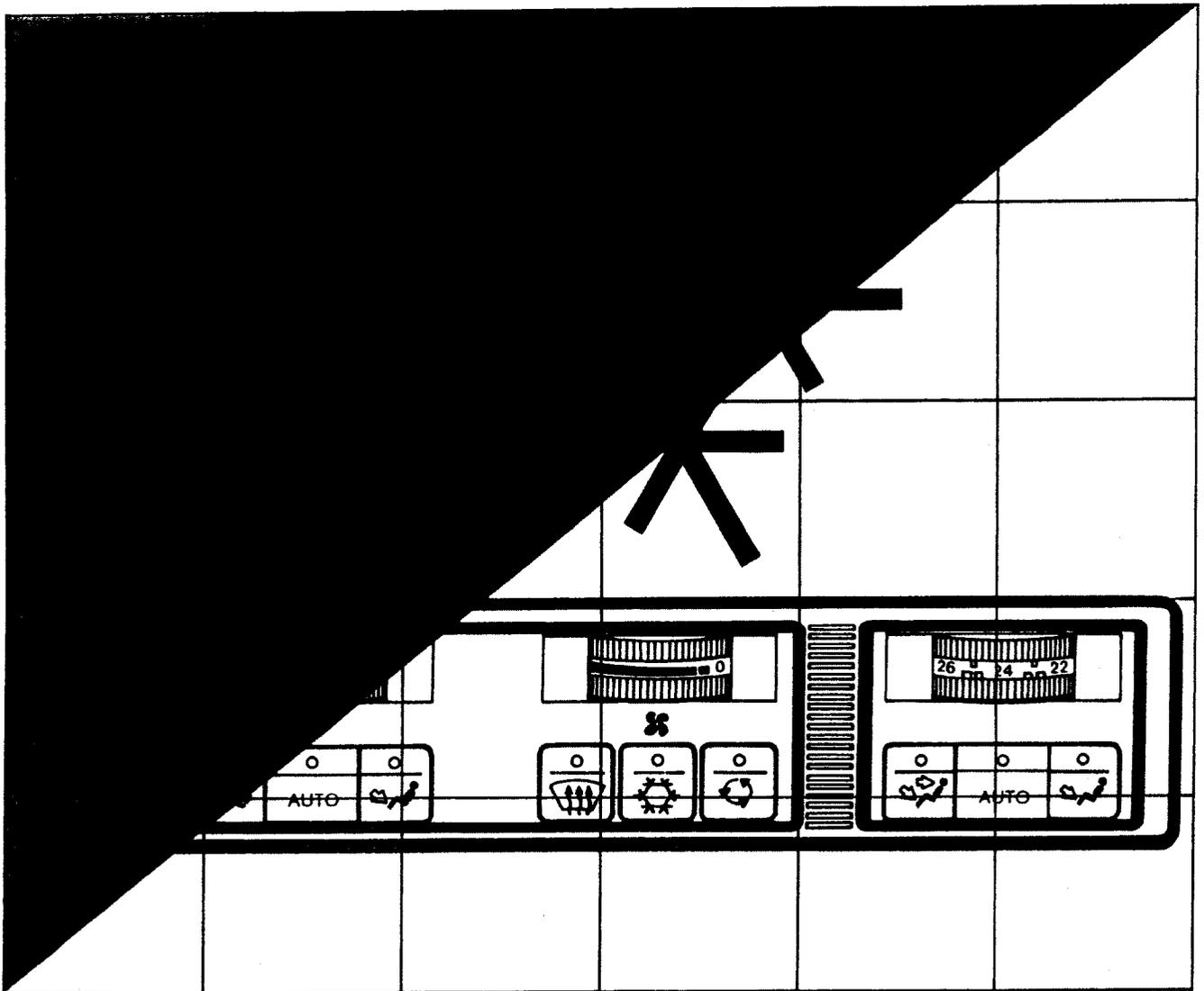
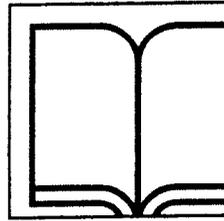


**Klima-  
automatik  
IHKA  
(Integrierte  
Heizungs-  
und Klima-  
automatik)**

**Seminar-  
Arbeits-  
material**



**BMW AG**  
Kundendienst-  
Schule

# Hinweis

Die in der Lehrgangsbroschüre enthaltenen Informationen sind ausschließlich für den Teilnehmer dieses Lehrgangs der BMW Kundendienst-Schule bestimmt.

Stand der Information März 1986.

Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweiligen aktuellen Informationen des „Technischen Kundendienstes“ zu entnehmen.

# Inhalt

<b>Thema</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung</b>	3
<b>2. Aufbau Klimaautomatik</b> Beschreibung, Schnittbilder	4-8
2.1 Einbauort Systemkomponenten	9
<b>3. Funktionsübersicht</b>	10-11
3.1 Funktionsübersicht Gesamtgerät	12
<b>4. Eingänge in das Steuergerät</b>	13
4.1 Bedieneinheit	13
4.2 Temperaturwähleräder, Luftmengenwählerad	14
4.3 Innenraumtemperaturfühler	15
4.4 Wärmetauscherfühler	16
4.5 Außentemperaturfühler	17
4.6 Verdampferfühler	18
4.7 Temperaturschichtungssteller	19
4.8 Drucktasten	20-22
<b>5. Ausgänge aus dem Steuergerät</b>	23
5.1 Luftaustrittsklappensteuerung	23
5.2 Programmablauf (Funktionsplan)	24-25
5.3 Bilder Luftverteilung	26-30
5.4 Funktionsbeschreibung Schrittmotoren	30-31
5.5 Luftmengensteuerung	32-34
5.6 Heckscheibenheizungssteuerung	35
5.7 Frontscheibenheizungssteuerung	35
5.8 Zusatzwasserpumpensteuerung	36
5.9 Wasserventile	37-38
5.10 Standheizung/Standlüftung	39-40
5.11 Kaltstartverriegelung	40
5.12 Defrost-, Eichlauf	41
<b>6. Signalverarbeitung</b>	42
6.1 Funktionsbeschreibung Temperaturregelung (Regelkreis)	42-43
6.2 Funktionsbeschreibung Steuergerät	44-47
<b>7. Ersatzwertbereitstellung (Notlauffunktion)</b>	48
<b>8. Diagnose</b>	49-51
<b>9. Ergänzungen zum Kältemittelkreislauf</b>	52

# 1. Einleitung

In den neuen 7er-Modellen ist eine wasserseitig regulierbare Heiz- und Klimaautomatik verbaut.

Die Innenraumtemperatur wird automatisch mittels 2 elektrisch getakteten Wasserventilen über die Temperatur-Sollwertsteller, Innenraumtemperaturfühler, Wärmetauscherfühler, Außentemperaturfühler und Verdampferfühler zur Kompressorsteuerung von einer Steuer- und Regeleinheit geregelt.

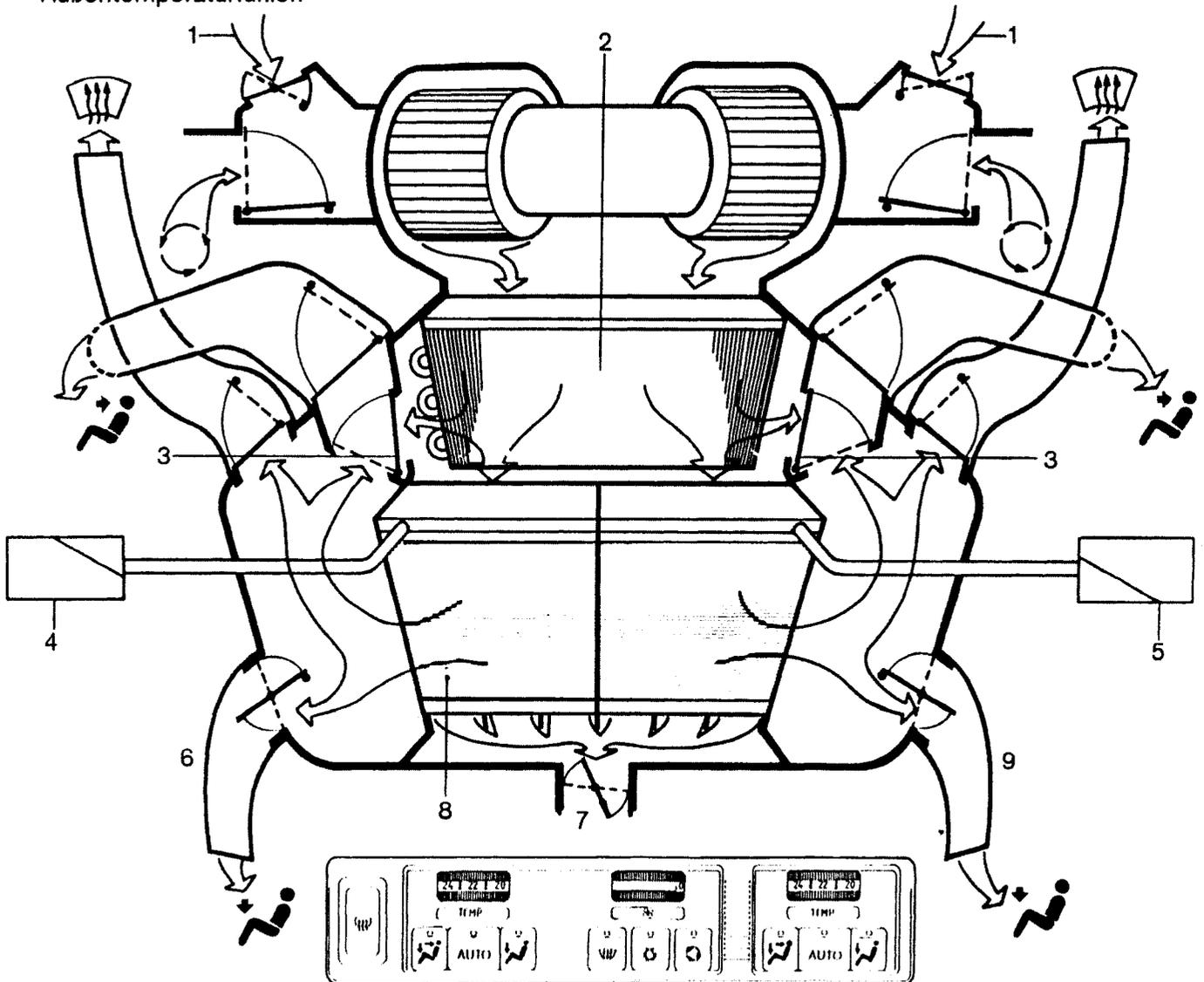
Die Temperatur und die Luftverteilung ist links und rechts für Fahrer und Beifahrer getrennt einstellbar. Die Luftverteilungsklappen werden durch Drucktasten entsprechend dem Funktionsplan über Schrittmotoren eingestellt. Das Gebläse ist stufenlos regelbar.

Zur Verhinderung von Beschlag bzw. Vereisung der Front- und Heckscheibe werden diese elektrisch beheizt. Die Steuerung übernimmt ein Mikrocomputer im Steuergerät der Klimaautomatik.

Damit ist dieses Gerät weltweit die erste Klimaautomatik, bei der eine links zu rechts getrennte Temperaturregelung und rechts/links getrennte Luftverteilung möglich ist.

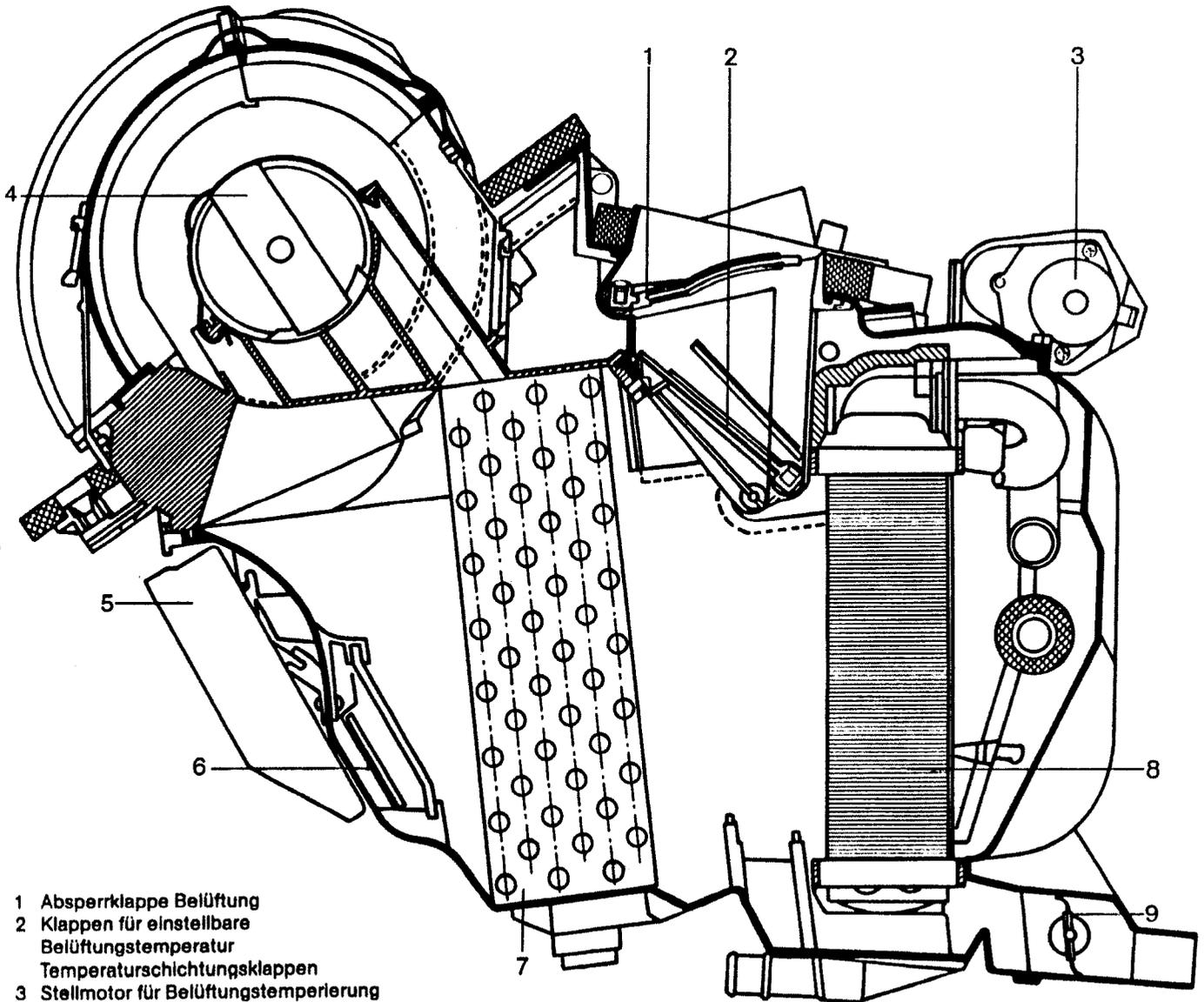
## 2. Aufbau der Klimaautomatik IHKA

- In 2 Hälften getrennter Wärmetauscher (links/rechts).
- 2 Wasserventile (Taktventile), 2 Temperaturwähler (Temperaturregelung für die linke und rechte Seite getrennt).
- Innenraumtemperaturfühler mit elektrischem Fühlergebläse.
- 2 Wärmetauscherfühler links/rechts (Einbauort: siehe Schnittbilder).
- Außentemperaturfühler.
- Verdampfer im Gehäuse integriert (mit angebaurem Expansionsventil).
- Verdampfer-temperaturfühler (Einbau linke Seite, siehe Schnittbild).
- Zusatzwasserpumpe.
- Elektronische Gebläseendstufe mit Relaisüberbrückung in Max.-Stellung.
- Steuergerät (angebaut am Heizungsgehäuse, ausbaubar nach rechts).
- 10 Schrittmotoren für die Betätigung verschiedener Luftaustrittsklappen (Luftaustrittsklappenbetätigung für Fahrer und Beifahrer getrennt).
- Gebläse.
- 1 Temperaturschichtungsstelle im Belüftungsgrill Mitte.



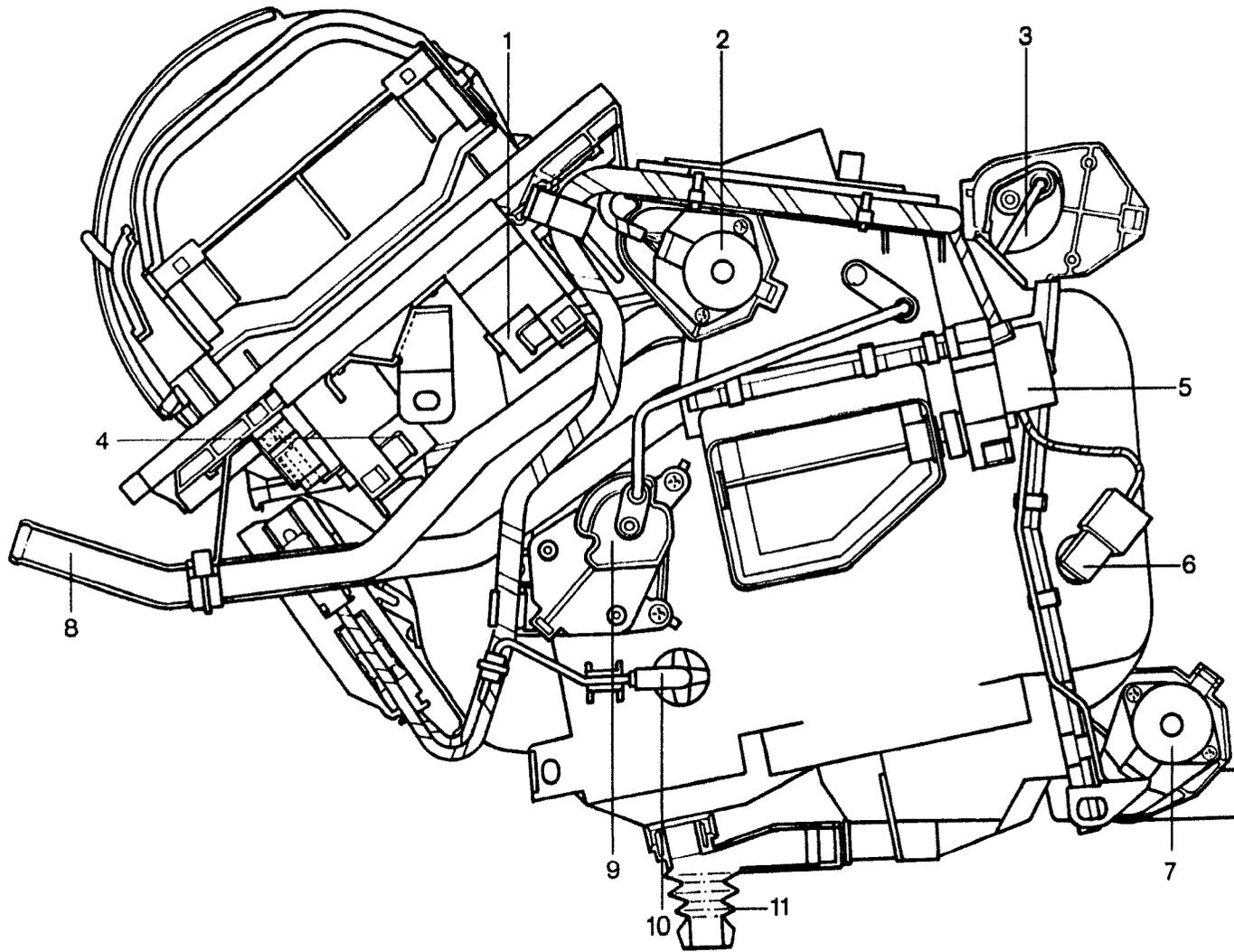
- |                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1 Frischluft                       | 6 Fahrerseite Fußraum        |
| 2 Verdampfer                       | 7 Fondraum Belüftung         |
| 3 Temperaturschichtungs-<br>klappe | 8 Heizkörper (Wärmetauscher) |
| 4 Wasserventil links               | 9 Beifahrerseite Fußraum     |
| 5 Wasserventil rechts              |                              |

**Integriertes Heiz-Klimagerät  
mit Temperaturregelung  
und automatischem Klappen-  
programm (IHKA)**



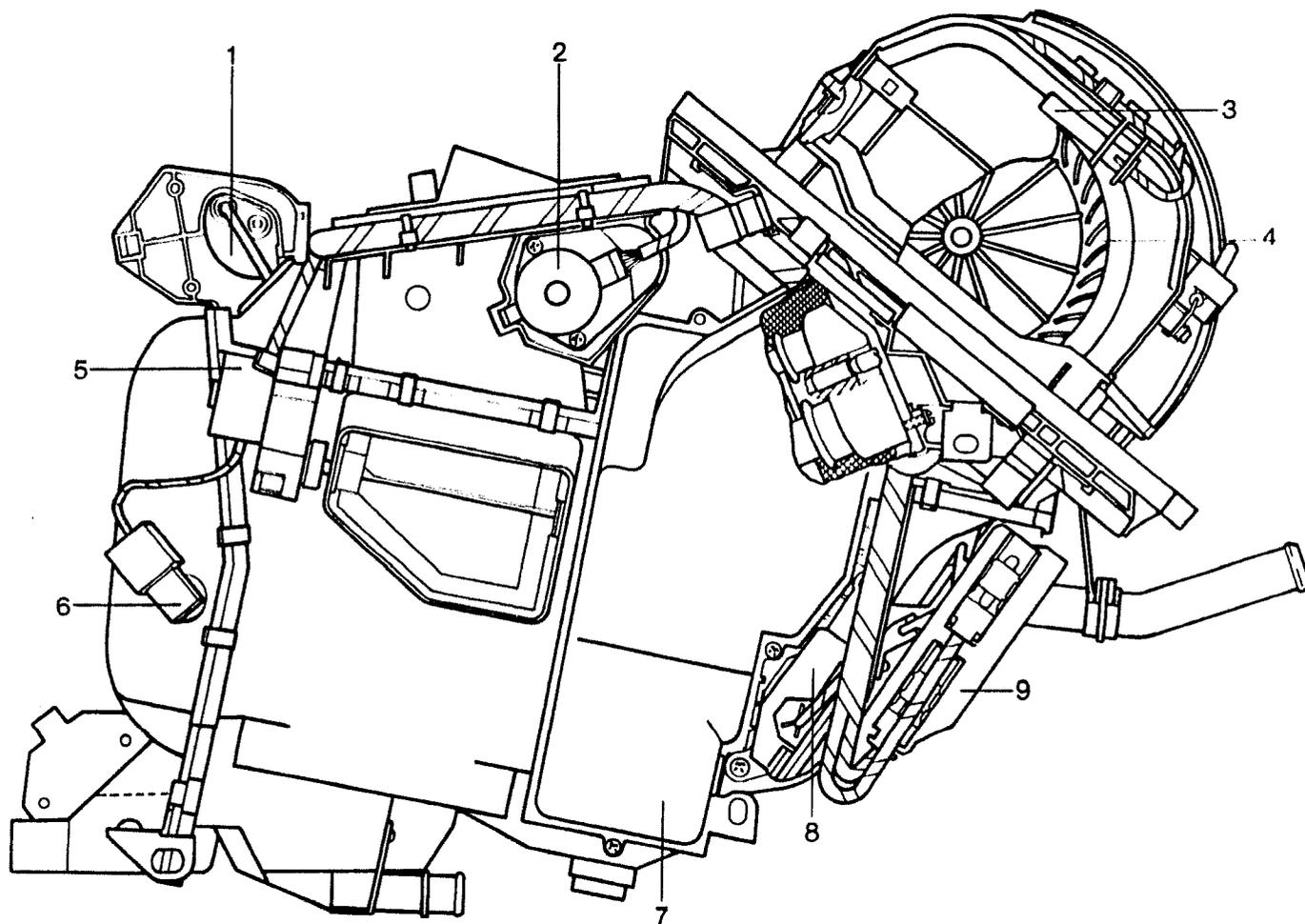
- 1 Absperrklappe Belüftung
- 2 Klappen für einstellbare  
Belüftungstemperatur  
Temperaturschichtungsklappen
- 3 Stellmotor für Belüftungstemperierung
- 4 Gebläse
- 5 Steuerelektronik
- 6 Endstufe
- 7 Verdampfer
- 8 Heizkörper (Wärmetauscher)
- 9 Absperrbare Fondbelüftung

