

Kaplaner, Christof

**Erforschung der Auswirkungen  
verschiedener Einflussfaktoren auf die  
Kühlleistung einer PKW-Klimaanlage**

eingereicht als

**DIPLOMARBEIT**

an der

**HOCHSCHULE MITTWEIDA (FH)**

---

**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

Maschinenbau / Feinwerktechnik

St. Andrä, 2007

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Reglich

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Bernhard Hafner

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

## Bibliographische Beschreibung:

Kaplaner, Christof:

Erforschung der Auswirkungen verschiedener Einflussfaktoren auf die Kühlleistung einer PKW-Klimaanlage

Hochschule Mittweida (FH) Fachbereich Maschinenbau/Feinwerktechnik

Diplomarbeit 2007

## Referat:

Ziel der Diplomarbeit ist es, einen Schulungsstand für eine PKW-Klimaanlage zu konstruieren und fertigen. Mit diesem Gerät soll dann mittels messtechnischer Untersuchungen, wissenschaftlich erforscht werden, welche Auswirkungen verschiedene Störgrößen und Einflussfaktoren auf die Kühlleistung der aufgebauten Klimaanlage haben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>1 Allgemeiner Teil .....</b>	<b>7</b>
1.1 Organisation .....	7
1.2 Geschichtliche Entwicklung .....	9
1.3 Warum erwärmt sich der Fahrgastraum? .....	10
1.4 Auswirkungen auf den Menschen.....	10
1.5 Luftfeuchtigkeit .....	11
1.6 Zone des Wohlbefindens .....	11
1.7 Vorteile und Nachteile einer Klimaanlage .....	12
1.8 Anforderungen an eine Klimaanlage .....	13
1.9 Funktionsweise einer Klimaanlage .....	14
1.10 Beschreibung der Komponenten .....	15
1.11 Thermodynamische Grundlagen .....	20
<b>2 Konzeptioneller Teil .....</b>	<b>24</b>
2.1 Zweck des Schulungsstandes, Ziele, Messwerte .....	24
<b>3 Planung und Realisierung des Schulungsstandes .....</b>	<b>25</b>
3.1 Überlegungen zur Lüftungsgehäuse-Ausblasöffnung .....	25
3.2 Konstruktion des Ausblastrichters .....	26
3.3 Beschreibung der Baugruppen .....	28
3.4 Beschreibung der Ausführung .....	33
<b>4 Messtechnische Durchführung und Auswertung .....</b>	<b>35</b>
4.1 Annahmen .....	35
4.2 Auslesen der Werte der Klimaanlage über die OBD-Schnittstelle .....	35
4.3 Berechnung bzw. Ermittlung der messtechnisch relevanten Größen .....	38
4.4 Durchführung der Messung .....	49
4.5 Übersicht Abhängigkeit der Kühlleistung .....	67
4.6 Erkenntnisse aus den Versuchsreihen .....	68
<b>5 Bedeutung für den Berufsschulunterricht .....</b>	<b>71</b>
5.1 Ziel für die Lehrlingsausbildung .....	71
5.2 Schülerunterlagen .....	72

<b>6 Zukunftstrend .....</b>	<b>75</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>76</b>
<b>8 Anhang.....</b>	<b>78</b>
<b>Anhang 1 Fotos.....</b>	<b>78</b>
<b>Anhang 2 Messprotokolle .....</b>	<b>79</b>
<b>Anhang 3 Anleitung Frequenzumformer.....</b>	<b>92</b>
<b>Anhang 4 Reparaturleitfaden .....</b>	<b>96</b>
<b>Anhang 5 Betriebsstoffe.....</b>	<b>102</b>
<b>Anhang 6 Messsonden für das Anemometer .....</b>	<b>103</b>
<b>Anhang 7 Beschreibung der Standheizung.....</b>	<b>105</b>
<b>Anhang 8 p,h-Diagramm R134a .....</b>	<b>107</b>
<b>Anhang 9 Sicherheitsdatenblatt R134a.....</b>	<b>108</b>
<b>Selbständigkeitserklärung .....</b>	<b>113</b>

### **Formelverzeichnis**

Formel 1 Übersetzungsverhältnis.....	38
Formel 2 Leistung des E-Motors .....	40
Formel 3 Dichte der Luft.....	42
Formel 4 Ausblasquerschnitt.....	43
Formel 5 Volumenstrom .....	47
Formel 6 Massenstrom .....	47
Formel 7 Grundgesetz der Wärmelehre .....	48
Formel 8 Leistungsziffer.....	49

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 Auftrag des Dienstgebers .....	8
Abbildung 2 Behaglichkeitsbereich .....	11
Abbildung 3 Luftfeuchtigkeit-Temperatur-Verhältnis .....	12
Abbildung 4 Kältemittelkreislauf .....	14
Abbildung 5 Kältemittelkompressor .....	15
Abbildung 6 Trockenfilter .....	16
Abbildung 7 Expansionsventil .....	17
Abbildung 8 Drossel .....	17
Abbildung 9 Verdampfer mit Expansionsventil .....	18
Abbildung 10 Anlagenschema für den Kaltdampfprozess .....	20
Abbildung 11 T,s-Diagramm für den Kaltdampfprozess .....	21
Abbildung 12 Vorgänge im p,h-Diagramm .....	22
Abbildung 13 h,x-Diagramm .....	23
Abbildung 14 Gegenüberstellung laminar-turbulent .....	25
Abbildung 15 Ausblasöffnungen .....	25
Abbildung 16 Konstruktion des Ausblastrichters .....	26
Abbildung 17 3D-Bild des Trichters .....	27
Abbildung 18 Ausblastrichter .....	28
Abbildung 19 Renault Megane .....	28
Abbildung 20 Fahrzeugdaten aus dem Händlerarchiv .....	29
Abbildung 21 Typenschild des E-Motors .....	30
Abbildung 22 Schnittbild Standheizgerät .....	32
Abbildung 23 Namensschild .....	33
Abbildung 24 Fertiggestellter Schulungsstand "Fredo" 1. Seite .....	34
Abbildung 25 Fertiggestellter Schulungsstand "Fredo" 2. Seite .....	34

Abbildung 26 OBD-Diagnoseschnittstelle .....	36
Abbildung 27 Messanordnung Renault-Tester .....	36
Abbildung 28 Bildschirmanzeige Renault.....	37
Abbildung 29 Messanordnung Bosch-Tester .....	37
Abbildung 30 Bildschirmanzeige bei Bosch .....	38
Abbildung 31 Ausblasstutzen nummeriert.....	44
Abbildung 32 Typenschild einer Stationärklimaanlage.....	70
Abbildung 33 Bedienungsanleitung "Fredo" .....	72
Abbildung 34 Prinzip der Klimaanlage .....	73
Abbildung 35 Prüfprotokoll .....	74
Abbildung 36 Schaltbild des Systems mit CO <sub>2</sub> als Kältemittel.....	75

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 PIN-Belegung OBD .....	36
Tabelle 2 Errechnete Frequenzen.....	39
Tabelle 3 Wasserabscheidung.....	66
Tabelle 4 Gegenüberstellung Gebläsestufe-Leistung .....	69

# **1 Allgemeiner Teil**

## **1.1 Organisation**

### **1.1.1 Persönliche Vorstellung**

Ich bin 43 Jahre alt und unterrichte seit 17 Jahren an der Berufsschule in 9400 Wolfsberg in Österreich ([www.bs-wolfsberg.at](http://www.bs-wolfsberg.at)) in der Kfz-Technik. In erster Linie bin ich in den Gegenständen Angewandte Mathematik, Kraftfahrzeugtechnik, Laboratoriumsübungen und Praktikum eingesetzt. Ferner bin ich auch noch als allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger im Kfz-Bereich ([www.sdgliste.justiz.gv.at](http://www.sdgliste.justiz.gv.at)) tätig. Ich erstelle Gutachten für Gerichte und Versicherungen.

### **1.1.2 Ziel der Diplomarbeit**

Mit meiner Diplomarbeit verfolge ich nachstehende Ziele:

Dem Auftrag meines Dienstgebers entsprechend möchte ich einen Schulungsstand für PKW-Klimaanlagen konstruieren und fertigen.

Mit diesem Gerät soll mittels messtechnischer Untersuchungen wissenschaftlich erforscht werden, welche Auswirkungen verschiedene Störgrößen und Einflussfaktoren auf die Kühlleistung der Anlage haben.

Der Schulungsstand soll in weiterer Folge den Schülern der Berufsschule Wolfsberg zu Ausbildungszwecken zur Verfügung stehen.

### 1.1.3 Auftrag des Dienstgebers



#### **Berufsschule WOLFSBERG**

Kompetenzzentrum für Metall-Technik  
Kfz-Technik, Handels- und Büroberufe  
St. Jakober Straße 2, A-9400 Wolfsberg

Herrn  
Ing. Christof Kaplaner  
A-9433 St. Andrä 47  
Tel.: +43 4358 / 2261  
Fax: +43 4358 / 2261-16  
E-Mail: [christof.kaplaner@schule.at](mailto:christof.kaplaner@schule.at)

Wolfsberg, 3. Oktober 2006  
Zahl: 151/2006

Geschätzter Herr Kaplaner!

Die Direktion der Berufsschule Wolfsberg beauftragt Sie im Zuge Ihrer Diplomarbeit für das Studium an der Fachhochschule Mittweida mit der Konstruktion und Fertigung eines Schulungsstandes für Fahrzeugklimaanlagen. Mit dieser Einrichtung sollen messtechnische Untersuchungen aus dem Bereich der Kfz-Technik durchgeführt werden. Die primäre Aufgabe wäre, die empirische Ermittlung der Auswirkungen verschiedener Störgrößen und Einflussfaktoren (falsche Kältemittelfüllmengen, nicht funktionierender Kondensatorlüfter, verlegte Flüssigkeitsbehälter, veränderliche Betriebsdrehzahlen ...) auf die Kühlleistung der aufgebauten Klimaanlage.

Im Sinne einer guten Verwertbarkeit für unsere Unterrichtstätigkeit würden wir es begrüßen, wenn Sie in dieses Modell eine neuzeitliche Standheizungsanlage integrieren. Die Direktion wünscht Ihnen für die Realisierung Ihres Projektes viel Erfolg, die erforderlichen finanziellen Mittel wurden von Seiten der Schulleitung bereitgestellt.

Mit freundlichen Grüßen  
Für den Berufsschuldirektor:

SR Heinz Liegl



## 1.2 Geschichtliche Entwicklung

Die Ägypter waren schon 3000 Jahre vor Christus in der Lage Eis herzustellen. Das Prinzip schauten sie der menschlichen Transpiration ab: Schwitzen kühlt, weil die Feuchtigkeit die Energie, die sie zum Verdunsten braucht, in Form von Wärme der Umgebung entzieht und so die Luft kühlt. Tausende Jahre später war man noch nicht wesentlich weiter. Um 1900 mussten Restaurants und öffentliche Räume gekühlt werden, indem man Lüftungsrohre mit einer Mischung aus Eis und Salz füllte und die gekühlte Luft mit Ventilatoren umwälzte. Den entscheidenden Geistesblitz hatte 1911 der amerikanische Ingenieur Willis Haviland Carrier. Während er in einer nebligen Nacht in Pittsburgh auf den Zug wartete, durchschaute er plötzlich den Zusammenhang zwischen Temperatur, Feuchtigkeit und Verdunstungsenergie. Seine Formel ist heute noch in Gebrauch, und Carrier gilt deshalb als „Vater der modernen Klimatechnik“. So etwas wie eine Klimaanlage hatte Carrier schon 1902 entwickelt. Sein „Apparatus for Treating Air“ hielt die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit in einer Druckerei in Brooklyn konstant und verhinderte so, dass sich das Papier je nach Wetter verzog und zu unterschiedlicher Druckqualität führte. Ab 1914 produzierte Carrier kommerziell Klimaanlagen. Danach ging es Schlag auf Schlag: 1919 wurden in Chicago das erste klimatisierte Kino und in New York das erste Kaufhaus mit Klimaanlage eröffnet. 1939 installierte Packard Motors die erste Klimaanlage in einem Auto, im Jahr drauf wurden auch die Greyhound-Busse damit ausgestattet. Eigentlich waren dies handelsübliche Kältegeräte, die den Autos angepasst wurden. 1967 mussten sämtliche Polizeifahrzeuge im Sommerstaat Florida mit Klimaanlagen ausgestattet werden um den Beamten bei heißem Wetter einen kühlen Kopf zu sichern. Von diesem Zeitpunkt an erlebten die Klimaanlagen einen Höhenflug. Heute kann man sich, zumindest ab der Mittelklasse aufwärts, kaum mehr vorstellen ein Fahrzeug ohne Klimaanlage anzuschaffen. Zurzeit werden weltweit Millionen von Klimaanlagen hergestellt. Wenn auch das Prinzip gleich geblieben ist, wurden doch Verbesserungen in Bezug auf Betriebssicherheit, Widerstandsfähigkeit, Leistung und Gewicht erreicht [1].

### 1.3 Warum erwärmt sich der Fahrgastraum?

Die Wärmeeinwirkung auf den Fahrzeuginnenraum erfolgt durch innere und äußere Einflüsse.

Äußere Einflüsse:

- Sonneneinstrahlung (die immer größer werdenden Flächen der Front- und Heckscheiben speziell bei Vans tragen wesentlich dazu bei)
- Wärmeabstrahlung der Fahrbahn
- Motorwärme
- Wärmeabstrahlung des Auspuffs
- Wärmeabstrahlung der Karosserie

Innere Einflüsse:

- Abstrahlung der Körperwärme der Fahrzeuginsassen

### 1.4 Auswirkungen auf den Menschen

Im Wesen des Menschen liegt es, dass er sich nur bei bestimmten klimatischen Verhältnissen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) wohl fühlt. Dieses Wohlbefinden trägt wesentlich zur aktiven Sicherheit bei. So belegen Studien der World Health Organisation, dass Konzentration und Reaktion bei ungünstigen Verhältnissen stark nachlassen. Die Körpertemperatur steigt an, die Pulsfrequenz erhöht sich, man beginnt zu schwitzen, das Gehirn bekommt zu wenig Sauerstoff, folglich ist man unsicher unterwegs. Untersuchungen zeigen, dass ein Anstieg der Temperatur von  $t=25\text{ °C}$  auf  $t=35\text{ °C}$  in einem ungünstigen Bereich der relativen Luftfeuchtigkeit ( $\varphi=60-80\%$ ), die Sinneswahrnehmung um 20 % verringert. Dieser Wert entspricht in etwa einer Blutalkoholkonzentration von 0,5 Promille. Um solche Belastungen zu vermeiden, wurde mit der Klimaanlage im PKW ein Feature geschaffen, das die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit im Fahrzeuginnenraum in einen angenehmen und somit sicheren Bereich bringt [2].

## 1.5 Luftfeuchtigkeit

Feuchte Luft ist ein Gemisch aus trockener Luft und Wasserdampf. Die Aufnahmefähigkeit ist abhängig von der Temperatur und theoretisch vom Druck [3]. Die Druckabhängigkeit wird bei unseren Betrachtungen außer Acht gelassen, da wir von annähernd konstanten Drücken ausgehen. Die absolute Luftfeuchtigkeit  $\rho_w$  ist die Masse des Wasserdampfes in einem bestimmten Luftvolumen. Die relative Luftfeuchtigkeit  $\varphi$  ist das prozentuelle Verhältnis des momentan enthaltenen Wasseranteiles zum maximal möglichen Wasseranteil [4].

## 1.6 Zone des Wohlbefindens

Nicht die Temperatur alleine entscheidet, ob man sich wohl fühlt. Es spielt vielmehr die Luftfeuchtigkeit bei einer bestimmten Temperatur die wesentliche Rolle. Die folgende Abbildung gibt eine Betrachtungsweise wieder.

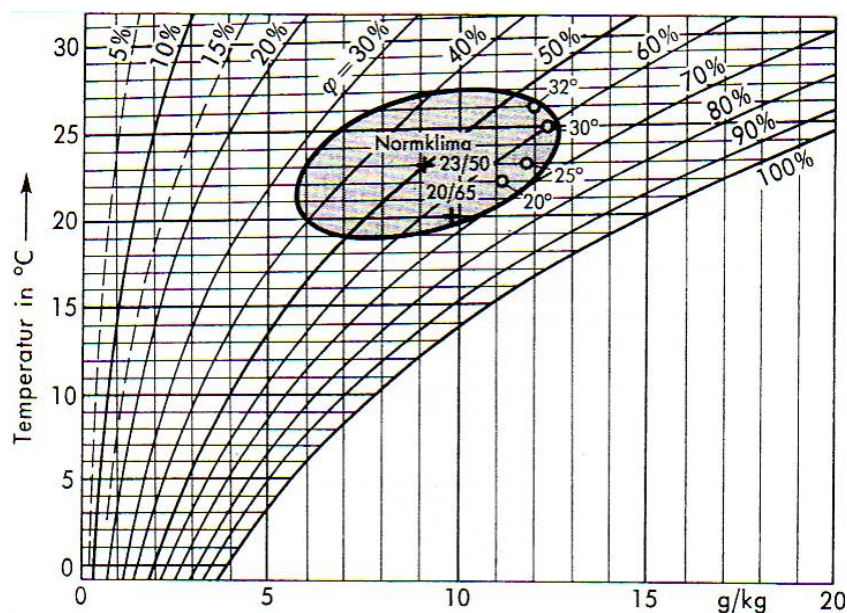


Abbildung 2 Behaglichkeitsbereich [5]

Solange die Bedingungen den Normbereich der Abbildung nicht verlassen, spricht man vom Behaglichkeitsbereich [5]. In diesem Bereich ist der Mensch in

der Lage seine Aufgaben als verantwortungsbewusster Fahrzeuglenker bestmöglich zu erfüllen.

Das folgende Diagramm stellt eine weitere Sichtweise dar. Es zeigt Bereiche, in denen die Luft als feucht (schwül) oder trocken empfunden wird. In Abhängigkeit der Luftfeuchtigkeit kann daher eine Temperatur von  $t=30\text{ °C}$ , entweder als angenehm trocken oder unangenehm feucht, empfunden werden.

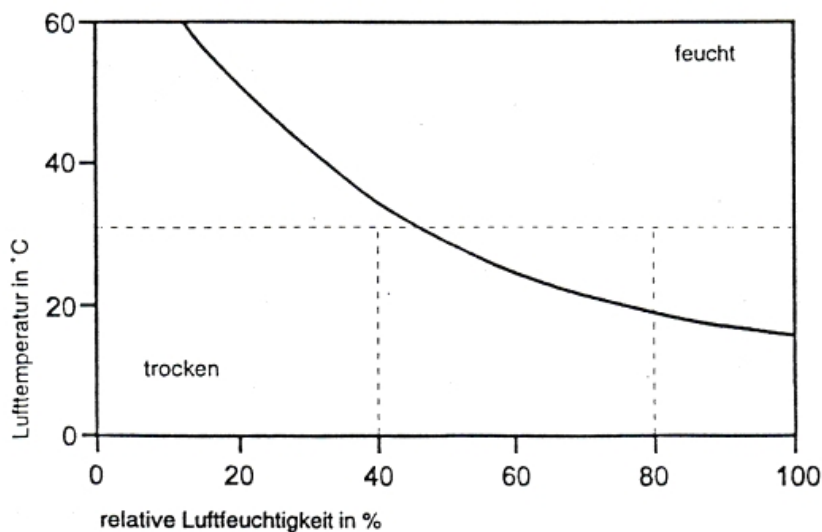


Abbildung 3 Luftfeuchtigkeit-Temperatur-Verhältnis [6]

### 1.7 Vorteile und Nachteile einer Klimaanlage

Bei höheren Temperaturen sinkt die Leistungsfähigkeit des Menschen, was den Schluss zulässt, dass sich auch die Reaktionsfähigkeit verschlechtert [7]. Somit trägt die Klimaanlage wesentlich zur Hebung der Verkehrssicherheit bei.

Eine nicht fachgerecht bediente Klimaanlage kann zu Verkühlungen führen. Schlecht gewartete Systeme können Bakterien, Schimmelpilze und Mikroorganismen verbreiten [8]. Das Argument, dass eine Klimaanlage zu einem Kraftstoff-Mehrverbrauch führt, muss relativiert werden. Ein Windkanalversuch brachte den Beweis. Bei einer Geschwindigkeit von  $v=80\text{ km/h}$  verbraucht die Klimaanlage um 50 % weniger Treibstoff, als wenn das Fahrzeug mit geöffneten Fenstern fährt. Selbstverständlich wird die

Klimaanlage in der Stadt im Stop-and-go-Verkehr zu einem Kraftstoffmehrverbrauch führen. Es ist nicht zweckmäßig diesen Mehrverbrauch auf 100 km hochzurechnen. Vielmehr erscheint es mir angebracht, den Mehrverbrauch auf die Betriebszeit umzurechnen. Ich glaube, dass ein zusätzlicher Treibstoffverbrauch von 0,5–1 l/h, im Verhältnis zum Sicherheitsgewinn, verschmerzbar ist.

### **1.8 Anforderungen an eine Klimaanlage**

Egal ob Stau bei der Urlaubsfahrt oder schleppendes Vorankommen auf dem Weg zur Arbeit, ein auf Hochtouren laufendes Gebläse oder die geöffneten Fenster helfen wenig, um angenehme Verhältnisse zu schaffen. Außerdem kommen Lärm, Abgase und Feinstaub in den Fahrzeuginnenraum. Da hilft nur ein ausgeklügeltes Belüftungssystem mit einer Klimaanlage um die folgenden neuzeitlichen Bedürfnisse zu erfüllen:

- Den Fahrgastraum schnell in einen angenehmen Bereich bringen
- Diese angenehme Verhältnisse bei jeder äußeren Witterung aufrechterhalten
- Für jeden Insassen eine angenehme Luftströmung (zugfreier Luftaustausch) und eine individuelle Temperatur erzeugen
- Die Luftqualität verbessern (Frischluftversorgung ohne Feinstaub, Pollen und Blütenstaub)
- Freimachen beschlagener Scheiben
- Eine einfache Bedienung gewährleisten
- Keine Belästigung durch ausströmende Luft erzeugen

## 1.9 Funktionsweise einer Klimaanlage

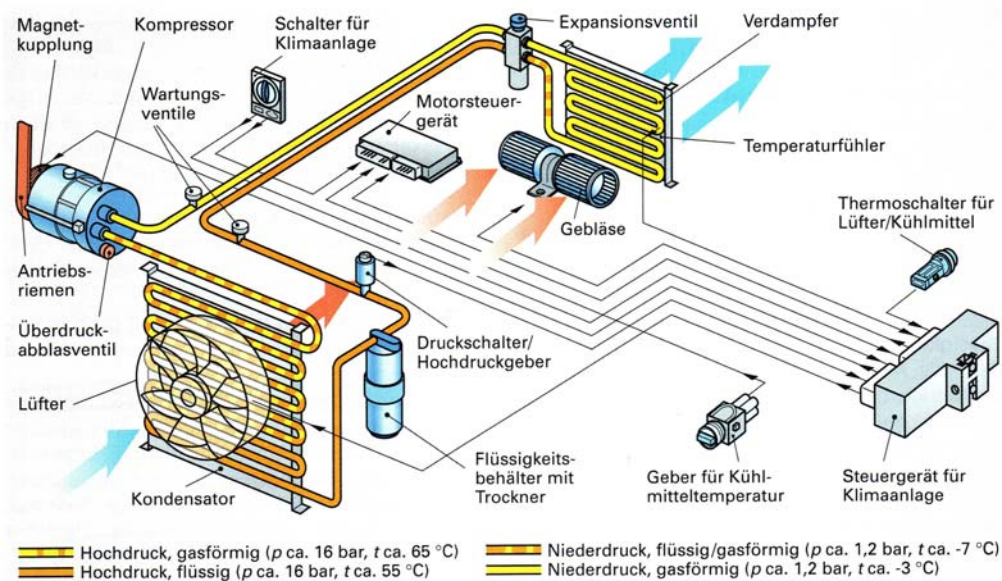


Abbildung 4 Kältemittelkreislauf [9]

Der Kompressor, vom Motor mittels Keilriemen angetrieben, verdichtet das gasförmige Kältemittel. Dabei wird das Kältemittel erwärmt. Im Kondensator wird dem Kältemittel die Wärme entzogen. Es wird dabei flüssig. Das Kältemittel gelangt nun zum Trockenfilter und über das Expansionsventil in den Verdampfer und expandiert. Der Aggregatzustand ändert sich von flüssig auf gasförmig. Dabei wird der Umgebung Wärme entzogen, deshalb wird die über den Verdampfer streichende Luft entfeuchtet und gekühlt und dann in den Fahrzeuginnenraum geleitet. Das expandierte, gasförmige Kältemittel gelangt wieder in den Kompressor.

## 1.10 Beschreibung der Komponenten

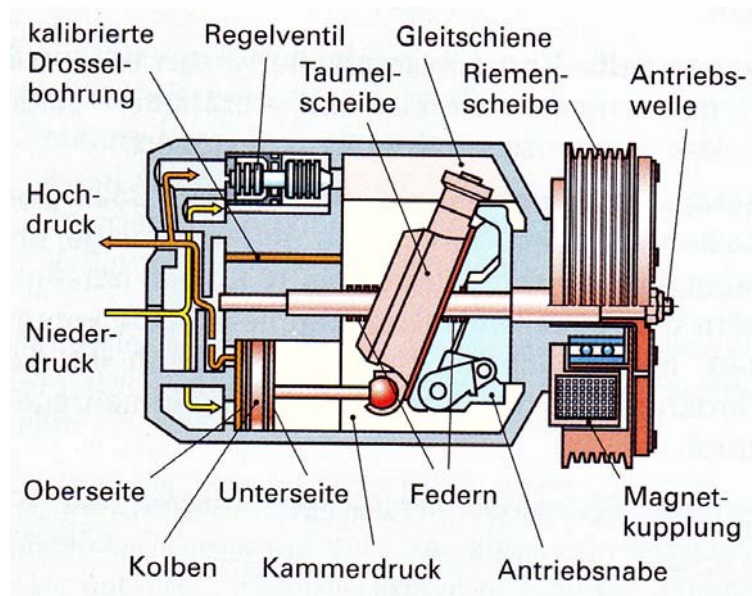


Abbildung 5 Kältemittelkompressor [10]

Der Kompressor arbeitet nur wenn der Fahrzeugmotor läuft und die Klimaanlage eingeschaltet ist. Er bewirkt den Umlauf des Kältemittels. Die am häufigsten verwendete Type ist der Taumscheibenverdichter.

Im Kondensator kondensiert das gasförmige, mit einer Temperatur von ca.  $t=50-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  eintretende, Kältemittel. Das rasche Abkühlen wird durch den Fahrtwind bewerkstelligt.

Sollte die Kühlwirkung zu gering sein, so sorgt der Kondensatorlüfter für genügenden Luftdurchsatz. Bei manchen Fahrzeugen läuft der Lüfter immer, sobald die Klimaanlage eingeschaltet ist.



