

# ALMEMO® Handbuch

für alle ALMEMO® Messgeräte bis Version 6

- |             |   |          |
|-------------|---|----------|
| <b>1.</b>   | <b>Einführung</b>                                     | <b>1</b> |
| <b>2.</b>   | <b>ALMEMO® Messgeräte</b>                             | <b>2</b> |
| <b>3.</b>   | <b>ALMEMO® Fühler</b>                                 | <b>3</b> |
| <b>3.1</b>  | Temperaturfühler                                      |          |
| <b>3.2</b>  | Bauphysikalische Messwertgeber                        |          |
| <b>3.3</b>  | Feuchtefühler   |          |
| <b>3.4</b>  | Meteorologische Messwertgeber                         |          |
| <b>3.5</b>  | Luftströmungssensoren                                 |          |
| <b>3.6</b>  | Physikalische Aufnehmer                               |          |
| <b>3.7</b>  | Elektrische Wandler                                   |          |
| <b>3.8</b>  | Sonden zur Messung optischer Größen                   |          |
| <b>3.9</b>  | Chemische Sonden                                      |          |
| <b>3.10</b> | Kabelverlängerung für ALMEMO® Fühler                  |          |
| <b>4.</b>   | <b>Anschluss eigener Sensoren und elektr. Signale</b> | <b>4</b> |
| <b>5.</b>   | <b>ALMEMO® Ausgangsmodule</b>                         | <b>5</b> |
| <b>6.</b>   | <b>Bedienung über serielle Schnittstelle</b>          | <b>6</b> |
| <b>7.</b>   | <b>Befehlsübersicht</b>                               | <b>7</b> |
| <b>8.</b>   | <b>Stichwortverzeichnis</b>                           | <b>8</b> |

Das vorliegende Handbuch ist die neunte Auflage einer umfassenden Darstellung und Bedienungsanleitung von Komponenten des ALMEMO® Messsystems. Die Zusammenstellung der Texte und Graphiken wurde mit größter Sorgfalt vorgenommen, trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Für fehlerhafte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden. Es wird keine Gewähr übernommen, dass die wiedergegebenen Informationen und Beschreibungen frei von Schutzrechten Dritter sind. Ebenso werden Werbenamen und Warenzeichen ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Herausgeber: Fa. Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, 83607 Holzkirchen  
Verantwortlich für den Inhalt:  
Dipl. Ing. Peter Koschke, Dipl. Ing. Wolfgang Hüttl, und Dipl. Ing. Christian Rinn  
9. überarbeitete Auflage, Holzkirchen 2011  
Alle Rechte vorbehalten  
Printed in Germany

## Einführung

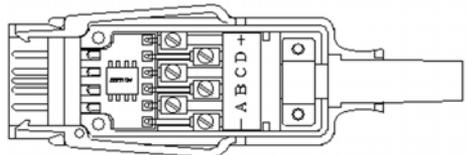
### 1.1 Das ALMEMO® System

ALMEMO® Messgeräte sind Vertreter einer völlig neuen Generation von Messgeräten. Zum Anschluss der Fühler und Peripheriegeräte werden die speziell dafür entwickelten und patentierten intelligenten ALMEMO® Stecker verwendet. Sie enthalten einen programmierbaren Datenträger (EEPROM), in dem die Parameter der angeschlossenen Fühler und Geräte gespeichert werden. Dadurch werden alle angesteckten Einheiten automatisch erkannt und die Funktionen entsprechend angepasst, sodass die Messgeräte eine bisher unerreichte Flexibilität und Bedienerfreundlichkeit erhalten.

**Alle Fühler**, ab Werk oder vom Anwender einmal programmiert, sind ohne jede Einstellung austauschbar. Beim Anstecken wird nicht nur der Messbereich mit Verstärkung, benötigte Stromversorgung und Vergleichsstellenkompensation automatisch an das Messgerät übertragen, sondern auch alle Messwertkorrekturen, Skalierungen, Dimensionen und sogar die Fühlerbezeichnung. Fehlmessungen durch falsche Programmierung oder Fühlerverwechslungen sind damit vollkommen ausgeschlossen. Dabei werden keine speziellen Fühler benötigt, nahezu jeder beliebige Sensor kann an die ALMEMO® Stecker über 6 Schraubklemmen angeschlossen werden. Programmierte Stecker sind als Zubehör lieferbar. Aber auch der Anwender kann alle Parameter über das Gerät manuell oder über die serielle Schnittstelle programmieren. Zum Schutz vor ungewolltem Ändern ist eine selektive Verriegelung vorgesehen.

Bei den **Ausgängen** ist die Interfaceelektronik für analoge und digitale Schnittstellen nicht in den Messgeräten selbst, sondern in den Steckern der Anschlusskabel eingebaut. Dadurch entfallen die Kosten für ungenutzte Ausgänge und außerdem können an die gleiche Buchse ganz unterschiedliche Schnittstellen angeschlossen werden. Der Typ und die Parameter werden wieder aus einem Datenträger im ALMEMO® Stecker ausgelesen und das Gerät damit entsprechend programmiert. Analogausgänge oder digitale Schnittstellen (RS232, RS422, LWL, Centronics u.a.) auch mit unterschiedlichen Baudraten und Übertragungsformaten, sind ohne jede Programmierung wechselbar.

Das ALMEMO® Messgerät wird also durch die intelligenten ALMEMO® Stecker beim Anstecken der Fühler und der Schnittstellenkabel bis auf die zeitliche Ablaufsteuerung vollständig programmiert. Andererseits lassen sich bei Bedarf alle Parameter willkürlich ändern, da die Datenträger in den Steckern immer wieder überschrieben werden können.



ALMEMO® Stecker mit EEPROM und 6 Schraubklemmen

Basierend auf den intelligenten ALMEMO® Steckern haben alle ALMEMO® Messgeräte herausragende gemeinsame Eigenschaften:

- Es gibt ein unvergleichliches Spektrum an Fühlern, Sensoren und Signalen, die alle über das patentierte ALMEMO® Steckersystem an jeden Messeingang eines jeden Messgerätes angeschlossen werden können. Dabei ist keinerlei Programmierung erforderlich, da alle Fühlerdaten im Anschlussstecker gespeichert sind und damit das Messgerät beim Anstecken automatisch konfiguriert wird.
- Alle Geräte verfügen über die gleiche Messeingangsschaltung für über 70 Messbereiche, sodass immer das gleiche Messergebnis gewährleistet werden kann.
- Mit Hilfe des Fühlerdatenspeichers lassen sich alle Sensoren kalibrieren, skalieren und mit einer eindeutigen Bezeichnung versehen. Damit wird höchste Präzision bei geringstem Aufwand erreicht und Fehlmessungen völlig ausgeschlossen.
- Die Umschaltung der Messstellen erfolgt galvanisch getrennt mit absolut verschleißfreien Halbleiterrelais. Eine kontinuierliche Messstellenabfrage mit bis zu 50 Messungen/Sekunde ist damit auch auf Dauer problemlos möglich.
- Analoge oder digitale Interfaces sind nicht in den Geräten, sondern in den Anschlusssteckern bzw. -kabeln eingebaut. So hat der Anwender, den Anforderungen entsprechend, die freie Wahl zwischen Analogausgängen, verschiedenen Schnittstellen (RS232, RS422, LWL, USB, Ethernet, Current-Loop, Bluetooth, Funk), Alarmgebern oder Triggereingängen. Angeschafft wird nur, was benötigt wird und dieses ist bei jedem anderen ALMEMO® Gerät wieder verwendbar.
- Alle Messgeräte sind über die Schnittstelle adressierbar und damit vernetzungsfähig. Ein eingebauter Verteiler erlaubt das einfache Zusammenstecken von bis zu 100 Geräten mit Netzkabeln und die Messwerterfassung über eine einzige Rechnerschnittstelle. Für größere Entfernungen stehen RS422-Treiber und -Verteiler zur Verfügung. Dieses System minimiert Geräteaufwand, Verkabelungskosten und EMV-Probleme. Es passt sich schnell jeder neuen Aufgabe an und lässt sich beliebig erweitern.
- Das Softwareprotokoll und der Befehlsumfang ist ebenfalls für alle Geräte identisch. Ein Terminal genügt, um alle Parameter zu programmieren oder die Messdaten abzufragen. Für Drucker oder Tabellenkalkulation stehen die passenden Ausgabeformate zur Verfügung.
- Die ALMEMO® Geräte unterscheiden sich nur im Gehäuse (Handgerät, Tischgerät, 19"-Anlage, Schalttafelgerät, Transmitter..), in der Anzahl der Messeingänge (1...100), in den Anzeige-, Ausgabe- und Bedienelementen, sowie in der Stromversorgung.

## 1.2 Die Gerätegenerationen

### 1.2.1 ALMEMO® Version V5

Seit der Einführung des ersten ALMEMO® Handgerätes im Jahre 1993 wurde das faszinierende ALMEMO® System mit den unendlichen Möglichkeiten bezüglich Fühleranschluss, Messwertverarbeitung und Gerätevernetzung kontinuierlich weiterentwickelt. Deshalb stehen z.Z. vom 1-Kanal-Transmitter bis zur Messwerterfassungsanlage mit über 1000 Messstellen alle Messgeräteausführungen zur Verfügung. 1999 wurde mit der Gerätegeneration ALMEMO® Version5 ein einheitlicher Firmwarestand für alle Geräte geschaffen. Die Funktionen wurden vereinheitlicht und wesentlich erweitert, sowie Optionen konfigurierbar gemacht. Alle Parameter wurden auch mit Schnittstellenbefehlen zugänglich gemacht.

- Alle bisherigen Zusatzfunktionen sind bei jedem Gerät serienmäßig verfügbar
- Die Datenlogger erhalten serienmäßig 520kB Speicher für bis zu 100.000 Messwerte
- Messwertspeicherung in externen ALMEMO® EEPROM-Speichersteckern (260kB)
- Speicherkonfiguration als Linear- oder Ringspeicher
- Selektives Speicherauslesen der Datenlogger nach Zeit, Nummer und Störwerten
- Ein neues LCD-Display zeigt alle Kanäle bis 19 mit voller Messwertauflösung
- Alle Geräte unterstützen 4 Messkanäle pro Fühler, wichtig für alle Feuchtesensoren
- Neue Möglichkeiten durch programmierbare Bezugskanäle bei Rechenfunktionen
- Einbindung externer Geräte über die serielle Schnittstelle
- Pt100-Linearisierungen nach der neuen Temperaturskala ITS 90
- Unterstützung der neuen chemischen Sensoren für Leitfähigkeit, O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>
- Luftdruckeingabe oder automatische Kompensation über Druckaufnehmer
- Programmierung und Überwachung der individuellen Fühlerversorgungsspannung
- Interne Zuordnung von Alarmrelais zu Grenzwerten, konfigurierbare Relaisfunktion
- Programmierbare Hysterese bei Grenzwertüberschreitungen
- Änderbare Funktion von Triggerkabeln (Start/Stop, Manuell, Clear, Druck, Nullsetzen)
- Skalierung des Analogausganges für jeden Kanal, ext. Steuerung über Schnittstelle
- Kontinuierliche Messstellenabfrage mit Wandlungsrate 2.5, bis 50

Messungen/Sek. sowie Ausgabe und Speicherung der Daten mit 0.01s Zeitstempel

- Begrenzung der Datenflut durch Druckzyklusfaktor pro Kanal
- Schnellere Datenübertragung mit Baudrate von 57.6 kBd
- Lösung des Jahr-2000-Problems durch vierstellige Jahreszahldarstellung
- Kostenlose WINDOWS-Konfigurations-Software AMR-Control mit Terminal

1

Auf Grund der vielen Gemeinsamkeiten aller ALMEMO® Messgeräte sind alle Fühler, die Anschlussmöglichkeiten eigener Sensoren, alle analogen und digitalen Ausgangsmodule, sowie alle Funktionen mit der Schnittstellenbedienung im vorliegenden ALMEMO® Handbuch beschrieben. Nur die gerätespezifischen Eigenschaften und Bedienelemente sind in einer eigenen Geräteanleitung aufgeführt.

## 1.2.2 Neuentwicklungen 2002

Die Entwicklung der Geräte mit Grafikdisplay (ALMEMO® 2590-9 und Anlage 5990-2) brachte einen weiteren Schub an Funktionalität und Bedienerfreundlichkeit.

- Grafikdisplay mit Beleuchtung
- Menüführung mit Softkeys
- Aus 50 Funktionen frei konfigurierbare User-Messmenüs
- Menüs über AMR-Control komfortabel zu generieren, zu laden und zu speichern
- Menüausdruck, Ausdruck aller Einzelfunktionen
- Menüsprache deutsch, englisch oder französisch wählbar
- Mausähnliches Bedienrad zur schnellen Funktionswahl und Dateneingabe
- Kontinuierliche Messwertdarstellung von bis zu 20 Messstellen
- Messwerte als Linien- und Balkengrafik
- Messrate jetzt bis zu 50 Messungen/Sekunde
- Datenspeicherung auch unterschiedlicher Fühlerkonfigurationen
- Datenspeicherung auf Smart-Media-Cards bis zu 32MB
- Schneller Suchindex für Nummern und Datum
- Doppelter Prozessortakt ermöglicht schnellere Datenübertragung mit 115.2kB
- Anzeige des Restspeichers bei der Datenausgabe
- Speicherung aller Messwerte auch bei manueller Mittelwertbildung
- Programmierbare Messwertdämpfung
- Volumenstrommessung mit Kanaldurchmesser oder Querschnitt
- Neue Funktionskanäle für Mittelwertanzahl und Volumenstrom erlauben auch die Ausgabe und Speicherung dieser Parameter
- Funktionskanäle für Messwert zur Mehrfachauswertung und für Vergleichsstellentemperatur zur fühllosen Protokollierung der

Umgebungstemperatur

- Erfassung von Zeit und Datum aller Max- und Minwerte
- Zusätzliche Funktion Messzeit
- Zeit-Datum-Format bei Tabellenausgabe Excel kompatibel

### 1.2.3 ALMEMO® *Version V6*: Neue Gerätegeneration ab 2003

2003 wurde damit begonnen, die Messgeräte mit leistungsfähigen Flash-Prozessoren und hochauflösenden Delta-Sigma-AD-Wandlern auf den neuesten technischen Stand zu bringen. Zuerst hat die unterste Kategorie damit eine hohe Funktionalität zum günstigen Preis erreicht. Das Gerät ALMEMO® 2390-5 löst mit 3 Eingangsbuchsen und besserer Bedienung das bewährte 2290-4 ab. Der kleine Universaltransmitter 8390-1 ersetzt den 8990-1, ist aber auch als Anzeigegerät 8390-2 mit der vollen Funktionalität des 2390-5 zu haben.

- Thermoelementkennlinien nach ITS 90
- Datenlogger mit ausfallsicherer Speicherung im EEPROM
- Funktionskanal zur Volumenstrommessung mit Faktor, Durchmesser, Querschnitt
- Messwertmenü zum Nullsetzen, Fühlerabgleich, Sollwert- und Dimensionseingabe
- Halb-/kontinuierliche Messwertabfrage zur lfd. Aktualisierung aller Kanäle
- Vereinfachte Mittelwertbildung Start-Stop-Manuell mit einem Mittelmodus

**Neue Funktionen**, ausgenommen bei ALMEMO® 2390-1, -3, 8390-1, -2:

- Updatefähigkeit über die serielle Schnittstelle
- Unterstützung von Sonderbereichen, Sonderlinearisierungen und Mehrpunktkalibrationen in neuen ALMEMO® Steckern mit größeren EEPROM's (Kennung E4).
- Option KL:  
Eigene Erstellung von Sonderlinearisierungen und Mehrpunktkalibrationen.

Eine absolut neue Qualität der Bedienung wurde mit der Vorstellung der Datenlogger ALMEMO® 2690-8 und 2890-9 erreicht.

- Mess-, User- und Programmiermenüs wie beim 2590-9
- Zusätzlich 30 Assistentmenüs für alle etwas anspruchsvollere Konfigurationen
- Hilfefenster bei vielen Meß- und Programmierfunktionen
- Zweipunktskalierung von Transmittersignalen
- Einfacher Fühlerabgleich mit momentaner Entriegelung
- Wechsel zwischen Mess- und Programmiermenü mit einem Tastendruck
- Netzmessung zur Volumenstrombestimmung mit max. 12-Punkte-Array

- Berechnung der verfügbaren Speicherzeit aus Zyklus und Messstellen
- Vorgabe der Messdauer nach jedem Start
- Direkte Anwahl aller nummerierten Messungen im Speicher
- Unbegrenzter Speicher durch ansteckbaren Speicherstecker mit MMC-Card
- Automatisch neue Dateien bei geänderter Steckerkonfiguration
- Schnellste Datenübertragung in PC mit Standard-Card-Lesegerät
- Einstellung von Helligkeit und Beleuchtungsdauer der LED-Displaybeleuchtung
- Modernes ergonomisches spritzwassergeschütztes Gehäuse (IP54) mit Gummistoßschutz (nur 2690-8)
- Option KL: Seriennummern- und Kalibrierdatenverwaltung, Geräteverriegelung

### 1.2.4 Neuentwicklungen 2006/2007

Basierend auf dem ALMEMO® 2890 kamen 2006 neue Messwerterfassungsmodule ALMEMO® 8590-9 mit galv. getrenntem Messkreis auf den Markt, die bezüglich Messqualität und Störsicherheit neue Maßstäbe setzten. Durch die einfachere Stromversorgung und eine schnelle SPI-Busvernetzung verleihen sie auch den neuen modularen Anlagen 5690-1 und 5690-2 große Vorteile. 2007 erscheint eine ganze Serie kleiner preiswerter Geräte in einem neuen kompakten Gehäuse. In dem Zusammenhang wird die Ansteuerung von Ausgangsmodulen mit Relais, Triggereingängen und Analogausgängen wesentlich verbessert.

#### Messwerterfassungsmodule und -anlagen

- galv. getrennter Messkreis mit bis zu 100 Messungen/s
- einheitliche leistungsfähige Fühlerstromversorgung von 12 V für alle Einschübe
- Sleepmode für die ganze Anlage
- neue Einschübe für Thermostecker und günstige Direktklemmstecker
- alle Einschübe einzeln auf 10, 20, 30 oder 40 Kanäle einstellbar

#### Kleine Geräte

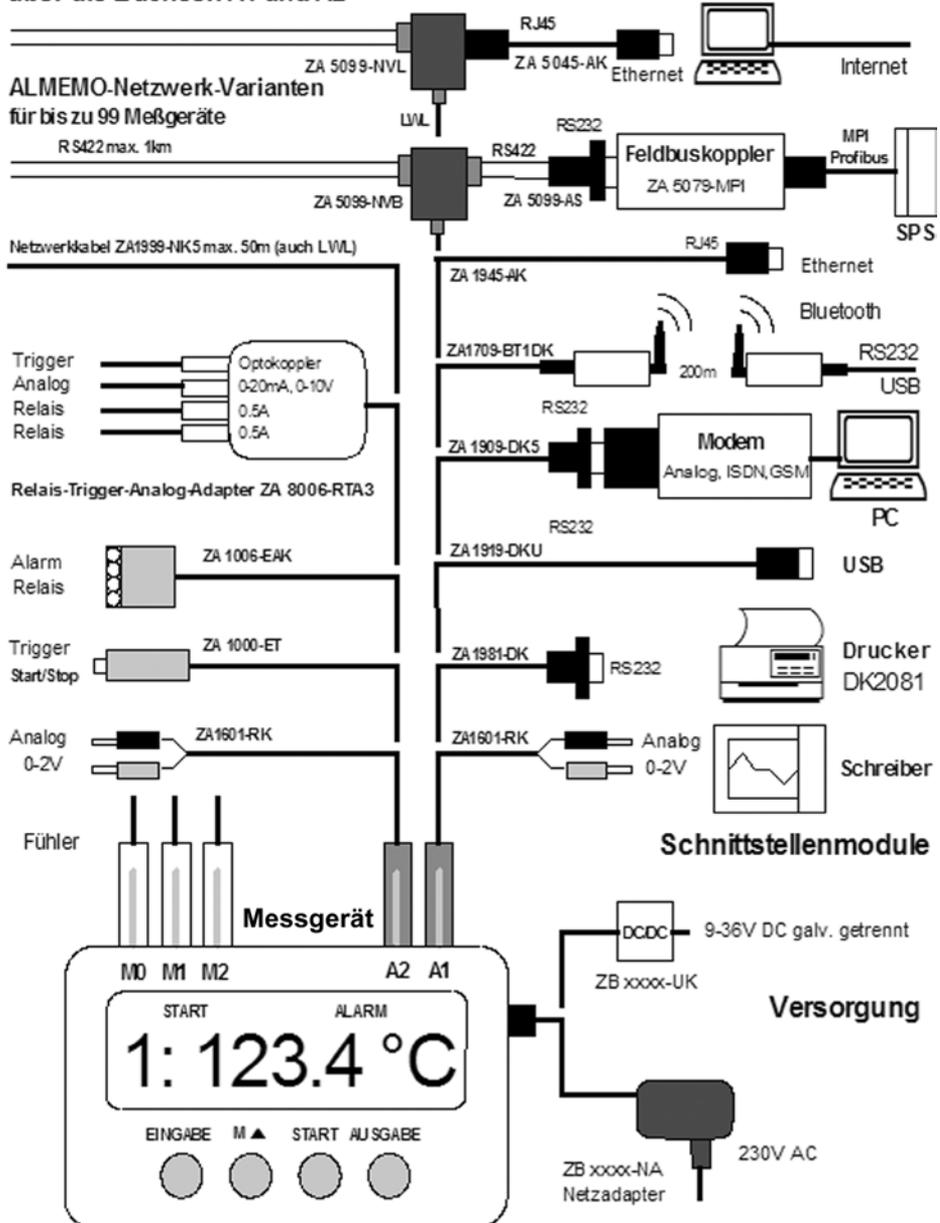
- Leistungsfähige Stromversorgung mit 3 Mignon-Zellen
- Ext. Versorgung mit 9...30V
- Alle mit Tastatur, Max-Min-Hold-Funktion und Relativmessung
- 100 Werte-Speicher
- große 2-zeilige 7-Segmentanzeige oder beleuchtetes Grafik-Display
- Datenlogger mit internem EEPROM-Speicher oder MMC-Speicherstecker
- Einfache Bedienung der Grafikgeräte mit autom. Fühlermenü und Funktionsmenü
- Normgerechte Netzmessung mit Punktberechnung zur Volumenstrombestimmung
- Bis zu 4 Fühlerbuchsen
- Optional intern Analogausgänge, galv. Trennung, RS485-Schnittstelle

### **Neue Funktionen**

- Neue Abfragemodi, um Datenlogger mit der Software Wincontrol zu überwachen
- Gesicherte Datenübertragung mit CRC
- Aufruf von Befehlsmakros durch Grenzwerte und Triggersignale
- Alle Elemente von Ausgangsmodulen einzeln konfigurierbar
- Ausgangsmodule mit Mehrfachanalogausgängen

## 1.3 ALMEMO® Ein-Ausgabe-Module

über die Buchsen A1 und A2



1

## 2.1 ALMEMO® Messgeräte

Die Messwertverarbeitung und die Funktionen sind zwar bei allen ALMEMO® Messgeräten fast gleich, trotzdem gibt es eine große Anzahl verschiedener Ausführungen für alle möglichen Einsatzgebiete. Die wichtigsten Ausführungen sind nachfolgend zusammengestellt.

### Handgeräte:

**2450-1/L** 1 Eingang, Max, Min, Hold, Option Schnittstelle

**2490-1/2/L** 1/2 Eingänge, Max, Min, 100 Werte-Speicher,  
Optionen: galv. getr. Analogausgänge, RS485 Schnittstelle,  
galv. getr. 24V-Versorgung

**2590-2/3/4** 2-4 Eingänge, Grafikdisplay, Datenlogger und  
Sleepmode mit Option Speicher oder SD-Card

**2690-8A** 5 Eingänge, Grafikdisplay, Datenlogger, Sleepmode  
**neu** mit Akku und Ladeschaltung

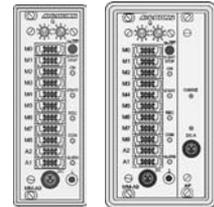
**2890-9** 9 Eingänge, Grafikdisplay, Datenlogger, Sleepmode  
mit Akkupack und Ladeschaltung



### Tischgeräte:

**8590-9** 9 Eingänge, 1 Taste, ohne Display, Datenlogger und  
Sleepmode mit Option Speicher oder MMC-Card

**8690-9A** dto. mit Akkueinschub und Ladeschaltung



### Messwerterfassungsanlagen:

**5690-1** 19" Anlage mit 9 Eingängen, max. 99 mit  
Messstellenumschalterkarten, Datenlogger  
mit Option Speicher oder MMC-Card

**5690-2** dto. mit Tastatur, Grafikdisplay,  
MMC-Speicher, Option Akkueinschub



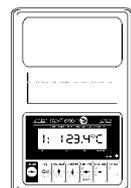
### Schalttafel- und Schaltschrankgeräte:

**4390-2** Schalttafelgerät mit 8st. LED-Display, 1 Eingang, 5 Tasten,  
2 Relais, Option galv. getr. Doppelanalogausgang



### Druckermessgeräte:

**6290-7** 2 Eingänge, 6 Tasten, Display und Einbauthermodrucker,  
Listenausdruck, Plotfunktion, Option Akku, Option Speicher



Eine detaillierte Aufstellung der Ausstattung und der Funktionen der einzelnen Geräte zeigt die folgende Tabelle.

## 2.2 Ausstattung und Funktionen

### Ausstattung:

- Fühlereingänge max.
- Kanäle pro Eingang
- Messkanäle max.
- Max. Wandlungsrate 2,5,10M/s / 50,100M/s
- Ausgangsbuchsen/Option
- Anschluss für Analogausgang, Relais/Trigger
- Anschluss für serielle Schnittstelle, Netzwerk
- Displaystellen C=LCD, G=Grafik-LCD, L=LED
- Displaybeleuchtung weiße LED
- Funktionstasten (S=Sofkeys, B=Bedienrad)
- Mess- und Programmiermenüs
- Echtzeituhr mit Datum
- EEPROM-Speicher intern in kB
- Speicherung ext. in uSD-Speicher-Card
- Sleepmode für Langzeitaufzeichnungen
- Stromversorgung B=Batterie/A=Akku/N=Netz
- Stromversorgung Akku mit Schnellladung
- Stromversorgung 9-36V galv. getrennt
- Fühler-/Batteriespannungsüberwachung

24 50	24 90	24 90	25 90	25 90	25 90	26 90	28 90	85 90	56 90	56 90	43 90
-1	-1	-2	-2	-3S	-4S	-8A	-9	-9	-1	-2	-2
1	1	2	2	3	4	5	9	9	99	99	1
4	4	4	4	4	4	4	4	4	1-4	1-4	4
4	4	12	12	16	20	24	40	40	99	99	4
2.5	10	10	10	10	10	100	100	100	100	100	100
T2/3	T2/3	T2/3	2	2	2	2	2	2	2	2	2/3
T	T	T	•	•	•	•	•	•	•	•	•
T	T	T	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11C	11C	11C	168G	168G	168G	336G	336G	-	-	336G	8L
-	-	-	•	•	•	•	•	-	-	•	-
7	7	7	7S	7S	7S	9S	9SB	1	1	9S	5
-	-	-	•	•	•	•	•	-	-	•	•
T	T	T	•	•	•	•	•	•	•	•	•
-	-	-	-	64	64	1024	512	O512	O512	O512	128
-	-	-	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	•	Z
-	-	-	Z	•	•	•	•	•	•	•	-
B/O	B/O	B/O	B/N	B/N	B/N	B/N	A/N	N	N	N	N
-	-	-	-	-	-	•	•	T	Z	Z	-
O	O	O	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	O
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

### Funktionen Fühlerparameter:

- Messbereich programmierbar
- Funktionskanäle (Max,Min,Mittel,Diff,Summe)
- Bezugskanäle programmierbar
- Dimension 2 beliebige Zeichen
- Messkanalbezeichnung 10 Zeichen
- Zeitkonstante zur Messwertdämpfung
- Mittelwertmodus (Manuell Start-Stop,einzeln)
- Mittelwertmodus (kontinuierlich, zyklisch)
- Eingabe von Querschnitt oder Durchmesser
- Grenzwert Max und Min
- Hysterese für Alarm programmierbar
- Zuordnung Alarmrelais zu Grenzwerten
- Nullpunkt-, Steigungskorrektur
- Mehrpunktkalibration/Programmierung
- Emissionsfaktor
- Basiswert, Faktor und Exponent
- Analogausgangsskalierung (Anfang, Ende)
- Minimale Fühlerspannung programmierbar
- Verriegelung der Fühlerprogrammierung

TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
oTV	oTV	oTV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
oTV	oTV	oTV	•	•	•	•	•	V	V	•	V
TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	V
oTV	oTV	oTV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
-	-	-	•	•	•	•	•	-	-	•	•
TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
oTV	oTV	oTV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
o	o	o	o	o	o	o/O	o/O	o/O	o/O	o/O	o
-	-	-	F	F	F	F	F	V	V	F	-
oTV	oTV	oTV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	V	V	•	•
oTV	oTV	oTV	•	•	•	•	•	V	V	•	V
TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•

# Ausstattung und Funktionen

## Messfunktionen :

Messwert

B=Balken-, Liniendiagramm

Differenzmessung

Maximal- u. Minimalwert

Uhrzeit, Datum von Maximal- u. Minimalwert

Einzelwertspeicher (Hold-Funktion) Anzahl

Mittelwert, Anzahl der gemittelten Werte

Volumenstrom (Mittelwert x Querschnitt)

Luftdruckkompensation (Psychrometer, O<sub>2</sub>)

Vergleichsstellenkompens. Intern, Extern, Fix

Temperaturkomp. (rH, pH, Leitf, Staudr, O<sub>2</sub>)

Fühlerabgleich

Sollwerteingabe

Linearisierung, Mehrpunkt Korrektur im Stecker

## Funktionen Geräteparameter:

Gerätebezeichnung 40 Zeichen

Tastenverriegelung

Sprachenwahl

Kont. Messstellenabfrage mit Ausgabe

Zeit und Datum

Zyklus

Baudrate, Geräteadresse

Ausgabeformat unter-, nebeneinander, Tabelle

Einmalige Messwertabfrage u. Ausgabe

Zyklische Messwertabfrage u. Ausgabe

Nummerierung von Messungen

Ausgabe einer Nummernliste

Start, Stop durch Zeit u. Datum

Start, Stop durch Grenzwert / ext. Trigger

Befehlsmakros

Messwertspeicher, freier Speicherplatz

Kont. Speichern

Sel. Speicherauslesen, Start-Ende-Zeit-Datum

Ausgangsrelais steuerbar

	24 50	24 90	24 90	25 90	25 90	25 90	26 90	28 90	85 90	56 90	56 90	43 90
	-1	-1	-2	-2	-3S	-4S	-8	-9	-9	-1	-2	-2
Messwert	•	•	•	•	•	•	•	•	V	V	•	•
B=Balken-, Liniendiagramm	-	-	-	B	B	B	•	•	-	-	•	-
Differenzmessung	oTV	oTV	•	•	•	•	•	•	V	V	•	V
Maximal- u. Minimalwert	•	•	•	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Uhrzeit, Datum von Maximal- u. Minimalwert	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	V
Einzelwertspeicher (Hold-Funktion) Anzahl	1	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-
Mittelwert, Anzahl der gemittelten Werte	-	-	-	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Volumenstrom (Mittelwert x Querschnitt)	-	-	-	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Luftdruckkompensation (Psychrometer, O <sub>2</sub> )	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Vergleichsstellenkompens. Intern, Extern, Fix	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Temperaturkomp. (rH, pH, Leitf, Staudr, O <sub>2</sub> )	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Fühlerabgleich	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Sollwerteingabe	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Linearisierung, Mehrpunkt Korrektur im Stecker	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<b>Funktionen Geräteparameter:</b>												
Gerätebezeichnung 40 Zeichen	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	V
Tastenverriegelung	-	-	-	-	-	-	O	O	-	-	O	-
Sprachenwahl	-	-	-	•	•	•	•	•	-	-	•	•
Kont. Messstellenabfrage mit Ausgabe	TV	TV	TV	V	V	V	•	•	V	V	•	V
Zeit und Datum	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Zyklus	TV	TV	TV	ZV	•	•	•	•	V	V	•	•
Baudrate, Geräteadresse	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	•
Ausgabeformat unter-, nebeneinander, Tabelle	TV	TV	TV	ZV	•	•	•	•	V	V	•	V
Einmalige Messwertabfrage u. Ausgabe	TV	TV	TV	ZV	•	•	•	•	V	V	•	•
Zyklische Messwertabfrage u. Ausgabe	TV	TV	TV	ZV	•	•	•	•	V	V	•	•
Nummerierung von Messungen	TV	TV	TV	Z	•	•	•	•	V	V	•	V
Ausgabe einer Nummernliste	-	-	-	ZV	V	V	V	V	V	V	V	V
Start, Stop durch Zeit u. Datum	TV	TV	TV	ZV	•	•	•	•	V	V	•	•
Start, Stop durch Grenzwert / ext. Trigger	TV	TV	TV	ZV	•	•	•	•	V	V	•	V/•
Befehlsmakros	TV	TV	TV	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Messwertspeicher, freier Speicherplatz	-	-	-	Z	•	•	•	•	OZ	OZ	•	•
Kont. Speichern	-	-	-	Z	•	•	•	•	OZ	OZ	•	V
Sel. Speicherauslesen, Start-Ende-Zeit-Datum	-	-	-	-	•	•	•	•	OZ	OZ	O	-
Ausgangsrelais steuerbar	TV	TV	TV	•	•	•	•	•	V	V	•	V

- Funktion serienmäßig vorhanden, wenn möglich programmierbar
- O Programmierwert wird berücksichtigt, ist aber nicht programmierbar
- F Funktion wird durch entsprechende Fühler aktiviert
- V Funktion nur über serielle Schnittstelle abruf- bzw. programmierbar
- T Funktion abhängig von Gerätetyp
- O Funktion als Option erhältlich
- Z Funktion als Zubehör erhältlich

## 2.3 Messbereiche

Geberart	Typ	Messbereich	Dim	Auflösg.	Linearisierungsgen.
<b>Widerstands-Temperaturfühler:</b>					
Pt100/Pt1000-1 4-Leiter	FP Axxx	-200.0... +850.0	°C	0.1 K	± 0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
Pt100/Pt1000-2 4-Leiter	FP Axxx	-200.00... +400.00*	°C	0.01 K	± 0.05 K
Pt100-3 4-Leiter	FP Axxx	-8.000... +65.000*	°C	0.001 K	± 0.002 K
Ni100/Ni1000 4-Leiter		-60.0 ... +240.0	°C	0.1 K	± 0.05 K
Ntc Typ N	FN Axxx	-50.00 ... +125.00	°C	0.01 K	± 0.05 K
<b>Thermoelemente:</b>					
NiCr-Ni (K)	FT Axxx	-200.0 ... +1370.0	°C	0.1 K	± 0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
NiCroSil-Nisil (N)		-200.0 ... +1300.0	°C	0.1 K	± 0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
Fe-CuNi (L)		-200.0 ... +900.0	°C	0.1 K	± 0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
Fe-CuNi (J)		-200.0 ... +1000.0	°C	0.1 K	± 0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
Cu-CuNi (U)		-200.0 ... +600.0	°C	0.1 K	± 0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
Cu-CuNi (T)		-200.0 ... +400.0	°C	0.1 K	± 0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
PtRh10-Pt (S)		0.0 ... +1760.0	°C	0.1 K	± 0.3 K
PtRh13-Pt (R)		0.0 ... +1760.0	°C	0.1 K	± 0.3 K
PtRh30-PtRh6 (B)		+400.0 ... +1800.0	°C	0.1 K	± 0.3 K
AuFe-Cr		-270.0 ... +60.0	°C	0.1 K	± 0.1 K
<b>Elektrische Signale:</b>					
Millivolt DC		-10.0 ... +55.0	mV	1 uV	-
Millivolt 1 DC		-26.0 ... +26.0	mV	1 uV	-
Millivolt 2 DC		-260.0 ... +260.0	mV	0.01 mV	-
Volt DC		-2.6 ... +2.6*	V	0.1 mV	-
Volt DC		-26.0 ... +26.0	V	1 mV	-
Diff.-Millivolt DC		-10.0 ... +55.0	mV	1 uV	-
Diff.-Millivolt1 DC		-26.0 ... +26.0	mV	1 uV	-
Diff.-Millivolt2 DC		-260.0 ... +260.0	mV	0.01 mV	-
Diff.-Volt DC		-2.6 ... +2.6*	V	0.1 mV	-
Milliampere DC		-32.0 ... +32.0*	mA	1 uA	-
Prozent (4-20mA DC)		0.0 ... 100.0	%	0.01 %	-
Ohm 1		0.00 ... 500.00*	Ω	0.01 Ω	-
Ohm 2		0.00 ... 5000.0*	Ω	0.1 Ω	-
Frequenz	ZA 9909-AK1	0 ... 15000	Hz	1 Hz	-
Pulszahl/Messzyklus	ZA 9909-AK2	0 ... 65000			-
Drehzahl	ZA 9909-AK4	8 ... 32000	UpM	1UpM	-
Digitaleingang	ZA 9000-ES2	0.00 ... 100.00	%		-
<b>Kap. Feuchtefühler:</b>					
Rel. Feuchte	FH A646	-5.0 ... 98.0	%H	0.1 %	-
Rel. Feuchte mit TK	FH A646-R/C	5.0 ... 98.0	%H	0.1 %	± 0.5 %
Taupunkttemperatur	FH A646	-25.0 ... 100.0	°C	0.1 K	± 0.2 K
Mischungsverhältnis, LK	FH A646	0.0 ... 500.0	g/kg	0.1 g/kg	± 0.5 % v.Mw.
Partialdampfdruck	FH A646	0.0 ... 1013.2	mbar	0.1 mbar	± 0.1 mbar ± 0.1 % v.Mw.
Enthalpie mit LK	FH A646	0.0 ... 400.0	kJ/kg	0.1 kJ/kg	± 0.5 % v.Mw.
<b>Psychrometer:</b>					
Feuchttemperatur	FN A846	0.00 ... +100.00	°C	0.01 K	± 0.05 K
Rel. Feuchte mit LK	FN A846	0.0 ... 100.0	%H	0.1 %	± 1.0 %H
Taupunkttemperatur, LK	FN A846	-25.0 ... 100.0	°C	0.1 K	± 0.2 K
Mischungsverhältnis, LK	FN A846	0.0 ... 500.0	g/kg	0.1 g/kg	± 0.5 % v.Mw.

