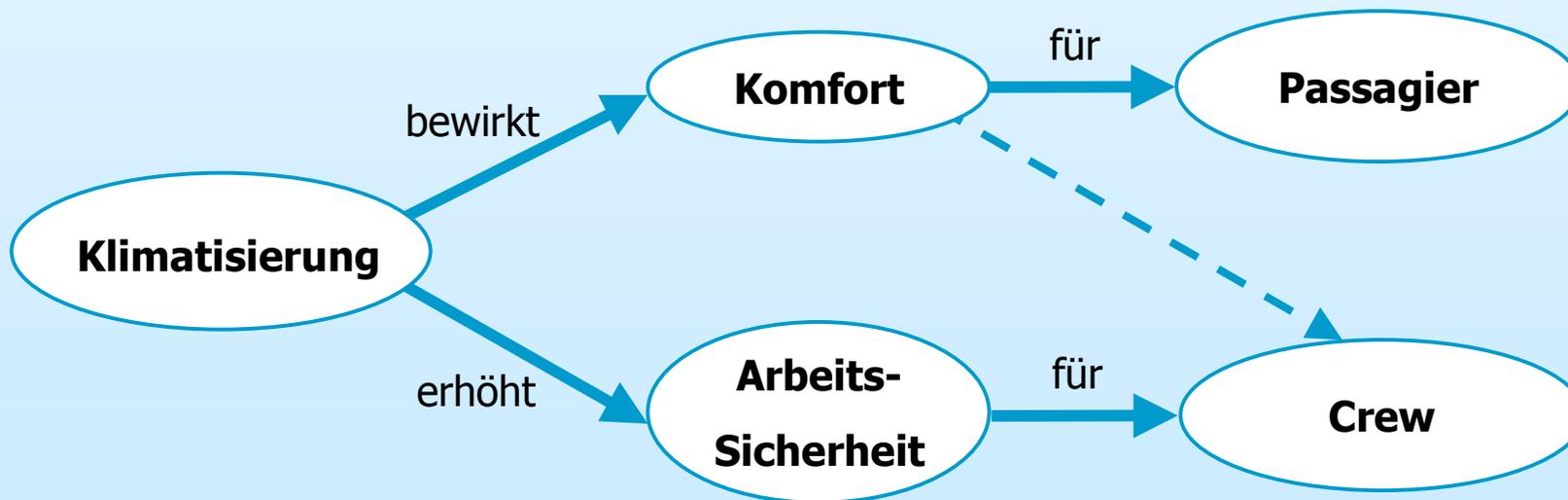




## Diplomarbeit

Entwicklung und Realisierung  
einer automatischen Regelung  
für die Klimaanlage des Hubschraubers EC 135

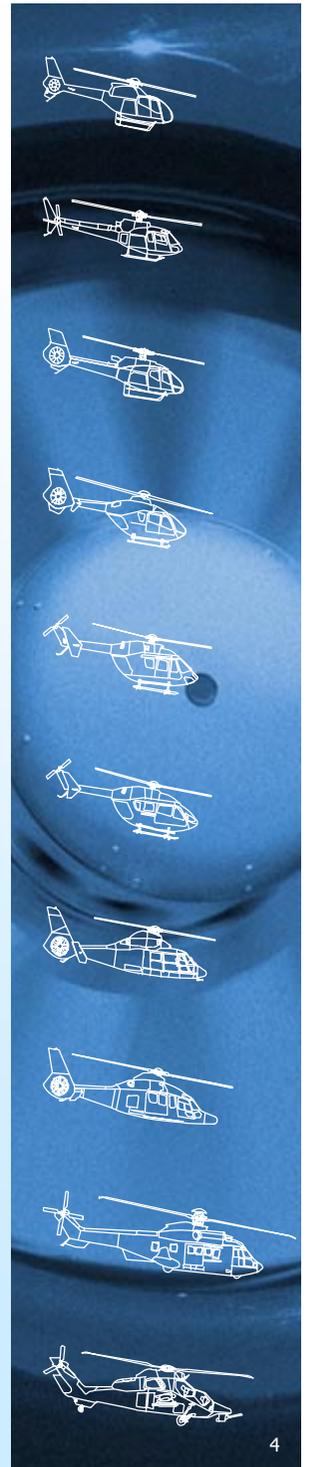
- Anforderungen an moderne Verkehrsmittel
  - Komfort
  - Sicherheit
- Funktionaler Zusammenhang



- Ermittlung der Systemkomponenten
- Auswahl geeigneter Systemkomponenten
- Zusammenstellung technischer Datenblätter



- Hubschrauber EC 135
- Klimasystem der EC 135
  
- Varianten der Klimatisierung
- Automatische Klimatisierung
  
- Systemkomponenten
  
- Zusammenfassung



- Leichter Vielzweckhubschrauber
- Zulassung nach JAR 27
- Zwei Triebwerke der 400kW Klasse
- Platz für bis zu 8 Personen (je nach Ausstattung)
- Hauptsächlich Einsatz bei Polizei, BGS, Luftrettung

