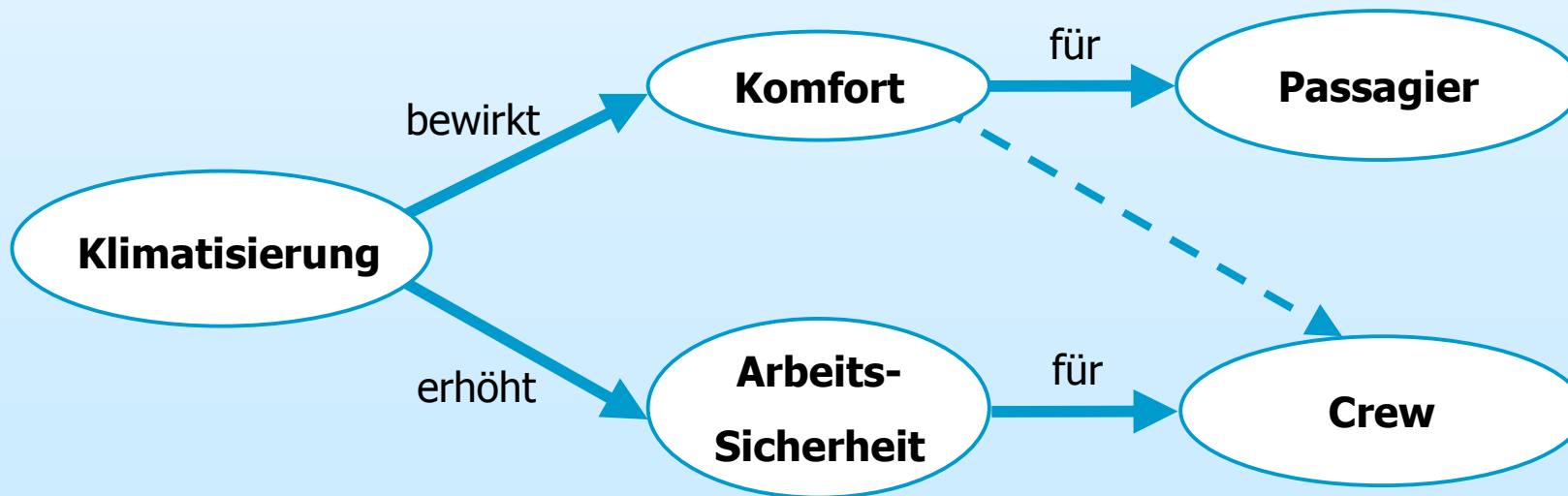




Diplomarbeit

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

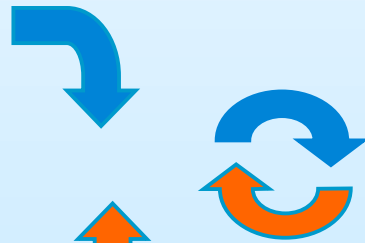


Klimasystem der EC 135 Ist-Zustand

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

- Getrennte Auslässe für

■ Kaltluft
(von oben)