## Messbereiche

Geberart	Typ	Messbereich	Dim	Auflösg.	Linearisierungsgen.
Partialdampfdruck m. LK	FN A846	0.0 ... 1013.2	mbar	0.1 mbar	±0.1mbar ± 0.1% v.Mw.
Enthalpie mit LK	FN A846	0.0 ... 400.0	kJ/kg	0.1 kJ/kg	± 0.5 % v.Mw.
Flügelrad Normal	FV A915-S120	0.30 ... 20.00	m/s	0.01 m/s	± 0.1 m/s ± 0.2 % v.Mw.
Flügelrad Normal	FV A915-S140	0.40 ... 40.00	m/s	0.01 m/s	± 0.2 m/s ± 0.2 % v.Mw.
Flügelrad Mikro	FV A915-S220	0.50 ... 20.00	m/s	0.01 m/s	± 0.1 m/s ± 0.2 % v.Mw.
Flügelrad Mikro	FV A915-S240	0.60 ... 40.00	m/s	0.01 m/s	± 0.2 m/s ± 0.2 % v.Mw.
Flügelrad Makro	FV A915-SMA1	0.10 ... 20.00	m/s	0.01 m/s	± 0.1 m/s ± 0.2 % v.Mw.
Wasserturbine	FV A915-WM1	0.00 ... 5.00	m/s	0.01 m/s	± 0.1 m/s ± 0.2 % v.Mw.
Staudrucksensor, TK, LK	FD A602-M1K	0.5 ... 40.0	m/s	0.1 m/s	± 0.1 m/s
Staudrucksensor, TK, LK	FD A602-M6	1.8 ... 90.0	m/s	0.1 m/s	± 0.1 m/s
<b>Chemische Sonden:</b>					
Leitfähigkeitssonde m. TK	FY A641-LF/2/3	0.0 ... 20.000	mS	0.001 mS	± 0.2 % v.Mw.
CO <sub>2</sub> -Sonde	FY A600-CO2	0.0 ... 25.00	%	0.01 %	± 0.2 % v.Mw.
O <sub>2</sub> -Sättigung mit TK, LK	FY A640-O2	0 ... 260	%	1 %	-
O <sub>2</sub> -Konzentration m. TK	FY A640-O2	0.0 ... 40.0	mg/l	0.1 mg/l	± 0.2 mg/l
<b>Funktionswerte:</b>					
Differenz					-
Maximalwert					-
Minimalwert					-
Mittelwert über Zeit					-
Mittelwert über Messst.					-
Summe über Messstellen		0 ... 65000			-
Gesamtpulszahl	ZA 9909-AK2	0 ... 65000			-
Pulszahl/Druckzyklus	ZA 9909-AK2	0 ... 65000			-
Alarmwert		0.0 ... 100.00	%		-
Wärmeoeffizient	M(q) / M(ΔT)				-
Wet-Bulb-Globe-Temp.	(0.1TT+0.7HT+0.2GT)				-
Digitale Schnittstelle	ZA 9919-AKxx	0 ... 65000			-
Batteriespannung		0,00 ... 20.00	V	0.01V	-
Messwert *					-
Vergleichstellentemp. *		-30.00... +100.00	°C	0.01K	± 0.05 K
Anzahl gemittelter Werte *		0 ... 65000		1	-
Volumenstrom *		0 ... 65000	m <sup>3</sup> /h	1 m <sup>3</sup> /h	-
Timer 1s *		0 ... 60000	s	1 s	-
Timer 0.1s *		0 ... 6000.0	s	0.1 s	-

\* Bereich je nach Typ und Version des Gerätes verfügbar, teilweise abweichende Daten (s. Geräteanleitung)

TK=Mit Temperaturkompensation, LK=Mit Luftdruckkompensation

## 2.4 Sondermessbereiche

Geberart	V5 Option	V6 Stecker	Messbereich	Dim	Auflösg.	Linearisierungsgen.
<b>Widerstands-Temperaturfühler</b>						
NTC Typ N FNA xxx	SB0000 N3	ZA9040SS3	5.000...+46.000	°C	0.001 K	± 0.005 K
KTY 84	SB0000 K	ZA9040SS4	-40.0... +200.0	°C	0.1 K	± 0.1 K
YSI 400	SB0000 Y	ZA9641SS	-40.0... +130.0	°C	0.01 K	0..50°C:± 0.05K;sonst:±0.1K
50 Ohm	-	ZA9003SS3	0.000... 50.000	Ω	0.001Ω	-
110 kOhm	-	ZA9003SS4	0.00... 110.00	Ω	0.01kΩ	± 0.2 % v.Mw. ± 0.02KΩ
<b>Infrarotsensoren:</b>						
Infrarot 1		FIA628-1/5xSS	0.0 ... +200.0	°C	0.1 K	±0.05 K ± 0.05 % v.Mw.
Infrarot 4		FIA628-4xSS	-30.0 ... +100.0	°C	0.1 K	± 0.05 K .
Infrarot 6		FIA628-6xSS	0.0 ... +500.0	°C	0.1 K	± 0.1 K ± 0.05 %v.Mw.
<b>Thermoelemente</b>						
W5Re-W26Re (C)	SB0000W5	ZA9000SSC	0.0...+2320.0	°C	0.1 K	± 0.25 K
NiCr-Ni (K)	SB0000 N2	ZA9020SS2	-100.00...+500.00	°C	0.01 K	± 0.025 K
<b>Strömungssonden</b>						
Thermosensor SS20	SB0000 S	ZA9602SSS	0.50... +20.00	m/s	0.01 m/s	± 0.02 m/s
<b>Temperaturmessbereiche für Kältemittel</b>						
Bei allen möglichen Geräten nur mit Option SB0000 R* :						
R22 (0...36 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-90.0... +79.0	°C	0.1 K	<-24°C:± 0.2K;>-24°C:±0.1K
R23 (0...49 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-100.0... +26.0	°C	0.1 K	<-24°C:± 0.2K;>-24°C:±0.1K
R134a (0...40 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-75.0... +101.0	°C	0.1 K	<-16°C:± 0.2K;>-16°C:±0.1K
R404a (0...32 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-60.0... +65.0	°C	0.1 K	± 0.1 K
R404a (0...32 bar <sup>absolut</sup> )		Siededruck	-60.0... +65.0	°C	0.1 K	± 0.1 K
R407c (0... 46 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-50.0... +86.0	°C	0.1 K	<-30°C:± 0.2K;>-30°C:±0.1K
R407c (0... 46 bar <sup>absolut</sup> )		Siededruck	-50.0... +86.0	°C	0.1 K	<-30°C:± 0.2K;>-30°C:±0.1K
R410 (0... 49 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-70.0... +70.0	°C	0.1 K	<-30°C:± 0.2K;>-30°C:±0.1K
R417a (0... 27 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-50.0... +70.0	°C	0.1 K	<-35°C:± 0.2K;>-35°C:±0.1K
R507 (0... 37 bar <sup>absolut</sup> )		Taudruck	-70.0... +70.0	°C	0.1 K	<-30°C:± 0.2K;>-30°C:±0.1K

## 2.5 Technische Daten

### Eingänge:

Kanalumschaltung zwischen den Eingangsbuchsen:	4polig mit Photo-MOS Relais, Offsetspannung <5uV Potentialtrennung: max. 50V Messmodule mit höherer Potentialtrennung siehe 4.2.8
Fühlerspannungsversorgung:	6V ... 12V je nach Stromversorgung
Selbstkalibration:	Automatische Nullpunkt Korrektur, Messstromkalibration
Nenntemperatur:	22 °C ± 2 K
Vergleichsstellenkompensation:	-30 ... +100 °C, Genauigkeit: ± 0.2 K ± 0.01K/°C
Kontrollfunktionen:	Automatische Fühler- und Fühlerbruchererkennung

### AD-Wandler

#### V5-Gerät:

Messstrom:	Multi Slope integrierend, 16 bit Auflösung Pt100: ca. 1 mA, Pt1000: ca. 0.1 mA
Gleichtakt-Eingangsbereich:	-4 ... +4 V, Überlast max. ±5V
Eingangsstrom:	< 50 nA
Messrate:	2.5 oder 10 Messungen/Sek.
Systemgenauigkeit:	± 0.03 % v. Messwert ± 2 Digit (bei 2.5 M/s)
Temperaturdrift:	0.005 %/°C

#### V6-Geräte 2420, 2450:

Gleichtakt-Eingangsbereich:	Delta-Sigma, 15 bit Auflösung -0.26 ... +2.6 V, Überlast max. -4..+5V
Eingangsstrom:	< 2 nA
Messrate:	2.5 Messungen/Sek.
Systemgenauigkeit:	± 0.1 % v. Messwert ± 3 Digit
Temperaturdrift:	0.01 %/°C

#### V6-Geräte

##### 2390, 2490, 2590, 8390:

Messstrom:	Delta-Sigma, 16bit Auflösung Pt100, Pt1000: 0.3mA
Gleichtakt-Eingangsbereich:	-2 ... +5 V, Überlast max. -2V ... +5 V
Eingangsstrom:	< 20 nA
Messrate:	2.5 oder 10 Messungen/Sek.
Systemgenauigkeit:	± 0.03 % v. Messwert ± 2 Digit (bei 2.5 M/s)
Temperaturdrift:	0.005 %/°C

#### V6-Geräte

##### 2890, 4390, 5690, 8590, 8690:

Messstrom:	Delta-Sigma, 24bit Auflösung Pt100: ca. 1 mA, Pt1000: ca. 0.1 mA
Gleichtakt-Eingangsbereich:	-3.0 ...+3.0 V im Bereich Volt DC (2.6 V) -2.0...+1.7 V in allen anderen Meßbereichen
Überlast:	max. ±12 V
Eingangsstrom:	500 nA im Bereich Volt DC (2.6 V) 500 pA in allen anderen Meßbereichen
Messrate:	2.5, 10, 50, 100 Messungen/s, Option 400M/s
Systemgenauigkeit:	0,02% ±1 Digit bei 2.5 und 10 Messungen/s 0,05% ±3 Digit bei 50 Messungen/s
Temperaturdrift:	0.003 %/°C
Funktionenseinschränkung ab 50 Messungen/s:	Fühlerbruchererkennung, höherer Störeinfluss durch Netzbrumm (Unterdrückung nicht mehr möglich, Abhilfe durch Verdrillen der Leitungen)

**2690-8A:** dto. ausgenommen:  
 Gleichtakt-Eingangsbereich: -1.9...+2.9 V in allen anderen Meßbereichen  
 Eingangsstrom: 100 pA in allen Meßbereichen  
 Messrate: 2.5, 10, 50, 100 Messungen/s, Option 500M/s

**Ausgänge:****ALMEMO® Buchse A1**

Digitale Schnittstellen: Baudrate: 1200, 2400, 4800, 9600, 57.6k, 115,2k  
 Daten 8 bit seriell, 1 Startbit, 1 Stopbit, keine Parität  
 RS232 mit Datenkabel ZA 1909-DK5  
 USB mit Datenkabel ZA1919-DKU  
 Lichtwellenleiter mit Datenkabel ZA 1909-DKL  
 RS422 mit Netzverteiler ZA 5099-NVB/NVL  
 Ethernet mit Adapterkabel ZA1945-DK  
 Drahtlos mit Bluetooth-Slave-Modul ZA17x9-BTxS  
 Analogausgang: -1.25...2.0V mit Registrierkabel ZA 1601-RK  
 0..10V/20mA mit Relais-Trigger-Adapter ZA 8006-RTA3

**ALMEMO® Buchse A2**

Datenspeicherung: ALMEMO® Speicherstecker 128/256kB ZA1904-SS  
 ALMEMO® Stecker für Multi-Media-Card ZA1904-SD  
 Vernetzung: Current-Loop mit Netzwerkkabel ZA 1999-NK5  
 Drahtlos mit Bluetooth-CPU-Modul ZA17x9-BTxC  
 Analogausgang: -1.2...2.0V mit Registrierkabel ZA 1601-RK  
 0..10V/20mA mit Relais-Trigger-Adapter ZA 8006-RTA3  
 Triggereingang: mit Triggerkabel ZA 1000-ET/EK/1006-EAK,  
 mit Relais-Trigger-Adapter ZA 8006-RTA3  
 Relaisausgang: mit Relaiskabel ZA 100x-EGK/EAK, ZA 8006-RTA3  
 mit Relais-Trigger-Adapter ZA 8006-RTA3

**Gerät:**

Schnittstelle zu allen Steckern: I<sup>2</sup>C-Bus  
 Arbeitstemperatur: -10 bis +60 °C  
 Lagertemperatur: -30 bis +60 °C  
 Feuchtigkeitbereich: 10 bis 90 % (nicht kondensierend)  
 Elektromagn. Verträglichkeit IEC 61 326, IEC 61 000-6-1, IEC 61 000-6-3,  
 IEC 61 000 -4 -2, IEC 61 000-4 -3, IEC 61 000 -4 -4

### 3. ALMEMO® Fühler

An die ALMEMO® Messgeräte sind mit Hilfe von ca. 65 Messbereichen eine noch viel größere Zahl von Messwertgebern direkt ansteckbar und die exakten Messwerte können sofort abgelesen werden, ohne eine Einstellung am Gerät vornehmen zu müssen. Alle serienmäßigen Fühler mit ALMEMO® Stecker sind generell mit Messbereich, Dimension und der evtl. nötigen Skalierung programmiert. Die zugehörigen Messkanäle werden automatisch aktiviert und durch den Fühler entsprechend eingestellt. Eine mechanische Kodierung sorgt dafür, dass Fühler und Ausgangsmodule nur an die richtigen Buchsen in der richtigen Stellung angesteckt werden können. Die Handhabung der Fühler und der Anschluss eigener Sensoren wird in den folgenden Kapiteln ausführlich dargestellt.

#### 3.0 Allgemein

Bei analogen Fühlern wird das elektrische Signal dem Messbereich entsprechend im Gerät erfasst und ausgewertet. Außerdem gibt es auch digitale Fühler meist für digitale Signale mit dem Messbereich 'DIGI'. Sie enthalten einen eigenen Microcontroller im Stecker, der die Messwerte aufbereitet und über den I<sup>2</sup>C-Bus digital an das Messgerät übermittelt. Die neuen digitalen ALMEMO® D6 Fühler haben sogar 2 Schnittstellen und können damit auch autark als Gerät betrieben werden (s. 3.0.1).

Alle ALMEMO® Fühler sind justierbar, d. h. Korrekturwerte des Sensors können im Anschlussstecker dauerhaft hinterlegt werden (s. 6.3.10). Wenn sie ein vergrößertes EEPROM im Stecker besitzen (E4), sind auch Mehrpunktkorrekturen möglich (s. 6.3.13). Bei DKD- oder Werkskalibrierungen können die Abweichungen sofort als Korrekturwerte im Stecker gespeichert werden.

##### 3.0.1 Digitale ALMEMO® D6 Fühler

Die neuen digitalen ALMEMO® D6-Module haben außer der I<sup>2</sup>C-Schnittstelle im Stecker noch eine 2. serielle Schnittstelle. Damit lassen sie sich als Fühler auf jedes ALMEMO® Gerät aufstecken, aber auch als eigenständige Geräte mit Adresse und Standard ALMEMO® Protokoll abfragen und vernetzen. Es werden fast alle ALMEMO® Fühlerfunktionen unterstützt, die internen Bereiche sind frei konfigurierbar. Für die eigentlichen Primärmesskanäle steht eine Abgleichmöglichkeit und eine interne Dämpfung mit programmierbarer Zeitkonstante zur Verfügung, sie müssen aber im Gegensatz zu V6-Geräten nicht zwingend als Messkanäle programmiert werden. Funktionskanäle können trotzdem auf diese Messwerte zugreifen. Fühler deren Größen vom Luftdruck abhängen, verfügen optional über einen eigenen Luftdrucksensor, der eine automatische Kompensation ermöglicht. Der Luftdruck lässt sich wie üblich als Messkanal mit Referenzfunktion konfigurieren (s. 6.3.6), sodass dieser Messwert im Messgerät auch zur Kompensation anderer Fühler verwendet werden kann.

**Einsatzmöglichkeiten:****1. Normaler digitaler Fühler an jedem ALMEMO® Gerät**

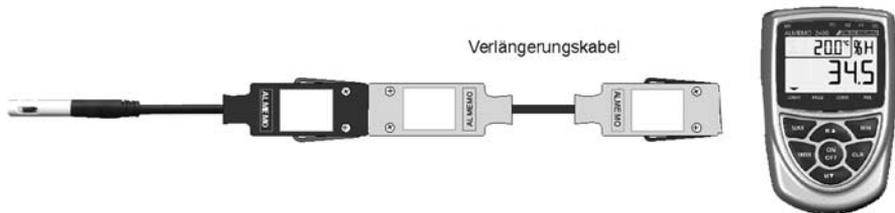
Der Fühler liefert über den Messbereich 'DIGI' die digitalen Rohwerte, die entsprechend der Fühlerdaten aus dem EEPROM normal im Gerät verarbeitet werden. Die Versorgung des Fühlers erfolgt über das Messgerät.



3

**2. Verlängerung**

Zur Verlängerung der Fühler am Gerät dienen die universellen Verlängerungskabel ZA9090-VKCxx, bei denen die Daten seriell störicher mit RS485-Treiber übertragen werden. An das Messgerät werden ebenfalls die Rohwerte des Sensors übertragen und dort entsprechend der Fühlerdaten verarbeitet.

**3. Direkter Anschluss an einen PC über die serielle Schnittstelle**

Mit dem USB-Kupplungs-Adapterkabel ZA1919-AKUV wird das ALMEMO® D6 Modul direkt am PC angeschlossen. Dieser Modus dient in erster Linie zur Konfiguration des Moduls (s.u.). Das Modul arbeitet jetzt als ALMEMO® Gerät mit Standard-Protokoll und verarbeitet alle Fühlerdaten auch entsprechend. Ein Mikrocontroller im Adapterkabel stellt automatisch die nötige Spannungsversorgung, sowie Baudrate und Geräteadresse des Fühlers ein. Die Baudrate zum PC beträgt generell 115.2 kBd. Die Module selbst können aber in zeitkritischen Anwendungen mit bis zu 921 kBd betrieben werden.

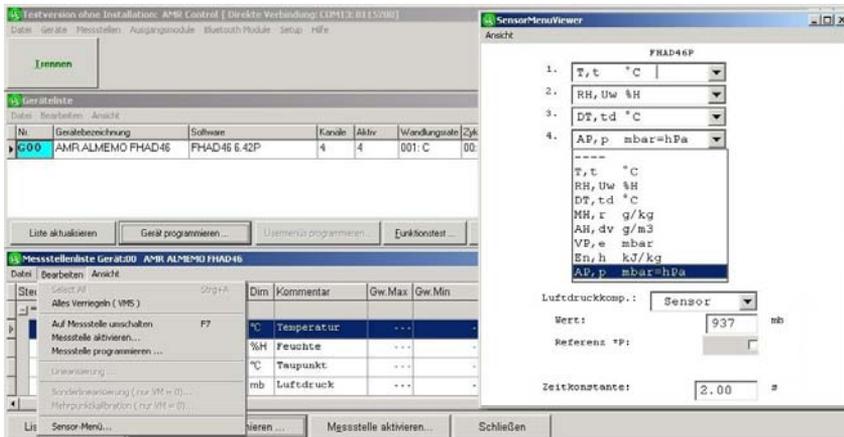


Die Messwerterfassung auch mehrerer Module an verschiedenen Schnittstellen ist ebenfalls möglich, dafür ist jedoch die Software Wincontrol erforderlich.



Um mit anderen Modulen oder Geräten gleichzeitig im Netz betrieben werden zu können, müssen alle Module die gleiche Baudrate aufweisen, aber jedes eine andere Adresse xx. Diese wird bei dem Fühler über Terminal mit dem Befehl f9 Gxx programmiert. Dabei darf aber zunächst nur ein Modul angeschlossen sein, weil sonst mehrere die gleiche Adresse erhalten würden.

Neue Funktionen oder Messbereiche, die nicht über die ALMEMO® Geräte programmiert werden können, sind über ein im Fühler gespeichertes Menü mit der AMR-Control (ab V.5.14.0.274) konfigurierbar. In der Messstellenliste findet man unter 'Bearbeiten' das 'Sensor-Menü':



Für 4 Messkanäle stehen bei den z.Zt. verfügbaren Fühlern folgende Messbereiche zur Verfügung. Primärmesskanäle sind mit \* gekennzeichnet.

D6-Messbereiche	Kommentar	Dim	FHAD46 FHA- D36R	FNAD46	FDA- D16SA	FVA- D35THx	FYAD00- CO2	FDA- D02R
Temperatur	T, t	°C	●*		●*	●		
Trockentemperatur	TT, t	°C		●*				
Feuchttemperatur	HT, tw	°C		●*				
Rel. Feuchte	RH, Uw	%H	●*	●				
Abs. Feuchte	AH, dv	g/m <sup>3</sup>	●	●				
Taupunkt	DT, td	°C	●	●				
Mischung	MH, r	g/kg	●	●				
Enthalpie	En, h	kJ/kg	●	●				
Dampfdruck	VP, e	mbar	●	●				
Luftdruck	AP, p	mbar	0	●	●*	●	●	
Strömung	v	m/s				●*		
CO <sub>2</sub> -Konzentration	CO2	%					●*	

D6-Messbereiche	Kommen- tar	Dim	FHAD46 FHA- D36R	FNAD46	FDA- D16SA	FVA- D35THx	FYAD00- CO2	FDA- D02R
Druck	p	bar						●*
10 Kältemittel	t', t"	°C						●

**Unterstützte Schnittstellenbefehle** (s. Kap. 7 Kennung: <sup>D6</sup>)

**Ausgaben:**

Infoliste: Bereiche, Baudraten P60  
 Konfigurationsmenü P61  
 Intern: Abgleich, Zeitkonstante, Bereiche P69

**Neue Befehle**

**Eingaben:**

Geräteadresse programmieren: f9 Gxx nur 1 Gerät an der Schnittstelle !  
 Baudrateneinstellung: f1 bx (s. P60)

3

### 3.0.2 Fühlerübersicht

Messwertgeber	Fühlertyp Bestell-Nr.	ALMEMO®-Stecker Typ Bestell-Nr.	Kürzel	Dim
<b>Widerstands-Temperaturfühler:</b>				
Pt100-1 4-Leiter 0,1K	FP Axxx	Normal ZA 9030-FS1	P104	°C
Pt100-2 4-Leiter 0,01K	FP Axxx	Normal ZA 9030-FS2	P204	°C
Pt100-3 4-Leiter 0,001K	FP A923Lx	Normal	P304	°C
Pt1000-1 4-Leiter (mit Elementflag1)		Normal ZA 9030-FS4	P104	°C
Pt1000-2 4-Leiter (mit Elementflag1)		Normal ZA 9030-FS5	P204	°C
Ni100 4-Leiter		Normal ZA 9030-FS3	N104	°C
Ni1000 4-Leiter		Normal ZA 9030-FS6	N104	°C
Ntc Typ N	FN Axxx	Normal ZA 9040-FS	Ntc	°C
2 x NTC Typ N		Normal ZA 9040-FS2	Ntc	°C
NTC Typ N 0,001K*		Normal ZA 9040-SS3	Ntc3	°C
KTY 84 *		Normal ZA 9040-SS4	KTY	°C
YSI 400 *		ZA 9641-SS	NtcY	°C
<b>Thermoelemente:</b>				
NiCr-Ni (K)	FT Axxx	Thermo ZA 9020-FS	NiCr	°C
NiCr-Ni (K) Messmodul mit galv. Trennung 4kV <sup>D</sup>		Modul ZA D950-ABK	DIGI	°C
NiCroSil-Nisil (N)		Thermo ZA 9020-FSN	NiSi	°C
Fe-CuNi (L)		Thermo ZA 9000-FSL	FeCo	°C
Fe-CuNi (J)		Thermo ZA 9000-FSJ	IrCo	°C
Cu-CuNi (U)		Thermo ZA 9000-FSU	CuCo	°C
Cu-CuNi (T)		Thermo ZA 9000-FST	CoCo	°C
PtRh10-Pt (S)	FS Axxx	Normal ZA 9000-FSS	Pt10	°C
PtRh13-Pt (R)		Normal ZA 9000-FSR	Pt13	°C
PtRh30-PtRh6 (B)		Normal ZA 9000-FSB	EL18	°C
AuFe-Cr		Normal ZA 9000-FSA	AuFe	°C
W5Re - W26Re (C)*		Normal ZA 9000-SSC	Wr26	
Wärmefluß W/m <sup>2</sup>	FQ Axxx	Normal ZA 9007-FS	mV 2	Wm
<b>Gleichspannung:</b>				
55 Millivolt DC		Normal ZA 9000-FS0	mV	mV
26 Millivolt DC		Normal ZA 9000-FS1	mV 1	mV
260 Millivolt DC		Normal ZA 9000-FS2	mV 2	mV
2.6 Volt DC		Normal ZA 9000-FS3	Vo1t	V
26 Volt DC		Teiler ZA 9602-FS	Vo1t	V

## Fühlerübersicht

2 x 26 Volt DC (ohne galv. Trennung)	Teiler	ZA 9602-FS2	Vo1t	V
<b>Differenzmessung: Fühlerversorgung 7..9V</b>				
Differenz 55 Millivolt DC	Normal	ZA 9000-FS0D	D 55	mV
Differenz 26 Millivolt DC	Normal	ZA 9000-FS1D	D 26	mV
Differenz 260 Millivolt DC	Normal	ZA 9000-FS2D	D260	mV
Differenz 2.6 Volt DC	Normal	ZA 9000-FS3D	D2.6	V
	<b>Typ</b>	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Kürzel</b>	<b>Dim</b>
<b>Differenzverstärker für Messbrücken: Fühlerversorgung 5V stabil</b>				
Differenz 55 Millivolt DC	Brücke	ZA 9650-FS0	D 55	mV
Differenz 26 Millivolt DC Verst.=10	Brücke	ZA 9650-FS1V	D260	mV
Differenz 260 Millivolt DC Verst.=10	Brücke	ZA 9650-FS2V	D2.6	mV
Differenz 2.6 Volt DC	Brücke	ZA 9650-FS3	D2.6	V
<b>Differenzmessung: Fühlerversorgung mit DC/DC 12V</b>				
Differenz 55 Millivolt DC	V12	ZA 9600-FS0V12	D 55	mV
Differenz 26 Millivolt DC	V12	ZA 9600-FS1V12	D 26	mV
Differenz 260 Millivolt DC	V12	ZA 9600-FS2V12	D260	mV
Differenz 2.6 Volt DC	V12	ZA 9600-FS3V12	D2.6	V
Differenz 26 Volt DC	V12Teiler	ZA 9602-FS3V12	D2.6	V
<b>Schnelles überlastsicheres DC-Messmodul mit galv. Tr. 4kV:</b>				
2.0 Volt DC 1kHz	Modul	ZA 9900-AB2	DIGI	V
20 Volt DC 1kHz	Modul	ZA 9900-AB3	DIGI	V
200 Volt DC 1kHz	Modul	ZA 9900-AB4	DIGI	V
400 Volt DC 1kHz	Modul	ZA 9900-AB5	DIGI	V
<b>Gleichstrom:</b>				
32 Milliampere DC	Shunt	ZA 9601-FS1	mA	mA
Prozent (4-20mA DC)	Shunt	ZA 9601-FS2	%	%
2 x 32 Milliampere DC (ohne galv. Trennung)	Shunt	ZA 9601-FS3	mA	mA
2 x Prozent (4-20mA DC) (ohne galv. Trennung)	Shunt	ZA 9601-FS4	%	%
<b>Differenzmessung: Fühlerversorgung 7..9V</b>				
Differenz 32mA	Shunt	ZA 9601-FS5	mA	mA
Differenz Prozent	Shunt	ZA 9601-FS6	%	%
<b>Differenzmessung: Fühlerversorgung mit DC/DC 12V</b>				
Differenz 32mA	V12Shunt	ZA 9601-FS5V12	mA	mA
Differenz % (4 - 20%)	V12Shunt	ZA 9601-FS6V12	%	%
<b>Schnelles überlastsicheres DC-Messmodul mit galv. Trennung 4kV:</b>				
20 mA DC 1kHz	Modul	ZA 9901-AB1	DIGI	mA
200 mA DC 1kHz	Modul	ZA 9901-AB2	DIGI	mA
2 Amp. DC 1kHz	Modul	ZA 9901-AB3	DIGI	A
10 Amp. DC 1kHz	Modul	ZA 9901-AB4	DIGI	A
<b>Widerstand:</b>				
500 Ohm	Normal	ZA 9003-FS	Ohm	Ω
5000 Ohm (mit Elementflag1)	Normal	ZA 9003-FS2	Ohm	Ω
50 Ohm *	Normal	ZA 9003-SS3	Ohm1	Ω
110 kOhm *	Normal	ZA 9003-SS4	Ohm4	Ω
<b>Wechselspannung:</b>				
260 Millivolt AC ohne galv. Trennung	Kabel	ZA 9603-AK1	mV 2	mV