Abbildung 6 Trockenfilter

Für den Trockenfilter gibt es noch andere Bezeichnungen. So sind auch Begriffe wie Flüssigkeitsbehälter oder Trocknerflasche gebräuchlich. Ich finde die Bezeichnung Trockenfilter zweckmäßig, da aus diesem Namen schon die Aufgaben abgeleitet werden können:

- Aufnahme von Verunreinigungen im Kältemittel (Metallabrieb)
- Speicherung des Wassers im Kältemittelkreislauf (bis zu 12 g Wasser)

Demzufolge ist er auch zyklisch zu tauschen. Es gibt Ausführungen, welche mit einem Schauglas versehen sind. Damit lässt sich eine Kontrolle, ob das Kältemittel blasenfrei durchströmt, durchführen.

Das Expansionsorgan ist die Trennstelle zwischen dem Hochdruck und dem Niederdruckbereich und begrenzt die Kältemittelmenge, welche in den Verdampfer eingespritzt wird. Es kommen sowohl Expansionsventile als auch Drosseln zum Einsatz.

Das Expansionsventil passt die Menge des verdampfenden Kältemittels genau an den jeweiligen Betriebszustand an. Somit lässt sich die Kühlleistung regeln.





Abbildung 7 Expansionsventil

Die Drossel arbeitet nur in einem bestimmten Betriebsbereich optimal. Über eine kalibrierte Bohrung, welche eine fixe Menge bestimmt, wird Kältemittel in den Verdampfer eingespritzt.

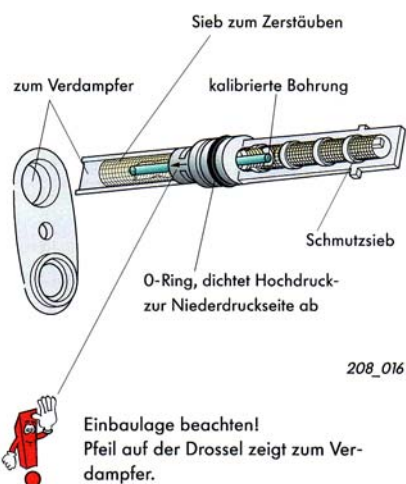


Abbildung 8 Drossel [11]

Im Verdampfer geht das flüssige Kältemittel in den gasförmigen Zustand über. Bei diesem Vorgang entzieht das Kältemittel seiner Umgebung die Wärme, welche zum Verdampfen benötigt wird. Somit wird die durchströmende Luft abgekühlt und entfeuchtet.

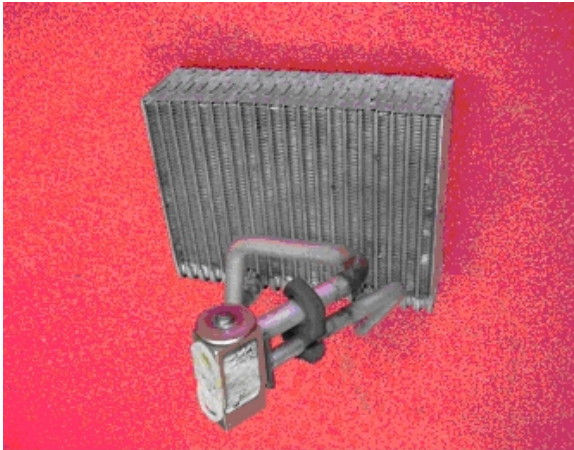


Abbildung 9 Verdampfer mit Expansionsventil

Das Kältemittel zirkuliert im Fahrzeugkreislauf und ist für den Wärmetransport aus dem Fahrzeuginnenraum verantwortlich. In dieser Funktion wechselt es ständig vom flüssigen in den gasförmigen Zustand und umgekehrt.

Das Kältemittel R12 (Dichlorfluormethan, chem. Formel  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ) darf nicht mehr verwendet werden, da es ein Fluor-Chlor-Kohlen-Wasserstoff ist und die Ozonschicht zerstört. Um die Funktion der alten R12-Anlagen zu gewährleisten (Nachfüllen von Kältemittel) wird R413 als Ersatzkältemittel verwendet.

Heute wird fast ausschließlich R134a (Tetrafluorethan, chem. Formel  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ ) verwendet. Dieser Fluor-Kohlen-Wasserstoff ist umweltfreundlicher als das R12, da es keine Chloratome enthält, die bei ihrer Abspaltung die Ozonschicht schädigen. Es wirkt, wenn auch nur in geringem Maße, als Treibhausgas.

1300 t  $\text{CO}_2$  haben den gleichen Treibhauseffekt wie 1 kg R134a [17]. Aufgrund dieser Gegebenheit wird man vielleicht in Zukunft auf  $\text{CO}_2$  (R744) als Kältemittel nicht verzichten können. Jedoch bereiten die erforderlichen, hohen Drücke und Temperaturen noch Probleme.

Das Klimasteuergerät erfasst alle relevanten Größen über Sensoren. In erster Linie sind das Temperaturen und Drücke. Je nach Ausführung kann aber auch

der Schadstoffgehalt der Luft oder der Sonneneinfall eine Rolle spielen. Auch die von den Insassen gewählten Sollwerte gehören dazu.

Diese Eingangsgrößen werden im Steuergerät verarbeitet. Es liefert Ausgangsgrößen für die Aktoren, wie Gebläse, Luftklappen und Kondensatorlüfter.

Die Sicherheitseinrichtungen bestehen aus dem Druckschalter und dem Temperaturfühler. Der Druckschalter schaltet bei zu hohen Drücken die Anlage ab um das System vor Zerstörung zu schützen. Ebenso wird bei zu geringen Drücken das System abgestellt, da der Schluss Nahe liegt, dass ein Leck im System ist und daher die Anlage geschützt werden muss. Der Temperaturfühler schaltet bei Temperaturen in der Nähe des Gefrierpunktes den Kompressor ab, damit die Luftfeuchtigkeit nicht den Verdampfer vereist.

An den Wartungsventilen kann die Anlage mit einer Klimawartungsstation verbunden werden. Über die Wartungsstation können die Drücke im Hochdruck- und Niederdruckbereich abgelesen werden. Diese geben Auskunft über die Funktion der Anlage. Weiters ist es möglich eine Wartung der Klimaanlage durchzuführen. Unter einer Klimawartung versteht man das Absaugen des Kältemittels, die Evakuierung der Anlage, die Durchführung einer Dichtheitsprobe und die Befüllung der Anlage mit dem recycelten (Umweltschutz!) Kältemittel. Des Weiteren besteht die Möglichkeit ein fluoreszierendes Mittel bei Wiederbefüllung der Anlage miteinzuspritzen, um eine eventuelle Undichtheit mit minimalem Zeitaufwand durch Betrachtung mit einer Schwarzlichtlampe feststellen zu können.

Die Regel- und Steuereinrichtung sind die Bedienelemente mit denen die Fahrzeugpassagiere Einstellungen vornehmen können. Dazu zählt der Schalter für die Gebläsestufen, wie auch die Bedienung für die Wahl zwischen Umluft und Frischluft. Die Temperaturregelung erfolgt durch Mischung von geheizter und gekühlter Luft. Ein weiterer Hebel ermöglicht es festzulegen, an welchen Öffnungen die gekühlte Luft austreten soll.

## 1.11 Thermodynamische Grundlagen

### 1.11.1 Kältemaschinenprozess

Der Kältemaschinenprozess ist ein linkslaufender Kreisprozess für den man ein geeignetes Arbeitsmittel benötigt. In PKW-Klimaanlagen wird ausschließlich R134a als Arbeitsmittel eingesetzt. Linkslaufende Kreisprozesse erzeugen keine mechanische Leistung, sondern mit Hilfe von mechanischer Leistung wird ein Wärmestrom bewegt [12]. Da ständig Phasenwechsel von flüssig auf gasförmig und umgekehrt stattfinden wird dieser Prozess auch als Kaltdampfprozess (im Gegensatz zum Kaltgasprozess) bezeichnet.

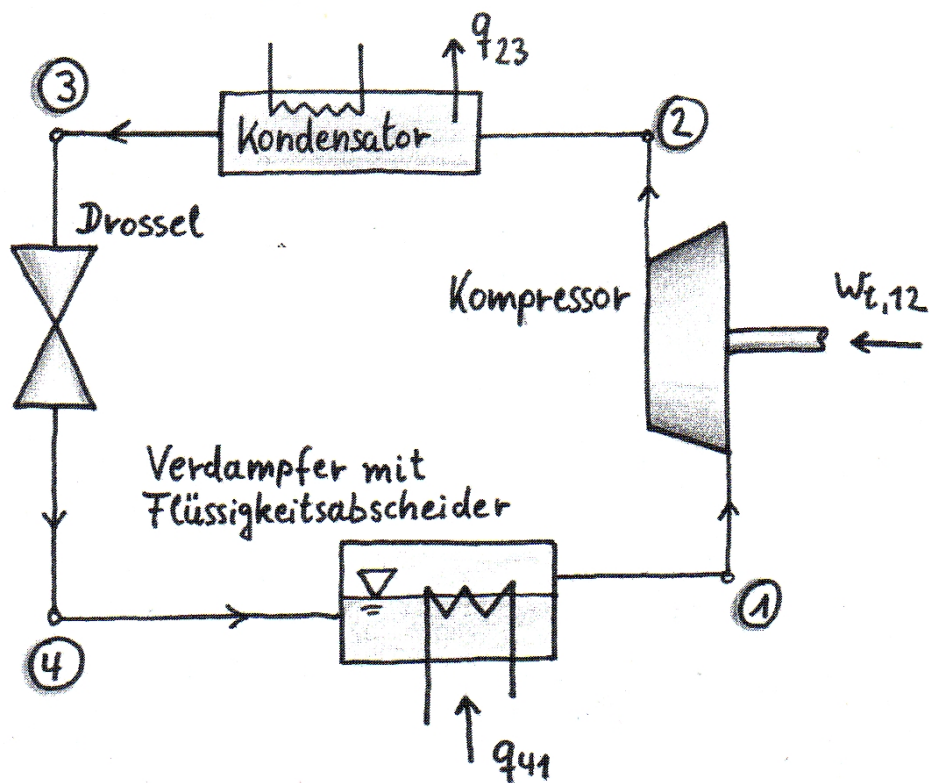
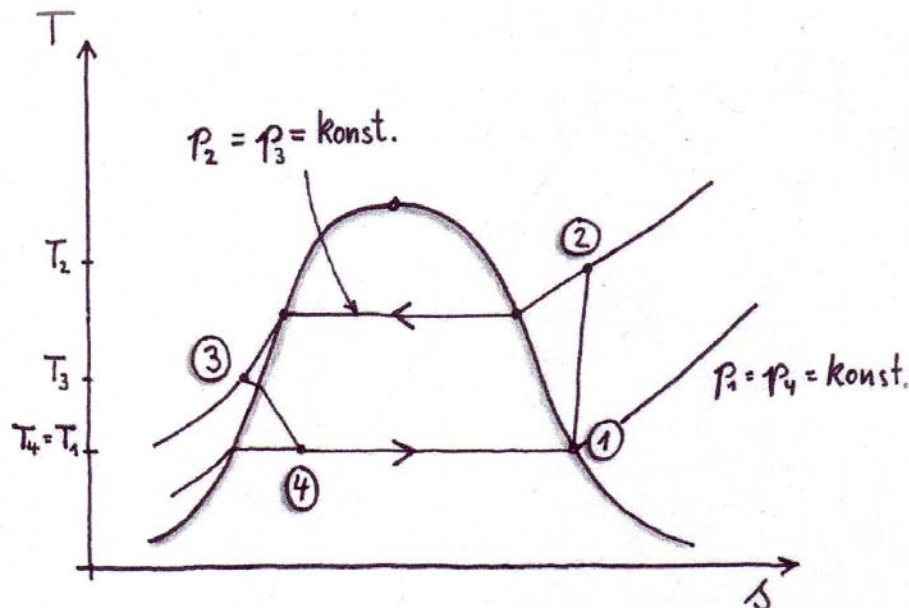


Abbildung 10 Anlagenschema für den Kaltdampfprozess [12]

## 1.11.2 Funktion im T,s-Diagramm



T...Temperatur

s...Entropie

Abbildung 11 T,s-Diagramm für den Kaltdampfprozess [12]

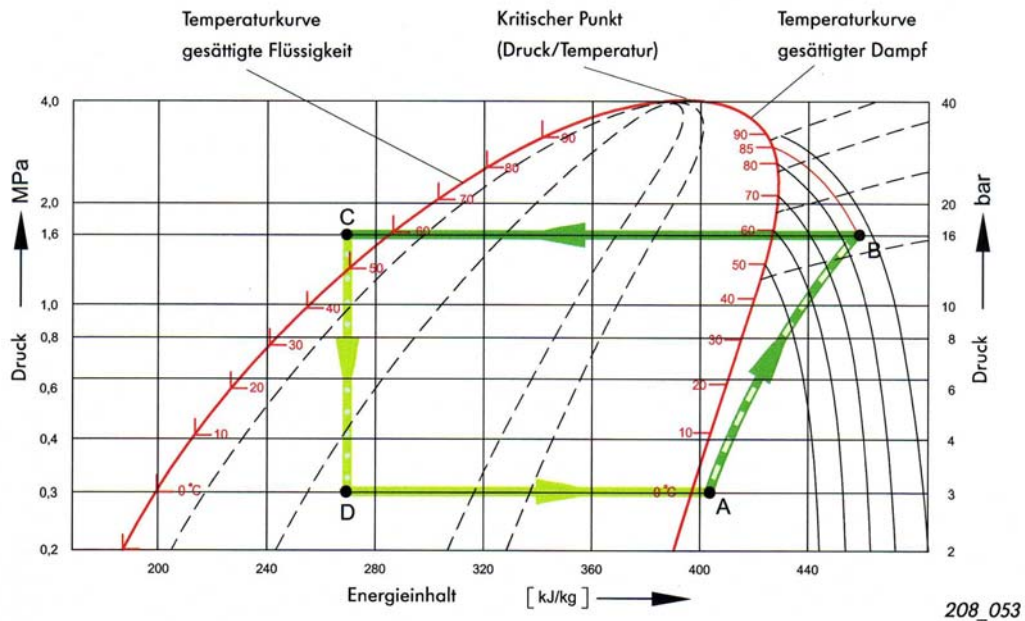
Beim Übergang vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand nimmt die Entropie zu. Die zur Verdampfung notwendige Enthalpie (Wärmemenge) erscheint im T,s-Diagramm als Fläche.

Zustandsänderungen [12]:

- 1 → 2     Verdichtung des im Zustand 1 trocken gesättigten Dampfes.
- 2 → 3     Isobare Wärmeabgabe: Zuerst wird der komprimierte Dampf abgekühlt, dann kondensiert und dann unterkühlt.
- 3 → 4     Entspannung der unterkühlten Flüssigkeit. Dabei wird durch die Senkung des Druckes das Nassdampfgebiet erreicht.
- 4 → 1     isobare Wärmeaufnahme: Das Arbeitsmedium wird vollständig verdampft.

Unter latenter Wärme versteht man Wärme, die bei einem Phasenübergang aufgenommen oder abgegeben wird, ohne dass es zu einer Temperaturänderung kommt.

### 1.11.3 Funktion im p,h-Diagramm



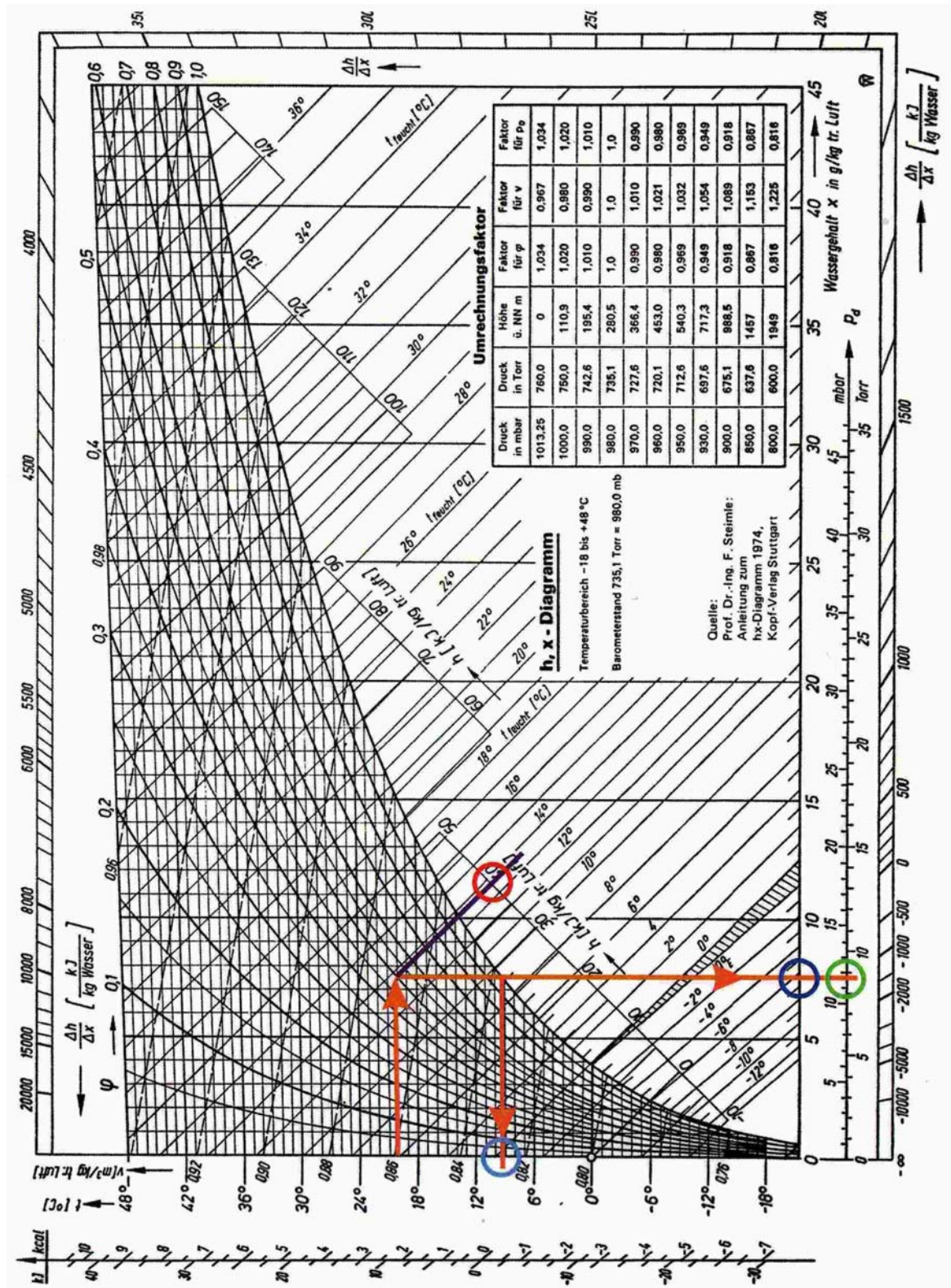
- A — B Kompression im Kompressor, Druck- und Temperaturerhöhung, gasförmig, hoher Druck, hohe Temperatur
- B — C Kondensationsprozeß im Kondensator, hoher Druck, Temperaturabsenkung, leicht abgekühlt wird Kondensator flüssig verlassen,
- C — D Expansion = schlagartige Druckentspannung, führt zur Verdampfung
- D — A Verdampfungsprozeß (Wärmeaufnahme) im Verdampfer. Weg des Umschlages von dampfförmig in gasförmig, Druck niedrig

Abbildung 12 Vorgänge im p,h-Diagramm [11]

### 1.11.4 h,x-Diagramm

Neben der Bezeichnung h,x-Diagramm ist auch noch der Name  $h_{1+x}$ -Diagramm gebräuchlich. Unter  $h_{1+x}$  versteht man die Enthalpie für 1 kg trockene Luft und x kg Wasser.

Das h,x-Diagramm ermöglicht es Zustandsänderungen feuchter Luft zu ermitteln. Es gilt für einen bestimmten Luftdruck (meist 1 bar). Wenn zwei Größen bekannt sind (in unserem Fall die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit), so können die anderen Größen (bei unseren Betrachtungen der Wassergehalt in g Wasser/kg trockener Luft) ermittelt werden.



Beispiel: Beispiel: 20°C, 50%rF  
 Wassergehalt: 7,5 g/kg  
 Partialdampfdruck: 11,9 mbar  
 Enthalpie: 39 kJ/kg  
 Feuchtkugeltemperatur: 13,5 °C  
 Taupunkt: 9 °C

Abbildung 13 h,x-Diagramm [5]

## 2 Konzeptioneller Teil

### 2.1 Zweck des Schulungsstandes, Ziele, Messwerte

Mit dem entwickelten Schulungsstand möchte ich wissenschaftlich feststellen, welche Auswirkungen verschiedene Einflussfaktoren und Störgrößen auf eine PKW-Klimaanlage haben. Die Versuche haben das Ziel, objektive Werte zu erhalten, wie sich die Kühlleistung bei geänderten Rahmenbedingungen verhält.

Geplante Ermittlungen:

- Klimaanlage im Regelbetrieb
- Mit verminderter Kältemittelfüllmenge
- Mit erhöhter Kältemittelfüllmenge
- Mit verlegtem Trockenfilter
- Mit beheizter Zuluft
- Mit defektem Kondensatorlüfter
- Mit verlegtem Pollenfilter
- Ohne Pollenfilter
- Verschiedene Gebläsestufen
- Verschiedene Motordrehzahlen

Primär soll die Ausblasgeschwindigkeit der abgekühlten Luft und die Temperaturdifferenz zwischen angesaugter und ausgeblasener Luft gemessen werden. Mit diesen Werten wird über die „allgemeine Wärmeleichung“ die Kühlleistung berechnet.

Aber auch an der Standheizung soll:

- Die Heizleistung
- Der Kraftstoffverbrauch
- Der Wirkungsgrad

untersucht werden.



### 3 Planung und Realisierung des Schulungsstandes

#### 3.1 Überlegungen zur Lüftungsgehäuse-Ausblasöffnung

Aufgrund der Geometrie der vorhandenen Lüftungsgehäuse-Ausblasöffnungen wurde eine nicht messbare, turbulente Strömung angenommen.

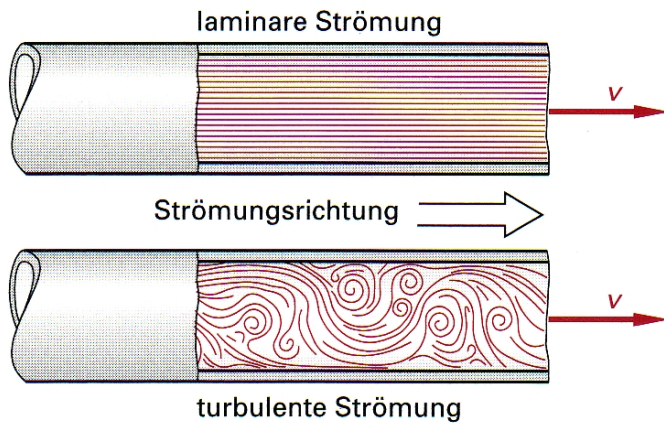


Abbildung 14 Gegenüberstellung laminar-turbulent [15]



Abbildung 15 Ausblasöffnungen

Daher wurde ein Lufttrichter mit einem flächengleichen, kreisförmigen Querschnitt angefertigt. In diesen Querschnitt wurden Kunststoffrohre mit einer Länge  $l=180$  mm eingesetzt, um eine gut messbare, laminare Strömung zu erhalten.

### 3.2 Konstruktion des Ausblastrichters

Der Trichter wurde mit mittels EDV-Unterstützung (Logitrace 2000) konstruiert. Das Netz wurde ausgedruckt und somit konnte der Teil zugeschnitten, gekantet, verlötet und lackiert werden.

