

# ATZ

05 Mai 2014 | 116. Jahrgang

**Sonderdruck**

aus ATZ 05|2014

Springer Vieweg

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

## INTERAKTIVES LENKRAD FÜR EINE BESSERE BEDIENBARKEIT

AUDIO MOBIL 

 TAKATA



## INTERAKTIVES LENKRAD FÜR EINE BESSERE BEDIENBARKEIT

Das einzige Teil, das sowohl ständigen direkten taktilen Kontakt zum Fahrer hat als auch eine Fahraufgabe wahrnimmt, ist das Lenkrad. Es ist damit wesentlicher Bestandteil der Mensch-Maschine-Schnittstelle im Automobil. Aber die Komplexität seiner Bedienelemente stieg in den letzten Jahren durch Assistenzsysteme rapide an. Takata und Audio Mobil Elektronik entwickelten ein interaktives Kommunikations-Lenkrad mit ergonomischen Schaltern, einem Bildschirm mit Touchfunktion und einer Hands-on-Erfassung. So lassen sich die Reizüberflutung reduzieren und die Bedienbarkeit verbessern.

### AUTOREN



**HEIKO RUCK**

ist Vice President und global verantwortlich für die Vorentwicklung der Lenkräder und Fahrerairbags bei der Takata Corp. in Tokio (Japan).



**THOMAS STOTTAN**

ist CEO und verantwortlich für Strategie sowie FuE bei vernetzten Automobilen (Car ICT und Mensch-Maschine-Interaktion) bei der Audio Mobil Elektronik GmbH in Braunau-Ranshofen (Österreich).

### KOMMUNIKATIONSFUNKTIONEN AM LENKRAD

Das Lenkrad ist ein Bauteil im Fahrzeug mit einer mehr als hundertjährigen Geschichte. Waren die ersten Jahre Lenkradentwicklung von moderaten Entwicklungsschritten geprägt, so kam es in den letzten 20 Jahren zu einer dynamischen Einführung von elektronischen Bauteilen am Lenkrad. Das Lenkrad als Schnittstelle zwischen Fahrer und Fahrzeug wird zunehmend für Kommunikationszwecke genutzt. Die Kommunikationsfunktionen am Lenkrad kann man folgendermaßen klassifizieren: Es gibt Warnfunktionen, Bedien- oder Steuerungsfunktionen sowie Sensorfunktionen und Komfortfunktionen, ①.

Eine Warnfunktion am Lenkrad ist zum Beispiel der Vibrationsmotor. Vom Fahrzeug erfasste Gefahrensituationen (zum Beispiel das Verlassen der Fahrspur) werden über Vibrationen am Lenkrad an den Fahrer übermittelt. Der Multifunktionsschalter ist ein Beispiel für eine Bedienfunktion am Lenkrad. Der Fahrer ist mit dem Multifunktionsschalter in der Lage, mit verschiedenen Tasten am Lenkrad unterschiedliche Funktionen zu bedienen [1, 2].

Das Lenkrad als Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrer und Fahrzeug bietet sich auch für den Fall der Sensierung „Hände am Steuer“ (Hands on Wheel, HOW) an, die über einen kapazitiven Sensor am Lenkradkranz bewerkstelligt wird. Eine solche Sensierung gibt die Information an das Fahrzeug (an den adaptiven Tempomat, ACC [1]), ob der Fahrer ein oder zwei Hände am Lenkrad hält oder im Staufall möglicherweise keine Hand am Lenkrad hat. Für eine klassische Komfortfunktion am Lenkrad steht die Lenkradheizung.

### KOMMUNIKATION IM COCKPIT HEUTE

Findet man heute auf dem Markt Lenkräder mit bis zu 24 Schaltertasten, fällt in Cockpit und Mittelkonsole auf, dass auch hier die Anzahl der Schnittstellen zum Fahrer ebenfalls exponentiell gestiegen ist. Das Fahrerumfeld hat sich in den vergangenen 30 Jahren ebenso drastisch verändert und stellt deutlich gestiegene Anforderungen an den Fahrzeuglenker dar, ②.