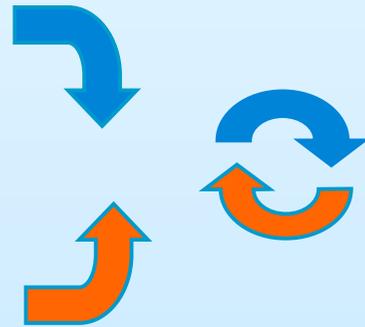


# Klimasystem der EC 135 Ist-Zustand

- Getrennte Systeme für die Erzeugung von
  - Kaltluft (Verdampfer)
  - Warmluft (Triebwerke)

- Getrennte Auslässe für

■ Kaltluft  
(von oben)

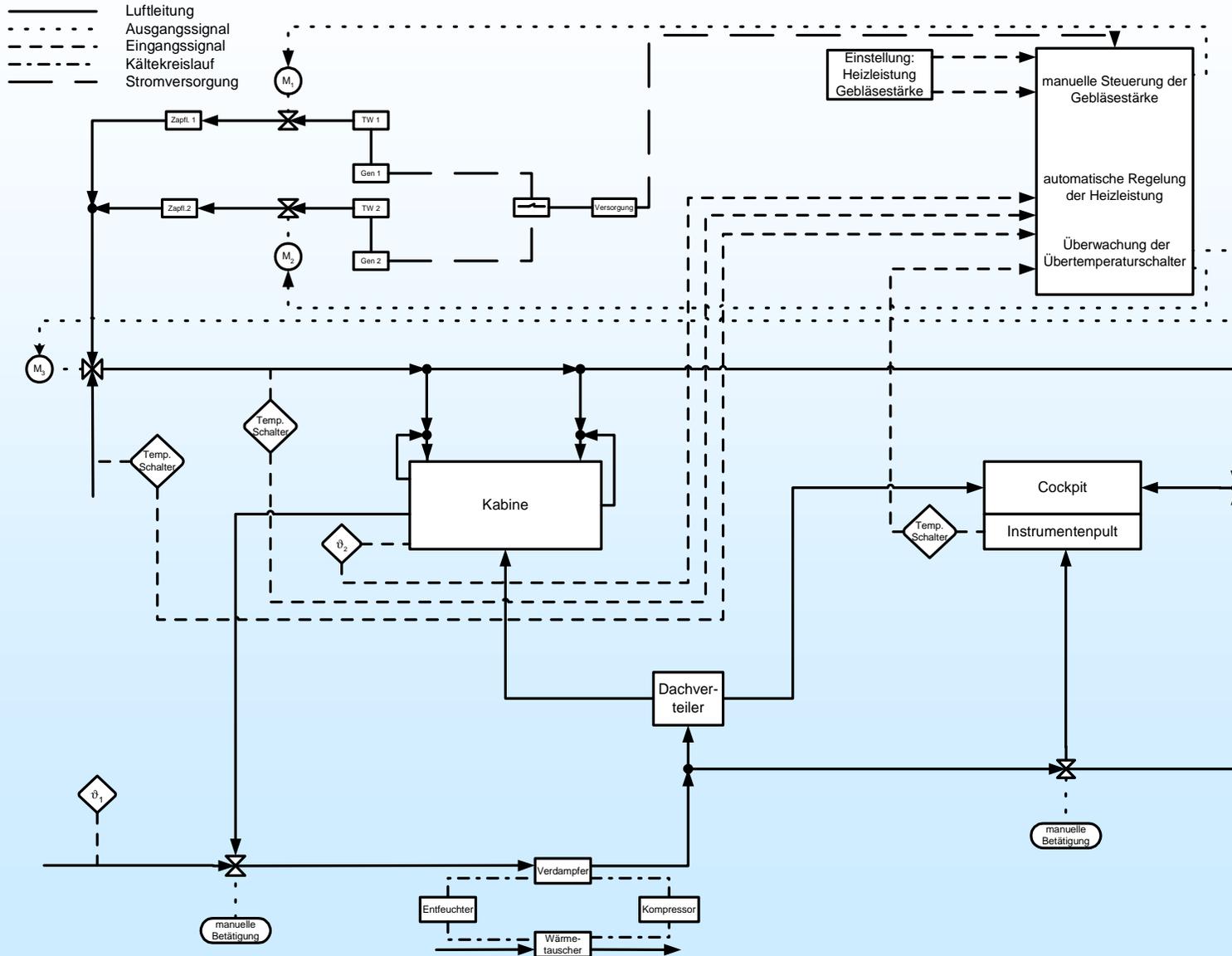


■ Warmluft  
(von unten)

