

Wichtig ist die Auswahl der Stimme und auch die Qualität der verwendeten TTS. Dies belegen auch Studien, in denen nachgewiesen wurde, dass die Auswahl der Stimme Auswirkungen auf das Fahrverhalten von Probanden hat [Harbluk und Lalande 2005, Jonsson et al. 2005].

In jedem Fall erfolgen Sprachausgaben des Systems über die Bordlautsprecher des Fahrzeugs. Gleichzeitig laufende Audioausgaben werden je nach System von der jeweiligen Headunit während der Promptausgabe leiser oder auch stumm geschaltet.

Allerdings beschränkt sich ein SBS nicht ausschließlich auf akustische Rückmeldungen. In einem vollintegrierten System werden je nach Dialogzustand auch die Displayanzeigen umgeschaltet und aktualisiert. Dies wird u.a. bei der sprachlichen Eingabe von Navigationszielen benötigt, wie in Abschnitt 3.6.3 ausführlich dargelegt wird.

### 3.5 Systemintegration

Die Besonderheit von Sprachbediensystemen ist ihre feste Integration in das Fahrerinformationssystem des Kfz ab Werk.<sup>11</sup> Diese Systeme werden als Originalzubehör im Auftrag eines Automobilherstellers gefertigt und daher auch als OEM-Systeme (engl. *original equipment manufacturer*) bezeichnet.

Um ein System mit der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Architektur in ein Kfz zu integrieren, ist ein erheblicher Aufwand notwendig. Zum einen existieren die bereits angesprochenen akustischen Bedingungen (vgl. Abschnitt 3.4.1), welchen durch Schallmessungen bereits in einem frühen Stadium eines automobilen Prototypen Rechnung getragen wird, indem optimale Mikrofonpositionen ausgemessen werden. Zum anderen bestehen die bereits in Abschnitt 3.3.1 angesprochenen Hardwareanforderungen.

Aus diesen Gründen werden SBS in Automobilen immer noch als eingebettete (engl. *embedded*) Systeme ausgeführt und entweder als separate Hardware oder als Software innerhalb von Infotainmentsystemen realisiert.

Die Besonderheit bei diesen Systemen ist, dass ein Sprachbediensystem direkt auf die zu steuernden Geräte zugreift, also in direkter Kommunikation mit diesen steht. Dies bedeutet, dass in der Sprachsteuerung die Protokolle und Schnittstellen des gesamten Infotainmentsystems abgebildet werden müssen. Dies ist auch eine der Hauptschwierigkeiten der Integration von Sprachbedienungen in ein Kfz, da hier sehr hardwarenah und mit wenig Speicherplatz programmiert werden muss.

Es gibt aktuell zwei Möglichkeiten für die Ausführung von Sprachbedienungen in einem Automobil. Die preisgünstigere und weniger leistungsfähige Alternative ist die Ausführung in Hardware. In diesem Fall sind die Anforderungen an den Speicher absolut minimal, der Spracherkenner wird auf

---

<sup>11</sup> Es gibt allerdings auch Nachrüstsysteme, die hier aber nicht thematisiert werden.

einem Chip integriert und die gesamte Dialogapplikation muss mit maximal 128 KB Speicher auskommen. In Abbildung 3.4 ist ein exemplarisches Hardware-Modul einer solchen Sprachbedienung abgebildet. Wenn eine Hardware-Realisierung vorgenommen wird, muss das entsprechende Modul direkt an den Entertainment-Bus des Fahrzeugs angeschlossen werden.<sup>12</sup> Über diesen läuft dann die gesamte Kommunikation mit der Headunit und den anderen Systemkomponenten. Das Sprachmodul wird in einem Fahrzeug üblicherweise entweder unter der Rückbank oder im Kofferraum montiert und dort an den Bus angeschlossen.

Wenn eine Software-Integration vorgenommen werden soll, sind die einfache Portierbarkeit auf die verschiedenen genutzten Echtzeit-Betriebssysteme (v.a. QNX), sowie flexible Geräte-Schnittstellen für die Kommunikation mit externen Komponenten die wichtigsten Faktoren. In diesem Fall werden Erkennen und Dialog in einen Flash-Speicher geschrieben. Aber auch in diesem Fall stehen üblicherweise für das komplette SDS nicht mehr als zwei bis vier MB zur Verfügung.<sup>13</sup> Zwar weisen einige Speicher im Kfz schon erheblich größere Kapazitäten auf, allerdings wird der Großteil des Speichers von der Navigation zur Routenberechnung benötigt.



