

Mechatronische Interieursysteme im neuen Audi A8

Thorsten Hack, Siegfried Zeidler, Gregor Vogl

1 Einleitung

Der Mechatronik im Bereich der Automobilentwicklung kommt eine immer höhere werdende Bedeutung zu. So ist der Elektronik- und Mechatronikanteil in den letzten Jahren bedeutend gestiegen und es zeigt sich heute, dass in der Kfz-Entwicklung etwa 90% aller Innovationen durch die Elektronik geprägt sind. Die tendenzielle Verschiebung der einzelnen Disziplinen der Mechatronik ist in Bild 1 zu erkennen, wobei sich der Anteil an Mechanik im Verhältnis zu Elektrik, Elektronik und Software mit der Zeit reduziert.

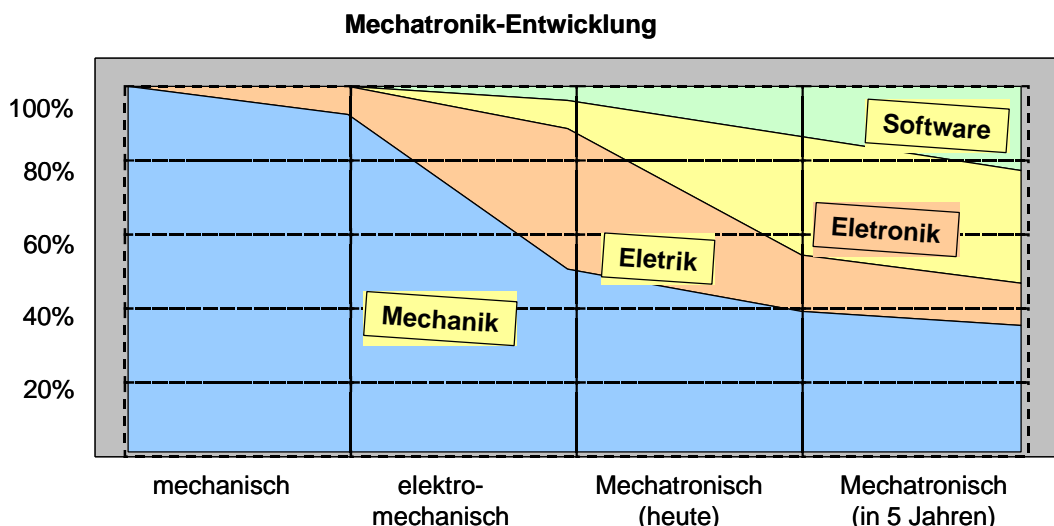


Bild 1: Entwicklung Mechatronik

Ein besonderer Trend ist ebenfalls im Interieur zu verzeichnen, so wurde beispielsweise die konventionelle mechanische Handbremse durch eine elektrische Parkbremse (EPB) ersetzt. Auch kann man nach heutigem Stand mit mechatronischen Sitzsystemen nicht nur bis zu 18 verschiedene Stellrichtungen justieren, sondern auch Massage-, Kühl- und Heizfunktionen integrieren. Die Einstellungen lassen sich zum einen direkt am Sitz vornehmen oder zum anderen über Memoryfunktionen.

Des Weiteren kann der Fahrer mit einem neuen Advanced-Key-System sein Fahrzeug öffnen, ohne dafür den Schlüssel in die Hand zu nehmen. Ein Signalgeber im Schlüssel gibt bei Annäherung an das Fahrzeug die Zentralverriegelung frei. Der Motor kann per Druck auf die Start-Taste gestartet werden, sobald der Schlüssel im Innenraum ist. Das System liest für die Erkennung des jeweiligen Fahrers dessen Fingerabdruck auf einem Sensorfeld auf einem Start-Taster. Ein positiver Abgleich mit gespeicherten Fingerabdrücken setzt eine Vielzahl von Aktionen in Gang, so

werden Sitze, Spiegel und Lenksäule ebenso auf die individuelle Vorwahl eingestellt, wie z.B. Temperatur und Luftverteilung der Klimaanlage.

