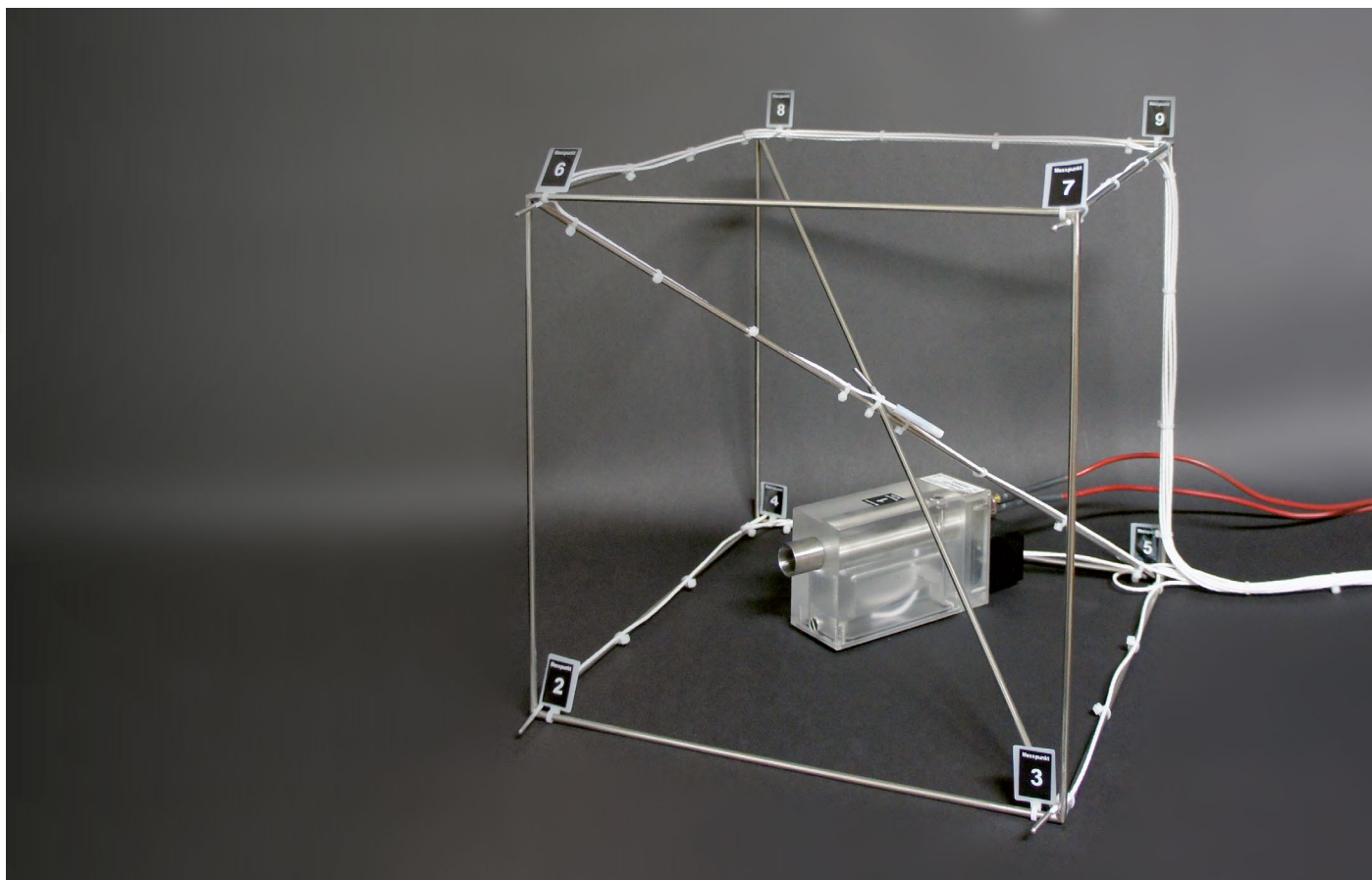


# 08 Luftfeuchte

## ALMEMO® Messsystem zur Kalibrierung von Klimaschränken gemäß der Richtlinie DAkKS-DKD-R 5-7



- Die Richtlinie DAkKS-DKD-R 5-7 dient dazu, Mindestanforderungen an das Kalibrierverfahren und an die Messunsicherheitsbestimmung bei der Kalibrierung von Klimaschränken festzulegen.
- Die Richtlinie beschreibt u.a. das Ziel