Durchmischung  
durch  
thermische Konvektion

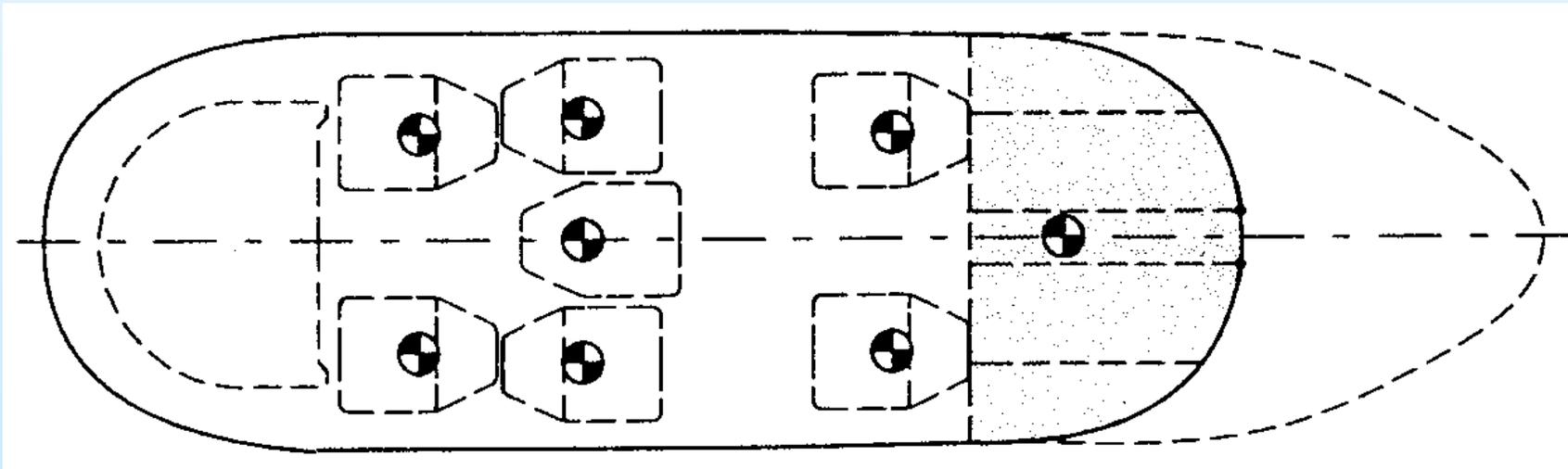


# Klimasystem der EC 135 Ist-Zustand



# Varianten der Klimatisierung Klimazonen - Übersicht

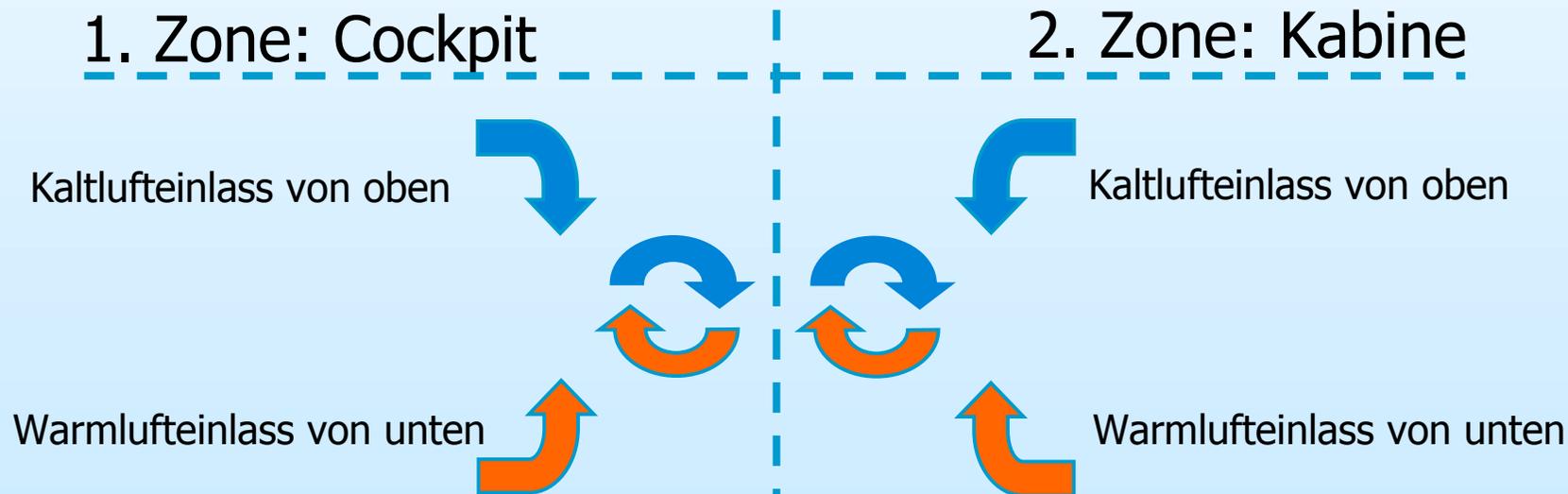
- Ein-Zonen-Klimatisierung
- Zwei-Zonen-Klimatisierung
- Drei-Zonen-Klimatisierung
- Individual-Zonen-Klimatisierung