Die Vielzahl von Merkmalen, Funktionen und Komponenten der Vernetzung bringt die kognitive Informationsverarbeitung des Fahrers an seine Grenzen. Diese These wurde in einer Reihe von empirischen Untersuchungen zur Mensch-Maschine-Schnittstelle von der National Highway Traffic Safety Administration – US Department of Transportation (NHTSA) bewertet. Dabei wurden brisante Ergebnisse erzielt. Die NHTSA ging von visueller, manueller und kognitiver Ablenkung aus, ließ akustische Ablenkung also noch beiseite. Unter anderem wurde die Zeit gemessen, die der Fahrer während der Durchführung einer Aufgabe von der Straße wegsieht. Die Einzelblickdauer sollte 2 s nicht überschreiten, die kumulierte Gesamt-ablenkungszeit lag aber bei 12 s [3].

Über drei Jahre hinweg wurden in einer anderen Studie insgesamt neun Fahrzeuge getestet, von der Kompakt- bis zur oberen Mittelklasse namhafter Automobilhersteller [4]. Die Ergebnisse sind beachtenswert: Für die Eingabe eines Navigationsziels wurde eine durchschnittliche Aufgabenzeit – in Abhängigkeit vom OEM – zwischen 80 und 175 s benötigt (NHTSA-Ziel: 24 s). Die Augen waren dabei zwischen 46 und 78 s auf den Bildschirm gerichtet (NHTSA-Ziel: 12 s). Die Empfehlungen der NHTSA



① Die vier Kommunikationsfunktionen am Lenkrad

werden also bei heute aktuellen Fahrzeugen mehrfach überschritten.

Inzwischen haben sich unterschiedliche Institutionen [5, 6] immer wieder mit der Thematik „Ablenkung beim Fahren“ befasst. Es wird aufgezeigt, wie gefährlich die in den Fahrzeugen verbauten Vernetzungskomponenten sind.

Die Entwicklung der letzten Jahre lässt Fahrzeuge aktueller Generationen immer komplexer werden und beeinflusst so die Aufmerksamkeit der Fahrer nachhaltig. Wie die Studien zeigen, werden die zukünftigen Herausforderungen, die durch die Entwicklungen beim vernetzten Fahrzeug geprägt sind, mit konventionellen Bediensystemen nicht mehr realisierbar sein.

Jeder Sitzplatz im Automobil erfordert beziehungsweise ermöglicht ein anderes Bedien-Szenario. So ist der Fahrer primär mit der Fahraufgabe betraut und hat dabei nur begrenzte Kapazitäten zum „Suchen“ nach Knöpfen oder Anzeigen zur Verfügung.

**INTERAKTIVES LENKRAD ALS LÖSUNG**

Ein Lösungsvorschlag im Hinblick auf das Thema Ablenkung kann das iCS von Takata und Audio Mobil Elektronik sein. Das Kürzel steht für „Interactive Communication Steering Wheel“. Dieses innovative Konzept eines interaktiven Lenkrads bündelt alle notwendigen Ein-

gabemöglichkeiten in der Schnittstelle Lenkrad, ohne die Hände vom Steuer nehmen zu müssen oder den Blick suchend über die Instrumententafel schweifen zu lassen. Ob es Informationen sind über Tempo, Kilometer- oder Tankfüllstand, Drehzahl, Durchschnittsgeschwindigkeit. Navigation, Radio- oder Klimaanlage, alles ist in das Lenkrad integriert und kann auf kürzestem Weg bedient werden. Genauso wie schon bisher die Blinkertasten, Lichtsteuerung, Scheibenwaschanlage oder andere bekannte Funktionen.