der Kalibrierung, die Kalibriermethoden, das Kalibrierverfahren und die Unsicherheitsbeiträge.

- Der Wortlaut der Richtlinie steht als PDF-Dokument auf der Homepage der physikalisch-technischen Bundesanstalt:

[www.ptb.de](http://www.ptb.de) > Metrologische-Dienstleistungen > DKD > Publikationen kostenlos zum Download zur Verfügung.

### Kalibrierung der relativen Luftfeuchte an 9 Punkten im Klimaschrank mit dem Präzisionsmessgerät ALMEMO® 710.

Mit dem ALMEMO® Messsystem, bestehend aus dem Präzisionsmessgerät ALMEMO® 710, einem Feuchtefühler und 8 Temperaturfühlern, werden im Klimaschrank alle relevanten Messgrößen gemessen. Die vollständige Berechnung der relativen Luftfeuchte an den 9 Punkten im Klimaschrank erfolgt im ALMEMO® 710. Die Kalibrierung von Klimaschränken ist auf diese Weise vor Ort komfortabel durchzuführen.

Die Feuchteberechnung im ALMEMO® 710 erfolgt auf der Basis der Formeln nach Dr. Sonntag unter Berücksichtigung des Enhancementfaktors nach W. Bögel (Korrekturfaktor  $F_w(t,p)$ ) für reale Misch-

gassysteme. Der Messbereichsumfang und die Genauigkeit der Feuchterechnungsgrößen werden dadurch wesentlich erhöht.

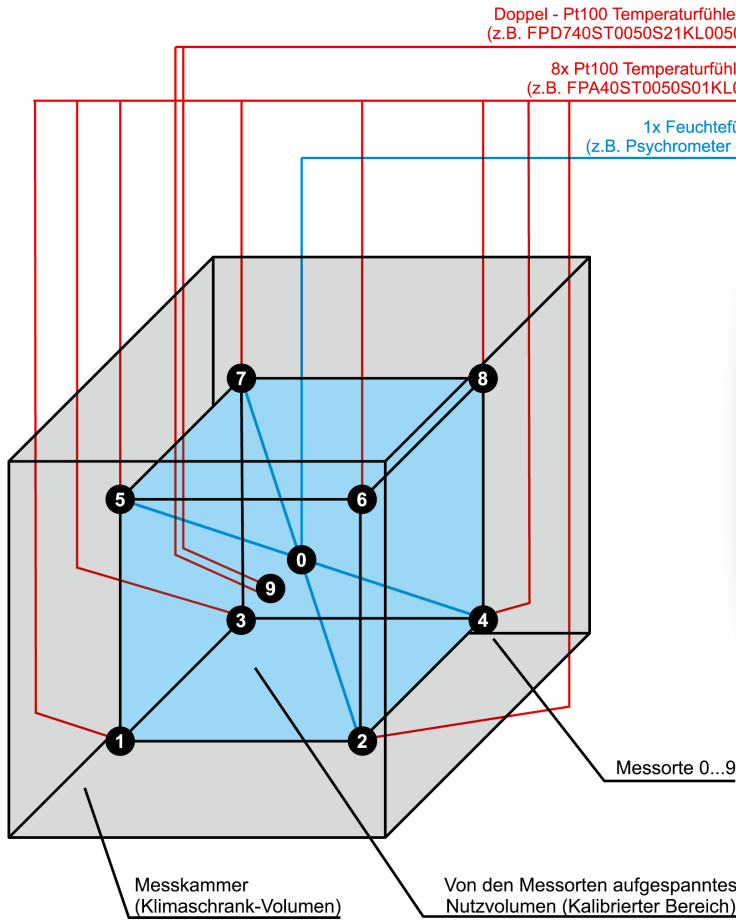
Die Bestimmung des Strahlungseinflusses auf die Lufttemperaturmessung erfolgt mit 2 Temperaturfühlern mit unterschiedlicher Fühleroberfläche (unterschiedlicher Emissionsgrad z.B. Edelstahl und PTFE). Mit einem ALMEMO® Doppelfühler können die 2 Temperaturen gleichzeitig (zusätzlich) mit den 8 Temperaturen der Eckpunkte gemessen werden.