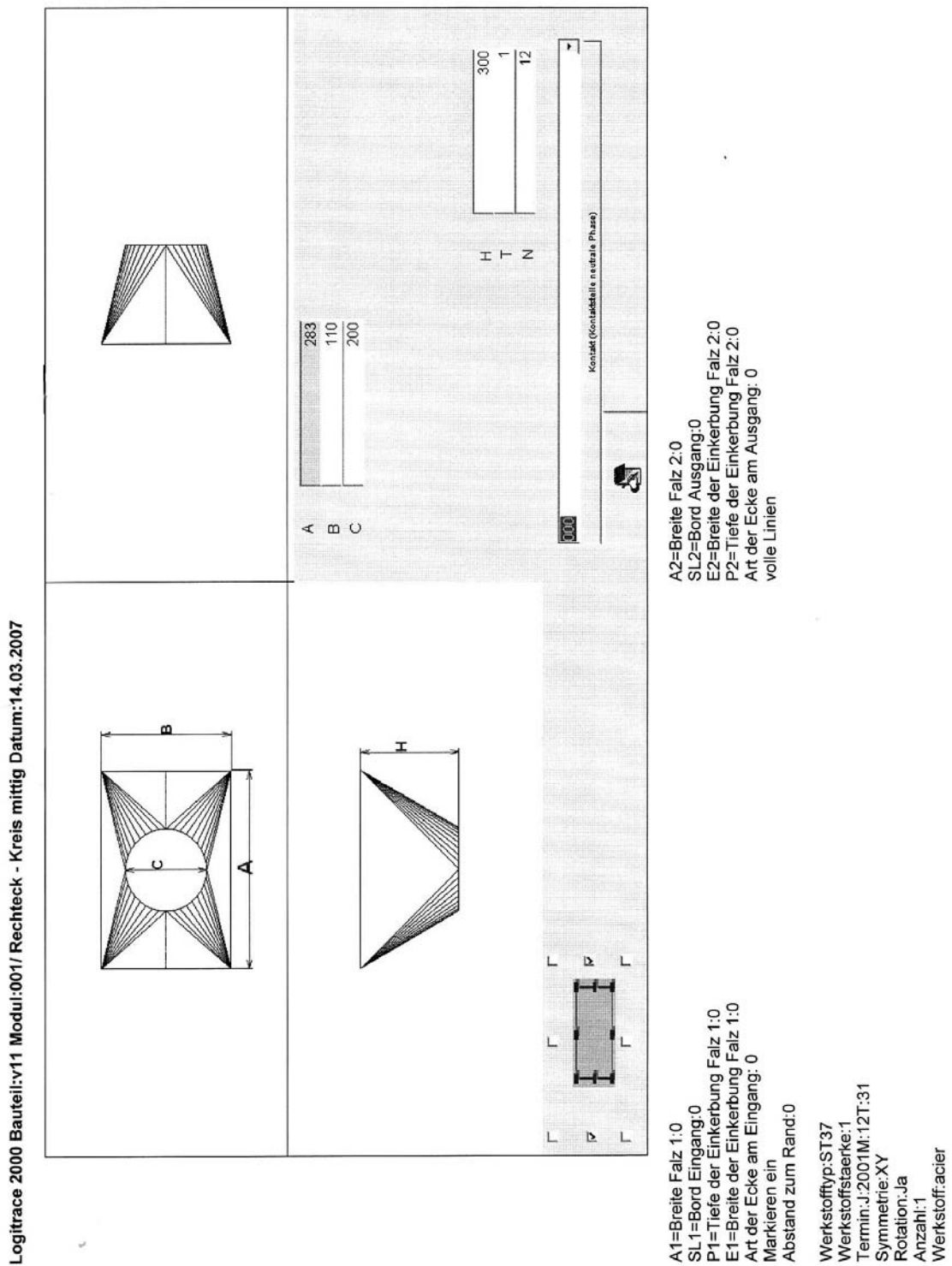


Abbildung 16 Konstruktion des Ausblastrichters

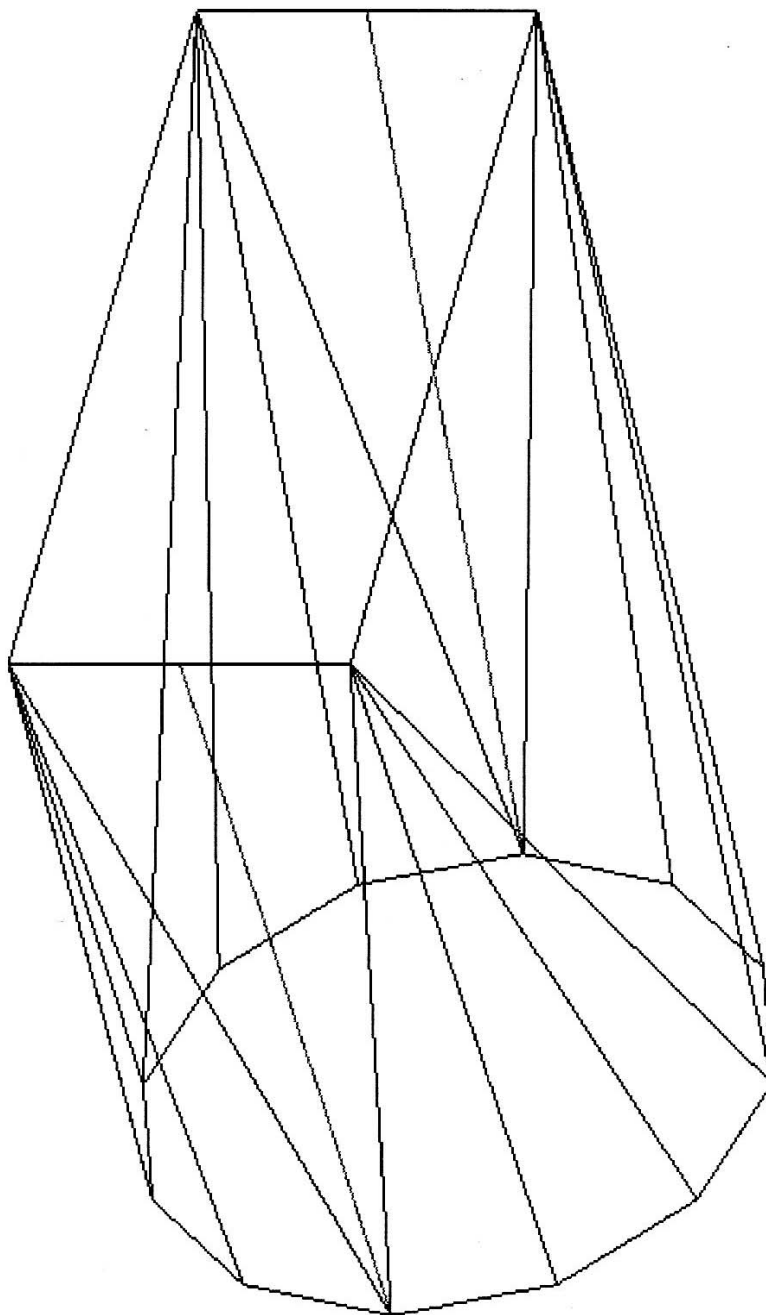


Abbildung 17 3D-Bild des Trichters

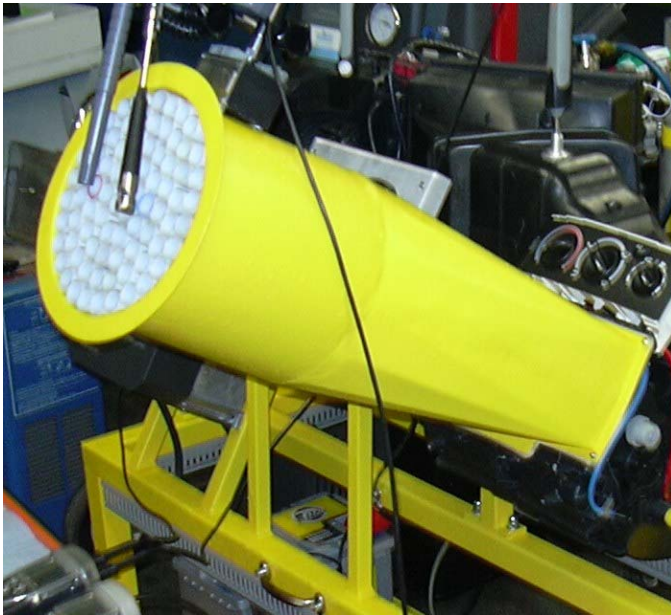


Abbildung 18 Ausblastrichter

### 3.3 Beschreibung der Baugruppen

#### 3.3.1 Klimaanlage

Einem Wrack eines Renault Megane RT DTI (erstmaliger Zulassung 1999, Type 1,9 TD F9Q) wurde die komplette Klimaanlage entnommen und soll in weiterer Folge auf ein fahrbares Gestell aufgebaut werden.



Abbildung 19 Renault Megane

1 Allgemein		2 Individuell		3 Info		4 Foto		5 Termine		6 Technik					
Fahrzeug						VF1BA0NM520397453									
Hersteller						Kennzeichen EX-DESCOVICH									
Modell						Ren Megane II RTDTI									
Farbe						727 Leucht Rot									
Ausstatt.						E2									
1. Zul/BJ						29.06.1999 06.1999									
Wiederzul.															
Inspektion						§57A 06.2000									
Hubr/Leist						1870 CCM 72 KW 97,9 PS									
Gewicht						0 KG 0 KG 0 KG									
AW-Code						00									
KM-Stand						8159									
Kunde						31128 - WOLFSBERG, BERUFSSCHULE-9400 WOLFS									
Leasing															
Fabr. Nr.						E063837									
nat. Code															
Bewertung						Angelegt 18.06.1999									
Plip Nr.						Geändert 16.09.2006									
Typenschein						540849									
Z-Schlüsselr						8159									
Motor-Nr.						C047086									
Unfall						Anzahl 5 0									
Garantie						[Umsatz] € 1.175,9									
Abrech.art						0) Renault									
Garantie						€ 0,00									
ID		Aufrufen		F4 Halter		F5 Leasing		F6 Historie		F7 Aufträge		F8 Reifen		F11 PrfErgb	
Satz 1343 von 4647															

Abbildung 20 Fahrzeugdaten aus dem Händlerarchiv

Im Wesentlichen handelt es sich um folgende Bauteile:

Klimakompressor

Kondensator mit Lüfter

Trockenfilter (Flüssigkeitsbehälter)

Expansionsventil

Lüftungsgehäuse mit:

- Verdampfer
- Heizgebläse
- Umluft- bzw. Frischluftverteilung
- Pollenfilter
- Wärmetauscher
- Bedienungsorganen
- Kondenswasserablauf

Klimasteuerggerät

Leitungen mit Druckfühler

### 3.3.2 Antrieb des Klimakompressors

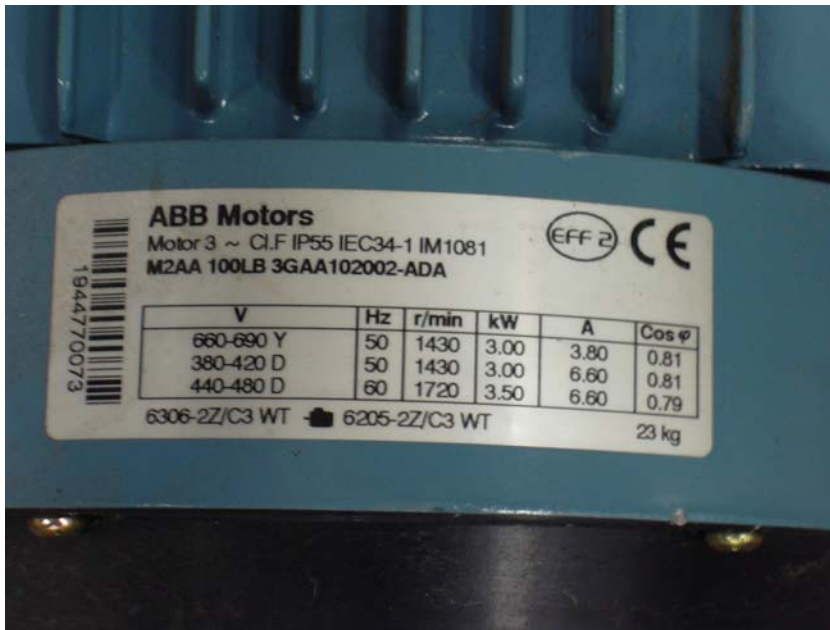


Abbildung 21 Typenschild des E-Motors

Für den geräuscharmen Antrieb des Klimakompressors wurde ein Drehstrom-Asynchronmotor verwendet. Die Nennleistung beträgt  $P_{\text{nenn}}=3,00$  kW bei einer Nenndrehzahl von  $n_{\text{nenn}}=1430$  min<sup>-1</sup> laut Typenschild.

### 3.3.3 Drehzahlsteuerung

Um verschiedene Motordrehzahlen verwirklichen zu können, wurde der Schulungsstand mit einem Frequenzumrichter ausgestattet. Frequenzumrichter oder auch Frequenzumformer genannt, ermöglichen den Betrieb mit verschiedenen Drehzahlen. Es ist nicht nur möglich die Drehzahl bis zur Nenndrehzahl zu regeln. Es lassen sich auch Drehzahlen, welche weit über der Nenndrehzahl liegen, bewerkstelligen. Deshalb wurde beim Motorhersteller eine Erkundigung zur Höchstdrehzahl eingeholt. Von dieser Seite wurde mitgeteilt, dass eine Maximaldrehzahl von  $n_{\text{max}}=6000$  min<sup>-1</sup> zulässig ist.

### 3.3.4 Standheizung

Um die Forderung meines Auftraggebers nach Integration einer Standheizung in das System Folge zu leisten, wurde ein entsprechendes Gerät mit der Bezeichnung Webasto Thermo Top E in folgendem Leistungsumfang angekauft:

- Standheizgerät
- Abgasschalldämpfer
- Verbrennungsluft-Eintritt
- Dosierpumpe
- Ausdehnungsgefäß
- Kraftstofftank

Die Standheizung ist eine Zusatzheizung, die bei nicht laufendem Motor den Innenraum erwärmt. Es wird Motorkraftstoff in einem Gebläsebrenner verbrannt. Bei neuzeitlichen Dieselmotoren (Common-Rail, Pumpe-Düse) ist die Verbrennungsabwärme zu gering um eine ausreichende Beheizung des Innenraumes zu gewährleisten. Deshalb wird mit Standheizungssystemen bei solchen Fahrzeuge auch während der Fahrt zugeheizt.

Zur Ansteuerung hat man verschiedene Möglichkeiten:

- Vorwahluhr
- Telestart (Fernbedienung mit einer Reichweite von s=600 m)
- Thermo Call (Einschalten über ein Mobiltelefon)
- Internet

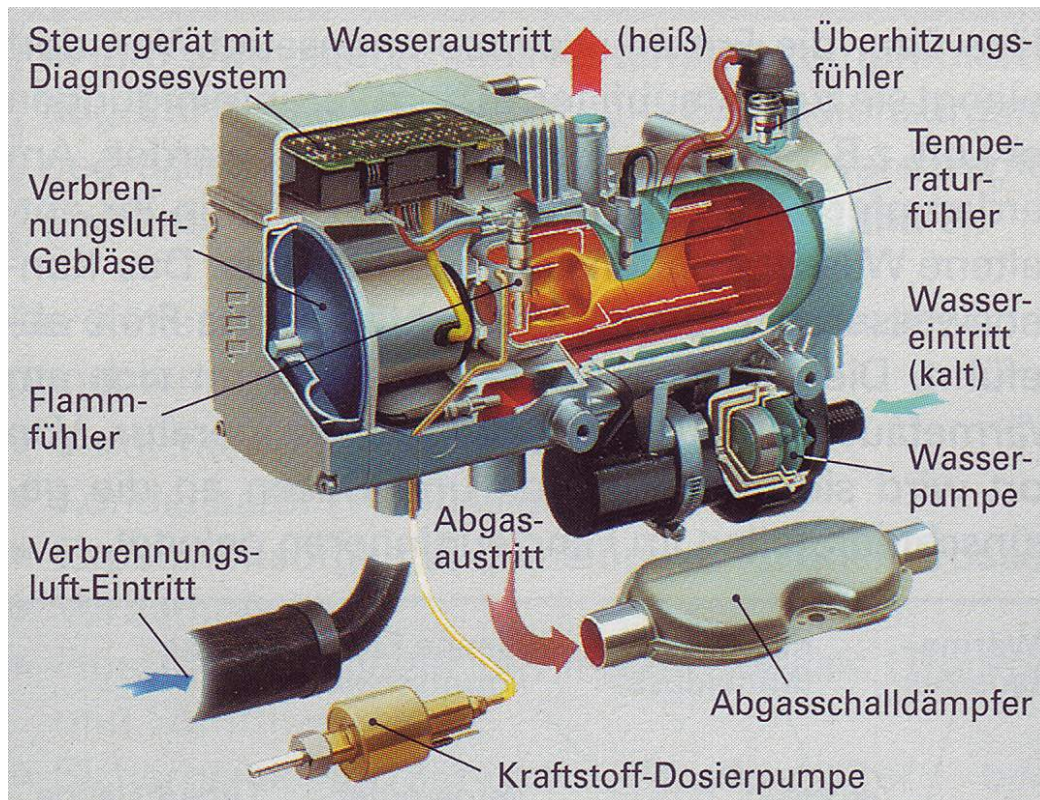


Abbildung 22 Schnittbild Standheizgerät [14]

### 3.3.5 Fahrgestell

Das Fahrgestell wurde aus Formrohren 40x40x3 gefertigt. Die Verbindungen wurden mittels MAG-Schweißverfahren hergestellt. Um dem harten Werkstättenalltag zu trotzen wurde nach der Korrosionsschutzgrundierung eine Zwischenschicht aus Steinschlagschutz, wie sie in der Kfz-Karosseriereparatur üblich ist, aufgebracht. Danach erfolgte die Endbeschichtung mit einem umweltfreundlichen Wasserlack im Farbton RAL 1021 Rapsgebl. Somit sind Lackausbesserungsarbeiten nicht leicht zu erkennen.

### 3.3.6 Elektronik

Die Elektronik verfügt über zwei Netze. Das kfz-spezifische Netz hat 12 Volt und ist bis auf das ständig angeschlossene Ladegerät komplett vom Hochspannungsnetz getrennt. Die Kabellängen wurden etwas großzügiger gewählt (Schlaufen), um die Aufnahme von Messwerten (Zangenamperemeter!) problemlos durchführen zu können.



Das Hochspannungsnetz besitzt zwei Spannungsbereiche. Der 400 Volt-Bereich versorgt über den Frequenzumrichter den E-Motor, der den Klimakompressor antreibt. Der 230 Volt-Komplex stellt die Energie für das Batterieladegerät und einige Steckdosen, welche als Anschlussmöglichkeit für die Klimawartungsstation und diverse Diagnose- bzw. Zusatzgeräte (Laptop, Heizlüfter, ...) gedacht ist, sicher. Die Kabel wurden soweit dies machbar war in so genannten Verdrahtungskanälen untergebracht. Selbstverständlich verfügt der Schulungsstand über eine Not-Aus-Abschaltmöglichkeit.

### 3.4 Beschreibung der Ausführung

Zweifelsohne wurde auf höchste Bediener-sicherheit Wert gelegt. So wurde die Riementriebeinheit voll gekapselt und der Kondensatorlüfter mit Lochblechen verkleidet. Die Luftansaugkanalöffnung wurde bei den Versuchen nicht mit einem Schutzgitter abgedeckt. Eine Abdeckung hätte vermutlich falsche Messwerte ergeben. Um einen sicheren Schulungsbetrieb zu gewährleisten, wurde danach ein Ansaugluftgitter eingebaut. Des Weiteren wurde das Gerät von einem TÜV-Mitarbeiter, zu dessen Zufriedenheit, endüberprüft.

Letztendlich durfte auch eine treffende Namensgebung dem Schulungsgerät nicht fehlen. Die Bezeichnung „Fredo“ beschreibt das Modell perfekt. Fredo ist die Abkürzung aus **f**reddo e **c**aldo, was aus dem Italienischen stammt und „kalt und warm“ bedeutet.



Abbildung 23 Namensschild



Abbildung 24 Fertiggestellter Schulungsstand "Fredo" 1. Seite

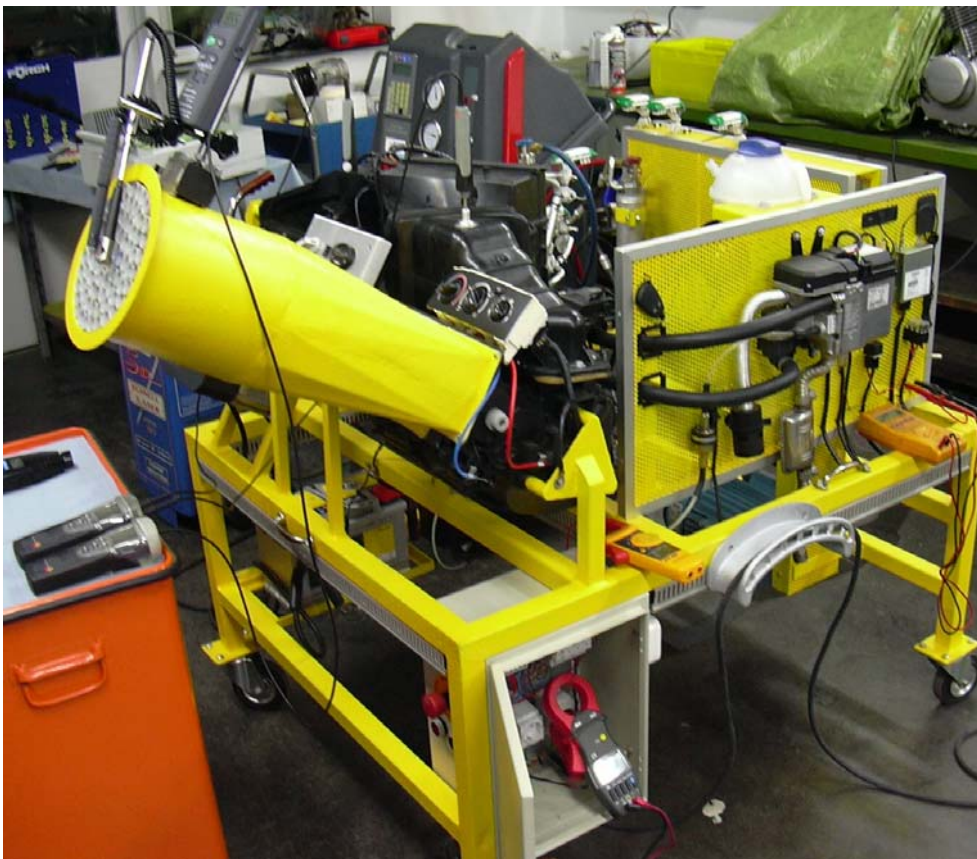


Abbildung 25 Fertiggestellter Schulungsstand "Fredo" 2. Seite

## 4 Messtechnische Durchführung und Auswertung

### 4.1 Annahmen

Bei den Versuchen mit vorgeheizter Ansaugluft wurde danach getrachtet, eine annähernd konstante Temperatur der Zuluft von  $t_{zu}=40\text{ °C}$  zu erreichen.

Gase und Dämpfe werden in der Strömungslehre als inkompressible Fluide behandelt, wenn die Strömungsgeschwindigkeit  $v < 100\text{ m/s}$  ist [15].

Es wurde mit den Werten für trockene Luft gerechnet. Der Feuchtegehalt der Luft wurde für die Ermittlung der Kühlleistung vernachlässigt.

Bei den Messungen wurde zur Stabilisierung der Bordspannung ein externes Ladegerät verwendet, um bei allen Versuchsreihen annähernd die gleichen Voraussetzungen vorzufinden.

Es wurde als Ausblasstellung „Defrost“ für alle Versuche gewählt, da in dieser Position die komplette, durchströmende Luft zum Ausblastrichter geleitet wird und die anderen Öffnungen verschlossen sind.

### 4.2 Auslesen der Werte der Klimaanlage über die OBD-Schnittstelle

#### 4.2.1 OBD allgemein

OBD ist die Abkürzung für On Board Diagnose. Zum Auslesen der abgasrelevanten Fehler an allen Fahrzeugen sind:

- Schnittstelle
- Diagnoseprotokoll
- Diagnosestecker
- Diagnoseaussagen

genormt.



Abbildung 26 OBD-Diagnoseschnittstelle

## Anschlussbelegung [10]:

PIN 1	Vom Hersteller frei belegbar	PIN 9	Vom Hersteller frei belegbar
PIN 2	Datenübertragung nach SAE J 1850	PIN 10	Datenübertragung nach SAE J 1850
PIN 3	Vom Hersteller frei belegbar	PIN 11	Vom Hersteller frei belegbar
PIN 4	Fahrzeugmasse	PIN 12	Vom Hersteller frei belegbar
PIN 5	Signalmasse	PIN 13	Vom Hersteller frei belegbar
PIN 6	Vom Hersteller frei belegbar	PIN 14	Vom Hersteller frei belegbar
PIN 7	Datenübertragung nach DIN ISO 9141-2	PIN 15	Datenübertragung nach DIN ISO 9141-2
PIN 8	Vom Hersteller frei belegbar	PIN 16	Batterieplus

Tabelle 1 PIN-Belegung OBD

#### 4.2.2 Ausgelesene Daten

Leider konnten über die OBD-Schnittstelle keine klimarelevanten Daten ausgelesen werden. Weder mit dem Renault-spezifischen Testgerät noch mit dem Universaltester Bosch KTS 550 war dies möglich.

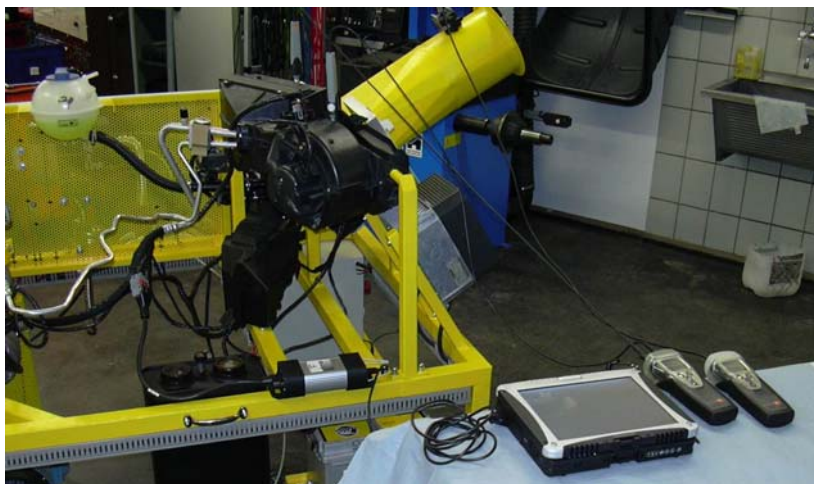
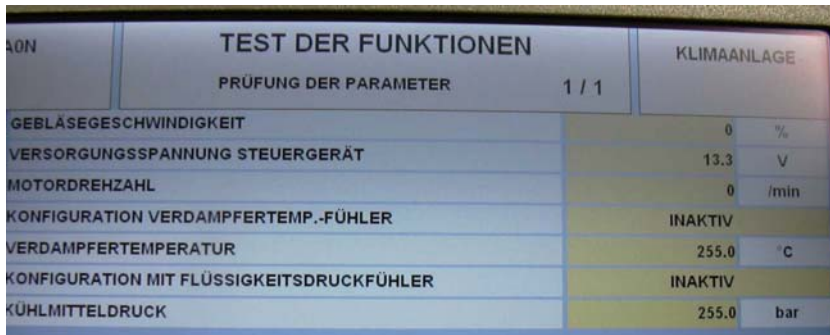


Abbildung 27 Messanordnung Renault-Tester



TEST DER FUNKTIONEN		KLIMAAANLAGE
PRÜFUNG DER PARAMETER		1 / 1
GEBLÄSEGESCHWINDIGKEIT	0	%
VERSORGUNGSSPANNUNG STEUERGERÄT	13.3	V
MOTORDREHZAHL	0	/min
KONFIGURATION VERDAMPFERTEMP.-FÜHLER	INAKTIV	
VERDAMPFERTEMPERATUR	255.0	°C
KONFIGURATION MIT FLÜSSIGKEITSDRUCKFÜHLER	INAKTIV	
KÜHLMITTELDRUCK	255.0	bar

Abbildung 28 Bildschirmanzeige Renault

Wie sich erkennen lässt werden keine realistischen Werte (Kühlmitteldruck  $p_{\text{Kühlm}}=255 \text{ bar}$ , Verdampfertemperatur  $t_{\text{verd}}=255 \text{ °C!!!}$ ) ausgegeben.

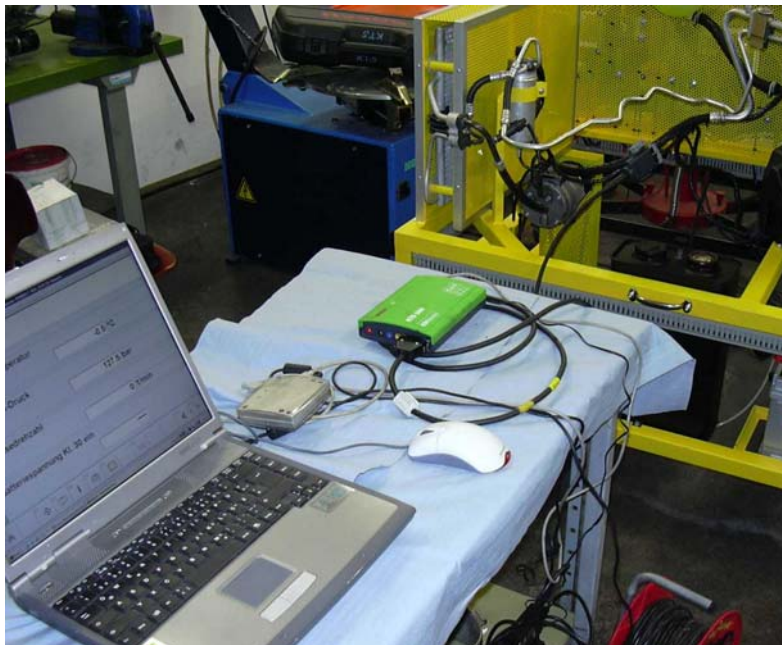


Abbildung 29 Messanordnung Bosch-Tester



Abbildung 30 Bildschirmanzeige bei Bosch

Ebenso zeigt das Universalgerät keine akzeptablen Größen.