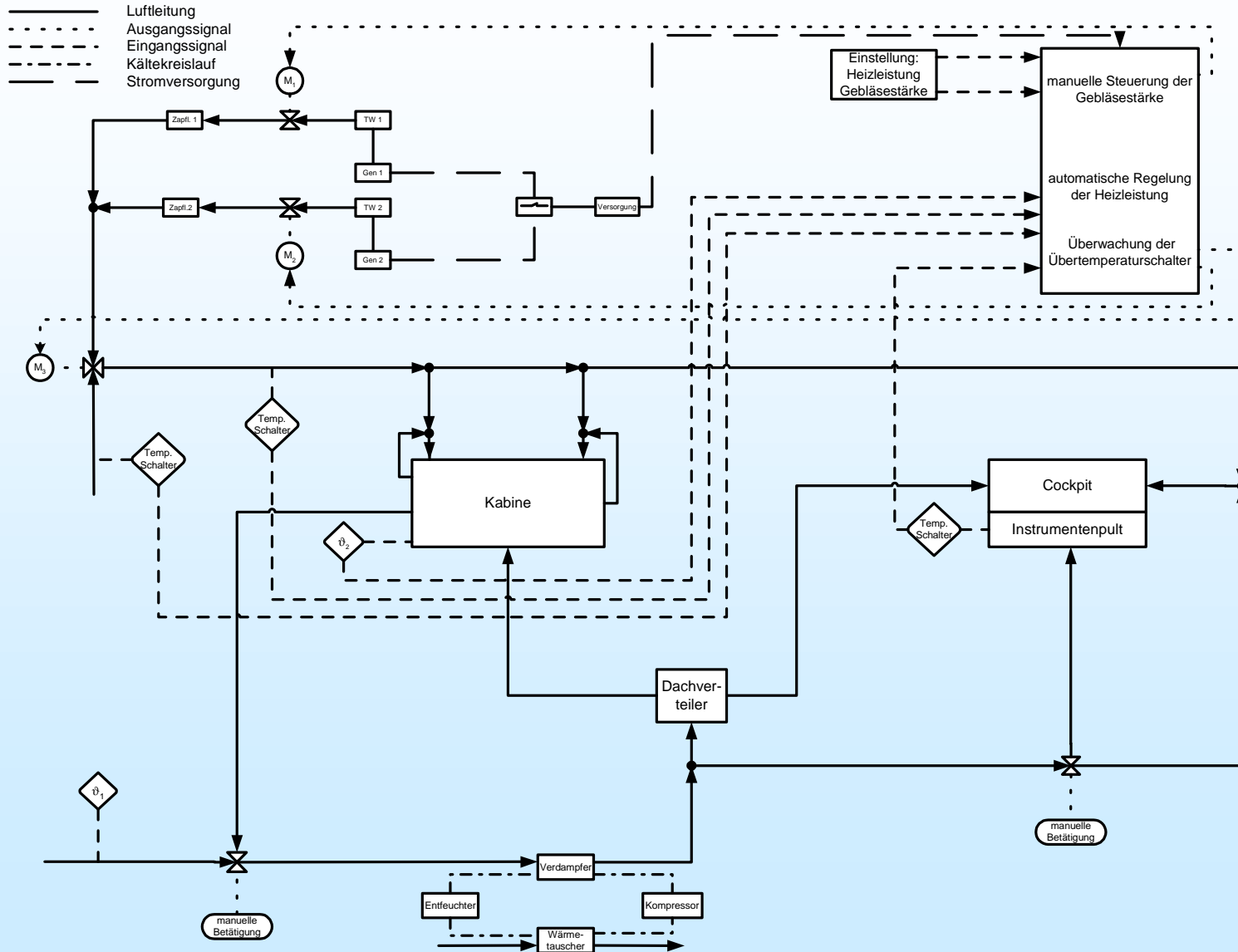


■ Warmluft
(von unten)