**Abbildung 3.4.** Hardwaremodul eines SDS aus dem Audi A8

Die Ausführung eines SBS ist in einem Kfz äußerlich nicht zu erkennen. Grundsätzlich ist das Vorhandensein einer Sprachsteuerung kaum auffällig. Die einzig sichtbaren Komponenten sind das Mikrofon und der PTT-Knopf. Einige Kfz-Hersteller haben in allen Modellen einer Baureihe aus Gründen des Gleichteileprinzips Mikrofone montiert, die tlw. auch zum Freisprechen verwendet werden. Auch der PTT-Knopf ist, wenn im Multifunktionslenkrad integriert, immer vorhanden. Da die Bedienphilosophien zwischen den

<sup>12</sup> Dieser Bus ist separat vom Bus für die Motoren und Steuergeräte eines Automobils ausgeführt.

<sup>13</sup> Zahlen und Größenangaben Stand 2006/2007.

einzelnen Automobilherstellern stark differieren, gibt es sehr unterschiedliche Ausprägungen der Headunit und des PTT-Knopfes. Im Folgenden werden drei sehr prominente Beispiele illustriert. Bei Mercedes-Benz in der aktuellen E-Klasse (interne Bezeichnung W211) ist das graphisch/haptische HMI in einem Gerät gebündelt, Display und Taster bilden eine Einheit, wie auf Abbildung 3.5 zu erkennen ist. Es gibt jedoch auch die Möglichkeit, das Display von den Tasten zu trennen, wie bei Audi im A8 (D3) zu finden (vgl. Abb. 3.6). Dagegen hat BMW mit dem iDrive nur einen zentralen Dreh-/Drücksteller platziert und damit die Anzahl der Taster im Fahrzeugcockpit massiv reduziert. In Abbildung 3.7 ist das iDrive-System im BMW 7er (E65) dargestellt.



**Abbildung 3.5.** Headunit und PTT-Hebel (links, tlw. vom Lenkrad verdeckt) in der Mercedes-Benz E-Klasse. (Ausstattungsoption COMAND APS mit Linguatronic.)



**Abbildung 3.6.** Headunit im Audi A8 (aufgetrennt in Tasten und Display) mit PTT im Lenkrad. (Ausstattungsoption MMI mit Sprachdialogsystem.)



**Abbildung 3.7.** Headunit im BMW 7er (mit zentralem Dreh-/Drücksteller und Display) und PTT im Lenkrad. (Ausstattungsoption MMI mit iDrive und Sprachdialogsystem.)

### 3.6 Funktionalitäten

Nachfolgend werden die wichtigsten Fähigkeiten eines automobilen Sprachbediensystems dargestellt. Dabei wird vor allem die Funktionalität eines heute auf dem Markt als OEM-Gerät erhältlichen Systems illustriert. Die Beispieldialoge haben dabei nur exemplarischen Charakter, gegenüber Seriensystemen kann es zum hier dargestellten Dialogablauf zu Abweichungen kommen, da für jeden Automobilhersteller andere Varianten existieren. Diese unterscheiden sich typischerweise in den Systemausgaben (*Prompts*) und/oder den einzelnen Sprachbefehlen. Ein komplett einheitliches Vorgehen über verschiedene Marken ist bisher nichtvorhanden und wird auch aus Gründen der unterschiedlichen Bedienphilosophien der Hersteller nicht angestrebt.

Neben der Vorstellung der wichtigsten Funktionalitäten eines aktuellen Systems werden auch einige Ausblicke in die nähere Zukunft gegeben. Abschließend wird am Beispiel der Linguatronic die Weiterentwicklung der SBS in den letzten zwölf Jahren aufgezeigt.

#### 3.6.1 Nummernwahl

Die einfache Wahl einer Telefonnummer per Sprache ist eine der bekanntesten Funktionalitäten eines SBS und in Abbildung 3.8 exemplarisch abgebildet. Dieser Dialog beginnt klassisch in systemgesteuerter (reaktiver) Dialogstrategie (vgl. Abschnitt 2.6.2). Die Eingabe der Nummer erfolgt dann in einer kooperativen Strategie (siehe Abschnitt 2.6.3), denn die Anzahl der Ziffern kann der Benutzer hier jeweils variieren. Das System fragt selbsttätig nach, ob weitere Ziffern hinzugefügt werden sollen.

Der Dialog mag mit den Wiederholungen der Eingabe lang erscheinen, aber durch mögliche Spracherkennungsfehler und mangelndes Benutzervertrauen macht ein erneutes Vorlesen Sinn. Sollte ein Erkennfehler vorliegen

Sprachbedienung im Automobil  
Teilautomatisierte Entwicklung benutzerfreundlicher  
Dialogsysteme  
Hamerich, S.  
2009, I, 200 S., Hardcover  
ISBN: 978-3-642-01615-8