In Kooperation der beiden Unternehmen entstand das iCS-Lenkrad, welches die Schlussfolgerungen aus Forschung und Entwicklung in Bezug auf die

Mensch-Maschine-Schnittstelle im Kontext zu modernen Fahrzeugen darstellt. Eines der Hauptziele der iCS-Entwicklung war es, Information und Bedienung möglichst optimal im Sicht- und Griffbereich des Fahrers zu konzentrieren, also im Lenkrad.

Neben oder zusätzlich zu den bord-eigenen Systemen bediente Smartphones stellen ein großes Sicherheitsrisiko dar. Deren Funktionen und Bedienoberflächen erfreuen sich jedoch großer Beliebtheit. Es wäre daher wünschenswert, diese beiden Faktoren auf das Lenkrad zu übertragen und automotiv-tauglich zu adaptieren.

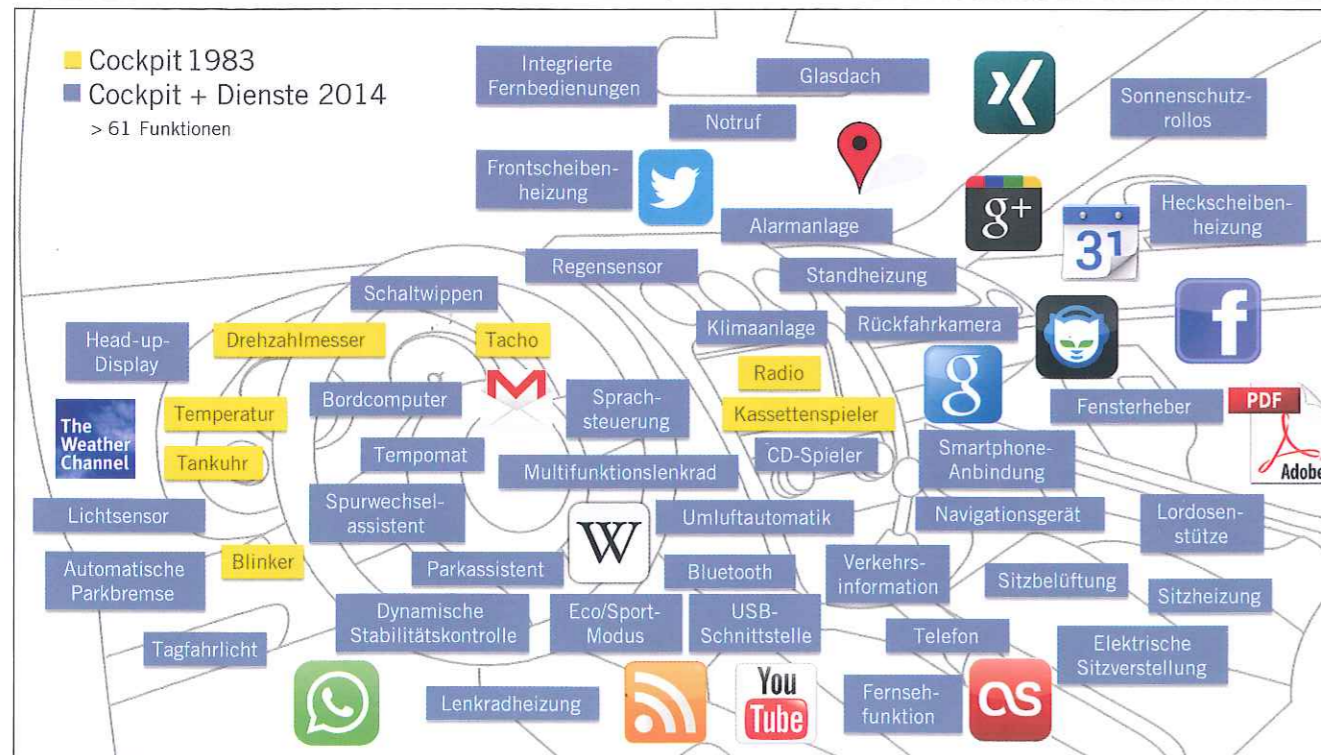
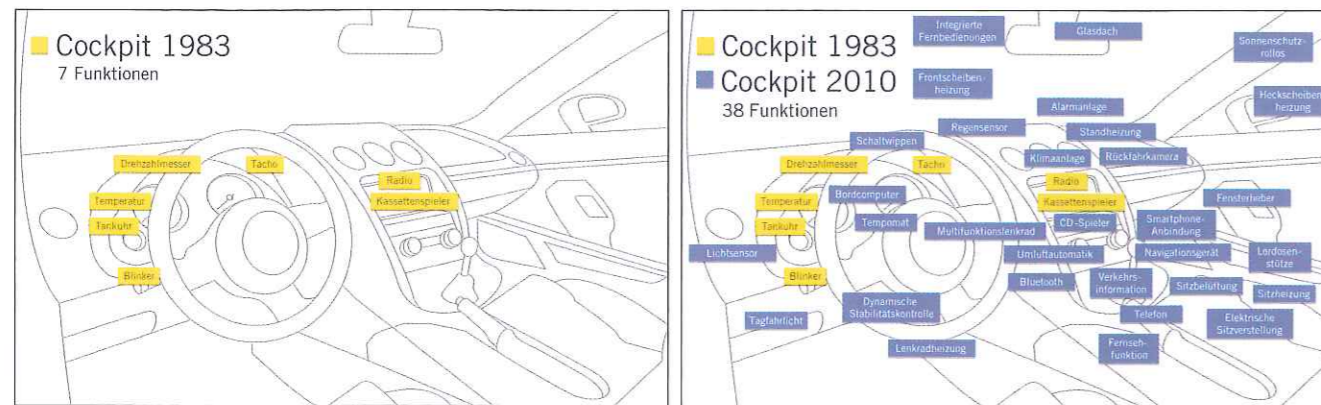
Mit den Prototypen 1 bis 3 wurden von Audio Mobil über fünf Jahre hinweg