2.6 Volt AC ohne galv. Trennung		Kabel	ZA 9603-AK2	VoIt	V
26 Volt AC ohne galv. Trennung		Kabel	ZA 9603-AK3	VoIt	V
<b>Schnelles überlastsicheres AC-Messmodul mit galv. Trennung 4kV:</b>					
130 Millivolt AC TRMS		Modul	ZA 9903-AB1	DIGI	mV
1.3 Volt AC TRMS		Modul	ZA 9903-AB2	DIGI	V
13 Volt AC TRMS		Modul	ZA 9903-AB3	DIGI	V
	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Typ</b>	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Kürzel</b>	<b>Dim</b>
130 Volt AC TRMS		Modul	ZA 9903-AB4	DIGI	V
400 Volt AC TRMS		Modul	ZA 9903-AB5	DIGI	V
<b>Wechselstrom:</b> Schnelles überlastsicheres AC-Messmodul mit galv. Trennung 4kV:					
1 Amp. AC TRMS		Modul	ZA 9904-AB1	DIGI	A
10 Amp. AC TRMS		Modul	ZA 9904-AB2	DIGI	A
<b>Digitale Signale:</b>		<b>Typ</b>	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Kürzel</b>	<b>Dim</b>
Frequenz		Kabel	ZA 9909-AK1U	Freq	Hz
Umdrehungen/Min		Kabel	ZA 9909-AK4U	Freq	Um
Pulszahl/Messzyklus		Kabel	ZA 9909-AK2U	PULS	
Digitaleingänge		Kabel	ZA 9000-EK2	Inp	%
Digitale Schnittstelle		Kabel	ZA 9919-AKxx	DIGI	
<b>Infrarotsensoren:</b>					
Infrarot4 -30...+100°C	FI A628-4	Normal	ZA 9008-FS4	Ir 4	°C
Infrarot6 0...500°C	FI A628-6	Normal	ZA 9008-FS6	Ir 6	°C
<b>Kap. Feuchtefühler mit Ntc:</b>					
1. Temperatur Ntc Typ N	FH A646	Normal	ZA 9000-FS	Ntc	°C
2. Rel. Feuchte				% rH	%H
x. Taupunkttemperatur				H DT	°C
x. Mischungsverhältnis mit LK				H AH	gk
x. Partialdampfdruck				H VP	mb
x. Enthalpie mit LK				H En	kJ
1. Temperatur Ntc Typ N	FH A646-C	Normal	ZA 9000-FS	Ntc	°C
2. Rel. Feuchte mit TK				HcrH	%H
1. Temperatur Ntc Typ N	FH A646-R	Kabel		Ntc	°C
2. Rel. Feuchte mit TK Ø 5mm				H rH	%H
<b>Digitale Feuchtefühler</b>					
1. Temperatur	FHAD46	D6		DIGI	°C
2. Rel. Feuchte				DIGI	%H
x. Taupunkttemperatur				DIGI	°C
x. Mischungsverhältnis mit LK				DIGI	gk
x. Partialdampfdruck				DIGI	mb
x. Enthalpie mit LK				DIGI	kJ
x. Abs. Feuchte				DIGI	g/m
x. Luftdruck				DIGI	mb
<b>Psychrometer:</b>					
1. Ntc Typ N	FN A846	Kabel	ZA 9846-AK	Ntc	°C
2. Rel. Feuchte mit LK				P RH	%H
x. Taupunkttemperatur mit LK				P DT	°C
x. Mischungsverhältnis mit LK				P AH	gk
x. Enthalpie mit LK				P En	kJ
x. Partialdampfdruck mit LK				P VP	mb
x. Feuchttemperatur				P HT	°C
<b>Materialfeuchtesensor</b>					
1. Feuchte Baustoffe	FH A696-MF	Normal		D2.6	B%

## Fühlerübersicht

2. Feuchte Holz				D2.6	H%
x. Feuchte Papier				D2.6	P%
<b>Flügelräder:</b>					
Schnappkopf Normal 20 m/s	FV A915-S120	Kabel	ZA 9915-AKS1	S120	m/s
Schnappkopf Normal 40 m/s	FV A915-S140	Kabel	ZA 9915-AKS2	S140	m/s
Schnappkopf Mikro 20 m/s	FV A915-S220	Kabel	ZA 9915-AKS3	S220	m/s
	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Typ</b>	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Kürzel</b>	<b>Dim</b>
Schnappkopf Mikro 40 m/s	FV A915-S240	Kabel	ZA 9915-AKS4	S240	m/s
Makro 20 m/s	FV A915-SMA1	Kabel	ZA 9915-AK5	L420	m/s
Water-Mikro 5 m/s	FV A915-WM1	Kabel	ZA 9915-AK6	L605	m/s
<b>Turbinen-Durchflußmesser</b>	FV A915-VR	Zähler	ZA 9909-AK1	Freq	m/s
<b>Thermoanemometer:</b>					
1. Temperatur	FV A635-THx	Normal		DIGI	°C
2. Strömung				DIGI	m/s
1. Strömung 40 m/s mit TK u. LK	FD A602-M1K	Modul		L840	m/s
2. Staudruck 2000 Pa				Vo1t	Pa
1. Strömung 90 m/s mit TK u. LK	FD A602-M6	Modul		L890	m/s
2. Staudruck 6800 Pa				Vo1t	Pa
<b>Druckaufnehmer:</b> Barometer	FD AD12-SA	Modul		DIGI	mb
Druckaufnehmer 0.1...1000 bar 0.5%	FD 8214	Kabel	ZA8214-AK	D2.6	br
Druckaufnehmer 2,5...100 bar 1%	FD A602-L	Kabel		D2.6	br
1. Druckaufnehmer 10...30 bar 1%	FD A602-LxAK	Kabel		D2.6	br
2. Temperatur Kältemittel R22, R23, R134a, R404a, R407c, R410, R417a, R507*				R 22	°C
<b>Drehzahlsonden:</b>					
Drehzahlsonde analog	FU A619	Teiler	ZA 9019-FS	Vo1t	Um
Drehzahlsonde digital	FU A919-2	Zähler		Freq	Um
<b>Lichtsensor</b>					
1. 26000 Lux	FL A613-VL	Normal		mV 2	Lx
2. 260 kLux				mV 2	kL
<b>pH-Sonden:</b>					
pH-Sonde	FY A8PH-xx	Kabel	ZA 9610-AKY4	D2.6	pH
1. Temperatur Ntc Typ N	FY A8PH-xx	Kabel	ZA 9640-AKY4	Ntc	°C
2. pH-Sonde mit TK				D2.6	pH
Redox-Sonde	FY A8RX-xx	Kabel	ZA 9610-AKY5	D2.6	mV
<b>Leitfähigkeitssonde</b>					
1. Ntc Typ N	FY A641-LF	Normal		Ntc	°C
2. Leitfähigkeit mit TK				LF	mS
<b>O<sub>2</sub>-Sonde für gelösten Sauerstoff in Wässern</b>					
1. Ntc Typ N	FY A640-O2	Normal		Ntc	°C
2. O <sub>2</sub> -Sättigung mit TK und LK				O2-S	%
3. O <sub>2</sub> -Konzentration mit TK				O2-C	mg
<b>O<sub>2</sub>-Sensor für Gase</b>	FY A600-O2	Normal		mV 2	%
<b>CO<sub>2</sub>-Sensor für Gase</b>	FY A600-CO2	Normal		CO2	%

**TK = Temperaturkompensation, LK = Luftdruckkompensation**

\* Sondermessbereiche siehe 2.2

▷ ALMEMO®-D-Fühler siehe 3.0.1

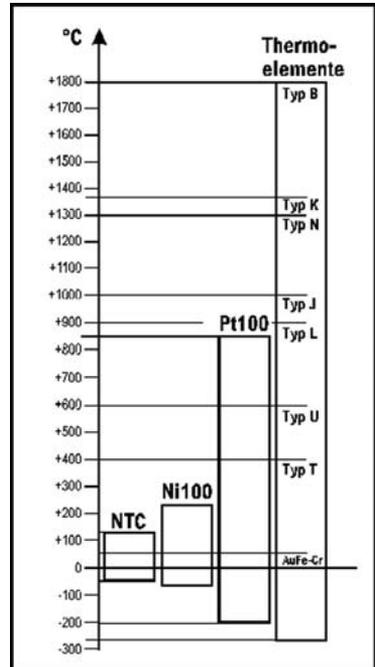
## 3.1 Temperaturfühler

### 3.1.1 Auswahl des Temperaturfühlers

Welche Art Temperaturfühler Sie benötigen, hängt von Ihrer Messaufgabe ab. Grundsätzlich stehen Thermoelemente, Widerstandssensoren (Pt100 und Ntc) und Strahlungsthermometer (Infrarotsensoren) zur Auswahl.

#### Als Faustformel gilt:

1. Thermoelementfühler sind sehr schnell und haben einen großen Messbereich.
2. Widerstandsfühler sind langsamer, aber genauer.
3. Ntc-Fühler sind schnell, genau, haben aber einen eingeschränkten Messbereich.
4. Infrarotsensoren berühren das Messobjekt nicht, haben sehr kleine Zeitkonstanten, sind aber vom Emmissionsgrad abhängig.
5. Je größer der Messbereich, desto universeller die Einsatzmöglichkeiten.



3

#### Auswahlkriterien:

Den für Ihre Messaufgabe geeigneten Temperatursensor wählen Sie nach folgenden Kriterien aus:

- Messbereich
- Genauigkeit
- Ansprechzeit
- Beständigkeit
- Bauform

#### Ausführungen:

- Oberflächenfühler für gute Wärmeleiter
- Oberflächenfühler für schlechte Wärmeleiter
- Tauchfühler für Flüssigkeiten
- Tauchfühler für Luft und Gase
- Einstechfühler
- Hochtemperaturfühler (Messbereich beachten)
- Infrarotsensor für berührunglose Messungen
- Schwertfühler für Papier, Karton, Tabak, Textilien

### 3.1.2 Thermoelemente

#### Messprinzip



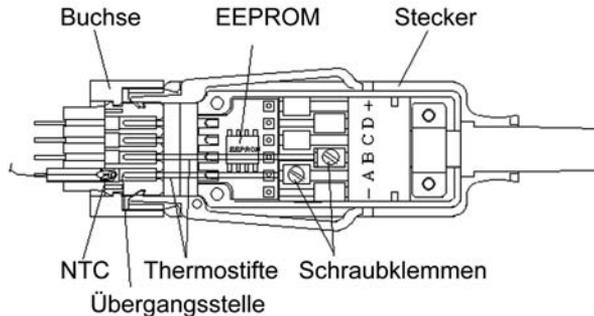
Thermoelemente bestehen aus zwei punktverschweißten Drähten aus unterschiedlichen Metallen und Metall-Legierungen. Bei der Temperaturmessung wird der sog. thermoelektrische Effekt an der Kontaktfläche ausgenutzt. Er ruft eine relativ kleine Thermospannung hervor, die von der Temperaturdifferenz zwischen Messstelle und Anschlussklemmen abhängt. Es gibt eine Reihe von Thermoelementen, die sich durch den Temperaturbereich, die Empfindlichkeit und vor allem die Verträglichkeit mit dem Messmedium unterscheiden.

#### Grundwerte nach IEC 584-1:1995 (ITS90)

	NiCr-Ni	NiSiI	Fe-CuNi	Cu-CuNi	PtRh10-Pt	PtRh30-Pt	AuFe-Cr
Temperatur	Typ K	Typ N	Typ J	Typ T	Typ S	Typ B	
°C	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV
-270	-	-4.345	-	-6.258	-	-	-4.714
-200	-5.891	-3.990	-7.890	-5.603	-	-	-3.709
-100	-3.554	-2.407	-4.633	-3.379	-	-	-2.039
0	0	0	0	0	0	0	0
100	+4.096	+2.774	+5.269	+4.279	+646	+33	
200	+8.138	+5.913	+10.779	+9.288	+1.441	+178	
300	+12.209	+9.341	+16.327	+14.862	+2.323	+431	
400	+16.397	+12.974	+21.848	+20.872	+3.259	+787	
500	+20.644	+16.748	+27.393		+4.233	+1.242	
600	+24.905	+20.613	+33.102		+5.239	+1.792	
700	+29.129	+24.527	+39.132		+6.275	+2.431	
800	+33.275	+28.455	+45.494		+7.345	+3.154	
900	+37.326	+32.371	+51.877		+8.449	+3.957	
1000	+41.276	+36.256	+57.953		+9.587	+4.834	
1100	+45.119	+40.087	+63.792		+10.757	+5.780	
1200	+48.838	+43.846	+69.553		+11.951	+6.786	
1300	+52.410	+47.513			+13.159	+7.848	
1400					+14.373	+8.956	
1500					+15.582	+10.099	
1600					+16.777	+11.263	
1700					+17.947	+12.433	
1800						+13.591	

## Vergleichsstelle

Mit Thermoelementen kann man die absolute Temperatur nur bestimmen, wenn die Anschlussklemmentemperatur auf bekannter Temperatur (z.B. mit Eiswasser oder Thermostat) gehalten oder diese sog. Vergleichsstellentemperatur dauernd gemessen wird. Bei ALMEMO® Geräten befindet sich in der ALMEMO® Buchse im Kontakt ein Miniatur-Ntc-Temperatursensor, um die Temperatur der Übergangsstelle vom Thermoelement auf Kupfer so exakt wie möglich zu erfassen. Für das am meisten verwendete Thermoelement NiCr-Ni gibt es ALMEMO® Stecker mit Stiften aus Thermomaterial, sodass sich die Übergangsstelle wirklich in unmittelbarer Nähe des Temperaturfühlers befindet. Denn jede Temperaturdifferenz zwischen Übergangsstelle und Temperaturfühler macht sich als Messfehler bemerkbar. Dies ist bei anderen Thermoelementen zu beachten, vor allem wenn sehr heiße oder kalte Fühler in die Buchse gesteckt werden. Die Übergangsstelle befindet sich bei Kupfersteckern in den Schraubklemmen und die richtige Temperatur wird nur gemessen, wenn Schraubklemme und Ntc-Fühler die gleiche Temperatur aufweisen.



Da die Kennlinien der Thermoelemente nichtlinear sind, darf zur Berechnung der absoluten Temperatur nicht die Temperatur der Vergleichsstelle zur Messspannung addiert werden, sondern zur Messspannung muss die Spannung addiert werden, die der Vergleichsstellentemperatur bei dem verwendeten Thermoelement entspricht.

*Beispiel für NiCrNi-Thermoelement:*

	Spannung		Temperatur	
Messwert	24.902 mV	->	600.0 °C	
Vergleichsstellentemperatur	+ 1.000 mV	<-	25.0 °C	
Korrigierter Messwert	25.902 mV	->	<b>623.5 °C</b>	nicht 625 °C!

Um diese Rechnerei muss sich der Anwender natürlich nicht kümmern, denn die übernimmt das ALMEMO® Messgerät. Wenn aber Messungen mit externer Vergleichsstelle (s. 6.7.3) durchgeführt werden sollen, ist das Verständnis der Zusammenhänge sehr hilfreich.

## Ausgleichsleitungen

Zur Verlängerung von Thermoelementen werden oft preiswertere und leichter handhabbare Ausgleichsleitungen verwendet, die in ihrer Thermospannung

aber vom Thermoelement abweichen können. Um die Messfehler in engen Grenzen zu halten, sollte man darauf achten, dass die Kontaktstellen zum Thermoelement und zum Messgerät möglichst die gleiche Temperatur aufweisen.



Noch größere Fehler treten auf, wenn der Typ der Ausgleichsleitung nicht zum Thermoelement passt oder die Ausgleichsleitung falsch gepolt wird. Dies ist unbedingt zu vermeiden.

### Anwendung

Wegen ihrer geringen Masse haben Thermoelementfühler eine hohe Anzeigegeschwindigkeit. Daher eignen sie sich besonders für Kontrollmessungen in Fertigung, Prüffeld und Labor. Sehr vorteilhaft sind Mantelthermoelemente mit Durchmessern bis unter 0.5 mm, da sie intern noch isoliert sind und damit keine elektrische Verbindung zum Messobjekt bilden. Sie sind biegsam und lassen sich sogar einlöten. Der Krümmungsradius darf aber nicht zu klein gewählt werden (mindestens 5 facher Durchmesser). Zu starke mechanische Belastungen sind bei Thermoelementen generell zu vermeiden, weil sich durch die Gefügeänderungen die Kennlinie ändern kann.



Messungen mit blanken, nicht isolierten Thermodrahtfühlern sind nur in Luft oder in/auf elektrisch isolierenden Materialien (z.B. Kunststoffe) zu empfehlen. Bei Messungen auf elektrisch leitenden Materialien mit (hohem) elektrischem Potential sind vorzugsweise isolierte Mantelthermoelementfühler zu verwenden. Alternativ dazu können Thermodrahtfühler galvanisch getrennt über das NiCr-Ni-Messmodul ZA9920AB angeschlossen werden (siehe 4.2.8.3).

### Messgenauigkeit

Die Thermoelementfühler sind nach DIN/IEC 584-2 in 2 Toleranzklassen erhältlich. Für Typ K gelten folgende Grenzen (jeweils der größere Wert):

Klasse 1:  $\pm 1.5\text{ °C}$  oder  $\pm 0.004 \times |t|$  (-40...1000°C)

Klasse 2:  $\pm 2.5\text{ °C}$  oder  $\pm 0.0075 \times |t|$  (-40...1200°C)

Die in den technische Daten angegebenen T<sub>max</sub>-Werte beziehen sich auf die Fühlerspitze. Die Fühlergriffe und Kabel sind in der Regel bis 80 °C beständig, für höhere Umgebungstemperaturen gibt es auch hitzebeständige Kabel.

### 3.1.3 Widerstandsfühler

#### Messprinzip

Bei der Temperaturmessung mit **Pt100-Fühlern** wird deren Widerstandserhöhung mit zunehmender Temperatur ausgenutzt. Der Messwiderstand wird mit einem konstanten Strom gespeist und der Spannungsabfall am Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen. Aufgrund der geringen Widerstandsänderung ( $0.3\text{-}0.4\text{ W}/^\circ\text{C}$ ) sollte immer die 4-Leiter-Schaltung verwendet werden, um den Einfluss der Zuleitungsdrähte auszuschließen.

Demgegenüber haben **NTC-Sensoren** (Thermistoren) einen wesentlich höheren Widerstand und einen negativen Temperaturkoeffizienten, d.h. der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur ab.

#### Genauigkeit, Einsatztemperaturen

Pt100-Fühler werden serienmäßig mit Messwiderständen der Klasse B nach DIN/IEC 751 eingesetzt (Klasse A oder 1/5 DIN Klasse B gegen Aufpreis). Die Genauigkeitsangaben bei den normierten NTC-Sensoren beziehen sich auf Lieferantenangaben. Die in den technischen Daten angegebenen T<sub>max</sub>-Werte beziehen sich auf die Fühlerspitze. Die Fühlergriffe und Kabel sind bis 80 °C beständig, für höhere Umgebungstemperaturen gibt es auch hitzebeständige Kabel.

Bezeichnung	Bereich	maximale Abweichung
NTC-Element	-20 bis 0°C	±0,4 K
(10K bei 25°C)	0 bis 70°C	±0,1 K
	70 bis 125°C	±0,6 K

Messwiderstände		DIN Klasse B	DIN Klasse A	1/5 DIN Klasse B
Pt 100 Ω	bei -200°C	±1,3 K		
	bei -100°C	±0,8 K		
	bei -50°C		±0,25 K*	
	bei 0°C	±0,3 K	±0,15 K	±0,06 K
	bei +100°C	±0,8 K	±0,35 K	±0,16 K
	bei +200°C	±1,3 K	±0,55 K	±0,26 K
	bei + 300°C	±1,8 K	±0,75 K	±0,36 K
	bei + 400°C	±2,3 K		

\* Spezifikation bei -50°C nur für Mantelfühler d=2mm und größer

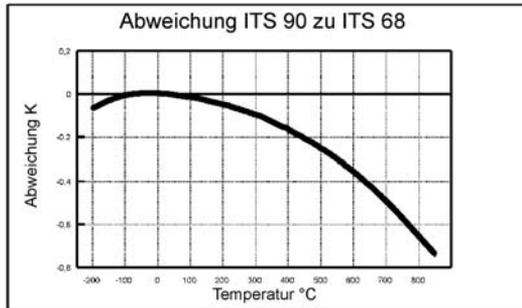
Pt100-Fühler FP Axxx erhalten standardmäßig den Messbereich Pt100-1 (Auflösung 0.1 K). Der Bereich Pt100-2 (Auflösung 0.01 K) kann alternativ auf dem 1. oder zusätzlich auf dem 2.Kanal programmiert werden.

**Neu:** Messbereich Pt100-3 (Auflösung 0.001 K) im Bereich 0 bis 65 °C

(Nur bei Geräten V6 ab 2690-8, 2890-9, 8590-9, 8690-9A, 5690 -1/ -2)

### Internationale Temperaturskala ITS 90

Mit der Umsetzung der neuen Internationalen Temperaturskala 1990 in deutsches Recht verliert die alte Temperaturskala IPTS-68 ihre Gültigkeit und die neuen Normen der ITS-90 nach DIN/IEC kommen zur Anwendung. Die Kennlinien der Pt100-Fühler zeigen folgende Abweichungen, die bei Kalibrationen und Vergleichen berücksichtigt werden müssen.



Temperatur °C	Pt100 (ITS90) R(T) [Ω]	Pt100 (IPTS68) R(T) [Ω]	Temperatur °C	NTC R(T) [Ω]
-200	18,52	18,49	-50	670100
-150	40,00	39,71	-40	336500
-100	60,26	60,25	-30	177000
-50	80,31	80,31	-20	97080
0	100,00	100,00	-10	55330
50	119,40	119,40	0	32650
100	138,51	138,50	10	19900
150	157,33	157,32	20	12490
200	175,86	175,84	25	10000
250	194,10	194,07	30	8057
300	212,05	212,02	40	5327
350	229,72	229,67	50	3603
400	247,09	247,04	60	2488
450	264,18	264,11	70	1752
500	280,98	280,90	80	1255
550	297,49	297,39	90	915,3
600	313,71	313,59	100	678,3
650	329,64	329,51	110	510,3
700	345,28	345,13	120	389,3
750	360,64	360,47	130	300,93
800	375,70	375,51	140	235,27
850	390,48	390,26	150	185,97

### 3.1.4 Wet-Bulb-Globe-Temperatur-Messung

Zur Bewertung der Arbeitsbelastung an Hitze Arbeitsplätzen und der damit verbundenen Einsatz- und Abkühlzeiten ist die Wet-Bulb-Globe-Temperatur (WBGT) der entscheidende Parameter. Temperatur, Strahlung, rel. Luftfeuchtigkeit und Luftgeschwindigkeit werden durch Messung der Trockentemperatur TT, der natürlichen Feuchttemperatur HTN eines Psychrometers und der Strahlungstemperatur GT eines Globethermometers bestimmt und als WBGT zusammengefasst.

Zur Messung von TT und HTN muss an der Buchse M00 ein Psychrometer mit abschaltbarem Motor (FN A846-WB) angeschlossen sein, das mit den Messbereichen Ntc und P HT programmiert ist. Um die natürliche Feuchttemperatur HTN zu erhalten, muss bei der Messung die Plexiglashaube des Psychrometers abgenommen und der Lüftermotor mit dem Schiebeschalter ausgeschaltet werden.

An der Buchse M01 wird ein Globe-Thermometer (Pt100) (FP A805-GTS) mit den Messbereichen P204 und WBGT benötigt.

Zur Berechnung der Wet-Bulb-Globe-Temperatur (WBGT) gibt es den Funktionskanal WBGT, der beim Anschluss der richtigen Fühler die Wet-Bulb-Globe-Temperatur anzeigt.



Der Faktor 0.2 für die Globe-Temperatur muss bei der Messstelle M012 (WBGT) als Steigungskorrektur programmiert sein.  
Nicht mehr bei V6 (ALMEMO® 2390-5, 2690-8)!

#### Anordnung und Programmierung der WBGT-Fühler:

Fühler	Mst	Bereich	Größe	Erklärung
Psychrometer	M00 <sub>1</sub>	Ntc	TT	Trockentemperatur der Luft in °C
	M00 <sub>2</sub>	P HT	HTN	Natürliche Feuchttemperatur der Luft
Pt100-Globe-thermometer	M01 <sub>1</sub>	P204	GT	Globe-Temperatur in °C
	M01 <sub>2</sub>	WBGT	WBGT	$0.1 TT + 0.7 HT + 0.2 GT$

Um aktuelle Werte zu erhalten, muss eine kontinuierliche oder zyklische Messstellenabfrage laufen.

Druckbild:

```
01:23:40 00: +070.00 °C Ntc TT
          01: +075.00 °C P204 GT
          10: +030.00 °C P HT HT
          11: +043.00 °C WBGT
```

### 3.1.5 Infrarotsensoren

#### Messprinzip

Mit Infrarot-Sensoren wird die Wärmestrahlung von Objekten berührungslos erfasst und die Temperatur in °C angezeigt. Dieses Messverfahren gestattet auch die Erfassung von Temperaturmesspunkten, die mit konventionellen Kontaktthermometern nicht möglich wären. Oberflächen mit geringer Wärmeleitung und Körper mit geringer Wärmekapazität können ohne Beeinflussung des Messobjektes ebenso mit hoher Ansprechgeschwindigkeit gemessen werden, wie bewegte, unzugängliche oder spannungsführende Teile.

Um mit der Infrarotmesstechnik befriedigende Ergebnisse zu erzielen, ist es wichtig, die grundlegenden Zusammenhänge und Einflüsse von Emissionsgrad, Umgebungsstrahlung und Strahlengang zu beachten.

#### Grundlagen der Temperaturstrahlung

Jeder Körper sendet oberhalb des absoluten Nullpunktes eine elektromagnetische Strahlung aus. Zwischen der emittierten Strahlung und der Temperatur eines Körpers besteht nach den Planckschen Strahlungsgesetzen ein fester Zusammenhang.

$$\text{Gesamtstrahlung: } S = \sigma \cdot T^4 \quad (\text{Stefan-Boltzmann-Gesetz}) \quad (1)$$

Dieses Gesetz gilt jedoch nur für sogenannte "schwarze Strahler", die ihre gesamte Strahlung aussenden. Bei realen Körpern handelt es sich um "graue Strahler", die nur einen Teil der Strahlung emittieren, den anderen Teil jedoch reflektieren oder durchlassen. Das Verhältnis der individuellen Ausstrahlung  $S_o$  eines beliebigen Temperaturstrahlers zur Ausstrahlung eines schwarzen Strahlers  $S_s$  nennt man Emissionsgrad:

$$\text{Emissionsgrad: } \varepsilon = S_o / S_s \quad (2)$$

Bei der berührungslosen Temperaturmessung spielt der Emissionsgrad eine wichtige Rolle. Da die Infrarot-Messgeräte an "schwarzen Strahlern" kalibriert werden, ist es erforderlich, bei der Messung den Emissionsgrad zu berücksichtigen. Das Strahlungsthermometer misst eine Strahlung  $S_M$ , die sich aus der Eigenstrahlung des Messobjektes  $S_o$  und der von der Umgebung reflektierten Strahlung  $S_U$  zusammensetzt. Die Objektstrahlung  $S_o$  ist dabei mit dem Emissionsfaktor  $\varepsilon$ , die Umgebungsstrahlung  $S_U$  mit dem Reflexionsfaktor  $\rho$  behaftet:

$$\text{Messstrahlung: } S_M = \varepsilon \cdot S_o + \rho \cdot S_U \quad (3)$$

Mit der Beziehung  $\varepsilon + \rho = 1$  lässt sich schließlich die Objektstrahlung bestimmen zu:

$$\begin{aligned} \text{Objektstrahlung: } S_o &= 1/\varepsilon \cdot (S_M - S_U) + S_U & (4) \\ \text{Speziell gilt: } S_o &\approx 1/\varepsilon \cdot S_M & (\text{Objekttemperatur viel höher als Umgebung}) \\ S_o &\approx S_U & (\text{Objekttemperatur gleich Umgebung}) \end{aligned}$$

Die letzten Beziehungen verdeutlichen, dass in geschlossenen Räumen und Objekten mit niedriger Temperatur der Emissionsgrad eine untergeordnete Rolle spielt. Bei Objekten, deren Temperatur weit über der Umgebung liegt, kann der Einfluss der Umgebungsstrahlung vernachlässigt werden.

### **Anwendung**

Infrarotsonden eignen sich zur berührungslosen Temperaturmessung an Oberflächen in zahlreichen industriellen Anwendungen. Typische Einsatzgebiete sind: Messungen an Papier- oder Textilbahnen, bei Lackierstraßen, Beschichtungen, Trocknungsprozessen. Spezielle Anwendungen ergeben sich im Bereich der Elektrik/Elektronik z. B. bei der Suche nach heißen Stellen auf Platinen, Kontakten. Oberflächen-Vergleichsmessungen mit Hilfe von Thermoelementen ermöglichen die Bestimmung des Emissionsfaktors.

3

### **Messwertgeber**

Als Messwertgeber gibt es fotoelektrische Strahlungsempfänger mit hoher Empfindlichkeit und besonders kurzer Ansprechzeit, sowie thermische Detektoren mit etwas größerer Trägheit.

### **Strahlengänge und Messfleck**

Um korrekte Messwerte zu erhalten, ist außer dem Emissionsgrad auch der Strahlengang des Sensors zu berücksichtigen. Je nach Optik ergibt sich in Abhängigkeit vom Abstand ein bestimmter Messfleckdurchmesser, der immer kleiner sein muss, als das Messobjekt oder die interessierende Messstelle.

### **Emissionsfaktor**

Die Größe des Emissionsfaktors ist z.B. der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Bei polierten oder glänzenden Metallen, sowie bei durchsichtigen Messobjekten ist der Emissionsfaktor zu klein für eine sinnvolle Messung. Eine geschwärzte Messstelle hat jedoch einen Emissionsfaktor von 0.9 bis 1.0 und wird damit gut messbar.



Wir empfehlen, die Messstelle mit mattem, schwarzen Lack o.ä. zu behandeln.

### Emissionsfaktortabelle

Die folgende Tabelle ist als Richtlinie für die Abschätzung des Emissionsgrades verschiedener Materialien gedacht.

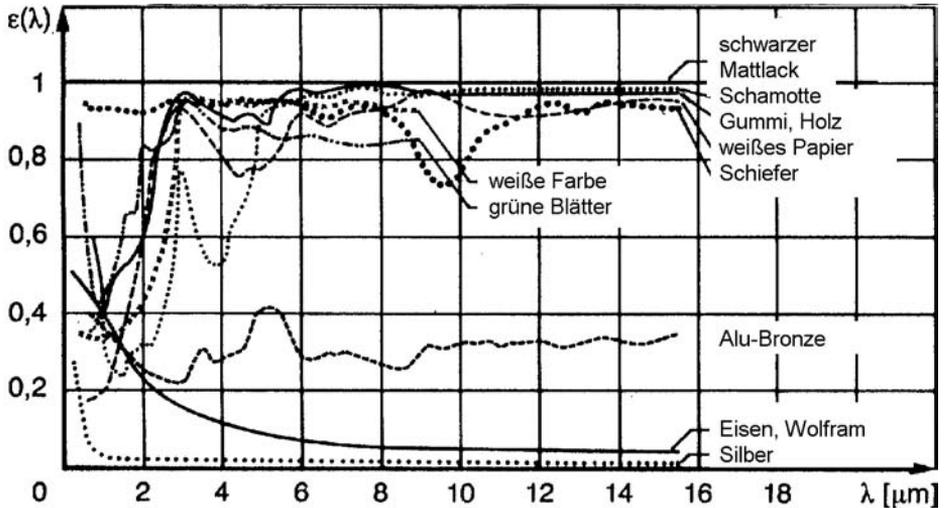


Beachten Sie, dass der Emissionsgrad speziell bei Metallen in Abhängigkeit von Oberflächenbeschaffenheit, Oxydation, Rost bzw. Anwesenheit von Schmutz, Wasser oder Öl sehr stark variieren kann.

Material	e	Material	e	Material	e
Aluminium		Federstahl	0,87	Nickel	
blank	0,1	Gips	0,8 - 0,9	nicht oxydiert	0,15
oxydiert	0,2 - 0,4	Glas	0,85 - 0,95	oxydiert	0,2 - 0,5
Alu.-oxyd	0,42 - 0,26	Gummi	0,95	Papier	0,95
Asbest	0,96	Graphit	0,7 - 0,8	Putz	0,91
Asphalt	0,95	Gusseisen		Quecksilber	0,1 - 0,12
Basalt	0,7	nicht oxydiert	0,2	Ruß	1
Beton	0,95	oxydiert	0,6 - 0,95	Sand	0,9
Blei oxydiert	0,2 - 0,6	überdreht	0,45	Schamotte	0,75
Bitumen	1	Haut	0,99	Schnee	0,9
Brot	0,88	Hartfaserplatte	0,95	Stahl	
Dachpappe	0,94	Heizkörper	0,8	Blech mit	
Eisen		Holz	0,9 - 0,95	Walzhaut	0,75
nicht oxydiert	0,1 - 0,2	Kalkstein	0,95	Blech blank	0,65
oxydiert	0,5 - 0,9	Keramik	0,95	Drehlinge blank	0,3
gerostet	0,5 - 0,7	Kohle	0,8 - 0,9	Textilien	0,95
Edelstahl	0,1 - 0,8	Kupfer oxydiert	0,4 - 0,9	Ton	0,95
Eis	0,98	Kunststoffe	0,9	Wasser	0,93
Emaile	0,9	Leder	0,94	Zement	0,9
Farben		Marmor	0,93	Ziegel	
matt	0,95	Messing oxydiert	0,5	rauh	0,93
glänzend	0,9	Monel oxydiert	0,4	glasiert	0,75
Alufarbe	0,52			Zink oxydiert	0,1

### Spektraler Emissionsgrad einiger Materialien

Die Infrarotmessung beschränkt sich vorwiegend auf die Wellenbereiche zwischen ca. 0,5 und 20  $\mu\text{m}$ . Auch in diesem Bereich ist der Emissionsgrad teilweise stark von der Wellenlänge abhängig. Deshalb sind in bestimmten Fällen entsprechende Filter nötig.