**Heiz-Klimagerät IHKA  
(Seltenansicht links)**



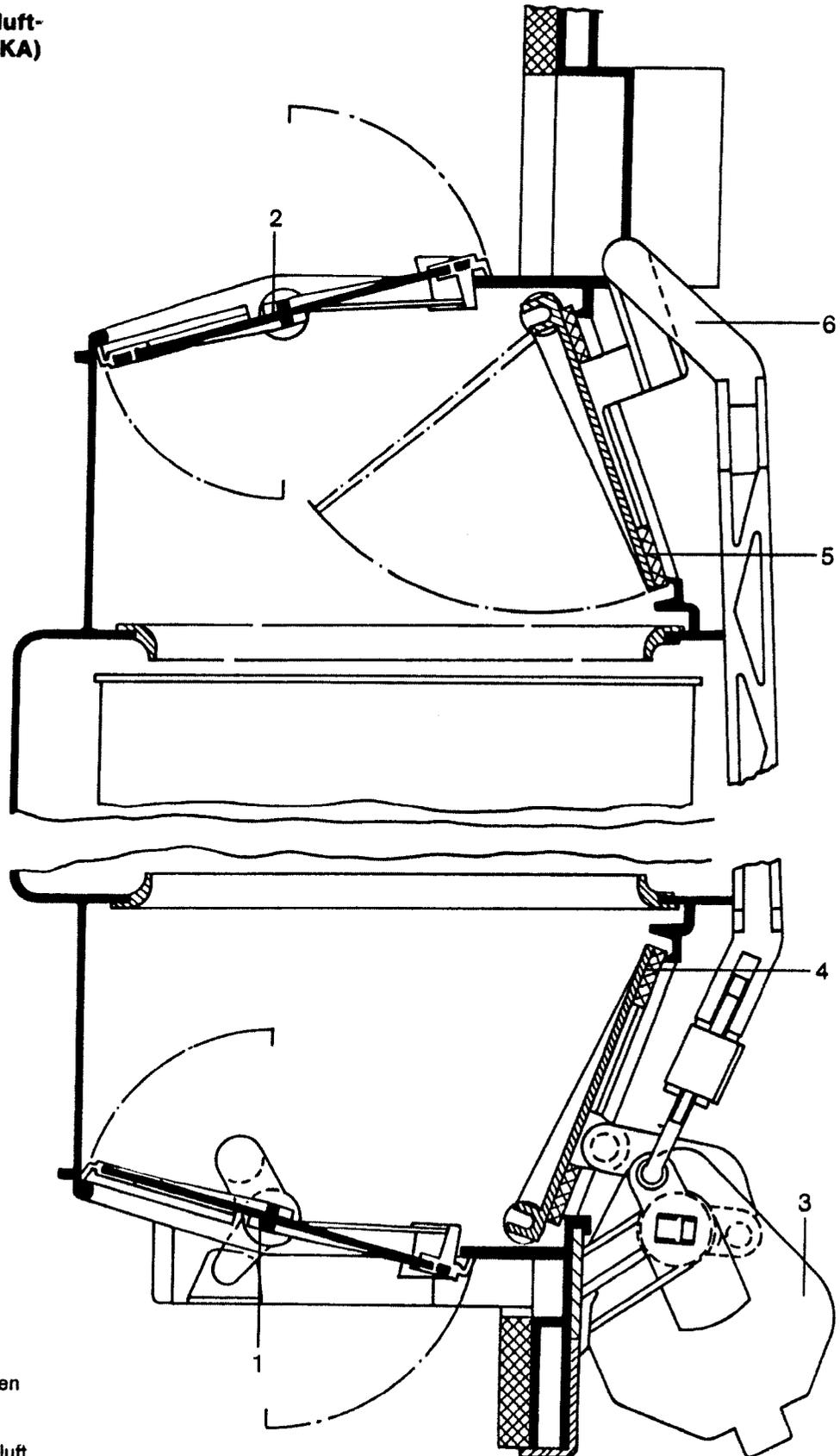
- 1 Stellmotor Umluft
- 2 Stellmotor Belüftung links
- 3 Stellmotor Belüftungstemperierung links
- 4 Stellmotor Frischluft
- 5 Stellmotor Fuß- und Fondraum links
- 6 Temperaturfühler Heizkörper links
- 7 Stellmotor Fondbelüftung
- 8 Fahrrichtung links = linker Wasservorlauf  $\varnothing$  15 mm  
Mitte = rechter Wasservorlauf  $\varnothing$  15 mm  
Fahrrichtung rechts = Wasserrücklauf  $\varnothing$  18 mm
- 9 Stellmotor Entfrostsung
- 10 Verdampfer-Temperaturfühler
- 11 Kondenswasserablauf

**Heiz-Klimagerät IHKA  
(Seitenansicht rechts)**



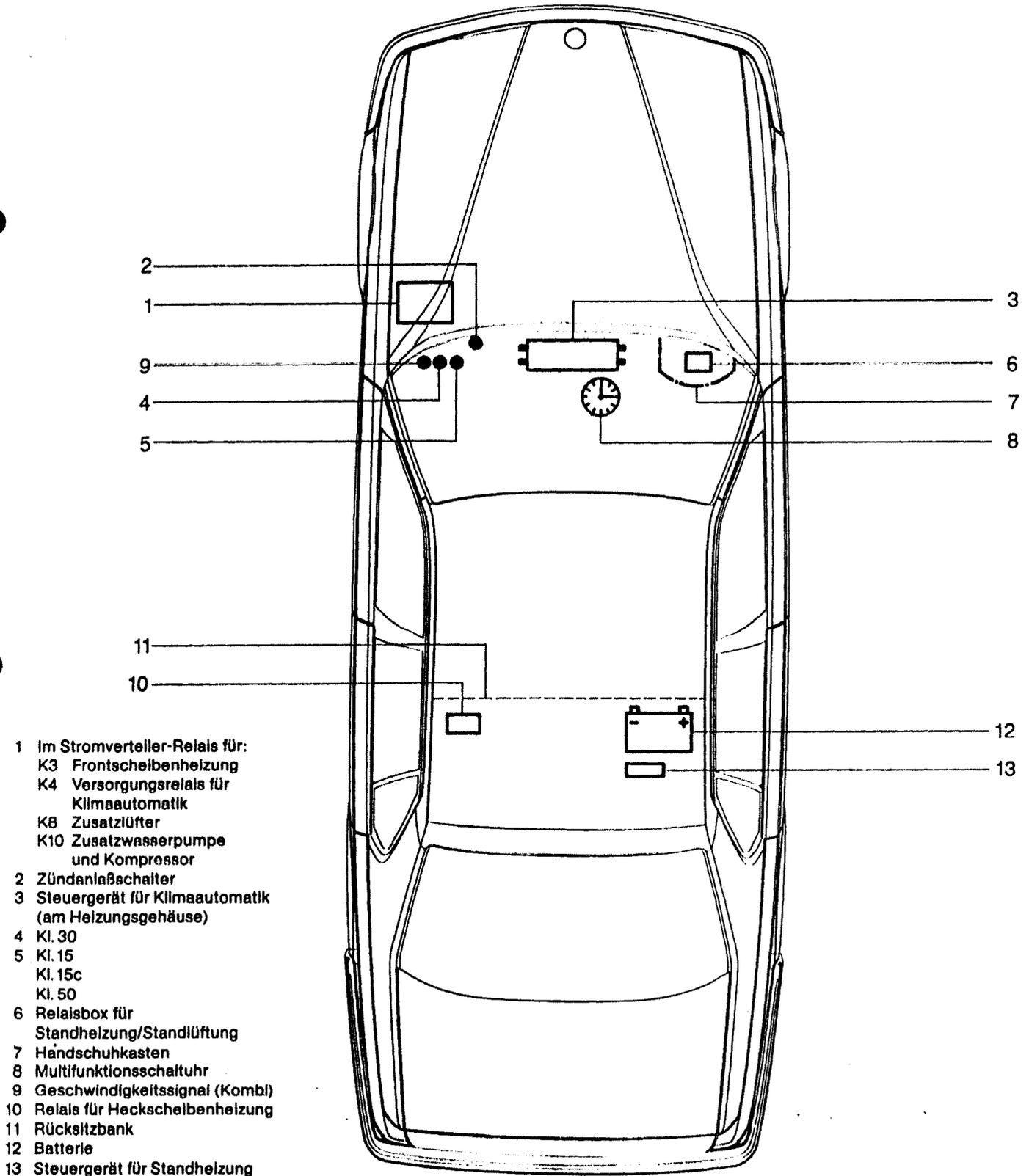
- 1 Stellmotor Belüftungstempriorung rechts
- 2 Stellmotor Belüftung rechts
- 3 Temperaturfühler außen
- 4 Gebläse
- 5 Stellmotor Fuß- und Fondraum rechts
- 6 Temperaturfühler Heizkörper rechts
- 7 Deckel Verdampfer
- 8 Endstufe
- 9 Steuerelektronik

**Anordnung Frischluft-  
Umluftklappen (IHKA)**



- 1 Frischluftklappe links
- 2 Frischluftklappe rechts
- 3 Stellmotor Umluftklappen
- 4 Umluftklappe links
- 5 Umluftklappe rechts
- 6 Verbindungsstange Umluft

## 2.1 Einbauort Systemkomponenten



- 1 Im Stromverteiler-Relais für:  
 K3 Frontscheibenheizung  
 K4 Versorgungsrelais für  
 Klimaautomatik  
 K8 Zusatzlüfter  
 K10 Zusatzwasserpumpe  
 und Kompressor
- 2 Zündanlaßschalter
- 3 Steuergerät für Klimaautomatik  
 (am Heizungsgehäuse)
- 4 Kl. 30
- 5 Kl. 15  
 Kl. 15c  
 Kl. 50
- 6 Relaisbox für  
 Standheizung/Standlüftung
- 7 Handschuhkasten
- 8 Multifunktionsschaltuhr
- 9 Geschwindigkeitssignal (Kombi)
- 10 Relais für Heckscheibenheizung
- 11 Rücksitzbank
- 12 Batterie
- 13 Steuergerät für Standheizung

### 3. Funktionsübersicht

Das System arbeitet mit 5 Fühlern für Außentemperatur, Innenraumtemperatur, Wärmeaustauschertemperatur links und rechts, Verdampfertemperatur, den beiden Temperatur-Sollwertstellern links und rechts und einem elektronischen Steuergerät, welches die Fühlersignale verarbeitet.

Den Kern des Steuerungssystems bildet der Regelkreis für die Innenraumtemperatur. Der Hauptregler hat proportionales Verhalten (P-Regler) und steuert ausgangsseitig über zwei Hilfsregelkreise mittels 2 Wärmetauscherfühlern, 2 Wasserventile und damit den Wasserdurchfluß durch die links-rechts getrennten Wärmetauscher. Die Hilfsregelkreise regeln die Störgrößen im Heizgerät wie veränderte Luftmenge, Wasserdurchfluß und unterschiedliche Wasser- und Lufttemperaturen aus. Damit wird bei unveränderter Einstellung die Wärmetauschertemperatur konstant gehalten. Zur Aufrechterhaltung eines minimalen Druckniveaus vor den Wasserventilen wird serienmäßig eine Zusatzwasserpumpe eingesetzt. Diese Pumpe wird nur im Heizbetrieb zugeschaltet. Eine elektronische Steuer- und Regeleinheit erfaßt die Signale der beiden Temperatur-Sollwertsteller, des Innenraumtemperaturfühlers, des Außenfühlers und des Bedienungsschalters und ein Mikrocomputer errechnet aus jeder Kombination der Signale eine entsprechende Stellgröße  $Y_{ll}$  und  $Y_{re}$ . Diese Stellgrößen dienen erstens als Maß für die Wärmetauschertemperatur und damit Heizleistung (Taktung der elektromagnetischen Wasserventile), zweitens zur Steuerung der Luftverteilungsklappen und drittens zur Beeinflussung der Gebläsedrehzahl.

In Verbindung mit dem Luftmengenwähler wird stufenlos die Gebläseleistung geregelt. Die Gebläsespannung wird automatisch so gesteuert, daß bei gewünschter hoher Heiz- bzw. Kühlleistung, abhängig von der Stellgröße  $Y_{ll}$ , die Luftmenge angehoben wird und sich ein wannenförmiger Verlauf ergibt. Der Mikrocomputer gibt Steuerbefehle an die Schrittmotoren, Wasserventile, Gebläse und Kompressor und reagiert somit nahezu verzögerungsfrei auf Programmänderungen und Umwelteinflüsse. Gleichzeitig überprüft er wesentliche Komponenten der Elektronik. Es können Fehler mittels Diagnosetester ausgelesen werden und es wird damit die Funktionstüchtigkeit (Reservelauf) und Servicefreundlichkeit des Gesamtgeräts verbessert.

Dazu verarbeitet das Steuergerät das Signal vom E-Tacho für die Fahrgeschwindigkeit zur Steuerung der Frischluftklappen und Gebläse. Außerdem werden vom Bordcomputer oder einer Schaltuhr Steuersignale für die Standheizung/Lüftung verarbeitet. Ausgangsseitig steuert die Steuer- und Regeleinheit die Luftverteilungsklappen, das rechte und linke Wasserventil, das Gebläse, die Zusatzwasserpumpe, die Magnetskupplung der Klimaanlage sowie die Heckscheiben- und Frontscheibenheizung. Weiterhin wird durch eine Kaltstartverriegelung im Heizbetrieb Zugbelastung im Fahrgastraum bei kaltem Motor vermieden. Vorhanden ist ebenfalls ein Anschluß für die Motordrehzahlanhebung.

Zur Anhebung der Motor-Leerlaufdrehzahl bei Betriebszuständen mit Kompressorbetrieb wird bei Programm „KLIMA, DEF und UMLUFT“ ein statisches Signal an die Motronic ausgegeben; damit wird über die Leerlaufregelung die Motordrehzahl konstant gehalten. Das Signal wird von der Zusatzlüfteransteuerung abgenommen.

**Die Steuer- und Regeleinheit führt folgende Funktionen aus:**

Steuerung der Frischluftklappen, Umluftklappen, Fußraum-, Fondraumheizungs-, Fondraumbelüftungsklappe, Belüftungsklappe, Entfrosterklappen und Temperaturschichtungsklappen für Fahrer und Beifahrer getrennt.

Luftmengensteuerung (Frischluftklappe und Gebläse). Abhängig von: Luftmengenwählrad, Stellgröße  $Y_{links}$ , und E-Tachometer (Geschwindigkeit).

Innenraumtemperaturregelung (Wasserventil links und rechts).

Zusatzwasserpumpenansteuerung.

Kaltstartverriegelung.

Front- und Heckscheibenheizungssteuerung.

Magnetkupplung für Kompressor.

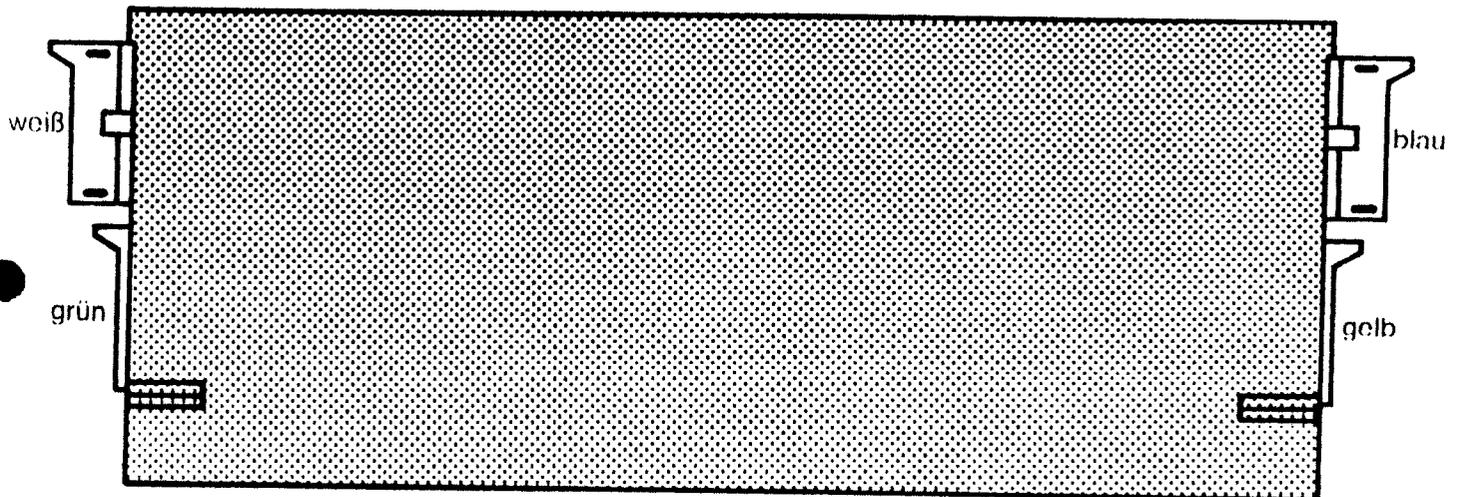
Zusatzlüfteransteuerung.

Dazu verarbeitet sie Signale von den verschiedenen Temperaturfühlern, Sollwertstellern, Luftverteilungs- und Programmtasten.

Außerdem werden vom Bordcomputer oder einer Schaltuhr Steuersignale für die Standheizung oder Standlüftung verarbeitet.

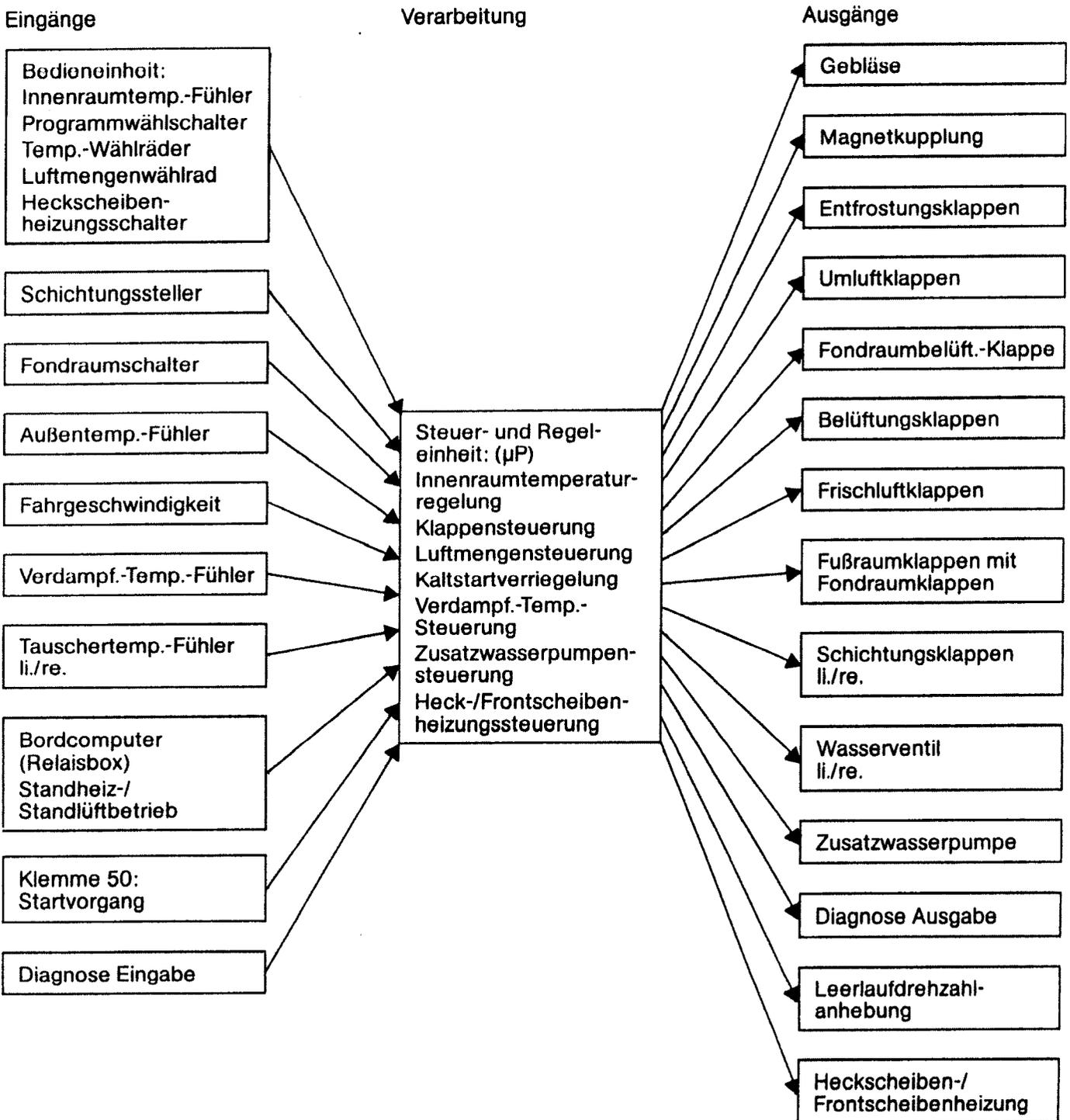
Zur leichten und vollständigen Überprüfung im Servicefall wird eine Diagnoseschnittstelle bedient.

**Steuergerät mit 4 26poligen Steckern (in Fahrtrichtung gesehen).**



### 3.1 Funktionsübersicht Gesamtgerät

#### Elektronische Klimaregelung IHKA



# 4. Eingänge in das Steuergerät

## 4.1 Bedieneinheit

(Ausbau: Heckscheibenheizungsschalterabdeckung ausbauen – Clip entriegeln.)  
 (Einbau: Rastet mit Clip links ein.)

### Aufbau:

2 Temperaturwählräder links und rechts mit Skala 16 bis 28 (linkes Wählrad 28 beide Wasserventile auf über Endlagenschalter im Bedienteil).

1 Wählrad für Luftmenge (Potentiometer mit Max.-Schalter).  
 3 übergeordnete Drucktasten in der Mitte für Defrost, Kompressor, Umluft.

3 Drucktasten links für den Fahrer mit den Programmen „max. Auf“, „Automatik“ und „Unten“.

3 Drucktasten rechts für den Beifahrer mit den gleichen Programmen.

1 Heckscheibenheizungsschalter.  
 1 Temperaturfühler Innenraum mit hinten angeordnetem Fühlergebläse.

3 rückseitig angebrachte Kabelstecker (3polig 2x und 26polig 1x).