### 4.3 Berechnung bzw. Ermittlung der messtechnisch relevanten Größen

#### Berechnung der Übersetzung

Da die Riemscheibe am E-Motor einen anderen Durchmesser als die des PKW-Motors hat, muss mit dem Verhältnis dieser beiden Werte gerechnet werden. Somit entspricht eine Drehzahl am E-Motor einer bestimmten Drehzahl am PKW-Motor, so wie wenn die Klimaanlage im Fahrzeug eingebaut wäre.

$$i = \frac{d_{PKW-Motor}}{d_{E-Motor}} = \frac{129mm}{71mm} = 1,817:1$$

Größe	Zeichen	Einheit
Übersetzungsverhältnis	$i$	
Riemscheiben-Ø PKW-Motor	$d_{PKW-Motor}$	$mm$
Riemscheiben-Ø E-Motor	$d_{E-Motor}$	$mm$

Formel 1 Übersetzungsverhältnis

Mit diesem Übersetzungsverhältnis wurde für die Versuchsprotokolle gerechnet.

### Berechnung der Frequenz

Die am Motor angegebene Nenndrehzahl  $n_{\text{nenn}}=1430 \text{ min}^{-1}$  tritt beim Betreiben mit einer Frequenz  $f=50 \text{ Hz}$  und Abgabe der Nennleistung  $P_{\text{nenn}}=3,00 \text{ kW}$  auf. Da bei unseren Versuchen mit anderen Leistungen gefahren wurde, kam es zu Drehzahlabweichungen.

Die gemessene Drehzahl bei unserer Leistung und einer Frequenz  $f=50 \text{ Hz}$  wurde mit  $n_{\text{gem}}=1486 \text{ min}^{-1}$  gemessen. Mit diesen Erkenntnissen wurden die fehlenden Werte für die folgende Tabelle berechnet.

Drehzahl PKW-Motor $n_{\text{PKW-Motor}}$ $\text{min}^{-1}$	Drehzahl E-Motor $n_{\text{E-Motor}}$ $\text{min}^{-1}$	Frequenz $f$ Hz	Drehzahl Kompressor $n_{\text{Kompressor}}$ $\text{min}^{-1}$
818	1486	50	864
1000	1817	61	1056
1500	2726	92	1585
2000	3634	122	2113
2500	4543	153	2644

Tabelle 2 Errechnete Frequenzen

Die **Berechnung der Leistung des E-Motors an den Kompressor** erfolgt über folgenden Zusammenhang:

$$P_{ab} = M \times \omega$$

$$P_{ab} = \frac{M_{nenn} \times M \%}{100} \times 2\pi n$$

$$M_{nenn} = \frac{P_{nenn}}{\omega_{nenn}}$$

$$M_{nenn} = \frac{P_{nenn}}{2\pi n_{nenn}}$$

$$P_{ab} = \frac{\frac{P_{nenn}}{2\pi n_{nenn}} \times M \%}{100} \times 2\pi n$$

$$P_{ab} = \frac{P_{nenn} \times M \%}{n_{nenn} 100} \times n$$

$$P_{ab} = \frac{P_{nenn}}{n_{nenn}} \times \frac{M \%}{100} \times n$$

Größe	Zeichen	Einheit
Abgegebene Leistung	$P_{ab}$	$W$
Drehmoment	$M$	$Nm$
Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	$\frac{1}{s}$
Nennmoment	$M_{nenn}$	$Nm$
Motordrehmoment in % vom Nennmoment	$M \%$	
Motordrehzahl	$n$	$\text{min}^{-1}$
Nennleistung	$P_{nenn}$	$W$
Nennzahl	$n_{nenn}$	$\text{min}^{-1}$

Formel 2 Leistung des E-Motors

Die Werte für die Berechnung erhält man über die abrufbaren Daten des Frequenzumformers und das Motortypenschild.



Die relevanten Parameter sind:

Nenndrehzahl laut Typenschild	P082	$n_{\text{nenn}}$
Nennleistung laut Typenschild	P085	$P_{\text{nenn}}$
Motordrehmoment in % vom Nenndrehmoment	P133	$M\%$
Motordrehzahl	P135	$n$

$$P_{ab} = \frac{P085}{P082} \times \frac{P133}{100} \times P135$$

Ein Zahlenbeispiel mit konkreten Werten:

$$P085 = 3,00 \text{ kW}$$

$$P082 = 1430 \text{ min}^{-1}$$

$$P133 = 37$$

$$P135 = 1744 \text{ min}^{-1}$$

$$P_{ab} = \frac{3,00 \text{ kW}}{1430 \text{ min}^{-1}} \times \frac{37}{100} \times 1744 \text{ min}^{-1}$$

$$P_{ab} = 1,3537 \text{ kW}$$

Die **Luftdichte** wurde in Abhängigkeit der Temperatur am Ausblasquerschnitt errechnet. Mit einem Wert von  $t_1=5\text{ °C}$  wurde der Einfachheit halber für alle Betrachtungen zum Klimabetrieb gerechnet. Für den Heizbetrieb wurde einmal mit  $t_2=45\text{ °C}$  kalkuliert, ein anderes Mal mit  $t_3=65\text{ °C}$ .

$$\rho_{Temp} = \rho_n \times \frac{T_n}{T}$$

$$\rho_{5^\circ C} = 1,293 \frac{kg}{m^3} \times \frac{273K}{278K}$$

$$\rho_{5^\circ C} = 1,269 \frac{kg}{m^3}$$

Größe	Zeichen	Einheit
Dichte der Luft bei einer beliebigen Temperatur	$\rho_{Temp}$	$\frac{kg}{m^3}$
Dichte der Luft im Normzustand	$\rho_n$	$\frac{kg}{m^3}$
Temperatur im Normzustand	$T_n$	$K$
Temperatur	$T$	$K$

$$\rho_{45^\circ C} = 1,293 \frac{kg}{m^3} \times \frac{273K}{318K}$$

$$\rho_{45^\circ C} = 1,110 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{65^\circ C} = 1,293 \frac{kg}{m^3} \times \frac{273K}{338K}$$

$$\rho_{65^\circ C} = 1,044 \frac{kg}{m^3}$$

Formel 3 Dichte der Luft

Die **Berechnung des Ausblasquerschnittes** ist notwendig um den Volumenstrom ermitteln zu können.

$$A_{tats} = A_O - A_{Rohre}$$

$$A_{tats} = \frac{d^2 \pi}{4} - 79 \times \frac{(d_a^2 - d_i^2) \pi}{4}$$

$$A_{tats} = \frac{200^2 \pi}{4} - 79 \times \frac{(20^2 - 18^2) \pi}{4}$$

$$A_{tats} = 26700 \text{ mm}^2$$

$$A_{tats} = 0,0267 \text{ m}^2$$

Größe	Zeichen	Einheit
Tatsächliche Querschnittsfläche	$A_{tats}$	$\text{mm}^2$
Querschnittsfläche des Trichters	$A_O$	$\text{mm}^2$
Ringquerschnitt der Rohre	$A_{Rohre}$	$\text{mm}^2$
Trichterdurchmesser	$d$	$\text{mm}$
Außen-Ø der Kunststoffrohre	$d_a$	$\text{mm}$
Innen-Ø der Kunststoffrohre	$d_i$	$\text{mm}$

Formel 4 Ausblasquerschnitt

Ein Anemometer (von griechisch *anemos* = *Wind*) oder Windmesser dient zur **Geschwindigkeitsmessung** von Luftströmungen in technischen Anlagen [16].

Das Kernstück eines Anemometers ist die Sonde. Je nach Bauart eignen sich die Sonden nur für bestimmte Strömungsgeschwindigkeiten:

- Niedrige Strömungsgeschw.     $v < 5 \text{ m/s}$             thermische Sonden
- Mittlere Strömungsgeschw.     $v = 5\text{-}60 \text{ m/s}$         Flügelradsonden
- Hohe Strömungsgeschw.         $v > 60 \text{ m/s}$             Staurohre

In unserem Fall wurde ein Anemometer der Marke Testo 416 mit einer fest angeschlossenen Teleskop-Flügelradsonde 16 mm angekauft, da dieses Gerät einen sehr weiten Bereich abdeckt und in weiterer Folge für den Schulbetrieb auch in anderen Bereichen einsetzbar ist.

Die Messung der Ausströmgeschwindigkeit für den Kühlbetrieb (Hebelstellung blau am Bedienelement) ergab, dass am ganzen Ausblasquerschnitt unterschiedliche Werte auftraten. Demzufolge wurde die

Austrittsgeschwindigkeit an allen der 79 eingesetzten Rohren gemessen, tabellarisch erfasst und ein Mittelwert gebildet. Das Rohr mit der Nummer 35 entspricht der so ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeit (Fehlerabweichung 0,62 %) und wird daher als Referenzrohr für sämtliche Messungen des Kühlbetriebes herangezogen. Das gleiche Prozedere wurde für die Hebelstellung rot, also für den Heizbetrieb durchgeführt. Bei diesem Durchlauf wurde Rohrnummer 41 als Referenzrohr für den Heizbetrieb ermittelt (Fehlerabweichung 0,73 %).

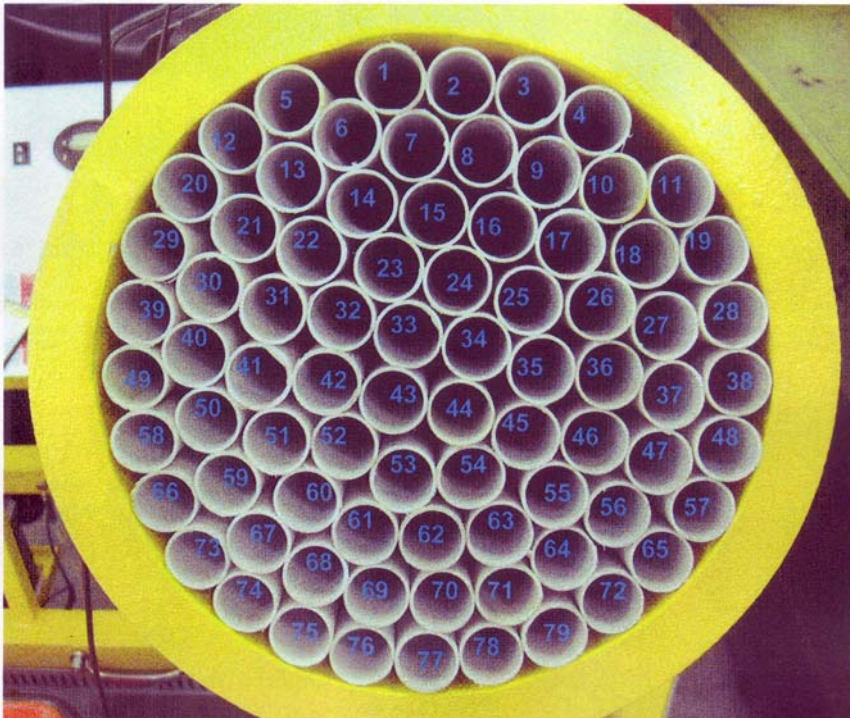


Abbildung 31 Ausblasstutzen nummeriert

**Messung der Ausblasgeschw. an den einzelnen Rohren für den Kühlbetrieb****Parameter:**

Temperatur	blau
Luftverteilung	Defrost
Gebläsestufe	4
Ansaugung	Frischlufft
Spannung unter Last	U=12,70 V
Strom unter Last	I=15,9 A

Rohrnummer	Ausblasgeschw. m/s	Rohrnummer	Ausblasgeschw. m/s
1	5,6	41	6,0
2	5,4	42	5,9
3	5,8	43	5,0
4	5,9	44	4,6
5	6,1	45	3,8
6	6,3	46	3,3
7	5,9	47	2,6
8	5,5	48	2,7
9	5,7	49	5,6
10	5,7	50	5,9
11	5,4	51	5,5
12	6,1	52	4,5
13	6,5	53	4,0
14	6,3	54	3,9
15	6,0	55	3,2
16	5,5	56	2,9
17	5,4	57	2,9
18	5,5	58	5,0
19	4,8	59	5,3
20	6,3	60	4,7
21	6,6	61	3,7
22	6,8	62	3,4
23	6,6	63	3,3
24	6,1	64	2,9
25	5,4	65	2,7
26	4,7	66	5,0
27	4,6	67	4,7
28	4,1	68	4,5
29	6,0	69	3,6
30	6,4	70	3,3
31	6,6	71	3,0
32	6,2	72	3,0
33	6,1	73	4,5
34	5,1	74	4,5
<b>35</b>	<b>4,8</b>	75	4,3
36	4,1	76	3,7
37	3,3	77	3,7
38	3,3	78	3,5
39	5,5	79	3,3
40	5,7	<b>Durchschnitt</b>	<b>4,83</b>

Das Rohr mit der Nummer 35 entspricht dem Durchschnitt >>> = Referenzrohr  
Bei der Messung der Ausblasgeschw. war die Klimaanlage nicht eingeschaltet.

**Messung der Ausblasgeschw. an den einzelnen Rohren für den Heizbetrieb**

**Parameter:**

Temperatur	rot
Luftverteilung	Defrost
Gebläsestufe	4
Ansaugung	Frischlufft
Spannung unter Last	U=12,77 V
Strom unter Last	I=14,8 A

Rohrnummer	Ausblasgeschw. m/s	Rohrnummer	Ausblasgeschw. m/s
1	7,7	<b>41</b>	<b>4,1</b>
2	7,6	42	4,7
3	7,5	43	4,2
4	6,5	44	3,6
5	6,8	45	2,8
6	8,1	46	2,6
7	8,2	47	2,2
8	8,3	48	2,4
9	7,5	49	3,0
10	6,3	50	3,1
11	5,7	51	3,2
12	6,4	52	2,6
13	7,6	53	2,8
14	8,0	54	2,8
15	7,9	55	1,9
16	7,4	56	1,8
17	6,5	57	1,9
18	4,8	58	2,4
19	4,0	59	2,5
20	5,7	60	2,9
21	6,6	61	1,9
22	7,1	62	1,7
23	7,6	63	1,7
24	6,9	64	1,2
25	6,0	65	1,7
26	5,1	66	2,4
27	3,9	67	2,2
28	3,8	68	1,9
29	4,4	69	1,2
30	5,2	70	1,3
31	5,4	71	1,2
32	6,1	72	1,2
33	5,9	73	1,8
34	5,0	74	1,7
35	4,3	75	1,7
36	3,7	76	1,1
37	3,0	77	1,3
38	3,0	78	1,3
39	3,6	79	1,2
40	3,6	<b>Durchschnitt</b>	<b>4,13</b>

Das Rohr mit der Nummer 41 entspricht dem Durchschnitt >>> = Referenzrohr  
 Bei der Messung der Ausblasgeschw. war die Heizung nicht eingeschaltet.

Um den **Volumenstrom** ermitteln zu können, benötigt man die Querschnittsfläche und die Ausblasgeschwindigkeit. Die Werte für die Ausblasgeschwindigkeit wurden mit einem Anemometer gemessen.

$$\dot{V} = A \times v$$

Formel 5 Volumenstrom

Größe	Zeichen	Einheit
Volumenstrom	$\dot{V}$	$\frac{m^3}{s}$
Querschnitt	$A$	$m^2$
Ausblasgeschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$

Um die **Luftmassenstrom** zu errechnen werden die Dichte der Luft und der Volumenstrom benötigt.

$$\dot{m} = \rho \times \dot{V}$$

Formel 6 Massenstrom

Größe	Zeichen	Einheit
Massenstrom	$\dot{m}$	$\frac{kg}{s}$
Dichtet	$\rho$	$\frac{kg}{m^3}$
Volumenstrom	$\dot{V}$	$\frac{m^3}{s}$

Für die **spezifische Wärmekapazität der Luft** wurde  $c_p=1,005 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$  für den Kühlbetrieb und  $c_p=1,008 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$  für den Heizbetrieb, aus einer Tabelle entnommen [3].

Die **Messung der Temperaturen** wurde mit einem Thermometer Testo 922 durchgeführt.

Zur Ermittlung der Kühlleistung wurde nach der „allgemeinen Wärmeleichung“ vorgegangen:

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c \times \Delta T$$

$$\dot{Q} = \rho \times \dot{V} \times c \times \Delta T$$

$$\dot{Q} = \rho \times A \times v \times c \times \Delta T$$

Formel 7 Grundgesetz der Wärmelehre

Größe	Zeichen	Einheit
Wärmemenge	$Q$	$J$
Leistung	$\dot{Q}$	$\frac{J}{s} = W$
Masse	$m$	$kg$
Massenstrom	$\dot{m}$	$\frac{kg}{s}$
Spezifische Wärmekapazität	$c$	$\frac{J}{kg \times K}$
Temperaturdifferenz	$\Delta T$	$T$
Dichte	$\rho$	$\frac{kg}{m^3}$
Volumenstrom	$\dot{V}$	$\frac{m^3}{s}$
Querschnitt	$A$	$m^2$
Ausblasgeschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$

*Einheitenprobe:*

$$W = \frac{kg}{m^3} \times m^2 \times \frac{m}{s} \times \frac{J}{kg \times K} \times K$$

$$W = \frac{J}{s}$$

$$W = W$$



Die **Leistungsziffer**  $\varepsilon$  ist das Verhältnis der Kühlleistung zur Leistung welche der E-Motor an den Kompressor abgibt.

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{P_{ab}}$$

Formel 8 Leistungsziffer

Größe	Zeichen	Einheit
Leistungsziffer	$\varepsilon$	
Kühlleistung	$\dot{Q}$	W
Abgegebene Leistung	$P_{ab}$	W

Die **Werte im Hochdruck- und im Niederdruckbereich** der Klimaanlage wurden mit der Klimawartungsstation Tecnotest Ecold 6610 ermittelt.

Zur Messung der **Luftfeuchte** wurde mit dem Messgerät Environment Meter ST-8820 durchgeführt.

Die **Temperaturen 1-6** in den Versuchsreihen wurden mit fix aufgebauten Thermometern der Type Voltcraft TMB-880EXF bewerkstelligt.

#### 4.4 Durchführung der Messung

Die in den nachfolgenden Tabellen erfassten Werte wurden durch Versuche unter wechselnden Parameterbedingungen ermittelt. Die Messprotokolle befinden sich im Anhang. Die sich ändernde Voraussetzung im Verhältnis zum Regelbetrieb wurde in der Tabelle grau hinterlegt.

#### 4.4.1 Versuchsdurchführung mit verschiedenen Parametern

##### 4.4.1.1 Versuch 1

##### Klimaanlage im Regelbetrieb

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebälsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Eine Erhöhung der Drehzahl über  $n=1500 \text{ min}^{-1}$  PKW-Motordrehzahl führt zu keiner Erhöhung der Kühlleistung. Die folgenden Versuche werden daher mit einem auf die Drehzahl des PKW-Motors umgerechneten Wert von  $n=1500 \text{ min}^{-1}$  (wie im Reparaturleitfaden auch angeführt) durchgeführt. Erst ab Versuch 13 werden die auf die PKW-Motordrehzahl umgerechneten Werte wieder verändert.

#### 4.4.1.2 Versuch 2

##### Klimaanlage im Regelbetrieb aber reduzierte Kältemittelfüllmenge

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	50 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Trotzdem nur 50 % der Soll-Kältemittelfüllmenge in der Anlage sind hat das System eine beachtliche Leistung.

#### 4.4.1.3 Versuch 3

##### Klimaanlage im Regelbetrieb aber verlegter Trockenfilter

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Ja	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Bei dieser Versuchsdurchführung wurde ein verlegter Trockenfilter simuliert. Dies wurde durch Einbau einer Reduzierung in den mit Kältemittel durchflossenen Querschnitt erreicht. Die Querschnittsfläche wurde so um 55 % verringert.

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Der Einbau der Reduzierung hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Kühlleistung.

#### 4.4.1.4 Versuch 4

##### Klimaanlage im Regelbetrieb aber beheizte Zuluft

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Ja	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Die Anlage schafft es spielend die vorgewärmte Luft mit einer

Ansaugtemperatur  $t_{an}=40\text{ °C}$  auf eine Ausblastemperatur  $t_{aus}=7\text{ °C}$  abzukühlen.

Somit steigt die Kühlleistung an, weil die Temperaturdifferenz direkt proportional zur Leistung ist. Die aufgenommene Leistung bleibt fast gleich. Somit

verbessert sich auch die Leistungsziffer  $\epsilon$  wesentlich.

#### 4.4.1.5 Versuch 5

##### Klimaanlage im Regelbetrieb aber ausgesteckter Kondensatorlüfter

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
<b>Kondensatorlüfter</b>	Ein; Aus	<b>Aus</b>	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

15 Sekunden nach dem Ausstecken des Kondensatorlüfters steigt der Hochdruck in der Klimaanlage von ca.  $p=15$  bar auf  $p=27,5$  bar an, dann öffnet die Magnetkupplung am Kompressor. Somit ist die Klimaanlage außer Betrieb. Beim Absinken auf ca.  $p=20$  bar schließt die Magnetkupplung wieder und die Klimaanlage läuft bis zum Erreichen von  $p=27,5$  bar.

Messungen wie bei den anderen Versuchen waren aus diesem Grund nicht möglich. Ohne Kondensatorlüfter ist mit dieser Anlage kein brauchbarer Klimabetrieb möglich.

#### 4.4.1.6 Versuch 6

##### Klimaanlage im Regelbetrieb aber erhöhte Kältemittelfüllmenge

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	130 %	
Gebälsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Der Hochdruck im Kältemittel steigt auf  $p=19$  bar an.

Der Kondensatorlüfter läuft auf Stufe 2.

Eine Erhöhung der Kältemittelfüllmenge hat keinen Einfluss auf die Kühlleistung.

#### 4.4.1.7 Versuch 7

##### Klimaanlage im Regelbetrieb aber verlegter Pollenfilter

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Ja	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Zur Simulation eines verlegten Pollenfilters wurde ein Vlies auf den Pollenfilter aufgeklebt. Die Ausblasgeschwindigkeit sinkt somit. Die durchströmende Luft hat daher länger Zeit, die Wärme abzugeben. Dadurch ist die Ausblastemperatur geringer als beim Regelbetrieb.



**4.4.1.8 Versuch 8****Klimaanlage im Regelbetrieb aber ausgebauter Pollenfilter**

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Nein	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Die Ausblasgeschwindigkeit steigt um ca. 10 % im Verhältnis zum Regelbetrieb.

#### 4.4.1.9 Versuch 9

##### Klimaanlage im Regelbetrieb aber mit Standheizung

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebälsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
<b>Standheizung</b>	Ein; Aus	<b>Ein</b>	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Rot	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Dieser Versuch ist dem Bereich Heizung und nicht der Kühlung zuzuordnen.

Diese Einstellung dient dazu, um in der kühlen, feuchten Jahreszeit die Luft zu entfeuchten.

**4.4.1.10 Versuch 10****Standheizung im Regelbetrieb ohne Klimaanlage**

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
<b>Klimaanlage</b>	Ein; Aus	<b>Aus</b>	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebälsestufe	1; 2; 3; 4	4 (nicht relevant)	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
<b>Standheizung</b>	Ein; Aus	<b>Ein</b>	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
<b>Temperaturwahlschalter</b>	Blau; Rot	<b>Rot</b>	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Nachdem das Wasser erwärmt ist, schaltet sich das Heizgebläse (Stufe 2) ein. Es besteht für mich keine Möglichkeit die angesaugte Luft abzukühlen, um wintermäßige Bedingungen zu erreichen. Deshalb ist die berechnete Leistung auch nicht besonders hoch. In Versuch 9 wurde durch die Klimaanlage die Luft gekühlt und somit erhält man eine befriedigende Aussage zur Leistung der Standheizung.

#### 4.4.1.11 Versuch 11

##### Klimaanlage im Regelbetrieb bei einer PKW-Motordrehzahl $n=1500 \text{ min}^{-1}$ aber mit verschiedenen Gebläsestufen

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Ber. PKW-Mot.-dr. $\text{min}^{-1}$	1000;1500;2000;2500	1500	
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	verschiedene	
Frischlufte	Ja; Nein	Ja	
Umlufte	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Nein	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Um vernünftige Ergebnisse für die Kühlleistung zu erhalten ist es unbedingt notwendig die angesaugte Luft vorzuwärmen.

**4.4.1.12 Versuch 12**

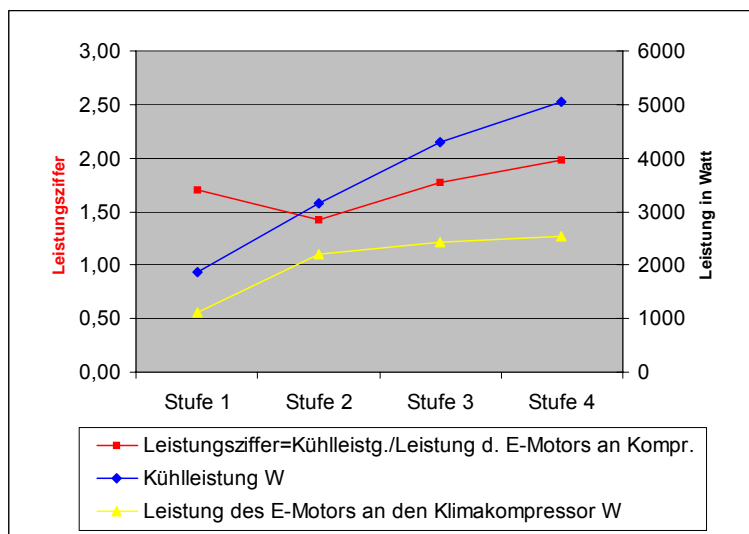
**Klimaanlage im Regelbetrieb bei einer PKW-Motordrehzahl  
n=1500 min<sup>-1</sup> aber mit verschiedenen Gebläsestufen  
und beheizter Zuluft**

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Ber. PKW-Mot.-dr. min <sup>-1</sup>	1000;1500;2000;2500	1500	
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	verschiedene	
Frischluf	Ja; Nein	Ja	
Umluft	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Ja	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Die PKW-Motordrehzahl beträgt n=1500 min<sup>-1</sup> und ist somit auf jenem Wert, den der Reparaturleitfaden vorschlägt. Bei diesem Versuch beträgt die Leistungsziffer  $\xi=2$ .



**4.4.1.13 Versuch 13**

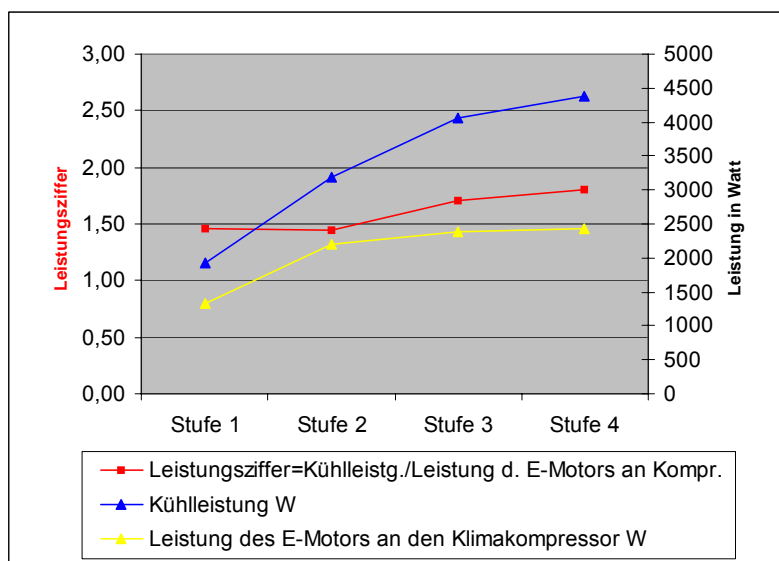
**Klimaanlage im Regelbetrieb bei einer PKW-Motordrehzahl  
n=1000 min<sup>-1</sup> aber mit verschiedenen Gebläsestufen  
und beheizter Zuluft**

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Ber. PKW-Mot.-dr. min <sup>-1</sup>	1000;1500;2000;2500	1000	
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	verschiedene	
Frischluf	Ja; Nein	Ja	
Umluft	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Ja	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Die Kühlleistung ist für eine PKW-Motordrehzahl von n=1000 min<sup>-1</sup> (also nahe an der Leerlaufdrehzahl) beachtlich.