In den folgenden Abschnitten wird nun die Mechatronik an den Beispielen MMI und Belüftungssystem näher beschrieben. Diese Mechatronikbeispiele wurden ausgewählt, weil sie zum einen sehr gut den steigenden Mechatronikanteil im Fahrzeuginnenraum widerspiegeln und zum anderen den neuen Stand der Technik darstellen.

2 MMI Multi-Media-Interface

2.1 Das intelligente Bedienkonzept

Die überproportionale Zunahme an elektronischen Funktionen, wie in Bild 2 dargestellt, führte bei der Neuentwicklung des Audi A8 zu dem Wunsch nach einem neuen und vor allem einfachen Bedienkonzept. So sollte auch der rein technische Charakter im Fahrzeug verschwinden, denn der Fahrer erwartet ein entsprechend hochwertiges Interieur, welches nicht durch zahllose angeordnete Schalter gestört wird.

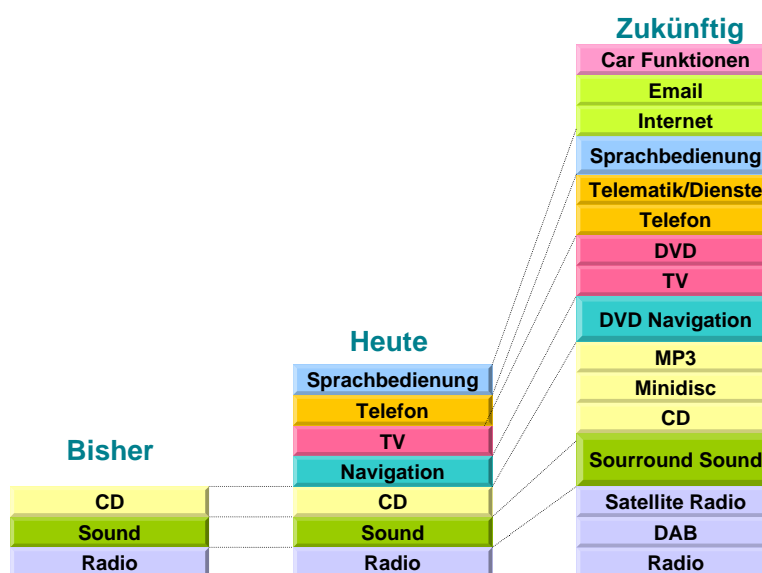


Bild 2: Zuwachs an elektronischen Funktionen

Eine der Anforderungen war, dass der Kunde mit einem neuen Bedienkonzept nicht zusätzlich belastet wird, sondern deutlich entlastet wird – und das bei einem gleichzeitigen Zugewinn an individuellen Nutzungsmöglichkeiten.

Eine ganzheitliche konzipierte Schnittstelle zwischen Fahrer und Fahrzeug sollte den Mittelpunkt des Interieurs darstellen, wobei folgende Ziele zu erreichen waren:

- Ergonomisches Gesamtpaket abstimmen
- Intuitive Bedienung des MMI
- Keine Ablenkung des Fahrers, somit Steigerung der aktiven Sicherheit
- Integration der Funktionalität in das Gesamtdesign

Bei der Anordnung der Anzeigen hat man sich nach zahlreichen Packageuntersuchungen für das Kolokationsprinzip entschieden hat, d.h. für die räumliche Trennung von Anzeige- und Bedienelement, Bild 3.



Bild 3: Trennung von Anzeige und Bedienung beim MMI

Die Trennung von Anzeige- und Bedienelement hat den Vorteil, dass eine optimale Bedienbarkeit in Bezug auf Ergonomie und Haptik mit optimaler Ablesbarkeit verbunden wird.

Um ein harmonisches Gesamtbild des Cockpits zu realisieren, wurde der Bildschirm so konzipiert, dass dieser bei Bedarf ein- bzw. ausgefahren werden kann. Im eingefahrenen Zustand ist der Bildschirm hinter einer Applikationsblende verschwunden und trägt so zu einem aufgeräumten Cockpit bei. Im ausgefahrenen Zustand steht der Bildschirm für den Fahrer in der ergonomisch idealen Position, Bild 4.