verschiedene Displays und Schalter-Taster-Kombinationen in unterschiedlichsten Anordnungen im Simulator erprobt [7]. Gemeinsam mit dem Car-Lab (Christian-Doppler-Labor für kontextuelle Schnittstellen) an der Universität Salzburg führten Probanden zahlreiche Testfahrten durch, und so kam es Anfang 2013 zum Aufbau des ersten iCS-Systems. Die Summe der Erkenntnisse aus der Entwicklung der drei Vorstufen und des Musters waren Basis für die Entwicklung des fahrfähigen iCS-Prototyps.

In ④ sind die wesentlichen Eigenschaften unter wissenschaftlicher Begleitung mit aktuellen Bediensystemen verglichen worden.

Blinker, Lichtschalter und Scheibenwischer sind beim iCS in die Speichen verlegt, was eine sehr gute Erreichbarkeit gewährleistet, ④. Das Display ist vollintegriert, hat eine Touchfunktion und ist auf gleicher Höhe wie ein konventionelles Kombiinstrument positioniert. Die Seitenbereiche weisen Softkeys mit haptischem Feedback auf, eine Anzeige ist in variabler Größe möglich, die Zuordnung der Kontexttasten ist intuitiv erkennbar.

Die Reduzierung des Cockpits auf eine zentrale Anzeige- und Bedieneinheit bringt eine deutliche Verbesserung für den Fahrer und die Verkehrssicherheit mit sich. Die Hände bleiben am Lenkrad, der Blick muss nicht durch das Cockpit schweifen, Bedieneinheit und alle Anzei-



② Anstieg der Funktionszahl bei der Kommunikation im Fahrerumfeld 1983 (oben links), 2010 (oben rechts) und 2014 (unten) mit Netzdiensten