**4.4.1.14 Versuch 14**

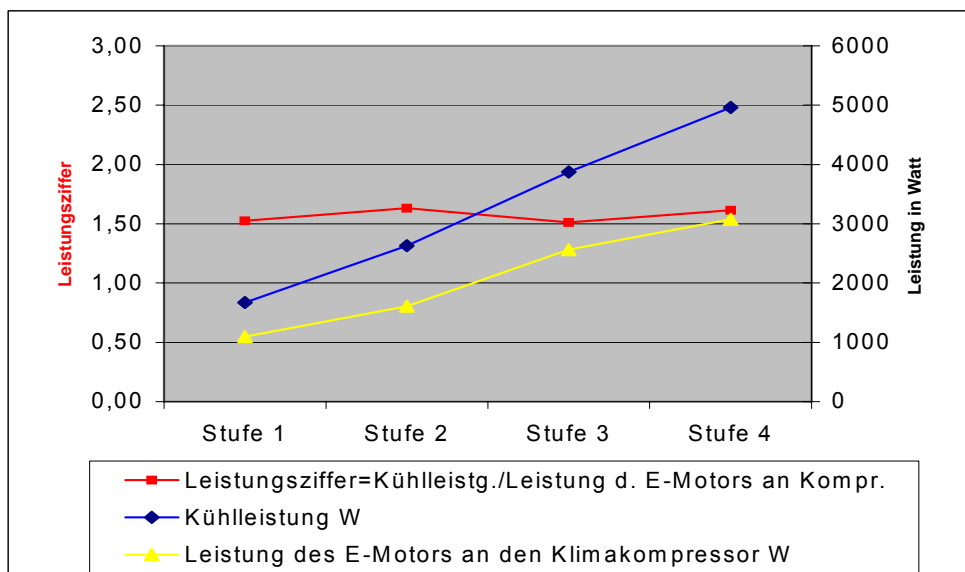
**Klimaanlage im Regelbetrieb bei einer PKW-Motordrehzahl  $n=2000 \text{ min}^{-1}$  aber mit verschiedenen Gebläsestufen und beheizter Zuluft**

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Ber. PKW-Mot.-dr. $\text{min}^{-1}$	1000;1500;2000;2500	2000	
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	verschiedene	
Frischluf	Ja; Nein	Ja	
Umluft	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Ja	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

Die Leistungsziffer ist annähernd konstant. Das bedeutet, dass in gleichem Maße wie die Kühlleistung steigt, auch die Leistung an den E-Motor steigt.



**4.4.1.15 Versuch 15****Klimaanlage im Regelbetrieb bei einer PKW-Motordrehzahl  
n=2500 min<sup>-1</sup> und beheizter Zuluft**

Dieser Versuch wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

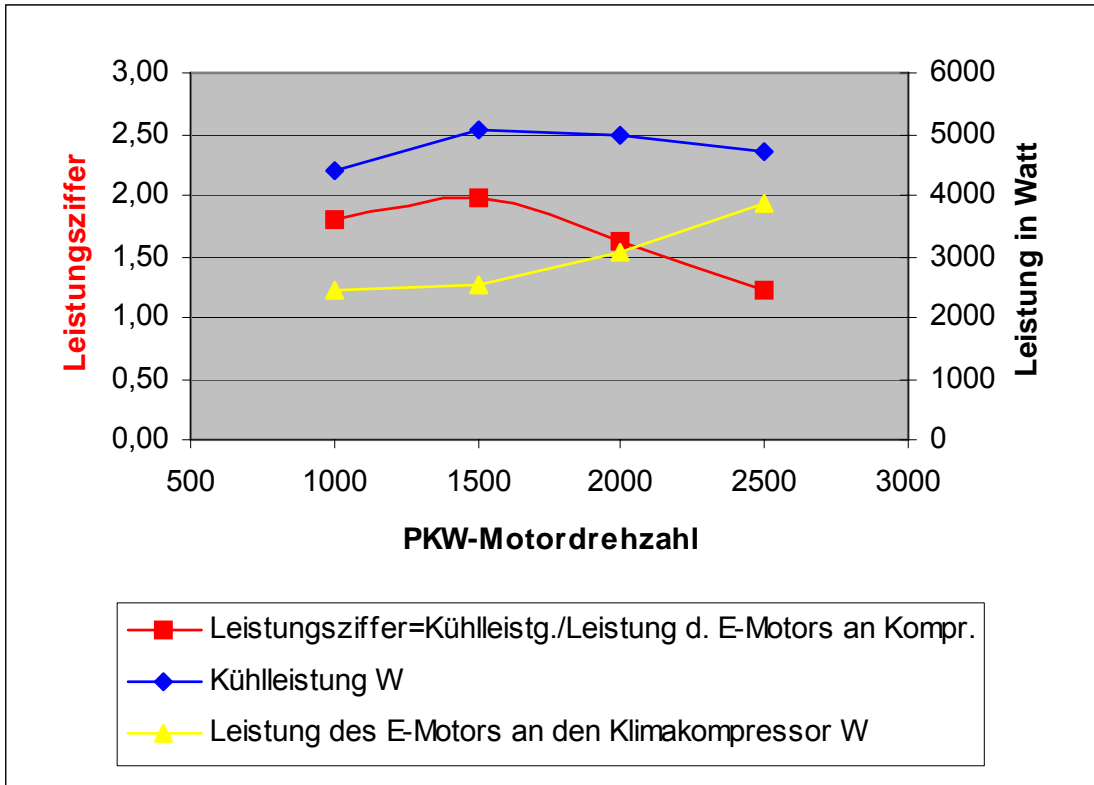
	Mögl. Varianten	Gew. Variante	Bemerkung
Ber. PKW-Mot.-dr. min <sup>-1</sup>	1000;1500;2000;2500	2500	
Klimaanlage	Ein; Aus	Ein	
Kältemittelfüllmenge	50 %; 100 %; 130 %	100 %	
Gebläsestufe	1; 2; 3; 4	4	
Frischluf	Ja; Nein	Ja	
Umluft	Ja; Nein	Nein	
Luftverteilung	Defrost; Fußraum; Gesicht; Defrost+Fußraum	Defrost	
Zuluft geheizt	Ja; Nein	Ja	
Standheizung	Ein; Aus	Aus	
Trockenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Reduktion
Kondensatorlüfter	Ein; Aus	Ein	
Pollenfilter eingebaut	Ja; Nein	Ja	
Pollenfilter verlegt	Ja; Nein	Nein	Sim. durch eingeb. Vlies
Temperaturwahlschalter	Blau; Rot	Blau	

Erkenntnisse aus der Durchführung:

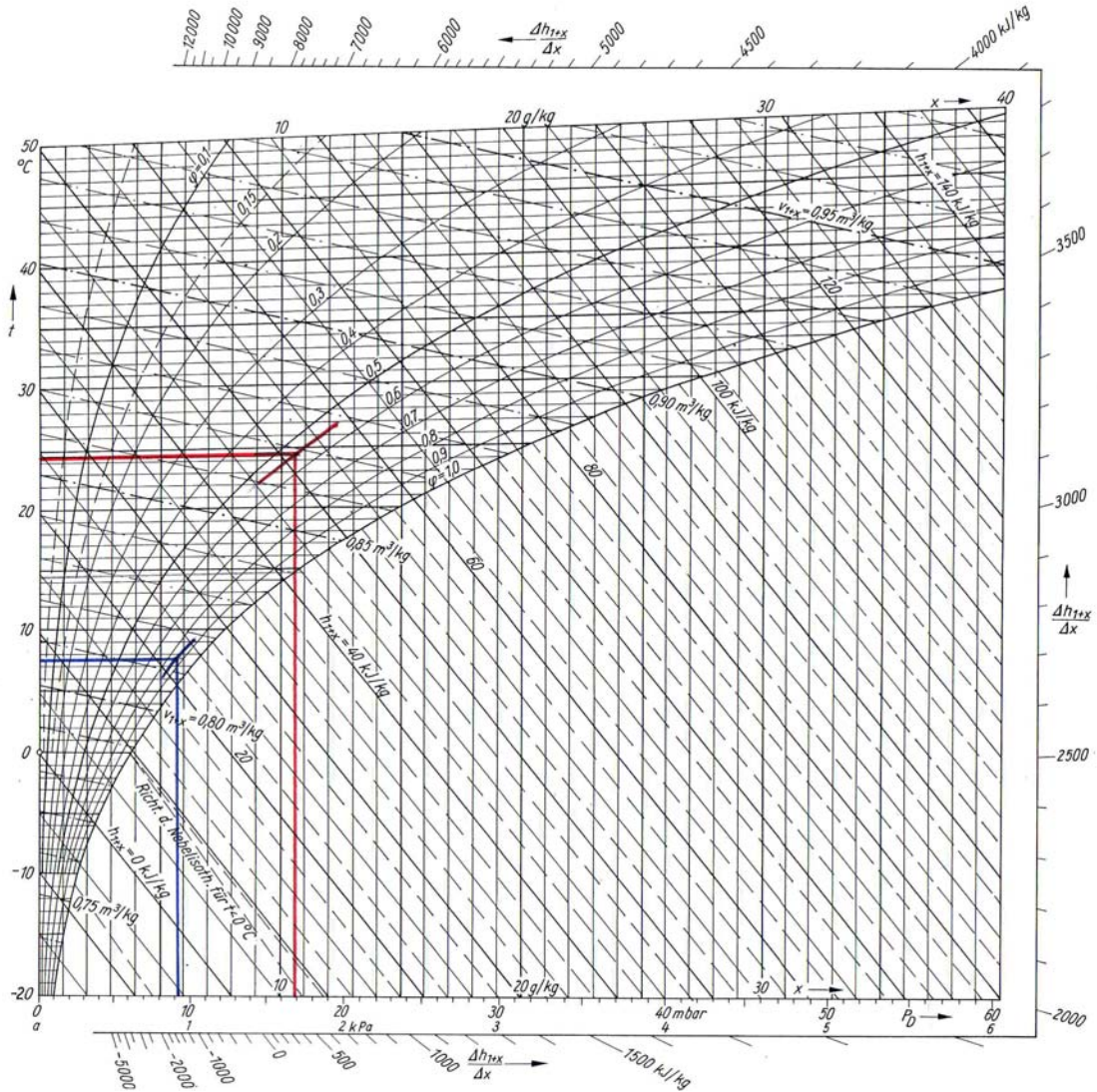
Um den Kompressor schneller laufen zu lassen wird eine höhere Antriebsleistung benötigt. Diese höhere Antriebsleistung bringt aber nicht mehr Kühlleistung, somit sinkt die Leistungsziffer.



PKW-Motordrehzahl $\text{min}^{-1}$	1000	1500	2000	2500
Kühlleistung W	4382	5049	4963	4691
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2429,54	2539,97	3075,10	3854,90
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,80	1,99	1,61	1,22



4.4.2 Ermittlung der kondensierenden Wasserdampfmenge

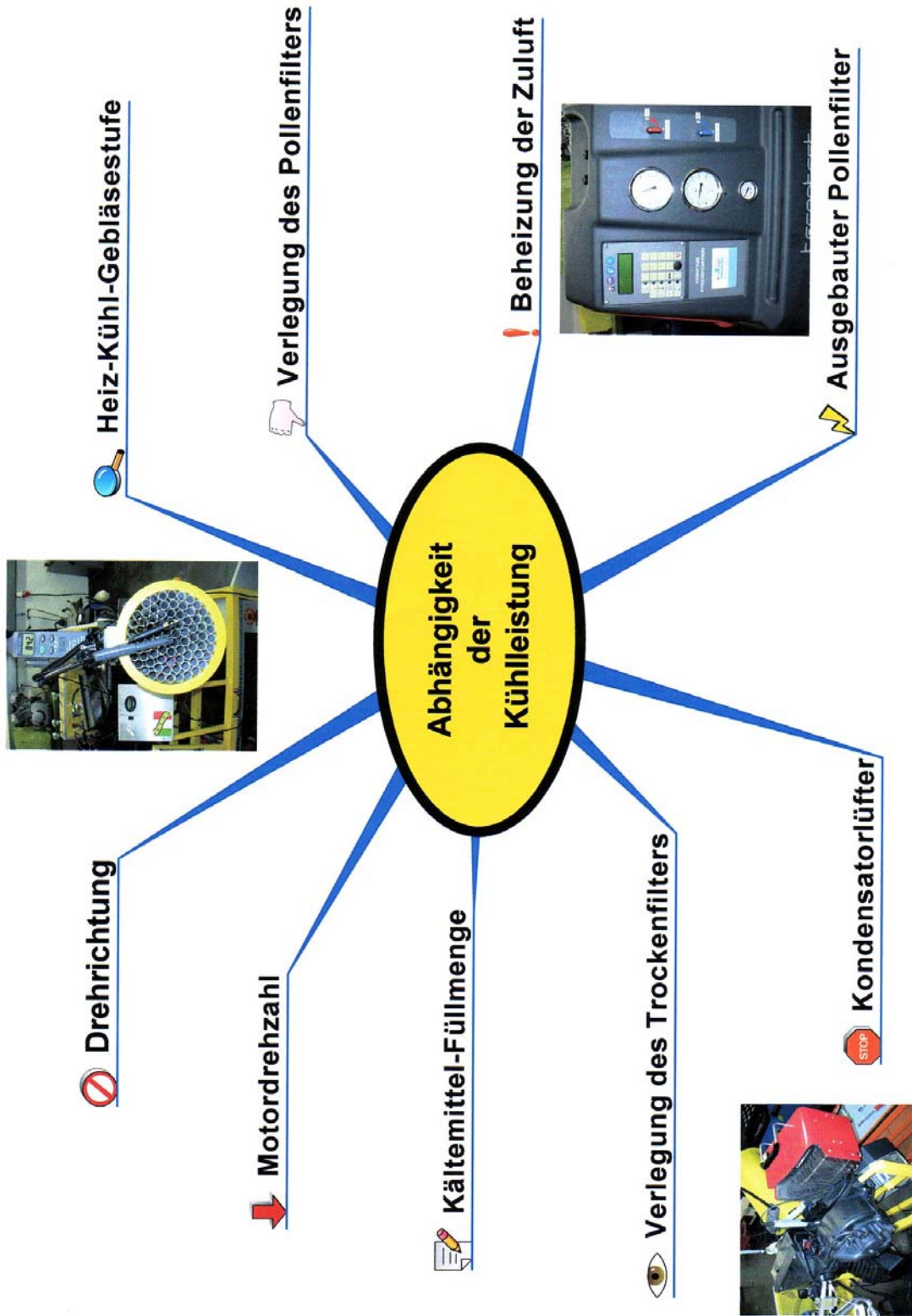


Mittels Eintragungen in das h,x-Diagramm konnte die Masse der Wasserkondensation ermittelt werden:

	Temperatur	Relative Luftfeuchte	Enthaltene Wassermasse	Abgeschiedene Wassermasse
Ansaugluft	24,5 °C	54 %	11 g/kg	5 g/kg
Ausblasluft	7,8 °C	88 %	6 g/kg	

Tabelle 3 Wasserabscheidung

### 4.5 Übersicht Abhängigkeit der Kühlleistung



#### 4.6 Erkenntnisse aus den Versuchsreihen

- Die Drehrichtung ist für den Kompressor egal. Er arbeitet in beiden Drehsinnen.
- Die Kühlleistung ist ab einer PKW-Motordrehzahl von  $n=1500 \text{ min}^{-1}$  aufwärts ungefähr konstant. Im Bereich bis  $n=1000 \text{ min}^{-1}$  ist die Leistung um ca. 10 % bis 20 % geringer.
- Die Klimaanlage reagiert auf eine zu geringe Kältemittelfüllmenge unsensibel. So beträgt der Kühlleistungs-Verlust bei lediglich 50%-iger Füllmenge nicht einmal 10 %. Das erklärt warum viele Fahrzeuge jahrelang ohne eine Klimawartung auskommen, ohne dass die Fahrzeugbesitzer über mangelnde Kühlleistung klagen.
- Eine Verringerung der Durchflussquerschnittsfläche (Einbau einer Reduzierung vor dem Trockenfilter) um 55 %, mit der ein verlegter Trockenfilter simuliert werden sollte, hatte kaum (5 %) eine negative Auswirkung auf die Kühlleistung.
- Beim Betrieb mit einer erhöhten Kältemittelfüllmenge (30 %) stieg der Hochdruck auf  $p=19 \text{ bar}$  an, der Kondensatorlüfter lief auf Stufe 2. Eine Auswirkung auf die Kühlleistung konnte nicht beobachtet werden.
- Die Betriebssituation „eingeschaltete Klimaanlage und Heizbetrieb“, wird in erster Linie zur Lufttrocknung in der kalten, feuchten Jahreszeit verwendet. Zuerst wird die angesaugte Luft abgekühlt, dadurch kondensiert die Luftfeuchtigkeit am Verdampfer und anschließend erfolgt die Aufheizung in einen angenehmen Bereich. Das kann sowohl für den Frischluftbetrieb als auch für den Umluftbetrieb Verwendung finden.

- Ein verlegter Pollenfilter führt zu einer Reduktion der Ausblasgeschwindigkeit um ungefähr 18 %. In gleichem Maße sinkt auch die Kühlleistung. Entsprechend gegensätzlich verhält sich das Ergebnis für einen ausgebauten Pollenfilter.
- Wie sich die Leistungen bei veränderten Gebläsestufen verhalten ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich:

Gebläsestufe	Leistung
4	100 %
3	85 %
2	62 %
1	37 %

Tabelle 4 Gegenüberstellung Gebläsestufe-Leistung

- Für einen realistischen Schulungsbetrieb ist es unbedingt notwendig die Zuluft auf eine Temperatur von  $t_{zu}=30-40\text{ °C}$  vorzuwärmen. Deshalb wurde der Schulungsstand auch mit einer solchen Einrichtung nachgerüstet. Höhere Werte als  $t_{zu}=40\text{ °C}$  sind für unsere klimatischen Verhältnisse unrealistisch.
- Die Anlage erreicht eine maximale Kühlleistung von in etwa  $\dot{Q}=5000\text{ W}$ . Die Leistung ist immer ausreichend um eine Zuluft mit einer Ansaugtemperatur von  $t_{zu}=30-40\text{ °C}$  auf eine Ausblastemperatur von  $t_{aus}=3-10\text{ °C}$  abzukühlen.
- In obigem Betriebszustand hat der Kompressor eine Leistungsaufnahme von  $P=2500\text{ W}$ . Der Wert für die Leistungsziffer beträgt  $\epsilon=2$ , das ist der höchste, mit unserer Anlage zu erreichende, Betrag.
- Nur ein gut funktionierender Wärmeabtransport vom Kondensator sichert

brauchbare Kühlergebnisse. Dazu zählt ein intakter Kondensatorlüfter ebenso wie ein nicht verlegter Kondensator. Verlegungen (Insekten, Laub, ...) oder ein defekter Lüfter wirken sich sofort auf die Funktion der Klimaanlage aus, die sich bei zu hohen Kältemitteldrücken abschaltet. Renault zum Beispiel, lässt den Kondensatorlüfter immer (auch im Winter) im Klimaanlagebetrieb mitlaufen, andere Hersteller nur bei Bedarf. Mir erscheint es wichtig, bei einer Klimawartung in der Werkstätte über eine Stellglieddiagnose (Ansteuerung diverser Komponenten über ein Werkstätten-Fehlerauslesegerät), die Funktion des Kondensatorlüfters zu überprüfen.

#### 4.6.1 Vergleich dieser Fahrzeugklimaanlage mit einem Stationärgerät

Die folgenden Daten stammen von einer Vorrichtung, welche auf Campingplätzen verwendet wird, um so genannte Maxicaravans zu kühlen, aber auch zu beheizen. Diese Maxicaravans sind im Wesentlichen etwas größere, stationäre Wohnwägen. Der linke Bereich der Wertetabelle spricht die Kühlung an, der rechte die Heizung. Das Interessante daran ist, dass mit dieser Vorrichtung sowohl gekühlt als auch geheizt werden kann. Mehr dazu im Teil „Zukunftstrend“.



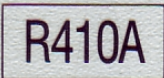
 <b>RIELLO</b> CLIMATIZZATORE D'ARIA UNITA' ESTERNA POMPA DI CALORE MOD.: <b>CSE 420H</b> S.N.: <b>27085106170</b>		REFRIGERANTE: R 410A kg 0,60 ALIMENTAZ. ELETTRICA: 230V -50Hz GRADO DI PROTEZIONE: IP X4 PRESSIONE DI PROVA: ALTA: 3,42 Mpa BASSA: 1,98 Mpa MAX: 4,15 Mpa	
UNITA' INTERNA ABBINATA		WSS 420H	
MODALITA' DI FUNZIONAMENTO	REFRIGERAZIONE	RISCALDAMENTO	
RESA NOMINALE	2100W	2200W	
POTENZA ASSORBITA NOMINALE	610W	510W	
CORRENTE ASSORBITA NOMINALE	2,80A	2,30A	
MASSIMA POTENZA ASSORBITA	860W		
MASSIMA CORRENTE ASSORBITA	3,10A		
Data di produzione:			
 		Riello S.p.A. Made in Malaysia	

Abbildung 32 Typenschild einer Stationärklimaanlage

Erwähnenswert ist die Leistungsziffer:

$$\varepsilon = \frac{2100W}{610W} = 3,44$$

Diese ist wesentlich höher als jene unserer Anlage.

Bei der Betrachtung der Kühlleistung verhält es sich gegensätzlich. Unsere PKW-Klimaanlage ist sogar bei einer Motordrehzahl von  $n=1000 \text{ min}^{-1}$  also nahe an der Leerlaufdrehzahl und Gebläsestufe 4 noch immer über  $\dot{Q}=4000 \text{ W}$ .

## 5 Bedeutung für den Berufsschulunterricht

### 5.1 Ziel für die Lehrlingsausbildung

Mit diesem Schulungsstand soll auf einfache Art und Weise das komplexe Thema Klimaanlage vermittelt werden. Im Vordergrund steht die betriebliche Anwendbarkeit. Das bedeutet, dass der Auszubildende unter anderem in der Lage sein soll eine rasche Funktionsprüfung nach folgendem Schema durchzuführen:

- Zieht die Magnetkupplung an?
- Ist eine Leitung am Expansionsventil kalt?
- Ist eine Leitung am Expansionsventil heiß?
- Läuft der Kondensatorlüfter?
- Wie hoch ist die Ausblastemperatur?

Die Wartungsgeräte in den Werkstätten sind schon so benutzerfreundlich, dass es bei der menügeführten Klimawartung kaum zu Problemen kommt. Beim Nichtfunktionieren einer Klimaanlage ist es jedoch für den Kfz-Techniker wichtig, eine korrekte Diagnose zu stellen, um die weitere Vorgangsweise für die Instandsetzung festlegen zu können.

## 5.2 Schülerunterlagen

# Bedienungsanleitung „Fredo“

### Inbetriebnahme des E-Motors:

- Kontrolle ob der Zündungsschalter in der Stellung „AUS“ ist
- Kabel an einer 400 Volt-Steckdose anschließen
- NOTAUS-Taster durch Verdrehen entriegeln
- Hauptschaltertaster „EIN“ betätigen
- Grüne Taste am Frequenzumrichter betätigen (das Pfeifgeräusch ist normal)
- Gewünschte Drehzahl über die Pfeiltasten einstellen (der Standardwert ist in der Tabelle grau hinterlegt)
- Mit der „Pfeil nach oben Taste“ wird die Drehzahl erhöht
- Mit der „Pfeil nach unten Taste“ wird die Drehzahl verringert

### Abschalten des E-Motors:

- Zündungsschalter auf „AUS“
- Rote Taste am Frequenzumformer betätigen
- NOTAUS-Taster drücken
- Kabel von der 400 Volt-Steckdose abschließen

#### Hinweis:

Wenn das Kabel an der 400 Volt-Steckdose angeschlossen ist, so wird auch bei ausgeschaltetem Hauptschalter oder bei betätigtem NOTAUS-Taster die Batterie geladen.

Frequenzwert	PKW-Motordrehzahl
46	750
61	1000
92	1500
122	2000
153	2500

### Inbetriebnahme der Klimaanlage:

- Zündungsschalter auf „EIN“
- „A.C“-Druckknopf betätigen (rote LED leuchtet)
- Gebläse mindestens auf Stufe 1

### Abschalten der Klimaanlage:

- Gebläse auf Stellung „0“
- A.C“-Druckknopf betätigen (rote LED leuchtet nicht)
- Zündungsschalter auf „AUS“

### Inbetriebnahme der Standheizung:

- Kraftstoffhahn öffnen
- Standheizung über „ON“ an der Fernbedienung starten

### Abschalten der Standheizung:

- Standheizung über „OFF“ ausschalten
- Kraftstoffhahn schließen

#### Hinweis:

Die Standheizung kann auch über ein Mobiltelefon, über das Internet oder über die Zeitschaltuhr gestartet werden.

**Bei Gefahr drücken Sie**



**bitte den NOTAUS-Taster!**

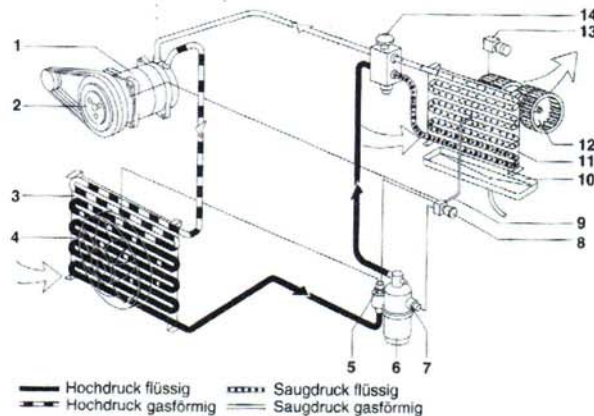


## Klimaanlage

- Zweck:** Steigerung des Wohlbefindens  
(= Hebung der Verkehrssicherheit – Reaktionszeit!)
- durch:**
1. Entfeuchtung der Luft  
(Kondenswasser unter dem Fahrzeug)
  2. Abkühlung der Luft
- Bauteile:**

### Kältemittelkreislauf einer Klimaanlage.

1 Kompressor, 2 Elektrokupplung (für Kompressor ein/aus), 3 Kondensator, 4 Zusatzgebläse,  
5 Hochdruckschalter, 6 Flüssigkeitsbehälter mit Trockereinsatz, 7 Niedersdruckschalter,  
8 Temperaturschalter bzw. Zweipunktregelung (für Kompressor ein/aus), 9 Temperatursensor,  
10 Kondenswasserwanne, 11 Verdampfer, 12 Verdampfergebläse, 13 Gebläseschalter,  
14 Expansionsventil!