Durchmischung
durch
thermische Konvektion

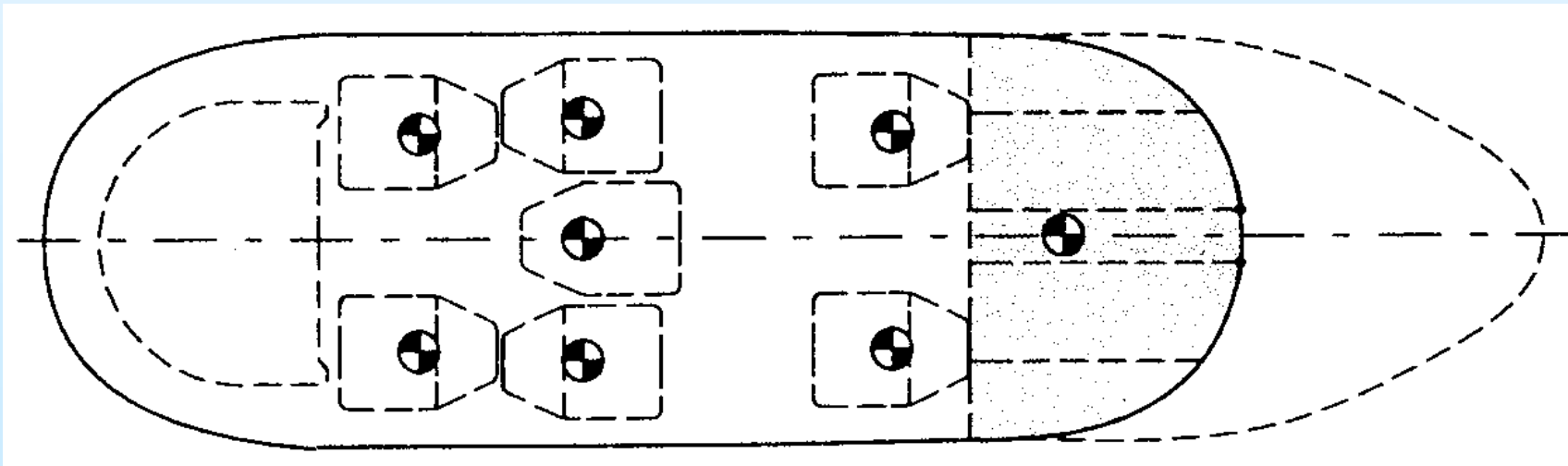


Klimasystem der EC 135 Ist-Zustand



Varianten der Klimatisierung Klimazonen - Übersicht

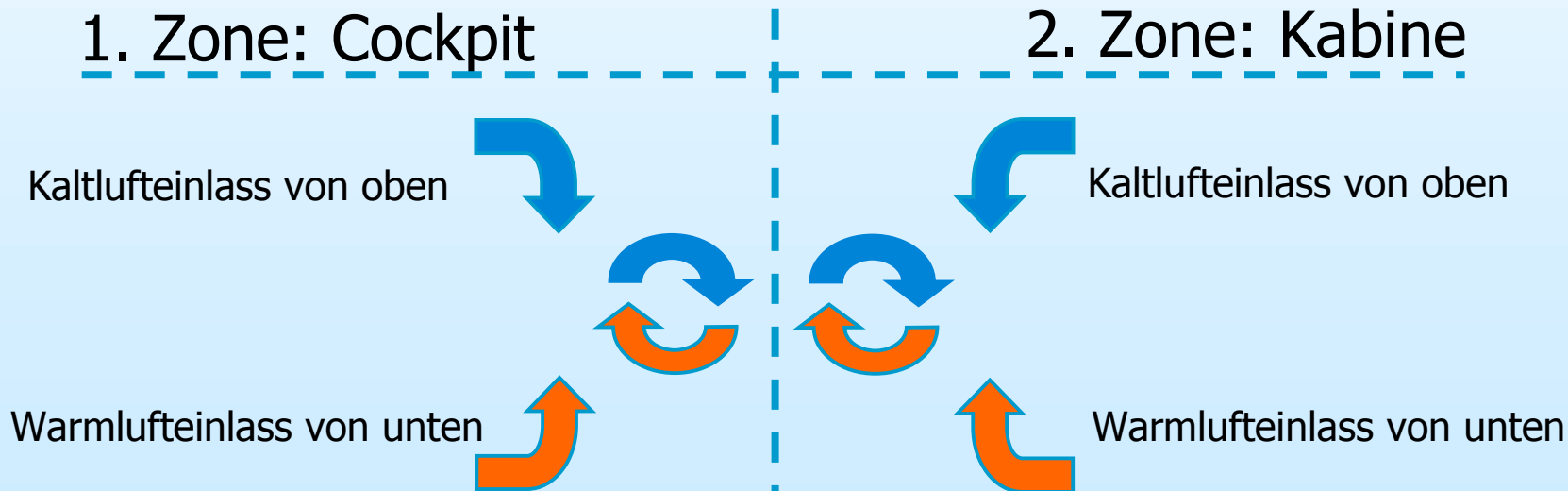
- Ein-Zonen-Klimatisierung
- Zwei-Zonen-Klimatisierung
- Drei-Zonen-Klimatisierung
- Individual-Zonen-Klimatisierung