### Infrarotmesskopf AMiR FIA628

Zu den fotoelektrische Strahlungsempfänger gehören im ALMEMO® Messsystem die Infrarotmessaufnehmer FI A628. Alle Messwertgeber sind mit einer Choppereinrichtung zur Kompensation der Umgebungstemperatur ausgerüstet.

Messwertgeber:	FI A628-4SS	FI A628-5SS	FI A628-6SS
Messbereich:	-30 ... +100 °C	0 ... +200 °C	0 ... +500 °C
Genauigkeit:	$1^{\circ}\text{C} \pm 1.5\% \cdot (\text{Objekttemperatur-Messkopftemperatur})$		
Spektrale Empfindlichkeit:	7 ... 16 $\mu\text{m}$		
Emissionsgrad:	0.5 ... 1.0		
Ansprechzeit:	50 / 320 / 720 / 1000 ms		
Ausgang:	0 ... 1V nicht linear		
Spannungsversorgung:	8 ... 12 V v. Gerät		

Bei den Infrarotsensoren FI A628-xSS ist die Linearisierung im Sonderstecker programmiert. Die ALMEMO® Fühler sind damit anschlussfertig konfiguriert und lassen sich an alle V6-ALMEMO® Messgeräte (ausgenommen 2390-1/3 und 8390-1/2) direkt anstecken, um die Messwerte abzulesen.

Der Emissionsfaktor ist am Sensor selbst einstellbar, die Eingabe ist in der Anleitung des Messkopfes ausführlich beschrieben.

### Messwertgeber

Bezeichnung	Messbereich	Messbereich
FI A628-5SS	0.0... +200.0 °C	Ir1A
FI A628-4SS	-30.0... +100.0 °C	Ir4A
FI A628-6SS	0.0... +500.0 °C	Ir6A

## Infrarotmesskopf AMiR FIA 908 CS mit digitaler Schnittstelle



Beim AMiR FIA 908 CS wird die Objekttemperatur incl. Emissionsfaktor intern berechnet und digital an das Messgerät übergeben. Dies ist bei allen ALMEMO® Geräten über den Messbereich 'DIGI' möglich.

3

### Der Emissionsfaktor

kann bei dem Infrarotmesskopf AMiR FIA 908 CS nur über das ALMEMO® Gerät und zwar nur mit Version V6 ab 2007, Update möglich (grundsätzlich nicht möglich bei 2390 -1/ -3/ -5/ -8 und 8390 -1/ -2) programmiert werden. Bei ihnen wird die Funktion Steigungskorrektur durch die Funktion Emissionsfaktor ersetzt, wenn dieser Infrarotsensor eingesteckt und der entsprechende Messkanal angewählt ist, und damit kann der Emissionsfaktor im Sensor eingegeben werden. Ist die Scharfpunktlinse montiert, dann wird durch eine Kodierung im Stecker der nötige Transmissionsfaktor von 0.78 zusätzlich berücksichtigt. Der Gesamtwert kann über den 4. Kanal im Stecker abgefragt werden. (4. Kanal aktivieren mit Messbereich 'DIGI' und Exponent '-3')



Bei älteren Geräten und bei 2390 -1/ -3/ -5/ -8 und 8390 -1/ -2, die die Steigungskorrektur nicht als Emissionsfaktor verarbeiten, muss dieser Wert unbedingt gelöscht sein, dann wird die Standardeinstellung von 0.95 verwendet.

Zusätzlich zur Objekttemperatur kann auch die Sensorkopf-Temperatur auf dem 2. Kanal angezeigt werden (2. Kanal aktivieren mit Messbereich 'DIGI' und Dimension '°C', Exponent '-1').

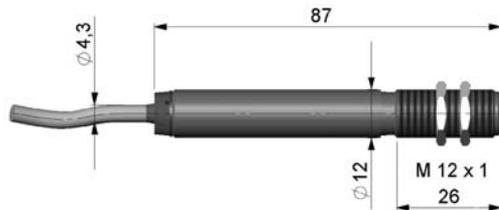
### Technische Merkmale:

- Kompakter, robuster und preiswerter Infrarot-Messkopf.
- Edelstahlgehäuse IP65.
- Messbereich von -20 bis 350°C.
- Hartbeschichtete Glas-Optik.
- Einsetzbar bei einer Umgebungstemperatur bis 75°C ohne Kühlung.
- Integrierte Elektronik.
- Über ALMEMO® Stecker direkt an ALMEMO® Gerät ansteckbar.

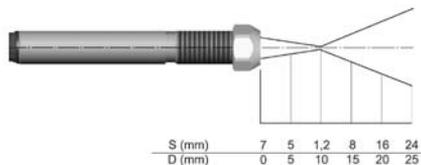
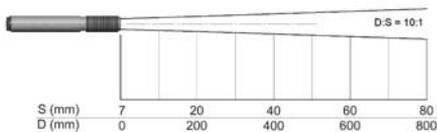
## Technische Daten:

Temperaturbereich	-20 bis +350°C
Spektralbereich	8 bis 14 mm
Optische Auflösung	FIA908CS: 0:1 (Entfernung zu Messfelddurchmesser) FIA908CSF: 1,2mm@10mm Entfernung
Emmisionsgrad	0,95 fest, für ALMEMO® Geräte V6 2450, 2490, 2690, 2890, 8590, 8690, 5690 ab Baujahr 2007 einstellbar 0,1...1,1
Genauigkeit	±1,5% oder ±1,5°C (bei Umgebungstemperatur von 23 ±5°C) es gilt der jeweils höhere Wert
Reproduzierbarkeit	±0,75% oder ±0,75°C (bei Umgebungstemp. von 23 ±5°C) es gilt der jeweils höhere Wert
Temperaturauflösung	0,1°C (NETD) (bei Objekttemperatur <100°C und bei Ansprechzeit >0,2s)
Ansprechzeit	0,2 s
Schutzart	IP65
Umgebungs-/Lagertemp.	-20 bis 75 °C / -40 bis 85 °C
Relative Feuchte	10 bis 95 % nicht kondensierend
Ausgabe	ALMEMO® Digital
Spannungsversorgung	5 V DC, ca. 18mA über ALMEMO® Gerät
Material	Edelstahl
Abmessungen	Gewinde M12x1, 26 mm lang, Gesamtlänge 87 mm (nicht Handfühler)
mechan. Schwingungen	IEC 68-2-6: 3G, 11 – 200Hz, jede Achse
Stoß	IEC 68-2-27: 50G, 11ms, jede Achse
Gewicht	50 g

## Maße:



## Messfeld:



AMiR FIA908CS / FIA908CSH

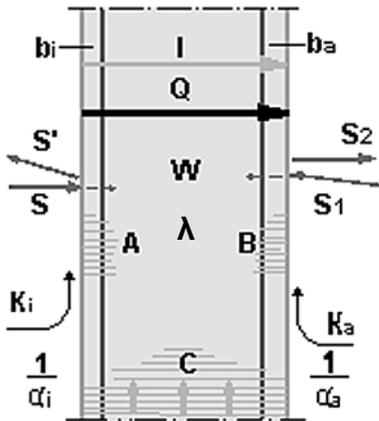
AMiR FIA908CSF (mit Scharfpunktlinse)

## 3.2. Bauphysikalische Messwertgeber

### 3.2.1 Grundlagen der Wärmeflussmessung

Der Wärmedurchgang eines Bauteils ist durch komplexe Zusammenhänge gekennzeichnet und hängt u.a. von den Wärmeleitfähigkeiten der verwendeten Materialien, ihren Schichtdicken, von der Bauteilgeometrie (ebene Wand, zylindrisch gekrümmte Rohrwandung, etc.) sowie den Übergangsbedingungen an den Bauteiloberflächen ab.

Einflussfaktoren auf den Wärmestrom einer Wand:



- Q = Wärmestrom durch die Wand
- I = Wasserdampf Diffusionsstrom
- λ = Wärmeleitfähigkeit
- 1/α = Wärmeübergangswiderstand (innen und aussen)
- b = Wärmeeindringkoeffizient (1-2 cm, innen und aussen)
- S = Wärmestrahlung zur und von der Wand (1-2 mm)
- A = Kondenswasser von innen
- B = Feuchtigkeit von außen (z.B. Regen)
- C = Feuchtigkeit im Mauerwerk (Kapillarität und Diffusion)
- W = Wärmespeicherwert
- K = Konvektion (innen und aussen)

### 3.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient (U) -

#### Physikalische Einheiten und Zusammenhänge

Der Wärmedurchgangskoeffizient (**U**) [U-Wert, früher k-Wert] beschreibt die Wärmemenge durch eine ein- oder mehrlagige Materialschicht, welche in einer Sekunde durch eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> fließt, wenn sich die beidseitig anliegenden Lufttemperaturen stationär um 1 K unterscheiden.

Gegenüber dem Wärmedurchlaßkoeffizienten (**Λ**) werden beim U-Wert die Übergangskoeffizienten (**α<sub>i</sub>**; **α<sub>a</sub>**), sprich die Intensitäten des Wärmeübergangs an den Grenzflächen innen und außen mit berücksichtigt.

Der Wärmedurchgangskoeffizient (**U**) ist der Reziprokwert des Wärmedurchgangswiderstandes (**R<sub>K</sub>**), welcher sich aus der Summe der Wärmedurchlasswiderstände (**R**) der einzelnen hintereinander liegenden Bauteilschichten sowie der Wärmeübergangswiderstände (**R<sub>i</sub>**; **R<sub>a</sub>**) zu den umgebenden Schichten (Luft etc.) an den beiden Oberflächen zusammensetzt:

$$U = \frac{1}{R_K} = \frac{1}{(R_i + R + R_a)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}\right)}$$

- U = Wärmedurchgangskoeffizient in [W/m<sup>2</sup>K]
- R<sub>k</sub> = gesamter Wärmedurchgangswiderstand in [m<sup>2</sup>K/W]
- R<sub>i</sub> = Wärmeübergangswiderstand auf der Innenseite des Bauteils in [m<sup>2</sup>K/W]
- R<sub>a</sub> = Wärmeübergangswiderstand auf der Außenseite des Bauteils in [m<sup>2</sup>K/W]
- R = Wärmedurchlasswiderstand in [m<sup>2</sup>K/W] (der einzelnen Schichten)
- α<sub>i</sub> = Wärmeübergangskoeffizient innen in [W/m<sup>2</sup>K]
- α<sub>a</sub> = Wärmeübergangskoeffizient außen in [W/m<sup>2</sup>K]
- Λ = Wärmedurchlasskoeffizient [W/m<sup>2</sup>K]

Wärmedurchgangswiderstand	= Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen Schichten + Wärmeübergangswiderstände	R <sub>k</sub> = R + R <sub>i</sub> + R <sub>a</sub>
Wärmedurchlasswiderstand	= 1 / Wärmedurchlasskoeffizient	R = 1 / Λ
Wärmeübergangswiderstand	= 1 / Wärmeübergangskoeffizient	R <sub>i</sub> = 1 / α <sub>i</sub> , R <sub>a</sub> = 1 / α <sub>a</sub>
Wärmedurchgangswiderstand	= 1 / Wärmedurchgangskoeffizient	R <sub>k</sub> = 1 / U

### 3.2.3 Wärmestromdichte (q)

#### - Physikalische Einheiten und Zusammenhänge

Durch ein Aussenbauteil, an dessen einer Seite Innenluft mit der Temperatur (T<sub>Li</sub>) und an dessen anderer Seite Aussenluft mit der Temperatur (T<sub>La</sub>) angrenzt, fliesst im **Gleichgewichtszustand** ein Wärmestrom mit der Dichte q. Die Wärmestromdichte errechnet sich nach folgender Formel:

$$q = U(T_{Li} - T_{La})$$

- U = Wärmedurchgangskoeffizient in [W/m<sup>2</sup>K]
- q = Wärmestromdichte in [W/m<sup>2</sup>]
- T<sub>Li</sub>, T<sub>La</sub> = Temperatur Luft innen, Temperatur Luft aussen in [°C]

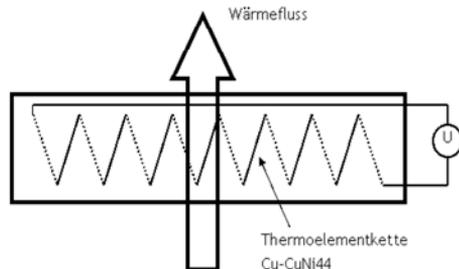
### 3.2.4 Messprinzip Wärmeflussplatten (Hilfswand bei U-Wert-Messung)

Wärmeflussplatten sind empfindliche Sensoren, die eine präzise Messung von Wärmestromdichten (q) [Energie pro Zeit und Fläche] ermöglichen.

Wird die Wärmeflussplatte auf die zu prüfende Messstelle gelegt, stellt sie einen dem Wärmefluss in den Weg gestellten Wärmewiderstand dar. Über die Dicke der Platte bildet sich beim Durchgang des Wärmeflusses ein Temperaturgefälle, das der Dichte des Wärmeflusses proportional ist.

Wärmeflussplatten bestehen aus einem Mäander vieler gegeneinandergeschalteter Thermoelemente, die in einem Trägermaterial eingebettet sind.

Bei dickem Trägermaterial sind die



Platten so aufgebaut, dass sich neben dem Mäander eine ausreichende Randzone (Schutzring) befindet, die ein seitliches Umlaufen des Wärmeflusses verhindert. Die Wärmeflüsse beziehen sich stets auf die vom Mäander abgedeckte Oberfläche und bilden deren Mittelwert.

Diese aktiven Sensoren liefern leicht auszuwertende Signale im Millivoltbereich. Die gesuchte Wärmestromdichte ( $q$ ) ergibt sich durch Multiplikation der gemessenen

Gleichspannung ( $U_{th}$ ) mit einer individuell bestimmten Kalibrierkonstanten ( $C$ ), meist ermittelt über eine Einplattenapparatur nach der Beziehung:

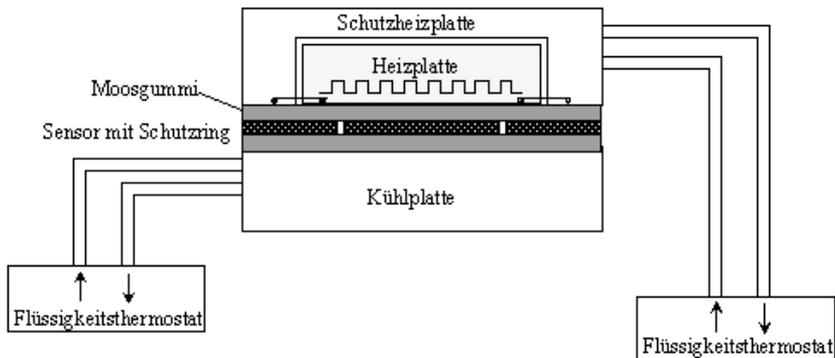
$$q = C U_{th}$$

$q$  = Wärmestromdichte in  $[W/m^2]$   
 $C$  = Kalibrierkonstante in  $[W/m^2mV]$   
 $U_{th}$  = Messspannung in  $[mV]$

### Kalibrierung

Die Kalibrierung erfolgt bei einer Mittentemperatur von 25°C und einer Wärmestromdichte von ca. 100  $W/m^2$ . Dabei ist der Sensor zwischen zwei Moosgummiplatten eingebettet.

Schematischer Aufbau der Plattenapparatur



Auf Kundenwunsch ist es möglich, die Kalibrierung auch bei anderen Mittentemperaturen im Bereich von 10°C bis 50°C vorzunehmen. Die Reproduzierbarkeit der durchgeführten Kalibrierung ist besser als 1%. Für die Unsicherheit des Kalibrierwertes der Sensoren ist ein Wert von 5% für die Dauer eines Jahres garantiert.



**Da die Kalibrierwerte durch Alterung, thermische Belastung und durch Eindiffundieren von Schadgasen und Wasser beeinflusst werden können, ist es empfehlenswert, die Sensoren in regelmäßigen Abständen (ca. 1 Jahr) nachkalibrieren zu lassen.**

Das Ergebnis der Kalibrierung wird in einem Prüfbericht dokumentiert und gehört zum Lieferumfang jeder Wärmeflussplatte.

### 3.2.4.1 Ausführung



#### ALMEMO® Wärmeflussplatten

Der Kalibrierwert bei ALMEMO® Wärmeflussplatten FQ A0xx wird werksseitig bereits im ALMEMO® Stecker hinterlegt, so dass bei ALMEMO® Geräten sofort die aktuelle Wärmestromdichte in  $W/m^2$  angezeigt wird ( siehe Abb. )

Die Skalierung für den Kalibrierwert kann aber auch gemäß folgender Tabelle selbst vorgenommen werden:

max. Messbereich Wärmeflussdichte [ $W/m^2$ ]	Kalibrierwert [ $W/m^2mV$ ]	Messbereich	Faktor	Exp.
0.0 bis 5200.0	1.0...20.0	260 mV	0.100-2.000	1
0.0 bis 5200.0	10.0...200.0	26 mV	0.100-2.000	2

### 3.2.4.2 Einsatz Wärmeflussplatten

In vielen Bereichen von Naturwissenschaft und Technik werden Wärmeflussplatten eingesetzt:

1. Bestimmung der Wärmeverluste durch Wände von Gebäuden, Rohrleitungen, Kühlhäuser, Wärmespeicher
2. Kalorimetrie und Messung thermischer Stoffkennwerte
3. technische Anwendungen, bei denen eine Temperaturdifferenz als Regelgrössedient

### 3.2.5 Messprinzip Ermittlung von Wärmekoeffizienten (U- Wert)

Das Meßprinzip zur quantitativen Erfassung von Wärmedurchgangsverlusten an Trennwänden, wie z.B. an Hauswänden, Erwärmungsanlagen usw., basiert auf der sogenannten Hilfswandmethode, bei welcher ein Messfühler (Wärme- stromplatte) direkt in den Wärmeübergang eingebracht wird. Anhand der bekannten thermischen Eigenschaften des Fühlers und der thermoelektrisch gemessenen Temperaturdifferenz wird die Dichte ( $q$ ) des Verlustwärmestroms bestimmt.

Werden zusätzlich beidseitig die Oberflächentemperaturen sowie die Lufttemperaturen im Übergangsbereich eines Bauteiles erfasst, können daraus alle relevanten Wärmekoeffizienten berechnet werden.

Praktisch stößt die Anwendung der genannten Formeln auf Schwierigkeiten, da diese nur im Gleichgewichtszustand gültig sind (d.h. zeitlich konstante Temperaturverhältnisse, die Wand gibt genauso viel Wärme ab, wie sie aufnimmt, die Wärmespeicherfähigkeit der Wand spielt dabei keine Rolle)!

Weiterhin müssen die Temperaturen exakt definiert werden!

Deshalb basiert die Berechnung auf der zyklischen Erfassung der Temperaturmittelwerte und der Mittelwerte der Wärmestromdichte.

Bei genügend langer Messzeit wird der Einfluss der Wärmekapazität des Bauteiles auf die Berechnung, z.B. des U-Wertes, vernachlässigbar klein und der Mittelwert erreicht den tatsächlichen U-Wert, z.B. der Wand.

Je nach Anbringung der Temperaturfühler entspricht der Quotient  $q/T_1-T_0$  dem Wärmeübergangskoeffizienten ( $\alpha_i$ ;  $\alpha_a$ ), dem Wärmedurchlasskoeffizienten ( $\Lambda$ ) oder dem Wärmedurchgangskoeffizienten ( $U$ ) bzw. ihren Reziprok- werten (siehe Tabelle 3.2.2):

$$\text{Wärmeübergangskoeffizient } \alpha_i = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{(\text{Wandinnentemperatur } T_{wi} - \text{Luftinnentemperatur } T_{Li})}$$

$$\text{Wärmeübergangskoeffizient } \alpha_a = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{(\text{Wandaussentemperatur } T_{wa} - \text{Luftaussentemperatur } T_{La})}$$

$$\text{Wärmedurchlasskoeffizient } \Lambda = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{(\text{Wandinnentemperatur } T_{wi} - \text{Wandaussentemperatur } T_{wa})}$$

Experimenteller U-Wert:

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{(\text{Luftinnentemperatur } T_{Li} - \text{Luftaussentemperatur } T_{La})}$$

*Beispiel 1:*

*Es besteht die Möglichkeit, den für die Wärmedämmeigenschaften einer Wand entscheidenden Wärmedurchlasswiderstand ( $R$ ) aus Messungen der inneren und äusseren Oberflächentemperaturen sowie der Wärmestromdichte ( $q$ ) zu bestimmen:*

$$q = \frac{1}{R} (T_{wi} - T_{wa})$$

## Beispiel 2:

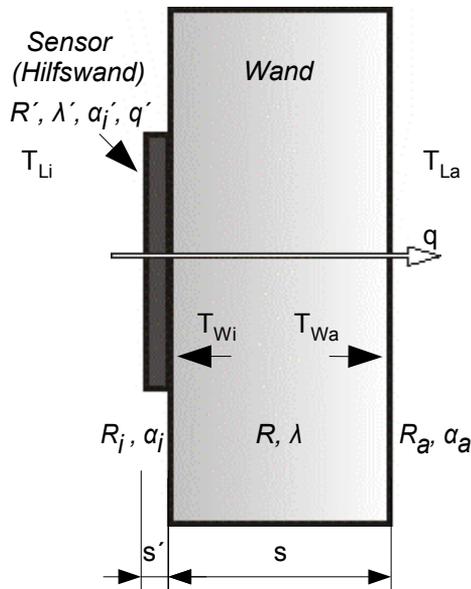
Bei bekanntem bzw. gemessenem U-Wert kann der Wärmedurchlasswiderstand ( $R$ ) aus dem U-Wert berechnet werden:

$$R = \frac{1}{U} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_a}$$

Für diesen Fall müssen die Wärmeübergangskoeffizienten ( $\alpha_i$  ;  $\alpha_a$ ) bekannt sein, oder man verwendet die Werte aus der DIN :

$$\alpha_i = 7,69 \text{ [W/m}^2\text{K]} \text{ ; } \alpha_a = 25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Wand mit aufgesetzter Wärmeflussplatte (Hilfswand):



$T_{Li}$  = Luftinnentemperatur in [°C]

$T_{La}$  = Luftaußentemperatur in [°C]

$T_{Wi}$  = Wandinnentemperatur Oberfläche in [°C]

$T_{Wa}$  = Wandaußentemperatur Oberfläche in [°C]

$q$  = Wärmestromdichte in [W/m<sup>2</sup>]

$R$  = Wärmedurchlasswiderstand der Wandschicht(en) in [m<sup>2</sup>K/W]

$R_i$  = Wärmeübergangswiderstand auf der Innenseite des Bauteils in [m<sup>2</sup>K/W]

$R_a$  = Wärmeübergangswiderstand auf der Außenseite des Bauteils in [m<sup>2</sup>K/W]

$\alpha_i$  = Wärmeübergangskoeffizient innen in [W/m<sup>2</sup>K]

$\alpha_a$  = Wärmeübergangskoeffizient außen in [W/m<sup>2</sup>K]

$\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit der Wandschicht(en) in [W/m K]

$s$  = Dicke der Wandschicht(en) in [m]

$R'$  = Wärmedurchlasswiderstand der Wärmeflussplatte in [m<sup>2</sup>K/W]

$q'$  = Wärmestromdichte der Wärmeflussplatte in  $[W/m^2]$

$\lambda'$  = Wärmeleitfähigkeit der Wärmeflussplatte in  $[W/m K]$

$\alpha_i'$  = Wärmeübergangskoeffizient der Wärmeflussplatte innen in  $[W/m^2K]$

$s'$  = Dicke der Wärmeflussplatte in  $[m]$

### 3.2.6 Einsatz des Messverfahrens zur U-Wert-Bestimmung

Eine wichtige Kenngröße ist der Wärmedurchgangskoeffizient (**U**) im Bauwesen, wo er zur Bestimmung der Transmissionswärmeverluste durch Bauteile hindurch dient.

Mit dem Transmissionswärmeverlust wird die energetische Qualität der thermischen Hülle (Isolierung von Dach, Aussenwänden, Fenstern und Boden) eines Gebäudes beschrieben. Für jedes Wohngebäude ist in Abhängigkeit von der Umfassungsfläche und seinem Volumen ein zulässiger Höchstwert nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) in der jeweils aktuellen Fassung vorgegeben.

Aufgrund der Phasenverschiebung zwischen gemessener Wärmestromdichte und den Temperaturdifferenzen sollte die Messung nur unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

1. Die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenluft muss ausreichend groß sein (Richtwert bei normaler Dämmung  $\Delta T$ :  $> 10K$ , Richtwert bei grosser Dämmung  $\Delta T$ :  $> 20K$ )
2. Die Schwankungen dieser Temperaturen (u.a.Tag/Nacht) sollten während der Messdauer möglichst klein sein.
3. Die Messwerte müssen vor Ort über einen ausreichend langen Zeitraum (ca. 2 bis mehrere Tage) aufgenommen und anschliessend über Mittelwerte berechnet werden.
4. Messung nur bei ausgeglichener Gebäudeinnentemperatur (Richtwert ca.  $20^\circ C$ )
5. Möglichst geringer Einfluss der in 3.2.1 aufgeführten Abhängigkeiten wie direkte Sonneneinstrahlung und Feuchtigkeit (z.B. Messung nachts, Messung bei trockener Witterung und an trockenen Flächen)

### 3.2.7 Normung

Die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten wird international im Standard ISO 6946 definiert.

Eine genormte Messvorschrift zur Bestimmung des U-Wertes existiert nicht. Die praktische Messung erfolgt auf Grundlage der Berechnungsformeln der DIN 4108, Wärmeschutz im Hochbau. Das in 3.2.5 beschriebene Messprinzip erfolgt also in Anlehnung an die DIN 4108, aber nicht **gemäss** DIN 4108.

### 3.2.8 Ausführung der Wärmekoeffizientenmessung mit ALMEMO® Messtechnik

Für den Praktiker:



*Ein hoher Wärmedämmwert wird durch einen hohen Wärmedurchlaßwiderstand und geringe Wärmeleitfähigkeit erreicht.*

*Je höher der Wärmedurchgangskoeffizient, desto grösser sind die Wärmeverluste, die durch die Wand auftreten.*

*Je höher der Wärmedurchgangswiderstand, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft.*

#### 3.2.8.1 Anordnung und Programmierung der Fühler sowie Berechnung im ALMEMO® Gerät

In den ALMEMO® Geräten 2690-8 und 2890-9 steht ein Assistent-Menü zur Verfügung, mit dessen Hilfe je nach Betrachtung der Temperaturfühler ein Wärmekoeffizient

(siehe 3.2.5) aus einer Langzeitmessreihe berechnet wird. (Geräteanleitungen, Stichwort 'Wärmekoeffizient').

Werden neben der Wärmestromdichte die Luftinnen- und Luftaussen temperaturen erfasst, handelt es sich beim im Gerät berechneten Wärmekoeffizienten um den U-Wert.

Beispiel ALMEMO® 2890-9:

Zur Bestimmung des Wärmekoeffizienten  $q/(T_1 - T_0)$  werden die beiden Temperaturfühler der Aufgabenstellung entsprechend auf Kanal M0 und M1, sowie die Wärmeflussplatte auf M2 angesteckt. Die Temperaturdifferenz  $T(M_1) - T(M_0)$  wird automatisch auf Kanal M5 erfasst. Zur Messung müssen nur folgende Programmierungen durchgeführt werden:

Mittelmodus von M9: **CONT**  
 Mittelmodus von M2: **CONT**  
 Bereich von M12: **q/dt**  
 Zyklus eingeben mit: **Zyklus-Timer**  
 Messung starten mit: **<START>**  
 Messung stoppen mit: **<STOP>**

Assistent-Menü  
Wärmekoeffizient:

Innentemperatur	Kanal: 00
00: 21.67°C NiCr	
Außentemperatur	Kanal: 01
01: 11.42°C NiCr	
Differenz dt	Kanal: 05
05: 10.25°C Diff	
Mittelmodus:	CONT
Wärmefluß q	Kanal: 02:
02: 103.6 W/m²	
Mittelmodus:	CONT
<hr/>	
Wärmekoeffizient	Kanal: 12
12: 193. W/mK	
1 Bereich:	q/dt
Zyklus-Timer:	00:30:00 \$n
<b>START MANU</b>	<b>ESC</b>

### 3.2.8.2 Anordnung und Programmierung der Fühler

#### im ALMEMO® Gerät sowie Berechnung mit der AMR-WIN-CONTROL

Zur Berechnung der mit einem ALMEMO® Gerät aufgezeichneten Messwerte steht in der AMR-WIN-CONTROL ein U-Wert-Assistent zur Verfügung (siehe Katalog 06.10 und 14.03), welcher menügeführt die Berechnung und grafische Darstellung des U-Wertes übernimmt.

Bei dieser Methode muss den Messfühlern kein Mittelmodus zugewiesen werden, da die Mittelung und Berechnung über die Software erfolgt.

Auch die Kanalanordnung der Messfühler für Wärmestromdichte und Luftinnen- sowie Luftaussentemperatur auf dem ALMEMO® Gerät kann beliebig gewählt werden.

Die richtige Zuordnung der Sensoren wird ebenfalls im U-Wert-Assistent abgefragt.

Zur Messung und Erfassung eignen sich **alle** ALMEMO® Geräte **V5**, **V6 ALMEMO 2590**, **2690**, **2890**, **8590**, **8690**, **5690** mit internem oder externem Speicher.

Darüber hinaus kann der U-Wert-Assistent auch genutzt werden, um je nach Zuordnung der Temperaturfühler (Luft- oder Oberflächentemperatur) einen anderen Wärmekoeffizienten (Definition siehe 3.2.5) zu berechnen, muss jedoch berücksichtigen, dass es sich dann nicht mehr um den U-Wert handelt.

### 3.2.8.3 Messaufbau vor Ort für U-Wert Messung

Die **Wärmeflussplatte** wird vorzugsweise an der Innenwand angebracht. Die Unterseite sollte möglichst homogen mit der Messstelle verbunden sein ; z. B. durch:

- Aufkleben mit doppelseitigem PVC- oder Gewebeband.
- Verwenden Sie keine Papierfolie, da die Wärmeflussplatte später evtl. nur schwer abgelöst werden kann.
- Bestreichen der Unterseite mit Wärmeleitpaste und Fixierung mit Klebeband oder mechanischen Halteelementen am Plattenrand.
- Heizkörpernähe und Fensternischen möglichst meiden.

Als **Temperaturfühler** eignen sich blanke, an der Spitze verschweißte Thermdrahtfühler vom Typ FT 390-0 unterschiedlicher Länge.

Für die Messung der **Lufttemperatur innen** ( $T_{Li}$ ) sollte die Messspitze mindestens in einem Abstand von 10 cm über der Wärmeflussplatte angeordnet werden und ca. 10 cm in den Raum hineinragen (abwinkeln).

Für die Messung der **Lufttemperatur aussen** ( $T_{La}$ ) wird die Messspitze durch eine geeignete Mauer- oder Fensterdurchführung ebenfalls ca. 10 cm von der Aussenwand fixiert.

### 3.2.8.4 Messaufbau vor Ort für zusätzliche Wärmekoeffizienten Messung

Sollen weitere Wärmekoeffizienten ermittelt werden (siehe 3.2.5), müssen auch die **Wandoberflächentemperaturen innen und aussen** gemessen werden.

Als **Temperaturfühler** eignen sich ebenfalls blanke, an der Spitze verschweißte Thermodrahtfühler vom Typ FT 390-0 unterschiedlicher Länge.

Für die Messung der **Wandoberflächentemperatur innen** ( $T_{wi}$ ) wird die Messspitze mit geeignetem Klebeband direkt neben der Wärmeflussplatte befestigt. Für die Messung der **Wandoberflächentemperatur aussen** ( $T_{wa}$ ) wird die Messspitze durch eine geeignete Mauer- oder Fensterdurchführung mit geeignetem Klebeband auf der äusseren Wandoberfläche fixiert.



***Zur Minimierung störender Einflüsse können die Temperaturfühler aussen durch ein vorgelagertes Ableitblech geschützt werden ( Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung bzw. Feuchtigkeit)***

Eine Zusammenstellung für die Messsysteme finden Sie im Ahlborn-Katalog 2009, Seite 14.03.

### 3.3. Feuchtefühler

#### 3.3.1 Auswahl des Feuchtefühlers

Zur Messung von Feuchtegrößen sind verschiedene Verfahren gebräuchlich:

<b>Luftfeuchte:</b>	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
Kapazitive Fühler	Der Sensor kann ohne Wartung über längere Zeiträume auch bei Minustemperaturen eingesetzt werden, Luftdruckunabhängig, arbeitet auch unter Druck.	Empfindlichkeit gegenüber Btauung und bestimmten aggressiven Medien, Begrenzte Langzeitstabilität.
Psychrometer	Keine Alterung des Sensors mit Ausnahme der Verschmutzung des Doctes, hohe Genauigkeit, messtechnisch hochwertig, problemlos bis 100%r.H. in allen Medien einsetzbar.	Langzeitmessung durch den Wasservorrat und die Wartung des Doctes begrenzt, Bei Minustemperaturen und niedrigen Feuchten nur schwer einsetzbar. Luftdruckabhängig
Hygrometer	Einfache und preiswerte Messtechnik auch in verschmutzter Umgebung, leicht zu reinigen.	Begrenzte Genauigkeit, eingeschränkter Messbereich, langsame, träge Messung.
Taupunktspiegel	Hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit, großer Messbereich, Luftdruckunabhängig, auch für Minustemperaturen.	Aufwendiges Messverfahren, hoher Stromverbrauch, Verschmutzungsgefahr, nicht für schnelle Kontrollmessungen geeignet.
CCC*-Taupunktsonde nach Heinze	Hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit, großer Messbereich.	Aufwendiges Messverfahren, nicht für schnelle Kontrollmessungen geeignet. Nicht bei Minustemperaturen
<b>Materialfeuchte:</b>		
Materialfeuchtesonde dielektrisch	Einfache und schnelle Messtechnik, zerstörungsfreie Berührungsmessung. Langzeiteinsatz möglich.	Begrenzte Genauigkeit.
Materialfeuchtesonde mit Leitwertprinzip	Einfache und schnelle Messtechnik	Begrenzte Genauigkeit. Sondeneinstiche, nur kurzzeitige Kontrollmessung.