Alle Messwerte und berechneten Werte werden direkt am ALMEMO® 710 übersichtlich am großen Touch-Display

angezeigt. Gleichzeitig arbeitet das ALMEMO® 710 als Datenlogger. Die Messreihen werden gespeichert, wahlweise im internen Speicher (mehr als 400 000 Messwerte) oder mit dem ALMEMO® Speicherstecker (SD-Karte, mehrere Millionen Messwerte).

Mit der Software WinControl können online die Messwerte während der Messung oder offline die gespeicherten Messwerte nach der Messung z.B. als Liniengrafik angezeigt und dokumentiert werden. Gleichzeitig stehen verschiedene Auswerte- und Statistikfunktionen zur Verfügung.

# Kalibrierung von Klimaschränken



Die Messorte 0...9 entsprechen der Positionierung der ALMEMO® Messfühler im Messraum einer Klimakammer

## Das ALMEMO® Messsystem besteht aus:

### Präzisionsmessgerät ALMEMO® 710



10 Eingänge für beliebige ALMEMO® Fühler, im Messgerät eingebaute Luftdrucksensor

Präzisionsmessgerät ALMEMO® 710  
inkl. USB-Kabel, Netzteil, Messgerätekofter, Konfigurationssoftware ALMEMO® Control

**MA710**

### Präzisionsmessgerät ALMEMO® 500



Messwerterfassungsanlage, Bedienung am PC über App.  
20 Eingänge für beliebige ALMEMO® Fühler (erweiterbar).

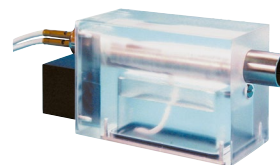
Datenlogger ALMEMO® 500  
CPU-Karte inkl. Schnittstellen, Webservice. SD-Speicher 4 GB. 2 aktive Messkreiskarten MA10 mit 20 Eingängen für alle ALMEMO® Fühler (Standard, DIGI, D6, D7). Netzteil, Bedienung über Windows App ALMEMO® 500 am PC.  
im Tischgehäuse TG6 (63 TE), 9 freie Steckplätze

**MA500CPUA20TG6B**

# Kalibrierung von Klimaschränken

## Digitales Pt100-Psychrometer mit DAkkS-Kalibrierzertifikat

Einsatzbereich: 0 (kein Eis) bis 90 °C, 10 bis 100 % r.H.  
Eingebauter digitaler Luftdrucksensor: 700 bis 1100 mbar  
Das Psychrometer wird in das Zentrum des Nutzvolumens gesetzt. Aus den Messwerten Trockentemperatur  $t$  und Feuchtemperatur  $t_w$  werden zusammen mit dem Luftdruck  $p$  (Luftdrucksensor, eingebaut im ALMEMO® Stecker) die relative Feuchte  $U_w$  im Zentrum und der Taupunkt  $t_d$  bestimmt.



