehmern? Bei der Innovationsplattform HARRI integriert Bertrand neue Konzepte in ein funktionales Design. Darunter fallen LED Curved Displays und ein um das

Fahrzeug umlaufendes Lichtband für die Kommunikation mit dem Umfeld. Das Design richtet sich stringent nach den Anforderungen einer anwenderorientierten Gestaltung (UX). Auch bei Lidar, Kameras und Ultraschallsensoren sind die Sensorpositionen nicht nur für die Funktion optimiert – sie sind auch wichtiger Bestandteil des Designs. Weitere

Beispiele für Designkonzepte der Zukunft sind neu konstruierte Leuchten, die mit einem Zwei-Scheiben-System einen besonders kompakten Aufbau in Verbindung mit einem flächig homogenen Leuchtbild ermöglichen, sowie eine Ladezustandsanzeige, die den Namen des Konzerns visualisiert und je nach Ladezustand die Farbe wechselt.

## AUTOREN



**Peter Schiekofer**

ist Leiter Advanced Engineering bei der Bertrand AG in Ehningen.



**Christoph Weber**

ist Lead Engineer im Modellbau bei der Bertrand AG in Ehningen.

## WIE AUTONOME FAHRZEUGE KOMMUNIZIEREN

Es wird künftig vielfältige Situationen geben, in denen sich autonome Fahrzeuge auch ohne Fahrer mit anderen Verkehrsteilnehmern verständigen müssen. Dazu gehören neben dem digitalen Datenaustausch mit anderen (autonomen) Fahrzeugen auch akustische und optische Signale an die Verkehrsteilnehmer. Fahrgäste benötigen beispielsweise den Hinweis „Bitte einsteigen“ oder „Ich fahre gleich ab“; eine Botschaft am Fußgängerüberweg kann zeigen „Ich halte“; Radfahrer erhalten den Hinweis „Ich habe dich gesehen“ oder nachfolgende Fahrzeuge die Warnung „Vorsicht Stau“, **BILD 1**.

Das Human Machine Interface (HMI) spielt bei HARRI eine entscheidende Rolle. Deshalb wurden zusätzliche Anzeigemöglichkeiten für Fahrzustand und -modus entwickelt. Das Ziel war es, psychologische, technische und Design-Ansätze für ein anwenderorientiertes UX-Design zu verbinden. So zeigt ein interaktives umlaufendes Lichtband mit animierten weißen Segmenten, dass das Fahrzeug bremst oder beschleunigt. Unterschiedliche Farben visualisieren den manuellen (gelb) oder den autonomen Betrieb (türkis). Das Lichtband läuft komplett um das Fahrzeug herum und besitzt eine Leuchtfläche, die gut wahrnehmbar ist. Die Leuchtfläche besteht aus RGB-LEDs in einer Gesamtlänge von circa 8 m. Die Lichtscheiben bestehen aus drei Segmenten und haben im Querschnitt eine leichte konvexe Form. Durch zwei diffuse Reflektoren wird eine blickwinkelunabhängige, homogene Ausleuchtung realisiert, **BILD 2**.



**BILD 1** Der Fahrer kann HARRI über drei große Touch-Monitore steuern (© Bertrandt)

## PIKTOGRAMME UND SCHRIFTHINWEISE

In der Fahrzeugfront und am Heck sind zwei Curved-Monitore mit LED-Bildschirmen integriert. Sie können durch Piktogramme und Schrift Hinweise anzeigen wie „Ich warte“ und „Bitte gehen“ oder auf der Autobahn Gefahrensituationen für den nachfolgenden Verkehr kommunizieren. Die LED-Bildschirme verfügen über eine hohe Auflösung und sind gut erkennbar. Der Modellbau hat die ursprünglich konkav gebogenen Panels konvex gebogen, sodass die Displays der Form des Exterieurs folgen.