Bild 4: Ein- und ausgefahrener MMI-Bildschirm

In folgenden Abschnitten werden zunächst die Anforderungen und dann die technische Umsetzung des beweglichen Bildschirmes näher beschrieben.

2.2 Anforderungen an den beweglichen Bildschirm

Mit der Integration des beweglichen Bildschirmes in das Cockpit müssen einige Anforderungen erfüllt werden.

KINEMATIK

- Einfache, unkomplizierte Kinematik
- Qualitativ hohe Anmutung des Bewegungsablaufs
- Einfache Montage und Demontage
- Zuverlässigkeit im Alltagsbetrieb (50.000 Lastwechsel, Temperatureinfluss, etc.)
- Missbrauchssicherung

ELEKTRONIK

- Einfache Elektronik
- Blenden- und Displayantrieb nur mit einem Motor, somit Gewicht-, Bauraum- und Kosteneinsparung
- Keine störenden Geräusche durch einen Elektromotor

STEUERUNG UND SENSORIK

- Sensoren im Bereich der Endanschläge müssen die jeweiligen Endpositionen kontrollieren
- Bei Missbrauch muss eine Time-Out-Funktion den Motor und das Getriebe schützen
- Das Aus- und Einfahren des Bildschirmes muss harmonisch stattfinden

2.3 Die Umsetzung des beweglichen Bildschirmes

Im folgenden wird die Umsetzung des beweglichen Bildschirmes dargestellt.

KINEMATIK UND ELEKTRONIK

- Als Antrieb für den beweglichen Bildschirm wurde ein DC 6V Motor in Verbindung mit einem selbsthemmendem Schneckengetriebe gewählt. Das Konzept basiert auf einer einfachen Drehbewegung, wobei sich bei Beginn der Bewegung zunächst die Applikationsblende aus dem Sichtbereich und dann gekoppelt daran, der Bildschirm in die ergonomisch optimale Position zum Fahrer dreht.
- Eine Rutschkupplung im Bereich Schneckengetriebe verhindert, dass bei Missbrauch das System, beispielsweise durch einen Eingriff in den Bewegungsablauf, beschädigt wird.
- Als Grundträgerelement für das MMI wurde ein steifes Alu Druckgussgehäuse gewählt, womit eine spielfreie und mechanisch zuverlässige Funktion gewährleistet wird.

- Ein vibrationsfreier Sitz des Bildschirmes wurde mittels zweier Kugelrasten in der Endposition zwischen Aluträger und Bildschirmgehäuse sichergestellt.

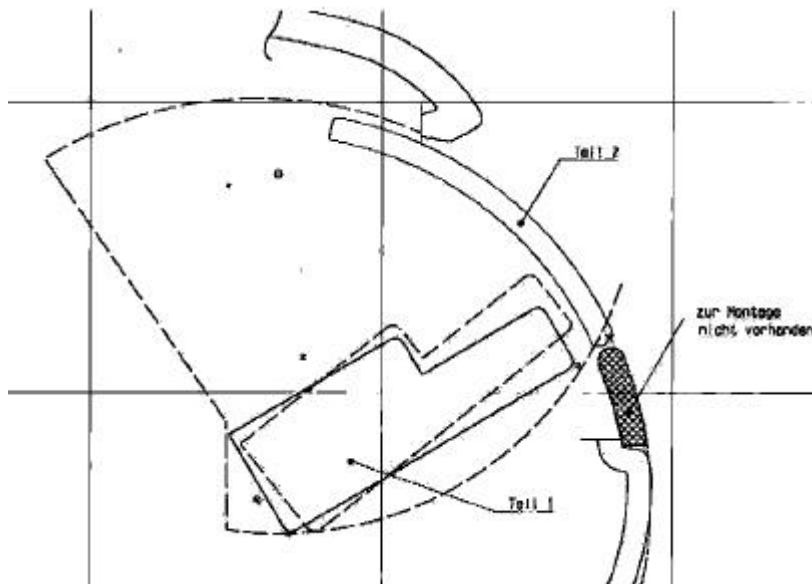


Bild 5: Kinematik Bildschirm

STEUERUNG UND SENSORIK

- Um den Bewegungsablauf harmonisch zu gestalten, wurde die Öffnungs- und Schließbewegung mit einer speziellen Steuerung realisiert, Bild 6.