Digitales Pt100-Psychrometer FPAD 36-3 mit ALMEMO® D6-Stecker, Luftdrucksensor eingebaut, inkl. Netzteil, Wasserflasche, 1 Paar Dochte, Transportkoffer

**FPAD363**  
**OA9000PRTD**

Programmierung für digitales Psychrometer: Taupunkt  $t_d$

DAkkS-Kalibrierzertifikat für Luftfeuchte,  
2 Klimapunkte bei 25 °C / 30 % r.H. und 25 °C / 75 % r.H (andere Punkte auf Anfrage)

**KH9146D**  
**KD9213D**

DAkkS-Kalibrierzertifikat für Luftdrucksensor, 5 Punkte im Bereich 700...1100 mb

## 8 Stück Pt100-Temperaturfühler mit DAkkS-Kalibrierzertifikat

für Einsatz im Klimaschrank: Edelstahl-Schutzrohr mit PFA-Kabel,  
Einsatzbereich -100 bis +250 °C, Schutzart IP68.  
Die 8 Temperaturfühler werden an die Eckpunkte des Quaders, der das Nutzvolumen aufspannt, gesetzt. Aus den 8 Messwerten Temperatur  $t$  zusammen mit den Feuchtegrößen des Psychrometers werden die relativen Feuchtwerte  $U_w$  in den Eckpunkten des Quaders berechnet.



8 Stück Pt100-Temperaturfühler, Durchmesser 4 mm, für den Einsatz im Klimaschrank, IP68, Kabellänge = 5 m

**8 x FPA40ST0050S01KL0050**

DAkkS-Kalibrierzertifikat für Temperatur, 3 Punkte bei 0 / 50 / 100 °C (andere Punkte auf Anfrage)

**1 x KT9021D**  
**7 x KT9021D2**  
**8 x KT9001DW**

für 1. Fühler

für 2. bis 8. Fühler

Mehrpunktjustage für 8 Fühler (im Zertifikat Fühlerabweichung gegen Null)

Programmierung für 8 Pt100-Temperaturfühler zur Feuchteberechnung mit ALMEMO® 710, inkl. Kennzeichnung der Fühlerstecker

**OA9000PRKS**

Würfel zur Positionierung von Temperaturfühlern:

Drahtwürfel, VA-Draht Ø 4 mm. Kantenlänge 300 mm, Eckpunkte verschweißt.

Inkl. Spiralschlauch zu Fixierung der Fühlerkabel.

**ZB1002Q01**

## Bestimmung des Strahlungseinflusses

Die Bestimmung des Strahlungseinflusses auf die Lufttemperaturmessung erfolgt mit 2 Temperaturfühlern mit unterschiedlicher Fühleroberfläche (unterschiedlicher Emissionsgrad z.B. Edelstahl und PTFE).

Überzug für Pt100 Temperaturfühler, Durchmesser 4 mm, PTFE, großer Emissionsgrad

**ZT9000TS41**

Mit einem ALMEMO® Doppelfühler können die 2 Temperaturen gleichzeitig (zusätzlich) mit den 8 Temperaturen der Eckpunkte gemessen werden.

2 digitale Pt100 Temperaturfühler, Durchmesser je 4 mm, für den Einsatz im Klimaschrank, IP68, Kabellänge je 5 m, montiert an 1 ALMEMO® D7-Doppelstecker

**FPD740ST0050S21KL0050**

DAkkS-Kalibrierzertifikat für Temperatur, 3 Punkte bei 0 / 50 / 100 °C (andere Punkte auf Anfrage)

für 1. Fühler

für 2. Fühler

Mehrpunktjustage für 2 Fühler (mit Zertifikat Fühlerabweichung gegen Null)

**KT9021D**  
**KT9021D2**  
**2 x KT9001DW**

## Messsoftware WinControl

Software WinControl, zur Messwertverarbeitung und Dokumentation für beliebige Kanalanzahl (u.a. Rechenkanäle, Statistikkanäle), alle Optionen enthalten (außer Datenserver, Webserver und Zusatzmodule)

**SW5600WC3**

Assistent zur Kalibrierung von Klimaschränken.