	PROTOTYP 2	PROTOTYP 3	LIMOUSINE OBERE MITTELKLASSE	SUV-MITTELKLASSE	iCS
<b>Merkmal</b>	<b>Touchscreen, Tasten, Drehrad</b>	<b>Tasten, Softkeys</b>	<b>Multifunktions-Lenkrad, Kombiinstrument mit Zusatzinformationen, Display und Bedienkonsole</b>	<b>Multifunktions-Lenkrad, Kombiinstrument mit Zusatzinformationen, Touchscreen</b>	<b>Touchscreen, Tasten, Drehräder, Softkeys, Wippen</b>
Eingabedistanz	4	4	3	2	4
Ausgabedistanz	3	3	2	1	3
Haptisches Feedback	2	4	4	2	4
Fokussierung des Auges	1	1	3	3	1
Visuelle Gestaltung	3	4	4	3	4
(Kollaboration)*	(0)	(0)	(2)	(3)	(0)
Ausrichtung Display	1	1	4	4	1
Gruppierung/Fragmentierung	4	4	2	2	4
Blinde Bedienung	1	2	3	2	2
Abschattung der Bedienelemente durch Bedienung	1	4	4	1	4
Konventionen und Standards	1	1	3	4	1
Direktheit	3	3	2	3	3
Personalisierbarkeit	4	4	1	1	4
Toleranz gegen Umwelteinflüsse	2	3	4	4	3
Effizienz	3	3	3	3	4
Sichtbehinderung bei Einschlag des Lenkrads	4	4	3	3	4
Gesamtpunktezahl (max. 64)	37 (37)	45 (45)	45 (47)	38 (41)	46 (46)

\*Die Kollaboration bezieht sich auf die Möglichkeit, dass Beifahrer die Bedieneinheit der Mittelkonsole des Fahrzeugs ebenfalls nutzen können – dies ist bei dem rein fahrerorientierten Bedienkonzept iCS nicht möglich.

Punkteschema: 0 ... widerspricht dem Merkmal in jeglicher Hinsicht 4 ... entspricht dem Merkmal in jeglicher Hinsicht

③ Vergleich von zwei Prototypen und zwei Standard-Fahrerbediensystemen mit dem neuen interaktiven Lenkrad iCS

gen liegen benachbart. Der Blick zurück auf die Straße ist rasch möglich.

Alle Anzeigen bedeutet dabei, dass sowohl die Warn- und Informations-Icons als auch Geschwindigkeit, Navigation und Infotainment gebündelt auf einem Display dargestellt werden. Dies ist in einer dynamischen Form, abhängig von den Verkehrsbedingungen, erforderlich. Da die permanente Darstellung aller Informationen weder sinnvoll noch machbar ist, bietet das Lenkrad mehrere Modi an, die durch Betätigung der seitlich angeordneten Tasten aktiviert werden können.

Einige Herausforderungen bringt die Zusammenführung aller Funktionen im Lenkrad mit sich: Die relative Nähe sowohl der Bedienelemente als auch der Anzeigen zum Fahrer ist vorteilhaft für die Bedienung, allerdings kann die Ablesbarkeit – besonders bei Alterssichtigkeit – darunter leiden. Dem kann durch deutliche Kontrastierung, abgestimmte Farbgebung und entsprechende Größe der grafischen Darstellung entgegengewirkt werden.

Durch Verdrehen aller Inhalte des Lenkrads bei Lenkradeinschlag wird die manuelle Bedienung etwas erschwert, das Mitdrehen der angezeigten Informationen ist zumindest gewöhnungsbedürftig. Hier hat allerdings die Untersuchung im Simulator ergeben, dass die Rotation von Displayinhalten (in diesem Fall eine numerische Anzeige) bis zu einem Winkel von maximal  $\pm 60^\circ$  toleriert wird und es keinen Unterschied macht, ob sich der Inhalt dreht oder horizontal aus-

4 Fahrfertiger Prototyp des interaktiven Lenkrads iCS mit vollintegriertem Display, das eine Touchfunktion hat und auf gleicher Höhe wie ein konventionelles Kombiinstrument angebracht ist



gerichtet bleibt. Zudem ist die Ablenkung geringer als bei einem Display in üblicher Position in der Mittelkonsole [8].