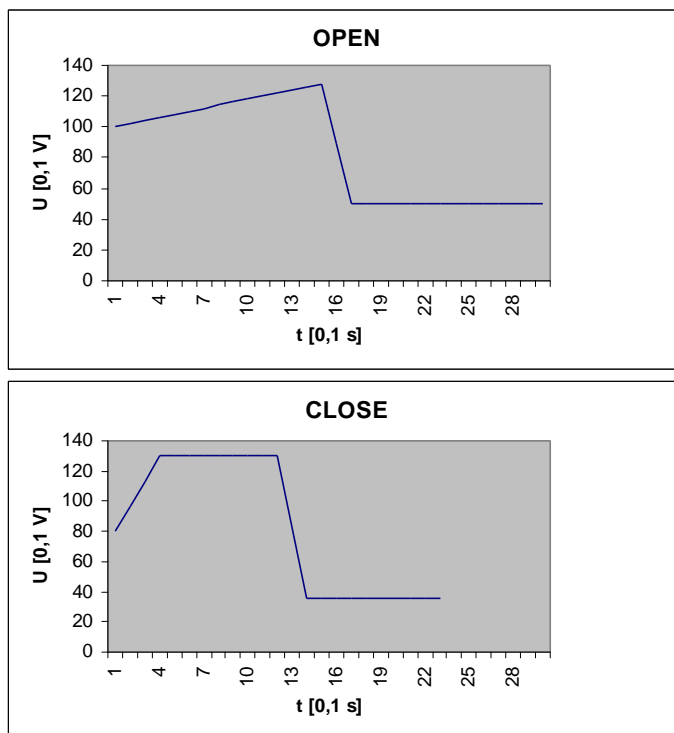


Bild 6: Steuerung für das Öffnen und Schließen des Bildschirms

- Beim Öffnen steigt die Spannung, um den Bildschirm in eine fest fixierte Position zu positionieren. Beim Schließen steigt die Spannung zunächst langsam an, um ein ruckartiges Entkoppeln des Bildschirms zu verhindern.
- Mittels zweier Sensoren im Bereich der Endanschlüsse werden die jeweiligen Endpositionen kontrolliert.

Die Anforderungen an den beweglichen Bildschirm konnte nur durch intensive Zusammenarbeit und Kompromissbereitschaft der einzelnen Bereiche realisiert werden.

3 Die Klimatisierung

Auch im Bereich der Klimatisierung sind mit dem neuen Klimatisierungskonzept erhebliche Fortschritte in Bezug auf Technik und Komfort erzielt worden. Heute können Fahrer, Beifahrer und auch Passagiere im Fond ihre Temperatur individuell einstellen. Hierzu gibt es im neuen A8 prinzipiell zwei Klimatisierungsvarianten, die sogenannte Zwei-Zonen-Klimatisierung mit der Fahrer und Beifahrer ihre gewünschte Temperatur einstellen können und die Vier-Zonen-Klimatisierung mit der jeder Insasse im Front- und Fondbereich seine Temperatur für sich einstellen kann.

Um eine individuelle Klimatisierung der bis zu vier einstellbaren Zonen zu erreichen, ist eine umfangreiche Sensorik, Steuerung, Aktorik und Kinematik notwendig.

3.1 Anforderungen an die Klimatisierung

Bei der Entwicklung des Klimatisierungskonzeptes standen einige Aspekte im Vordergrund, so stand im Fokus unter anderem eine zugfreie und geräuschfreie Belüftung zu entwickeln. Weiter Anforderungen waren die individuelle Einstellung der Temperatur für bis zu vier Zonen, eine automatische Temperaturregelung in Abhängigkeit von Sonneneinstrahlungen, eine Feuchteregulierung, etc.