### Zusätzliche Bedienelemente:

1 Schichtungssteller im Mittelgrill.  
 1 Fondraumbelüftungsschalter im Fondraum.

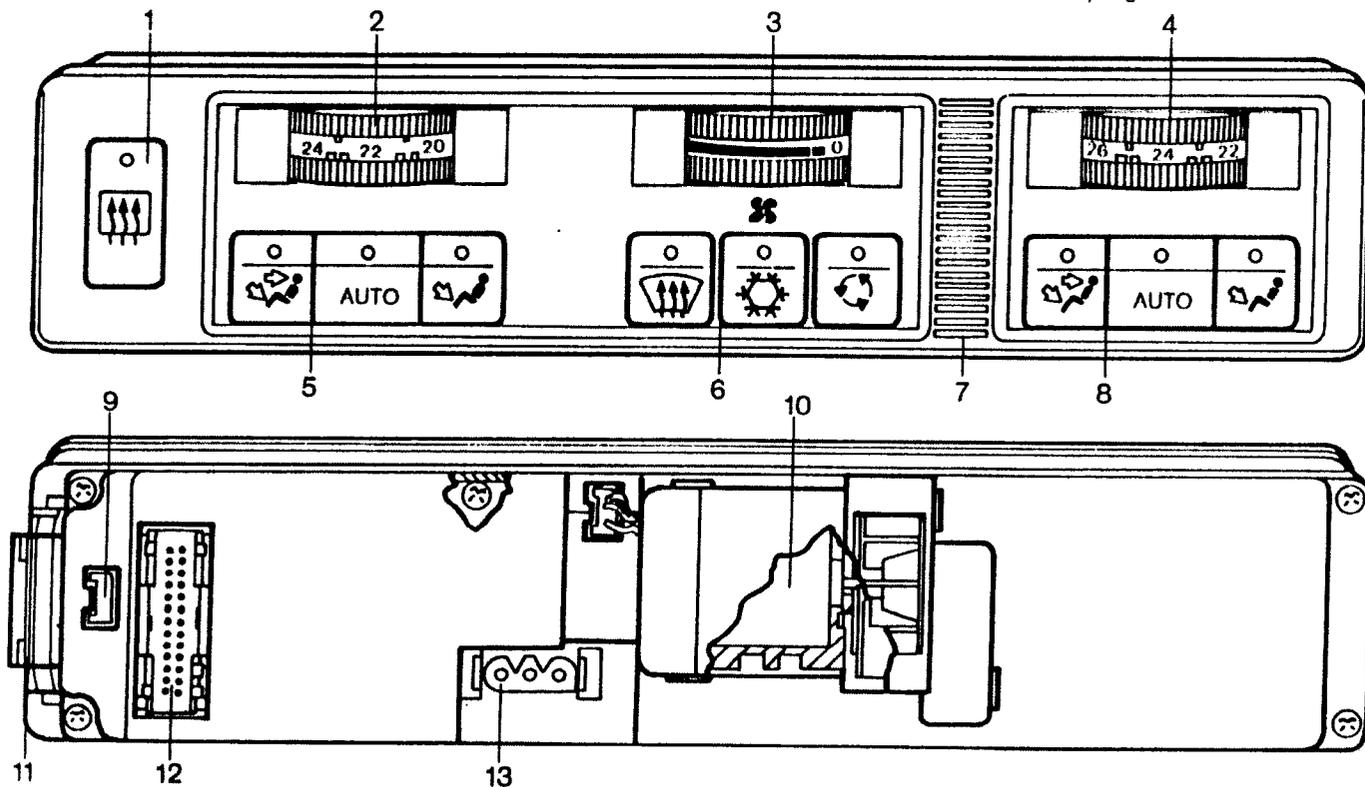
Mit Einschalten des Standlichts sind die Symbole und Beschriftungen beleuchtet. Die Helligkeit ist mit dem Lichtschalterpotentiometer stufenlos einstellbar (Anschlüsse Kl. 31 und 58 g). Zusätzlich wird die Funktion der betätigten Drucktaste angezeigt. Die Funktionsanzeige ist für Tag-/Nacht-Betrieb in 2 Stufen schaltbar (Fahrlichtschalter). In Stellung Luftmenge 0 ist die Funktionsbeleuchtung ausgeschaltet. Bei gedrückter Defrosttaste wird die Funktionsbeleuchtung der übrigen Tasten abgeschaltet.

### Bedienteil der Klimaautomatik IHKA

- 1 Heckscheibenheizungsschalter
- 2 Temperatur links
- 3 Gebläsewählrad
- 4 Temperatur rechts
- 5 Luftverteilung links

- 6 Programmtasten  
 Defrost  
 Kompressor  
 Umluft
- 7 Temperatur-Fühlerblende
- 8 Luftverteilung rechts
- 9 Stecker 3polig  
 Standheizung

- Standlüftung  
 (BC, Multifunktionsschaltuhr)
- 10 Integr. Fühlergebläse
- 11 Befestigungsclip
- 12 Stecker 26polig  
 Steuerleitungen
- 13 Stromversorgung  
 Stecker 3polig



#### 4.2 Temperaturwählräder (links, rechts)

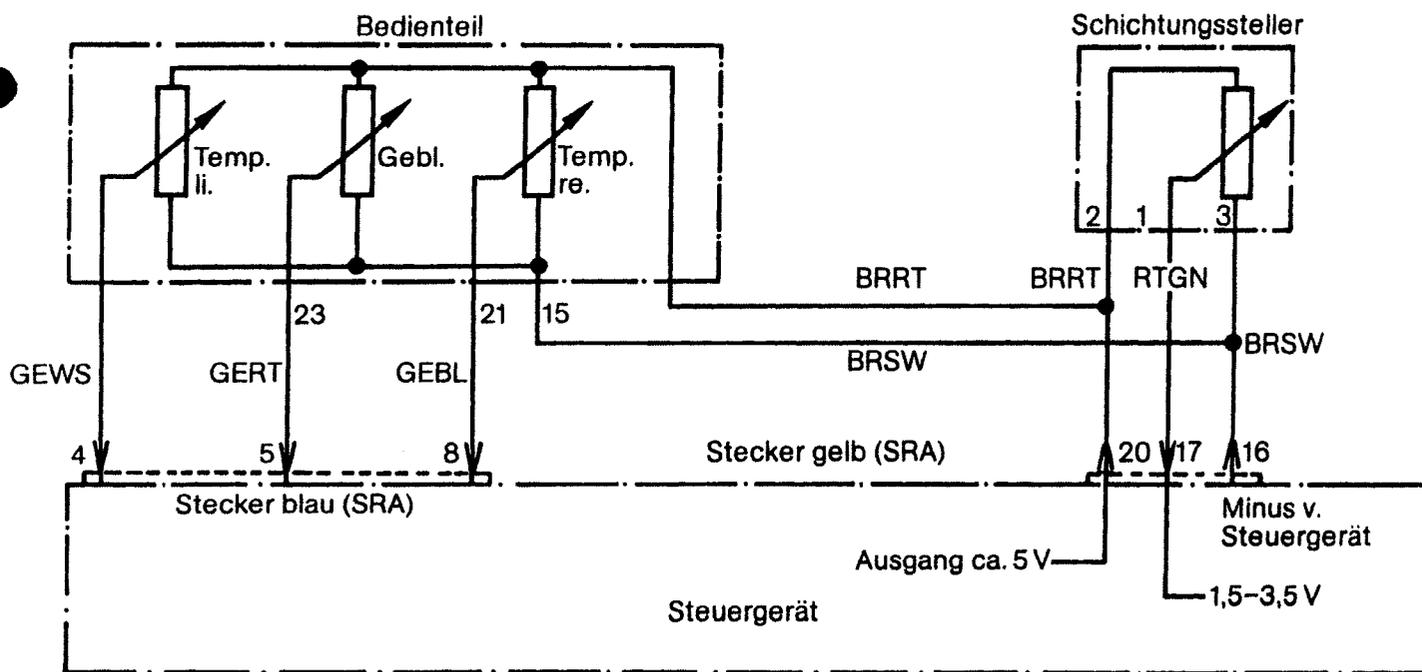
Zum Einstellen der linken/rechten Innenraumtemperatur (Sollwert) ist im Wählrad ein Drehpotentiometer integriert. In den Endlagen „Max.“ und „Min.“ des linken Wählrades ist die Regelung der beiden Seiten unterbrochen und die Wasserventile sind zwangsweise, d. h. unabhängig von den Umweltbedingungen offen oder geschlossen, wobei das linke Wählrad das rechte überspielen kann (Ausnahme bei Standheizbetrieb).

Zur Ermöglichung von Reserve- laufeigenschaften werden die Wasserventile in der Stellung „Max warm“ des linken Wählrades zusätzlich durch einen Schalter im Bedienteil elektrisch unterbrochen (Wasserventile zwangsweise offen).

#### Luftmengenwählrad

Als elektrisches Stellglied für die Luftmenge dient ebenfalls ein Drehpotentiometer. In Stellung 0 ist die Anlage ausgeschaltet (sowie die gesamte Funktionsbeleuchtung) mit Ausnahme des Defrost-Programms, d. h. Gebläse aus, alle Klappen in „Zu-Position“. In der ersten Raste des Gebläserades läuft das Gebläse konstant mit ca. 4,5 V Spannung. In Stellung „Max“ wird über einen Endlagen- schalter ein Relais, das in der Gebläseendstufe integriert ist, angesteuert und damit die Gebläseendstufe überbrückt (Bordnetzspannung am Gebläse). Im dazwischenliegenden Keil- bereich (am Wählrad) erfolgt eine stufenlose Gebläsedrehzahl- regelung.

Schaltbild der Temperatur- wählräder, Gebläserad und Schichtungssteller



SRA = Schaltplanbezeichnung (Steuergerät Anschluß rechts blau).

### 4.3 Innenraumtemperaturfühler

Der Fühler ist im Bedienteil der Klimaautomatik angeordnet.

Um die tatsächliche Innenraumtemperatur zu messen, muß der Fühler belüftet sein.

Die Belüftung erfolgt durch ein Radialgebläse, eingebaut im Bedienteil hinten mit einem Luftdurchsatz von 7 l/min (Widerstand des Gebläses ca. 60 Ω).

Der Innenraumtemperaturfühler übermittelt dem Steuergerät immer die aktuelle Innenraumtemperatur. Er ist somit ein wichtiger Parameter für die Temperaturregelung, da die Stellgröße Y (Heizleistung) aus dem Sollwertstellersignal und dem Innenfühlersignal gebildet und durch Aufschaltung des Außenfühlersignals korrigiert wird.

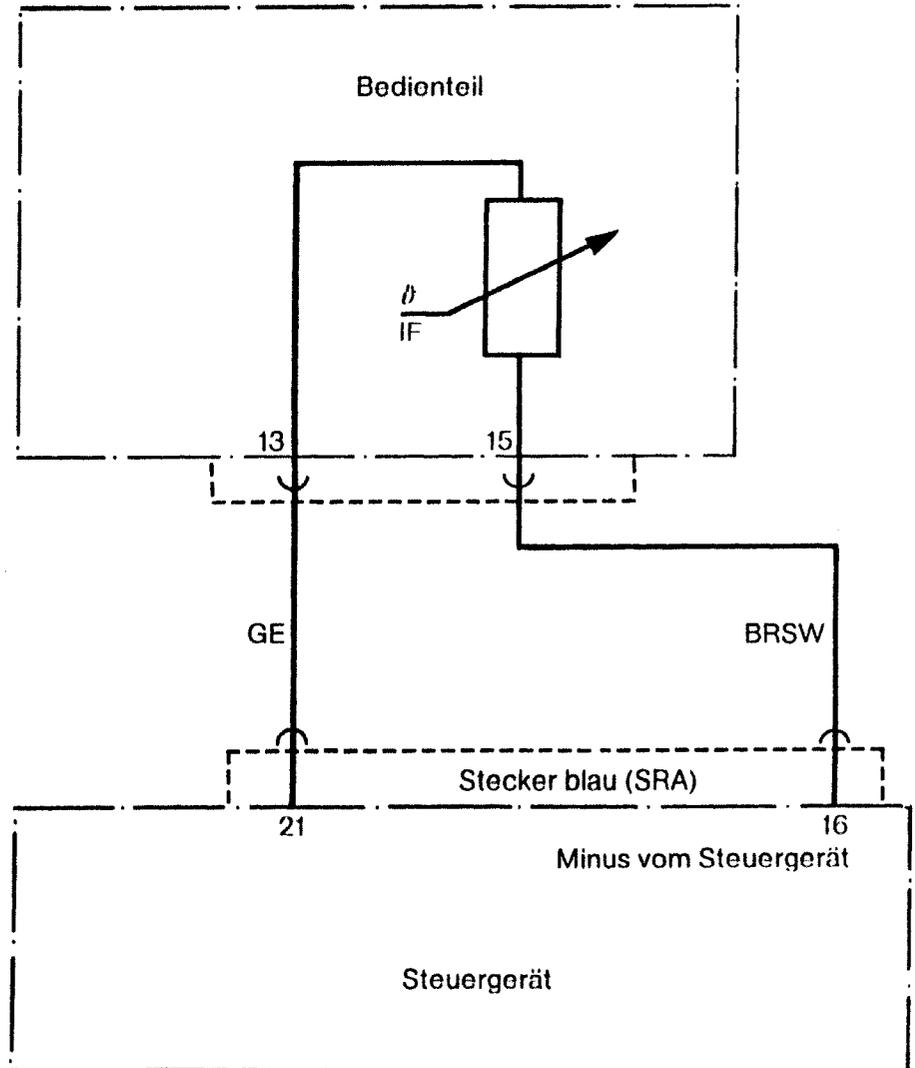
Der Fühler ist ein NTC-Widerstand.

#### Innenraumfühlerwerte:

Toleranz ± 5%

T (Temp. °C)	R <sub>min</sub>	R <sub>nom</sub>	R <sub>max</sub> kΩ
-30	141,61	177,01	212,41
-20	81,19	98,28	115,42
-10	48,04	56,34	64,65
0	29,27	33,26	37,25
10	18,55	20,23	21,82
20	11,85	12,58	13,28
25	9,50	10,00	10,50
30	7,62	7,98	8,37
40	4,93	5,17	5,44
50	3,21	3,41	3,64
60	2,10	2,29	2,50
70	1,38	1,56	1,75
80	0,91	1,08	1,25

Schaltbild Innenraumfühler



SRA = Schaltplanbezeichnung  
(Steuergerät Anschluß rechts blau)

#### 4.4 Wärmetauscherfühler

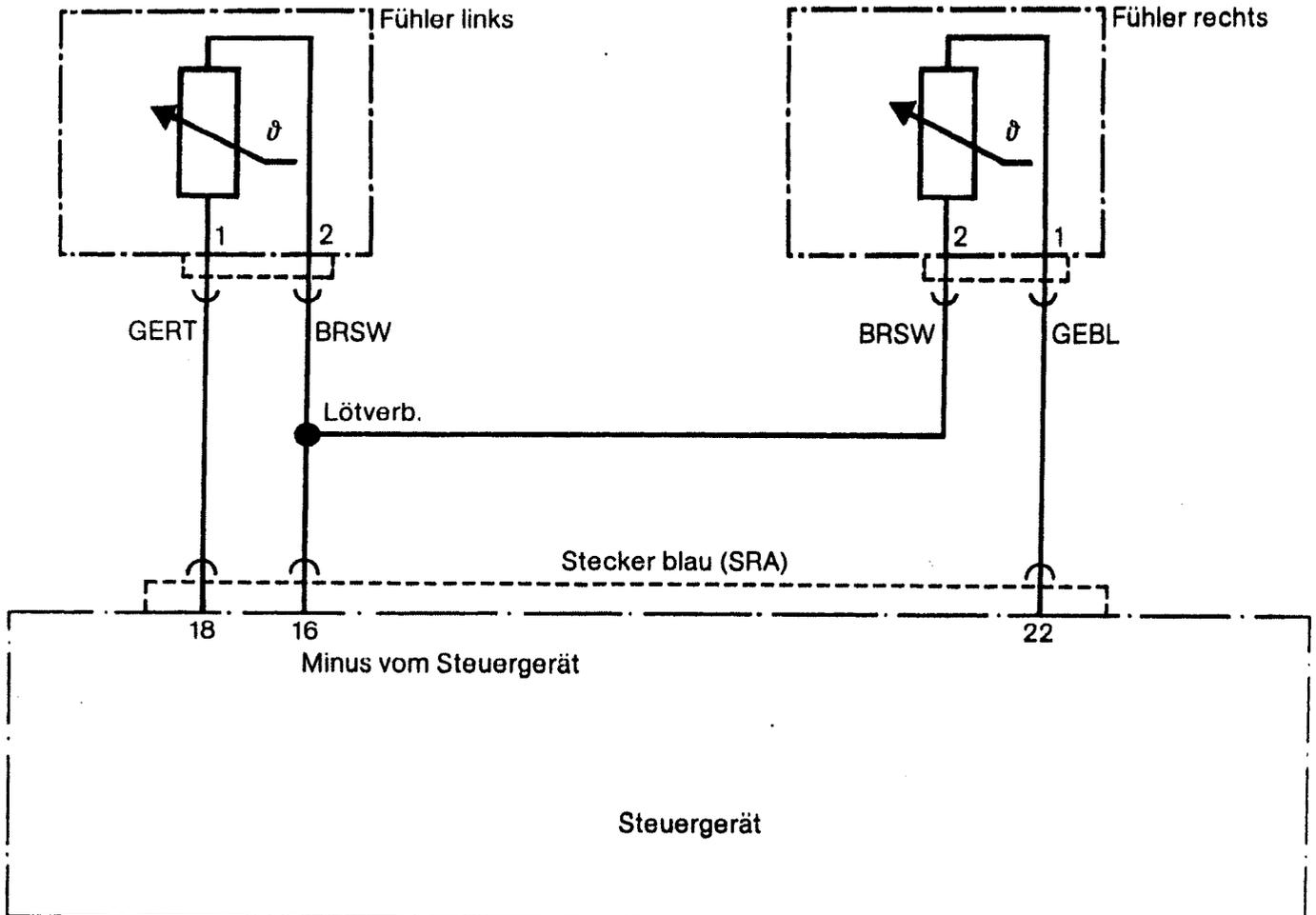
Zur Erfassung der rechts- und linksseitigen Wärmetauscher-temperatur und damit zur Steuerung der beiden Hilfsregelkreise für die Temperaturregelung (siehe Funktionsbeschreibung Temperaturregelung 6.1) sind 2 NTC-Sensoren hinter dem Wärmetauscher angeordnet (Einbau siehe Schnittzeichnung Heiz-/Klimagerät).

Über die beiden Wärmetauscherfühler werden veränderte Wasser- und Lufttemperaturen ausgeregelt.

#### Wärmetauscherfühlerwerte: Toleranz: $\pm 5\%$

T (Temp. °C)	R <sub>min</sub>	R <sub>nom</sub>	R <sub>max</sub> kΩ
0	28,895	32,650	36,404
10	19,900	19,900	22,049
20	11,132	12,480	13,827
25	9,000	10,000	11,000
30	7,219	8,057	8,894
40	4,741	5,327	5,912
50	3,188	3,603	4,017
60	2,189	2,488	2,786
70	1,533	1,752	1,971
80	1,091	1,255	1,418

#### Schaltbild der Wärmetauscherfühler



SRA = Schaltplanbezeichnung  
(Steuergerät Anschluß rechts blau)

#### 4.5 Außentemperaturfühler

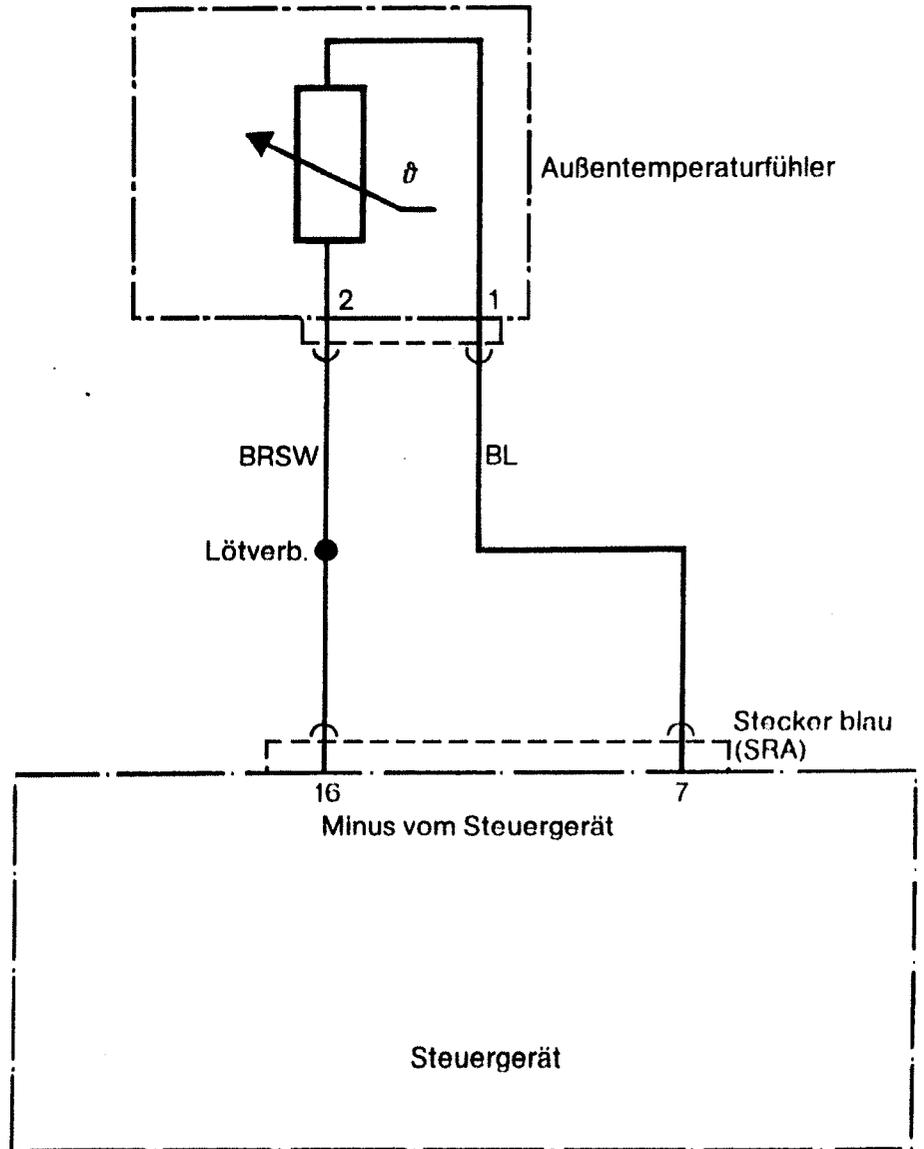
Die Außentemperatur wird im Bereich der Lufteintrittsöffnung des Gebläses vom Außenfühler erfaßt. Als Sensor dient ein NTC-Widerstand. Der Fühler ist auf der rechten Seite des Gebläses angebaut und ist fest mit dem Zuführungskabel vergossen.

Der Außenfühler bewirkt durch Aufschaltung der Außentemperatur auf den Sollwert bei niedrigen Außentemperaturen eine Anhebung der Innenraumtemperatur (Behaglichkeitsaufschaltung), z. B. bei 0°C Außentemperatur 5°C und bei 20°C Außentemperatur 1°C mehr

**Außenfühlerwerte:**  
Toleranz  $\pm 5\%$

T (Temp. °C)	R <sub>min</sub>	R <sub>nenn</sub>	R <sub>max</sub> kΩ
-20	7,002	8,620	10,220
-10	4,280	5,065	5,850
0	2,690	3,075	3,460
10	1,770	1,920	2,110
20	1,150	1,235	1,320
25	0,950	1,000	1,050
30	0,760	0,813	0,870
40	0,490	0,547	0,600
50	0,330	0,376	0,420
60	0,220	0,263	0,300

Schaltbild Außenfühler



SRA = Schaltplanbezeichnung  
(Steuergerät Anschluß rechts blau)

#### 4.6 Verdampferfühler

Der Fühler ist ein NTC-Widerstand. Durch Betätigen der Klimataste wird der Kompressor zugeschaltet.

Der Verdampferfühler verhindert nur das Vereisen des Verdampfers. Der Kompressor läuft immer mit max. möglicher Kälteleistung.