Automatische, komfortable Auswertung mit Protokollerstellung (Voraussetzung: WC3/WC4)

**SW5600WCZM13**

Zusatzprotokoll zum direkten Einbinden von Klimaschränken in die Online-Messung

**SW5600WCZM7**

## Messstellenbelegung ALMEMO® 710 (Beispiel)

Messpunkt	Messstelle	Größe	Bemerkung
Raumzentrum	0.0	t (Trockentemperatur)	Messkanal-Psychrometer
	0.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Psychrometer)
	0.2	t <sub>d</sub> (Taupunkt)	Rechenkanal (Psychrometer)
	0.3	p (Luftdruck)	geräteinterner Luftdrucksensor
Eckpunkt 1	1.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	1.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
Eckpunkt 2	2.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	2.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
Eckpunkt 3	3.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	3.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
Eckpunkt 4	4.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	4.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
Eckpunkt 5	5.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	5.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
Eckpunkt 6	6.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	6.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
Eckpunkt 7	7.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	7.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
Eckpunkt 8	8.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100)
	8.1	U <sub>w</sub> (Feuchte)	Rechenkanal (Feuchte aus Pt100 und Psychrometer-Werten)
	9.0	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100), kleiner Emissionsgrad (z.B. Oberfläche Edelstahl)
	9.1	t (Temperatur Pt100)	Messkanal (Pt100), großer Emissionsgrad (z.B. Oberfläche PTFE)

## Richtlinie DAkKS-DKD-R 5-7 *Im Folgenden sind einige Punkte wiedergegeben:*

### Richtlinie DAkKS-DKD-R 5-7 Kalibrierung von Klimaschränken

(...)

#### 4 Ziel der Kalibrierung

Die Kalibrierung eines Klimaschranks dient der Feststellung der Abweichung der von den Anzeigen des Schrankes angezeigten Werte von den Klimakenngrößen Lufttemperatur und relative Feuchte in den zur Nutzung vorgesehenen Teilen des Schrankvolumens bzw. an einzelnen Punkten aus dem Schrankvolumen. (...)

Damit ergeben sich folgende Ziele:

Kalibrierung der Anzeigen von Temperatur und relativer Feuchte durch Vergleich mit den im Nutzraum mit Referenzeinrichtungen gemessenen Werten für Lufttemperatur und -feuchte (Angabe der Abweichungen bzw. Korrekturen). (...)

#### 6 Kalibriermethoden

(...)

**(A)** Die Kalibrierung erfolgt für das von den Messorten aufgespannte Nutzvolumen im unbeladenen Klimaschrank. (...)

**(B)** Die Kalibrierung erfolgt für das von den Messorten aufgespannte Nutzvolumen im unbeladenen Klimaschrank. Die Beladung kann der typischen Nutzung durch den Anwender entsprechen oder durch Auffüllen von mindestens 40 % des Nutzvolumens mit Probekörpern erfolgen.

(...)

#### 7 Kalibrierverfahren

##### 7.1 Anordnung der Messorte

(...) Die Festlegungen bezüglich der Anzahl und räumlichen Lage der Messpunkte sind bis zu einem Schrankvolumen von 2000 l analog DIN EN 60068 Teil 3-5 zu treffen, d. h. die Messorte bilden die Eckpunkte und das Raumzentrum eines Quaders, der das Nutzvolumen aufspannt. (...)

Das Kalibrierergebnis gilt nur für das von den Messpunkten aufgespannte Volumen. (...)

##### 7.6 Feuchtekalibrierung

Für die Kalibrierung der relativen Feuchte in einem umgewälzten Klimaschrank ist eine Bestimmung der absoluten Feuchte bzw. des Taupunktes T<sub>d</sub> oder Frostpunktes T<sub>f</sub> im Zentrum des Nutzvolumens und eine Berechnung der räumlichen Verteilung der relativen Feuchte auf der Basis der gemessenen Verteilung der Lufttemperatur möglich. (...)