Einige der Anforderungen an das neue Klimatisierungskonzept sind im folgenden zusammengefasst:

- Einfaches und übersichtliches Bedienkonzept
- Zugfreie, indirekte Belüftung, d.h. homogene Luftverteilung
- Geräuscharme Belüftung
- Individuell einstellbare Belüftung für Fahrer, Beifahrer und Fondpassagiere
- Kein Beschlagen der Scheiben (Luftfeuchtigkeitsmanagement)
- Automatische Temperaturregelung abhängig von Sonneneinstrahlungen

3.2 Die Umsetzung der Klimatisierung

Die Klimaanlage und die Luftführung bzw. Luftkanäle sind in Bild 7 dargestellt. Regelt wird die Klimaanlage über Ausblas- und Innenraumsensoren, welche die aktuellen Werte der Temperatur und des Ausblasdrucks direkt an den Ausströmer und im Innenraum messen, vergleichen und das Klimagerät dann entsprechend ansteuern.



Bild 7: Klimatisierung im A8

Das Prinzip der indirekten Belüftung ist in Bild 8 dargestellt. Durch ein spezielles Verteilungsgitter wird die Luft ganzflächig in den Innenraum verteilt, womit eine zugfreie Belüftung im Front- und Fondbereich erreicht wird.



Bild 8: Indirekte Belüftung

Der Fondbereich wird zusätzlich durch Ausströmer in den B-Säulen, Fondausströmern in der Mittelkonsole und Ausströmern im Fußbereich unter den Vordersitzen belüftet. Da die Luft durch separate Luftkanäle in den Fondbereich geleitet wird, haben die Frontinsassen keine Zuglufterscheinungen. Für die Auslegung wurde dieses Systems rechnerunterstützt simuliert und optimiert.

SENSORIK

Ein umfangreiches Sensorkpaket ist notwendig, um die zuvor genannten Anforderungen an die Klimatisierung zu realisieren:

- 1 Fühlersensor für Verdampfer
- 2 Sensoren für den Wärmetauscher (links und rechts)
- 2 Außentempersensoren (im Wasserkasten und Stossfänger)
- 1 Dualer Sonnensensor (links/ rechts)
- 1 Infrarot Sensor für Scheibentemperaturmessung
- 1 Feuchtesensor (Temperaturfühler innen)
- 1 Aussentempersensor im Luftkanal
- 1 Drucksensor für den Kältekreislauf
- 2 Temperaturfühler im Fond (links und rechts)
- 2 Temperaturfühler im Fussraum (links und rechts)

STEUERUNG UND ELEKTRIK

Innerhalb der Klimaanlage und an den Ausströmern arbeiten 15 Gleichstrom-Stellmotoren, welche die Luftklappen öffnen, schließen und je nach Bedarf in einen berechneten Winkel stellen.

Um einen gleichmäßigen Luftstrom zu erreichen, wird die Winkelstellung an den Luftklappen über die Spannung der Stellmotoren gesteuert. Die Abhängigkeit zwischen Spannung und Klappenwinkel ist in Bild 9 dargestellt.

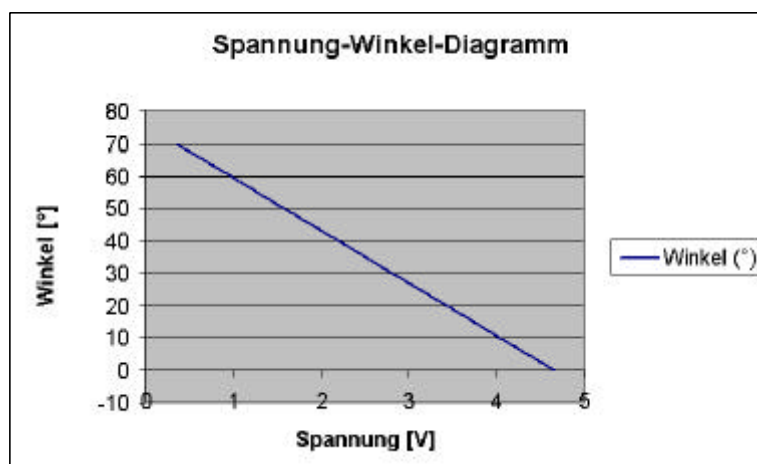


Bild 9: Spannung – Klappenwinkel - Diagramm

Bei den Mittelausströmern wird die Spannung über Drehpotis geregelt und je nach Spannungswert werden die Luftklappen eingestellt.