Die Schalttemperaturen des Fühlers sind:

- < 2 °C Kompressor aus
- > 3 °C Kompressor ein

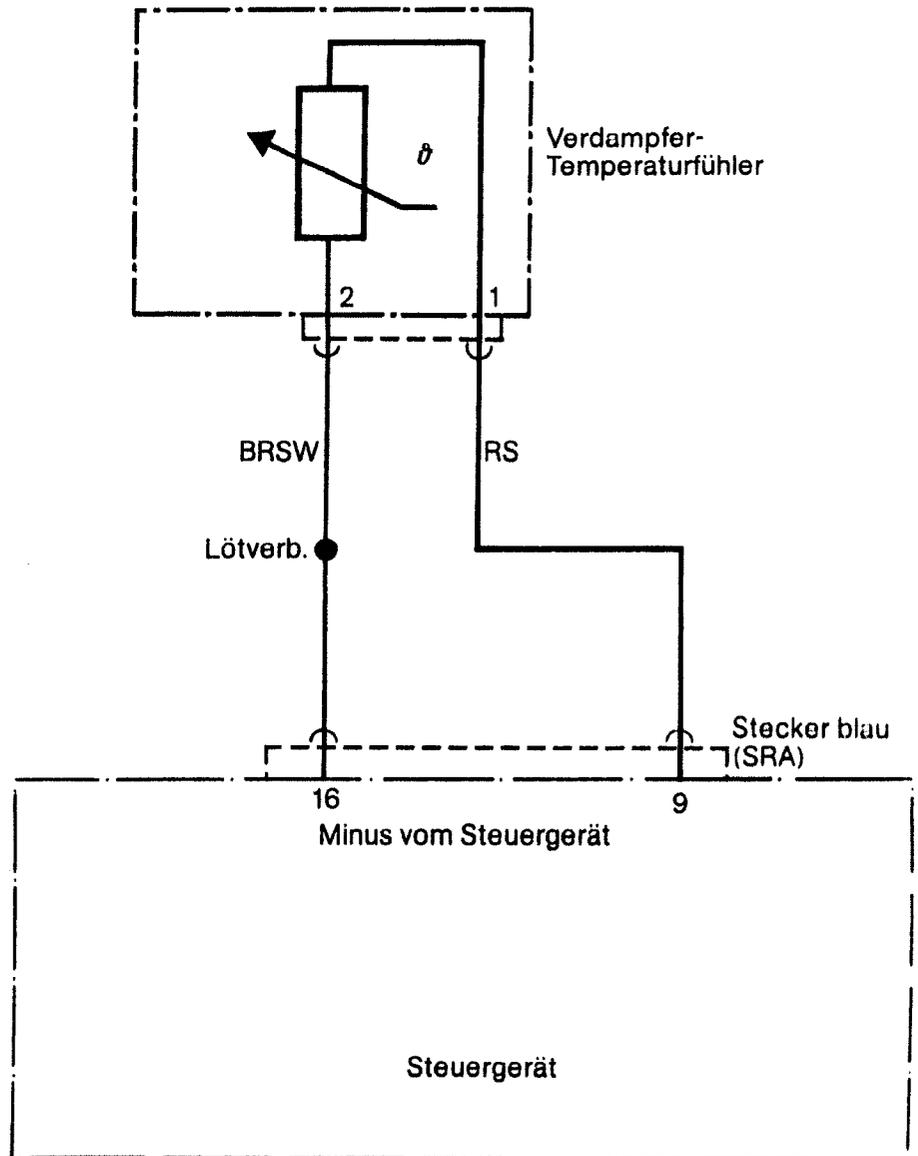
Über den Verdampferfühler erfolgt in Verbindung mit dem Steuergerät keine Verdampfer-temperaturregelung und damit Kälteleistungsregelung wie bei E 28 und E 24.

Der NTC-Widerstand des Fühlers ist eingegossen (Einbauort siehe Schnittzeichnung „Klimaautomatik“, Seitenansicht links).

#### Verdampfer-Temperaturfühlerwerte: Toleranz ±5%

T (Temp. °C)	R <sub>min</sub>	R <sub>nom</sub>	R <sub>max</sub> kΩ
-5	11,421	11,678	11,935
0	8,820	9,000	9,180
5	6,831	6,999	7,167
10	5,353	5,485	5,617
15	4,200	4,330	4,460
20	3,329	3,443	3,557
25	2,657	2,756	2,855

#### Schaltbild des Verdampfer-Temperaturfühlers



SRA = Schaltplanbezeichnung  
(Steuergerät Anschluß rechts blau)

#### 4.7 Temperaturschichtungssteller

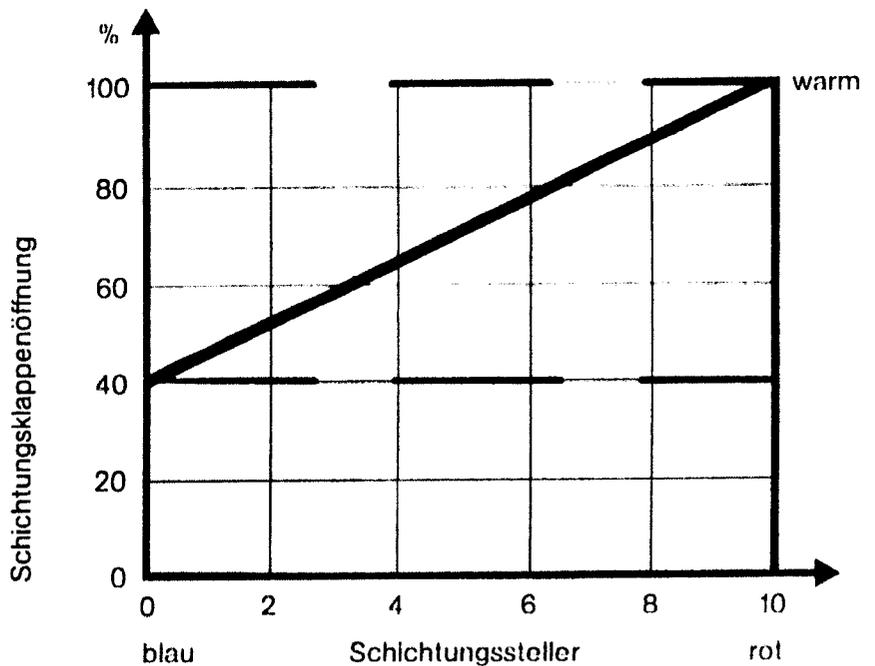
Mit einem Drehpotentiometer zwischen den Belüftungsgrills „Mitte“ werden die zwei Temperaturschichtungsklappen über zwei Schrittmotore parallel verstellt. Dadurch kann eine individuelle Lufttemperatur an den Belüftungsgrills eingestellt werden (Temperaturschichtung). Eine getrennte Verstellung der beiden Schichtungsklappen links/rechts ergibt sich auch durch die Stellgröße  $Y_{\text{links}}$  und  $Y_{\text{rechts}}$ . Z. B. Sollwertstellereinstellung rechts kälter als links bedeutet, daß sich die Schichtungsklappe rechts auch weiter in Richtung mehr Kaltluft bewegt und dadurch die Lufttemperatur am Mittelgrill rechts kälter wird als links.

#### Funktionsbeschreibung z. B. Automaticprogramm

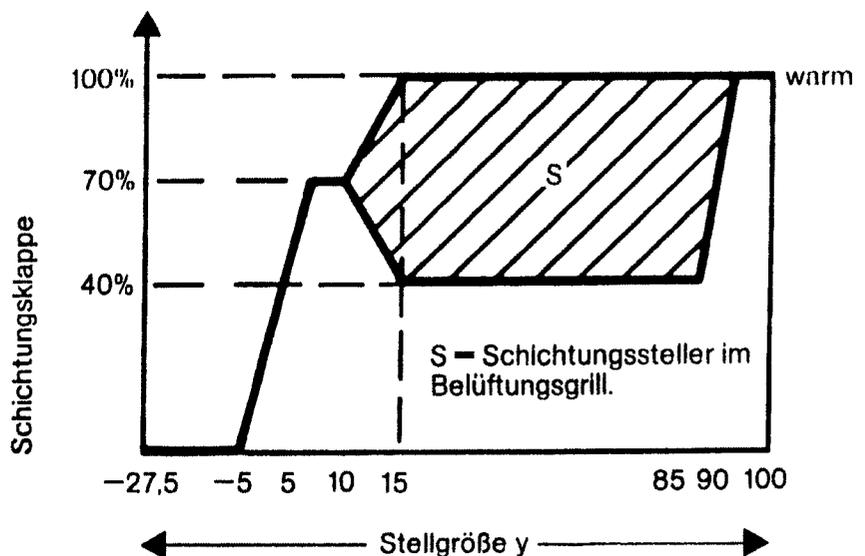
Die Temperaturschichtungsklappe steht in Stellung „kalt“, wenn die Stellgröße  $Y = < -5\%$  ist. Zwischen  $Y = -5\%$  und  $Y = 5\%$  verstellt sich die Klappe linear auf 70% in Richtung „warm“. Von  $Y = 5\%$  bis  $Y = 10\%$  bleibt die Klappe bei 70% stehen. Von  $Y = 10\%$  bis  $Y = 85\%$  ist die Klappe wahlweise über den Schichtungssteller im Mittelgrill mehr in Richtung warm (wärmere Luft vom Mittelgrill) oder aber mehr in Richtung kalt (Schließen bis 40%) vorstellbar (siehe Funktionsbild).

Ab  $Y = > 85\%$  verstellt sich die Klappe in Richtung max. warm, sie ist dann über den Schichtungssteller nicht mehr verstellbar.

#### Schichtungsklappenöffnung abhängig von der Einstellung des Schichtungsstellers



#### Schichtungsklappenöffnung abhängig vom Temperaturdrehregler links und rechts und vom Schichtungssteller (Potentiometer) im Automaticprogramm.



#### 4.8 Drucktasten

Die Drucktasten bei der Klimautomatik teilen sich in 4 Blöcke auf:

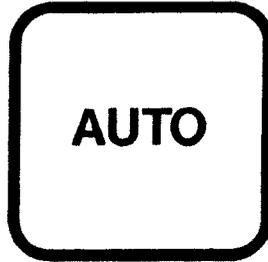
3 Luftverteilungstasten, fahrerseitig mit gegenseitiger Verriegelung für „Max Auf“, „Automatic“ und „Unten“.

3 Luftverteilungstasten, beifahrerseitig ebenfalls mit gegenseitiger Verriegelung und gleichen Programmen.

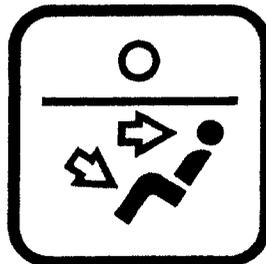
3 übergeordnete Tasten für Defrost, Klima, Umluft.

Ist keine Luftverteilungstaste gedrückt, so wird immer das Automatikprogramm eingestellt.

1 Heckscheibenheizungstaste.



Beim Automatik-Programm werden die Luftklappen für Fußraum und Fondraum Entfroster, Belüftung sowie die Frischluft-, Umluft- und Schichtungsklappen automatisch in Abhängigkeit von der Stellgröße Y gesteuert. Die Fondraum-Belüftung ist abhängig vom Fondraumschalter hinten und Y (siehe Funktionsplan).



In „Max Auf“ sind die Luftverteilungsklappen für Fußraum und Fondraum, Entfroster und Belüftung offen. Die Ansteuerung erfolgt ebenfalls abhängig von der Stellgröße Y, ebenso die übrigen Klappen (siehe Funktionsplan).

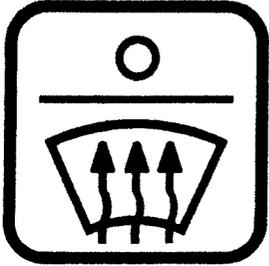


Im Programm „Unten“ ist die Belüftungsklappe zu, die Fuß- und Fondraumheizungsklappen 100% auf, die Entfrosterklappe teilweise abhängig von Y auf und die Fondraumbelüftung zu (siehe Funktionsplan).

Die Klappen für die Fondraumheizung sind mit den Fußraumklappen zwangsgekoppelt, d. h. bei offener Fußraumklappe links erfolgt auch die Aufheizung des Fondraums hinten links.

#### Fondraumbelüftung

Über einen Schalter im Fond kann die Fondraumbelüftungsklappe angeordnet im Klimagerät betätigt werden. Damit ist eine wahlweise Luftzuführung in den Fondraum möglich. Die Fondraumbelüftungsklappe wird auch von der Stellgröße Y beeinflusst (z. B. Automaticprogramm  $Y > 70\%$  Fondraumbelüftungsklappe zu,  $Y < 70\%$  Fondraumbelüftungsklappe auf). Siehe Funktionsplan.



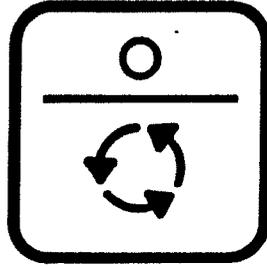
Das Defrosterprogramm hat absolut Vorrang, es schaltet die anderen Programme ab (ebenfalls die Funktionsbeleuchtung der vorher betätigten Tasten). Die gesamte Luftmenge wird ausschließlich zu den Entfrosterdüsen geleitet.

Das Gebläse läuft mit 11V Spannung.

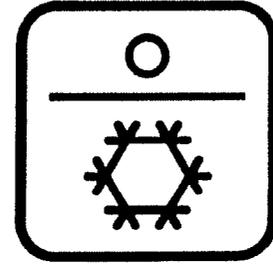
Bei Außentemperaturen  $<0^{\circ}\text{C}$  wird max. geheizt (Wasserventile ständig offen).

Bei Außentemperaturen  $>0^{\circ}\text{C}$  kann die Temperatur über den Sollwertsteller geregelt werden (Wasserventile getaktet), jedoch wird durch Antaktung der Ventile die Wärmetauschartemperatur immer  $>30^{\circ}\text{C}$  eingeregelt (auch bei Sollwertsteller kalt).

Der Kompressor ist zugeschaltet. Die Schichtungsklappen stehen in Stellung „Warm“. Die Kaltstartverriegelung ist ausgeschaltet (siehe Funktionsplan).



Die Anlage wird von Frischluft- auf Umluftbetrieb umgeschaltet. Das Umschalten ist bei allen Luftverteilungsprogrammen möglich.



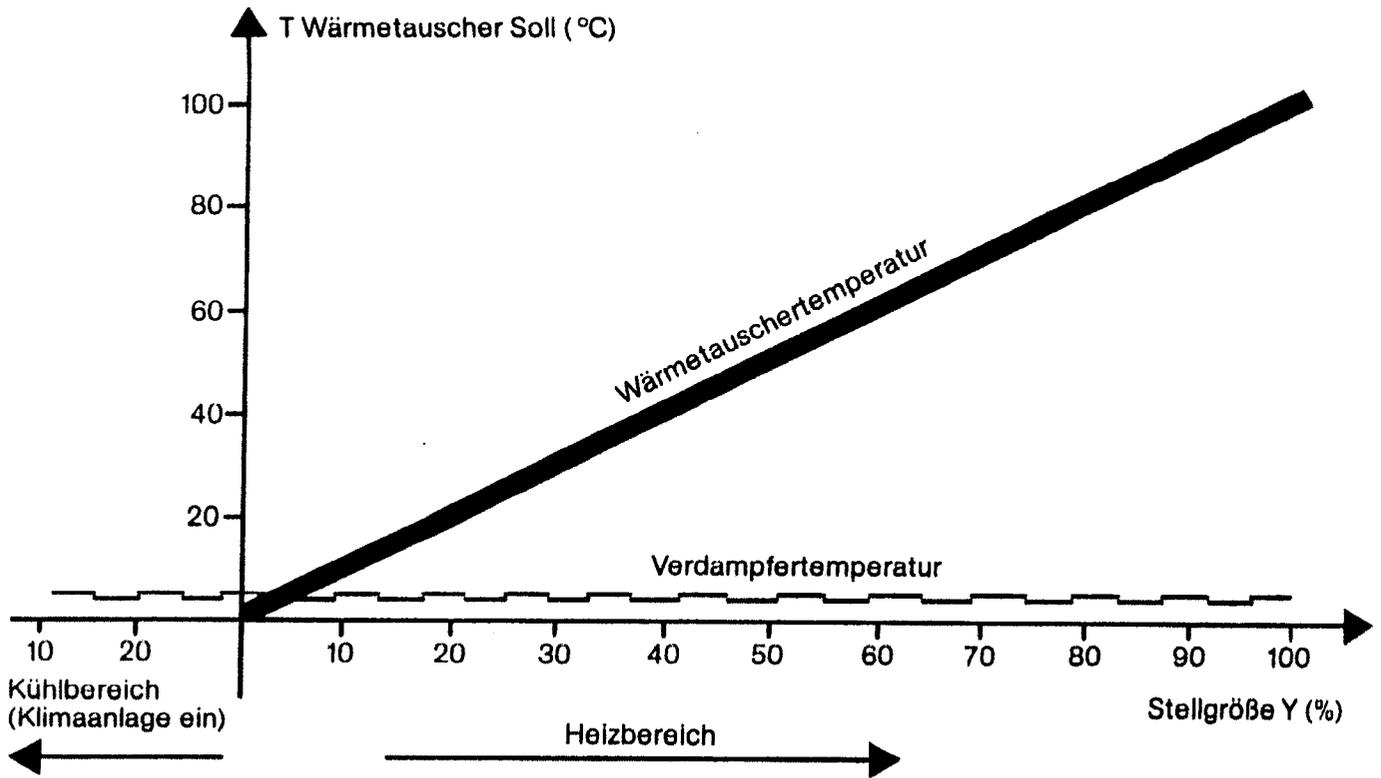
Der Klimakompressorbetrieb ist bei allen Luftverteilungsprogrammen möglich. Bei Defrost und Umluft ist er immer zugeschaltet. Die Kompressorsteuerung übernimmt der Verdampferfühler. Dieser schaltet bei einer Verdampferemperatur unter  $2^{\circ}\text{C}$  den Kompressor aus und bei einer Temperatur über  $3^{\circ}\text{C}$  wieder ein. Der Kompressor läuft somit immer mit maximal möglicher Kälteleistung. Die Temperatur im Fahrerraum im Klimaanlagenbetrieb wird nur durch Takten der Wasserventile und nicht über die Ein- oder Ausschaltdauer des Kompressors geregelt.

Die maximale Stromaufnahme der Magnetkupplung des Kompressors beträgt 3,3 A.

Bei Klimaanlagenbetrieb wird der Zusatzlüfter zunächst in Stufe 1 angesteuert. Ab einer Kühlmitteltemperatur von  $99^{\circ}\text{C}$  läuft die 2. Stufe. Der Zusatzlüfter läuft auch dann weiter, wenn der Verdampferfühler unter  $2^{\circ}\text{C}$  Verdampferemperatur den Kompressor abschaltet.

Weiterhin wird der Zusatzlüfter auch bei ausgeschalteter Klimaanlage über die beiden Temperaturschalter  $91^{\circ}\text{C}$  und  $99^{\circ}\text{C}$  im Kühlwasserkreislauf bei zu heißem Kühlmittel in Stufe 1 oder 2 zugeschaltet.

Über einen Mitteldruckschalter im Kältemittelkreislauf (Trocknerflasche) wird bei einem Druck  $>17,5$  bar der Zusatzlüfter auch in Stufe II geschaltet. Ausschaltpunkt  $<14,5$  bar.



## 5. Ausgänge aus dem Steuergerät

### 5.1 Luftaustrittsklappensteuerung

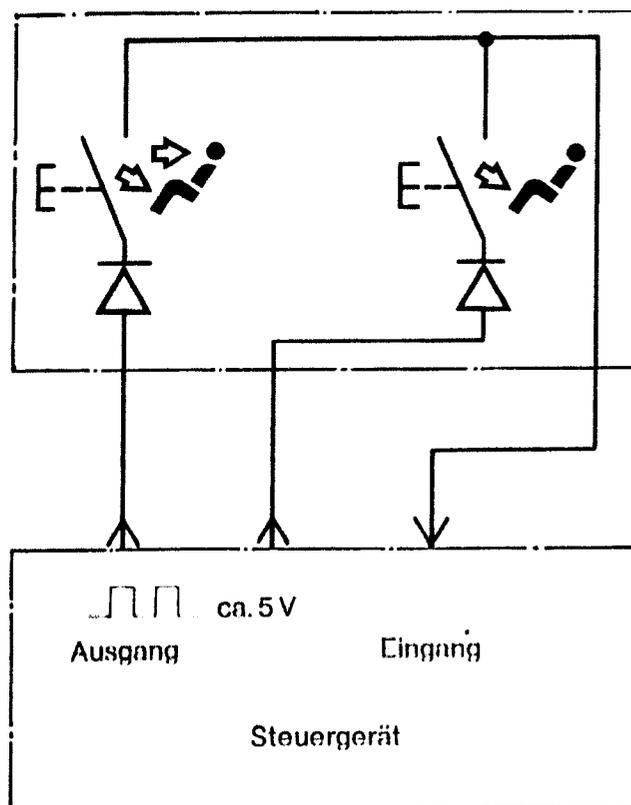
In Abhängigkeit von den betätigten Drucktasten an der Bedieneinheit werden vom Steuergerät die verschiedenen Luftaustrittsklappen von Schrittmotoren nach den funktionellen Zusammenhängen verstellt (siehe Funktionsplan).

Die Tasten für die Luftaustrittsklappen sind gegenseitig verriegelt. Die Betätigung von zwei oder allen drei Tasten ist deshalb nicht möglich. Die Zuschaltung vom Kompressor oder die Betätigung der Umluft- oder der Def-Taste ist in allen Programmen – falls gewünscht – zusätzlich immer möglich.

#### Ansteuerungsprinzip

Die Ausgänge am Steuergerät für die verschiedenen Drucktasten werden nacheinander mit Rechteck-Spannungsimpulsen von ca. 5 V mit einer bestimmten Frequenz angesteuert. Das Steuergerät erkennt dadurch, welche Taste gedrückt wurde, wenn am Eingang der Spannungsimpuls wieder ankommt (Matrixschaltung).

#### Ansteuerung der Drucktasten



5.2 Programmablauf (Klappenprogramm)

Programm- vorwahl	Defrost-Programmtaste (löscht Funktionsbeleuchtung der and		0 - Stellung Luftmengenwählrad (Funktionsbeleuchtung		AUS EIN Drucktaste Umluft		AUS EIN Drucktaste Klima		Programmtaste - Autom. -	Program- - MAX. A			
									links	rechts	links		
									Kühlen	Heizen	Kühlen	Heizen	Kühlen
Heiz- bzw. Kühl- leistung	steigt bei in -0° aber -30° bei in -0° max heizen	Wasser- ventil abhängig von Y											
Kompressor- regelung	EIN	AUS											
Frischluft- klappe	AUF	ZU			20%								
Umluft- klappe	ZU	ZU											
Schichtungs- klappe	WAHM	WARM											
Entfrostung	AUF	ZU											
Belüftung	ZU	ZU											
Fußraum u. Fondraum	ZU	ZU											
Belüftung Fondraum	ZU	ZU											
Kaltstart- verriegelung	AUS	U											
Gebälse	11 V	AUS							Für alle Programme außer KV: abhängig von L Aber: Im Umluft-Betrieb keine Fahrgeschwindigkeit				

ten!)

Programmtaste - UNTEN -		
links	rechts	
		MAX. MIN.
Heizen	Kühlen	Heizen
		Ein Aus Ein
		Aus
		Auf 20% Zu
		Auf Zu
		Auf Zu Auf Zu
		Auf (warm) Zu (kalt)
		Auf 43% Auf 38% Auf Zu 43% Auf 38% Auf Zu
		Auf Zu
		Auf Zu Auf Zu
		Auf Zu
		Ein Aus

genwählrad und Fahrgeschwindigkeit.  
abhängigkeit!