## Grundlagen der Feuchtemessung

In der atmosphärischen Luft ist immer Feuchte in Form von Wasserdampf vorhanden. Der Anteil des Wasserdampfes kann verschieden hoch sein. Der Sättigungsdampfdruck ist der bei gegebener Lufttemperatur über einer ebenen Wasseroberfläche maximal mögliche Partialdruck des Wasserdampfes. Er ist temperaturabhängig, daher gibt es bei jeder Temperatur eine Höchstmenge Wasserdampf, die in einer bestimmten Luftmenge maximal enthalten sein kann. Die Luftfeuchte wird entweder als **absolute Feuchte** oder als **relative Feuchte** angegeben:

Die **absolute Feuchtigkeit** wird auch als Wasserdampfgehalt bezeichnet. Sie gibt das Gewicht des Wasserdampfes an, das in 1m<sup>3</sup> Luftwasserdampfgemisch enthalten ist. Da 1m<sup>3</sup> je nach Druck und Temperatur eine unterschiedliche Luftmasse einschließen kann, ist es in vielen Fällen einfacher, die absolute Feuchtigkeit auf 1kg trockene Luft zu beziehen. Diese Größe wird als Mischungsverhältnis (MH) bezeichnet.

Die **relative Feuchte** (RH) ist das Verhältnis des Wasserdampfpartialdruckes (VP) in einem Wasserdampfluftgemisch zu dem Sättigungsdampfdruck (SVP) bei der Lufttemperatur (TT). Die Temperatur, bei der der Sättigungszustand eintritt (VP=SVP, RH=100%), wird Taupunkttemperatur (DT) genannt. Bei einer Unterschreitung dieser Temperatur fällt der Wasserdampf in Form von Tröpfchen aus. Die Enthalpie ist der Wärmeinhalt des Wasserdampfluftgemisches.

<b>Sättigungsdampfdruck [mbar]</b>	$SVP = C1 \cdot \text{EXP}(C2 \cdot TT / (C3 + TT))$ C1=6.1078 mbar, C2=17.08085, C3=234.175 K
<b>Relative Feuchte [%H]</b>	$RH = 100 \cdot VP / SVP(TT)$
<b>Mischungsverhältnis [g/kg]</b>	$MH = 622 \cdot VP / (SP - VP)$
<b>Enthalpie [kJ/kg]</b>	$h = 1.006 \cdot TT + 0.00186 \cdot MH \cdot TT + 2.5 \cdot MH$
<b>Taupunkttemperatur [°C]</b>	$DT = C3 \cdot \text{LN}(VP / C1) / (C2 - \text{LN}(VP / C1))$ VP = Wasserdampfdruck [mbar] SP = Luftdruck [mbar]

### Feuchtemessung mit ALMEMO® Fühlern:

Bei Feuchtemessungen mit ALMEMO® Sensoren werden bei ALMEMO® Geräten automatisch wichtige Messwertfunktionen aktiviert. Die wichtigsten Feuchtegrößen (Temperatur, rel. Feuchte, Taupunkt, Mischungsverhältnis, Partialdampfdruck oder Enthalpie) können bei den entsprechenden Fühlern auf vier Kanälen programmiert werden. Bei Psychrometern wird außerdem die Funktion Luftdruckkompensation aktiviert.

## 3.3.2 Kapazitive Feuchtefühler

### 3.3.2.1 Analoge kapazitive Feuchtefühler

#### Messprinzip

Bei kapazitiven Sensoren ist auf einem Glassubstrat eine feuchteempfindliche Polymerschicht zwischen 2 Metallelektroden aufgebracht. Durch Wasseraufnahme entsprechend der relativen Luftfeuchtigkeit ändert sich die Dielektrizitätskonstante und damit die Kapazität des Dünnschichtkondensators. Das Messsignal ist direkt proportional zur relativen Feuchte und unabhängig vom Umgebungsdruck.

#### Messfühler

Mit den kapazitiven Feuchtefühlern FH A6x6 werden die Größen relative Feuchte und Temperatur direkt gemessen. Daraus lässt sich zunächst der Partialdampfdruck und damit Taupunkt und Mischungsverhältnis berechnen:

**Partialdampfdruck [mbar]:**  $VP = RH/100 \cdot SVP(TT)$

Die Temperaturkompensation der Feuchte erfolgt bei den Standardfühlern FHA646-x passiv (Bereich "°orH").

Je nach ALMEMO® Gerätetyp und -version (ab 2003 durchgehend) ist ein zusätzlicher Messbereich "HcrH" für die ALMEMO® Feuchtefühler FHA646-xC verfügbar, bei dem die Feuchte über den gesamten Temperatureinsatzbereich aktiv (mit dem eingebauten NTC-Sensor) kompensiert wird.

Die Größen Lufttemperatur TT, relative Feuchte RH, Taupunkttemperatur DT und Mischungsverhältnis MH sind bei konfektionierten Fühlern bereits auf 4 Kanälen programmiert. Die Messgrößen TT und RH sind auf die beiden ersten Kanäle festgelegt, die Rechengrößen VP, DT, MH und h können auf den 3. und 4. Kanal gelegt werden. Ist eine Rechengröße angewählt, wird Temperatur und Feuchte laufend gemessen, um den angezeigten Wert zu aktualisieren.

Messgrößen	Bez. ALMEMO® Messbereiche	Bereich	Dim			
Lufttemperatur:	TT	-50.00 ...	100.00	°C	Ntc	°C
Relative Feuchte:	RH	0.0 ...	100.0	%rH	°orH	%H
Rel. Feuchte FHA646-xC:	RH	0.0 ...	100.0	%rH	HcrH	%H
Rel. Feuchte FHA646-R:	RH	0.0 ...	100.0	%rH	H rH	%H
Taupunkttemperatur:	DT	-25.0 ...	100.0	°C	F dt	°C
Mischungsverhältnis:	MH	0.0 ...	500.0	g/kg	F AH	gk
Partialdampfdruck:	VP	0.0 ...	1050.0	mbar	H UP	mb
Enthalpie:	h	0.0 ...	400.0	kJ/kg	H En	kJ

Da der höchstmögliche Wasserdampfdruck (Sättigungsdampfdruck) temperaturabhängig ist, hängt auch die relative Feuchte sehr stark von der Temperatur ab. Die relative Feuchte steigt bei fallender Temperatur und fällt bei steigender Temperatur.



Warten Sie bei der Messung der relativen Feuchte bis der Feuchtefühler und das Messmedium die gleiche Temperatur haben und sich im eingeschwungenen Zustand befinden. Temperaturschwankungen von nur 1°C können das Messergebnis schon bis zu 6% verfälschen.

## Filterkappen

Die Feuchtesensoren sind mit einer Schutzkappe gegen mechanische Beschädigungen und gegen Schmutz/Staub geschützt. Je nach Anwendung stehen optional verschiedene Filtertypen zur Verfügung:

Typ	Bezeichnung	Porengröße	max. Temp.	typ. Anwendung
ZB9600SK7	Metallgitterfilter im PC-Gehäuse	100 µm	120°C	universell, für mittlere Schmutzbelastung, auch Hochfeuchte
ZB9600SK6	PTFE-Sinterfilter	50 µm	180°C	hohe chemische Beständigkeit
ZB9600SK8	Edelstahl-Sinterfilter	10 µm	180°C	für starke mechanische Belastung, hohe Schmutzbelastung, hohe Luftströmung

## Wartung und Kalibrierung

Die kapazitiven Feuchtefühler FH A6x6 sind so konstruiert, dass sie mit nur geringem Wartungsaufwand fehlerfrei und zuverlässig arbeiten.

Beachten Sie deshalb die nachfolgenden Hinweise:



Die Standardfühler sind serienmäßig mit Staubschutzfilter ausgerüstet. Beim Einsatz in staubiger Luft verschmutzen die Filter. Tauschen Sie verschmutzte Filter rechtzeitig aus, weil sonst die Ansprechzeiten immer größer werden und Messwertverfälschungen auftreten können.



**VORSICHT** beim Öffnen der Schutzkappe!

Berühren Sie niemals den Feuchtesensor! Bei mechanischer Zerstörung des Feuchtesensors besteht kein Garantieanspruch.

Wenn Sie den Sensor längere Zeit bei hoher Luftfeuchtigkeit (>90%H) einsetzen und sich Kondenswasser niederschlägt, dann müssen Sie mit fehlerhaften Messwerten oder sogar Messbereichsüberschreitungen rechnen.



Lassen Sie den Fühler in einem solchen Fall über mehrere Stunden bei möglichst niedriger Feuchte und bewegter Luft "austrocknen".

Überprüfen Sie in bestimmten Abständen von z.B. 1 Jahr (je nach Einsatzfall) die Messsonden und lassen Sie sie gegebenenfalls neu kalibrieren.

**Technische Daten:**

<b>Feuchtesensor:</b>	kapazitiver Dünnschichtsensor
Messbereich:	5 bis 98 %rH
Betriebstemperatur:	Standardbereich -20 bis +60 °C
FH A646-xC:	-20 bis +80 °C
FH A646-R:	-30 bis +100 °C
Nenntemperatur:	25 °C ± 3K
Max. Linearitätsabweichung:	± 2 %rH (5...98%rH) bei Nenntemperatur
Max. Hysterese:	1 %rH bei Nenntemperatur
Betriebsdruck:	atmosphärischer Druck FH A646-7 bis 16 bar
<b>Temperatursensor:</b>	NTC Typ N (10kΩ bei 25 °C)
Genauigkeit:	± 0.1 K (0...70°C)
<b>Elektronik:</b>	
Lagerungsbedingungen:	-20 bis +85 °C, 0...90 %rH, nicht kondensierend
Stromverbrauch:	ca. 2 mA

**Kabelverlängerung für kapazitive Feuchtefühler**

Die kapazitiven Feuchtefühler werden in der Regel mit 1,5 m Fühlerkabel ausgeliefert. Je nach Typ kann ab Werk auch ein längeres Fühlerkabel (bei FHA646-Ex, FHA646-AG, FHA646-5x bis 30m) geliefert werden. Der Typ FHA 646-R kann nur mit 2 m Hochtemperatur-Kabel geliefert werden.

Verlängerungen bis 4 m erfolgen für alle Typen FHA 646 mit den passiven Verlängerungskabeln ZA9060VK (siehe 3.10).

Verlängerungen bis 100 m erfolgen mit den intelligenten ALMEMO® Verlängerungskabeln ZA9060VKC (siehe 3.10). Diese Kabel sind für den Typ FHA 646-ExC (Bereich "HcrH") und auch für den Typ FHA 646-E1 in aktueller Ausführung (Bereich "°orH" mit Multiplexer M4 C-B) geeignet. Ältere Fühler FHA 646-x mit Bereich "°orH" lassen sich ebenfalls verwenden, wenn im Stecker-EEPROM der Multiplexer auf Stellung M4 C-B programmiert wird (über Software AMR-Control, Messstellen Programmieren, Multiplexer).

Mit den intelligenten ALMEMO® Verlängerungskabeln werden die Feuchteabgleichwerte des Fühlersteckers automatisch zum ALMEMO® Gerät übertragen. Somit ist der Fühler (vor Ort mit einem kurzen Kabel) einfach austausch- und kalibrierbar.



Fühler mit einer Mehrpunktkalibration an V6-Geräten können an das intelligente Verlängerungskabel ab der Revision R2E4 angeschlossen werden.

Die Genauigkeit der Feuchtemessung wird durch die Verlängerung nicht beeinflusst. Für die Temperaturmessung (mit dem eingebauten NTC-Sensor) ergeben sich durch die Verlängerung zusätzliche Abweichungen, die abhängig von der gemessenen Temperatur und der Kabellänge sind:

Temperatur NTC-Sensor °C	Widerstand NTC-Sensor Ohm	Fehler bei 5m °C	Fehler bei 10m °C	Fehler bei 50m °C	Fehler bei 100m °C
-20	97 080	0	0	0	0
0	32 650	0	0	0,01	0,02
25	10 000	0	0,01	0,03	0,06
50	3 603	0,01	0,02	0,09	0,18
70	1 752	0,02	0,04	0,21	0,42
100	678,3	0,06	0,13	0,65	1,3

Die angegebenen Werte sind typ. Abweichungen für Kabel mit Adernquerschnitt 0,14 mm<sup>2</sup>. Das entspricht bei einer Kabellänge von 100 m typ. ca. 25 Ohm Schleifenwiderstand (= 2 Adern).

### 3.3.2.2 Digitale Kapazitive Feuchte-/Temperaturfühler

#### Messprinzip

Die analogen Signale eines kapazitiven Feuchte-Polymer-Fühlers und eines Temperatursensors werden von einem direkt gekoppelten Chip mit weitreichenden Funktionen verarbeitet.

Integriert sind je nach Ausführung die Analog / Digital-Wandlung, ein Mikrocontroller für Linearisierung, Temperaturkompensation und Rechenfunktionen (Taupunkt) sowie eine serielle digitale Schnittstelle als Ausgang.

Jeder einzelne Sensor wird gegenüber einer hochgenauen Referenz (z.Bsp. Taupunktspiegelhygrometer) kalibriert.

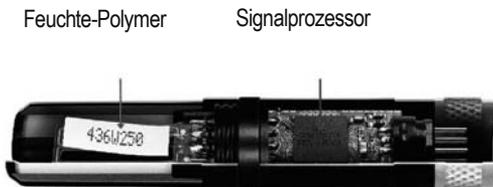
Die ermittelten Messwertabweichungen dienen als Justierwerte und werden im Sensorchip abgespeichert.

3

#### Vorteile

Da alle Abgleich- und Sensorkenndaten im Chip des Sensorelementes bzw. Fühlers gespeichert sind und die Signalübertragung digital erfolgt, ergeben sich im praktischen Betrieb erhebliche Vorteile:

- keinerlei zusätzliche Fehler durch Digital-Analog-Wandlung im Sensor und Analog-Digital-Wandlung im Messgerät
- (wie bei Analogausgangssignalen)
- hohe Reproduzierbarkeit der Messergebnisse
- hohe Langzeitstabilität
- einfache Austauschbarkeit ohne Neuabgleich und Genauigkeitsverlust in der Messkette
- Werks- oder DKD-Kalibrierung des einzelnen Sensorelementes oder Fühlers bei voller Genauigkeit unabhängig von Anschlusskabel und ALMEMO® Messgerät



Präzisions-Feuchte-/Temperaturfühler  
FHAD 36 RS



Sensorelement  
FHAD460

**Auswahl des Feuchte-/Temperaturfühlers**

	<b>FHAD 46 x</b>	<b>FHAD 36 RSx</b>
allg. Beschreibung	Feuchte-/Temperaufühler	Präzisions-Feuchte-/Temperaturfühler mit weitem Temperatureinsatzbereich
Einsatzgebiet	allg. Klimamessung Heizung-Lüftung-Klima, Lebensmittellager, Gesundheitswesen (Blutspendedienste, Krankenhäuser), Klima in Lagerhäusern, Gebäudeautomation, Papier-, Textil- und Pharmaindustrie	allg. Klimamessung Heizung-Lüftung-Klima, Lebensmittellager, Gesundheitswesen (Blutspendedienste, Krankenhäuser), Klima in Lagerhäusern, Gebäudeautomation, Papier-, Textil- und Pharmaindustrie
Einsatzbereich Feuchte	5...98% r.F.	0...100% r.F.
Einsatzbereich-Temperatur am Sensor	ohne Fühlerkappe: -20...+80°C mit Fühlerkappe: -20...+60°C	-50...+100°C
Einsatzbereich-Temperatur Elektronik	-20...+80°C	im Fühlerstecker: -40...+100°C
Einsatzbereich-Temperatur an ALMEMO® Fühlerkupplung	-	-40...+90°C

	<b>FHAD 36 RICx</b>	<b>FHAD 36 RHKx</b>
allg. Beschreibung	Industrie-Feuchte-/Temperaturfühler	Hochtemperatur-Handfühler
Einsatzgebiet	Prozessmessung in Industrie und Forschung, feste Montage	Kontrollmessungen in Luftkanälen, Trocknern, Klimakammern und Öfen
Einsatzbereich Feuchte:	0...100% r.F.	0...100% r.F.
Einsatzbereich-Temperatur am Sensor	-100...+200°C	max.+150°C bei Fühlerlänge 250 mm , max.+200°C bei Fühlerlänge 400 mm
Einsatzbereich-Temperatur Elektronik	im Fühlerstecker: -40...+100°C	im Handgriff: -40...+85°C
Einsatzbereich-Temperatur an ALMEMO® Fühlerkupplung	-40...+90°C	-40...+90°C

## Auswahl des Filters (Sensorschutz) für FHAD 46x

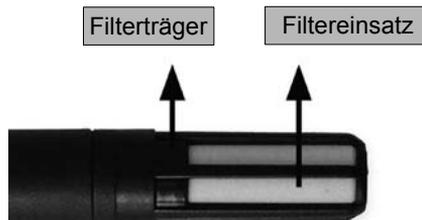
Zum Schutz kann das Sensorelement in eine geschlitzte Fühlerkappe ohne zusätzlichen Filter eingebaut werden (Abb., weitere Varianten siehe Ausführung ALMEMO®-D Messmodul für Feuchte / Temperatur FHAD 46)



## für FHAD 36 RSx

Zum Schutz des Feuchte-Polymers und des Temperatursensors dient eine Filterkappe, bestehend aus einem schraubbaren Filterträger aus Polycarbonat und verschiedenen Filtereinsätzen mit unterschiedlichen Spezifikationen (siehe Tabelle 1: Typen und Eigenschaften Filtereinsätze) als Einheit:

Filterkappe	Bestellnr.
Filterträger Polycarbonat mit Filtereinsatz Polyethylen	ZB9636PE
Filterträger Polycarbonat mit Filtereinsatz Edelstahl-Drahtgewebe	ZB9636WM
Filterträger Polycarbonat mit Filtereinsatz PTFE	ZB9636TF

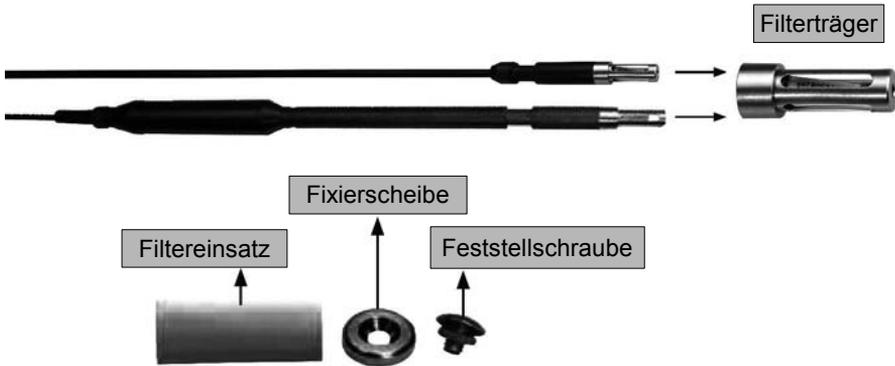


**Die Feuchte- / Temperaturfühler Typ FHAD36RS werden mit einer Filterkappe bestehend aus Filterträger Polycarbonat mit Filtereinsatz Polyethylen geliefert !**

## für FHAD 36 RICx, FHAD 36 RHKx

Zum Schutz des Feuchtepolymeres und des Temperatursensors dient ein Filter, bestehend aus einem schraubbaren Filterträger (vernickelte Messing Schlitzhülse) und einem wechselbaren Filtereinsatz mit unterschiedlichen Spezifikationen (siehe Tabelle 1: Typen und Eigenschaften Filtereinsätze). Der Filtereinsatz wird über den Filterträger geschoben, mit einer Unterlegscheibe fixiert und einer Feststellschraube gesichert.

Filtereinsatz	Bestellnr.
Edelstahl-Drahtgewebefilter-Einsatz	ZB9636M15
Edelstahl-Sinterfilter-Einsatz	ZB9636S15
PTFE-Filter-Einsatz	ZB9636T15



**Die Feuchte- / Temperaturfühler Typ FHAD 36 RICx und FHAD 36R HKx werden werksseitig mit Filterträger und einem Edelstahl-Drahtgewebefilter-Einsatz geliefert ! Für spezielle Einsatzfälle kann ein weiterer Filtereinsatz ( Lieferumfang: Filtereinsatz, Fixierscheibe, Feststellschraube) zusätzlich bestellt werden !**

Typen und Eigenschaften Filtereinsätze:

Material	Max. Temp.	Einsatz-Hinweise
Polyethylen	100 °C (212 °F)	Empfohlenes Filter-Material für alle Anwendungen unter 100 °C. Gute Reaktion und guter Schutz vor Feinstaubpartikeln. Keine Wasseraufnahme oder -speicherung.
PTFE	200 °C (392 °F)	Guter Schutz vor Feinstaubpartikeln und Salz (Meeresumgebungen). Mäßig verlangsamte Reaktion.
Edelstahl -Drahtgeflecht DIN 1.4401 (V4A)	200 °C (392 °F)	Bietet schnellste Reaktionszeit. Nicht empfohlen in Umgebungen mit Feinstaubpartikeln (Verstopfung) und in bioaktiven Umgebungen.
Edelstahl -Sinterfilter DIN 1.4401 (V4A)	200 °C (392 °F)	Gute Reaktion bei niedrigen Feuchte werten. Nicht bei hohen Feuchtwerten verwenden. Bietet besten Schutz vor abrasiven* Partikeln.

\* abrasiver Verschleiß: der Abtrag von Oberflächen durch schleifende Medien

### Wartung - Reinigung und Austausch des Staubfilters

Abhängig von den Messbedingungen ist der Filter von Zeit zu Zeit zu kontrollieren. Korrodierte, verfärbte oder verstopfte Filter sind auszutauschen.

1. Bei Fühlern mit auswechselbarem Filtereinsatz (*FHAD 36 RICx*, *FHAD 36 RHKx*) ist nur der Einsatz auszutauschen (Metallträger bleibt auf dem Fühler).



2. Bei einem Fühler mit einer Kunststoff-Schlitzhülse (FHAD 36 R<sub>sx</sub>) mit einem eingebauten Filterelement sind folgende Anweisungen zu befolgen:

- Filter vom Fühler abschrauben und gerade herausziehen, auf einer Linie mit dem Fühler, dabei nicht am Feuchte- und Temperatursensor hängenbleiben.
- Bevor Sie einen neuen Staubfilter aufschrauben, prüfen Sie die Ausrichtung beider Sensoren gegenüber dem Fühler. Die Drähte, die die Sensoren mit dem Fühler verbinden, sind sehr dünn und verbiegen sich leicht. Falls erforderlich, korrigieren Sie die Ausrichtung, indem Sie den Sensor sehr vorsichtig mit einem weichen Gegenstand (z.B. einem Kunststoffstab) in die richtige Stellung klopfen. Verwenden Sie keine scharfe Pinzette oder Zange, damit Sie den Sensor nicht versehentlich beschädigen. Ziehen Sie nicht zu fest am Sensor.

### **Ausführung Feuchte- /Temperatur-Fühler FHAD 46x mit ALMEMO®- D Messmodul**

Der Anschluss an ALMEMO® Geräte erfolgt über ein Anschlusskabel mit digitalem ALMEMO®-D Messmodul im Stecker.

Es sind 4 Klimagrößen in einzelnen Messkanälen anzeigbar:

- ***Temperatur, relative Feuchte, Taupunkt, + 1 Funktionskanal Mischungsverhältnis oder Enthalpie***

Zusätzlich kann im ALMEMO® Stecker neben dem ALMEMO®-D Messmodul ein barometrischer Luftdrucksensor (Technische Daten wie FDAD12SA) eingebaut werden (Option OAD946AP). Damit ergeben sich folgende Anzeigewerte:

- ***Temperatur, relative Feuchte, Taupunkt, barometrischer Druck***

Kabelverlängerungen bis 100 m und verschiedene Anschlussmöglichkeiten stehen zur optimalen Anpassung an die jeweilige Messaufgabe zur Verfügung (siehe Handbuch Kapitel 3.0.1 und Katalog 2011/2012 Seite 09.08).

Kurze Verlängerungen können mit passiven Verlängerungskabeln bis 4m (ZA 9060 VK1/2/4) realisiert werden.



***Die Summe der Kabellängen aller passiven Verlängerungskabel, die an einem ALMEMO® Messgerät angesteckt sind, darf 4 m nicht überschreiten. Bei größeren Längen kann je nach Umgebung der interne Geräte-Datenbus empfindlich gestört werden.***

Über das USB-Datenkabel mit Versorgung (ZA1919DKUV) kann das ALMEMO®- D Messmodul direkt an einem PC betrieben werden.

Das Sensorelement wird steckbar mit dem ALMEMO®-D Anschlusskabel verbunden. Dadurch können preiswerte Ersatzelemente, einfach vor Ort von jedermann ohne Genauigkeitsverlust und ohne irgendeinen Abgleich ausgetauscht werden.

Für bestimmte Anwendungen (z.Bsp. Bauphysik) besteht die Notwendigkeit, die Sensor-Anschlüsse feuchtigkeitsgeschützt mit Silikon und Schrumpfschlauch zu ummanteln (Option W). Dann ist jedoch das Sensorelement nicht mehr steckbar !

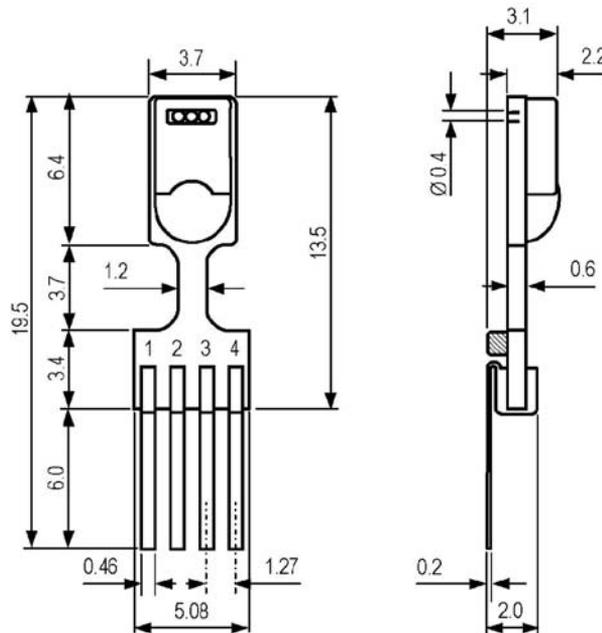


**Ein Betrieb im Sleepmode ist nur mit Geräten mit Sleep-Verzögerung möglich (nur ALMEMO® 2590-2/3S/4S, 2690-8, 2890-9, 5690, 8590-9, 8690-9A, evtl. Update nötig) !**

Ausführung/Bauform	Beschreibung	Bestellnr.
 freiliegendes Sensorelement: kleinste Bauform, kurze Ansprechzeit	ALMEMO®-D Messmodul für Feuchte / Temperatur mit ungeschütztem, steckbaren, digitalen Sensorelement inkl. ALMEMO®-D Anschlusskabel, Länge = 2 m Länge = 5 m Länge = 10 m	FHAD460 FHAD460L05 FHAD460L10
	Ersatz-Sensorelement zu FHAD460, digital, abgeglichen	FH0D460
	Option W: Sensor-Anschlüsse feuchtigkeitsgeschützt, Sensorelement nicht mehr steckbar !, Breite ca. 8 mm	OAD9460W
 Sensorelement eingebaut in geschlitzter Fühlerkappe: kompakte Bauform, kurze Ansprechzeit	ALMEMO®-D Messmodul für Feuchte / Temperatur mit steckbarem, digitalen Sen- sorelement in geschlitzter Fühlerkappe inkl. ALMEMO®-D Anschlusskabel, Länge = 2 m Länge = 5 m Länge = 10 m	FHAD462 FHAD462L05 FHAD462L05
	Ersatz-Sensorelement zu FHAD462 digital, in geschlitzter Fühlerkappe, abgeglichen Fühlerkappe Ø 8 mm, Länge 36 mm Steckverbindung Ø ca. 9 mm	FH0D462
	ALMEMO®-D Kabelstummel, Länge inkl. Fühlerkappe ca. = 80 mm	FHAD462L00
	Verlängerungsrohr Ø 8mm, Länge 97mm, steckbar, für FHAD462	ZB0D462VR
Luftdrucksensor im ALMEMO® Stecker eingebaut	Messbereich: 700 bis 1100 mbar Technische Daten wie FDAD12SA	OAD946AP

**Technische Daten:**

Einsatzbereich	
FHAD 460	-20...+80°C/ 5...98 % r.F.
FHAD 462	-20...+60°C/ 5...98 % r.F.
<b>Feuchte-Messkreis</b>	
Messbereich	0...100 % r.F.
Sensor	CMOSens® Technologie
Messdauer/Ausgabeperiode	ca. 3s
Genauigkeit	±1,8 % r.F. im Bereich 20...80 % r.F. bei Nenntemperatur
Hysterese	±1 % r.F.
Nenntemperatur	25 °C ±2 K
Sensorbetriebsdruck	atmosphärischer Druck
Ansprechzeit T <sub>63</sub>	typ. 10 s bei 25°C, 1 m/s
<b>Temperatur-Messkreis</b>	
Sensor	CMOSens® Technologie
Messdauer/Ausgabeperiode	ca. 3s
Genauigkeit	±0,3 K bei 25°C, ±1 K (±1,2 K) im Bereich -20...+60°C (+80°C)
Reproduzierbarkeit	±0,1 K
Ansprechzeit T <sub>63</sub>	typ. 10 s
<b>Kabel</b>	PVC, mit ALMEMO®-D Stecker (Längen siehe unter Ausführungen)

**Abmessungen Sensorelement**

**Ausführung Präzisions-Feuchte- /Temperaturfühler FHAD 36 RSx, FHAD 36 RICx, FHAD 36 RHKx mit ALMEMO®- D Messmodul**

Diese kapazitiven Feuchte-/Temperatur-Fühler mit integriertem Signalprozessor erfüllen die höchste Genauigkeitsklasse in der Feuchtemessung. Der Anschluss an ALMEMO® Geräte erfolgt über ein Anschlusskabel mit digitalem ALMEMO®-D Messmodul im Stecker.

Es sind 4 Klimagrößen in einzelnen Messkanälen anzeigbar:

- **Temperatur, relative Feuchte, Taupunkt, + 1 Funktionskanal Mischungsverhältnis oder Enthalpie**

Zusätzlich kann im ALMEMO® Stecker neben dem ALMEMO®-D Messmodul ein barometrischer Luftdrucksensor (Technische Daten wie FDAD12SA) eingebaut werden (Option OAD936RAP). Damit ergeben sich folgende Anzeigewerte:

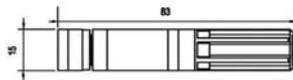
- **Temperatur, relative Feuchte, Taupunkt, barometrischer Druck**

Kabelverlängerungen bis 100 m und verschiedene Anschlussmöglichkeiten stehen zur optimalen Anpassung an die jeweilige Messaufgabe zur Verfügung (siehe Handbuch Kapitel 3.0.1 und Katalog 2011/2012 Seite 09.08).