Tasten und Scrollräder haben sich als Bestandteil von Lenkrädern längst bewährt, wie auch eine Untersuchung [9] bestätigt, die zudem eine deutlich geringere visuelle Ablenkung ergab als bei Tasten in der Mittelkonsole. Erstmals konnte somit die Erkenntnis der drei Bedienwelten – Fahrerbereich, Beifahrerplatz und Rückbank – für den Fahrer mit dem iCS umgesetzt werden.

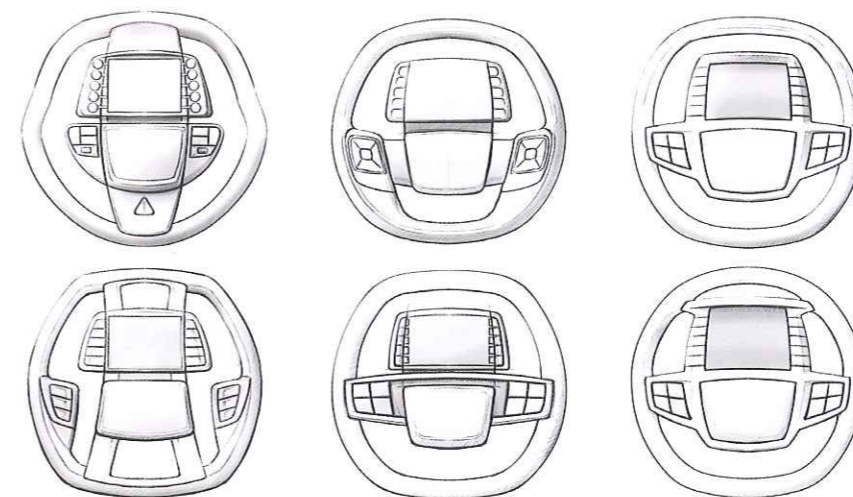
**VORTEILE FÜR DAS FAHRZEUG**

Die Bündelung aller heute in der Instrumententafel üblichen Funktionen in das

Lenkrad reduziert die Anzahl der Bedienkomponenten. Das führt zu einer erheblichen Kosten- und Gewichtsreduzierung. Je nach vergleichbarer Ausstattungsvariante bewegt sich das Einsparungspotenzial zwischen 15 und 35 %. Durch die Verringerung der Schnittstellen wird zudem die Integration von Smartphone-Funktionen vereinfacht, 5.

**SICHERSTELLUNG DER AIRBAGFUNKTION**

Einer der Punkte im Lastenheft der Entwicklung war die Sicherstellung der Airbagfunktion. Die Erweiterung der Kommunikationsschnittstelle Lenkrad darf



6 Designbeispiele mit zwei, aber auch drei oder vier Speichen im Lenkrad

nicht zu einer Einschränkung der Airbagfunktion führen.

Dies war in dem realisierten Prototyp nur durch Nutzung der sogenannten Vakuumfaltung möglich. Mit Vakuum gefaltete Airbags ermöglichen, das benötigte Faltvolumen für denselben Luftsack um circa 40 % zu reduzieren. Die weltweite Ersteinführung von vakuumgefalteten Fahrerairbags fand vor fünf Jahren durch Takata statt.

**DESIGNIDEEN**

In der Designfindungsphase für das interaktive Lenkrad war es für die beteiligten Unternehmen wichtig, dass alle Anforderungen aus der Sicht des Mensch-Maschine-Systems vorrangig berücksichtigt werden. Es sollte aber auch ein Lenkraddesign gefunden werden, was deutlich macht, dass es sich hier um eine neue Form der Kommunikation zwischen Fahrer und Lenkrad handelt.