# Varianten der Klimatisierung

## Zwei-Zonen-Klimatisierung

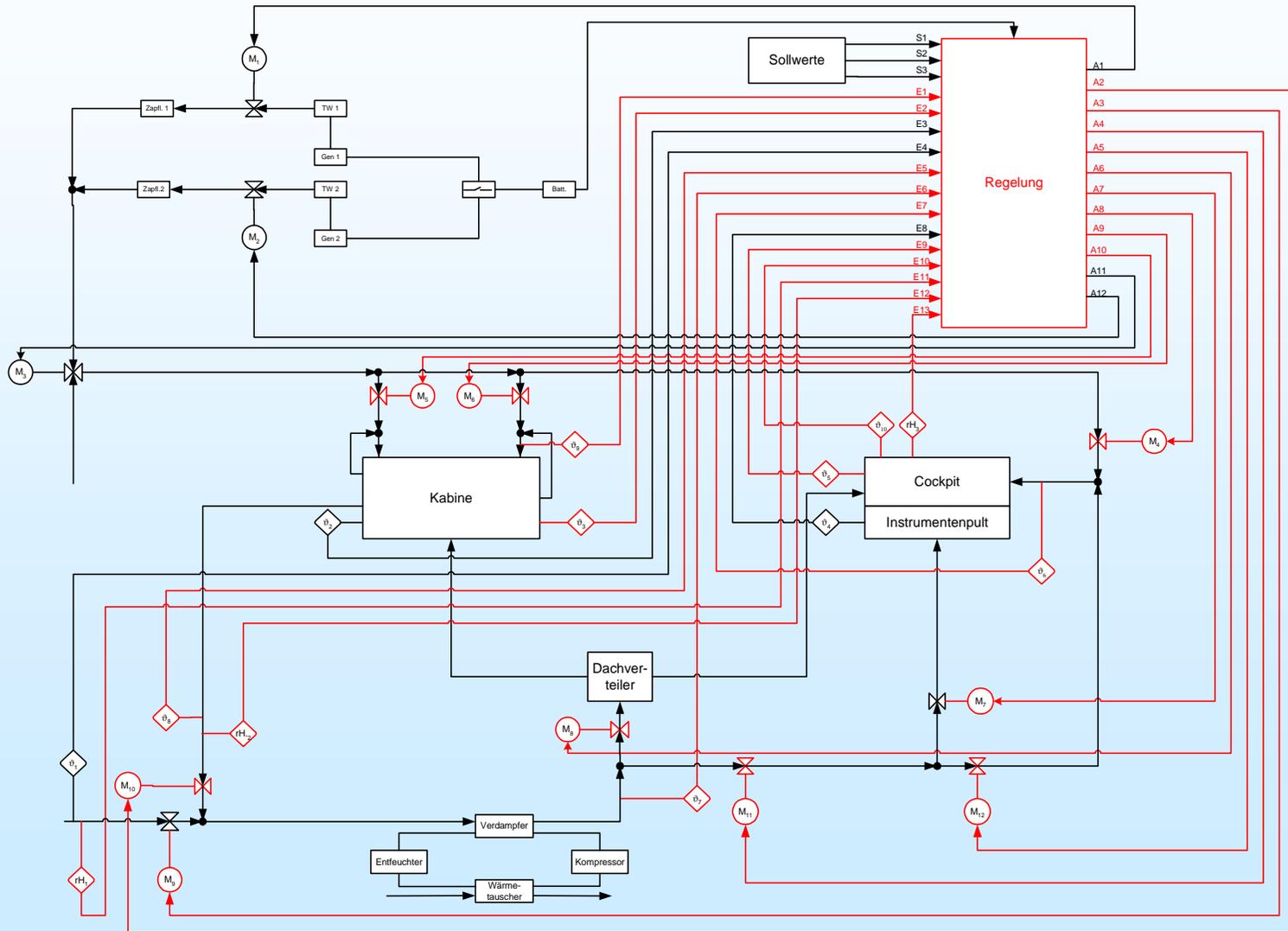
- Ausgewählt für Realisierung in der EC 135
  - berücksichtigt unterschiedliche Belastungszustände von Besatzung und Passagieren
  - verwendet das bestehendes Luftleitsystem