Bei der Klimatisierung hat der Sonnensensor einen wichtigen Stellenwert. Er erkennt die Stellung der Sonne und gibt die Daten zur Berechnung an die Klimaanlage weiter. Bei unterschiedlichen Außentemperaturen auf der rechten und linken Seite, z.B. durch einseitige Sonneneinstrahlung, regelt die Klimaanlage die Innentemperatur auf der jeweiligen Seite nach. Die Luftverteilung und die Gebläseleistung werden anhand der Eingangsgrößen Solltemperatur, Innen- und Außentemperatur und Sonnenintensität im Klimabedienteil berechnet.

Die Ausblastemperatur aus der Mitteldüse in der I-Tafel kann zusätzlich über das Setup-Menü im Klimabedienteil variiert werden. Über kalt und Warmluftklappen wird kältere oder wärmere Luft zugemischt. Somit kann nach persönlichem Komfortempfinden eine individuelle Temperatur im Kopfbereich eingestellt werden.

Damit die Klimasteuerung optimal arbeiten kann, wird ein Sensorpaket an der Frontscheibe, bestehend aus einem Feuchtigkeitssensor, einem Temperatur- und Infrarotsensor benötigt, Bild 10. Um den Scheibenbeschlag zu reduzieren, und den Klimakomfort durch eine Innenraumfeuchte-Management zu erhöhen, wurde der Feuchtigkeitssensor so angebracht, dass er direkt an der Scheibe die Feuchtigkeit messen kann.



Bild 10: Sensorpaket für Feuchte, Temperatur und Infrarotstrahlung

Der Infrarotsensor misst die Scheibentemperatur an der Windschutzscheibe. Zur Vermeidung von Scheibenbeschlag muss die Scheibentemperatur höher sein als die Taupunkttemperatur der Luft. Die Belüftung wird so eingestellt, dass sie mit niedrigem Energieverbrauch die höchste Entfeuchtung der Scheibe erreicht. Zusätzlich überwacht der Feuchtigkeitssensor im Sommerbetrieb die Luftfeuchtigkeit im Innenraum, so dass die Verdampferleistung und somit die Luftfeuchtigkeit im Fahrzeug konstant gehalten werden kann.

Partikelfilter mit Aktivkohle sorgen für eine sehr gute Luft im Innenraum, die Schadstoffe von außen filtert. Zusätzlich ist im Luftansaugbereich der Klimaanlage ein Luftgütesensor positioniert, der die Qualität der Außenluft im Hinblick auf Kohlenmonoxid und Stickstoff oder ähnliches detektiert. Bei zu stark verschmutzter Außenluft schaltet die Klimaregelung über entsprechende Stellmotoren automatisch auf Umluftbetrieb.

Die Klimaeinstellungen für den Fondbereich erfolgen über ein zusätzliches Klimabedienteil in der Mittelkonsole hinten, Bild 11.



Bild 11: Klimabedienteil im Fondbereich für die Vier-Zonen-Klimatisierung

Um beide Bereiche von einander unabhängig mit klimatisierter Luft zu versorgen, gibt es auf jeder Seite unter dem Vordersitz einen zusätzlich beheizbaren Fußraumausströmer und in den B-Säulen Ausströmerdüsen. Die Hauptversorgung des Fondbereichs erfolgt jedoch über die Ausströmerdüsen in der Mittelkonsole.