Die Fahrzustandsanzeige und zusätzliche Curved-Monitore übernehmen in künftigen Mobilitätskonzepten wichtige Kommunikationsfunktionen. Hier zeigt sich die besondere Rolle des Exterieur-Designs. Es trägt zur Akzeptanz auto-

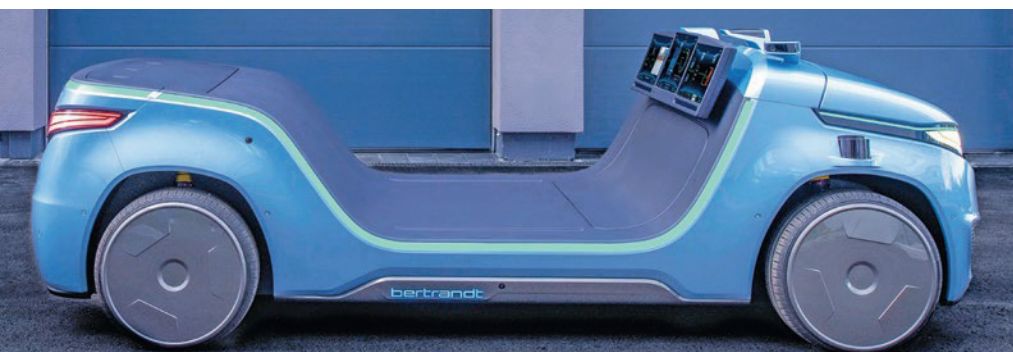
nomer Fahrzeuge bei, die durch verständliche und einheitliche Signale erhöht wird, verleiht dem Fahrzeug seinen spezifischen Charakter und prägt das Gesamterscheinungsbild.

Auch Elemente wie die Ladezustandsanzeige der Batterie können in diesem Sinne genutzt werden. Die LED-Anzeige aus neun getrennten, einzeln ansteuerbaren Kammern wurde mit den Buchstaben des Unternehmenslogos „erleuchtet“, **BILD 3**.

## POSITIONEN FÜR DIE SENSORIK

In dem Technologieträger sind vier Lidar-Sensoren, 16 Ultraschall-Sensoren und zwölf Kameras eingebaut. Sie entsprechen der Einbauqualität von Serienfahrzeugen.

Die Sensorik schafft die Voraussetzungen für die automatisierten Fahrfunktionen. Ihre Integration in die Karosserie ist aus Sicht des Designs jedoch optimierungsbedürftig. Die Herausforderung: Um die volle Funktionalität zu gewährleisten, können nicht alle Sensoren in der Karosserie versteckt werden. So ragt bei den Lidar-Sensoren ein halber Zylinder aus der Karosserie. Damit wird ein Sichtbereich von 190° gewährleistet. Die Position des Sensors konnte von den Experten aus den Bereichen Design und Sensorik allerdings weiter nach vorne über dem Radmittelpunkt angeordnet werden. Die technischen Vorgaben bei den Ultraschallsensoren konnten ebenfalls optisch ansprechend in die Stoßfänger integriert werden.



**BILD 2** Das Lichtband läuft komplett um das Fahrzeug herum, ist schlüssig in das Fahrzeugdesign integriert und ist gut wahrnehmbar. Türkis steht für den autonomen und Gelb für den manuellen Betrieb (© Bertrandt)