**Ein Betrieb im Sleepmode ist nur bei Geräten mit Sleep-Verzögerung möglich (nur ALMEMO® 2590-2/3S/4S, 2690-8, 2890-9, 5690, 8590-9, 8690-9A, evtl. Update nötig) !**

**1. FHAD 36 RSx**



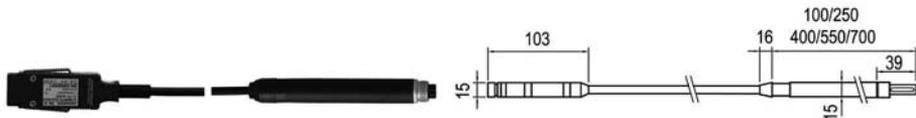
Anschlusskabel mit digitalem ALMEMO®-D Messmodul im ALMEMO® Stecker

Feuchte-/Temperatur-Standardfühler

Ausführung/Bauform	Beschreibung	Bestellnr.
 	Standard-Feuchte-/Temperaturfühler mit Steckeranschluss, inkl. Filterkappe mit Filterträger Polycarbonat und Filtereinsatz Polyethylen	FHAD36RS FHAD36RSL05
 	inkl. Anschlusskabel mit ALMEMO®-D Stecker Anschlusskabel Länge = 2 m Anschlusskabel Länge = 5 m	
	Zusätzliche Filter siehe Punkt „Auswahl des Filters (Sensorschutz)“	

**Technische Daten FHAD 36 RSx:**

Einsatzbereich	-50...+100°C
Fühlergehäuse-Material	Polycarbonat
Ansprechzeit $T_{63}$	< 15 s bei typ. 1 m/s
Zubehör	Haltewinkel für Wandmontage, siehe Katalog 2011/12, Seite 09.05 Best. Nr. ZB9600W

**2. FHAD 36 RICx**

Anschlusskabel mit digitalem ALMEMO®-D Messmodul im ALMEMO® Stecker	Hochtemperatur-Fühlerkabel und Steckeranschluss	Feuchte-/Temperatur-Industriefühler
---	---	-------------------------------------

Ausführung/Bauform	Beschreibung	Bestellnr.
	Industrie-Feuchte-/Temperaturfühler mit Filterträger, Hochtemperatur-Fühlerkabel und Steckeranschluss	<b>FHAD36RIC102</b> <b>FHAD36RIC105</b> <b>FHAD36RIC102L05</b> <b>FHAD36RIC105L05</b>
	inkl. Edelstahl-Drahtgewebefilter-Einsatz	
	inkl. Anschlusskabel mit ALMEMO®-D Stecker	
	Fühlerkabel L = 2 m, Anschlusskabel L = 2 m	
	Fühlerkabel L = 5 m, Anschlusskabel L = 2 m Fühlerkabel L = 2 m, Anschlusskabel L = 5 m Fühlerkabel L = 5 m, Anschlusskabel L = 5 m	
	Zusätzliche Filtereinsätze siehe Punkt „Auswahl des Filters (Sensorschutz)“	

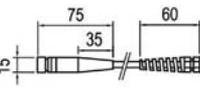
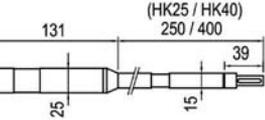
**Technische Daten FHAD 36 RICx:**

Einsatzbereich	-100...+200°C
Fühlerlänge	100 mm (Längen 250/400/550/700 mm auf Anfrage)
Fühlergehäuse-Material	PPS
Filterträger	Messing vernickelt
Filtereinsatz	Edelstahl-Drahtgewebe
Ansprechzeit $T_{63}$	< 10 s bei typ. 1 m/s ohne Filter

## Zubehör:

	Montageverschraubung für 15 mm Fühler: Messing vernickelt, Gewinde M20x1,5, Viton®-Dichtung, bis 200°C Best. Nr. ZB9636KV
	Montageflansch: Stahl vernickelt, Durchmesser 80 mm Best. Nr. ZB9636F

## 3. FHAD 36 RHKx

		
Anschlusskabel mit digitalem ALMEMO®-D Messmodul im Stecker	Fühlerkabel und Steckeranschluss	Feuchte-/Temperatur-Handfühler

Ausführung/Bauform	Beschreibung	Bestellnr.
	Hochtemperatur-Handfühler mit Filterträger, 2 m Fühlerkabel und Steckeranschluss Einsatzbereich bis 150°C, Fühlerlänge = 250 mm Einsatzbereich bis 200°C, Fühlerlänge = 400 mm	<b>FHAD36RHK25</b> <b>FHAD36RHK40</b>
	inkl. Edelstahl-Drahtgewebefilter-Einsatz	
	inkl. Anschlusskabel mit ALMEMO®-D Stecker, Anschlusskabel Länge = 0,3 m,	
	Zusätzliche Filtereinsätze siehe Punkt „Auswahl des Filters (Sensorschutz)“	

## Technische Daten FHAD 36 RHKx:

Einsatzbereich	-100...+150°C bzw. 200°C (siehe Ausführg.)
Fühlerlänge	250 mm bzw. 400 mm
Einsatzbereich der Elektronik im Handgriff	-40...+85°C
Fühlergehäuse-Material	Schaft: PPS, Handgriff: POM
Filterträger	Messing vernickelt
Filtereinsatz	Edelstahl-Drahtgewebe
Ansprechzeit T <sub>63</sub>	< 10 s bei typ. 1 m/s ohne Filter

**Gemeinsame techn. Daten FHAD 36 RSx, FHAD 36 RICx, FHAD 36 RHKx :**

Einsatzbereich	je nach Fühlertyp, siehe auch Punkt „Auswahl des Feuchte-/Temperaturfühlers
<b>Feuchte-Messkreis</b>	
Sensor	kapazitiv
Messbereich	0...100 % r.F.
Justiert	bei 23°C und 10 %, 35 %, 80 % r.F.
Genauigkeit bei 23°C	±1,3 % r.F.
Wiederholbarkeit	0,5 % r.F.
Langzeitstabilität	< 1 % r.F. / Jahr
<b>Temperatur-Messkreis</b>	
Sensor	Pt100 1/3 Klasse B
Messbereich	-100...200°C
Genauigkeit bei 23°C	±0,2 K
Wiederholbarkeit	0,05°C
Langzeitstabilität	<0,1°C / Jahr
Einsatzbereich Elektronik	im Fühlerstecker -40...+100°C, bei Handfühlern im Handgriff -40...+85°C
Fühlerspannungsversorgung	über ALMEMO® Gerät, ca. 12 mA
Fühleranschluss	am Fühler / Fühlerkabel Steckeranschluss (Material: Alu-Anticorodal, eloxiert), IP65
ALMEMO® Anschlusskabel	Fühlerkupplung mit Kabel, Länge 2 oder 5 m bzw. 0,3 m bei Handfühlern (Material TPU, -40...+90°C), mit ALMEMO®-D Stecker
Option OAD936RAP	Luftdrucksensor im ALMEMO® Stecker eingebaut Messbereich: 700 bis 1100 mbar Technische Daten wie FDAD12SA, siehe Seite 11.12

**Kalibrierung und Überprüfung**

Sowohl der Feuchte- und Temperatursensor als auch die entsprechende Elektronik sind sehr stabil und erfordern nach der werksseitigen Anfangsjustierung keine Kalibrierung.

Für maximale Genauigkeit sollte die Kalibrierung eines Fühlers alle 6 bis 12 Monate überprüft werden.

Anwendungen, wo der Fühler Verunreinigungen ausgesetzt ist, können häufigere Überprüfungen erforderlich machen.

Ebenso wird bei nicht plausiblen Messwerten eine werksseitige Prüfung des Fühlers empfohlen.

Da alle Abgleich- und Sensordaten im Fühler gespeichert sind, können Werks- oder DKD-Kalibrierungen eines Fühlers unabhängig von Anschlusska-

bel und ALMEMO® Messgerät durchgeführt werden, ohne die Genauigkeit der gesamten Messkette zu beeinflussen.



**Alle Ausführungen FHAD 46x, FHAD 36 RSx, FHAD 36 RICx und FHAD 36 RHKx werden inkl. Hersteller-Prüfschein ausgeliefert !**

### Richtlinien für beste Messergebnisse bei fester Installation

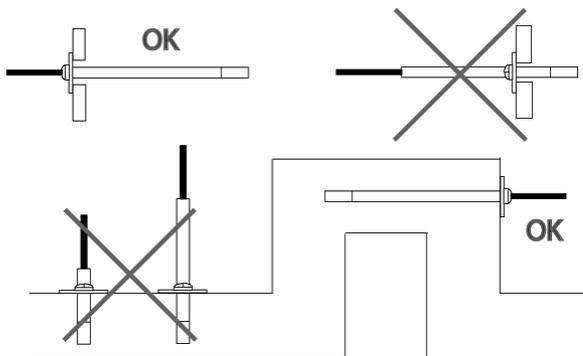
Installieren Sie den Fühler an einem Ort, wo die Feuchte- Temperatur- und Druckverhältnisse für die zu messende Umgebung repräsentativ sind. Folgendes ist zu vermeiden:

- Fühler zu nahe an Heizelement, Kühlschlange, kalter oder warmer Wand, direkte Sonneneinstrahlung etc.
- Fühler zu nahe an Dampf-Injektor, Befeuchter, oder direkter Niederschlag. usw.
- Instabile Druckverhältnisse bei großen Luftturbulenzen.

Bei Wandmontage des Fühlers ist dieser nicht direkt über einem Wärme erzeugenden Element des Gerätes wie z.B. Messumformer oder Ethernet-Adapter (Aufsteigen warmer Luft) zu montieren.

Nach Möglichkeit ist ein Ort zu wählen, an dem für gute Luftbewegung am Fühler gesorgt ist: Eine Luftgeschwindigkeit von mindestens 1 m/s beschleunigt und erleichtert die Anpassung des Fühlers an wechselnde Temperaturen.

**Bei Montage des Fühlers durch eine Wand ist der Fühler so weit wie möglich in die zu messende Umgebung einzutauchen.**



- Den Fühler so anordnen, dass sich kein Kondenswasser im Bereich der Anschlussleitungen des Sensors ansammeln kann. Installieren Sie den Fühler so, dass die Fühlerspitze nach unten zeigt. Wenn dies nicht möglich ist, installieren Sie ihn in horizontaler Position.
- Je nach Fühlermodell kann eine Fühler-Halterung (Montageflansch mit einer Konusverschraubung) die Wanddurchgangsmontage erleichtern.
- Wartungsarbeiten können vereinfacht werden, wenn neben dem Füh-

ler eine Wartungs-Öffnung vorbereitet wird. Während der Wartung kann so einfach ein Referenzfühler (Kalibrator) eingeführt werden. Die Öffnung sollte die gleiche Größe haben wie die zur Installation des Fühlers. Ein Halter für den Referenzfühler kann montiert werden.

### **Richtlinien für beste Messergebnisse mit Handfühlern**

Die häufigste Fehlerquelle bei der Messung der relativen Feuchte ist ein Temperaturunterschied zwischen dem Fühler und der Umgebung.

Bei einer relativen Feuchte von 50 %rF führt ein Temperaturunterschied von 1 °C üblicherweise zu einem Fehler von etwa 3 % in der relativen Feuchte. Bei Verwendung eines Feuchtefühlers mit einem Handmessgerät hat es sich bewährt, die Anzeige auf Temperaturstabilität zu überwachen. Beim Bewegen des Fühlers aus einem Bereich in einen anderen muss dem Fühler ausreichend Zeit gegeben werden, um sich der zu messenden Umgebung anzugleichen. In Extremfällen kann sich an den Sensoren Kondensat bilden, wenn der Fühler kälter ist als die Umgebung.

Solange der zulässige Feuchte- und Temperaturbereich des Sensors eingehalten wird, hat die Kondensatbildung keinen Einfluss auf die Kalibrierung des Sensors. Der Sensor liefert jedoch erst dann wieder gültige Messwerte, wenn er völlig trocken ist.

Stehende Luft ist ein ausgezeichneter Isolator. Wenn sich die Luft nicht bewegt, können selbst in kleinen Abständen erstaunliche Unterschiede in der Temperatur und der Feuchte auftreten. Daher sorgt eine Zwangsbelüftung des Fühlers im Allgemeinen für schnellere und genauere Messungen.

### 3.3.3 Psychrometer

#### Messprinzip

Ein Psychrometer ist ein Präzisionsgerät mit zwei genauen Temperaturfühlern zur Bestimmung aller Feuchtegrößen. Einer der Fühler ist mit einem Baumwollstrumpf überzogen, der aus einem Wasservorratsbehälter ständig feucht gehalten und durch einen Luftstrom abgekühlt wird. Ist der eingebaute Ventilator nach Anstecken der Stromversorgung in Betrieb, so kühlt sich der befeuchtete Temperaturfühler je nach Lufttemperatur und Feuchte um einen ganz bestimmten Betrag ab. Aus dieser psychrometrischen Temperaturdifferenz lässt sich nach der Sprung'schen Formel der Wasserdampfpartialdruck und so alle mit der Luftfeuchte zusammenhängenden Größen berechnen:

<b>Partialdampfdruck [mbar]</b> (siehe auch 3.3.1)	$VP = SVP(HT) - C \cdot SP \cdot (TT - HT)$ $C = 0.00066 \cdot (1 + 0.00115 \cdot HT)$ $SP = \text{Luftdruck [mbar]}$
---	---

#### Messen

Die Feuchtegrößen können nur richtig berechnet werden, wenn die beiden Temperaturen ständig erfasst werden. Beim Ntc-Psychrometer wird dies automatisch durch abwechselnde Abfrage der beiden intergrierten Ntc-Sensoren erreicht. Bei Pt100-Fühlern muss die Erfassung der beiden Temperaturen durch manuelle, zyklische oder kontinuierliche Messstellenabfrage gewährleistet werden.

Die richtige Messungen ist die sachgemäße Handhabung des Psychrometers sehr wichtig. Beachten Sie deshalb unbedingt folgende Hinweise:

1. Nach dem Anlaufen des Ventilators dauert es ca. 20-30s bis der Feuchte-temperaturfühler abgekühlt ist. Erst danach erhalten Sie stabile Feuchtwerte.
2. Stellen Sie sicher, dass der Feuchtefühlers immer ausreichend befeuchtet ist. Im Zweifelsfall die Befeuchtung des Baumwollstrumpfes oder Doctes durch Sichtkontrolle prüfen. Verwenden Sie zur Befeuchtung des Doctes immer destilliertes Wasser. Andernfalls könnte der Docht verkalken.
3. Nur beim Handpsychrometer: Halten Sie den Psychrometergeber bei der Messung nach Möglichkeit so, dass der Wassertank unterhalb des Fühlers liegt und sich keine zusätzlichen Wassertropfen am Docht bilden. Wassertropfen am Trockenfühler oder im Ansaugrohr würden das Messergebnis verfälschen.
4. Wenn der Docht kein Wasser mehr annimmt (Verschmutzung oder Austrocknung), wechseln Sie den Baumwollstrumpf.
5. Die Luftgeschwindigkeit an der Ansaugöffnung muss mind. 2 m/s betragen. Achten Sie deshalb darauf, dass die Luftansaugung nicht behindert wird.
6. Nur beim Handpsychrometer: Wenn das BAT - Zeichen im Display erscheint, reicht die Versorgungs- spannung des Lüfters nicht mehr aus und er erzeugt nicht mehr genug Luftgeschwindigkeit in der Ansaugöffnung. Wechseln Sie die Batterie aus.
7. Vermeiden Sie eine Erwärmung des Messkopfes durch fremde Wärmequellen oder den eigenen Körper.

### Luftdruckkompensation

Bei der Berechnung des Partialdampfdruckes und auch des Mischungsverhältnisses geht der aktuelle Luftdruck SP in das Messergebnis ein und übt vor allem bei entsprechender Meereshöhe einen beachtlichen Einfluss aus. Deshalb kann der aktuelle Luftdruck zur Kompensation eingegeben oder sogar gemessen werden (s. 6.2.6). Die Eingabe über die Tastatur ist in der Bedienungsanleitung des jeweiligen Gerätes beschrieben.

### Im ALMEMO® Fühlerprogramm gibt es 3 Psychrometer:

1. Handpsychrometer mit 2 Ntc's FN A846 (0...60°C), (Wasser, kein Eis)
2. Stationäres Psychrometer mit 2 Ntc's FN A846-3 (0...90°C), (Wasser, kein Eis)
3. Stationäres Psychrometer mit 2 Pt100 FP A836-3 (0...90°C), (Wasser, kein Eis)

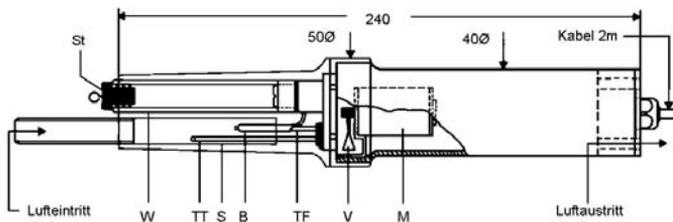
3

#### 3.3.3.1 Handpsychrometer

##### Ntc-Psychrometer FN A846:

Der Fühler für die Trockentemperatur TT ist auf den ersten Messkanal und der für die Feuchttemperatur HT auf den zweiten Messkanal festgelegt. Die Rechengrößen Dampfdruck VP, rel. Feuchte RH, Taupunkttemperatur DT, Mischungsverhältnis MH und Enthalpie h können auf jeden Kanal als Messbereich programmiert werden, aber die ersten beiden Kanäle müssen in jedem Fall belegt sein (RH allein geht nicht!)

Messgrößen	Bez.	ALMEMO® Messbereiche			Bereich	Dim
Trockentemperatur	TT	-30.00 ...	100.00	°C	Ntc	°C
Feuchttemperatur	HT	-30.00 ...	100.00	°C	P Ht	°C
Taupunkttemperatur	DT	-25.0 ...	100.0	°C	P dt	°C
Relative Feuchte	RH	0.0 ...	100.0	% rH	P rH	%H
Mischungsverhältnis	MH	0.0 ...	500.0	g/kg	P AH	gk
Partialdampfdruck	VP	0.0 ...	1050.0	mbar	P UP	mb
Enthalpie	h	0.0 ...	400.0	kJ/kg	P En	kJ



##### Handpsychrometer FN A846

M = Motor

V = Ventilatorflügel

TT = Trockentemperaturfühler

TF = Feuchttemperaturfühler

B = Baumwolldocht

S = Strahlungsschutz

W = Wassertank

St = Stopfen mit Druckdorn

### **Wassertank füllen für Handpsychrometer**

Zur Befeuchtung des Feuchttemperaturfühlers ist in Psychrometern ein Wassertank eingebaut. Je nach Ausführung wird er unterschiedlich befüllt.

1. Gummistopfen (St) abziehen und destilliertes Wasser eingießen.
2. Wassertank mit Stopfen (Draht abgezogen) verschließen.
3. Plexiglashaube abziehen und Psychrometern in eine Lage bringen, bei der der Wassertank oberhalb der Temperaturfühler liegt.
4. Wassertank nach links drehen (ca. 2-3mm), wodurch die Wasserzufuhr zum Baumwollstrumpf eingeleitet wird. Wenn der Baumwollstrumpf ein dunkleres und leicht glänzendes Aussehen erhält, Wassertank 1-2mm nach rechts drehen und dadurch die Wasserzufuhr drosseln.
5. Psychrometer in eine senkrechte Stellung bringen und beobachten, ob sich ein Wassertropfen bildet. Falls dies der Fall ist, Wassertropfen abtupfen. Sollte sich anschließend abermals ein Wassertropfen bilden, Wassertank nochmals ein wenig nach rechts drehen.
6. Plastikhaube wieder aufsetzen und Messung durchführen.
7. Nach den Messungen Draht in Verschlussstopfen einsetzen und Wassertank 1-2mm nach rechts drehen, um damit die Wasserzufuhr zum Baumwollstrumpf zu drosseln.

Unter bestimmten Bedingungen kann es zu einer Verkeimung des Wassers im Tank kommen. Deshalb muss der Tank ca. alle 6 Wochen gereinigt werden. Bei längeren Betriebspausen oder zum Transport sollte der Tank entleert werden.

### **Baumwolldocht wechseln für Handpsychrometer**

Ein verschmutzter bzw. verkrusteter Baumwolldocht ist nicht mehr einwandfrei durchfeuchtet und verfälscht den Messwert. Je nach Luft- und Wasserreinheit muss er deshalb regelmäßig gewechselt werden.

1. Haube (Plexiglas) vom Psychrometern abziehen.
2. Wassertank abschrauben.
3. Baumwolldocht mit Gummi- und Plastikscheibe aus dem Boden des Wasserbehälters herausnehmen.
4. Neuen Baumwolldocht mit dem offenen Ende durch die Löcher der Gummi- und Plastikscheibe fädeln.
5. Fühlerspitze des kurzen Fühlers durch das Loch, 3 cm vor dem Ende, hindurchstecken, so dass sie an der abgebundenen Stelle fest anliegt. Baumwollstrumpf anschließend zusammen mit den aufgefädelten Scheiben auf den Boden des Wasserbehälters legen.
6. Wasserbehälter aufschrauben.

### 3.3.3.2 Stationäre Psychrometer FPA 836-3; FNA 846-3

#### Pt100-Psychrometer FPA 836-3:

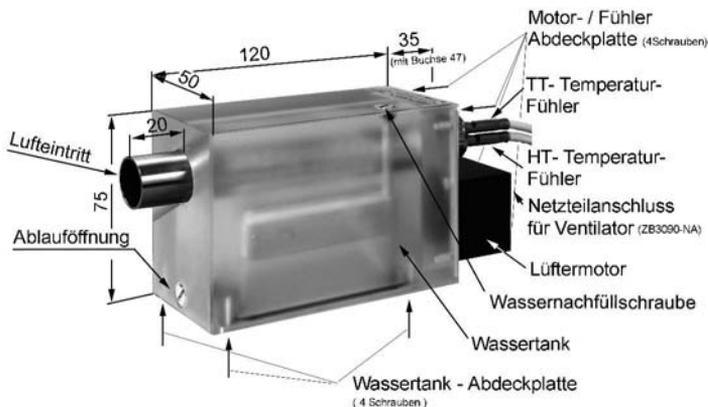
An jedes ALMEMO® Messgerät mit mind. 2 Eingangsbuchsen kann ein Psychrometer mit Pt100-Fühlern für Feucht- und Trockentemperatur angeschlossen werden. Alle Psychrometer-Messbereiche zur Bestimmung von Feuchtegrößen werden dabei unterstützt. Die beiden Pt100-Fühler müssen hintereinander angeordnet und den Bereich P204 aufweisen, die Feuchtegrößen müssen im zweiten Fühler auf dem 2. bis 4. Kanal programmiert werden:

Fühler	Mst	Bereich	Größe	Erklärung
Pt100	Mx:	P204	HT	Feuchttemperatur in °C *)
Pt100	Mx+1:	P204	TT	Trockentemperatur in °C *)
	1. Kanal	P rH	RH	Rel. Feuchte in %H
	2. Kanal	P dT	DT	Taupunkttemperatur in °C
	bis	P AH	MH	Mischungsverhältnis in g/kg
	4. Kanal	P UP	VP	Partialdampfdruck in mbar
		P En	h	Enthalpie in kJ

\*) Feucht- und Trockentemperaturfühler dürfen nicht vertauscht werden!

#### Programmierung Ntc-Psychrometer FNA 846-3:

Die Programmierung erfolgt analog dem Handpsychrometer, unter Punkt 3.3.3.1 Programmierung Ntc-Psychrometer FNA 846 auf Seite 3-3-8.



#### Wassertank füllen für stationäre Psychrometer:

1. Wassernachfüllschraube öffnen
2. Destilliertes Wasser mit Hilfe der mitgelieferten Spritzflasche in den Wassertank einfüllen.
3. Nachfüllschraube wieder eindrehen und Messung durchführen.

Unter bestimmten Bedingungen kann es zu einer Verkeimung des Wassers im Tank kommen. Deshalb muss der Tank ca. alle 6 Wochen gereinigt werden.

Bei längeren Betriebspausen oder zum Transport sollte der Tank entleert werden.

### Dochtwechsel für stationäre Psychrometer

Ein verschmutzter bzw. verkrusteter Baumwolldocht ist nicht mehr einwandfrei durchfeuchtet und verfälscht den Messwert. Je nach Luft- und Wasserreinheit muss er deshalb regelmäßig gewechselt werden.

1. Wassertank entleeren (siehe oben)
2. Wassertankabdeckplatte abschrauben
3. Motor- / Fühler- Halteplatte abschrauben und alten Docht vom HT-Fühler abziehen
4. Neuen Docht wassertankseitig ins Psychrometerrohr einführen und über HT-Fühler ziehen
5. Motor- / Fühler- Halteplatte anschrauben
6. Docht von Wassertankseite straff ziehen, Wassertankabdeckplatte anschrauben und Wassertank füllen.

### Technische Daten

	FN A 846	FN A 846-3	FP A 836-3
Feuchtemessbereich	10 bis 100% rH		
Genauigkeit bei Nennbedingungen	±1 %rH		
Temperaturfühler	2 mal NTC Typ N (10 k bei 25°C)		2 mal Pt100
Genauigkeit	0 bis 70°C: ±0.1°C, 70 bis 90°C: ±0.4°C		PT100 nach DIN/EC 751
Betriebstemperatur	0 bis +60°C	0 bis +90°C	
Reproduzierbarkeit	< 1% rH		
Nennbedingungen	25°C ±3°C, 1013 mbar, 50% rH		
Luftgeschwindigkeit	ca. 2.5 m/s		
Betriebsspannung	9 V DC über ALMEMO® Gerät	12 V DC über externes Steckernetzteil ZB3090NA (optional: Netzteilverlängerungskabel 5 m ZB5090VK05)	
Stromverbrauch	ca. 10 mA	ca. 40 mA	
Abmessungen, Gehäuse	50 mm Ø, 245 mm lang Kunststoff	175 x 50 x 75 mm Kunststoff (ab 2003: Polycarbonat)	
Gewicht	ca. 300 g	ca. 890 g	

### 3.3.4 Materialfeuchtesonden

#### Grundlagen der Materialfeuchtemessung

Die Materialfeuchte spielt bei der Verarbeitung von Baustoffen, Holz und Papier wie auch der Beurteilung von Bodenqualitäten eine wichtige Rolle.

Sie kann mit sehr vielen Feuchtemessverfahren bestimmt werden. Die wichtigsten sind folgend aufgezählt:

Direkte Messverfahren:	Indirekte Messverfahren:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravimetrische Methode (Darr-Methode)</li> <li>• Calciumcarbid-Verfahren (analytisch)</li> <li>• Karl-Fischer-Verfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrowellen-Messverfahren</li> <li>• Infrarotreflexion/-absorption</li> <li>• Luftfeuchteausgleichverfahren</li> <li>• Feuchtemessung mit TDR (Wellenausbreitungsgeschwindigkeit)</li> <li>• Tensiometer (Bodenfeuchte, Kapillarkräfte im Boden)</li> <li>• Kapazitive Verfahren</li> <li>• Leitfähigkeitsmessverfahren</li> </ul>

Kapazitive- und Leitfähigkeitsmessmethoden eignen sich besonders für schnelle Vergleichsmessungen. Feuchtigkeitsunterschiede können zerstörungsfrei ermittelt und Problembereiche dadurch schnell erkannt werden. Die Messwerte sind jedoch von verschiedenen Faktoren abhängig. Insbesondere Dichteschwankungen, unterschiedliche Inhaltsstoffe, Schwankungen in der Salzkonzentration bzw. Schichtdicke beeinflussen das Messergebnis. Die Messwerte dürfen deshalb normalerweise nicht als Absolutwerte interpretiert werden, es sei denn man verwendet immer das gleiche Material und führt zur Kalibrierung eine Referenzmessung durch.

Die Materialfeuchte kann durch verschiedene Kennwerte dargestellt werden:

**– Feuchtegehalt bzw. Wassergehalt**

ist das Verhältnis der Masse des im Stoff enthaltenen Wassers zur Masse des wasserfreien Stoffes

Formel: 
$$u_m = \frac{m_w}{m_{tr}} = \frac{(m - m_{tr})}{(m - m_w)}$$

**– Feuchteanteil bzw. Wasseranteil**

ist das Verhältnis der Masse des im Stoff enthaltenen Wassers zur Gesamtmasse des Stoffes

Formel: 
$$\psi_m = \frac{m_w}{m} = \frac{(m - m_{tr})}{(m_w + m_{tr})}$$

**– Feuchtegehalt volumenbezogen**

ist das Verhältnis des Volumens des im Stoff enthaltenen Wassers zum Volumen des wasserfreien Stoffes

Formel: 
$$u_v = \frac{V_w}{V_{tr}} = \frac{m_w}{V_{tr}} = u_m * \rho_{tr}$$

**– Feuchteanteil volumenbezogen**

ist das Verhältnis des Volumens des im Stoff enthaltenen Wassers zum

Gesamtvolumen des Stoffes

$$\text{Formel: } \psi_V = \frac{V_w}{V} = \frac{m_w}{V} = \psi * \rho$$

**Trockenmasseanteil**

ist das Verhältnis der Trockenmasse zur Gesamtmasse

$$\text{Formel: } T = \frac{m_{tr}}{(m_{tr} + m_w)} = 1 - u_m$$

**– Absolute Trockenheit**

- $m_w$  = Masse des Wassers
- $m_{tr}$  = Masse des wasserfreien Stoffes (Masse des trockenen Materials)
- $m$  = Gesamtmasse der Probe (Masse des feuchten Materials)
- $V_w$  = Volumen des Wassers
- $V_{tr}$  = Volumen des wasserfreien Stoffes (Volumen des trockenen Materials)
- $V$  = Gesamtvolumen der Probe
- $\rho$  = Dichte der Probe
- $\rho_{tr}$  = Dichte der wasserfreien Probe

**Normung**

Für absolut genaue Messungen ist die **Trockenschrank- bzw. Darr-Methode** unerlässlich. Dabei wird eine Materialprobe entnommen, gewogen und im Trockenschrank getrocknet, bis keine Gewichtsveränderung mehr feststellbar ist. Aus dem Gewichtsunterschied kann nun der Feuchtegehalt genau berechnet werden.

Dabei kommen je nach der Art des Materiales unterschiedliche Berechnungsmethoden zum Einsatz:

Holz (DIN 52183)	$u = 100\% * (NG - TG) / TG$
mineralische Baustoffe (DIN EN ISO 12570)	$u = 100\% * (NG - TG) / TG$
Papier und Pappe (DIN EN 20287)	$u = 100\% * (NG - TG) / NG$
Leder (DIN 53304)	$u = 100\% * (NG - TG) / NG$

NG = Nassgewicht  
TG = Trockengewicht

## Berechnung des massebezogenen Feuchtegehaltes in Baustoffen

$$u_m \text{ in } \% = \frac{(m_f - m_{tr})}{m_{tr}} * 100$$

$$u_m \text{ in } \% = \frac{f_v}{\rho} * 1000$$

- $u_m$  = massebezogener Feuchtegehalt des Materials in [%]  
 $u_v$  = volumenbezogener Feuchtegehalt des Materials in [%]  
 $m_f$  = Masse des feuchten Materials in [kg]  
 $m_{tr}$  = Masse des trockenen Materials in [kg]  
 $\rho$  = Rohdichte des Materials in [kg/m<sup>3</sup>]

Die Rohdichte ( $\rho$ ) bezeichnet das Verhältnis der Masse eines Stoffes zu seinem Volumen einschließlich der Eigen- bzw. Zellporen. Die Rohdichte ist eine der wichtigen Kenngrößen für die Beurteilung von Festigkeit, Wärmeleitfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit u.a. von Baustoffen.

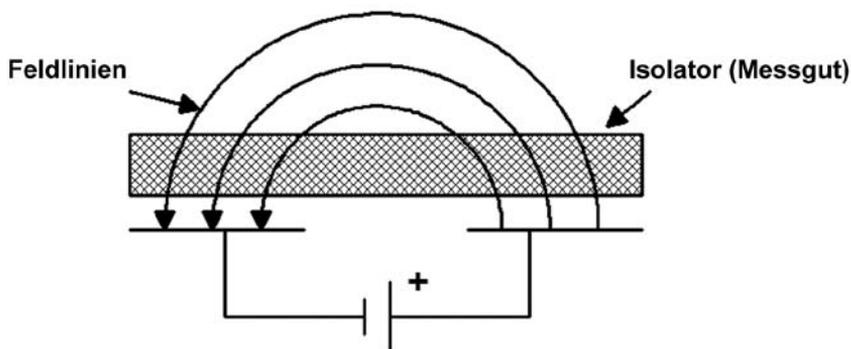
### 3.3.4.1 Kapazitive Materialfeuchtesonde

#### für mineralische Baustoffe, Hölzer, Papier und Pappe

##### Messprinzip

Der ALMEMO® Materialfeuchtegeber FH A696-MF nutzt die hohe Dielektrizitätskonstante von Wasser ( $\epsilon_r=80$ ) zur sekundenschnellen Bestimmung der Feuchtigkeit in mineralischen Baustoffen, Holz, Papier und Pappe. Ein hochfrequentes elektrisches Feld durchdringt das zu messende Material und erzeugt durch Kapazitätsmessung (offener Kondensator) ein Spannungssignal, das der Materialfeuchte proportional ist.

Die Eindringtiefe des Messfeldes in das zu messende Material beträgt ca. 25mm, wobei die Feuchtigkeit auch tieferliegender Schichten mit erfasst wird.



##### ALMEMO® Materialfeuchtesonde

Die Messsonde FH A696-MF wird einfach an ein ALMEMO® Messgerät angeschlossen und ist sofort einsetzbar. Zeitraubende Messvorbereitungen sind nicht notwendig. Die Messsonde wird nur auf die Oberfläche des Prüflings aufgelegt und die Feuchtigkeit kann sofort abgelesen werden. Um eine möglichst hohe Genauigkeit zu erreichen, kann das jeweilige Material am ALMEMO® Messgerät eingestellt werden.

##### Materialauswahl

Für die folgenden Materialarten sind 3 Messkanäle eingerichtet, individuell abgeglichen und mit einer charakteristischen Dimension versehen:

Messkanal	Auflös.	Dim	Bereich	Exp.	Basiswert
1. Mineralische Baustoffe	0.1 %	B%	d2600	3	vgl. Material
2. Holzarten	0.1 %	H%	d2600	3	vgl. Material
3. Papier und Pappe	0.1 %	P%	d2600	3	vgl. Material

Bei jeder Materialart gibt es eine Reihe von Materialgruppen, die durch einen spezifischen Offset gekennzeichnet sind. Dieser Offset muss im Messgerät als BASISWERT entsprechend der folgenden Tabellen eingegeben werden:

Mineralische Baustoffe:

Gruppe	Material	Basiswert
B1	Ytong	0.0
B2	Ziegel, Putz, Wandfliesen	2.5
B3	Sand, Zement, Eternitplatten, Bodenplatten, Anhydrit-Estrich	5.0
B4	Zementestrich, Beton	6.0
B5	Marmor	7.0

Holzarten:

Gruppe	Material	Basiswert
H1	Balsa	0.0
H2	Abachi, Samba	1.0
H3	Fichte, Gabun, Ilomba, Lauan, Meranti hell, Oregon, Pappel, Red-Pine, Tanne	2.0
H4	Carolinapine, Kiefer, Limba, Linde, Rosskastanie, Silberweide, Zeder	3.0
H5	Ahorn, Birke, Buche, Esche, Kirsch, Nuss, Pitsch-Pine, Roteiche, Ramin, Sipo, Teak, Ulme	4.0
H6	Apfel, Birne, Stiel- und Traubeneiche, Zebrano, Meranti dunkel, Merbau, Padouk, Weißbuche	5.0
H7	Hartfaserplatte, Jarrach, Keruing, Macore, Mahagony, Red Balau, Wenge	6.0
H8	Bongossi, Cocobolo, Ebenholz, Schlangenhholz	7.0

Bei dieser Gruppe muss außer dem Basiswert auch die Steigung auf 0.9 geändert werden!