Varianten der Klimatisierung

Zwei-Zonen-Klimatisierung

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



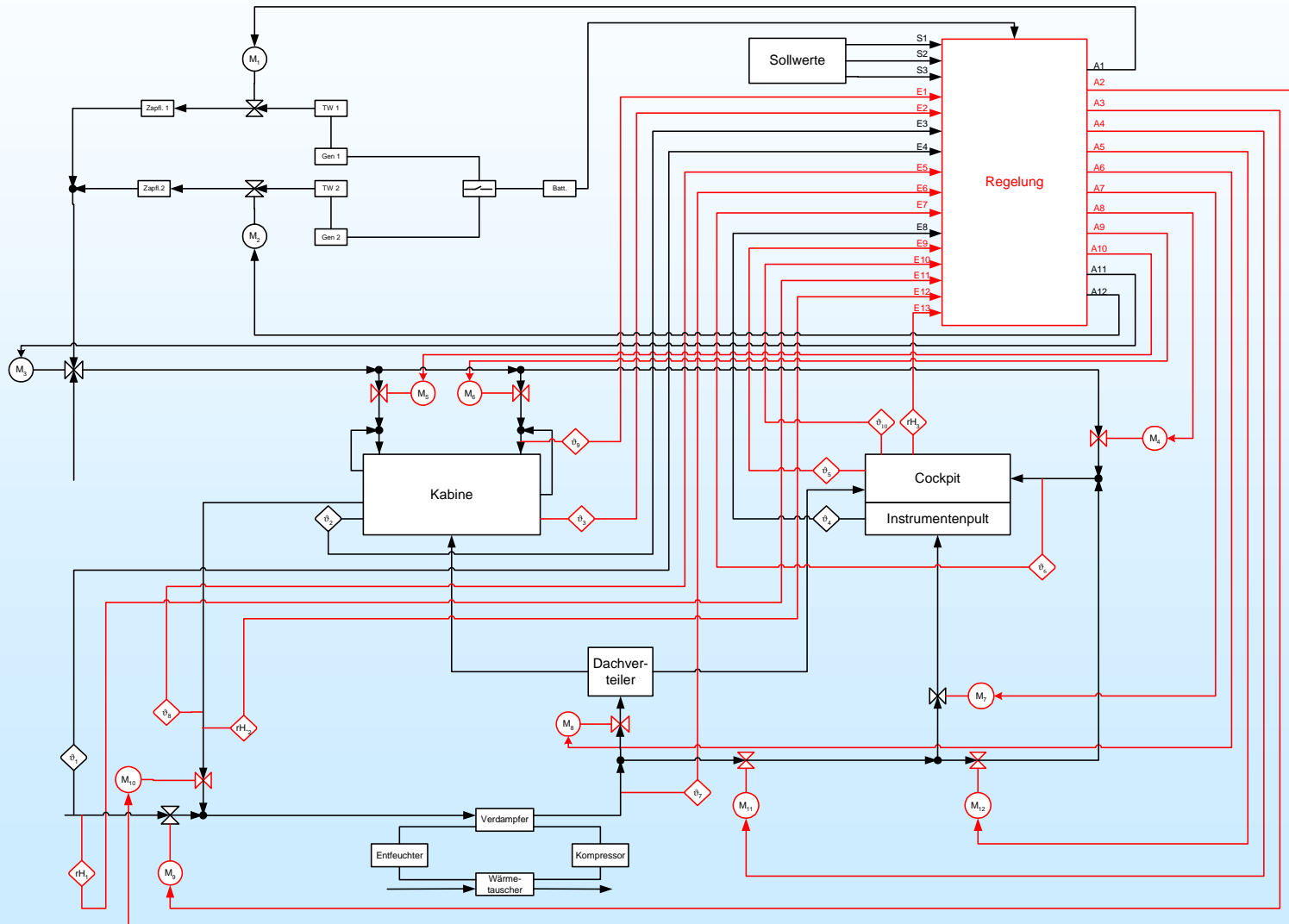
Automatische Klimatisierung Enthalpieregulierung