- \* Abgefragter Zustand bleibt erhalten.
- \*\* Zusatzbedingung in diesem Bereich:  
 $T_i < T_a + 4K$  - Umluft mit 20% Frischluft  
 $T_i > T_a + 6K$  - 100% Frischluft, wenn Klimataste gedrückt ist!
- ABHÄNGIGKEIT VON
- E - Einstellung 16° und 28° am linken Temperaturwählrad (Temperaturregelung wird in max. WARM- bzw. max. KALT-Position blockiert)
- F - Fondraumschalter
- G - Fahrgeschwindigkeit
- K - Drucktaste Klima
- L - Luftmenge
- P - Programm
- U - Unverändert
- X - SollwertEinstellung, S, Y
- Y - Stellgröße
- Z - Luftmengenwählrad
- S - Schichtungssteller
- Y<sub>III</sub> - Hilfsstellgröße links
- T<sub>a</sub> - Außentemperatur
- T<sub>wi</sub> - Wärmehaushalttemperatur
- ED Wv - Einschaltduer Wasserventil in %
- KV - Kaltstartverriegelung

### 5.3 Luftverteilung

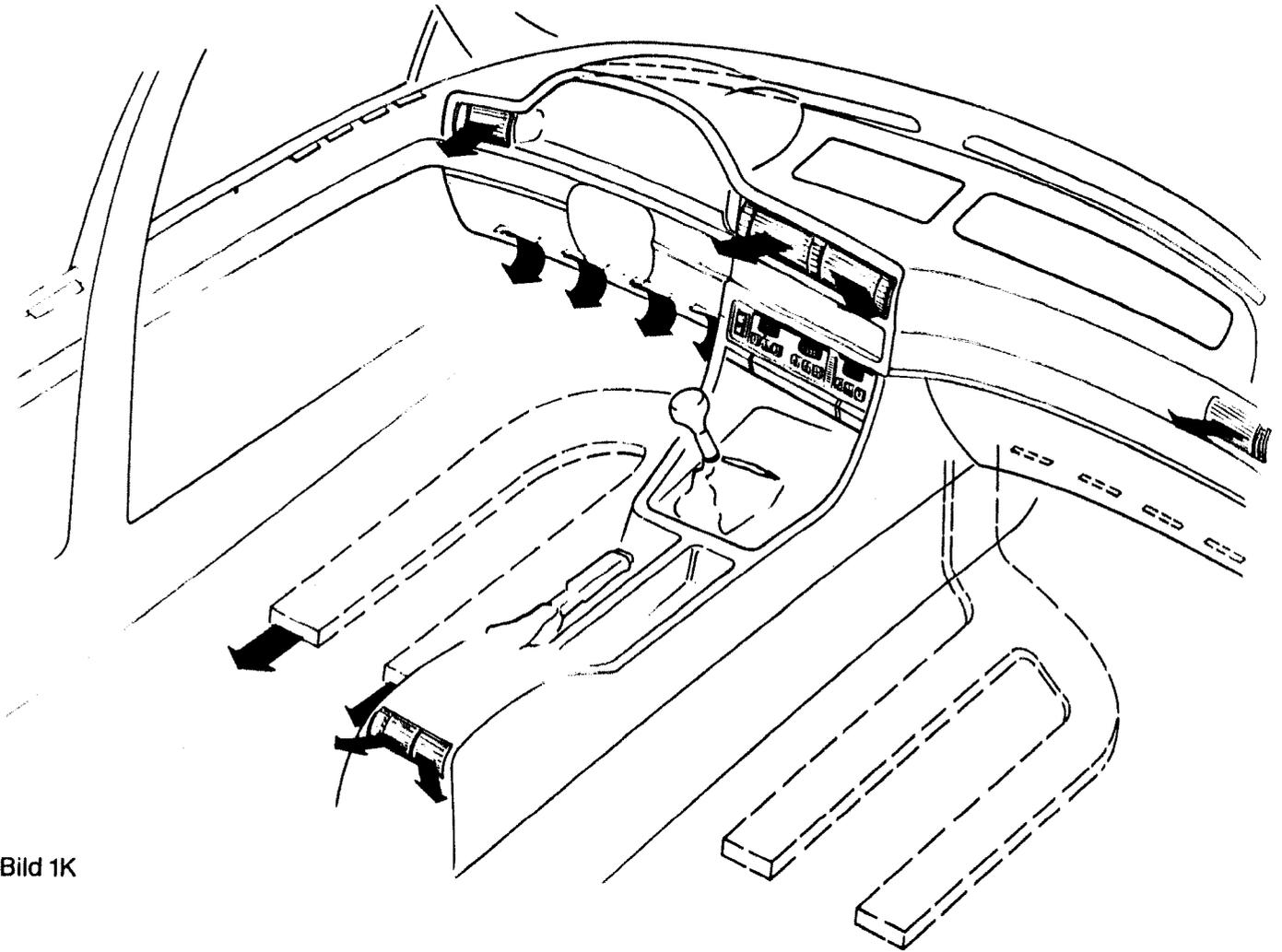
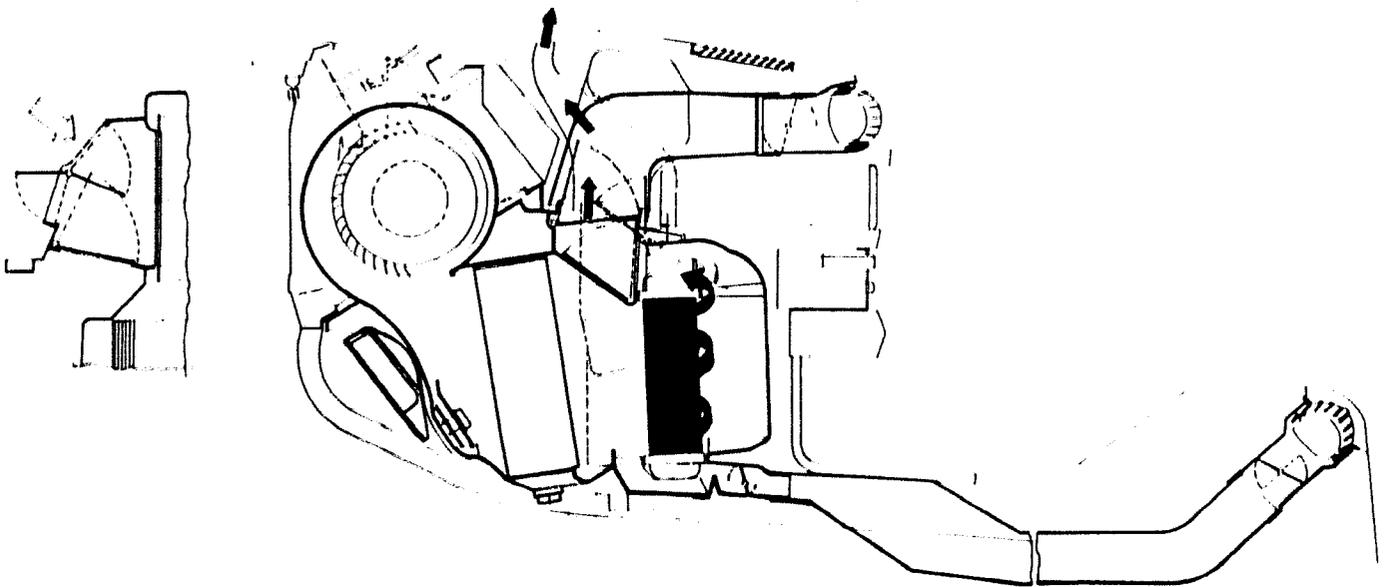
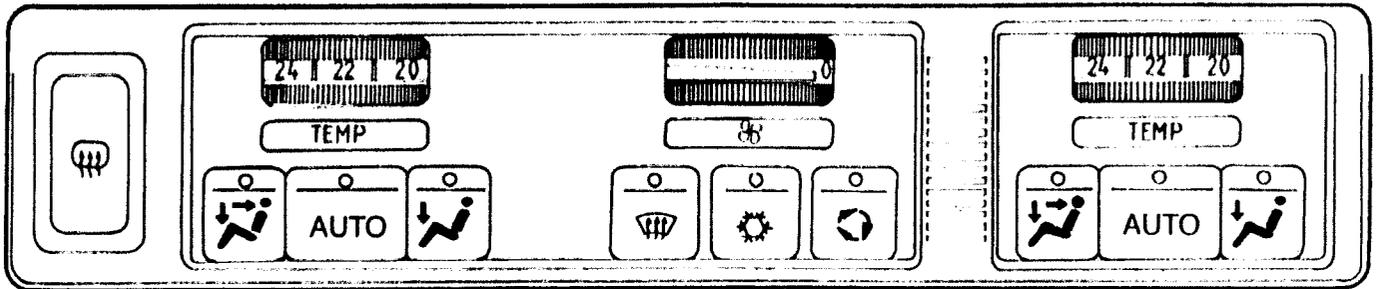


Bild 1K

#### Darstellung der Luftverteilung

Kaltstart

Situation: Außentemperatur  $-15^{\circ}\text{C}$ , Fahrzeug ausgekühlt.



**1. Grundeinstellung**

- a) Temperatur: LINKS = 22 °C  
RECHTS = 22 °C
- b) Luft-  
verteilung: LINKS = AUTOM  
RECHTS = UNTEN
- c) Luft-  
menge: Gebläse  
kleine Leistung
- d) Schichtungs-  
steller: ca. Mitte
- e) Klima-  
anlage: AUS

### 5.3 Luftverteilung

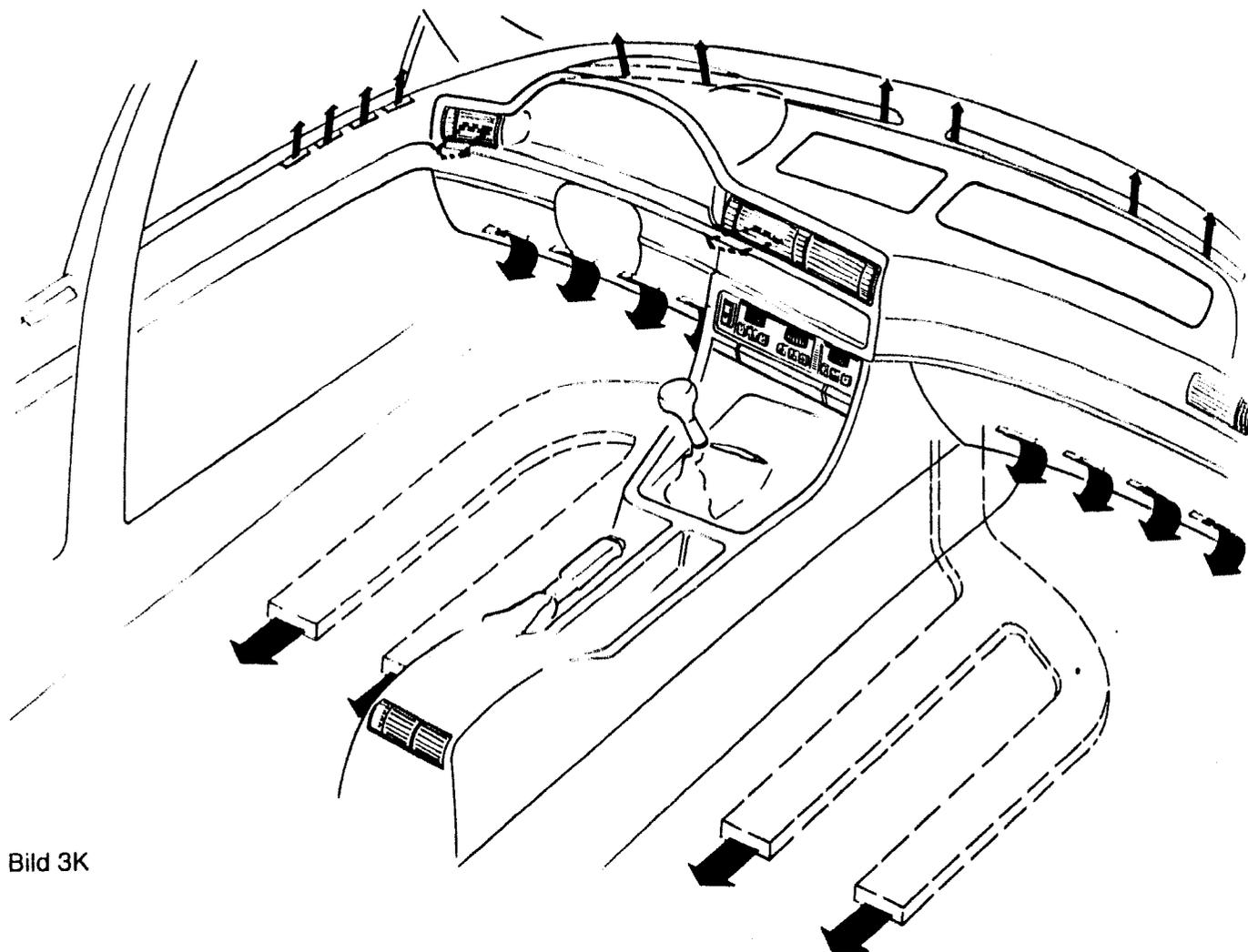


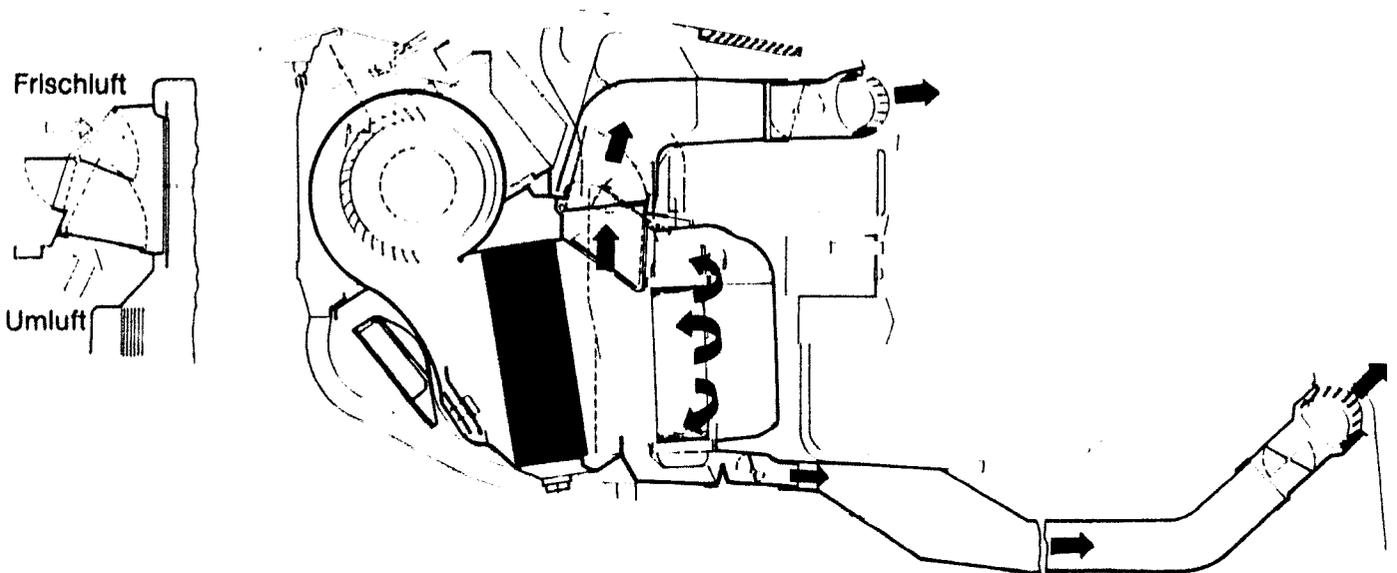
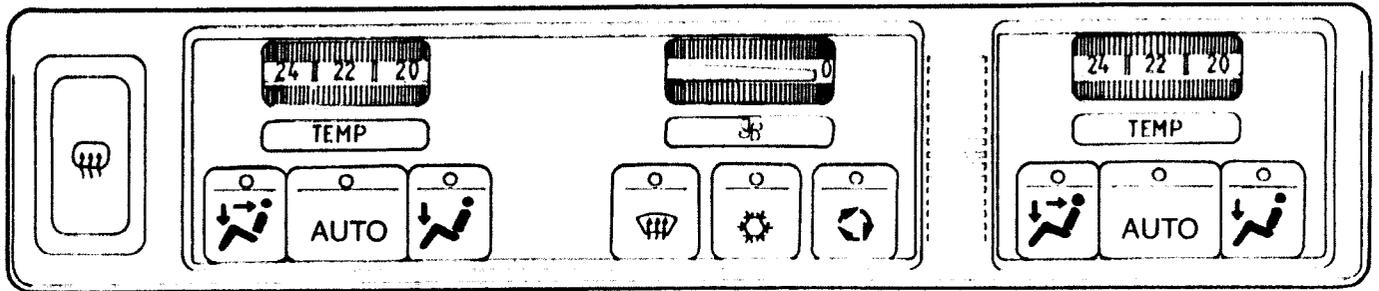
Bild 3K

#### Darstellung der Luftverteilung

Betrieb in der Abkühlphase im Sommer.

Außentemperatur: ca. 25 °C

Situation: Fahrzeug durch Sonneneinstrahlung aufgeheizt.



### 1. Grundeinstellung

- a) Temperatur: LINKS = 22 °C  
RECHTS = 22 °C
- b) Luftverteilung: LINKS = MAX AUF  
RECHTS = AUTOM
- c) Luftmenge: Goblöse  
mittlere Leistung
- d) Schichtungssteller: KALT
- e) Klimaanlage: EIN

### 5.3 Luftverteilungsklappen

Die verschiedenen Klappen werden bei der Klimaautomatik mit Hilfe von 10 Schrittmotoren entsprechend den Programmen eingestellt.

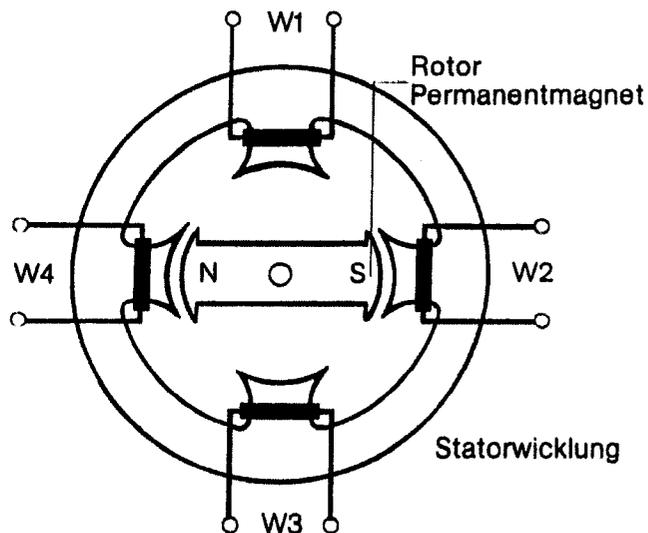
Schrittmotoren für:

Fußraum und Fondraumheizung insgesamt 2x li/re.  
 (Fußraumklappen laufen mit Fondraumheizungsklappen synchron)  
 Belüftungsklappen 2x li/re  
 Schichtungsklappen 2x li/re  
 Entfrosterklappen 1x  
 Frischluftklappen 1x  
 Umluftklappen 1x  
 Fondraumbelüftung 1x

Die Frischluftklappen werden in Abhängigkeit des Luftmengen-drehschalters und der Fahrgeschwindigkeit von einem Motor gesteuert mit unterschiedlicher Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit.

Die Öffnung geschieht in 12 s, das Schließen innerhalb 2 s (Komfortgründe). Der Umluftmotor hat eine Verstellzeit von 16 s. Bei den übrigen Motoren ist die Verstellzeit „Öffnen“ und „Schließen“ 12 s.

Einbauorte der Schrittmotoren siehe Seitenansicht links und rechts IHKA.



### 5.4 Funktionsbeschreibung Schrittmotoren

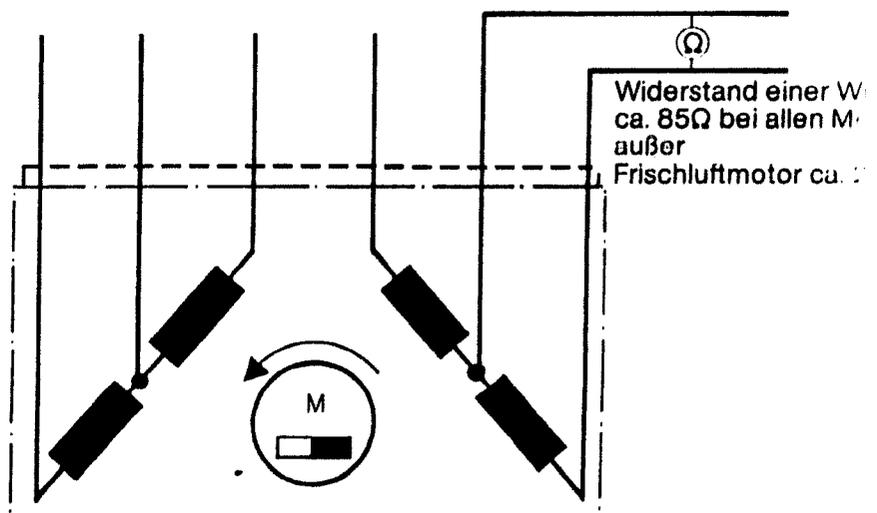
Schrittmotoren werden durch digitale Impulse angesteuert. Der Motor rotiert in exakt festgelegten Schritten, sobald dieser von Stromimpulsen angesteuert wird.

Der im Bereich der Kfz-Elektronik eingesetzte Typ ist der Permanent-Schrittmotor.

Merkmal dieses Motortyps ist der Permanentmagnet im magnetischen Kreis.

Prinzip: Innerhalb eines Stators mit vier Feldwicklungen (2 Halbwicklungen) ist der Permanentmagnet als Rotor drehbar gelagert.

Prinzipaufbau eines Schrittmotors



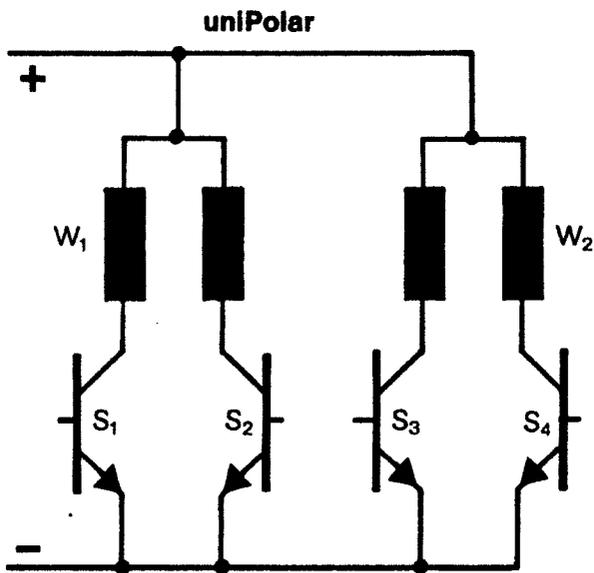
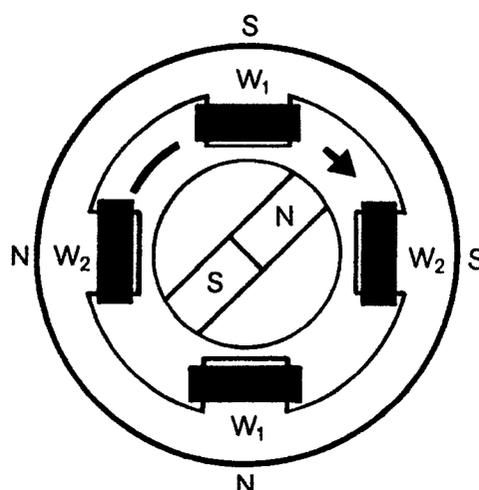
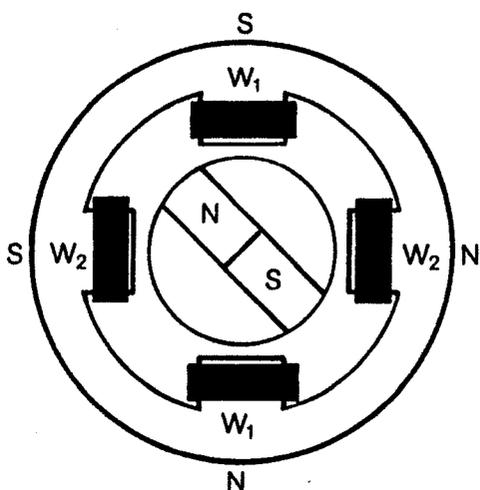
### 5.4 Die Ansteuerung von Schrittmotoren

Damit der Rotor eines Schrittmotors in Drehbewegungen versetzt wird, müssen den Statorwicklungen Impulse in geeigneter Reihenfolge zugeführt werden.