# Automatische Klimatisierung Enthalpieregulung

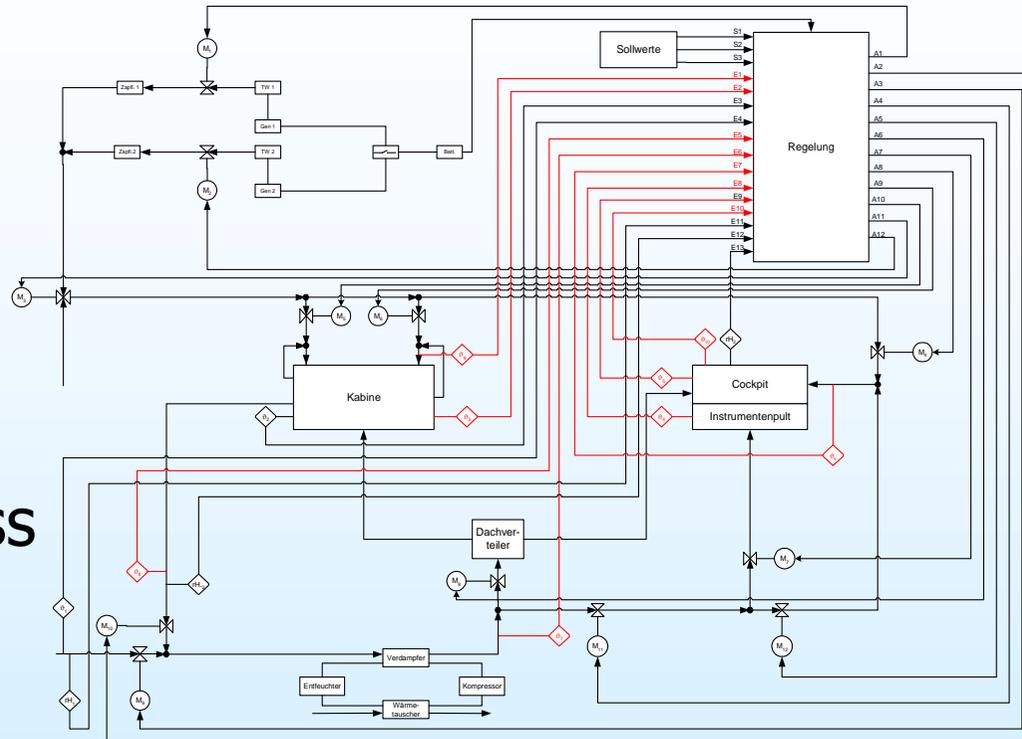
- **Enthalpie:** Energiegehalt der Luft
- **abhängig:** Temperatur, Wassergehalt, Luftdruck
  
- **Ziel:** Senkung des Energieverbrauches der Klimaanlage
- **Methode:** Messung der Enthalpie von Außen- und Umluft
- **Messung:** Temperatur, Feuchte
- **Vorgehen:** Verdampfer wird Luft mit der geringeren Enthalpie zugeführt