- **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



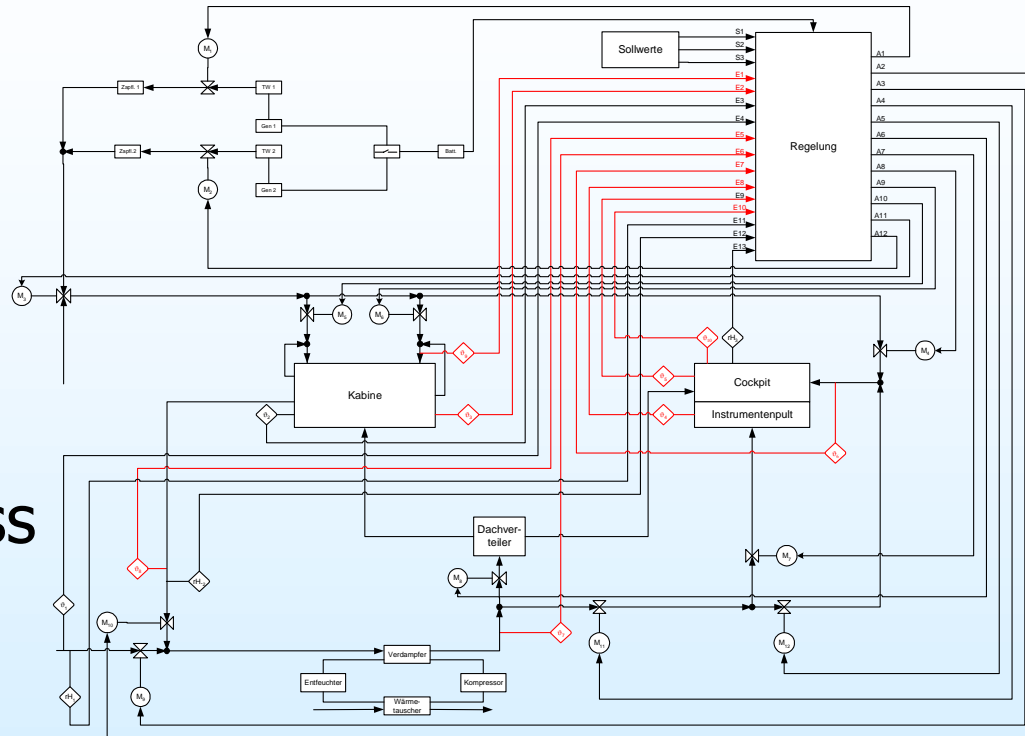
Automatische Klimatisierung



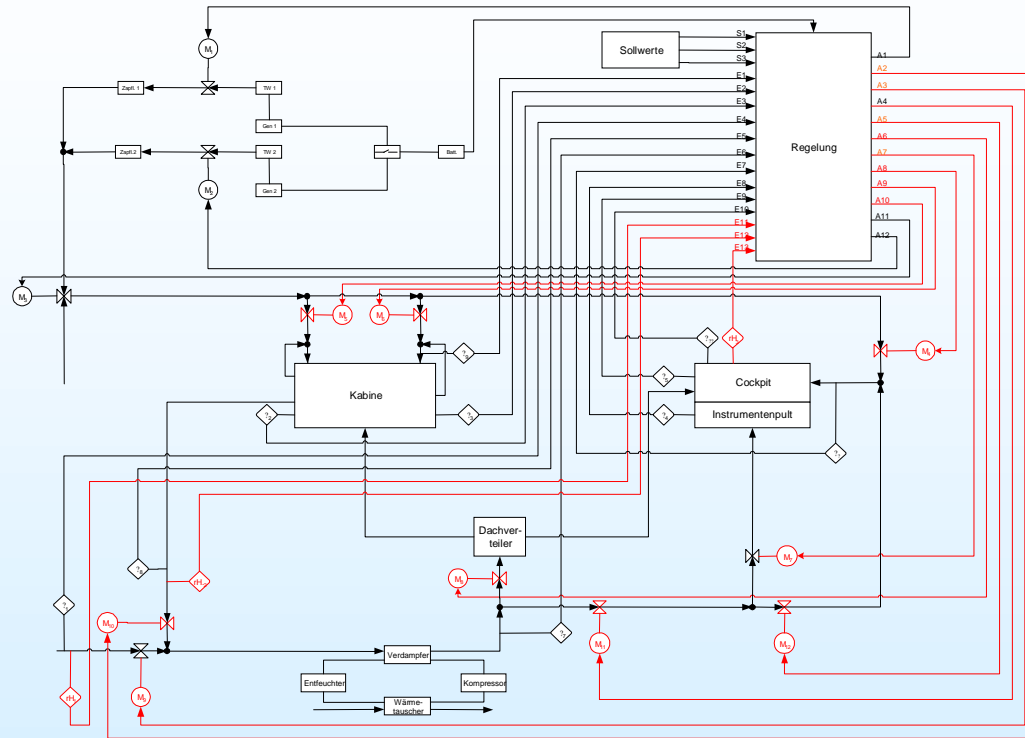
Automatische Klimatisierung Temperatursensoren