Eine Drehbewegung kommt dadurch zustande, daß die Statorwicklungen in bestimmter Reihenfolge Stromimpulse erhalten. Es hängt jedoch von der Polzahl des Stators und der mechanischen Anordnung der Wicklungen ab, wieviele Impulse für eine Umdrehung des Rotors nötig sind.

Durch diese Daten wird auch bestimmt, wieviele Impulse für eine Umdrehung des Rotors erforderlich sind. Hierdurch wird festgelegt, wie groß der Drehwinkel pro Schritt ist.

Weil ein Schrittmotor ein Gleichstrommotor ist, kann er in jeder beliebigen Winkelstellung angehalten und auch wieder gestartet werden.



S <sub>1</sub>								
S <sub>3</sub>								
S <sub>2</sub>								
S <sub>4</sub>								
		1	2	3	4	5	6	7

Ersatzdarstellung eines Schrittmotors.

Signal-Zeit-Plan einer Schrittmotorensteuerung.

### 5.5 Luftmengensteuerung

Die Luftmenge wird von folgenden Größen beeinflusst:

- Luftmengenwählrad
- Stellgröße Y
- Fahrgeschwindigkeit (Gebläsespannung und Frischluftklappen)
- Kaltstartverriegelung.

In Stellung 0 des Gebläsewählrades ist die Anlage ausgeschaltet und alle Klappen sind zu (siehe Funktionsplan).

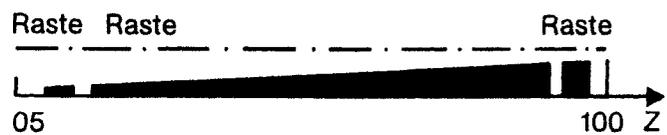
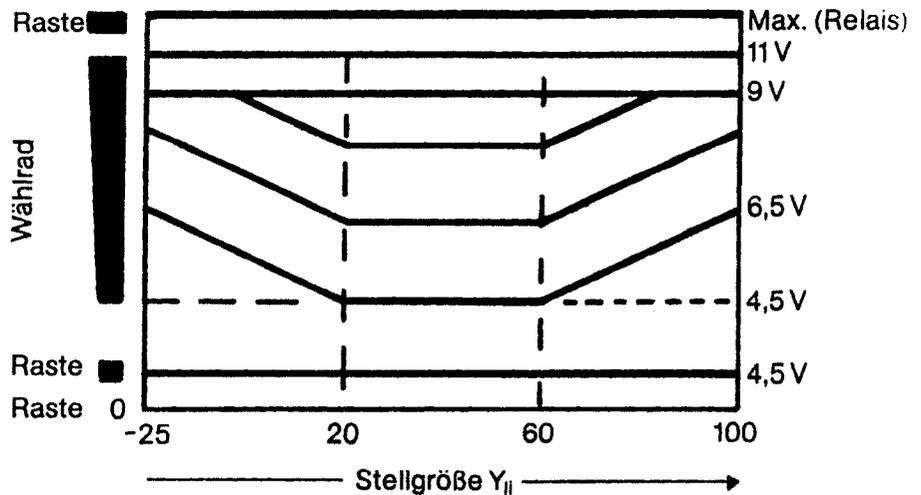
In der ersten Raste des Gebläsewählrades läuft das Gebläse mit ca. 4,5 V Spannung, wenn die Wärmetauschertemperatur  $> 50^\circ\text{C}$  ist. Ist die Wärmetauschertemperatur  $< 20^\circ\text{C}$ , liegen am Gebläsemotor ca. 3 V Spannung an (Kaltstartverriegelung wirksam); zwischen  $20^\circ\text{C}$  und  $50^\circ\text{C}$  Wärmetauschertemperatur erfolgt ein linearer Anstieg der Gebläsespannung. Ab Beginn des Keilbereiches am Gebläserad wird die Gebläsespannung zusätzlich durch die Stellgröße  $Y_{II}$  des linken Sollwertstellers beeinflusst, d. h. im Bereich

$Y = 20\%$  bis  $Y = 60\%$  Mittelbereich ist die Spannung ca. 4,5 V. Im Bereich  $Y = 60\%$  bis  $100\%$  (Heizbetrieb) steigt sie auf ca. 6,5 V, ebenso im Kühlbereich  $Y = -25\%$  bis  $Y = 20\%$  ist die Gebläsespannung ca. 6,5 V. Diese wannenförmige Gebläsespannungsfunktion verschiebt sich nach oben, bis das Gebläserad am Ende des Keil-

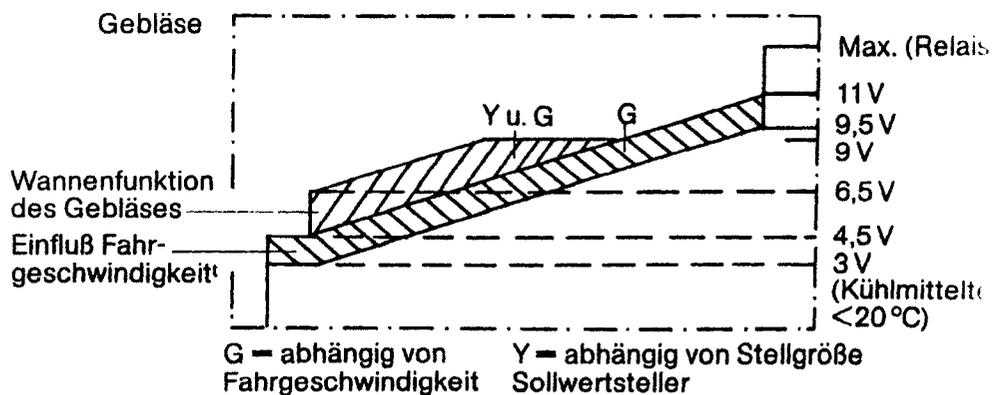
bereichs steht. Kurz vor Ende des Keilbereichs ist die Wannenfunktion aufgehoben und die Gebläsespannung ist von max. kalt bis max. warm konstant ca. 9 V.

Bei Gebläserad max. wird die Endstufe von einem Relais überbrückt, das Gebläse läuft konstant mit Bordspannung.

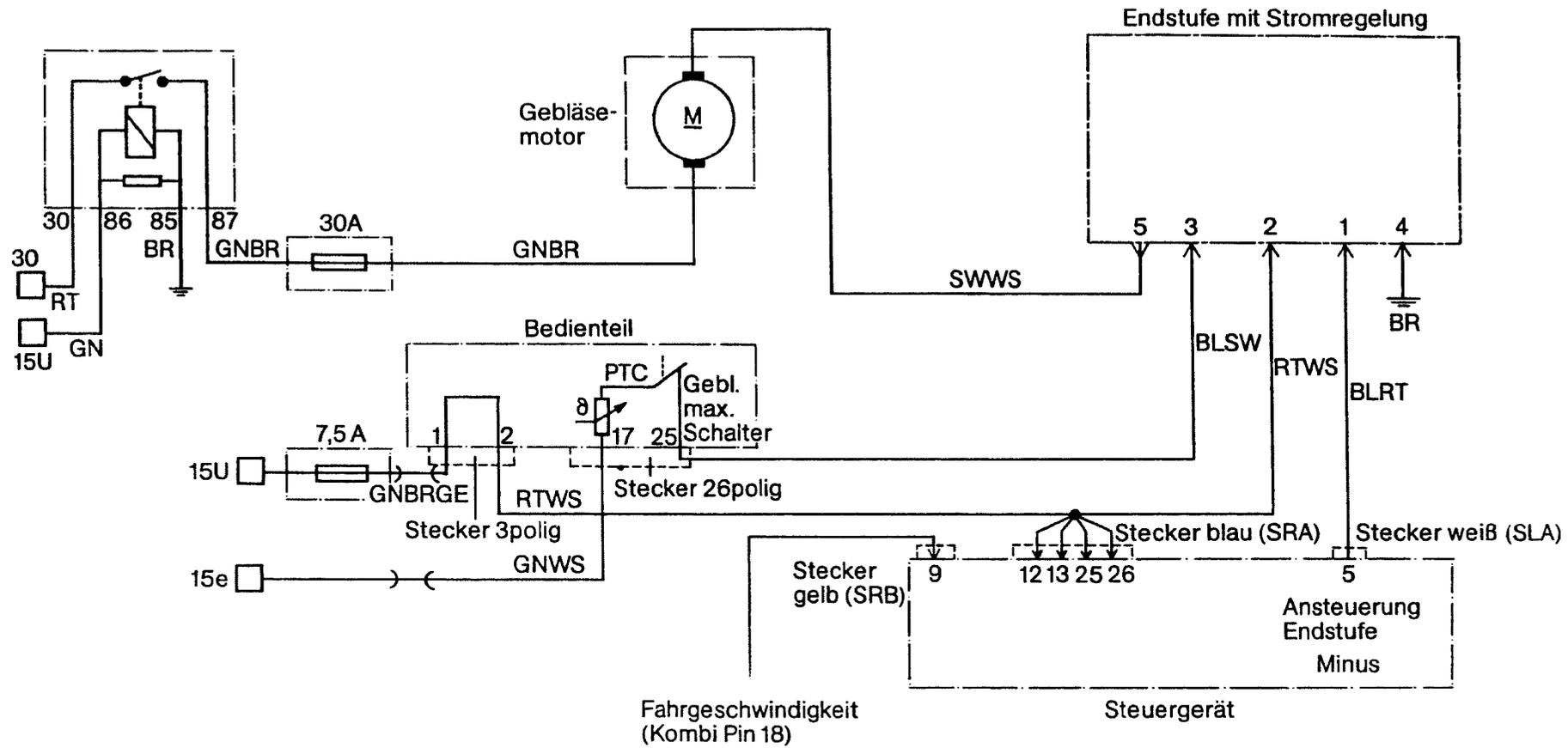
#### Gebläsespannung



### 5.5 Luftmengenwählrad



## 5.5 Gebläsesteuerung



SLA = Schaltplanbezeichnung  
(Steuergeräte Anschluß links weiß)

SRA = Schaltplanbezeichnung  
(Steuergerät Anschluß rechts blau)

### 5.5 Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf die Luftmenge (zwecks Staudruckausgleich)

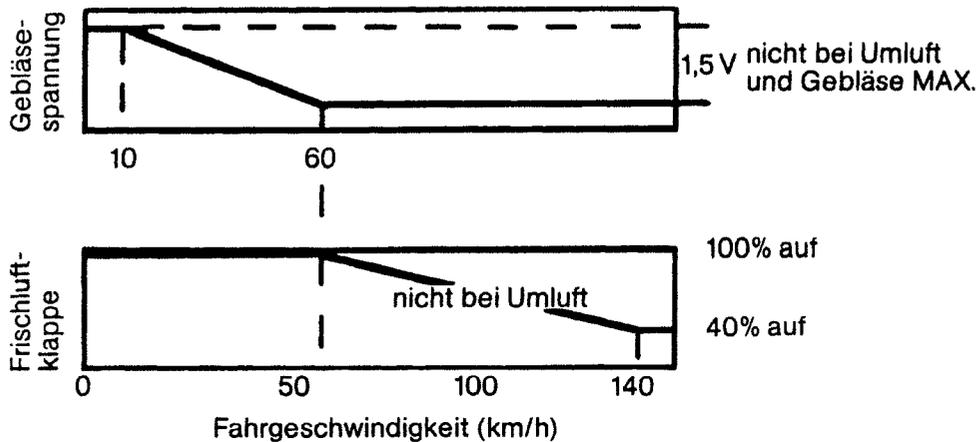
Ab einer Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h bis 60 km/h wird die Gebläsespannung vom eingestellten Wert um 1,5 V reduziert. Die Reduzierung erfolgt linear (siehe Funktionsdiagramm). Diese Absenkung der Gebläsespannung erfolgt nicht bei Umluftbetrieb und bei Gebläse max.

Beim Startvorgang wird das Gebläse über die Kl. 50 abgeschaltet. Ebenso werden die Frischluftklappen von der Fahrgeschwindigkeit beeinflusst. Von 0 km/h bis 60 km/h sind die Frischluftklappen (wenn vom Programm vorgegeben) max. geöffnet. Ab 60 km/h werden sie kontinuierlich bis 140 km/h auf 40% Öffnung geschlossen (siehe Funktionsdiagramm).

Der Abgriff der Fahrgeschwindigkeit erfolgt am Stecker des Komminstruments Pin 18 (Eingang Steuergerät Stecker gelb, SRB, Pin 9).

Bei eingeschalteter Kaltstartverriegelung läuft das Gebläse nur mit ca. 3 V Spannung. Bei Gebläse max. ist die Kaltstartverriegelung aufgehoben und das Gebläse läuft mit Bordspannung.

#### Einfluß der Fahrgeschwindigkeit

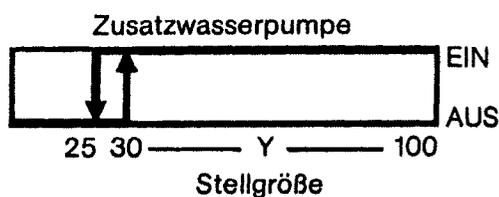
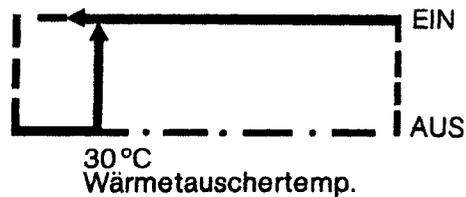




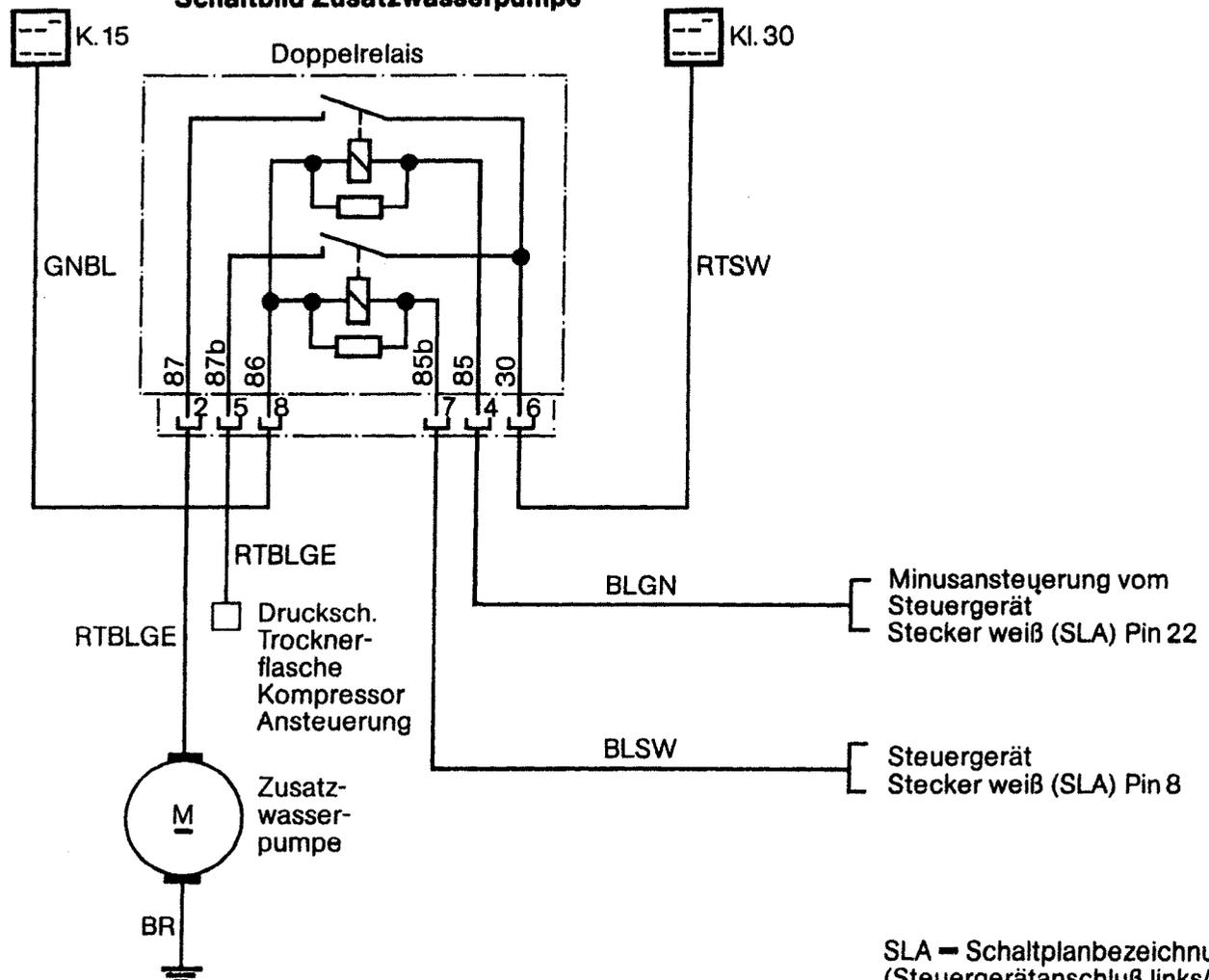
### 5.8 Zusatzwasserpumpen- steuerung

Serienmäßig verbaut ist ebenfalls eine elektrische Zusatzwasserpumpe im Wasservorlauf der Heizung mit einer elektrischen Leistung von 11 W, um auch bei niedriger Motordrehzahl den nötigen Heizwasserdurchsatz durch den Wärmetauscher sicherzustellen. Pumpenleistung: 950 l/h. Die Pumpe ist nur im Heizbetrieb zugeschaltet ab einer Wärmetauscher-temperatur von 30 °C.

Ebenfalls ist die Pumpensteuerung (Einschalt-  
punkt) abhängig von der Stellgröße Y des linken oder rechten Sollwertstellers (eingeschaltet:  $Y > 30\%$  / ausgeschaltet:  $Y < 25\%$ ).



**Schaltbild Zusatzwasserpumpe**



SLA = Schaltplanbezeichnung  
(Steuergerätsanschluß links/weiß)

### 5.9 Wasserventile

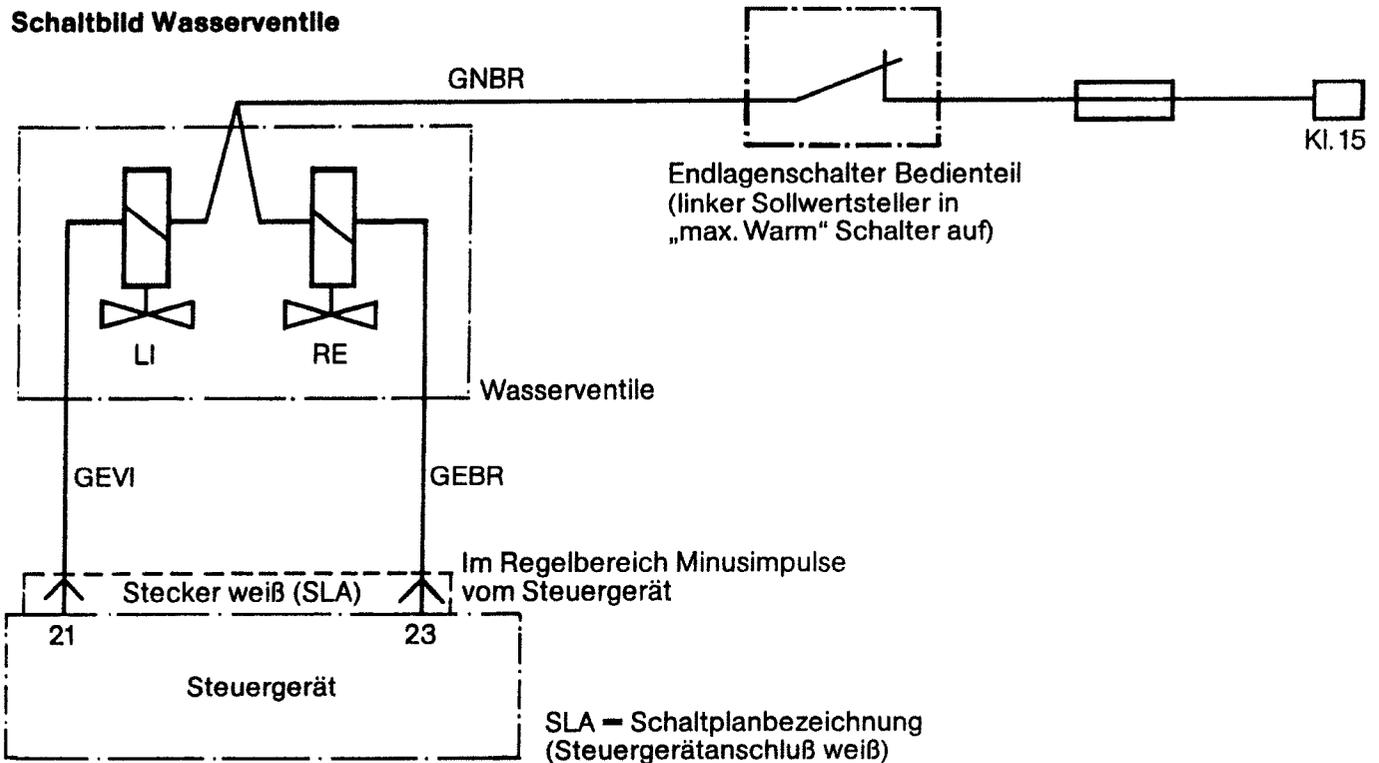
Die zwei elektromagnetischen Wasserventile, je eines für den linken und rechten Wärmetauscher, steuern den Wasserdurchfluß im Heizungsvorlauf. Zur Steuerung der linken und rechten Wärmetauscher-temperatur werden die Ventile nach bestimmten Zeiten vom Steuergerät mit Minuspulsen getaktet.

Stromlos sind die Ventile aus Sicherheitsgründen offen. In max. Warmstellung des linken Temperatur-Sollwertstellers unterbricht ein Schalter im Bedienteil die Plusversorgung Kl. 15 (Ventile offen).

Die max. Kaltstellung erkennt das Steuergerät über den jeweiligen Sollwertsteller. Das Steuergerät steuert dann Dauerminus auf das entsprechende Ventil (Ventil geschlossen).

Der linke Sollwertsteller hat in „max. Warm“ über einen Endlagenschalter und in „max. Kalt“ über die Elektronik im Steuergerät Vorrang vor dem rechten.