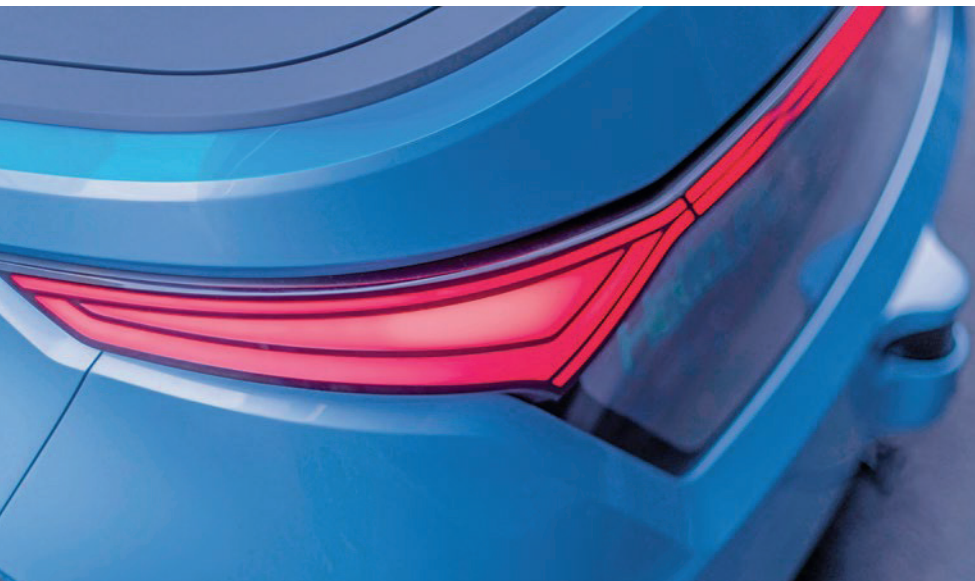
**BILD 3** Durch Botschaften auf den Curved-Monitoren mit LED-Bildschirmen vorne und hinten können Botschaften gesendet werden (© Bertrandt)

### NEUKONSTRUKTION DER BELEUCHUNGSTECHNIK

Fortschritte in der Lichttechnik ermöglichen neue Konstruktionen. Licht wird dabei gleichzeitig ein zunehmend wichtigeres Designelement. Bei HARRI wurden neue Wege gegangen. Die Ingenieure setzen sich besonders mit der Frage auseinander, wie eine Beleuchtung aussehen muss, wenn sie nicht für den Fahrer benötigt wird, also weder Low- noch High-Beam ist – schließlich gibt es bei Level 5 keinen Fahrer. So wurde bei dem Technologieträger ein Zwei-Scheiben-System für die vordere und hintere Beleuchtungstechnik umgesetzt. Durch

jeweils eine opake Streu- und eine transparente Außenlichtscheibe konnte für die Beleuchtung ein besonderer optischer Tiefeneindruck vermittelt und gleichzeitig eine sehr hohe Homogenität erreicht werden, ohne dass einzelne LEDs erkennbar sind.

Eine Herausforderung bei der Konstruktion war die sehr kompakte Bauraumkonstruktion mit einer Bauteiltiefe von nur 35 mm. Das erforderte eine Neukonstruktion der vorderen und hinteren Beleuchtungstechnik. Dafür wurden Leuchtgehäuse und LED-Flex-Platinen entwickelt, die innerhalb der verfügbaren 35 mm sowohl einen Mindestabstand zur Lichtscheibe einhalten



**BILD 4** Bei HARRI wurde ein Zwei-Scheibensystem für die vordere und hintere Beleuchtungstechnik umgesetzt (© Bertrandt)

als auch die Form der stark gebogenen Scheinwerfer berücksichtigen.

Wichtige Elemente der Beleuchtungstechnik wurden im Lasersinter-3-D-Druckverfahren des Modellbaus realisiert. Dadurch konnte auf zeitaufwendige Verfahren wie Spritzguss verzichtet werden, **BILD 4**.

### DURCHGÄNGIGE DIGITALE ENTWICKLUNGSPROZESSE

Der Entwicklungsprozess der Innovationsplattform erfolgte mit digitalen Mitteln in virtuellen Umgebungen unter Verzicht auf physische Modelle. Dadurch wurde der Prozess beschleunigt und die Kosten gesenkt. Zudem verlief die Entwicklung vollständig in einem Application Lifecycle Management (ALM). Automotive Spice als Grundlage für die Prozesse sowie agile Ansätze wurden zu einem hybriden Prozessmodell kombiniert. Die Absicherung der autonomen Fahrfunktionen wurde durch eine neue Testmethodik vorgenommen. Dabei wurden Testtoolketten gemäß der Pegasus-Methodik sowie Tools und Prüftechnik zur physischen Sensor- und Fahrzeugabsicherung genutzt.