- 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

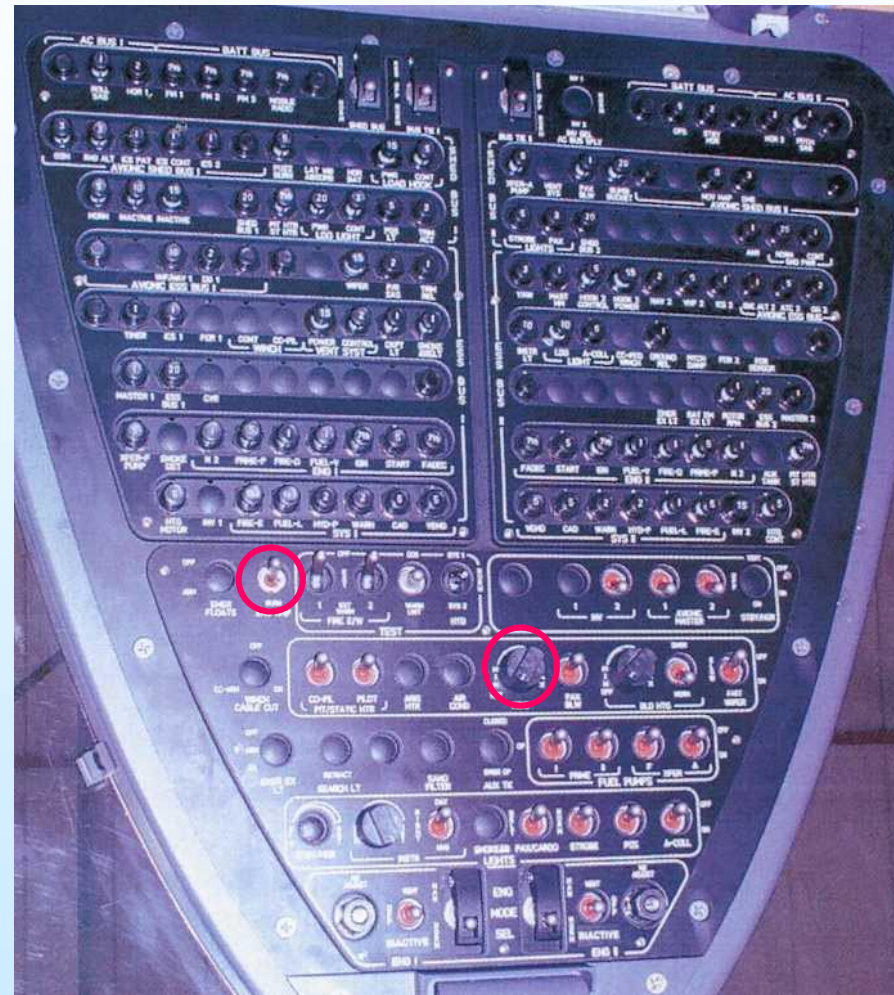
Kippschalter

■ Temperaturwahl und Gebläseeinstellung

Drehschalter

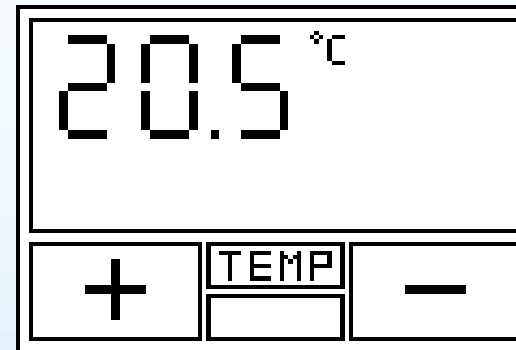
■ Anzeige

Stellung des Bedienelementes