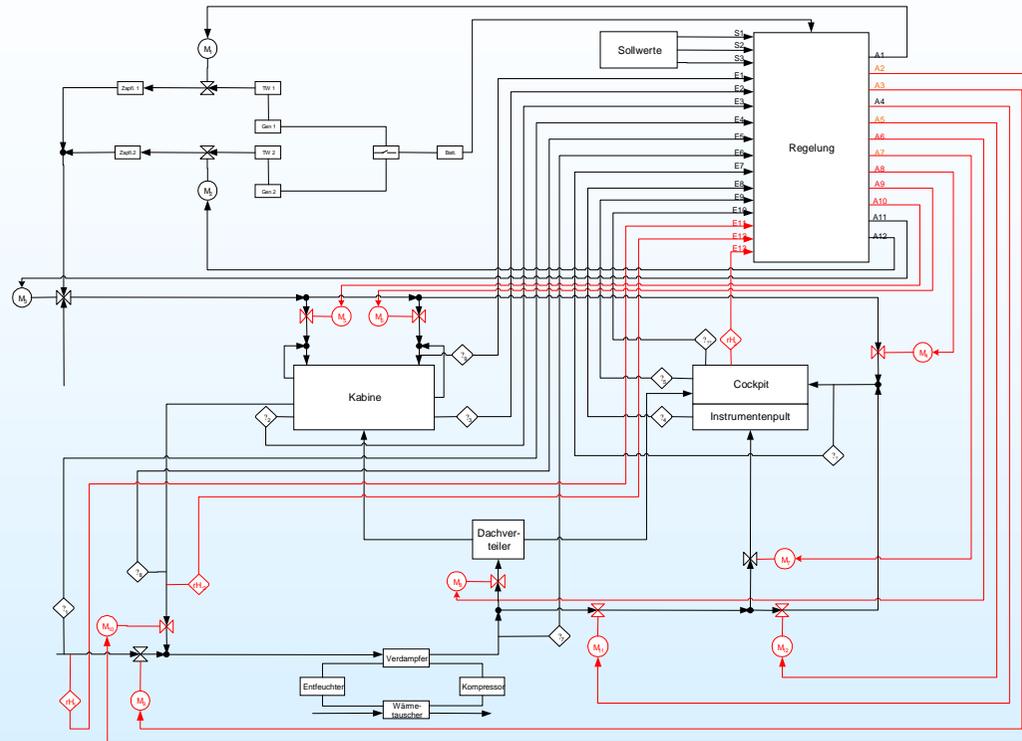


# Automatische Klimatisierung Temperatursensoren

- Cockpit
- Instrumentenpult
- Frontscheibenauslass
- Frontscheibe
  
- Kabine
- einströmende Kabinenluft
- Umluft
- Verdampferausgang



# Automatische Klimatisierung Feuchtesensoren und Stellglieder



- Aussenfeuchte
- Umluftfeuchte
- Feuchte Cockpit
  
- Regelklappe Umluftzufuhr
- Regelklappe Dachverteiler
- Regelklappen Cockpit-Belüftungssystem
- Regelklappen Warmluftzufuhr Kabine