Des Weiteren wird im Fondbereich zwischen Sommer- und Winterbetrieb unterschieden. Im Sommerbetrieb erfolgt die Klimatisierung hauptsächlich über die B-Säulenausströmer und dem Fondausströmer in der Mittelkonsole. Im Winterbetrieb wird die Temperierung des Fondbereichs über die beheizbaren Fußraumausströmer (Siliziumchips) unter den vorderen Sitzen übernommen, Bild 12.

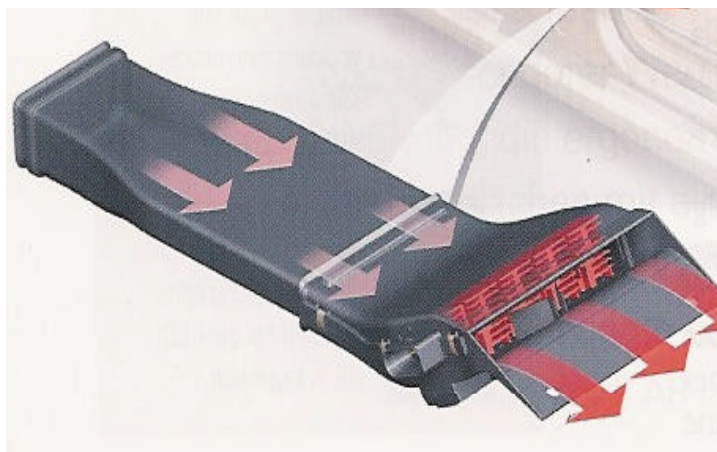


Bild 12: Fußraumausströmer mit zusätzlichen Heizelementen

3.3 Das Bedienkonzept der Klimaanlage

Um den Insassen nicht mit zu vielen Funktionen zu überfordern, wurde das Klimabedienteil nach den neuesten ergonomischen Gesichtspunkten gestaltet. Die wichtigsten Eigenschaften wie Defrostung, Heckscheibenheizung oder Umluftbetrieb

können direkt über Drucktaster betätigt werden. Die gewünschte Solltemperatur links bzw. rechts können einfach durch die Dreh-Drück-Steller am Klimabedienteil individuell für jede Zone eingestellt werden. Eine Auswahl der Einstellmöglichkeiten ist in Bild 15 dargestellt.

Weitere Funktionen wie Luftverteilung, Luftmenge, Sitzheizung oder Sitzbelüftung werden über das MMI eingestellt.



Bild 15: Klimabedienteil mit MMI-Klima-Graphik

Im Setup-Menü des Klimabedienteils können weitere Funktionen wie Economy, Auto-Umluft, temperierbare Mitteldüse, Standheizung, Synchronisation der Ausblasttemperatur oder Luftverteilung, Fondbedienung oder Solarbetrieb eingestellt werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Anhand der Beispiele MMI und Klimatisierung im neuen A8 wurde gezeigt, dass die Mechatronik im Bereich der Innenausstattung mehr und mehr an Bedeutung gewinnt. So ermöglicht ein modernes MMI-System mit beweglichem Bildschirm nicht nur ein aufgeräumtes Cockpit, sondern auch die Positionierung des Bildschirms in seine ergonomisch beste Lage. Die Position des Bildschirms trägt so zur aktiven Sicherheit bei.

Die Fortschritte der Klimatisierung im neuen A8 wurden beschrieben. Es wurde aufgezeigt, dass mit zahlreichen Sensoren und Stellmotoren, sowie einer intelligenten Steuerung neue Klimatisierungsfunktionen realisiert werden. Des Weiteren wurde mittels intelligenter Kinematiklösungen die Anzahl der Stellmotoren auf ein Minimum gehalten. Die beschriebene indirekte Belüftung sorgt für eine zugfreie Klimatisierung. Die neue Feuchtesensorik reduziert Scheibenbeschlag und regelt die Innenraumfeuchte. Mit der Vier-Zonen-Klimaanlage können Luftverteilung und Ausblasttemperaturen an jedem Sitzplatz individuell eingestellt werden. Bei gleichzeitiger Gewichtsreduktion wurde der Wirkungsgrad der Klimaanlage verbessert.