### Funktion:

Der Kompressor, vom Motor mittels Keilriemen angetrieben, verdichtet das gasförmige Kältemittel. Dabei wird das Kältemittel erwärmt. Im Kondensator (bitte nicht als Klimakühler bezeichnen) wird dem Kältemittel die Wärme entzogen. Es wird dabei flüssig. Das Kältemittel gelangt nun zum Flüssigkeitsbehälter (besserer Name: Trockenfilter) und über das Expansionsventil in den Verdampfer und expandiert. Der Aggregatzustand ändert sich von flüssig auf gasförmig (Phasenwechsel). Dabei wird der Umgebung Wärme entzogen. Die über den Verdampfer streichende Luft wird entfeuchtet und abgekühlt und in den Fahrzeuginnenraum geleitet. Das expandierte, gasförmige Kältemittel gelangt wieder in den Kompressor.

**Achtung Verletzungsgefahr:** Erfrierungen durch austretendes Kältemittel  
Quetschgefahr der Finger durch Keilriemen

# Prüfprotokoll Klimawartung

Datum: \_\_\_\_\_ Beanstandung: \_\_\_\_\_  
 Fahrzeugbesitzer: \_\_\_\_\_ Kältemitteltyp: \_\_\_\_\_  
 Marke: \_\_\_\_\_ Sollmenge Kältemittel: \_\_\_\_\_  
 Type: \_\_\_\_\_ Öltyp: \_\_\_\_\_  
 Beh. Kennzeichen: \_\_\_\_\_ Sollmenge Öl: \_\_\_\_\_

## 1. Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung ist unbedingt vor der Klimawartung durchzuführen. Beim Auftreten von Funktionsstörungen ist es ratsam, sich mit dem Kunden in Verbindung setzen, da es sich dann nicht um eine Klimawartung, sondern um eine Klimareparatur handelt (Kosten!).

### Schnelldiagnose Funktion

Magnetkupplung zieht an	ja	nein
1 kalte Leitung	ja	nein
1 heiße Leitung	ja	nein
Kondensatorlüfter funktioniert	ja	nein
Ausblastemperatur (Sollwert 3-7°C)	°C	

Testerdiagnose Drücke bei \_\_\_\_\_ U/min. (laut Reparaturanleitung)

Hochdruck HD (Sollwert 10 – 15 bar - rote Leitung)	bar
Niederdruck ND (Sollwert 2 – 3 bar - blaue Leitung)	bar

## 2. Wartung

Das Klimawartungsgerät ist menügeführt:

1. Kältemittelrückgewinnung (= absaugen)
2. Vakuum aufbauen (45 min)
3. Lecksuche (Dichtheitsprüfung)
4. Ev. Kontrastmittel einbringen
5. Öl nachfüllen? (wenn erforderlich)
6. Kältemittel auffüllen

## 3. Funktionsprüfung

### Schnelldiagnose Funktion

Magnetkupplung zieht an	ja	nein
1 kalte Leitung	ja	nein
1 heiße Leitung	ja	nein
Kondensatorlüfter funktioniert	ja	nein
Ausblastemperatur (Sollwert 3-7°C)	°C	

Testerdiagnose Drücke bei \_\_\_\_\_ U/min. (lt. Reperaturanleitung)

Hochdruck HD (Sollwert 10 – 15 bar - rote Leitung)	bar
Niederdruck ND (Sollwert 2 – 3 bar blaue Leitung)	bar

Unterschrift des durchführenden Technikers: \_\_\_\_\_

## 6 Zukunftstrend

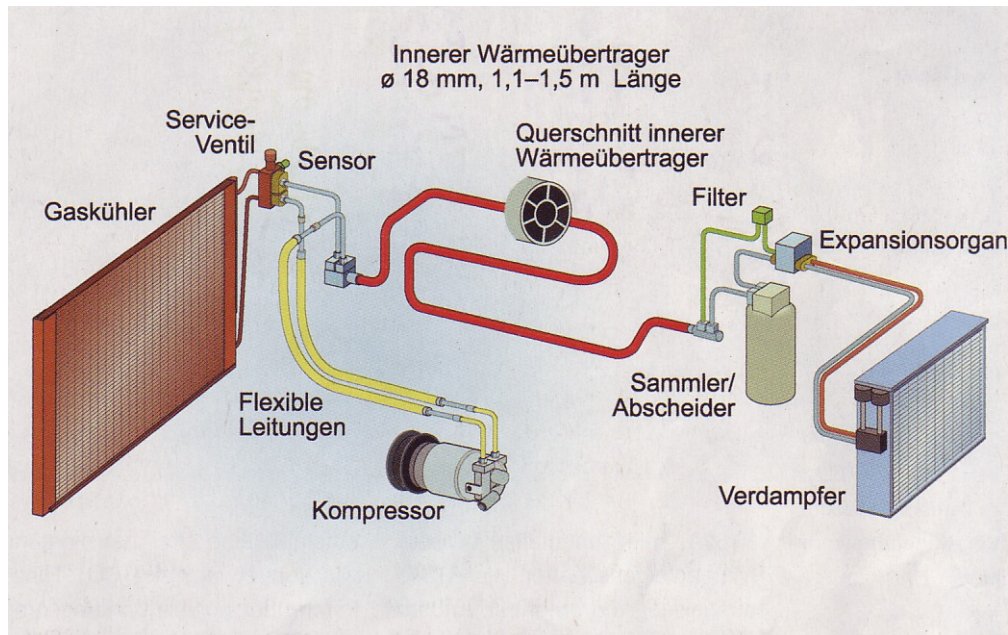


Abbildung 36 Schaltbild des System mit CO<sub>2</sub> als Kältemittel [14]

Aufgrund der guten Umweltverträglichkeit des CO<sub>2</sub> werden künftige Entwicklungen vielleicht in diese Richtung gehen. Probleme bereiten die hohen Drücke und Temperaturen. So muss man mit Maximaldrücken von bis zu  $p_{\text{max}}=135 \text{ bar}$  rechnen, die Maximaltemperaturen sind im Bereich von  $t_{\text{max}}=150 \text{ °C}$ . Wird der Kältemittelkreislauf der CO<sub>2</sub>-Klimaanlage „umgekehrt“ kann sie auch als Wärmepumpe verwendet werden. Das wäre ein wesentlicher Vorteil zur Beheizung des Fahrgastraumes, besonders für verbrauchs-optimierte, direktinspritzende Dieselmotoren (Common-Rail, Pumpe-Düse), deren geringe Motorabwärme nur eine ungenügende Heizenergie abwirft. Ein weiterer Nutzen liegt darin, dass CO<sub>2</sub> sehr leicht verfügbar ist, weil es als Abfallprodukt aus industriellen Prozessen stammt. Daher ist es in der Klimaanlage gewissermaßen nur zwischengelagert und verhält sich bei der Umweltbilanzierung praktisch neutral [14].

Es soll noch im heurigen Jahr eine Entscheidung fallen, welches Kältemittel ab dem Jahr 2011 im Serienfahrzeugbau eingesetzt wird, da ab dem Jahr 2017 das Kältemittel R134a in keinem Fahrzeug mehr verwendet werden darf [18].

## 7 Literaturverzeichnis

[1]	<a href="http://www.g26.ch/texte_lifestyle_28.html">http://www.g26.ch/texte_lifestyle_28.html</a> Datum des Auffindens 13. 6. 2007
[2]	<a href="http://www.fit1.de/de/auto-motorrad/1/n-7250451-klimaanlagen.htm">http://www.fit1.de/de/auto-motorrad/1/n-7250451-klimaanlagen.htm</a> Datum des Auffindens 10. 6. 2007
[3]	Berties, Werner: Übungsbeispiele aus der Wärmelehre.-20. Auflage.-Leipzig: Fachbuchverlag Leipzig, 2003
[4]	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Luftfeuchtigkeit">http://de.wikipedia.org/wiki/Luftfeuchtigkeit</a> Datum des Auffindens 3. 6. 2007
[5]	Streicher, Manfred: Testo-Klimamessung für den Praktiker.-1. Auflage.-keine Ortsangabe: keine Verlagsangabe, keine Jahreszahlangebe
[6]	Kein Verfassername: Sun-Grundlagen der Kfz-Klimatechnik.-keine Auflage.-keine Ortsangabe: keine Verlagsangabe, keine Jahreszahlangebe
[7]	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Klimaanlage">http://de.wikipedia.org/wiki/Klimaanlage</a> Datum des Auffindens 31. 5. 2007
[8]	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Klimaanlage#Vor-und_Nachteile_von_Klimaanlagen">http://de.wikipedia.org/wiki/Klimaanlage#Vor-und_Nachteile_von_Klimaanlagen</a> Datum des Auffindens 12. 5. 2007
[9]	Gscheidle, Rolf...: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik.-28. Auflage.-Stuttgart: FS Fachbuchverlag, 2005
[10]	Gscheidle, Rolf...: Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik.-14. Auflage.-Stuttgart: FS Fachbuchverlag, 2003
[11]	Kein Verfassername: VW-Audi-Selbststudienprogramm 208.-keine Auflage.-keine Ortsangabe: keine Verlagsangabe, keine Jahreszahlangebe
[12]	Labhuhn, Dirk; Romberg, Oliver: Keine Panik vor Thermodynamik.-1. Auflage.-Wiesbaden: Vieweg Verlag, 2005
[13]	Kein Verfassername: Autodata Klimaanlagen.-keine Auflage.-Maidenhead England: Buchhandlung Godai, 2002
[14]	Kein Verfassername: Auto-Fachmann.-keine Auflage.-Würzburg: Vogel Auto Medien, 2006-2007

---

[15]	Herr; Horst...: Kraft und Arbeitsmaschinen.-14. Auflage.-Kelkheim: Verlag Europa Lehrmittel, 2004
[16]	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Anemometer">http://de.wikipedia.org/wiki/Anemometer</a> Datum des Auffindens 30. 4. 2007
[17]	<a href="http://www.stadtwerke-bochum.de/index/energiwelt/energie/energienews/energienews_070510.html">http://www.stadtwerke-bochum.de/index/energiwelt/energie/energienews/energienews_070510.html</a> Datum des Auffindens 26. 4. 2007
[18]	Simonovsky, Harald Fa. Ginner: Telefonat 13. 6. 2007
	Dietzel, Fritz; Wagner, Walter: Technische Wärmelehre.-8. Auflage.-Würzburg: Vogel Fachbuch, 2001
	Ginner, Otto: Werkstatthandbuch Fahrzeugklimatisierung.-keine Auflage.-Wien: keine Verlagsangabe, keine Jahreszahlangabe
	<a href="http://www.behr.de/">http://www.behr.de/</a> Datum des Auffindens 26. 5. 2007
	<a href="http://www.ginner.at">www.ginner.at</a> Datum des Auffindens 1. 6. 2007
	<a href="http://www.kfztech.de">www.kfztech.de</a> Datum des Auffindens 16. 5. 2007
	<a href="http://www.obd-2.de">www.obd-2.de</a> Datum des Auffindens 10. 5. 2007

## 8 Anhang

### Anhang 1 Fotos



Anh.-Bild 1 Messung mit dem Zangenamperemeter



Anh.-Bild 3 Messung der Drücke



Anh.-Bild 2 Messung der Ausblasgeschwindigkeit und Luftfeuchte



Anh.-Bild 4 Beheizung der Zuluft

## Anhang 2 Messprotokolle

Versuch 1	n 1	n 2	n 3	n 4
$n_{PKW-M}$ ber. Wunschk Drehzahl des PKW-Motors $\text{min}^{-1}$	1000	1500	2000	2500
i Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817	1,817	1,817	1,817
$n_{E-M}$ errechnete Drehzahl des E-Motors $\text{min}^{-1}$	1817	2726	3634	4543
f eingestellte Frequenz Hz	61	92	122	153
$n_{Kompr}$ errechnete Drehzahl des Kompressors $\text{min}^{-1}$	1058	1587	2115	2644
$P_{nenn}$ Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00	3,00	3,00	3,00
$n_{nenn}$ Nenndrehzahl E-Motor P082 am FU $\text{min}^{-1}$	1430	1430	1430	1430
M% akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	37,0	37,0	36,0	35,0
$n$ akt. Motordrehzahl P135 am FU $\text{min}^{-1}$	1744	2632	3490	4375
$P_{ab}$ Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	1,35	2,04	2,64	3,21
$P_{ab}$ Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	1353,73	2043,02	2635,80	3212,41
U Spannung im 12 Volt-Netz V	12,90	11,97	12,10	11,43
I Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	27,00	26,50	26,70	25,00
P Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	348,30	317,21	323,07	285,75
$\rho$ Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. $\text{kg/m}^3$	1,269	1,269	1,269	1,269
$A_{tats}$ Ausblasquerschnitt $\text{m}^2$	0,0267	0,0267	0,0267	0,0267
v Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	4,3	4,3	4,3	4,3
V-Punkt Volumenstrom $\text{m}^3/\text{s}$	0,1148	0,1148	0,1148	0,1148
m-Punkt Luftmassenstrom $\text{kg/s}$	0,1457	0,1457	0,1457	0,1457
$c_p$ spez. Wärmekapazität $\text{J/kg}\cdot\text{K}$	1005	1005	1005	1005
$t_{ein}$ Eintrittstemperatur der Luft $^{\circ}\text{C}$	22,6	22,9	22,9	23
$t_{aus}$ Austrittstemperatur der Luft $^{\circ}\text{C}$	5,6	3,7	3,1	3,7
$\Delta T$ Temperaturdifferenz K	17	19,2	19,8	19,3
<b>Q-Punkt Kühlleistung W</b>	<b>2489</b>	<b>2811</b>	<b>2899</b>	<b>2826</b>
$\epsilon$ Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,84	1,38	1,10	0,88
$p_{HD}$ Hochdruck des Klimasystems bar	12,0	14,0	15,5	16,5
$p_{ND}$ Niederdruck des Klimasystems bar	2,1	2	2	2
$\varphi_{ein}$ rel. Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	53,5	55,3	51,9	54,1
$\varphi_{aus}$ rel. Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	83,2	83,7	83,8	82,0
$t_1$ Temp. zwischen Kompressor und Kondensator $^{\circ}\text{C}$	50,8	61,5	68,0	68,0
$t_2$ Temp. zwischen Kondensator und Trockenfilter $^{\circ}\text{C}$	39,9	46,4	48,0	49,0
$t_3$ Temp. zwischen Trockenfilter und Expansionsventil $^{\circ}\text{C}$	37,7	40,0	41,0	42,0
$t_4$ Temp. zwischen Expansionsventil und Verdampfer $^{\circ}\text{C}$	7,2	6,3	8,0	6,0
$t_5$ Temp. zwischen Verdampfer und Kompressor $^{\circ}\text{C}$	8,9	8,1	7,7	4,4
$t_6$ Temp. erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator $^{\circ}\text{C}$	39,5	46,0	48,0	50,0

Bei den folgenden Versuchsprotokollen wurde eine vereinfachte Bezeichnungssystematik gewählt.

Versuch 2	n 2
Berechnete Wunschkupplung des PKW-Motors 1/min	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1587
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nennkupplung E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motorkupplung. in % vom Nennkupplung. P133 am FU	44,0
akt. Motorkupplung P135 am FU 1/min	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	2,43
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2429,54
Spannung im 12 Volt-Netz V	11,95
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	26,00
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	310,70
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	4,3
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,1148
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1457
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	23,1
Austrittstemperatur der Luft °C	5,1
Temperaturdifferenz K	18
<b>Kühlleistung W</b>	<b>2636</b>
Leistungsziffer=Kühlleistung./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,08
Hochdruck des Klimasystems bar	14,0
Niederdruck des Klimasystems bar	2
Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	59,4
Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	81,0
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	74,0
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	49,0
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	44,0
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	10,0
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	16,0
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	45,0



Versuch 3	n 2
Berechnete Wunschkurbelwellendrehzahl des PKW-Motors 1/min	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1587
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nenn Drehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	43,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2633
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	2,38
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2375,22
Spannung im 12 Volt-Netz V	11,82
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	26,00
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	307,32
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	4,3
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,1148
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1457
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	23,1
Austrittstemperatur der Luft °C	4,9
Temperaturdifferenz K	18,2
<b>Kühlleistung W</b>	<b>2665</b>
Leistungsziffer=Kühlleist./Leistung des E-Motors an Kompr.	1,12
Hochdruck des Klimasystems bar	16,5
Niederdruck des Klimasystems bar	2
Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	58,7
Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	82,6
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	67,0
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	49,4
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	46,4
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	8,3
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	8,8
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	47,6

Versuch 4	n 2
Berechnete Wunschkurbelwellendrehzahl des PKW-Motors 1/min	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1587
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nenn Drehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	45,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	2,48
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2484,76
Spannung im 12 Volt-Netz V	11,57
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	36,00
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	416,52
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	4,30
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,1148
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1457
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	40,4
Austrittstemperatur der Luft °C	6,5
Temperaturdifferenz K	33,9
<b>Kühlleistung W</b>	<b>4964</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./ Leistung des E-Motors an Kompr.	2,00
Hochdruck des Klimasystems bar	15,5
Niederdruck des Klimasystems bar	2
Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	56,8
Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	80,8
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	66,0
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	43,0
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	39,6
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	9,2
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	7,5
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	42,9

Versuch 6	n 2
Berechnete Wunschkurbelwellendrehzahl des PKW-Motors 1/min	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1587
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nenn Drehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	43,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	2,37
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2374,32
Spannung im 12 Volt-Netz V	12,05
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	38,30
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	461,52
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	4,4
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,1175
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1491
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	24,0
Austrittstemperatur der Luft °C	4,8
Temperaturdifferenz K	19,2
<b>Kühlleistung W</b>	<b>2877</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,21
Hochdruck des Klimasystems bar	19,0
Niederdruck des Klimasystems bar	2
Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	59,0
Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	80,7
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	59,3
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	38,3
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	33,0
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	6,6
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	6,9
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	36,4

Versuch 7	n 2
Berechnete Wunschkurbelwellendrehzahl des PKW-Motors 1/min	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1587
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nenn Drehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	42,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	2,32
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2319,10
Spannung im 12 Volt-Netz V	11,95
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	26,00
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	310,70
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	3,5
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,0935
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1186
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	23,4
Austrittstemperatur der Luft °C	3,1
Temperaturdifferenz K	20,3
<b>Kühlleistung W</b>	<b>2419</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,04
Hochdruck des Klimasystems bar	16,5
Niederdruck des Klimasystems bar	2
Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	59,3
Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	80,3
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	62,2
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	46,3
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	43,8
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	7,0
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	6,3
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	46,7

Versuch 8	n 2
Berechnete Wunschkurbelwellendrehzahl des PKW-Motors 1/min	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1587
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nenn Drehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	43,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	2,37
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2374,32
Spannung im 12 Volt-Netz V	11,93
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	27,00
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	322,11
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	4,7
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,1255
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1592
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	23,4
Austrittstemperatur der Luft °C	4,8
Temperaturdifferenz K	18,6
<b>Kühlleistung W</b>	<b>2977</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,25
Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	62,0
Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	80,8
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	71,2
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	46,9
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	45,0
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	7,6
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	5,3
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	49,0

Versuch 9	n 2
Berechnete Wunschkreiszahl des PKW-Motors 1/min	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Eingestellte Frequenz Hz	92
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	167
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1587
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nennzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	42,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2631
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	2,32
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	2318,22
Spannung im 12 Volt-Netz V	11,61
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz gesamt A	27,20
Stromaufnahme der Standheizung A	3,00
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	315,79
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,11
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	3,7
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,0988
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1097
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	24,5
Austrittstemperatur der Luft °C	45,1
Temperatur der Luft nach dem Verdampfer °C	3,2
Temperaturdifferenz Kühlung K	21,3
Temperaturdifferenz Heizung K	41,9
<b>Kühlleistung W</b>	<b>2347</b>
Heizleistung W	4618
Hochdruck des Klimasystems bar	16,0
Niederdruck des Klimasystems bar	2
Luftfeuchtigkeit am Lufteintritt %	56,3
Luftfeuchtigkeit am Luftaustritt %	29,9
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	59,2
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	44,4
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	43,2
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	7,9
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	5,7
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	46,1

Versuch 10	
Spannung im 12 Volt-Netz V	12,44
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz ohne Standheizung A	0,00
Stromaufnahme im 12 Volt-Netz durch die Standh. A	8,20
Leistungsaufnahme 12 Volt-Netz W	102,01
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,044
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	1,7
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,0454
Luftmasse/Zeit kg/s	0,0474
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1008
Eintrittstemperatur der Luft °C	23,6
Austrittstemperatur der Luft °C	64,5
Temperaturdifferenz K	40,9
<b>Heizleistung W</b>	<b>1954</b>
Kraftstoffverbrauch ml Diesel/h.	480
Kraftstoffverbrauch kg Diesel/h.	0,40
Heizwert Kraftstoff kJ/kg	42500
Leistungsvermögen des Kraftstoffs J/s=W	4722
Wirkungsgrad Standheizung	0,41

Versuch 11	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Berechnete Wunschk Drehzahl des PKW-Motors 1/min	1500	1500	1500	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817	1,817	1,817	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726	2726	2726	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92	92	92	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1058	1587	2115	2644
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00	3,00	3,00	3,00
Nennrehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430	1430	1430	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	14,0	23,0	43,0	45,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2632	2632	2632	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	0,77	1,27	2,37	2,48
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	773,03	1269,99	2374,32	2484,76
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269	1,269	1,269	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267	0,0267	0,0267	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	1,4	2,3	3,2	4,3
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,0374	0,0614	0,0854	0,1148
Luftmasse/Zeit kg/s	0,0474	0,0779	0,1084	0,1457
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005	1005	1005	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	24,3	24,7	24,7	24,7
Austrittstemperatur der Luft °C	2,4	2,7	2,9	5,3
Temperaturdifferenz K	21,9	22	21,8	19,4
<b>Kühlleistung W</b>	<b>1044</b>	<b>1723</b>	<b>2375</b>	<b>2841</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,35	1,36	1,00	1,14
Hochdruck des Klimasystems bar	10,0	12,0	16,0	17,0
Niederdruck des Klimasystems bar	2,0	2,0	2,0	2,0
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	40,0	50,0	68,1	72,8
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	35,9	41,0	51,7	53,4
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	36,3	41,0	50,3	50,7
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	6,4	6,0	7,2	8,2
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	5,6	5,3	5,1	6,6
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	35,3	40,0	47,7	49,4



Versuch 12	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Berechnete Wunschk Drehzahl des PKW-Motors 1/min	1500	1500	1500	1500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817	1,817	1,817	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	2726	2726	2726	2726
Eingestellte Frequenz Hz	92	92	92	92
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1058	1587	2115	2644
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00	3,00	3,00	3,00
Nenn Drehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430	1430	1430	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	20,0	40,0	44,0	46,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2632	2632	2632	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	1,10	2,21	2,43	2,54
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	1104,34	2208,67	2429,54	2539,97
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269	1,269	1,269	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267	0,0267	0,0267	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	1,4	2,4	3,4	4,4
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,0374	0,0641	0,0908	0,1175
Luftmasse/Zeit kg/s	0,0474	0,0813	0,1152	0,1491
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005	1005	1005	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	42,2	41,5	42,2	42,5
Austrittstemperatur der Luft °C	2,9	2,9	5,1	8,8
Temperaturdifferenz K	39,3	38,6	37,1	33,7
<b>Kühlleistung W</b>	<b>1874</b>	<b>3155</b>	<b>4295</b>	<b>5049</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,70	1,43	1,77	1,99
Hochdruck des Klimasystems bar	10,5	15,5	17,5	18,5
Niederdruck des Klimasystems bar	2	2,2	2,2	2,4
Temp. 1 = zwischen Kompressor und Kondensator °C	41,0	62,2	72,7	75,8
Temp. 2 = zwischen Kondensator und Trockenfilter °C	37,0	47,8	53,4	55,0
Temp. 3 = zwischen Trockenfilter und Expansionsventil °C	35,7	47,8	51,9	52,8
Temp. 4 = zwischen Expansionsventil und Verdampfer °C	6,2	5,5	8,8	10,0
Temp. 5 = zwischen Verdampfer und Kompressor °C	5,7	13,0	7,2	11,7
Temp. 6 = erwärmte Kühlluft nach dem Kondensator °C	37,6	43,1	49,3	46,1

Versuch 13	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Berechnete Wunschk Drehzahl des PKW-Motors 1/min	1000	1000	1000	1000
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817	1,817	1,817	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	1817	1817	1817	1817
Eingestellte Frequenz Hz	61	61	61	61
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	1058	1058	1058	1058
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00	3,00	3,00	3,00
Nennrehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430	1430	1430	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	24,0	40,0	43,0	44,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	2632	2632	2632	2632
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	1,33	2,21	2,37	2,43
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	1325,20	2208,67	2374,32	2429,54
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269	1,269	1,269	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267	0,0267	0,0267	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	1,5	2,7	3,4	4,5
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,0401	0,0721	0,0908	0,1202
Luftmasse/Zeit kg/s	0,0508	0,0915	0,1152	0,1525
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005	1005	1005	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	40,3	39	41,8	38,6
Austrittstemperatur der Luft °C	2,4	4,4	6,7	10
Temperaturdifferenz K	37,9	34,6	35,1	28,6
<b>Kühlleistung W</b>	<b>1936</b>	<b>3181</b>	<b>4064</b>	<b>4382</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,46	1,44	1,71	1,80
Hochdruck des Klimasystems bar	11,0	13,5	14,5	15,5
Niederdruck des Klimasystems bar	2	2	2,2	2,4

Versuch 14	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Berechnete Wunschk Drehzahl des PKW-Motors 1/min	2000	2000	2000	2000
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817	1,817	1,817	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	3634	3634	3634	3634
Eingestellte Frequenz Hz	122	122	122	122
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	2115	2115	2115	2115
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00	3,00	3,00	3,00
Nennrehzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430	1430	1430	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	15,0	22,0	35,0	42,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	3490	3490	3490	3490
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	1,10	1,61	2,56	3,08
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	1098,25	1610,77	2562,59	3075,10
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269	1,269	1,269	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267	0,0267	0,0267	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	1,3	2,2	3,1	4,2
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,0347	0,0587	0,0828	0,1121
Luftmasse/Zeit kg/s	0,0440	0,0745	0,1050	0,1423
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005	1005	1005	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	40,1	40,2	41,6	40,9
Austrittstemperatur der Luft °C	2,3	5,1	4,9	6,2
Temperaturdifferenz K	37,8	35,1	36,7	34,7
<b>Kühlleistung W</b>	<b>1673</b>	<b>2629</b>	<b>3874</b>	<b>4963</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,52	1,63	1,51	1,61
Hochdruck des Klimasystems bar	10,5	14,0	14,5	15,0
Niederdruck des Klimasystems bar	2,00	2,00	2,00	2,00

Versuch 15	Stufe 4
Berechnete Wunschkreiszahl des PKW-Motors 1/min	2500
Verhältnis D-Kurbelwellensch./D-E-Motorsch.	1,817
Errechnete Drehzahl des E-Motors 1/min	1817
Eingestellte Frequenz Hz	153
Errechnete Drehzahl des Kompressors 1/min	2644
Nennleistung E-Motor P085 am FU kW	3,00
Nennzahl E-Motor P082 am FU 1/min	1430
akt. Motordrehmom. in % vom Nennmom. P133 am FU	42,0
akt. Motordrehzahl P135 am FU 1/min	4375
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor kW	3,85
Leistung des E-Motors an den Klimakompressor W	3854,90
Luftdichte am Ausblasquerschnitt in Abh. der Temp. kg/m <sup>3</sup>	1,269
Ausblasquerschnitt m <sup>2</sup>	0,0267
Ausblasgeschwindigkeit am Referenzrohr m/s	4,1
Volumen/Zeit m <sup>3</sup> /s	0,1095
Luftmasse/Zeit kg/s	0,1389
spez. Wärmekapazität J/kg*K	1005
Eintrittstemperatur der Luft °C	39,5
Austrittstemperatur der Luft °C	5,9
Temperaturdifferenz K	33,6
<b>Kühlleistung W</b>	<b>4691</b>
Leistungsziffer=Kühlleistg./Leistung d. E-Motors an Kompr.	1,22
Hochdruck des Klimasystems bar	15,0
Niederdruck des Klimasystems bar	2,00

## Anhang 3 Anleitung Frequenzumformer

**SIEMENS****MICROMASTER Vector  
MIDIMASTER Vector***Bedienungsanleitung**Inhalt*


Sicherheitsvorkehrungen.....	2
1. ÜBERBLICK .....	4
2. INSTALLATION - MICROMASTER Vector .....	5
3. INSTALLATION - MIDIMASTER Vector .....	18
4. BEDIENFELD UND GRUNDBETRIEB.....	26
5. BETRIEBSARTEN .....	30
6. SYSTEMPARAMETER.....	34
7. FEHLERMELDUNGEN.....	58
8. TECHNISCHE DATEN .....	60
9. ZUSATZINFORMATIONEN .....	66

Deutsch

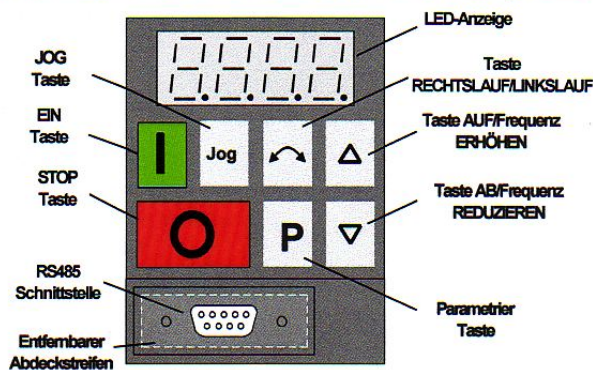
4. BEDIENFELD UND GRUNDBETRIEB

**4. BEDIENFELD UND GRUNDBETRIEB**

**4.1 Bedienfeld**

	<p><b>VORSICHT</b></p> <p>Der digitale Frequenzsollwert wurde werksseitig auf 5,00 Hz voreingestellt. Um zu prüfen, ob der Motor läuft nach einem RUN-Befehl muß ein Frequenzsollwert über die Taste Δ oder den Parameter P005 eingegeben werden.</p> <p>Alle Einstellungen dürfen nur von qualifiziertem Personal unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheits und Warnhinweise vorgenommen werden.</p>
---	---

Die erforderlichen Parametereinstellungen können an den drei Tasten (P, Δ und ∇) am Bedienfeld des Umrichters vorgenommen werden. Die Parameternummern und -Werte werden an der 4-stelligen LED-Anzeige ausgegeben.