Gemeinsam mit dem Designbüro Produktus Industriedesign wurde die Formgebung für das iCS entwickelt. Mit seinen zwei Speichen ist es ein Bruch mit den heute marktüblichen Drei- und Vierspeichen-Lenkrädern. Die Designbeispiele in

6 verdeutlichen aber, dass auch Drei- und Vierspeichen-Lenkräder möglich sind.

**AUSBLICK**

Das Lenkrad ist und bleibt die Mensch-Maschine-Schnittstelle zwischen Fahrer und Fahrzeug. Die Anzahl von Bedien- und Vernetzungsfunktionen ist in den letzten Jahren exponentiell im Cockpitbereich gestiegen. Die Fahrer erreichen ihre kognitiven Verarbeitungsgrenzen zwischen Straßenverkehr und Cockpitfunktionen.

Eine Möglichkeit, dieser Überlastung des Fahrers entgegenzuwirken, ist der Einsatz des iCS als interaktives Lenkrad. Es bietet erstmals die Möglichkeit, alles während der Fahrt bedienen und nutzen zu können, ohne die Hände vom Lenkrad zu nehmen. Visionär gedacht, könnte durch seine Verwendung das Cockpit entfallen.

**LITERATURHINWEISE**

- [1] Lisseman, J.; Essers, S.; Ruck, H.: The Steering Wheel: Active Safety Evolution. Vortrag, chassis tech plus, ATZlive, München, Juni 2013
- [2] Timpe, K.-P.: Fahrzeugführung: Anmerkungen zum Thema. In: Jürgensohn, Th.; Timpe, K.-P.

(Hrsg.): Kraftfahrzeugführung, S. 9-25, Berlin: Springer-Verlag, 2001

[3] National Highway Traffic Safety Administration – US Department of Transportation (NHTSA): Blueprint for Ending Distracted Driving. DOT HS 811 629, Juni 2012

[4] Volksfürsorge Versicherung, Autobil, ACE: HMI-Testreihe. Durchgeführt in den Jahren 2011, 2012, 2013. Fahrzeuge durch OEMs für Tests zur Verfügung gestellt

[5] Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV), AT: Statistik „Hauptunfallursache Ablenkung“. Pressebekanntgabe am 14. November 2012, <http://www.kfv.at/kfv/presse/presseaussendungen/archiv-details/artikel/3338/>

[6] ADAC, DE: Ablenkung: Blindflug in den Tod. Pressebekanntgabe am 11. April 2013, <http://www.adac.de/infotestrad/adac-im-einsatz/motorwelt/ablenkung.aspx>

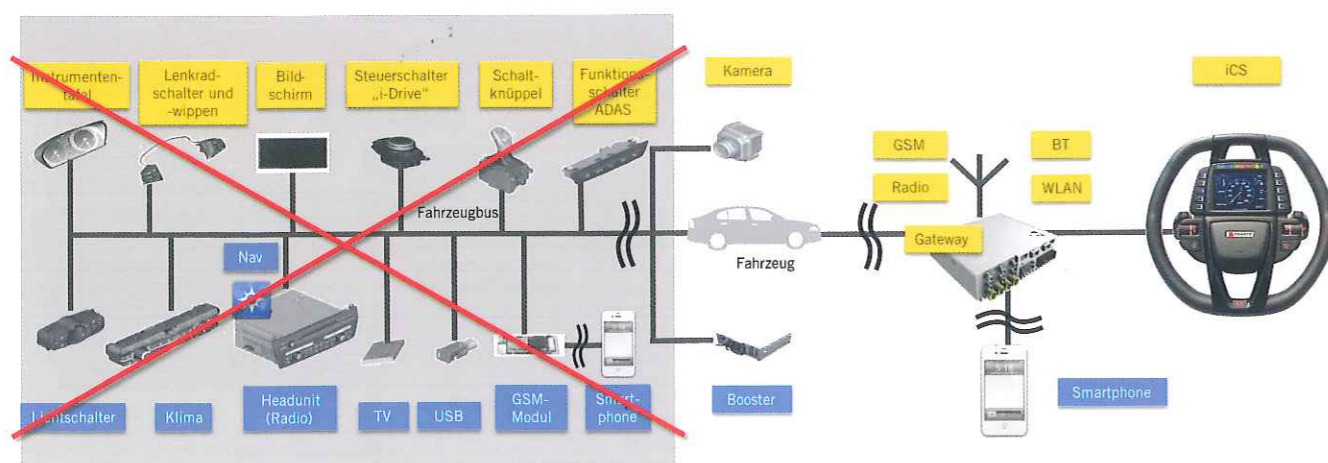
[7] Gebrauchsmusterschrift DE 20 2009 001 007 U1: Abnehmbares Lenkrad für Fahrzeuge mit Anzeige- und manuellen Bedienelementen. Audio Mobil Elektronik GmbH, Ranshofen, AT, Bekanntmachung am 9. Juli 2009