# Systemkomponenten Bedienelemente Cockpit

## ■ Funktionsschalter

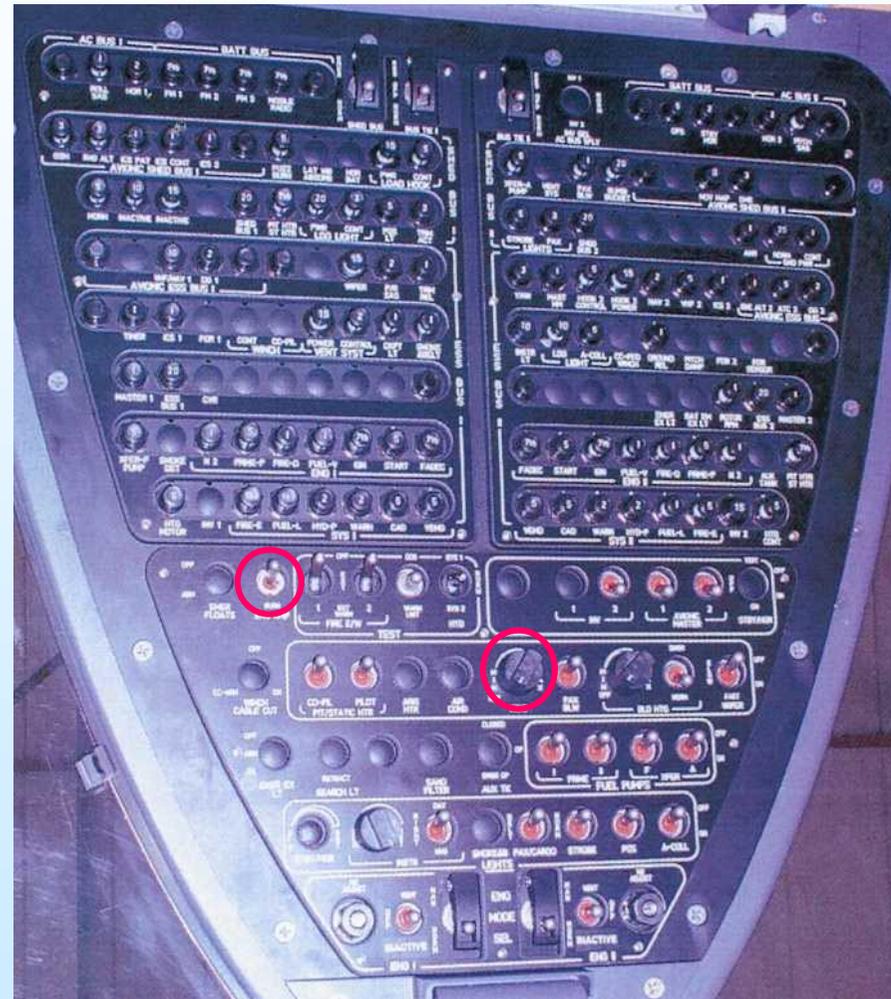
Kippschalter

## ■ Temperaturwahl und Gebläseeinstellung

Drehschalter

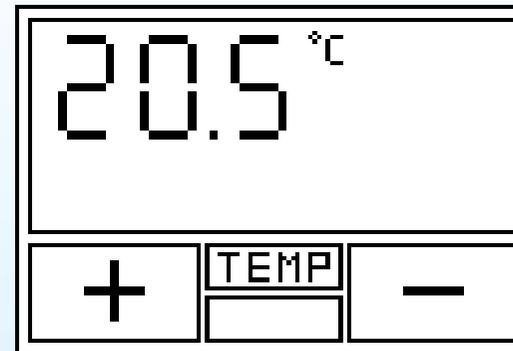
## ■ Anzeige

Stellung des Bedienelementes



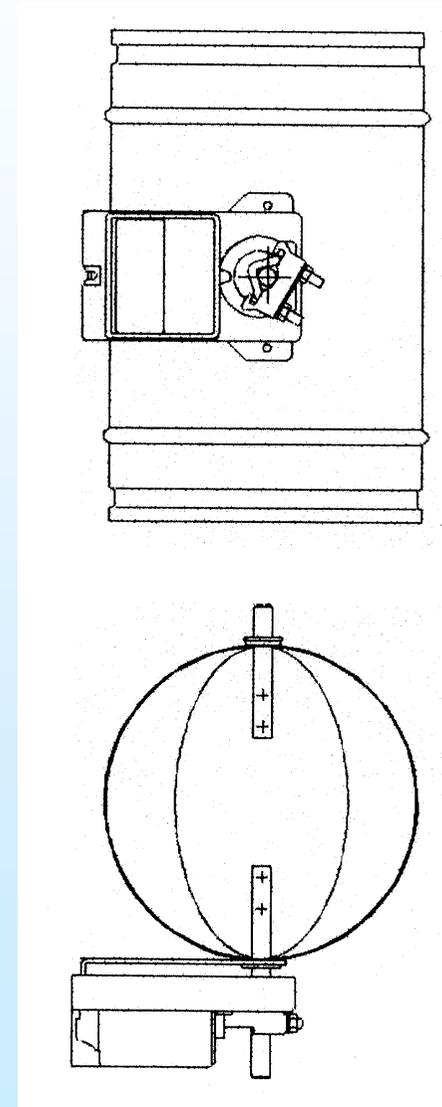
# Systemkomponenten Bedienelemente Kabine

- Temperaturwahl  
Tasten
- Anzeige  
digital



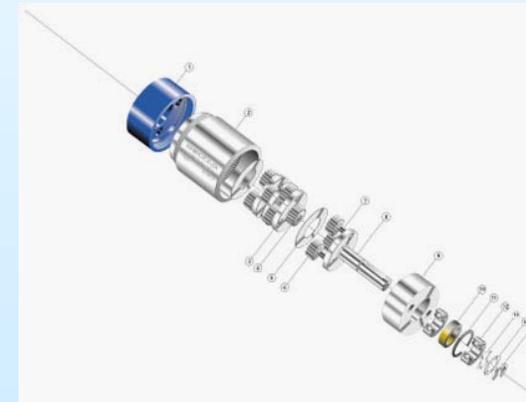
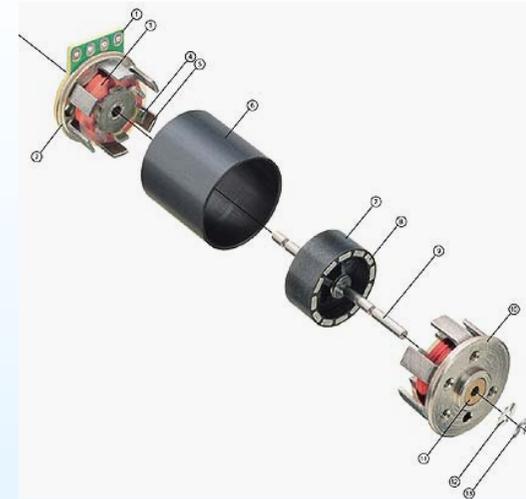
# Klimasystem der EC 135 Stellglieder

- Je Luftkanal ein Stellglied
- Je Stellglied ein Antrieb
- Ausführung als Butterfly-Valve
  - einfache Konstruktion
  - sehr geringes Drehmoment
  - kleine Antriebe