	<p>Wird diese Taste bei gesperrtem Umrichter ausgang betätigt, dann bewirkt sie das Anlaufen und Arbeiten des Umrichters mit der voreingestellten Tipffrequenz. Bei Loslassen der Taste hält der Umrichter an. Die Betätigung dieser Taste bei eingeschaltetem Umrichter bleibt ohne Auswirkung. Gesperrt, wenn P123 = 0.</p>
	<p>Zum Einschalten des Umrichters drücken. Gesperrt, wenn P121 = 0.</p>
	<p>Zum Ausschalten des Umrichters drücken. Einmal drücken für OFF1 (siehe Abschnitt 5.4). Zweimal drücken (oder gedrückt halten) für OFF2 (siehe Abschnitt 5.4), um die Spannungsversorgung zum Motor unverzüglich zu unterbrechen, so daß er nicht allmählich langsamer wird, sondern sofort zum Stillstand kommt.</p>
	<p>Zeigt Frequenz (Standardwert), Parameterzahlen oder Parameterwerte (wenn P betätigt wird) oder Fehlercodes an.</p>
	<p>Die Drehrichtung des Motors wechselt bei Betätigung dieser Taste. RÜCKWÄRTS wird durch Minuszeichen (Werte &lt;100) oder blinkenden links Dezimalpunkt (Werte &gt; 100) angezeigt. Gesperrt, wenn P122 = 0.</p>
	<p>Taste betätigen, um Frequenz zu ERHÖHEN. Dient dazu, die Parameterzahlen oder -werte während der Parametrierung auf höhere Einstellung zu ändern. Gesperrt, wenn P124 = 0.</p>
	<p>Taste betätigen, um Frequenz zu REDUZIEREN. Dient dazu, die Parameterzahlen oder -werte während der Parametrierung auf niedrigere Einstellung zu ändern. Gesperrt, wenn P124 = 0.</p>
	<p>Taste betätigen, um zu Parametern zu gelangen. Gesperrt, wenn P051 - P055 oder P356 = 14, wenn Digitaleingänge verwendet werden.</p>
	<p>Blinkendes Segment zeigt die Auswahl des analogen Eingangs 2 über den digitalen Eingang an, d. h. P051 - 55, P356 = 24</p>

Bild 15: Bedienfeld

Deutsch

## 6. SYSTEMPARAMETER

Parameter	Funktion	Bereich [Werkseinstellung]	Beschreibung / Hinweise
<b>P080</b>	Motornennleistungsfaktor laut Typenschild ( $\cos\varphi$ )	0,00-1,00 [☆☆☆]	Ist auf dem Typenschild des Motors die Effizienz dargestellt, errechnet sich der Leistungsfaktor wie folgt: $pf = \frac{hp \times 746}{1.732 \times \text{Effizienz} \times \text{Nennstrom}}$ Ist auf dem Typenschild weder Leistungsfaktor noch Effizienz angegeben, P080 = 0 einstellen.
<b>P081</b>	Motornennfrequenz laut Typenschild (Hz)	0 - 650,00 [50,00]	<b>Hinweise:</b> 1. Die Parameter P080 bis P085 müssen für den verwendeten Motor eingestellt werden. Die Werte sind dem Typenschild des Motors zu entnehmen (siehe Bild 17) 2. Werden für P080 bis P085 andere Werte als die Standardwerte eingestellt, muß eine automatische Kalibrierung (P088 = 1) ausgeführt werden. 3. Ist der Umrichter für US-Betrieb eingerichtet (P101=1), ist P081 standardmäßig 60 Hz und zeigt P085 hp (0.16 - 250)
<b>P082</b>	Motornendrehzahl laut Typenschild (U/min)	0 - 9999 [☆☆☆]	
<b>P083</b>	Motornennstrom laut Typenschild (A)	0,1-300,0 [☆☆☆]	
<b>P084</b>	Motornennspannung laut Typenschild (V)	0 - 1000 [☆☆☆]	
<b>P085</b>	Motornennleistung laut Typenschild (kW)	0,12-250,00 [☆☆☆]	
<b>P086</b> ●	Motor-Strombegrenzung (%)	0 - 250* [150]	Definiert den Motor-Überlaststrom als % des Motornennstroms (P083), der für eine Dauer bis zu einer Minute zulässig ist. Mit diesem Parameter und P186 kann der Motorstrom begrenzt und eine Überhitzung des Motors verhindert werden. Wenn der Einstellwert für eine Minute überschritten wird, wird die Ausgangsfrequenz reduziert, bis der Stromwert unter den in P083 eingestellten Wert fällt. Die Anzeige des Umrichters blinkt als Warnhinweis, der Umrichter schaltet jedoch nicht ab. Durch Einsatz des Relais zusammen mit P074 kann veranlaßt werden, daß der Umrichter abschaltet. <b>Hinweis:</b> *Der Maximalwert, auf den P086 eingestellt werden kann, wird automatisch durch die Nennleistung des Umrichters begrenzt.
<b>P087</b> ●	Motor-PTC-Aktivierung	0 - 1 [0]	<b>0</b> = Nicht wirksam. <b>1</b> = Externer- PTC wirksam. <b>Hinweis:</b> Wenn Überhitzungsschutz für den Motor erforderlich ist, muß eine externe PTC verwendet werden und P087 auf 1 gesetzt sein. Wenn P087 = 1 ist und der PTC-Eingang auf High geht, schaltet der Umrichter ab (Fehlercode F004 wird angezeigt).
<b>P088</b>	Autokalibrierung	0 - 1 [0]	Der Ständerwiderstand des Motors wird bei den Stromüberwachungsberechnungen des Umrichters verwendet. Wenn P088 auf '1' gesetzt und die RUN-Taste betätigt wird, führt der Umrichter eine automatische Messung des Ständerwiderstandes des Motors durch, speichert das Ergebnis in P089 und stellt P088 auf '0' zurück. Ist der gemessene Widerstand zu hoch für die Umrichtergröße (z. B. wenn der Motor nicht angeschlossen ist oder wenn ein ungewöhnlich kleinen Motor angeschlossen ist), kippt der Umrichter (Fehler-Code F188) und beläßt P088 auf Einstellung '1'. In diesem Fall den P089 manuell einstellen und dann den P088 auf '0' setzen.
<b>P089</b> ●	Statorwiderstand ( $\Omega$ )	0,01-199,99 [☆☆☆]	Der Ständerwiderstand des Motors sollte bei diesem Parameter eingegeben werden. Der eingegebene Wert sollte der Widerstand zwischen zwei beliebigen Phasen bei angeschlossenem Motor sein. <b>WARNUNG:</b> Die Messung soll an den Ausgangsklemmen des Umrichters und bei abgeschaltetem Strom durchgeführt werden. <b>Hinweis:</b> Falls der P089-Wert zu hoch ist, kann es zu einer Überstromauslösung (F002) kommen.
<b>P091</b> ●	Serielle Schnittstelle Slave-Adresse	0 - 30 [0]	Über die serielle Schnittstelle können bis zu 31 Umrichter miteinander verbunden und von einem Rechner oder einer SPS unter Verwendung des USS-Protokolls gesteuert werden. Durch diesen Parameter wird für den Umrichter eine eindeutige Adresse eingestellt.

Deutsch

## 6. SYSTEMPARAMETER

Parameter	Funktion	Bereich [Werkseinstellung]	Beschreibung / Hinweise																																																												
			<table border="1"> <tr><td>5</td><td>MMV110</td><td>MDV2200/2</td><td>20</td><td>MMV37/3</td><td>MDV220/4</td></tr> <tr><td>6</td><td>MMV150</td><td>MDV3000/2</td><td>21</td><td>MMV55/3</td><td>MDV400/4</td></tr> <tr><td>7</td><td>MMV220</td><td>MDV3700/2</td><td>22</td><td>MMV75/3</td><td>MDV550/4</td></tr> <tr><td>8</td><td>MMV300</td><td>MDV4500/2</td><td>23</td><td>MMV110/3</td><td>MDV750/4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>24</td><td>MMV150/3</td><td>MDV1100/4</td></tr> <tr><td>10</td><td>MMV12/2</td><td>MDV750/3</td><td>25</td><td>MMV220/3</td><td>MDV1500/4</td></tr> <tr><td>11</td><td>MMV25/2</td><td>MDV1100/3</td><td>26</td><td>MMV300/3</td><td>MDV1850/4</td></tr> <tr><td>12</td><td>MMV37/2</td><td>MDV1500/3</td><td>27</td><td>MMV400/3</td><td>MDV2200/4</td></tr> <tr><td>13</td><td>MMV55/2</td><td>MDV1850/3</td><td>28</td><td>MMV550/3</td><td>MDV3000/4</td></tr> <tr><td>14</td><td>MMV75/2</td><td>MDV2200/3</td><td>29</td><td>MMV750/3</td><td>MDV3700/4</td></tr> </table>	5	MMV110	MDV2200/2	20	MMV37/3	MDV220/4	6	MMV150	MDV3000/2	21	MMV55/3	MDV400/4	7	MMV220	MDV3700/2	22	MMV75/3	MDV550/4	8	MMV300	MDV4500/2	23	MMV110/3	MDV750/4				24	MMV150/3	MDV1100/4	10	MMV12/2	MDV750/3	25	MMV220/3	MDV1500/4	11	MMV25/2	MDV1100/3	26	MMV300/3	MDV1850/4	12	MMV37/2	MDV1500/3	27	MMV400/3	MDV2200/4	13	MMV55/2	MDV1850/3	28	MMV550/3	MDV3000/4	14	MMV75/2	MDV2200/3	29	MMV750/3	MDV3700/4
5	MMV110	MDV2200/2	20	MMV37/3	MDV220/4																																																										
6	MMV150	MDV3000/2	21	MMV55/3	MDV400/4																																																										
7	MMV220	MDV3700/2	22	MMV75/3	MDV550/4																																																										
8	MMV300	MDV4500/2	23	MMV110/3	MDV750/4																																																										
			24	MMV150/3	MDV1100/4																																																										
10	MMV12/2	MDV750/3	25	MMV220/3	MDV1500/4																																																										
11	MMV25/2	MDV1100/3	26	MMV300/3	MDV1850/4																																																										
12	MMV37/2	MDV1500/3	27	MMV400/3	MDV2200/4																																																										
13	MMV55/2	MDV1850/3	28	MMV550/3	MDV3000/4																																																										
14	MMV75/2	MDV2200/3	29	MMV750/3	MDV3700/4																																																										
<b>P121</b>	Freigabe/Sperre der EIN-Taste	0 - 1 [1]	0 = EIN-Taste gesperrt 1 = EIN-Taste freigegeben (nur möglich wenn P007 = 1)																																																												
<b>P122</b>	Freigabe/Sperre der Taste RECHTSLAUF/LINKSLAUF	0 - 1 [1]	0 = Taste RECHTSLAUF/LINKSLAUF gesperrt 1 = Taste RECHTSLAUF/LINKSLAUF freigegeben (nur möglich wenn P007 = 1)																																																												
<b>P123</b>	Freigabe/Sperre der JOG-Taste	0 - 1 [1]	0 = JOG-Taste gesperrt 1 = JOG-Taste freigegeben (nur möglich wenn P007 = 1)																																																												
<b>P124</b>	Freigabe/Sperre der Δ Taste und ∇ Taste	0 - 1 [1]	0 = Δ Taste und ∇ Taste gesperrt 1 = Δ Taste und ∇ Taste freigegeben (nur möglich wenn P007 = 1) <b>Hinweis:</b> Dies gilt nur für die Frequenz-Einstellung. Die Tasten können weiter zur Änderung der Parameterwerte benutzt werden.																																																												
<b>P125</b>	Rückwärtsrichtung sperren	0 - 1 [1]	Durch diesen Parameter kann verhindert werden, daß der Umrichter den Motor in Rückwärtsrichtung dreht. 0 = Rückwärtsrichtung gesperrt. Umkehrbefehle von ALLEN Quellen (z.B. Frontplatte, Digitaleingänge, Analogeingänge, etc.) sind gesperrt. Alle negativen EIN-Befehle (z.B. EIN links, TIPPBETRIEB links, UMKEHR, etc.) bewirken, daß der Motor in VORWÄRTSRICHTUNG dreht. Jedes negative Ergebnis der Sollwert-Addition wird auf 0 Hz begrenzt. 1 = Normaler Betrieb. Drehung in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung zulässig.																																																												
<b>P128</b>	Verzögerungszeit Lüfterabschaltung (Sekunden)(nur MMV)	0 - 600 [120]	Zeit bis zum Abschalten des Lüfters nach einem AUS-Befehl.																																																												
<b>P131</b>	Frequenzsollwert (Hz)	0,00-650,00 [-]	Nur-Lese-Parameter. Es handelt sich um Kopien der in P001 gespeicherten Werte; ein direkter Zugriff besteht über die serielle Kopplung																																																												
<b>P132</b>	Motorstrom (A)	0,0 - 300,0 [-]																																																													
<b>P133</b>	Motordrehmoment (% Nenn-Drehmoment)	0 - 250 [-]																																																													
<b>P134</b>	Zwischenkreisspannung (V)	0 - 1000 [-]																																																													
<b>P135</b>	Motordrehzahl (min <sup>-1</sup> )	0 - 9999 [-]																																																													
<b>P137</b>	Ausgangsspannung(V)	0 - 1000 [-]																																																													
<b>P138</b>	Unverzögerte Rotor-/Wellendrehzahl (Hz) (nur Vektor-Betriebsart)	0 - 650 [-]																																																													
<b>P139</b>	Erkennen des Spitzenausgangsstroms	0.0 - 99.9 [-]		Speichert den vom Motor erkannten Spitzenstrom. Kann mit den Tasten Δ und ∇ rückgesetzt werden.																																																											
<b>P140</b>	Letzter Fehlercode	0 - 255 [-]	Nur-Lesen. Der letzte registrierte Fehlercode (siehe Abschnitt 7) ist in diesem Parameter gespeichert. Er wird gelöscht, wenn der Umrichter nullgestellt wird. Es handelt sich um eine Kopie des in P930 gespeicherten Codes.																																																												

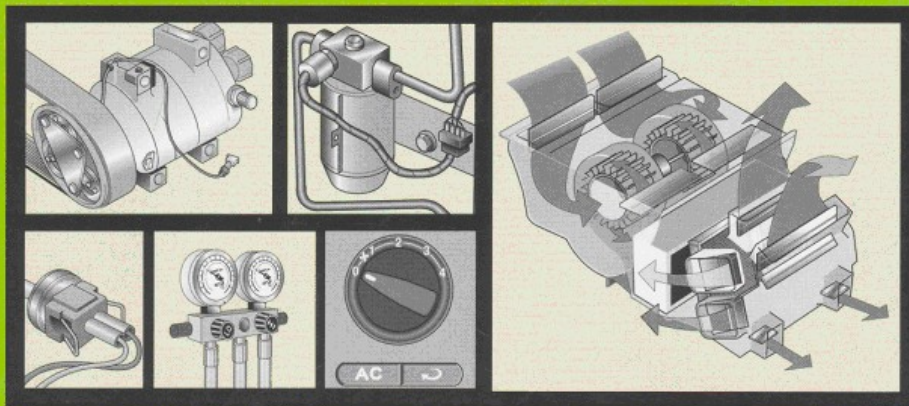
## Anhang 4 Reparaturleitfaden

**Autodata****2**

# Klimaanlagen

- Bauteil- und Systembeschreibungen
- Ablaufdiagramme zur Fehlerdiagnose
- Systemdruckprüfungen
- Allgemeine Prüfvorgänge
- Einbaulage der Bauteile
- Fehlercodetabellen
- Technische Daten
- Schaltpläne

**Prüfung und Diagnose von Bauteilen für  
Fahrzeuge mit Markteinführung 1996-00**





RENAULT

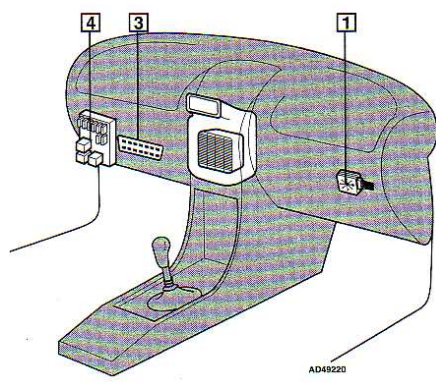
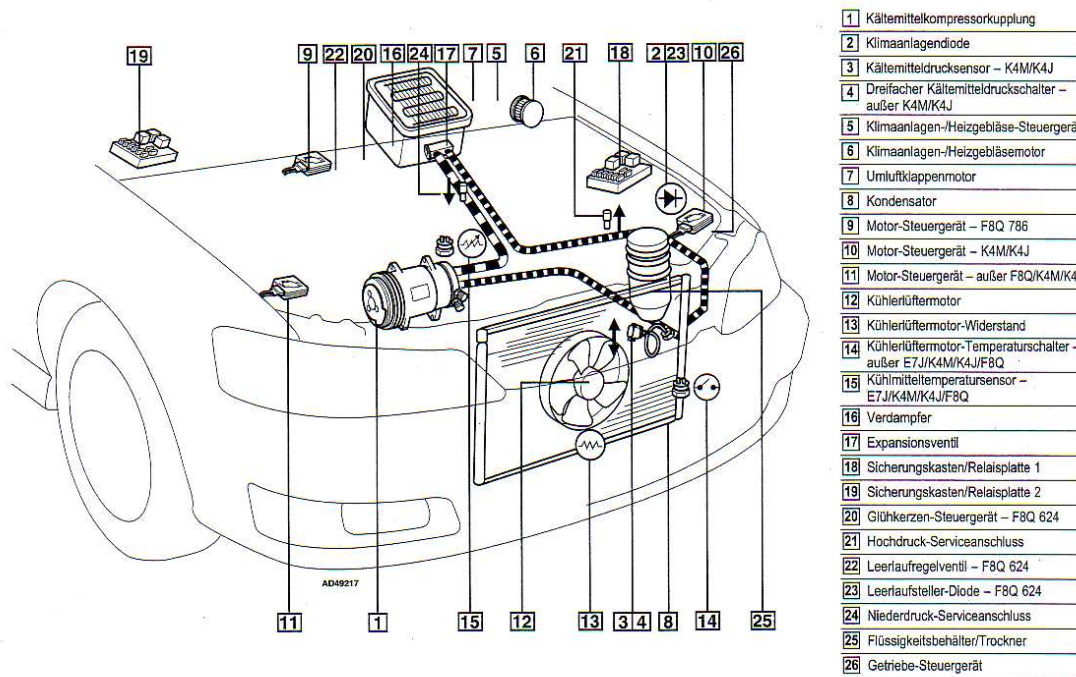
Modell: **Mégane** Baujahr: **1999 →** Motorcode: \_\_\_\_\_

Bedienung: **Manuelle Temperaturregulierung**

System: **Ein Verdampfer – ein Bereich**

Kältemittelkreislauf: **Mit Expansionsventil**

Bauteile-Anordnung

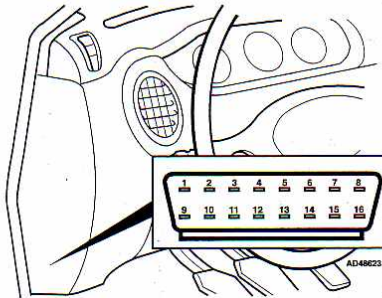


**RENAULT** **Mégane** **1999 →**

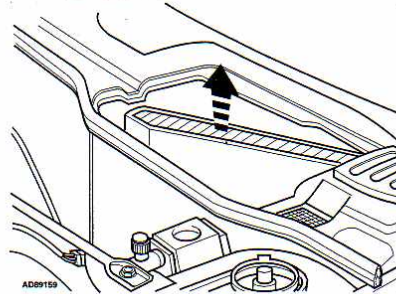
**Selbstdiagnose**

**Allgemeines**

- Das Klimaanlage-Steuergerät ist mit einer Selbstdiagnosefunktion ausgestattet.
- Für diese Modellreihe gibt es keine digitalen Fehlercodes.
- Zum Auslesen und Löschen der Fehlerspeichereinträge im Klimaanlage-Steuergerät ist ein Diagnosegerät an den Diagnoseanschluss anzuschließen.



- F9Q: Pollenfilter alle 15.000 km oder 12 Monate erneuern, je nachdem, was zuerst zutrifft.



**Befüllen der Anlage**

- Keine Angaben. Siehe Betriebsanleitung des Kältemittel-Servicegeräts.
- Vor dem Befüllen muss der Kältemittelkreislauf mindestens 40 Minuten evakuiert werden.

**Fehlerdiagnose**

- Informationen zur Diagnose des Systems und der Bauteile sind im Abschnitt "Prüfarbeiten – allgemein" vom im Handbuch zu finden.

**Allgemeines**

**Betrieb**

- K4M/K4J: Der Kompressor wird vom Kältemitteldrucksensor gesteuert.
- Außer K4M/K4J: Der Kompressor wird vom dreifachen Kältemitteldruckschalter gesteuert.
- Der Kompressor wird außer Betrieb gesetzt, wenn der Kältemittelstand niedrig ist.

**Reparaturen**

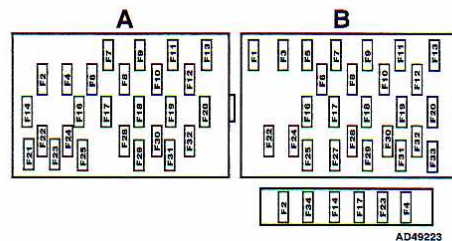
- Zugang zum Verdampfergehäuse vom Motorraum. Der Ausbau des Armaturenbretts ist dazu nicht erforderlich.
- Zugang zum Klimaanlage-/Heizgebläsemotor vom Motorraum. Der Ausbau des Armaturenbretts ist dazu nicht erforderlich.

**Wartung**

- Außer F9Q: Pollenfilter alle 20.000 km oder 12 Monate erneuern, je nachdem, was zuerst zutrifft.

**Sicherungskästen/Relaisplatten**

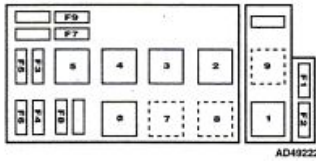
**Armaturenbrett – Typ A oder B, je nach Modell/Spezifikation**



Sicherung	Stromkreis
F8 (5 A)	Dreifacher Kältemitteldruckschalter, Motor-Steuergerät, Kühlerlüftermotor-Temperaturschalter
F13 (7,5 A)	Klimaanlagen-Steuergerät, Klimaanlage-/Heizungs-Bedienerkonsole
F20 (7,5 A)	Klimaanlagen-Steuergerät
F28 (20 A)	Klimaanlagen-Steuergerät, Klimaanlage-/Heizgebläse-Steuergerät, Klimaanlage-/Heizungs-Bedienerkonsole, Umluftklappenmotor, Klimaanlage-/Heizgebläsemotor

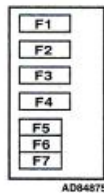
Mégane 1999 → **RENAULT**

**Motorraum – 1**



Sicherung	Stromkreis	
F5 (7,5 A)	Leerlaufregelungsrelais	
F7 (Diode)	Klimaanlagendiode	
F8 (40 A)	Kühlerlüftermotor 1/2	
F9 (Diode)	Leerlaufsteller-Diode	
Einbaulage	Bauteil	Code
2	Motorsteuerungsrelais – außer F8Q 624	K46
2	Leerlaufregelungsrelais – F8Q 624	K83
3	Kühlerlüftermotor-Weiterlaufrelais – F7R	K208
4	Kühlerlüftermotor-Relais 1	K12-I
6	Kühlerlüftermotor-Relais 2	K12-II

**Motorraum – 2**



Sicherung	Stromkreis
F2 (60 A)	Sicherungskasten Armaturenbrett
F3 (60 A)	Kühlerlüftermotor-Weiterlaufrelais

**Kältemitteldruck**

- Keine Angaben.