Papier und Pappe:

Gruppe	Material	Basiswert
P1	Filterpapier, Seidenpapier	2.0
P2	Halbzellstoff, Krepp-Papier, Schrenzpapier, Testliner	2.5
P3	Verpackungspapier, Wellenpapier	3.5
P4	Kraftpapier	4.5
P5	Offsetpapier	5.5

### Basiswert programmieren

Die Programmierung erfolgt nach folgendem Schema:

1. Mit der Messstellenauswahltaaste einen der drei Kanäle für die gewünschte Materialart (z. B. Kanal 2 mit H% für Hölzer) wählen.
2. Funktion BASIS anwählen.
3. Gewünschten Basiswert programmieren. Die Eingabe einer Steigungskorrektur erfolgt nach dem gleichen Schema (z.B. 0.9 für Gruppe H8).

### Nullpunktkorrektur

Da die Umgebungsbedingungen die kapazitive Messung der Materialfeuchte stark beeinflussen, sollte der Nullpunkt vor jeder Messung überprüft und bei Bedarf korrigiert werden.

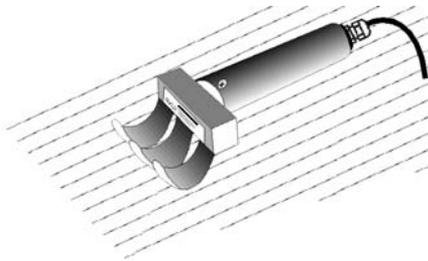
1. Sonde frei in die Luft halten. Das Messgerät muss den eingestellten BA-

SISWERT als negativen Messwert anzeigen.

2. Ist das nicht der Fall, nacheinander die Tasten EINGABE,  $\pm$  drücken, um den Messwert zu korrigieren.

### Messvorgang

1. Messgerät einschalten.
2. Mit der Messstellenumschaltertaste die Materialart Baustoffe B%, Holz H% oder Papier P% einstellen.
3. Zur Änderung der Materialgruppe BASISWERT, gegebenenfalls die STEIGUNGSKORREKTUR entsprechend eingeben.
4. Nullpunkt überprüfen und gegebenenfalls korrigieren.
5. Sonde mit den Fühlern so auf das Material auflegen, dass die Messung quer zur Struktur des Materials (z.B. Maserung des Holzes) erfolgt.



 Zur Messung den Kunststoff-Haltegriff am hinteren Ende anfassen (um eine Beeinflussung der Messung zu vermeiden, soll die Hand nicht in die Nähe des Sondenkopfes kommen, bzw. diesen nicht berühren).

6. Messwert ablesen. Zum Festhalten des Maximalwertes kann die Funktion MAXWERT des Messgerätes nützlich sein.

### Dünne Materialien

Für Materialien, die dünner als 25mm sind (Sperrholz, Rigipsplatten, Papier), ist die Empfindlichkeit der Sonde zu gering (d.h. der Messwert ist zu niedrig). Man kann jedoch Vergleichsmessungen vornehmen und zu nasse Materialien herausfinden. Um die Feuchtigkeit in dünnem Material genau zu bestimmen, muss am Stapel bzw. Rolle gemessen werden. Metallplatten sind als Unterlagen zu vermeiden, da sonst der Messwert durch die Tiefenwirkung verfälscht wird.



Da Material-Faktoren wie Schichtdicke, Materialdichte, Trocknungs-umstände bei jeder Anwendung anders sind, ist es generell nicht möglich, den tatsächlichen Feuchtigkeitsgehalt eines Materials auf einer großen Fläche exakt zu bestimmen. Aufgrund unterschiedlichster Voraussetzungen vor Ort, die wir nicht kennen, kann aus Folgeschäden kein Haftungsanspruch gegen uns abgeleitet werden.

## Überprüfung der Sonden

Zur Überprüfung des Sondenabgleiches gibt es 2 Justiermodule:

- ZB 9696-PE05 für den Baustoffkanal
- ZB 9696-PE30 für den Holz- und Papierkanal

Sie bestehen aus einem Kunststoff, dessen dielektrische Eigenschaft bei 0°C bis +30°C über Jahre hinaus konstant bleiben.

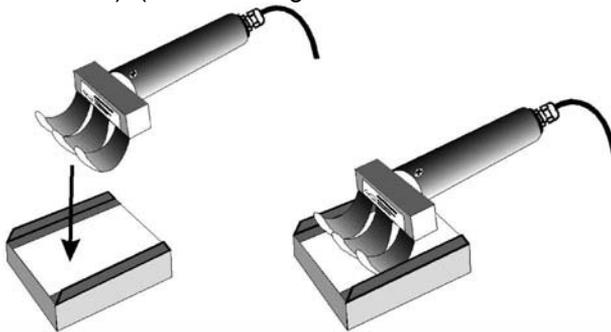
## Prüfbedingungen

Die Überprüfung der Sonden mit dem Justiermodul sollte in einem geschlossenen Raum bei einer Zimmertemperatur zwischen 15°C und 25°C erfolgen. Messgerät, angeschlossene Sonde und Justiermodul müssen mindestens 1 Stunde in diesem Raum gelagert werden, bevor die Prüfung durchgeführt werden kann. Die Sonde muss sauber und trocken sein.

3

## Justieranleitung

1. Programmierte Basiswerte löschen
2. Justiermodul mit der Aluminium-Seite nach unten auf einen Tisch legen.
3. Zur Messung des Nullpunktes, Sonde in die Luft halten. Die entsprechende Ausgangsspannung wird gemessen. Zeigt das Messgerät einen anderen Wert als Null an, nacheinander die Tasten EINGABE, ± drücken, um den Messwert zu korrigieren.
4. Sonde wie in der Abbildung gezeigt auf das Justiermodul drücken (Anpresskraft ca. 10 N). (Zur Messung siehe Hinweis auf Seite 3-3-16)



5. Die nun auftretende Ausgangsspannung, abzüglich des ermittelten Nullpunktwertes, ist ein Maß für die Empfindlichkeit der Sonde.
6. Wenn der Basiswert gelöscht ist, müssen beim Aufsetzen der Sonde folgende Kontrollwerte angezeigt werden:
 

Im 1. Kanal Mineralische Baustoffe	auf Testblock PE05:	9.0 B%
Im 2. Kanal Holzarten	auf Testblock PE30:	12.0 H%
Im 3. Kanal Papier und Pappe	auf Testblock PE30:	8.5 P%
7. Sollte der Kontrollwert grob vom Sollwert abweichen, dann kann mit der Funktion Steigungskorrektur (SK) der Korrekturfaktor eingegeben werden, oder im Werk der Abgleich erneuert werden.

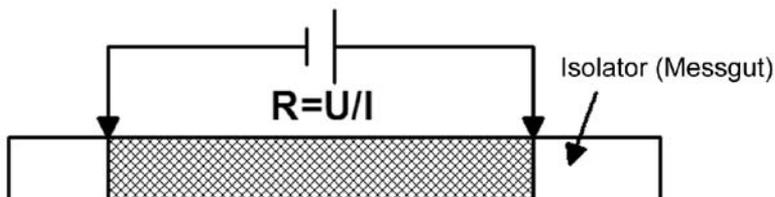
### Technische Daten

<b>Messverfahren</b>	<b>kapazitiv (Fa. Doser)</b>
Messbereich	Min. Baustoffe 0 bis 20 % Feuchte Hölzer 0 bis 50 % Feuchte Papiere 0 bis 20 % Feuchte
Gehäuse	Kunststoffgriff 40mm $\varnothing$ , 130mm lang
Anschlussblock	Aluminium/Kunststoff 20 x 25 x 70mm
Messkamm	nichtrostender Federstahl 0.5mm, 70 x 35mm
Gewicht	260 g
Nenntemperatur	15 bis 25°C
Einsatzbereich	0 bis +60 °C
Lagertemperatur	-20 bis +80 °C
Signalausgang	0 bis 2V
Spannungsversorgung	+8 bis +12V
Stromverbrauch	ca. 7mA

### 3.3.4.2 Leitwertsonde speziell für Holzfeuchte

#### Messprinzip

Die ALMEMO® Holzfeuchtesonde FH A636-MF arbeitet nach dem Leitwertprinzip. Dabei wird die Feuchtigkeitsabhängigkeit des elektrischen Widerstandes zur Bestimmung der Materialfeuchte ausgenutzt. Über die angespitzten Drahtelektroden, die in das Holz gedrückt werden, wird der elektrische Widerstand gemessen.



Der in den Sondenhandgriff eingebaute Mikroprozessor berechnet daraus die Materialfeuchte in Gewichtsprozent.

#### ALMEMO® Fühler

Die ALMEMO® Holzfeuchtesonde FH A636-MF ermöglicht die sekunden-schnellen Bestimmung der Holzfeuchte im Bereich 7-30%. Die Sonde besteht aus einem runden schwarzen Kunststoffgehäuse, an dem 2 Spannzangen angebracht sind. Zeitraubende Messvorbereitungen sind nicht notwendig. Die Messsonde wird einfach an ein ALMEMO® Messgerät angesteckt und ist sofort einsetzbar.

Messgröße	Messbereich	Auflös.	Dim	Bereich	Exp.
Holzfeuchte	7.0 ... 30.0	0.1 %	%	d2600	3

## Messvorgang

Bei der Messung muss darauf geachtet werden, dass die Elektroden während der Messung in das zu messende Material eingedrückt werden.

1. Elektroden der Sonde so in das Material eindrücken, dass die Messung quer zur Struktur des Materials (Holzmaserung) erfolgt.
2. Messgerät einschalten.
3. Messwert ablesen. Zum Festhalten des Maximalwertes kann die Funktion MAXWERT des Messgerätes nützlich sein.



Zur Vermeidung von Fehlmessungen bei Oberflächenfeuchtigkeit gibt es PTFE-isolierte Messspitzen : 1Stück ZB9636MFST (je Sonde werden 2 Stück benötigt)

3

## Auswechseln der Elektroden

Beim Wechseln der Elektroden muss das Spannfutter mit einem Gabelschlüssel (Spannweite 7mm) gehalten werden. Mit einem zweiten Gabelschlüssel (Schlüsselweite 7mm) kann nun die Spannmutter gelöst werden. Damit wird ein Verdrehen des Spannfutters und eine Beschädigung des Sondengriffes vermieden. Die Elektrode kann nun gewechselt werden. Beim Aufziehen der Spannmutter muss wieder darauf geachtet werden, dass sich das Spannfutter im Gehäuse nicht dreht.

## Kalibrierung der Sonde

1. Sonde in die Luft halten (kein Material an den Elektroden) und Kontrollwert bestimmen. Der Sollwert beträgt für Messungen in Luft 7.0%.
2. Zur Kalibrierung Eichwiderstand mit 1GΩ anschliessen und Kontrollwert bestimmen. Der Sollwert beträgt mit Referenzwiderstand 12.0%
3. Sollte der Kontrollwert grob vom Sollwert abweichen, dann kann mit der Funktion STEIGUNGSKORREKTUR (SK) der Korrekturfaktor eingegeben werden oder der Abgleich im Werk erneuert werden.

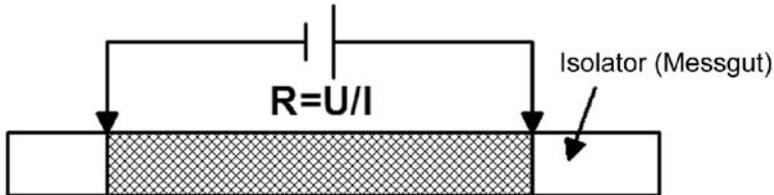
## Technische Daten

Messverfahren	Leitwertprinzip
Messbereich	7 bis 30 % Holzfeuchte
Gehäuse	Kunststoffgriff Ø 40mm , 130mm lang
Messspitzen	nichtrostender Stahl, unisoliert, Ø 3 mm, 50 mm lang
Gewicht	260 g
Wiederholgenauigkeit	± 1%
Nenntemperatur	23°C ±2°C
Einsatz-/Lagertemperatur	0 bis +60 °C / -20 bis +80 °C
Signalausgang	0 bis 2V
Spannungsversorgung	7.5 bis +12V
Stromverbrauch	max. 10mA

### 3.3.4.3 Holzfeuchtesonde für Langzeitmessungen

#### Messprinzip

Die ALMEMO® Holzfeuchtesonde arbeitet nach dem Leitwertprinzip. Dabei wird die Feuchtigkeitsabhängigkeit des elektrischen Widerstandes zur Bestimmung der Materialfeuchte ausgenutzt. Die im Lieferumfang enthaltene Edelstahl-Stockschrauben werden in das Holz eingeschraubt und der elektrische Widerstand zwischen ihnen gemessen.



Der im Elektronikgehäuse eingebaute Mikroprozessor berechnet daraus die Holzfeuchte in Gewichtsprozent.

#### Ausführung ALMEMO® Holzfeuchtesonde FHA 636 MF 10



Der Messstrom wird von der Sensorelektronik im Intervallbetrieb geschaltet (2 Minuten ein, 120 Minuten aus). Dadurch wird eine Materialversalzung bzw. Austrocknung im Holz zwischen den Elektroden verhindert. Spätestens 10 Sekunden nach dem Einschalten der Versorgungsspannung wird ein erster Messwert ausgegeben und 2 Minuten lang laufend aktualisiert. Danach bleibt der letzte Messwert bis zum Beginn des nächsten Intervalls gespeichert.

## Einsatz und Montage

Der Sensor ist für Langzeitüberwachungen der Holzfeuchte in Gebäudeholzkonstruktionen (z.B. Dachkonstruktionen aus Leimbinderträgern) konzipiert und an alle

ALMEMO® Datenlogger anschließbar.

Die 2 Edelstahl-Stockschrauben M4 werden in einem Abstand von 2,5 cm quer zur Holzfaserrichtung in das Holz eingeschraubt.



**Ein Betrieb der Geräte im SLEEP - Mode ist nicht möglich!**

## Technische Daten

Messverfahren	Leitwertprinzip
Messbereich	5 ... 50 % Feuchte (ca. 100 GΩ ... 10 kΩ)
Gehäuse	Metallgehäuse, L 65 x B 60 x H 35 mm mit Kabeldurchführungen
Messkabel	fest angeschlossen, 2 Sensorleitungen, PTFE-isoliert, Länge = 0,1 m (= max. mögliche Länge), mit Kabelschuhen in Ringform, Durchmesser 4 mm
Messspitzen	2 Edelstahl-Stockschrauben M4, Gesamtlänge = 60 mm, inkl. 4 Edelstahl-Muttern, 2 Edelstahl-Sicherungsscheiben
Montageabstand	2,5 cm quer zur Holzfaserrichtung
Einsatzbereich	0 bis +60 °C
Lagertemperatur	-20 bis +80 °C
Signalausgang	0,2 V entspricht 5 %, 2 V entspricht 50 % Holzfeuchte
Spannungsversorgung	über ALMEMO® Stecker
Anschlußkabel	PVC, Länge = 5 m, mit ALMEMO® Stecker

### 3.3.4.4 Materialfeuchtfühler zur Bestimmung des Wassergehaltes in Holz-Hackschnitzeln / -Pellets und Sägespänen

#### Allgemein

Es gibt eine Reihe von Methoden, um die Materialfeuchte bzw. den Wassergehalt von Granulaten mehr oder weniger genau zu messen, wie z.B. die Hygroskopische Methode, das Destillationsverfahren oder das Titrationsverfahren nach Karl Fischer.

#### Grundlagen Holzfeuchte und Wassergehalt

Eine ebenfalls sehr genaue Bestimmung erlaubt das sogenannte Darrverfahren:

Eine Holzprobe wird entnommen und gewogen. Anschließend wird sie bei einer Temperatur von  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  möglichst in einem ventilierten Ofen bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Durch die Bestimmung des durch die Trocknung eingetretenen Gewichtsverlustes wird die Wassermenge festgestellt, die ursprünglich im Holzkörper vorhanden war. Für die Praxis relevant sind die *elektrischen Holzfeuchtemessverfahren*, bei denen entweder der Ohmsche Widerstand oder die dielektrischen Eigenschaften des Materials ausgenutzt werden, z.B. Wasser ( $\epsilon_r = 80$ ) und Holz ( $\epsilon_r = 1 \dots 7$ ). Hierbei muss die Rohdichte des zu messenden Holzes berücksichtigt werden, zudem beeinflussen der Faserverlauf zwischen den Elektroden oder auch die Eindringtiefe der Elektroden bei beiden Verfahren die Messergebnisse.

#### Definition Holzfeuchte

$$u \text{ in } \% = \frac{m \text{ (Wassermasse im Holz)}}{m \text{ (Trockenmasse des Holzes)}} * 100$$

Bei frischem oder nassem Holz kann die Holzfeuchte weit über 100% betragen (siehe Beispiel 2).

##### Beispiel 1:

Einer Holzprobe mit einer Masse („Gewicht“) von 100 g werden 40 g Wasser entzogen. Danach wiegt die Holzprobe nur noch 60 g. Es liegt also ein Verhältnis von 40 g entzogenem Wasser : 60 g Restgewicht Holz vor.

Nach der Formel

$$u \text{ in } \% = \frac{m \text{ (Wassermasse im Holz)}}{m \text{ (Trockenmasse des Holzes)}} * 100 = \frac{40}{60} * 100 = 66,67$$

beträgt bei dieser Holzprobe die Feuchte 66,67 %.

##### Beispiel 2:

Einer Holzprobe mit einer Masse („Gewicht“) von 100 g werden 60 g Wasser entzogen. Danach wiegt die Holzprobe nur noch 40 g. Es liegt also ein Verhältnis von 60 g entzogenem Wasser : 40 g Restgewicht Holz vor.

Nach der Formel

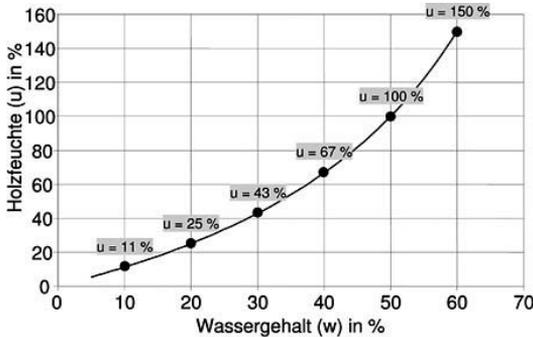
$$u \text{ in } \% = \frac{m \text{ (Wassermasse im Holz)}}{m \text{ (Trockenmasse des Holzes)}} * 100 = \frac{60}{40} * 100 = 150$$

beträgt bei dieser Holzprobe die Feuchte 150 %.

### Definition Wassergehalt

$$w \text{ in \%} = \frac{m \text{ (Wassermasse im Holz)}}{m \text{ (Gesamtmasse des feuchten Holzes)}} * 100$$

Der prozentuale Wassergehalt kann im Gegensatz zum prozentualen Holzfeuchtegehalt immer nur einen Wert < 100 % annehmen.



Die Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen Holzfeuchte ( u ) und Wassergehalt ( w )

3

### Holzfeuchte und Wassergehalt haben unterschiedliche Bedeutungen

In der Praxis darf die Holzfeuchte nicht mit dem Wassergehalt verwechselt oder gar gleichgesetzt werden; sie muss erst umgerechnet werden. Während sich die Holzfeuchte auf das Darrgewicht (absolut trockenes Holz) bezieht, beruht der Wassergehalt auf dem Verhältnis von Wasseranteil und Nassgewicht des Holzes (Gesamtmasse des feuchten Holzes). Untenstehende Tabellen stellen einfache Umrechnungsformeln dar, wie der Wassergehalt aus der Holzfeuchte und umgekehrt errechnet werden kann.

#### Umrechnungsformeln

Wassergehalt w (%) aus Holzfeuchte u (%)

$$w = \frac{u}{100 + u} * 100$$

Holzfeuchte u (%) aus Wassergehalt w (%)

$$u = \frac{w}{100 - w} * 100$$

#### Umrechnungstabelle

w	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
u	5	11	18	25	33	43	54	67	82	100	122	150

### Normung

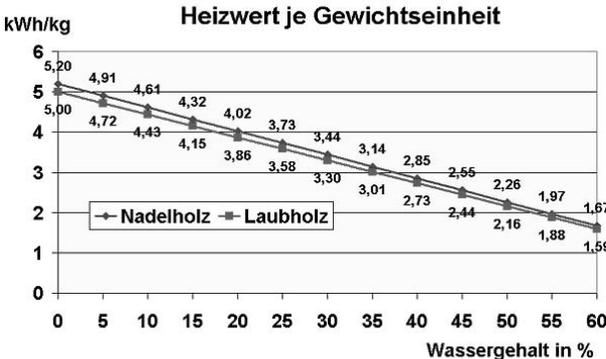
Das *Darrverfahren* ist die einzige Methode, die genormt ist (DIN 52 183) und somit auch als Kalibriermethode für die anderen Methoden Verwendung findet. In Österreich z.B. beschreiben die ÖNORM M 7132 ...7137 die Eigenschaften und Qualitätsmerkmale für Holz-Hackschnitzel und / -Pellets, in Deutschland die DIN plus.

Als Entwurf liegt mit Stand 2009 die Europäische Norm EN 15210 *Feste Biobrennstoffe - Bestimmung der mechanischen Festigkeit von Pellets und Briquets* (Teil 1: *Pellets*; Teil 2: *Presslinge*) über Verfahren zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit von festen Biobrennstoffen vor.

Ab 2010 wird eine EU-Norm gültig, die für eine einheitliche Regelung der Pelletsqualitäten sorgt. Die EU-Norm "Pellets EN 14961-2" soll die DIN-Normen, Ö-Normen und individuellen Regelungen auf den einzelnen Pelletsmärkten europaweit ablösen.

**Heizwert**

Der Heizwert von Holz ergibt sich aus dem Heizwert der in ihm enthaltenen Trockenmasse, von welchem die Energie abgezogen werden muss, die zum Verdampfen des Wasseranteils benötigt wird. Diese beträgt 0,63 Kilowattstunden je kg Wasser.



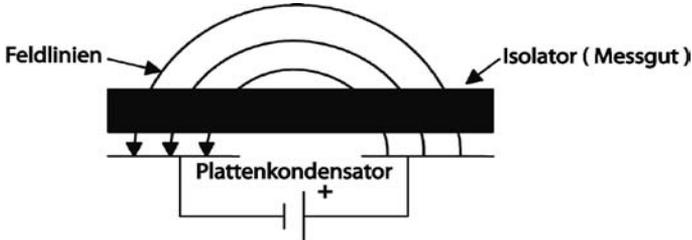
Die nebenstehende Grafik zeigt, wie mit zunehmendem Wassergehalt die nutzbare Energie sinkt !

**Physikalische Einheiten der Energie ( Heizwert )**

1 MJ/kg = 1000 kJ/kg; 1 MJ = 0,27778 kWh bzw. 1kWh = 3,6MJ

**Messprinzip**

Der Fühler arbeitet nach dem Prinzip eines aufgeklappten Plattenkondensators. Die Kapazität des Kondensators hängt von der Material- (Dielektrizitäts)- konstanten des Stoffes zwischen den Platten ab. Wasser hat eine sehr hohe Dielektrizitätskonstante ( $\epsilon_r = 80$ ) im Vergleich z.B. zu Luft ( $\epsilon_r = 1$ ). Dadurch lässt sich der Wassergehalt eines feuchten Materials durch Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten dieses Materials ermitteln.



## Ausführung ALMEMO® Materialfeuchtefühler FH A696-GF1



3

Die Elektrode des Gerätes berührt das zu messende Material, damit ein hochfrequentes elektrisches Feld das Material durchdringen kann. Ein Mikroprozessor empfängt die Messsignale und ermittelt aus dem Messwert unter Berücksichtigung der eingestellten Materialkurve den durchschnittlichen prozentualen Wassergehalt. Dabei stehen folgende Material-Basiskurven im ALMEMO® Stecker:

	Basis ( BA )	Faktor ( FA )
Holz-Hackschnitzel	-27,3	0,1833
Pellets	-11	0,0905

**Einsatz**

Der Stab-Fühler dient zur sekundenschnellen Bestimmung der Feuchtigkeit in Holz-Hackschnitzeln / -Pellets, Sägespänen, Getreide und anderen Granulaten.



**Bei der Messung ist darauf zu achten, dass der Messradius bzw. die Eindringtiefe des Sensors ca. 10 cm beträgt. Das Messgut sollte optimal verdichtet sein ( schütteln ) ! Für reproduzierbare Ergebnisse gleich tief einstechen !**

**Sicherheitshinweise:**

- Bedienungsanleitung beachten
- Gerät ausschliesslich entsprechend des bestimmungsgemässen Gebrauchs verwenden

- Kontakt des Gerätes mit spannungs- und stromführenden Teilen meiden.
- Gerät vor Nässe schützen
- Gerät vor Stoss schützen
- Gerät vor Wärmequellen schützen
- Gerät vor durch Gehäuseöffnungen eindringende Fremdkörper schützen
- Reparaturen, Wartung nur durch einen qualifizierten Fachmann
- Gerät vor elektrostatischen Entladungen schützen



**Schäden, die durch Missachtung oben genannter Hinweise verursacht werden, sind vom Garantieanspruch ausgenommen.**

### Überprüfung

Eine Überprüfung der Sonde erscheint sinnvoll:

- bei mechanischer Beschädigung
- nach Einsatz unter extremen Bedingungen (z.B. hohe Temperaturen)
- bei nicht plausiblen Messergebnissen

### Justierung ALMEMO® Materialfeuchtefühler FH A696-GF1

Zur Überprüfung des Fühlerabgleiches ist der Testblock ZB 9696 PE22 erhältlich.

### Technische Daten Materialfeuchtefühler FH A696-GF1

Sonde/Bestellnr.	FH A696-GF1	
Messprinzip	kapazitiv	
Messbereich	0,0 bis 99,9 % Wassergehalt in Gewichts % H <sub>2</sub> O	
Auflösung	0,1%	
Messradius/Eindringtiefe	ca. 10 cm um den Sensor	
Signalausgang	ALMEMO® (Spannung)	
Gewicht	300 g	
Abmessungen	Sensorkopf d = 22 mm L = 200 mm Spitze gerundet	verschraubbare Verlängerung d = 18 mm, L = 300 mm
		Endstück Kunststoff d = 22 mm, L = 30 mm
Materialtemperaturbereich	5 bis 40 °C	
Arbeitstemperaturbereich	5 bis 40 °C	
Lagertemperaturbereich	-20 bis 70 °C	
Kabelanschluss	Einbaustecker am Sensorkopf	
Kabel	PVC, Länge = 2 m, mit ALMEMO® Stecker, das Kabel wird durch die Verlängerungsrohre und das Endstück geführt	
Stromversorgung	5 V vom ALMEMO® Messgerät	
Stromverbrauch	ca. 5 mA	

Ermittlung einer kundenspezifischen Kennlinie für ein spezielles Material

Als Dienstleistung bietet die Firma Ahlborn die Programmierung kundenspezifischer Kennlinien für die Messung unterschiedlicher Granulate, z.B. Getreide o. Kunststoffe.

( Bestellnr.: OA 9696 GFK )

1. *Wir benötigen von Ihrem Granulat (z.B. Holz, Getreide, Kunststoff) eine Probenmenge von ca.10 Liter. Die Probenmenge sollte luftdicht verpackt sein, z.B. in Kunststoffolie eingeschweißt.*
2. *Wir ermitteln mittels verschiedener Darrproben die Kennwerte für Ihr Material.*
3. *Wir programmieren die Kennwerte in den ALMEMO® Stecker der Materialfeuchtesonde.*



***Falls das Material kein Wasser aufnehmen kann (nicht hygroskopisch), dann ist auch eine Messung der Materialfeuchte nicht möglich. In diesem Fall wird nur eine (reduzierte) Bearbeitungsgebühr berechnet.***

### 3.3.5 Bodenfeuchte-Tensiometer

#### 3.3.5.1 Grundlagen der Saugspannungsmessung

Mit der Wasserspannungsmessung (Saugspannung) als unmittelbarer Meßgröße der Wasserverfügbarkeit von Böden für Pflanzen wird die Summe der Wasserhaltekkräfte im Boden (außer osmotischem Potential, Differenzdruck- und Gravitationspotential) gemessen.

#### 3.3.5.2 Physikalische Einheit der Saugspannung

Die Saugspannung bezeichnet physikalisch einen Unterdruck mit der Einheit:  
 1 mbar = 1 hPa = 1 cm Wassersäule

Der gemessene Unterdruck wird für die Beurteilung der Boden- / Substratfeuchte herangezogen, und als übertragbare Größe für diese mit positiven Zahlen beschrieben.

#### 3.3.5.3 Messprinzip

Die Saugspannung wird mit einem sogenannten Tensiometer gemessen. Je nach Sättigungszustand des Bodens (bzw. Grundwasserspiegel) wird durch die als idealisiert semipermeable Membran betrachtete Keramik (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Sintermaterial) Wasser vom ansonsten hermetisch dichten Tensiometer entsprechend der im Boden herrschenden Wasserspannung angesaugt. Der sich dadurch im Tensiometerrohr einstellende atmosphärische Unterdruck ist - unter Vernachlässigung der oben genannten Potentiale - abzüglich der vertikalen Tensiometerlänge gleich dem Wasserspannungswert im Boden. Dieser kann mit einem Manometer angezeigt oder mittels Drucksensor elektronisch weiterverarbeitet werden.



#### Typische Saugspannungswerte in Topfsubstraten in hPa

30-40	sehr feucht
50-120	feucht
150-200	abgetrocknet
>200	trocken

#### Typische Saugspannungswerte in Freilandböden (mittlere Bodenart)

<50	gesättigt
100-150	nass-feucht
>200	trocknet ab
200-500	Bewässerung

### 3.3.5.4 Vor- und Nachteile der Saugspannungsmessung

Vorteile	Nachteile
Messung der direkten Verfügbarkeit des Bodenwassers für die Pflanzen am Standort.	Messung punktuell
Messung nicht direkt abhängig von der Bodenbeschaffenheit ( Messung in grobkörnigen und sehr lockeren Substraten möglich)	ganzjährige Messungen nur in frostsicherer Tiefe möglich oder bei Zusatz von Stoffen wie Polyethylenglykol
Messung erfolgt unabhängig vom Salzgehalt (z.B. durch Düngesalze) im Boden oder Pflanzsubstrat	Keine Aussage zum Wassergehalt in Vol % (muss für jede Bodenart gesondert ermittelt werden)

#### Besonderheiten der Saugspannungsmessung

Eine Erhöhung der Umgebungstemperatur verursacht im Tensiometerrohr vorübergehend eine Minderung der Saugspannung, die in Abhängigkeit der Porosität der Tensiometerzelle mehr oder weniger schnell wieder abgebaut wird. Der Temperatureinfluss ist um so größer, je größer das augenblickliche Luftvolumen im Tensiometerrohr ist. Für genaue Messungen ist frühzeitig zu entlüften (siehe Handhabung) und das Tensiometer möglichst **nicht** der direkten Sonnenbestrahlung auszusetzen.

Bei Messungen mit langen Tensiometern ist eine Verrechnung der senkrechten Wassersäule im Tensiometerrohr erforderlich, da diese einen zusätzlichen Druck erzeugt. Weil aber der Messwert an der Keramikzelle interessiert, muss die Wassersäule in cm vom Anzeigewert abgezogen werden.

Die Korrektur erfolgt nach der Formel:

**Saugspannung am Tonkörper = Messwert in hPa minus Höhe der Wassersäule in cm.**

Beispiel für ein Tensiometer mit 20 cm Wassersäule:

Abgelesener Messwert in hPa	150 hPa
minus Wassersäule in cm	20 hPa (20 cm Wassersäule)
tatsächlicher Messwert	130 hPa

#### 3.3.5.5 Einsatz

Bei bodenphysikalischen Untersuchungen kann mittels Tensiometern in verschiedenen Tiefen der Wasserhaushalt im Boden kontinuierlich gemessen werden. In Landwirtschaft und Gartenbau werden Tensiometer bei der Automation von Bewässerungsanlagen verwendet. Hierbei kann die Wassermenge so gesteuert werden, dass die Pflanzen optimal mit Wasser versorgt werden, ohne dass Wasser und Nährstoffe in den Untergrund ausgeschwemmt werden.

### 3.3.5.6 Begriffserklärung Tensiometer

Ein Tensiometer besteht aus einem Fühler-Unterteil und einer Tensiometer-Elektronik (Drucksensor bzw. Druckschalter) als Fühler-Oberteil.

Der Begriff Stecktensiometer beschreibt im Folgenden nur das Tensiometerrohr mit Tonzelle, der Begriff Flächentensiometer nur den mit dem Substrat in Verbindung stehenden Tonfuss.

#### Auswahl des Tensiometers - Fühler-Unterteil

Bauart	Typ	Anwendung
Steck-tensiometer	L2 (ZB9602TML2)	Freilandböden und Kultursubstrate
	LV (ZB9602TMLV)	in flach wurzelnden Beetkulturen in grösseren Containern → für geringe Einstecktiefe u. trockenere Einstellung
	LKV2 (ZB9602TMK2)	in Topfpflanzen → für trockenere Einstellung bis 200 hPa
Flächen-tensiometer	FO (ZB9602TMFO)	in dünnen Substratschichten in lockeren oder granulierten Substraten (Seramis) → ca. 3-6 cm im Substrat einsenken) auf Substratoberflächen auf technischen Vliesen, Bewässerungsvliesen → bei Saugspannungen >300 hPa nur kurzfristiger Einsatz
	FV (ZB9602TMFV)	allg. Messungen auf feuchten Oberflächen → verbesserte Bruchfestigkeit durch Wärmeschumpffolie

### 3.3.5.7 ALMEMO® Sensor Bodenfeuchte - Fühler-Oberteil

Die Tensiometer-Elektronik FDA 602TM1 ist ein Drucksensor mit dem Messbereich 0...1000 hPa Saugspannung, entsprechen Signalausgang 0...10 V/linear. Er kann wahlweise auf die verschiedenen Steck- bzw. Flächentensiometer (siehe Auswahl des Tensiometers - Fühler-Unterteil) aufgeschraubt werden.

Die Verbindung zum Messgerät erfolgt mittels 7 m ALMEMO® Anschlusskabel (gehört zum Lieferumfang).