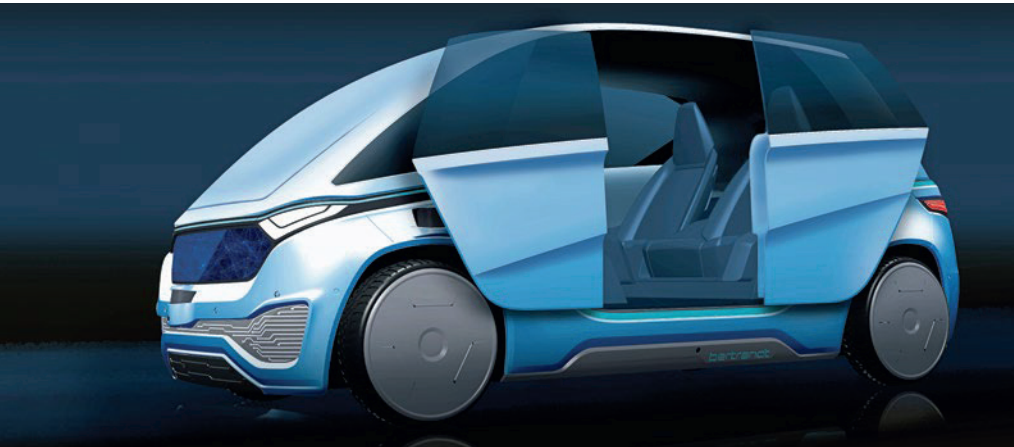
### MODULAR AUFGEBAUTE FAHRZEUGARCHITEKTUR

HARRI verfügt über ein Chassis, das einem Kleinwagen mit bis zu vier Personen entspricht. Der Technologieträger trägt die gesamte Technik wie Antrieb, Fahrwerk, Hochvolt- und Niedervolt-Leitungen, Hochvolt-Batterie, Steuereinheiten, Sensoren, Haltersysteme und Karosserie.

Das Stahlskelett ist modular aufgebaut. Die System- und Bauteilkomponenten sind voneinander getrennt und können bei Bedarf schnell ersetzt werden. Teilbaugruppen wie die Beleuchtung lassen sich bei Bedarf einfach entnehmen und austauschen.

Die Karosserie wurde aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) erstellt. Vorteile eines Leichtbaufahrzeugs sind die hohe Steifigkeit und das geringe Gewicht. Außerdem wird im Modellbau mit dem Einsatz von CFK bei kleinen Stückzahlen eine Kostenersparnis erreicht, **BILD 5**.

Die weiteren Entwicklungen der Fahrzeugarchitektur umfassen die



**BILD 5** Eine flexible Nutzung und individuelle Gestaltung der Fahrgast- oder Transportzelle ist möglich, da die gesamte Technik in der Innovationsplattform verbaut ist (© Bertrandt)

Bordnetzentwicklung, eine eigene Systemarchitektur und – basierend auf Domains – ein Drive-by-Wire-System, eine vollständig inhouse-entwickelte High-Voltage-Batterie sowie die Battery-Management-System-Software.

### **BENUTZERSPEZIFISCHE FAHRGAST- UND TRANSPORTZELLEN**

Weil die gesamte Technik in der Innovationsplattform integriert ist, kann die Fahrgast- oder Transportzelle sehr

flexibel genutzt werden. Eine Option für die künftige Nutzung sind benutzerspezifische Zellen. Sie könnten individuell ausgestaltet in der Logistik, von Transportunternehmen oder in Kommunen eingesetzt werden. Nutzer könnten sie besitzen oder per Carsharing mieten und nach Hause ordern.

HARRI ist ein offener Technologieträger für künftige Mobilitätskonzepte. Die Plattform kann von Kunden direkt genutzt und auf ihre Anforderungen sowie die Besonderheiten der Mobilitätsindustrie ausgerichtet werden. Konzepte können damit schnell und professionell umgesetzt werden.



**DIESER BEITRAG IST IM E-MAGAZIN  
VERFÜGBAR UNTER:**

[www.emag.springerprofessional.de/atz](http://www.emag.springerprofessional.de/atz)