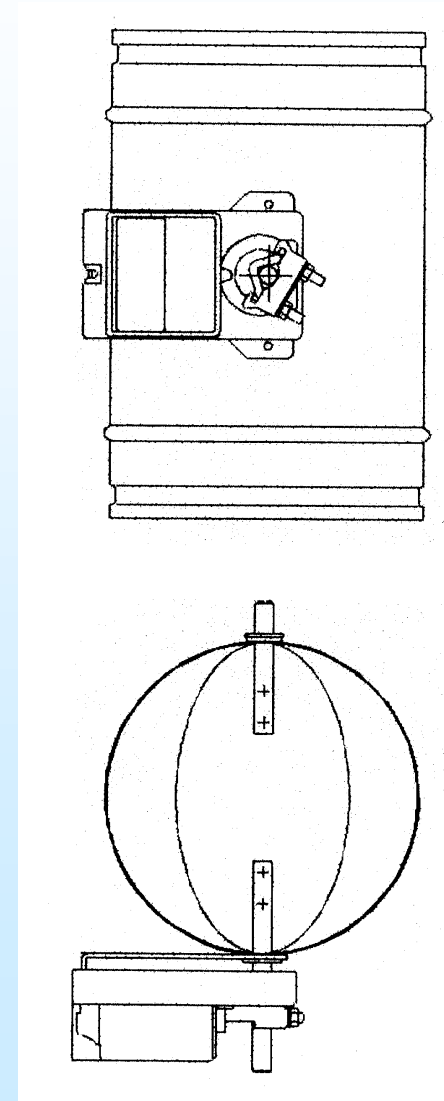
Systemkomponenten Bedienelemente Kabine

- 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

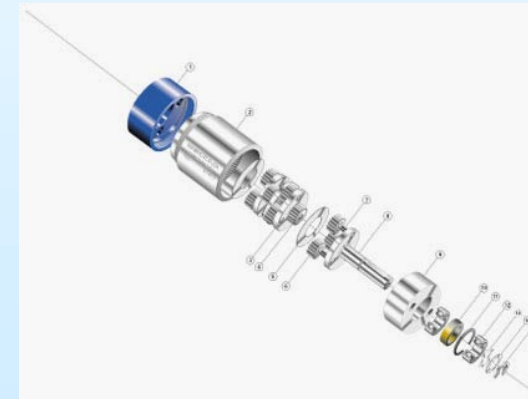
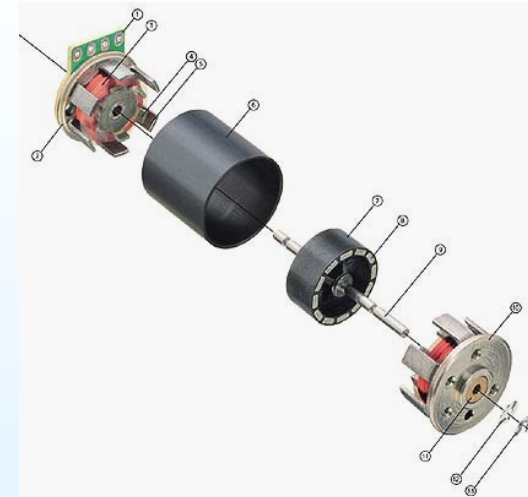