[8] Wilfinger, D.; Murer, M.; Osswald, S.; Meschtscherjakov, A.; Tscheligi, M.: The Wheels are Turning: Content Rotation on Steering Wheel Displays. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2013, S. 1809-1812

[9] Makigucchi, M.; Tokunaga, H.; Kanamori, H.: A Human Factors Study of Switches Installed on Automotive Steering Wheel. JSAE Review, Jahrgang 24, Nr. 3, Juli 2003, S. 341-346

Heutiger Standard

Zukünftiger Standard



5 Reduktion der in Instrumententafel und Cockpit verteilten Einzelkomponenten (heute) durch Bündelung im Lenkrad (zukünftig)

**DANKE**

Die Autoren möchten sich bei Joseph Fellner von Audio Mobil und Andreas Hans von Takata für die Unterstützung in der Entwicklung des interaktiven Lenkrads iCS bedanken, ebenso bei Vincent Bauer von Produktus Industriedesign für die Realisierung der Ideen des Prototyps.

DOWNLOAD DES BEITRAGS  
[www.springerprofessional.de/ATZ](http://www.springerprofessional.de/ATZ)

READ THE ENGLISH E-MAGAZINE  
order your test issue now:  
[springervieweg-service@springer.com](mailto:springervieweg-service@springer.com)

# Our mission – your safety.

**Wir träumen von einer Zukunft ohne Unfälle.**

**In der Zwischenzeit gehen wir auf Nummer sicher.**

Bei Takata sorgen über 36.150 Mitarbeiter dafür, dass Sie sicher ans Ziel kommen. Denn im Fall der Fälle sind wir zuverlässig an Ihrer Seite.

Als einer der weltweit führenden Anbieter von Insassenschutzsystemen sorgen wir mit Innovation und Engagement für ein immer höheres Sicherheitsniveau. Unser Produktportfolio umfasst Lenkräder, Airbags, Sicherheitsgurte, Elektronik und Sensorik sowie Innenraumverkleidungen und Kindersitze.

**Takata – wir bringen Sie mit Sicherheit ans Ziel!**



TAKATA AG  
Bahnweg 1  
63743 Aschaffenburg  
Phone +49 6021-65-0  
marketing@eu.takata.com  
www.takata.com



**25** AUDIO MOBIL  
Years of CarICT



## **Innovationen für die Mobilität 3.0**

AUDIO MOBIL setzt Impulse bei gendergerechten Elektronikentwicklungen für die Automobilindustrie. Als R&D-Studio für Car-ICT sind wir spezialisiert auf Technologien im Rahmen der Fahrzeugvernetzung.

Wir erfinden die Zukunft.

**AUDIO MOBIL** Elektronik GmbH

Audio Mobil Straße 5-7  
5282 Ranshofen - Austria  
Phone +43 7722 62 82 00  
office@audio-mobil.com  
www.audio-mobil.com

**AUDIO MOBIL** 