Schaltbild Wasserventile



### TEMPERATUR

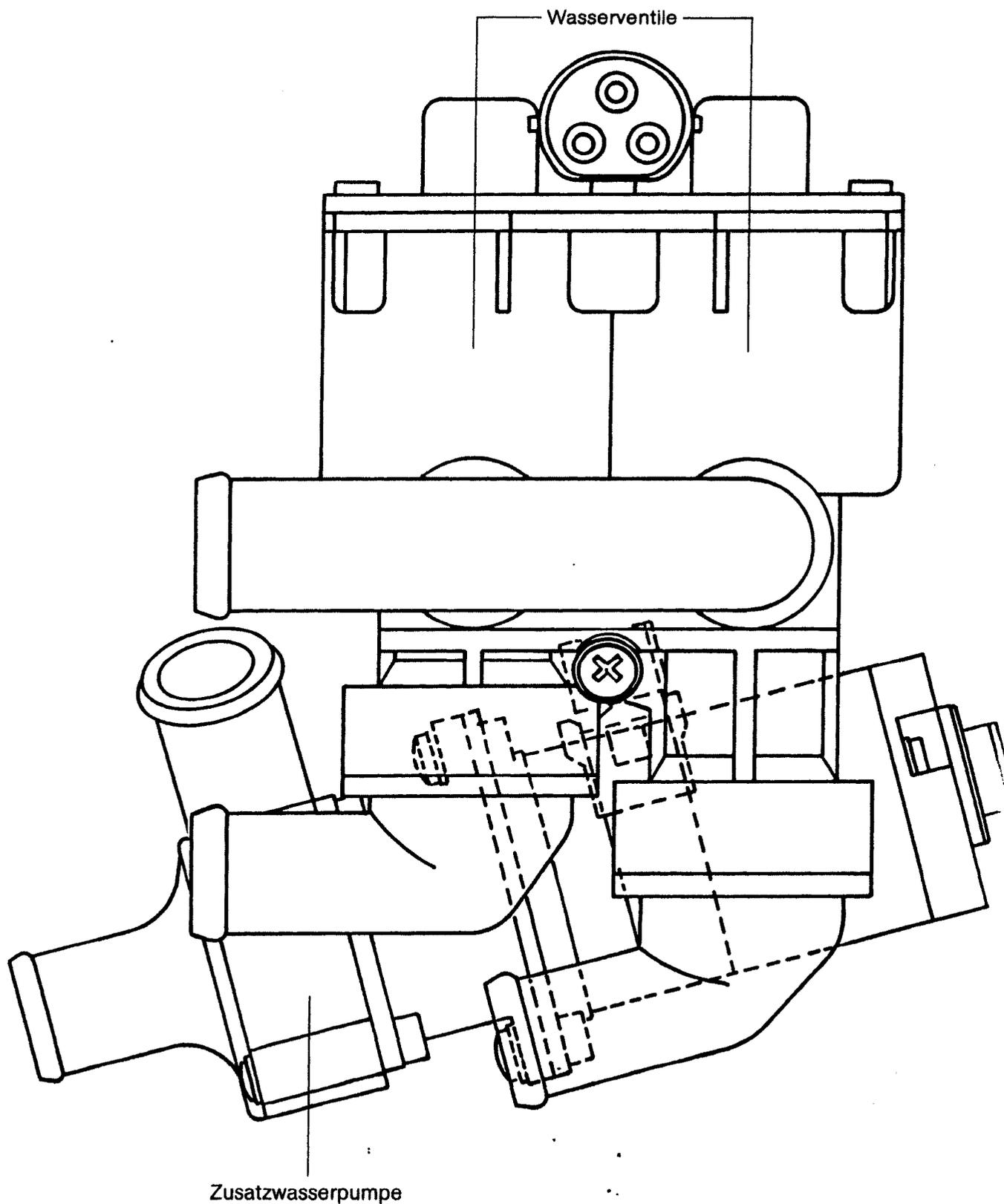


X = Abhängig von Sollwert-einstellung.

E = Einstellung 16 und 28 am linken Temperaturwählrad (max. kalt und max. warm).

Blockiert die Temperaturregelung rechts.

5.9 Wasserventil/  
Zusatzwasserpumpe



## 5.10 Standheizung, Standlüftung

Auf besonderen Wunsch kann ein wasserseitiges Standheizgerät bestellt bzw. nachgerüstet werden. Typ: Webasto BBW 46.

Der Betrieb erfolgt nur in Verbindung mit einem BC oder einer Multifunktionsuhr.

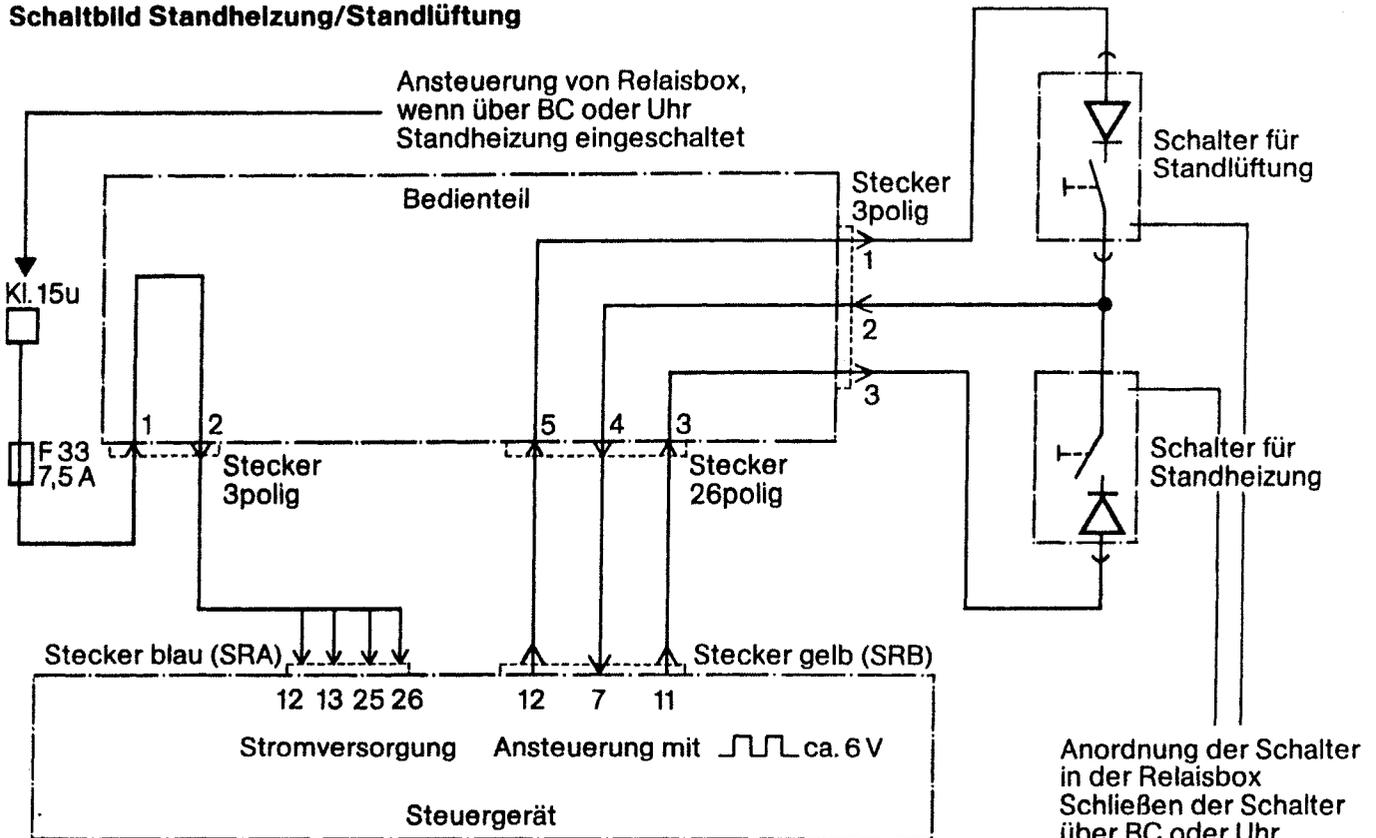
Bei Standheizungs- oder Standlüftungsbetrieb wird das Steuergerät über die Relaisbox und diese wiederum vom BC oder der Multifunktionsuhr eingeschaltet. Anschließend werden die Matrixschalter „Standheizen“ oder „Standlüften“ abgefragt, um dann die Luftaustrittsklappen und das Gebläse anzusteuern.

Der Temperaturfühler des Bordcomputers bzw. Schaltuhr mißt die Außentemperatur. Über den Bordcomputer/Schaltuhr wird dann bei Außentemperatur  $<16^{\circ}\text{C}$  der Matrixschalter für die Standheizung oder aber bei Außentemperatur  $>16^{\circ}\text{C}$  der Matrixschalter für die Standlüftung geschlossen. Das Steuergerät erkennt dadurch, welches Luftklappenprogramm gesteuert werden soll. Über die Temperatur-Sollwertsteller (links und rechts) kann im Standheizbetrieb die Temperatur eingestellt werden, wie stark der Innenraum aufgeheizt werden soll.

Bei Standheizbetrieb wird die Stellung „kalt“ des linken Temperatur-sollwertstellers (beide Wasserventile zu) aufgehoben (Minimal-solltemp. dann  $15^{\circ}\text{C}$ ).

Einbauort der Relaisbox oberhalb des Handschuhfachs, Einbauort der Matrixschalter in der Relaisbox.

### Schaltbild Standheizung/Standlüftung



SRA = Schaltplanbezeichnung (Steuergerätschluß rechts blau)

SRB = Schaltplanbezeichnung (Steuergerätschluß rechts gelb)

### 5.10 Luftklappenstellung im Standheizbetrieb bei abgezogenem Zündschlüssel

#### Klimaautomatik IHKA

Entfrosterklappen, Fußraumklappen, Umluftklappen 100% auf, Frischluft-, Belüftungsklappen, Fondraumbelüftung zu, Wasserventile getaktet nach beiden Sollwertstellern, Gebläse ca. 4,5 V, Zusatzwasserpumpe aus.

#### Luftklappenstellung Standheizbetrieb Zündschloß Radiostellung

Luftaustrittsklappen-Ansteuerung je nach Tastenbedienung, Gebläseleistung nach Wunsch einstellbar.

#### Luftklappenstellung Standlüftung

#### Klimaautomatik IHKA

Frischlucht- und Belüftungsklappen 100% auf, alle anderen Klappen zu, Gebläse ca. 4,5 V. Die Einschaltdauer der Standheizung oder Lüftung beträgt 30 min. Danach wird von der Relaisbox (über BC oder Uhr) die Spannung von dem jeweils geschlossenen Matrixschalter unterbrochen.

#### Standheizung/Standlüftung

Für Testzwecke kann ab Zündschlüsselstellung „R“ durch gleichzeitiges 2 sec langes Drücken der Tasten TEMP und ZEIT am Bordcomputer die Standheizung bzw. Standlüftung einmalig mit vertauschter Temperaturschwelle betrieben werden. Gestartet wird mit der Taste S/R.

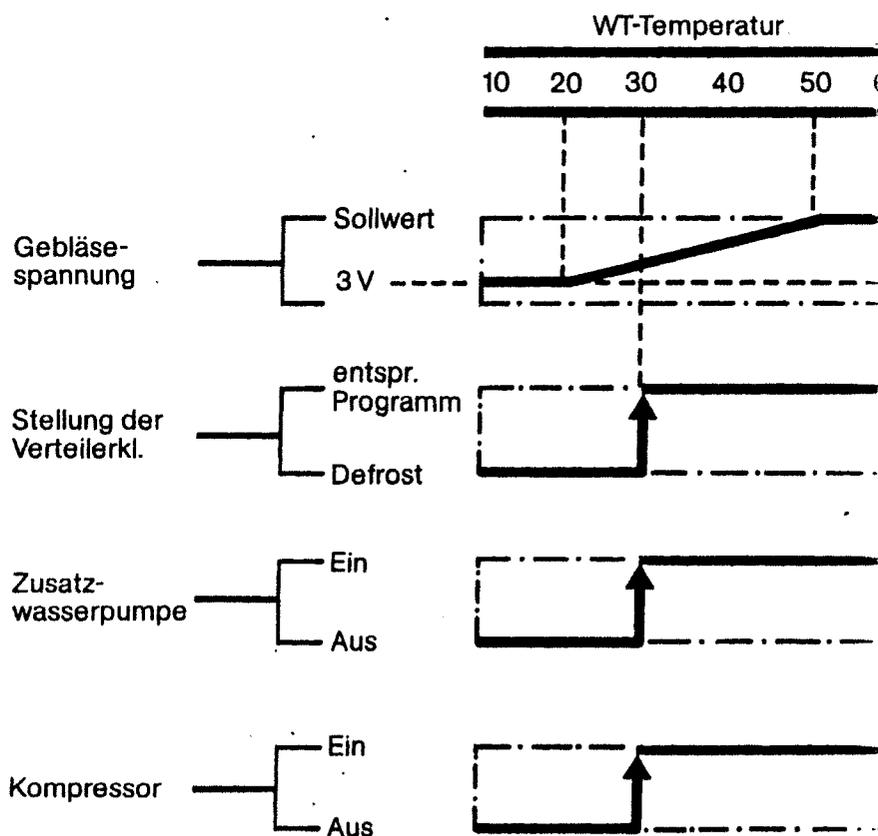
Ist nur die Standheizung oder Standlüftung angeschlossen, wird unabhängig von der Außentemperatur immer das vorhandene Gerät angesteuert. Mit eingebauter Multifunktionsschaltuhr kann die Standheizung oder Lüftung mit vertauschter Temperaturschwelle betrieben werden durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „Ein“ und „Temp“.

### 5.11 Kaltstartverriegelung

Um Zugbelastung im Fahrgastraum zu verhindern, werden beim Kaltstart in Abhängigkeit von der linken Wärmetauschertemperatur die Luftverteilungsklappen in Stellung Defrost gesteuert. Es sind alle Klappen geschlossen, nur die Entfrosterklappen sind 100% auf und das Gebläse läuft mit einer Minimalspannung von 3 V. Ebenfalls abgeschaltet ist der Kompressor und die Zusatzwasserpumpe.

Die Kaltstartverriegelung ist nur dann wirksam, wenn die Kühlmitteltemperatur  $< 30^{\circ}\text{C}$  ist (abgenommen am Wärmetauscherfühler links) und die Hilfsstellgröße  $Y_{II}$  100% beträgt.

Das bedeutet, daß die Temperaturdifferenz zwischen Wärmetauschersolltemperatur (TemperaturwählradEinstellung plus Außentemperatur) und der tatsächlich gemessenen Wärmetauschertemperatur (Fühler links) mehr als  $20^{\circ}\text{C}$  beträgt, d. h. z. B. Wärmetauscher Soll  $50^{\circ}\text{C}$  und tatsächlich gemessene Temperatur am Wärmetauscher  $20^{\circ}\text{C}$ . Wenn die Temperaturdifferenz kleiner als  $20^{\circ}\text{C}$  oder die Wärmetauschertemperatur größer als  $30^{\circ}\text{C}$ , ist die Kaltstartverriegelung aufgehoben. Die Gebläsespannung steigt von  $20^{\circ}\text{C}$  Wärmetauschertemperatur linear bis  $50^{\circ}\text{C}$  Wärmetauschertemperatur mit zunehmender Kühlmittelerwärmung auf den eingestellten Sollwert. Bei max. Einstellung des Luftmengenwählrads und bei Programm „Defrost“ ist keine Kaltstartverriegelung möglich (siehe Funktionsdiagramm).



### **5.12 Defrostlauf nach Ausschalten der Zündung**

Die verschiedenen Luftaustrittsklappen werden mit Schrittmotoren betätigt. Da keine Rückführopotentiometer verwendet werden, wird jede Klappenposition durch Speicherung der einzelnen Schritte bestimmt. Diese vorherigen Klappenpositionen bleiben 1 min nach Ausschalten der Zündung gespeichert, danach wird aus Funktions- und Justagegründen die Klappenstellung Defrost eingestellt. Erst nach ca. 2 min ist das Steuergerät stromlos und damit funktionsunfähig.

Folgende Klappenstellungen ergeben sich:

Fußraum-, Fondraumheizungs-,  
Fondraumbelüftungs-, Belüftungs-  
und Umluftklappen zu

Schichtungsklappen warm

Entfrosterklappen auf

Frischluftklappen auf

Gebälse aus.

### **Eichlauf nach Anklempen der Batterie**

Das Steuergerät erkennt jetzt die zuletzt eingestellten Klappenpositionen nicht mehr.

Das Steuergerät steuert jetzt die verschiedenen Schrittmotoren mit einer Maximalschrittzahl an, so daß die Klappen in die Endlagenposition „Auf“ oder „Zu“ laufen. Sollten die Klappen nach einiger Zeit in Endlage stehen (die Motoren werden weiter angesteuert), so wird der Antrieb (Motor und Getriebe) aufgespannt (Klappen haben eine Gummilippe), bis das Motordrehmoment nicht mehr ausreicht. Der Antrieb schnell dann wieder zurück, was als „Kratz“-Geräusch hörbar ist. Der Eichlauf dauert ca. 30 bis 40 s.

## 6. Signalverarbeitung

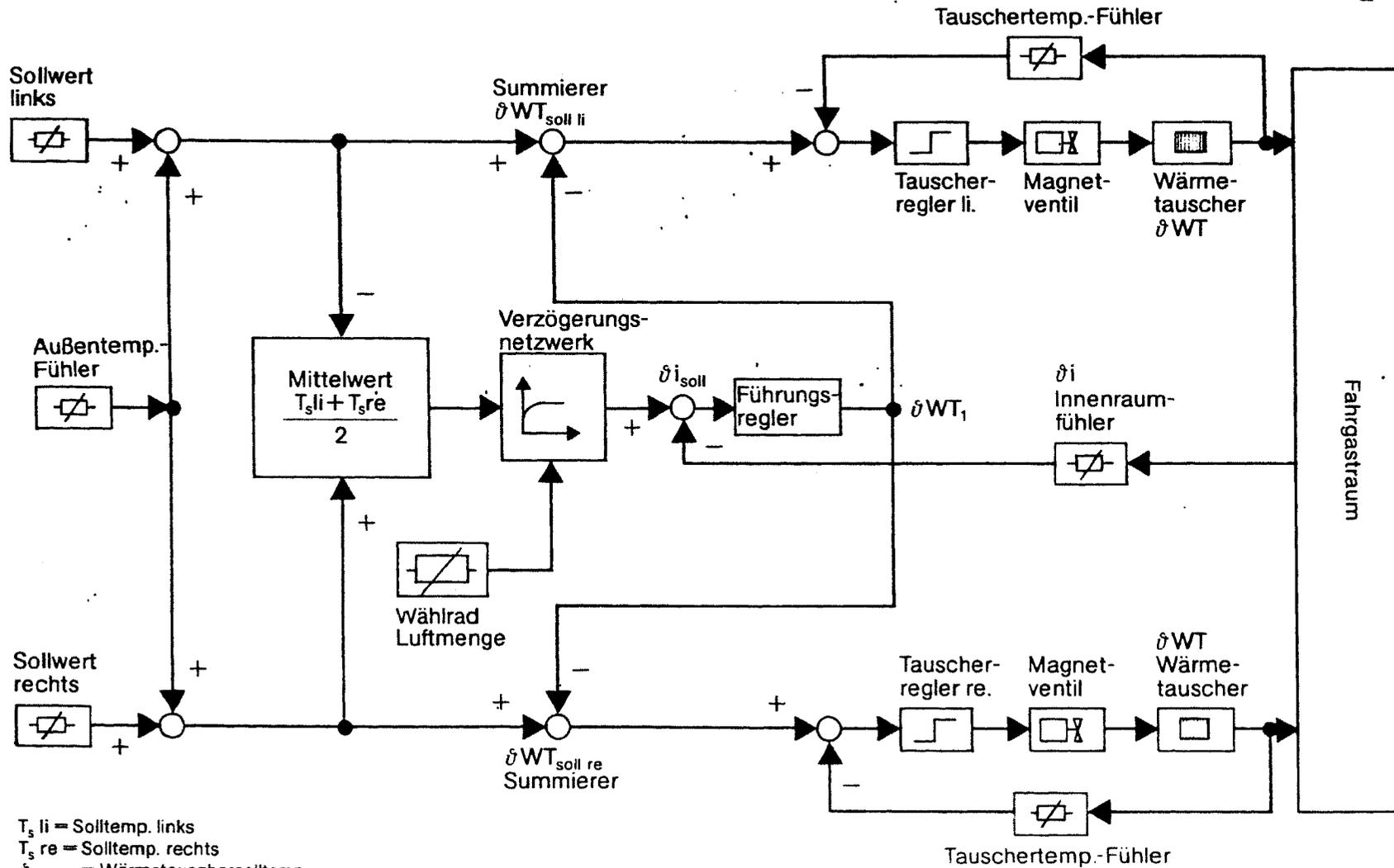
### 6.1. Funktionsbeschreibung der Temperaturregelung zu nachfolgendem Blockschaltbild

Die beiden getrennt angeordneten Sollwertsteller ermöglichen dem Fahrer und Beifahrer die individuelle Einstellung der von ihnen gewünschten Innenraumtemperatur  $\vartheta_{i,soll}$ . Aus den elektrischen Signalen der Sollwertsteller wird ein Mittelwert gebildet. Dieser gelangt über eine Verzögerungsschaltung zum Regler, wo die Regeldifferenz zwischen  $\vartheta_{i,soll}$  und dem Innenfühlersignal  $\vartheta_i$  gebildet wird. Gleichzeitig wird dieser Wert durch Aufschaltung des Außenfühlersignals  $\vartheta_A$  korrigiert (z. B. bei 0°C Außentemperatur 5°C Aufschaltung auf den Sollwert).

Die resultierende Regelabweichung wird vom P-Regler in eine entsprechende Ausgangsgröße, hier die Wärmetauschertemperatur  $\vartheta_{WT}$  überführt. Zu dieser Ausgangsgröße wird in den Summierern ein gewichteter Anteil des jeweiligen Sollwertstellers addiert, so daß sich der für Fahrer und Beifahrer individuelle Wärmetauscher-Temperatursollwert  $\vartheta_{WTsoll \text{ i/r}}$  ergibt. Im nachfolgenden unterlagerten Regelkreis wird die dazugehörige WT-Temperatur eingestellt und konstant gehalten. Dazu wird der WT-Sollwert  $\vartheta_{WTsoll}$  im WT-Temperaturregler in ein Steuersignal für das Magnetwasserventil umgesetzt und damit der Wasserdurchfluß gesteuert. Am Wärmetauscher befindet sich ein Fühler, der als Rückmeldung dient. Das Signal des Fühlers wird am Eingang des unterlagerten Regelkreises mit dem Temperatursollwert  $\vartheta_{WTsoll \text{ i/r}}$  verglichen. Falls hier eine Regelabweichung auftritt, wird der Wasserdurchfluß entsprechend geändert, bis die Regelabweichung verschwindet und die WT-Temperatur dem Sollwert  $\vartheta_{WTsoll \text{ i/r}}$  entspricht. Wird ein Sollwertsteller allein oder beide unterschiedlich betätigt, gelangt der gewichtete Anteil des Signals direkt über den Summierer in den unterlagerten Regelkreis und bewirkt hier einen geänderten Wasserdurchfluß und damit eine andere WT-Temperatur. Als Folge davon wird sich auch die Temperatur im Fahrzeuginnenraum ändern und mit einer bestimmten zeitlichen Verzögerung auch das Innenraumfühlersignal.

Da der eigentliche Temperaturregler nicht aktiviert werden soll, muß die Regelabweichung Null bleiben. Daher muß das geänderte Sollwertstellersignal, das über den Mittelwertbildner und das Verzögerungsnetzwerk zum Regler gelangt, mit der gleichen zeitlichen Verzögerung wie das Innenraumfühlersignal eintreffen. Das Verzögerungsnetzwerk wird weiterhin vom Luftmengenwähler und damit von der eingestellten Luftmenge beeinflusst, da in direkter Abhängigkeit die Heizleistung verändert wird. Das bedeutet, eine große Luftmenge hat eine kürzere Verzögerung des Signals und eine kleinere Luftmenge eine längere Verzögerung zur Folge.

6.1 Blockschaltbild  
Temperaturregelung



$T_{s li}$  = Solltemp. links  
 $T_{s re}$  = Solltemp. rechts  
 $\delta WT_{soll}$  = Wärmetauschersolltemp.  
 $\delta_{soll}$  = Innenraumsolltemp.

## 6.2 Steuergerät Klimaautomatik

Im Blockbild 8 sind die Zusammenhänge innerhalb des Steuergerätes dargestellt.

Um alle Eingangssignale, die Versorgungsspannung und die Ausgangssteuerleitungen des Systems nach außen zu führen, werden bei den verwendeten 4 Steckern 104 Anschlüsse zur Verfügung gestellt.

Weil die Eingangssignale, die Temperaturfühler, der Schichtungssteller usw. in analoger Form auftreten, ist im Mikroprozessorbaustein ein Analog-/Digital-Wandler integriert.