Systemkomponenten Stellantriebe

- Positionierantrieb
 - Motor
 - Getriebe
 - Servoregler

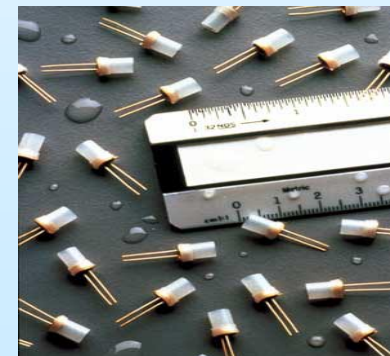
- Verstellweg : 90°

- geringes Gewicht



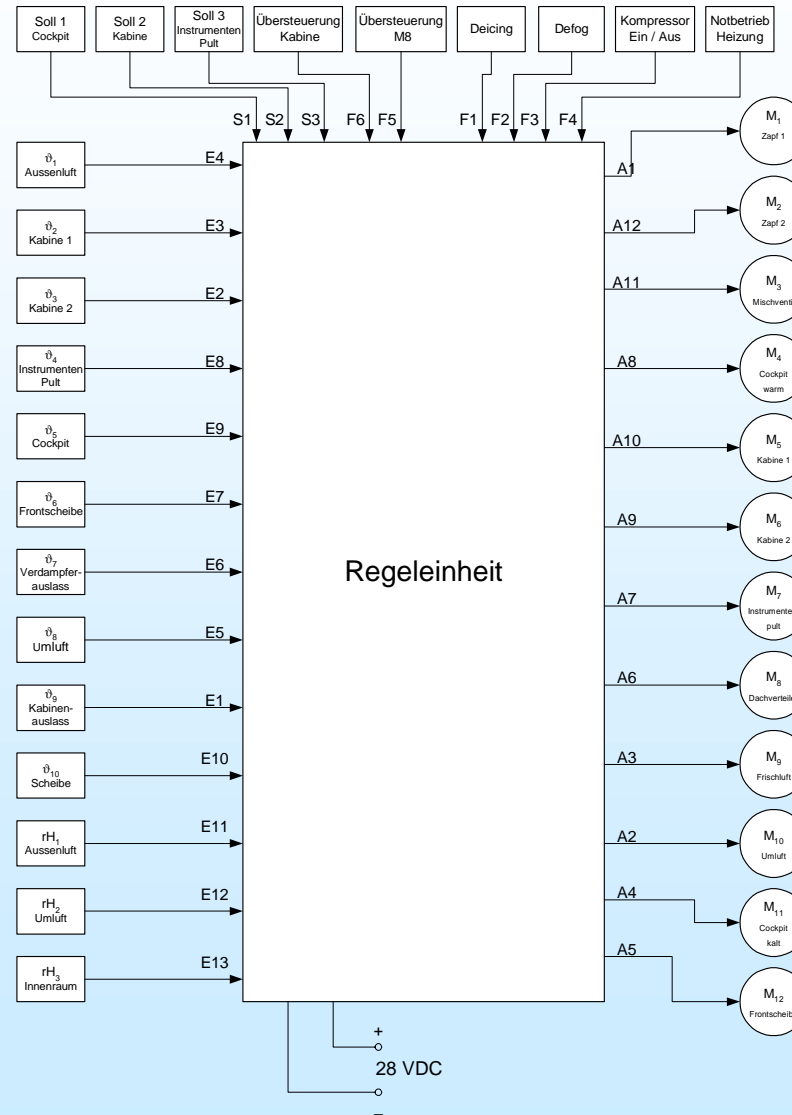
Systemkomponenten Messglieder

- **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
Versorgung						
V1	Versorgung	Rail Switch	Umschalter	-	Notbetrieb	Umschaltung Versorgung
...						
Solleingänge						
S1	Potentiometer	Cockpit	analog	-	18 bis 25°C	Sollwert
...						
Messeingänge						
E1	Temperatursensor	ø9	analog	2-polig	AD590	Temperatur
...						
Sonderfunktionen						
F1	Kompressor	Air Cond	Ein/Aus	2-polig	Betriebsituation	manuell
...						
Ausgänge						
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	
Temperaturregelung													
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	
Verteilung Cockpit													
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				
Defoging													
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 ...