**Ausblasttemperatur**

**Voraussetzungen**

- Motor betriebswarm.
- Motor im Leerlauf.
- Die Lufttemperatur in der Fahrgastzelle beträgt maximal 27°C.
- Armaturenbrettdüsen ganz geöffnet.
- Klimaanlage-/Heizgebläsemotorschalter auf höchste Stufe gestellt.
- Klimaanlage-/Heizungs-Temperaturregler auf kälteste Stufe gestellt.
- Beträgt die Umgebungstemperatur mehr als 32°C:
- Mit einem Lüfter Fahrtwind simulieren, der durch den Kondensator bläst.

**Prüfen**

- Motor mit 1500/min drehen lassen.
- Temperatursonde in Mitteldüse stecken.
- Temperatur nach 10-15 Minuten messen.

Umgebungstemperatur	Ausblasttemperatur
Max. 27°C	max. 10°C

**Technische Daten**

Kältemittel	
Typ	R134a
Menge	745-780 g
Kälteöl	
Typ	Planetelf PAG 488
Viskosität	ISO 150
Menge im System:	
Alle Modelle	205-235 ml
Menge in Bauteilen:	
Kompressor	Abgelassene Menge auffüllen
Kondensator	Abgelassene Menge auffüllen + 30 ml
Verdampfer	Abgelassene Menge auffüllen + 30 ml
Leitung	Abgelassene Menge auffüllen + 10 ml
Leitung (nach großer Undichtigkeit)	100 ml
Flüssigkeitsbehälter/Trockner	Abgelassene Menge auffüllen + 15 ml

Kompressorkupplung	
Einstellungsmittel	Distanzscheibe
Luftspalt	0,4-0,8 mm
Widerstand	2,7-3,7 Ω

**RENAULT**

Mégane

1999 →

**Erläuterungen zum Schaltplan**

Code	Bauteilbeschreibung
A5	Instrumententafel
A35	Motor-Steuergerät
A57	Getriebe-Steuergerät
A63	Klimaanlagen-Steuergerät
A104	Glühkerzen-Steuergerät
A150	Einspritzpumpe
A176	Klimaanlagen-/Heizgebläse-Steuergerät
B24	Kühlmitteltemperatursensor
B161	Kältemitteldrucksensor
F	Sicherung
H22	Kühlmitteltemperatur-Warnlampe
K12	Kühlerlüftermotor-Relais
K46	Motorsteuerungsrelais
K83	Leerlaufregelungsrelais
K208	Kühlerlüftermotor-Weiterlaufrelais
M1	Starter
M6	Kühlerlüftermotor
M7	Klimaanlagen-/Heizgebläsemotor
M105	Umluftklappenmotor
R4	Instrumentenbeleuchtungsregler
R46	Kühlerlüftermotor-Widerstand
S3	Scheinwerferschalter
S24	Kühlerlüftermotor-Temperaturschalter
S258	Kupplungspedalschalter
S292	Klimaanlagen-/Heizungs-Bedienerkonsole
S341	Dreifacher Kältemitteldruckschalter
V11	Klimaanlagendiode
V14	Leerlaufsteller-Diode
X1	Diagnoseanschluss
X49	Armaturenbrett-Kabelbaumstecker
Y11	Kältemittelkompressorkupplung
Y99	Leerlaufregelventil
15	Zündschalter – Zündung ein
30	Batterie-Plus
31	Batterie-Minus


bl = blau	br = braun	el = elfenbein	ge = gelb
gn = grün	gr = grau	nf = neutral	og = orange
rs = rosa	rt = rot	sw = schwarz	vi = violett
ws = weiß	hbl = hellblau	hgn = hellgrün	rbr = rotbraun




**Anhang 5 Betriebsstoffe****MEGANE**

Motor (Typ)	Kompressor	Ölsorte	Gesamt-Ölmenge des Kreislaufs (ml bzw. cm <sup>3</sup> )	Kältemittel-Füllmenge (g)
E7J / K7M	DELPHI V5	PLANETELF PAG 488	220 ± 15	750 ± 35
K7M MERCO	SD6V12	PAG SP 10	135 ± 10	750 ± 35
K4J / K4M	DELPHI 6CVC135	PLANETELF PAG 488 und 897	150 ± 10	700 ± 35
F3R MERCO	SANDEM SD7V16	PAG SP 10	135 ± 10	780 ± 35
F4P / F4R / F5R	DELPHI V5	PLANETELF PAG 488	220 ± 15	750 ± 35
F8Q / F9Q	DELPHI V5	PLANETELF PAG 488	220 ± 15	750 ± 35

Anhang 6 Messsonden für das Anemometer



## Klimamessung für Praktiker



°C

% rF

td

g/kg

hPa

m/s

m³/h

ppm  
CO

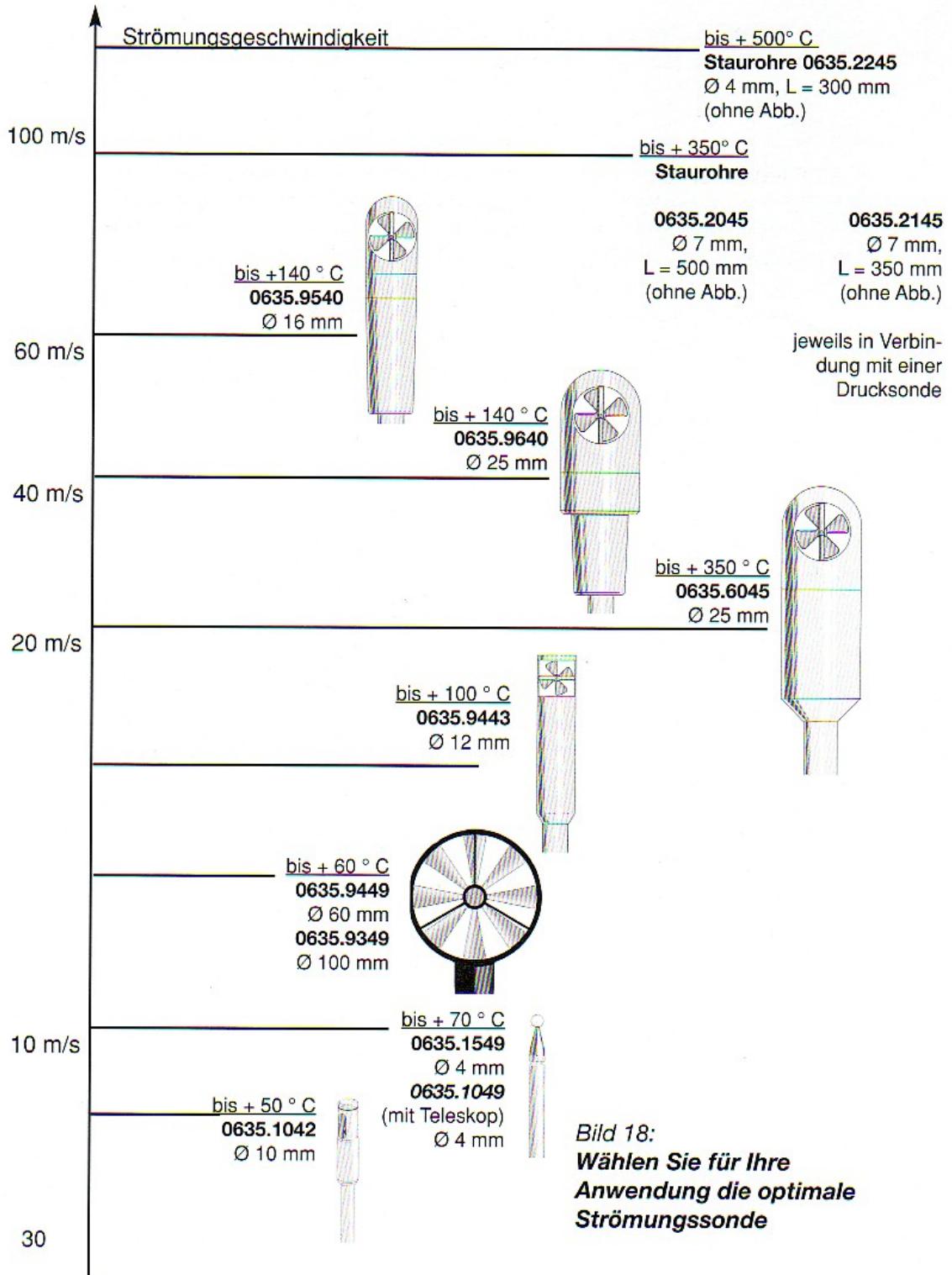
ppm  
CO<sub>2</sub>

U/min

mA

mV

1. Auflage



**Bild 18:**  
**Wählen Sie für Ihre Anwendung die optimale Strömungssonde**



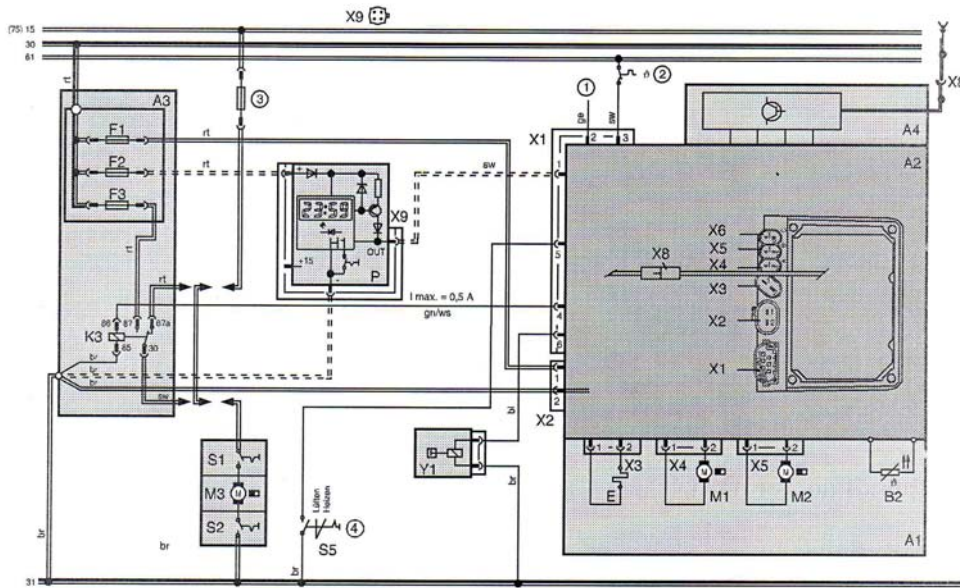
## Anhang 7 Beschreibung der Standheizung

Heizgerät	Betrieb	Thermo Top E - B	Thermo Top E - D
EG-Genehmigungszeichen		e1	
Bauart		Wasserheizgerät mit Verdampferbrenner	
Wärmestrom	Volllast Teillast	4,2 kW 2,5 kW	
Brennstoff		Benzin	Diesel
Brennstoffverbrauch	Volllast Teillast	0,56 l/h 0,34 l/h	0,49 l/h 0,30 l/h
Nennspannung		12 Volt	
Betriebsspannungsbereich		10,5 ... 15 Volt	
Nennleistungsaufnahme ohne Umwälzpumpe (ohne Fahrzeuggebläse)	Volllast Teillast	23 W 18 W	
Zul. Umgebungstemperatur: Heizgerät: - Betrieb - Lager Dosierpumpe: - Betrieb		-40° ... +60°C -40° ... +120°C -40° ... +20°C	-40° ... +60°C -40° ... +120°C -20° ... +20°C
Zul. Betriebsüberdruck (Wärmeträger)		0,4 ... 2,5 bar	
Füllmenge des Wärmeübertragers		0,15 l	
Mindestmenge des Kreislaufs		3,00 l	
minimaler Volumenstrom für das Heizgerät		250 l/h	
CO <sub>2</sub> im Abgas (zul. Funktionsbereich)		8 ... 12,0 Vol.-%	
Abmessungen Heizgerät (Toleranz ± 3 mm)		Länge 214 mm Breite 106 mm Höhe 168 mm	
Gewicht		2,9 kg	

\* Betrieb nur zulässig bei Mischung Diesel/PME mit PME-Anteil < 50%.

7 Schaltpläne

Thermo Top E und Z/C

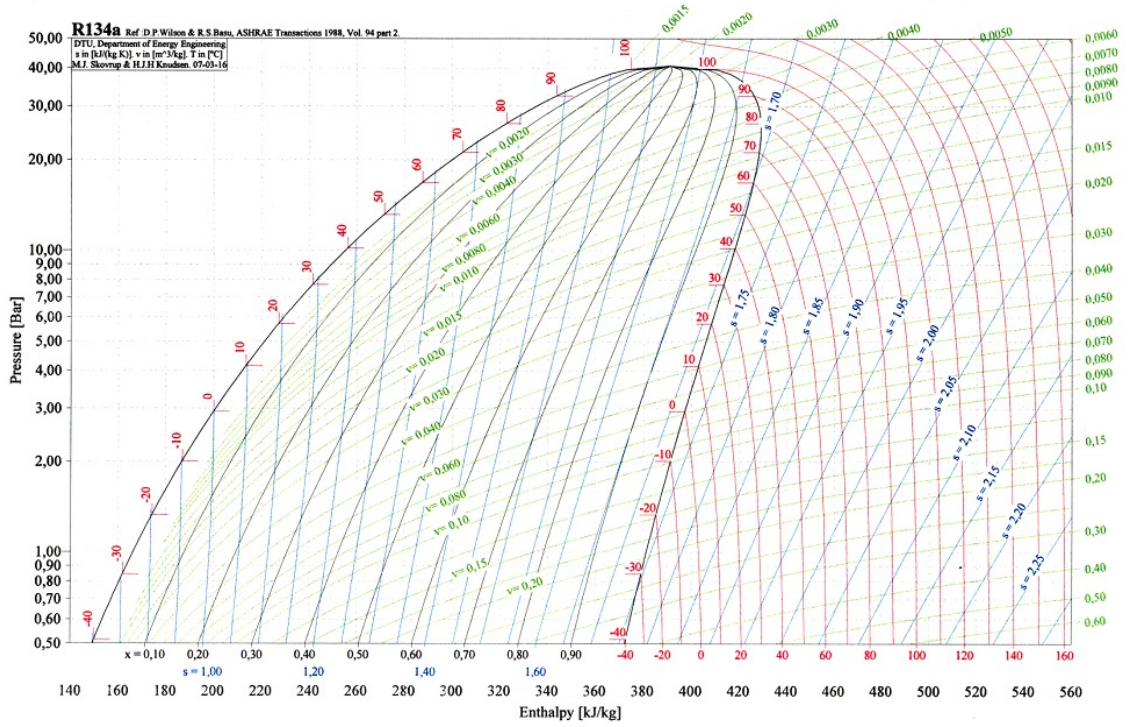


Pos.	Benennung	Bemerkung
A1	Heizgerät	Thermo Top E oder Z/C
A2	Steuergerät	
A3	Anschlussbox	
A4	Telestart-Empfänger	T60
B2	Temperaturfühler	
E	Glühstift/Flammwächter	
F1	Sicherung 15A	Flachsicherung SAE J 1284
F2	Sicherung 1A	Flachsicherung SAE J 1284
F3	Sicherung 25A	Flachsicherung SAE J 1284
H1	Leuchtdiode (in Pos. P)	Einschaltkontrolle
K3	Relais (in Pos. A3)	Fahrzeuggebläse
M1	Motor	Brennluftgebläse
M2	Motor	Umwälzpumpe
M3	Motor	Fahrzeuggebläse
P	Vorwahluhr, digital	für Vorwahlbetrieb
S1	Schalter für Fahrzeuggebläse	je nach Fahrzeug S1 oder S2
S2	Schalter für Fahrzeuggebläse	je nach Fahrzeug S1 oder S2
S5	Schalter	Sommer/Winter Schalter
X1	Steckverbindung 6polig	
X2	Steckverbindung 2polig	wasserabweisend
X3	Steckverbindung 2polig	wasserabweisend
X4	Steckverbindung 2polig	wasserabweisend
X5	Steckverbindung 2polig	wasserabweisend
X6	Steckverbindung 2polig	wasserabweisend
X8	Steckverbindung 2polig	HF, Koaxial
X9	Steckverbindung 4polig	
Y1	Dosierpumpe	


Leitungsquerschnitte	
< 7,5 m	7,5 - 15 m
.....	0,5 mm <sup>2</sup> 0,75 mm <sup>2</sup>
———	0,75 mm <sup>2</sup> 1,5 mm <sup>2</sup>
———	1,5 mm <sup>2</sup> 2,5 mm <sup>2</sup>
———	2,5 mm <sup>2</sup> 4,0 mm <sup>2</sup>
———	4,0 mm <sup>2</sup> 6,0 mm <sup>2</sup>


Abb. 702 Automatikschaltung für Thermo Top E und Z/C, 12 V Vorwahluhr und Telestart T60


Anhang 8 p,h-Diagramm R134a





## Anhang 9 Sicherheitsdatenblatt R134a

SICHERHEITSDATENBLATT nach EG-Richtlinie 2001/58/EG				
<b>SUVA (R) 134a Refrigerant</b>				
Version 2.1 Überarbeitet am 27.04.2004		Ref. 13000000349		
Dieses SDB entspricht den Vorgaben und Vorschriften von Österreich und kann gegebenenfalls Anforderungen anderer Länder nicht genügen.				
<b>1. STOFF-/ZUBEREITUNGS- UND FIRMBEZEICHNUNG</b>				
<b>Produktinformation</b>				
Produktname	:	SUVA (R) 134a Refrigerant		
Typen	:	ASHRAE Refrigerant number designation: R-134a		
Verwendung des Stoffs/der Zubereitung	:	Kältemittel		
Firma	:	DuPont de Nemours (Nederland) B.V. Dordrecht Works Baanhoekweg 22 3313 LA Dordrecht		
Telefon	:	+31786301720		
Telefax	:	+31786301192		
Notrufnummer	:	+49-(0)202-529.6655		
<b>2. ZUSAMMENSETZUNG/ANGABEN ZU BESTANDTEILEN</b>				
Chemische Bezeichnung	CAS-Nr.	EG-Nr.	Einstufung	Konzentration [%]
1,1,1,2-Tetrafluorethan (R134a)	811-97-2	212-377-0		100
<b>3. MÖGLICHE GEFAHREN</b>				
Schnelles Verdampfen der Flüssigkeit kann Erfrierungen bewirken. Dämpfe sind schwerer als Luft und können durch Verdrängung des Luftsauerstoffs zu Ersticken führen.				
<b>4. ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN</b>				
Allgemeine Hinweise	:	Bei Bewusstlosigkeit stabile Seitenlage anwenden und ärztlichen Rat einholen. Nie einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen. Bei unregelmäßiger Atmung oder Atemstillstand künstliche Beatmung einleiten. Bei anhaltenden Beschwerden einen Arzt aufsuchen.		
Einatmen	:	An die frische Luft gehen. Betroffenen warm und ruhig lagern. Künstliche Beatmung und/oder Sauerstoff kann notwendig sein.		
Hautkontakt	:	Mit warmem Wasser abwaschen. Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.		
Augenkontakt	:	Sorgfältig mit viel Wasser ausspülen, auch unter den Augenlidern. Arzt konsultieren.		
<b>Hinweise für den Arzt</b>				
Behandlung	:	Kein Adrenalin oder -derivate verabreichen.		
1/5				

SICHERHEITSDATENBLATT nach EG-Richtlinie 2001/58/EG		
<b>SUVA (R) 134a Refrigerant</b>		
Version 2.1 Überarbeitet am 27.04.2004		Ref. 130000000349
<b>5. MASSNAHMEN ZUR BRANDBEKÄMPFUNG</b>		
Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung	:	Entstehen eines Überdrucks
Besondere Schutzausrüstung bei der Brandbekämpfung	:	Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.
Weitere Angaben	:	Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen. Container/Tanks mit Wassersprühstrahl kühlen.
<b>6. MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG</b>		
Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen	:	Personen in Sicherheit bringen. Den Bereich belüften. Siehe Schutzmaßnahmen unter Punkt 7 und 8.
Umweltschutzmaßnahmen	:	Nicht in die Umwelt gelangen lassen.
Verfahren zur Reinigung	:	Verdampft.
<b>7. HANDHABUNG UND LAGERUNG</b>		
<b>Handhabung</b>		
Hinweise zum sicheren Umgang	:	Für ausreichenden Luftaustausch und/oder Absaugung in den Arbeitsräumen sorgen. Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.
Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz	:	Keine besonderen Brandschutzmaßnahmen erforderlich.
<b>Lagerung</b>		
Anforderung an Lagerräume und Behälter	:	Behälter dicht verschlossen an einem trockenen, gut belüfteten Ort aufbewahren. Im Originalbehälter lagern.
Zusammenlagerungshinweise	:	Keine besonders zu erwähnenden Stoffe.
Lagerklasse	:	2A : Verdichtete, verflüssigte oder unter Druck gelöste Gase
<b>8. EXPOSITIONSBEGRENZUNG UND PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNGEN</b>		
<b>Technische Schutzmaßnahmen</b>		
Für ausreichende Belüftung sorgen, besonders in geschlossenen Räumen.		
<b>Persönliche Schutzausrüstung</b>		
Atemschutz	:	Bei Rettungs- und Instandhaltungsarbeiten in Lagerbehältern umluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden. Dämpfe sind schwerer als
2/5		

SICHERHEITSDATENBLATT nach EG-Richtlinie 2001/58/EG		
<b>SUVA (R) 134a Refrigerant</b>		
Version 2.1 Überarbeitet am 27.04.2004		Ref. 130000000349
Luft und können durch Verdrängung des Luftsauerstoffs zu Erstickungen führen.		
Handschutz	:	wärmeisolierende Handschuhe
Augenschutz	:	Schutzbrille
Hygienemaßnahmen	:	Die beim Umgang mit Chemikalien üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.
<b>9. PHYSIKALISCHE UND CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN</b>		
Form	:	verflüssigtes Gas,
Farbe	:	kein(e,er),
Geruch	:	nach Ether,
Schmelzpunkt / Schmelzbereich	:	-101 - 103 °C bei 1 013 hPa
Siedepunkt/Siedebereich	:	-26,5 °C bei 1 013 hPa
Flammpunkt	:	nicht entflammbar
Zündtemperatur	:	> 750 °C
Obere Explosionsgrenze	:	, nicht anwendbar
Dampfdruck	:	6 661 hPa bei 25 °C
Dampfdruck	:	13 190 hPa bei 50 °C
Dichte	:	1,21 g/cm <sup>3</sup> bei 25 °C, (als Flüssigkeit)
Dichte	:	0,0042 g/cm <sup>3</sup> bei 25 °C (1 013 hPa)
Dichte	:	0,0053 g/cm <sup>3</sup> bei -26,1 °C (1 013 hPa)
Wasserlöslichkeit	:	1,5 g/l bei 25 °C bei 1 013 hPa
<b>10. STABILITÄT UND REAKTIVITÄT</b>		
Zu vermeidende Bedingungen	:	Das Produkt ist in Luft unter Umgebungstemperatur und -druck nicht entzündlich. Bei erhöhtem Druck kann die Mischung in Gegenwart von Luft oder Sauerstoff brennbar werden. Bestimmte Gemische von HCFC oder HFC mit Chlor können unter bestimmten Bedingungen entzündlich oder reaktiv werden.
Gefährliche Zersetzungsprodukte	:	Halogenwasserstoff, Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Kohlenmonoxid, Fluorkohlenwasserstoffe, Carbonylhalogenide,
<b>11. ANGABEN ZUR TOXIKOLOGIE</b>		
3/5		

SICHERHEITSDATENBLATT nach EG-Richtlinie 2001/58/EG		
<b>SUVA (R) 134a Refrigerant</b>		
Version 2.1 Überarbeitet am 27.04.2004		Ref. 13000000349
Akute inhalative Toxizität • 1,1,1,2-Tetrafluorethan (R134a)	: LC50/4 h/Ratte : > 2 085 mg/l  ALC/4 h/Ratte : 2 381 mg/l	
Erfahrung am Menschen	: Übermäßige Einwirkung kann beim Menschen folgende Gesundheitsschäden bewirken:  Einatmen starke Kurzatmigkeit, Narkose, Herzrhythmusstörungen	
Weitere Angaben	: Cardiac sensitisation threshold limit : 312 975 mg/m3 Anaesthetic effects threshold limit : 834 600 mg/m3	
<b>12. ANGABEN ZUR ÖKOLOGIE</b>		
Treibhauseffektpotential (CO <sub>2</sub> = 1)	: 1 300	
<b>13. HINWEISE ZUR ENTSORGUNG</b>		
Produkt	: Wiederverwendung nach Aufarbeitung. Kann unter Beachtung der örtlichen behördlichen Vorschriften verbrannt werden.	
Verunreinigte Verpackungen	: Leere Druckgefäße an den Lieferanten zurückgeben.	
<b>14. ANGABEN ZUM TRANSPORT</b>		
<b>ADR</b>		
Klasse:	2	
Klassifizierungscode:	2A	
NI Nr.:	20	
UN-Nr.:	3159	
Kennzeichnungs-Nr.:	2.2	
Offizielle Benennung für die Beförderung:	1,1,1,2-TETRAFLUORETHAN	
<b>IATA_C</b>		
Klasse:	2.2	
UN-Nr.:	3159	
Kennzeichnungs-Nr.:	2.2	
Offizielle Benennung für die Beförderung:	Refrigerant gas R 134a	
<b>IMDG</b>		
Klasse:	2.2	
UN-Nr.:	3159	
Kennzeichnungs-Nr.:	2.2	
Offizielle Benennung für die Beförderung:	1,1,1,2-TETRAFLUOROETHANE	
4/5		

SICHERHEITSDATENBLATT nach EG-Richtlinie 2001/58/EG	
<b>SUVA (R) 134a Refrigerant</b>	
Version 2.1 Überarbeitet am 27.04.2004	Ref. 13000000349
Beförderung:	
<b>15. VORSCHRIFTEN</b>	
<b>Kennzeichnung gemäß EG-Richtlinien</b>	
Das Produkt ist nach EG-Richtlinien oder den jeweiligen nationalen Gesetzen nicht kennzeichnungspflichtig.	
<b>16. SONSTIGE ANGABEN</b>	
<b>Weitere Information</b>	
Vor Gebrauch DuPonts Sicherheitsinformationen beachten., Für weitere Angaben richten Sie sich bitte an die lokale DuPont Geschäftsstelle oder an einen DuPont Vertreter., (R) Eingetragenes Warenzeichen von DuPont	
Die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen unseren Erkenntnissen zum Zeitpunkt der Überarbeitung. Die Informationen sollen Ihnen Anhaltspunkte für den sicheren Umgang mit dem in diesem Sicherheitsdatenblatt genannten Produkt bei Lagerung, Verarbeitung, Transport und Entsorgung geben. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das in diesem Sicherheitsdatenblatt genannte Produkt mit anderen Materialien vermengt, vermischt oder verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt, soweit sich hieraus nicht ausdrücklich etwas anderes ergibt, nicht auf das so gefertigte neue Material übertragen werden.	
5/5	



## **Selbständigkeitserklärung**

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

St. Andrä, 26. Juni 2007

Unterschrift