Aufgabe des A/D-Wandlers ist es, die analogen Meßsignale so umzuformen, daß diese der Mikrocomputer verarbeiten kann. Damit mit nur einem A/D-Wandler mehrere analoge Meßsignale verarbeitet werden können, ist dem Wandlereingang ein Multiplexersystem (MUX) vorgeschaltet.

Die Detaildarstellung (Bild 9) zeigt, daß das Multiplexersystem insgesamt 16 Meßsignale aufnehmen kann.

Man stelle sich vor, daß der elektronische Meßstellenumschalter, im Prinzipbild 10 allerdings als mechanischer Schalter dargestellt, in weniger als  $\frac{1}{1000}$  sec alle Meßstellen abfragen kann.

Im ersten Moment wird das Meßsignal M1 durchgeschaltet, analog-digital gewandelt und im Mikrocomputer abgespeichert.

Der im elektronischen Klimagerät eingebaute Multiplexer (MUX) kann sehr schnell 16 Meßstellen hintereinander abfragen, die Meßwerte wandeln und abspeichern. Im Anschluß daran können die einzelnen gewandelten Signale verknüpft und im Computersystem verarbeitet werden.

In elektronischen Systemen werden die einzelnen Meßwerte adressiert und durchgeschaltet. Mit 4 binären Signaleingängen können  $2^4$ , also 16 Meßsignale, gezielt adressiert werden.

In Bild 9 werden die durchgeschalteten analogen Signale von der Analog-Digital-Wandlung noch durch V1 und V2 verstärkt. Für den normalen Fall durchläuft das Meßsignal den Verstärker V1, die Meßbereichsauflösung ist dadurch noch grob. Durchläuft das bereits vorverstärkte Signal anschließend den Verstärker V2, so steigt die Verstärkung und damit die Auflösung weiter an. Diese Steigerung der Meßwertauflösung wird für die Temperaturregelung benötigt.

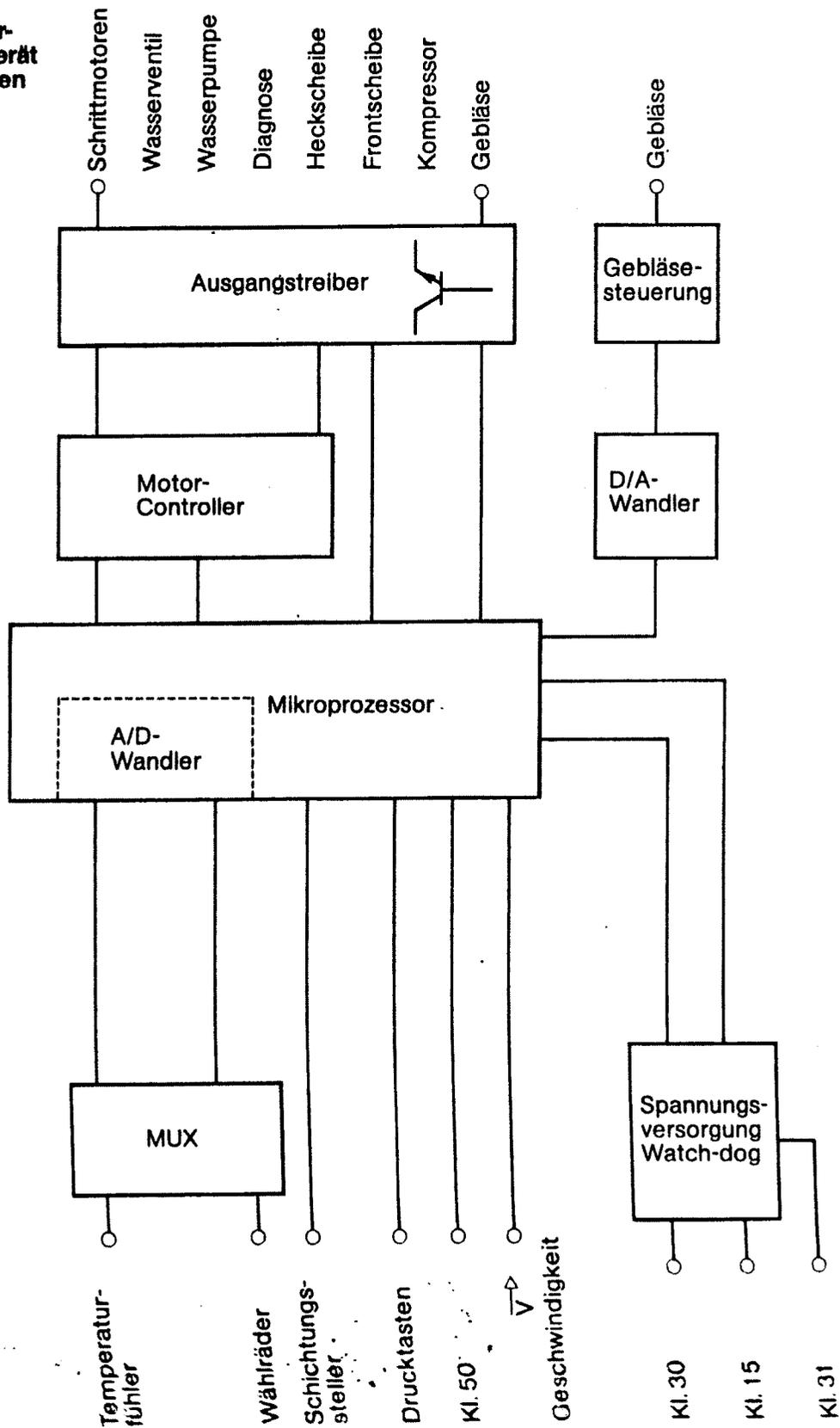
In dem Block Spannungsversorgung ist außerdem eine Watch-dog-Schaltung vorgesehen (Bild 8).

Beim Einwirken von Störimpulsen auf das System oder bei Unterschreiten der Speisespannung wird, um eine Fehlfunktion zu vermeiden, durch die Watch-dog-Schaltung ein Auto-Reset vorgenommen. Dadurch wird das System wieder in einen definierten Betriebszustand gebracht.

Auf der Ausgangsseite durchlaufen die Steuersignale für die Schrittmotoren einen Motor-Controller, bevor diese über Ausgangstreiber auf die Schrittmotoren geschaltet werden. Ebenso werden auch die anderen Steuersignale über Ausgangstreiber an die Aktuatoren geführt.

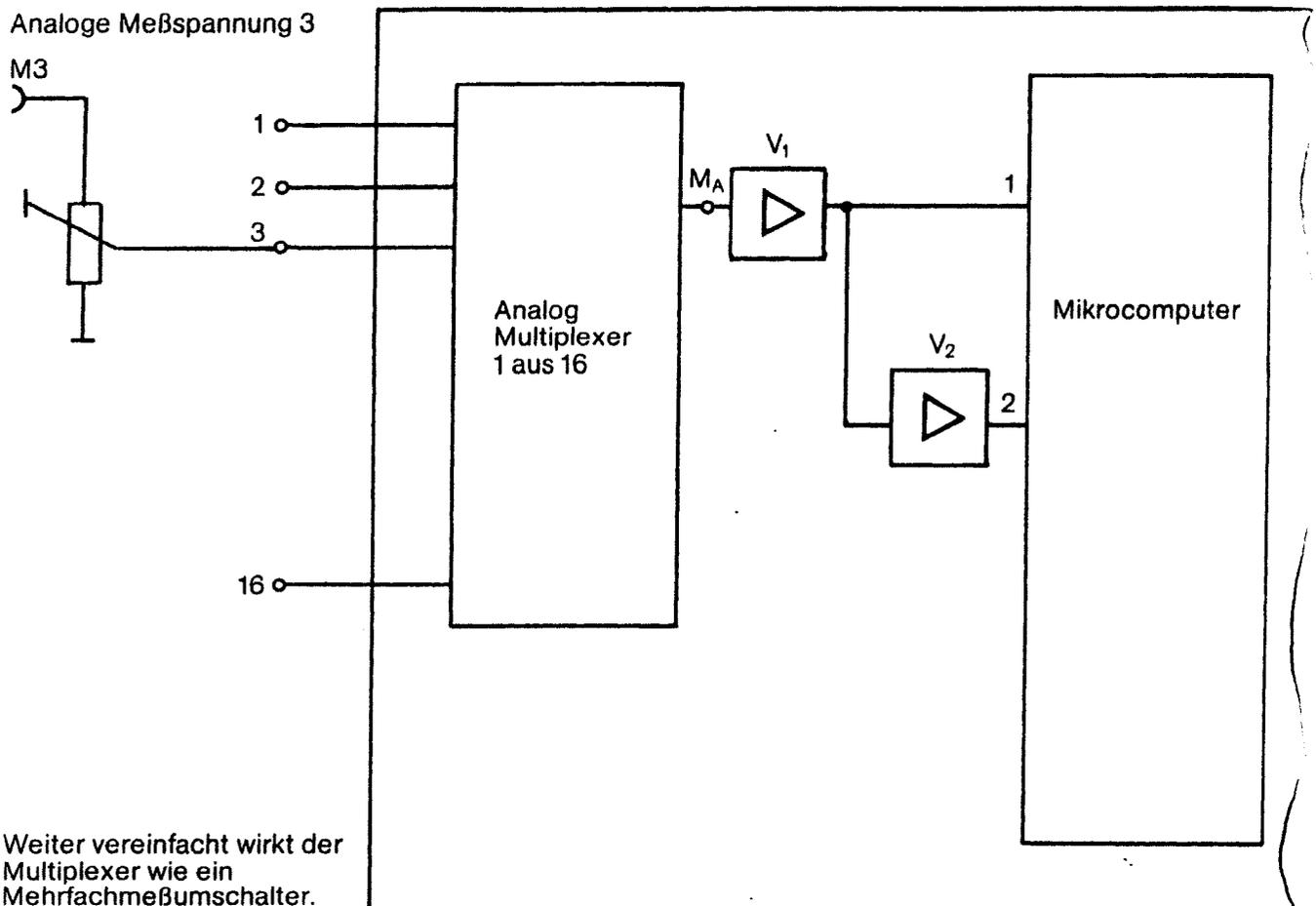
## 6.2 Steuergerät

Bild 8 - Blockdarstellung Steuergerät der elektronischen Klimaautomatik

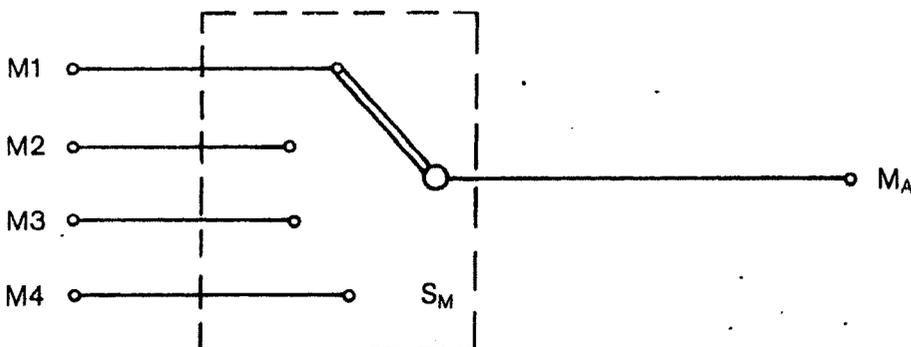


## 6.2 Steuergerät

**Bild 9 – Prinzipdarstellung des Meßstellenumschalters mit Multiplexer (MUX)**



**Bild 10 – Vereinfachtes Prinzip eines 4fach-Meßstellenumschalters**



## 6.2 Steuergerät

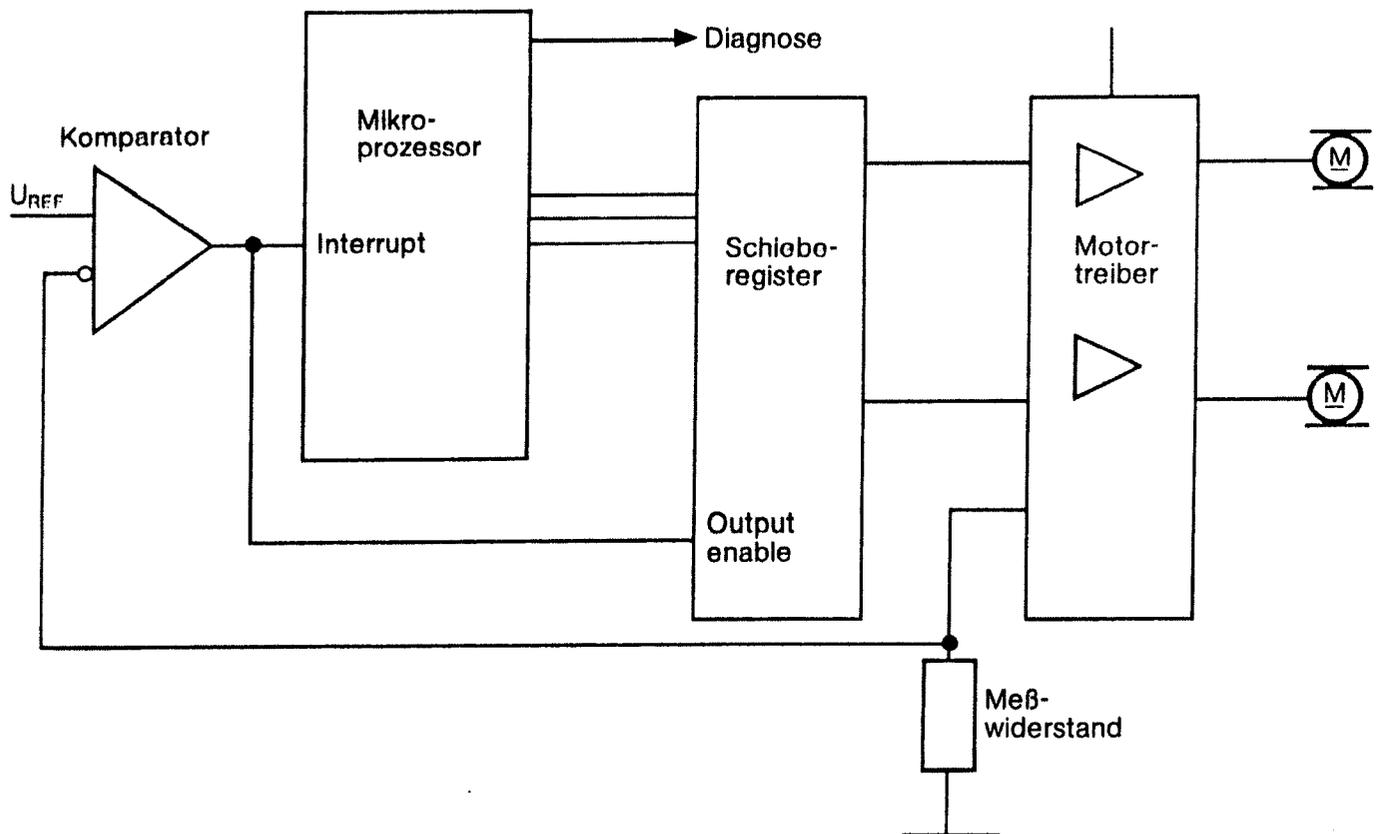
Das Ansteuersignal „Gebläse“ durchläuft einen Digital-/Analog-Wandler, bevor es der Gebläsesteuerung zugeführt wird.

Bild 12 zeigt die Schaltung für den Kurzschlußschutz der Schrittmotorengänge.

Im Kurzschlußfalle tritt am Meßwiderstand  $R_{MESS}$  ein Spannungsabfall auf. Bei Überschreitung von  $U_{REF}$  schaltet der Komparator um und löst Interrupt (Unterbrechung) aus. Der Fehler kann in diesem Falle abgespeichert werden.

Bis zur Reparatur des defekten Bauteiles wird ein Notlauf durch Annahme von Ersatzwerten aufrechterhalten.

**Bild 12 – Darstellung des Kurzschlußschutzes für Schrittmotorengänge**



## 7. Ersatzwertbereitstellung (Notlauffunktion)

Bei Ausfall von Temperatur-Sollwertstellern, Temperaturfühlern, Luftmengenwähler und Schichtungssteller regelt das Steuergerät mittlere Ersatzwerte ein.

Ausfall Sollwertsteller links od. rechts	Temperaturregelung 50%
Ausfall Wärmetauscherfühler	55 °C Wärmetauschertemperatur
Ausfall Innenfühler	24 °C Innenraumtemperatur
Ausfall Außenfühler	0 °C Umgebungstemperatur
Ausfall Verdampferfühler	-5 °C Verdampfertemperatur (Kompressor aus)
Ausfall Gebläsewähler	ca. 7 V Gebläsespannung (50%)
Ausfall Schichtungssteller	Schichtungsklappenstellung Mitte (50% warm)

## 8. Diagnose

Der Microcomputer des Steuergeräts umfaßt auch einen Fehler-  
speicher.

Darin können gespeichert werden:

- Kurzzeit-Fehler  
(sog. sporadische Fehler)
- Zum Zeitpunkt der Prüfung noch  
vorhandene Fehler  
(Dauerfehler).

Diese Speicherung wird nur bei  
laufendem Motor bzw. eingeschalteter  
Zündung und noch  
max. 2 min nach Ausschalten der  
Zündung aufrechterhalten. Danach  
ist der Fehlerspeicher gelöscht.  
Eine Fehlerrücksetzung erfolgt  
auch über Abklemmen der Batterie.  
Es ist dadurch eine Rücksetz-  
möglichkeit mit dem Tester  
nicht notwendig.

### Prüfmöglichkeiten mit dem BMW Service Test-Gerät

Temperaturwählrad:  
links/rechts

Prüfung des Potentiometerabgriffs  
links: Leitung am Steuergerät  
SRA 4  
Rechts: Leitung am Steuergerät  
SRA 8  
Die Plus- bzw. Minusversorgung  
der beiden Potentiometer wird  
dadurch indirekt ebenfalls geprüft  
(SRA 20, SRA 16)

Luftmengenwählrad:

Prüfung des Potentiometerabgriffs  
Leitung SRA 5  
Indirekte Prüfung auch der Plus-  
bzw. Minusversorgung des  
Potentiometers (SRA 20, SRA 16)

Schichtungssteller:

Prüfung des Potentiometerabgriffs  
Leitung SRA 17  
Indirekte Prüfung auch der Plus-  
bzw. Minusversorgung des  
Potentiometers (SRA 20, SRA 16)

Außentemperaturfühler:

Prüfung des Fühlers mit beiden  
Leitungen SRA 16, SRA 7

Wärmetauscherfühler:  
links/rechts

Prüfung der Fühler mit den  
Leitungen  
Links: Leitung SRA 16, SRA 18  
Rechts: Leitung SRA 16, SRA 22

Durch Auslesung mit dem BMW  
Servicetest kann der Fehlerort und  
die Fehlerart erkannt werden.

Fehlerarten sind: Unterbrechung  
(Kabel, Wicklung, Fühler usw.)  
Kurzschluß

Eine Bedienung bzw. Ansteuerung  
von Funktionen an der Klima-  
automatik mittels des BMW  
Service-Testers ist nicht möglich.

### Ablauf nach dem Anschluß des BMW Test-Geräts

Intern:

Synchronisation, Adressierung und  
Kontrollen des Datenverkehrs vom  
Tester zum Steuergerät. Erkennt  
das Steuergerät die vom Tester  
angesprochene Adresse, so  
erfolgt die Ausgabe der Steuer-  
geräteidentifikation (Steuergeräte-  
stand, Versions-Nr.). Danach  
werden, falls vorhanden, Fehler  
ausgegeben. Die momentan ein-  
gestellten Funktionen am Heiz-  
bzw. Klimagerät bleiben erhalten.

Der Tester zeigt zusätzlich z. B. die  
momentane Einstellung der ein-  
zelnen Klappenpositionen der  
Potentiometer der Schalter des  
Bedienfeldes, die augenblicklichen  
Signale der Temperaturfühler und  
das Tastverhältnis der Wasser-  
ventile an. Es wird auch die Stell-  
größe Y ausgegeben.

Diagnoseschnittstelle: Diagnose-  
steckdose  
Sendeleitung DTX  
Empfängerleitung DRX

Innenraumtemperaturfühler:	Prüfung des Fühlers mit beiden Leitungen Leitung SRA 16, SRA 21
Verdampferfühler:	Prüfung des Fühlers und der beiden Leitungen Leitung SRA 16, SRA 9
Innenfühlergebläse:	Prüfung der Minusansteuerleitung des Gebläses Leitung SRA 6 Im Steuergerät erfolgt eine Spannungsabfallmessung vom Fühlergebläse, dadurch wird indirekt auch die Plusversorgung des Gebläses geprüft. (Spannung außerhalb Toleranz = Fehlermeldung)
Schrittmotoren:	Geprüft werden alle 4 Wicklungen einschließlich der 6 Zuleitungen aller 10 Schrittmotoren Im Steuergerät erfolgt eine Spannungsabfallmessung über die angesteuerten Wicklungen (Spannung außerhalb Toleranz = Fehlermeldung)
Wasserventile:	Prüfung der beiden Minussteuerleitungen zum Wasserventil links SLA 21 Wasserventil rechts SLA 23 Indirekte Prüfung auch der Plusversorgung Kl. 15 zu den Wasserventilen (Spannungsabfallmessung über die Wasserventilspulen)
Zusatzwasserpumpe:	Prüfung der Minussteuerleitung zur Spule des Zusatzwasserpumpenrelais SLA 22 Es erfolgt im Steuergerät eine Spannungsabfallmessung über die Relaispule (Steuerkreis). Nicht geprüft wird der Laststromkreis des Relais.

Heckscheibenheizung:

Prüfung der Minussteuerleitung zur Spule des Heckscheibenheizungsrelais SLA 7  
Spannungsabfallmessung über die Relaispule (Steuerkreis)  
Nicht geprüft wird der Laststromkreis über das Relais

**Keine Prüfung bzw. Fehlerauslesung mit dem BMW Servicetest ist möglich bei:**

- Kl. 50
- Diagnoseleitungen SLA 10 (RXD), SLA 20 (TXD)
- Gebläse mit Ansteuerung
- Heckscheibenheizung Funktionsleuchte
- Beleuchtung Bedienteil

Frontscheibenheizung:

Gleiche Prüfung wie Heckscheibenheizung (Leitung SLA 24)

Kompressoransteuerung:

Prüfung der Minussteuerleitung zur Spule des Kompressorrelais SLA 8 (Steuerkreis, Spannungsabfallmessung). Nicht geprüft wird der Laststromkreis.

Zusatzlüfteransteuerung:

Prüfung der Minussteuerleitung zur Spule des Zusatzlüfterrelais SLA 6 (Steuerkreis, Spannungsabfallmessung). Keine Prüfung des Laststromkreises.

## 9. Ergänzungen zum Kältemittelkreislauf

### Kompressor

Flügelzellenkompressor fünf-  
flügelig.

Ein Temperaturschalter in der  
Ölfüllschraube mißt die Gehäuse-  
temperatur des Kompressors.  
Er schaltet bei 130 °C (Gehäuse-  
temp.) den Kompressor über  
die Magnetkupplung aus  
(Öltemperatur  $\approx$  dann 150 °C).

### Eingebaut sind drei Druckschalter im Trockner (Hochdruckteil)

Ein Hochdruckschalter schaltet die  
Magnetkupplung „Aus“ bei 30 bar,  
„Ein“ bei 23 bar.

Ein Niederdruckschalter schaltet  
die Magnetkupplung „Aus“  
bei < 1,2 bar, „Ein“ bei > 2,2 bar

Ein Mitteldruckschalter bewirkt  
abhängig vom Druck die Einschalt-  
ung des Zusatzlüfters in St. II  
„Ein“ bei 17,5 bar, „Aus“ bei 14,5 bar.

Kältemittelfüllmenge für 730i und  
735i (E 32) 1950 g.