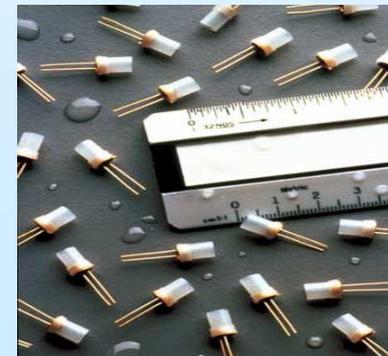
# Systemkomponenten Stellantriebe

- Positionierantrieb
  - Motor
  - Getriebe
  - Servoregler
  
- Verstellweg :  $90^\circ$
  
- geringes Gewicht



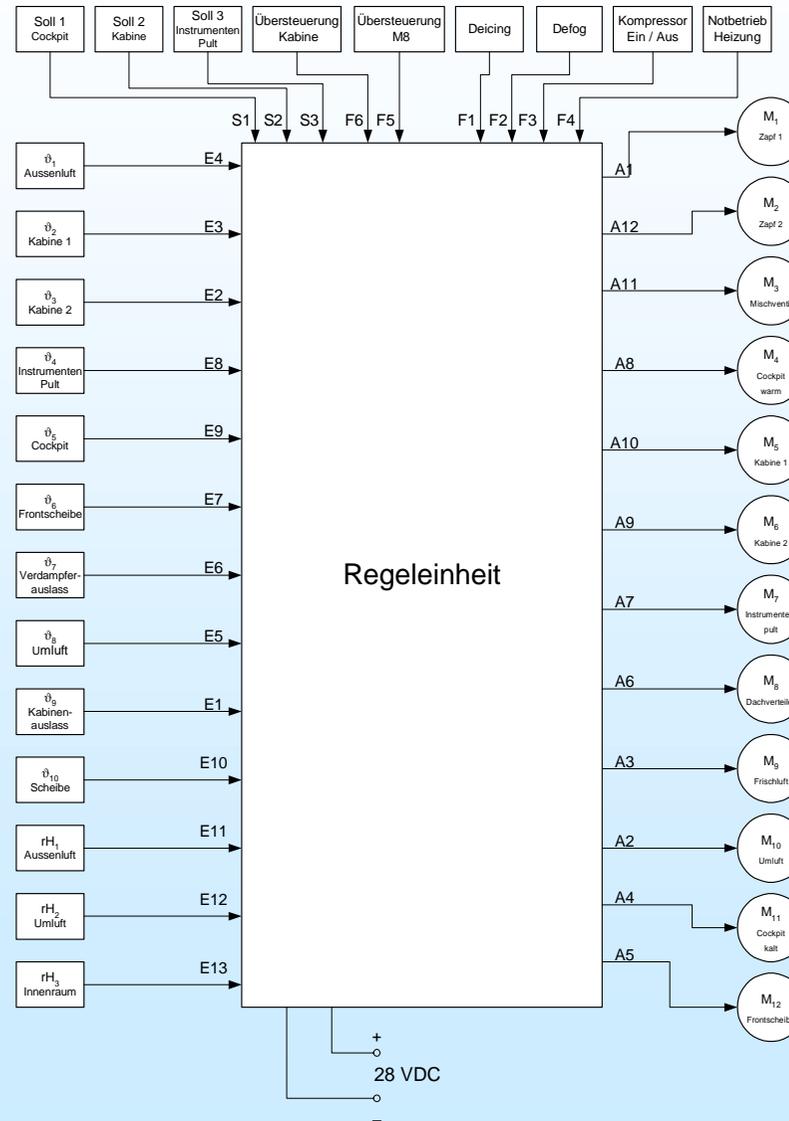
# Systemkomponenten Messglieder

- **Temperaturmessung**
  - Sensorgebläse
  - Temperaturfühler IC als Konstantstromquelle
- **Feuchtemessung**
  - kapazitive Messung
- **Verhinderung von Beschlag**
  - Taupunktermittlung aus Messdaten
  - Scheibentemperatur über Infrarotmessung



# Systemkomponenten Regeleinheit - Übersicht

- Funktionseingänge
- Messeingänge
- Stellausgänge
- Versorgungsspannung



### ■ Auszug aus der tabellarischen Übersicht

Signal	Funktion	Bezeichnung	Arbeitsweise	Verdrahtung	Zusatz 1	Zusatz 2
<b>Versorgung</b>						
V1	Versorgung	Rail Switch	Umschalter	-	Notbetrieb	Umschaltung Versorgung
...						
<b>Solleingänge</b>						
S1	Potentiometer	Cockpit	analog	-	18 bis 25°C	Sollwert
...						
<b>Messeingänge</b>						
E1	Temperatursensor	ø9	analog	2-polig	AD590	Temperatur
...						
<b>Sonderfunktionen</b>						
F1	Kompressor	Air Cond	Ein/Aus	2-polig	Betriebsituation	manuell
...						
<b>Ausgänge</b>						
A4	Stellmotor	M11	Servoregler	8-polig	Cockpit kalt	automatisch
...						



## ■ Auszug aus den tabellarischen Übersichten

- Betriebszustände
- Sonderbetriebszustände

Soll - Ist	Betriebsart	Innen - Aussen	Kompressor	M7	M12	M9	M8	M11	M4	M1	M2	M3	
<b>Temperaturregelung</b>													
Ts<Ti	Kühlen	Ta<Ti	1 + Frischluft		R								
Ts=Ti	Halten	Ta<Ti	0 + Umluft + Zapfluft		R	R		R		R	R	R	
Ts>Ti	Heizen	Ta<Ti	0 + Zapfluft		R					R	R	R	
<b>Verteilung Cockpit</b>													
Ts<Ti	Kühlen	Ta<Ti		R	R		R	R					
Ts=Ti	Halten	Ta<Ti		R	R		R	R	R				
Ts>Ti	Heizen	Ta<Ti		R	R		R	R	R				
<b>Defoging</b>													
Defog	Heizen Kühlen	Ta<Ti	1 + Gebläse max.	R	R	R		R		1	R	R	R



- Komplexe automatische Regelung durch getrennte Luftführungen für Warm- und Kaltluft
- Resultat: Vielzahl von
  - Messgliedern
  - Stellgliedern
- Entwicklung der elektronischen Regelung noch offen



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



**Damit es auch nach dem Einsatz schön kuschelig warm ist ...**