Über den ALMEMO® Stecker mit Spannungsteiler 100:1 (ZA 9602 FS/H) kann der Sensor mit allen ALMEMO® Geräten betrieben werden, die über den Bereich 'Diff-Millivolt2 DC ( $\pm 260$  mV)' verfügen (siehe Geräteanleitungen). Die Parameter für Skalierung und Dimension sind im ALMEMO® Stecker hinterlegt, so dass der Messwert direkt in hPa Saugspannung angezeigt wird.

Tensiometer-Elektronik und ALMEMO® Anschlusskabel stehen auch einzeln als Ersatz zur Verfügung (siehe Technische Daten).

Mit Hilfe der ALMEMO® Relais-Trigger-Adapter ZA 8006 RTA3/4, ES5690R-TA5 bzw. den Ausgangsmodulen ZA 1000 EGK/EAK oder ZA 1000 GK mit Relaisadapter ZB 2280 RA kann das ALMEMO® System auch zur Bewässerungssteuerung eingesetzt werden.

### 3.3.5.8 Handhabung

#### Vorbereitung



1 Tag – wässern

Der trockene Tonkörper muß zuerst einen Tag lang gewässert werden. Damit die Luft aus allen Poren entweichen kann, ist es günstig, wenn das Wasser zunächst einige Stunden einseitig einzieht, also erst das Rohr befüllt wird, bevor dann (über Nacht) der gesamte Tonkörper im Wasser steht. Eingeschlossene Luft kann die Tensiometerleistung am Anfang deutlich beeinträchtigen.

#### Befüllen



randvoll mit sauberem Wasser befüllen

Das Tensiometerrohr wird randvoll befüllt. Dafür eignet sich nicht zu hartes, sauberes Leitungswasser (ohne Düngerzusatz). Destilliertes Wasser ist nicht unbedingt erforderlich, obwohl man mit ihm Ablagerungen und einer frühen Veralgung vorbeugt. In sauerstoffreichem Wasser können sich mit steigendem Unterdruck zu Beginn zahlreiche Luftbläschen bilden, die jedoch keine Undichtigkeit anzeigen; abgekochtes Wasser bietet hier Abhilfe.

#### Verschliessen und Öffnen



Kappe nur leicht aufschrauben

Achtung! Der obere Rand (Dichtfläche) von Kunststoffgewinden kann mit einem harten Gegenstand beschädigt werden und Undichtigkeiten verursachen – nicht anschlagen!

Sensorkappe nicht zu fest aufschrauben! Zu hartes Zudrehen beschädigt die Dichtungen! Nach dem ersten leichten Widerstand nur noch etwa 1/4 Umdrehung zudrehen! Zum Öffnen wird zunächst die Kappe nach dem Aufschrauben hochgeschoben, um dann die Dichttülle seitlich anheben und abziehen zu können. Vor erneutem Verschließen müssen grundsätzlich Dichtfläche oder O-Ring und der obere Rand des Gewindestutzens gesäubert werden!

#### Einstecken allgemein

Für die einwandfreie, schnelle Wasserabgabe des Tonkörpers ist ein guter Kontakt mit dem Substrat oder Boden Voraussetzung. Außerdem muß ein Rest von Feuchtigkeit vorhanden sein, weil bei absolut trockenem Substrat oder Boden die Tensiometerfunktion nicht oder nur sehr schwer in Gang kommt.

## **in Topfpflanzen und Substratschichten:**

Tonkegel muss vollständig von Substrat bedeckt sein



Bei lockerem Substrat wird das Steck-Tensiometer ohne vorzubohren direkt eingesteckt, insbesondere Typen mit dem kurzen Tonkegel. Eventuell kann das Substrat seitlich vom Tensiometer etwas angedrückt werden, um einen festen Stand zu erzielen. Am Tensiometerrohr sollte man später nicht wackeln, damit am Tonkegel kein Hohlraum entsteht. Bei Lang-Tonkegeln der Typen L oder LV empfiehlt es sich, das Loch dünn vorzustechen, damit die Kegel nicht unnötig belastet werden - kein seitlicher Druck, sonst Bruchgefahr!

Die Einsteck-Tiefe richtet sich nach der gewünschten Messtiefe. In jedem Fall muß so tief eingesteckt werden, daß der Tonkegel bedeckt ist.

## **in Bodenkulturen**

möglichst tief einstecken



Zum Einstecken von längeren Tensiometern mit Lang-Tonkegeln wird in der Regel vorgebohrt, zum Beispiel mit einem Bohrstock (Probennehmer), Ø 25 mm. Sollte der Untergrund weich sein, läßt sich der Tonkegel das letzte Stück direkt einstecken (nur senkrecht drücken, sonst Bruchgefahr!), andernfalls muß er eingeschlämmt werden, wobei aber der obere Teil des Bohrloches nur locker verfüllt wird.

Die Einstecktiefe richtet sich nach der gewünschten Messtiefe, eventuell in Abhängigkeit von der Wurzelzone. Dabei sollte das Tensiometer nur soweit aus dem Boden ragen, dass die Wassersäule kontrolliert werden kann. Bei einem zu lang herausragenden Tensiometerrohr wirken sich Temperaturschwankungen ungünstig aus (Messfehler, höherer Wasserverbrauch).

## **Entlüften**

Tensiometer regelmässig entlüften



Tensiometer der vorliegenden Bauart verbrauchen etwas Wasser, denn die Saugspannung entsteht durch Wasserabgabe mit geringen Verlusten beim Zurücksaugen, insbesondere bei zunehmendem Luftvolumen im Rohr. Die größere Luftmenge verursacht zudem eine trägere Tensiometerreaktion. Tensiometer sollen deshalb regelmäßig kontrolliert und gelegentlich entlüftet werden, auch wenn sich die trägere Reaktion in der Bewässerungspraxis selten deutlich auswirkt. Als Empfehlung gilt: ein längerer Steck-Tensiometer für Bodenmessungen wird bei einer Luftsäule von ca. 10 cm aufgefüllt (entlüftet – befüllen siehe 8.2). Undichtigkeiten zeigen sich durch schnellen Wasserverlust schon nach 1-2 Tagen bei gleichzeitigem Abfall der Saugspannung. Dann sind zunächst Verschraubung und Gewindestutzen auf Verschmutzung und Beschädigung zu überprüfen, bevor die Ursache bei der Tonzelle oder einer Klebestelle vermutet wird (Tensiometer evtl. einsenden). Stecktensiometer KV 2

(für Topfpflanzen): Ein Entlüften und Nachfüllen während einer Vegetationsperiode ist durch die kurze Bauform kaum erforderlich, sofern diese Tensiometer im normalen Feuchtebereich eingesetzt werden (bis etwa 120 hPa). Es bildet sich ein Gleichgewicht zwischen Wasserfüllung und Luftvolumen.

### Kontrolle



#### Tensiometer regelmässig kontrollieren

Eine regelmäßige Kontrolle ist ratsam, die durch vorsichtiges Herausziehen (drehend) und Kippen des Tensiometers erfolgt. Am Sichtfenster direkt unter der Kappe ist erkennbar, ob noch Wasser vorhanden ist. Beim Wiedereinstecken kann eine neue Position gewählt werden oder in das alte Einsteckloch wird lockeres Substrat eingefüllt, so dass die Tensiometerzelle wieder besseren Substratkontakt hat.

3

### Wartung

Verschmutzung oder Veralgung des Tensiometerrohres am besten mechanisch mit einer Tüllenbürste (max. Ø 20 mm) reinigen. Hartnäckige Verschmutzung lässt sich auch mit einer 1 %-igen Zitronensäurelösung beseitigen. Die Tonfläche kann man mit feinstem Schleifpapier (Körnung 320) reinigen und auffrischen, jedoch nur wenn sie trocken ist.



**Achtung!** *Fettige und ölige Stoffe oder Farben, die in die Poren einziehen, sind unbedingt von der Tonfläche fernzuhalten!*

Bei Nichtgebrauch können Tensiometer entweder trocken oder auch der Tonkörper für nicht zu kurze Zeit in destilliertem Wasser gelagert werden. Letzteres dient der Regenerierung der Durchlässigkeit. Beobachtungen haben gezeigt, dass die Durchlässigkeit des Tonkörpers gelegentlich nachlässt, insbesondere im Zusammenhang mit intensiver Düngung.

Das Tensiometer kann über Winter auch im Boden verbleiben, wobei jedoch die Schraubkappe geöffnet werden soll, damit das restliche Wasser durchsickert.

### 3.3.5.9 Technische Daten

#### Tensiometer-Elektronik

Typ	FD 9602 TM1(Ersatz-Elektronik)	FDA 9602 TM1
Messbereich	0...1000 hPa	
Ausgangssignal	0...10 V / linear	
Versorgungsspannung	12-30 V/DC	12 V/DC über ALMEMO® Gerät
Betriebsbedingungen		
Einbaulage	vorzugsweise senkrecht	
Temperaturbereich	-20 bis +80°C	
Schutzart	IP65	
Anschlusskabel	<b>ZA 9602 AKTM1</b> (Ersatz-Anschlusskabel, 7m mit ALMEMO® Stecker)	7m mit ALMEMO® Stecker

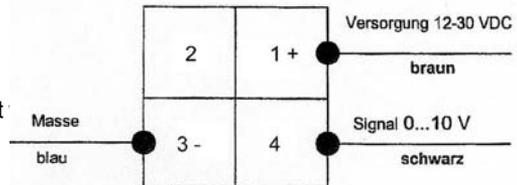


*Achtung! Genannte Schutzart gilt nur bei Verwendung der standardgemäßen Steckereinheit (Kabel mit angespritztem Stecker) oder bei eigener Steckermontage durch Fachpersonal. Der Sensor darf nicht untergetaucht werden!*

#### Anschlussbelegung

Kabelanschluss am Sensorstecker

Der Kabelschirm (blank) sollte auf Masse gelegt



#### Technische Daten Stecktensiometer

Typ	ZB 9602 TML2	ZB 9602 TMLV	ZB 9602 TMKV2
Messbereich	0...900 hPa		
Tonzelle	zylindrisch mit Spitze Ø 20 mm Länge 65 mm	zylindrisch mit Spitze Ø 15 mm Länge 40 mm	zylindrisch mit Spitze Ø 15 mm Länge 40 mm
Gesamtlänge	ca. 340 mm	ca. 210 mm	ca. 160 mm
Einstecktiefe	typ. 250 mm	typ. 120 mm	typ. 70 mm

#### Technische Daten Flächentensiometer

Typ	ZB 9602 TMFO	ZB 9602 TMFV
Messbereich	0...900 hPa	
Tonfuss	Ø 70 mm	Ø 70 mm
Gesamthöhe	65 mm	65 mm
Einsetztiefe	ca. 30-60 mm	

Weitere Längen und Ausführungen auf Anfrage

## Etikettierung

Die Etikettierung eines Tensiometers beinhaltet folgende Daten:

die individuelle Prüfnummer T .....

die maximale Saugleistung der Tensiometerzelle 700-800-900 hPa

der Rücksaugfaktor als Maß für die Tensiometerreaktion 0,1-0,2-0,3 min.

### 3.3.6 Wasserdetektorsonde

#### Messprinzip

Die ALMEMO® Wasserdetektorsonde FH A936-WD arbeitet nach dem Leitwertprinzip. Dabei wird die Änderung des elektrischen Widerstandes zur Detektion von Wasser ausgenutzt. Über die Messelektroden wird der elektrische Widerstand gemessen.

#### ALMEMO® Fühler

Die ALMEMO® Wasserdetektorsonde FH A936-WD ermöglicht die sekunden-schnelle Detektion von ungebundenem Wasser vor allem im Baubereich an nicht einsehbaren Stellen (an Dichtfugen, unter Estrich usw.). Zeitraubende Messvorbereitungen sind nicht notwendig.

Messbereich	Auflös.	Dim	Bereich	Exp.
kein Wasser <10%	0.1 %	%	d2600	3
Wasser >10%				

Die Sonde besteht aus einem runden schwarzen Kunststoffgehäuse, an dem 2 Spannzangen angebracht sind. Die Messsonde wird einfach an ein ALMEMO® Messgerät angesteckt und ist sofort einsetzbar. Die Spannzangen können verschiedene Elektroden aufnehmen, die je nach Anwendungszweck unterschiedlich ausgeführt sind:

1. unisoliert mit abgerundeter Spitze 200 mm lang 3 mm Durchmesser
2. unisoliert mit scharfer Spitze 50 mm lang 3 mm Durchmesser
3. Federstahlband 200 mm lang 6 mm breit

#### Überprüfung der Sonden und Messvorgang

Vor der eigentlichen Messung sollte die Sonde einer Funktionsprüfung unterzogen werden. Dazu werden die Elektroden in ein Wasserbad gehalten. Das Messgerät sollte dann den Wert 100% anzeigen. Weicht der Kontrollwert grob vom Sollwert ab, muss die Sonde in unser Werk zurückgeschickt werden um den Abgleich zu erneuern.

Bei der Messung selbst muss darauf geachtet werden, dass die Elektroden während der Messung je nach Anwendung satt auf dem zu messenden Material aufliegen oder in das zu messende Material eingestochen werden:

1. Elektroden der Sonde auf das Material drücken.
2. Messgerät einschalten.
3. Messwert ablesen. Zum Festhalten des Maximalwertes kann die Funktion MAXWERT des Messgerätes nützlich sein.



Wird die Sonde in die Luft gehalten, wird ein negativer Wert angezeigt, da im Stecker die notwendigen Korrekturwerte abgelegt sind.

## Auswechseln der Elektroden

Beim Wechseln der Elektroden muss das Spannfutter mit einem Gabelschlüssel (Spannweite 7mm) gehalten werden. Mit einem zweiten Gabelschlüssel (Schlüsselweite 7mm) kann nun die Spannmutter gelöst werden. Damit wird ein Verdrehen des Spannfutters und eine Beschädigung des Sondengriffes vermieden. Beim Aufziehen der Spannmutter muss wieder darauf geachtet werden, dass sich das Spannfutter im Gehäuse nicht dreht. Nach dem Elektrodenwechseln ist kein Neuabgleich erforderlich.

## Technische Daten:

Messverfahren	Detektion von Wasser
Messwerte	<10% kein Wasser vorhanden
	>10% Wasser vorhanden
Gehäuse	Kunststoffgriff Ø 40mm, 130mm lang
Elektroden	nichtrostender Stahl
Gewicht	260 g
Nenntemperatur	23°C ±2°C
Einsatz-/Lagertemperatur	0 bis +60 °C / -20 bis +80 °C
Signal Ausgang	ALMEMO® (ca. 0 bis 2V)
Spannungsversorgung	7.5 bis 15V
Stromverbrauch	max. 10mA

### 3.3.7 Taupunktsensoren

#### 3.3.7.1 Messprinzipien

Zur Bestimmung von Feuchtegrößen mit Hilfe des Taupunktes wird ein Messelement mit Peltierelementen solange gekühlt, bis das Messelement beschlägt. Die auf diese Weise erreichte Temperatur wird als Messwert Taupunkttemperatur ausgegeben. Sie ist von Umgebungstemperatur und Luftdruck völlig unabhängig und damit eine sehr genaue und zuverlässige Feuchtemessmethode. Zur Detektion des Taupunktes sind zwei Verfahren gebräuchlich:

##### **Taupunkt-Spiegelmethode**

Als Messelement wird ein Spiegel verwendet, der mit einem Lichtsensor optisch überwacht wird. Die Änderung der Lichtreflexion, die durch die Betauung hervorgerufen wird, zeigt den Taupunkt an.

3

##### **CCC-Taupunktprinzip nach Heinze**

Statt des gekühlten Spiegels befindet sich auf dem integrierten Sensorchip ein gekühlter Streufeldkondensator mit kapazitiver Kondensatdetektion (Condensate Controlled Capacitance), der auf einem Miniaturkühlelement montiert ist. Die aktive Sensorfläche, die mit dem Messmedium in Berührung steht, ist eine hygroskopisch neutrale verschleißfeste und chemisch beständige Isolierschicht, unter der sich der Streufeldkondensator befindet. Die Kapazität steigt nahezu sprunghaft, wenn sich Wasserkondensat bildet.

Der Sensoreinheit ist jeweils ein Regelkreis nachgeschaltet, mit dem der Betriebsstrom des Kühlelements so geregelt wird, dass sich ein definiertes Kondensat einstellt. Die daraus resultierende Taupunkttemperatur (eigentliche Messgröße ist die Sensoroberflächentemperatur) wird mit einem integrierten Temperatursensor gemessen und in auswertbarer Form ausgegeben.

### 3.3.7.2 Betauungsdetektor

#### Beschreibung und Anwendung

Der ALMEMO® Betauungsdetektor FH A946-1 dient zur Ermittlung von Betauungszuständen. Er besteht aus einem Temperatursensor NTC Typ N (1. Messkanal) und einem CCC-Taupunktsensor (2. Messkanal). Die dazugehörige Auswerteelektronik ist im ALMEMO® Stecker integriert. Der Betauungsdetektor liefert kein kontinuierliches Messsignal, sondern eine Sprungfunktion (0 >> 100%). Diese entspricht einer skalierten Spannung von ca. 0 bis 1 V. Damit der Sensor bei trockener Sensoroberfläche ("nicht betaut") exakt die Größe "0%" und bei kondensierter Sensoroberfläche ("betaut") die Größe "100%" liefert, ist die Ausgabefunktion Alarm programmiert (s. 6.10.4). Bei älteren ALMEMO® Geräten wird diese Funktion nicht unterstützt, sodass auch Zustände zwischen 0 und 100 entsprechend einer Teilbetauung der Sensoroberfläche auftreten können.

Der Betauungsdetektor wird möglichst an der kältesten Stelle des Messobjektes angebracht.



Achten Sie dabei auf einen guten Wärmekontakt (z. B. mit Hilfe von Wärmeleitpaste/-kleber) zwischen Sensorrückseite und Messstelle.

Der Stromverbrauch ist sehr gering (ca. 3mA) und ermöglicht so den Einsatz von Batteriegeräten auch für längere Messwertaufzeichnungen. Um dabei Speicher zu sparen, kann der Betauungsdetektor als EIN-AUS-Schalter für die automatische Messwertaufnahme eingesetzt werden, d. h. Messwerte werden erst im Falle der Betauung aufgezeichnet. Dabei können dann auch weitere Messgrößen wie Temperatur und Feuchte mit Uhrzeit und Datum protokolliert werden. Somit eignet sich der ALMEMO® Betauungsdetektor FH A946-1 besonders für Kontrollmessungen z. B. in der Bauphysik.

#### Technische Daten

Einsatzbereich	0°C bis +70°C (keine Eisbildung, keine salzhaltige Atmosphäre)
Einstellzeit	Endwert nach 2 bis 60 sec
Temperatursensor	NTC Typ N (10 k bei 25°C), Genauigkeit: ±0.1°C (im Einsatzbereich)
Signal Ausgang	skalierte Spannung ca. 0 bis 1 V
Wärmeleitplatte	Aluminium, 40 x 40 mm
Lagertemperatur	-10°C bis +70°C

### 3.3.7.3 Taupunktsensor Typ FHA 646 DTC1

#### Sicherheitshinweise

Vor Inbetriebnahme lesen!

Achtung: Druckbereich >50 bar bei Standardversion nicht überschreiten. Bei Sonderversion bis 350 bar.

Messbereiche des Messwertaufnehmers beachten!

Bei Überhitzung werden die Fühler zerstört.

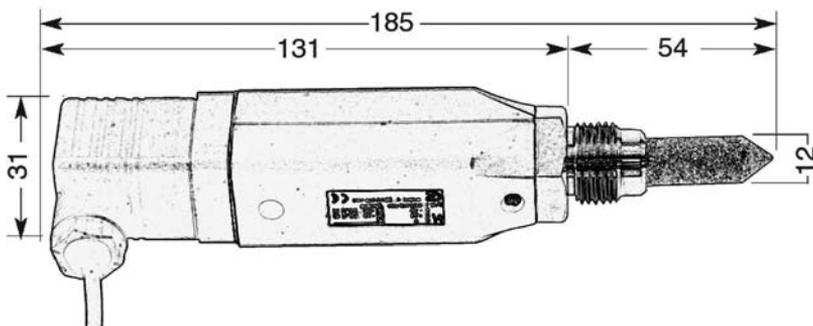
Zulässige Lager- und Transporttemperatur sowie die zulässige Betriebstemperatur beachten (z. B. Messgerät vor direkter Sonneneinstrahlung schützen). Bei Öffnen des Geräts, unsachgemäßer Behandlung oder Gewaltanwendung erlöschen die Gewährleistungsansprüche! Einstell- und Kalibrierarbeiten nur durch qualifiziertes Personal aus der Mess- und Regeltechnik durchführen lassen.

Wichtig: Vor der Installation kurz Druckluft abströmen lassen um Kondensat und Partikel zu entfernen. Verhindert die Verschmutzung des sensors. Stehende Luft führt zu langen Messzeiten.

#### Beschreibung

- Besonders geeignet für präzise und langzeitstabile Taupunktmessung
- Digitale Messwertübergabe an das ALMEMO® Anzeigegerät (keine Ungenauigkeiten vom Anzeigegerät oder Leitungen)
- Hohe Genauigkeit bis -80°C
- Schnelle Ansprechzeit
- Angezeigte Größen: Temperatur, rel. Feuchte, Taupunkt
- Prozessanschluss für hohe Drücke (optional bis 350 bar)

#### Maße



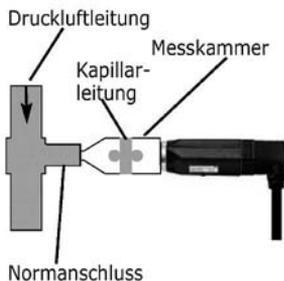
#### Installation

Hinweis: Bei besonders kritischen und kostenintensiven Produktionen empfehlen wir zur Sicherheit ein 2. Messgerät zu installieren und mit der Option Schaltkontakt zu überwachen.



## Direkt im Druckluftnetz

Fühler mit dem G 1/2"-Gewinde druckdicht mittig oder oben in die zu messende Druckluftleitung einschrauben. Darauf achten, dass dicht am Druckluftstrom gemessen wird. Bei Sackleitungen und nicht strömender Druckluft ergeben sich sehr lange Reaktionszeiten für den Feuchtemesswert. Es empfiehlt sich nach Trocknen der Druckluft und allen Bypassleitungen oder auch bei kritischen Druckluft-Verbrauchern die Installation durchzuführen.



## Indirekt im Druckluftnetz

Fühler mit dem G 1/2"-Gewinde in die Messkammer einschrauben. Messkammer verbinden mit der Druckluftleitung über einen Kugelhahn und eventuell eine diffusionsdichte Anschlussleitung (max. 5 m). Bei öl- und schmutzhaltiger Druckluft einen Vorfilter 40 µm vor der Messkammer installieren. Über die Kapillarleitung der Messkammer strömt kontinuierlich etwas Druckluft ab (bei 7 bar ca. 1 l/min expandiert). Die Reaktionszeiten für den Feuchtemesswert sind kürzer als bei der direkten Montage.

*Vorteil: einfaches Einbauen und Ausbauen des Fühlers, schnelle Angleichzeit*

## **Messbare Gase**

Allgemein kann die Feuchte in allen nicht korrosiv wirkenden Gasen gemessen werden. Bei korrosiven Gasen bitte rückfragen bei Ahlborn Mess- und Regelungstechnik. Für präzise Messungen im Tieftaupunktbereich (-30...-80 °C td) sollte Messtemperatur des Gases möglichst bei Raumtemperatur (20..35 °C) liegen. Oft ist z.B. bei Granulattrocknern oder anderen Anwendungen die Temperatur des Messgases höher z. B. 80..120°C. In diesem Fall empfehlen wir eine "Abkühlstrecke" aus feuchtigkeitsundurchlässigem Material vor die aufschraubbare Messkammer zu installieren. Ideal eignet sich hier eine PTFE-Leitung oder eine Kupferleitung, in der das heiße Gas aufgrund der Leitungslänge ideal ca. 2..5m auf Umgebungstemperatur gekühlt wird.

Bitte keine normalen Plastikschläuche verwenden!

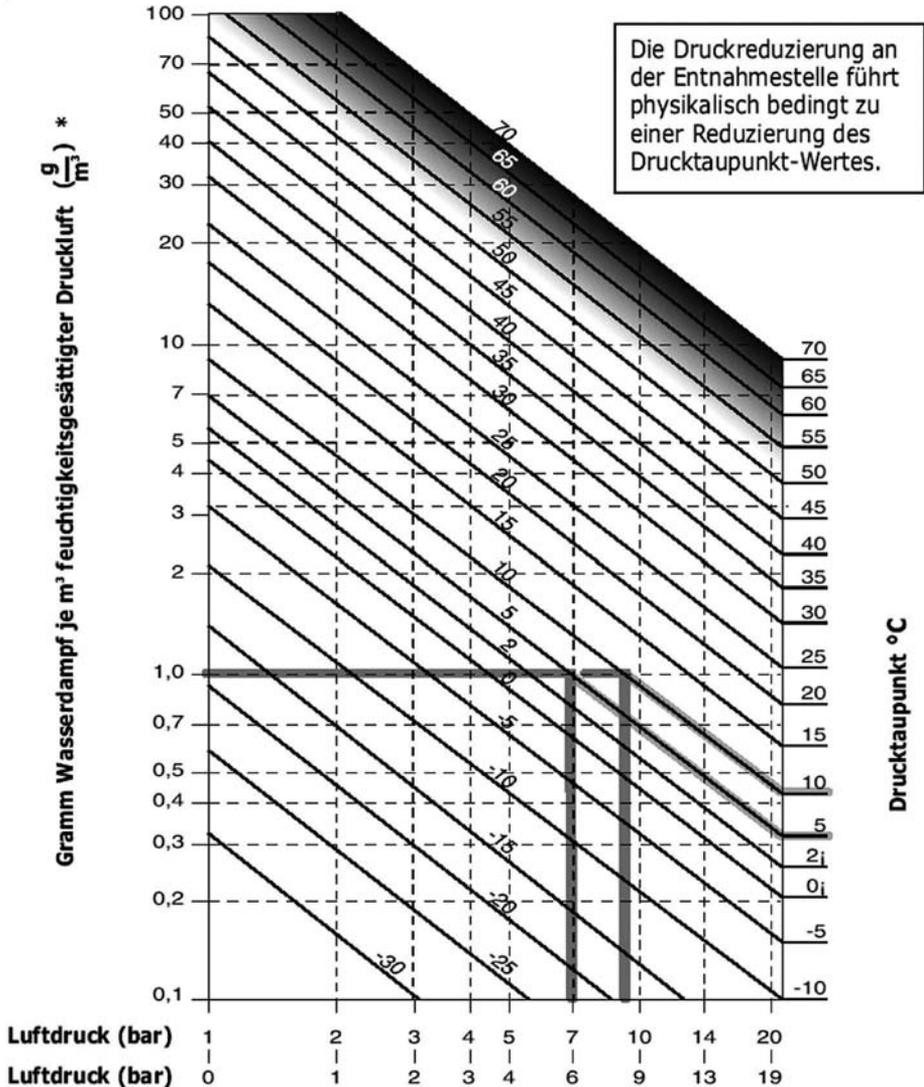
Die Taupunkttemperatur in °C td ändert sich beim abkühlen nicht, da es sich um eine absolute Feuchtigkeitsangabe handelt, die wie andere Messgrößen z.B. g/m<sup>3</sup> temperaturunabhängig ist.

## **Einbauempfehlung**

Die Taupunktmessgeräte können direkt in den Luftstrom eingebaut werden. Wir empfehlen jedoch generell eine aufschraubbare Messkammer zu verwenden.

### Taupunktendiagramm für Druckluft

Dieses Diagramm gibt Aufschluss über die Drucktaupunkt-Veränderung bei Druckverlust. Als Beispiel ist ein Druckverlust von 8 bar auf 6 bar Betriebsüberdruck dargestellt. Der Drucktaupunkt wandert in diesem Fall von 10°C auf 5°C ab.



\* bezogen auf 0bar und 20°C

**Technische Daten**

Messbereich	-80°C ... +20°C DT Taupunkttemperatur
Messgenauigkeit	± 0,5°C von -10 bis +50°C DT typisch ± 2°C DT bei -40°C DT
Arbeitstemperatur	-20 bis +70 °C
Prozessanschluß	Einschraubgewinde G1/2" Edelstahl
Druckbereich	-1 ... 50 bar Standard
Lagertemperatur	-40 ... 80 °C
Versorgungsspannung Stromverbrauch	über ALMEMO® Stecker 5 mA
Ausgang auf Anfrage	ALMEMO® digital 4 ... 20 mA in 2-Draht-Technik Stromverbrauch: 25 mA Bürde: für Analogausgang: < 500
Anschlussleitung	1,5 m mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse Material Schutzart	Polycarbonat IP65

**Ausführung**

Taupunkttransmitter mit 1,5m Anschlussleitung  
und ALMEMO® Stecker

Best.Nr. FHA646DTC1

**Option:**

Taupunktsensor für Prozessdruck bis 350 bar

Best.-Nr. OA9646DTCP

**Zubehör:**

Aufschaubare Messkammer zum Anschluss eines Taupunkttransmitters an  
Druckluftleitungen über einen Kugelhahn Best.-Nr. ZB9646DTCK

*Vorteil: schnelle Messung ohne Installationsaufwand !*

## 3.4 Meteorologische Messwertgeber

### 3.4.1 Luftdrucksensor

Barometer und Wetter werden allgemein als eng zusammengehörig empfunden. So spielt die genaue Messung des Luftdrucks für die Wettervorhersage und die Fliegerei, die ihn als Höhenmaßstab benutzt, eine entscheidende Rolle.

#### Physikalische Einheiten

$1 \text{ mbar} = 10^2 \text{ N/m}^2 = 10^2 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa} = 10^3 \text{ dyn/cm}^2 = 10.2 \text{ Kp/m}^2$
(N = Newton, Pa = Pascal, hPa = Hektopascal).

Zwischen den früher häufig verwendeten Einheiten Torr und mm Quecksilber gilt folgende Beziehung:

$1 \text{ mbar} = 0.750 \text{ Torr} = 0.7500 \text{ mm Hg}$
--

#### Ausführung ALMEMO® Luftdruckmessstecker

Zur Messung des barometrischen Drucks gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm 2 piezoresistive Druckmessstecker:

Typ / Bestellnr.	Eigenschaften
FDA612SA	mit Druckanschlußstutzen
FDAD12SA	ohne Druckanschlußstutzen Kalibrierung nur als Werks-Kalibrierung bei 1 Punkt (aktueller Umgebungsluftdruck) möglich

Die Druckmessstecker können wegen ihrer kompakten Bauform direkt auf die Messgeräte aufgesteckt werden. Beispiel FDA 612 SA mit ALMEMO® Steckerprogrammierung:



Messgröße	Messbereich	Auflösung	Dim	Bereich	Faktor	Exp.
Luftdruck	0 - 1050 mbar	0.1	mb	d2600	-1.0000	3

Ein vom ALMEMO® Gerät abgesetzter Betrieb der Sensoren kann über das Anschlusskabel ZA 9060 AK1 (0,2 m) oder ALMEMO® Verlängerungskabel ZA 9060 VKx realisiert werden.

**Technische Daten:**

<b>Druckmessstecker FDA 612 SA mit Druckanschlussstutzen</b>	
Messbereich:	700 bis 1050 mbar (Gesamtbereich 0 bis 1050 mbar)
Überlastbarkeit:	maximal 1,5-facher Endwert
Genauigkeit:	$\pm 0,5$ % vom Endwert
Nenntemperatur:	25°C
Temperaturdrift:	$< \pm 1$ % v. Endw. bei 0 bis 70°C
Schlauchanschlüsse:	$\varnothing$ 5 mm, 12 mm lang
Sensormaterial:	Aluminium, Nylon, Silicon, Silicongel, Messing
<b>Druckmessstecker FDAD 12 SA ohne Druckanschlussstutzen</b>	
Messbereich:	700 bis 1100 mbar (Gesamtbereich 300 bis 1100 mbar)
Genauigkeit:	$\pm 2,5$ mbar bei 0 bis 65°C
<b>Gemeinsame Technische Daten</b>	
Arbeitsbereich:	-10 bis +60°C, 10 bis 90 % r.H. nicht kondensierend
Abmessungen:	90 x 20 x 7,6 mm

### 3.4.2 Windgeschwindigkeitsgeber

Zur Angabe der Windgeschwindigkeit sind folgende Maßeinheiten üblich: Meter pro Sekunde (m/s), Kilometer pro Stunde (km/h) oder Knoten, wobei 1 Knoten 1 nautischen Meile pro Stunde entspricht.

Zwischen den Einheiten gelten folgende Umrechnungen:

1 m/s	= 3.6 km/h	= 1.9 Knoten
1 km/h	= 0.54 Knoten	= 0.28 m/s
1 Knoten	= 0.52 m/s	= 1.86 km/h

#### Tabelle m/s zu km/h und Windstärke, Windstärkebezeichnung

m/s	km/h	Windstärke	Windbezeichnung
0.3 bis 1.5	1 bis 5	1	leiser Zug
1.6 bis 3.3	6 bis 11	2	leichte Brise
3.4 bis 5.4	12 bis 19	3	schwache Brise
5.5 bis 7.9	20 bis 28	4	mäßige Brise
8.0 bis 10.7	29 bis 38	5	frische Brise
10.8 bis 13.8	39 bis 49	6	starker Wind
13.9 bis 17.1	50 bis 61	7	steifer Wind
17.2 bis 20.7	62 bis 74	8	stürmischer Wind
20.8 bis 24.4	75 bis 88	9	Sturm
24.5 bis 28.4	89 bis 102	10	schwerer Sturm
28.5 bis 32.6	103 bis 117	11	orkanartiger Sturm
über 32.7	über 118	12	Orkan

#### Messprinzip

Zur Messung der Windgeschwindigkeit steht eine ganze Reihe von verschiedenartigen Verfahren zur Verfügung. In der meteorologischen Praxis wird vor allem das rotierende Schalenkreuzanemometer verwendet.

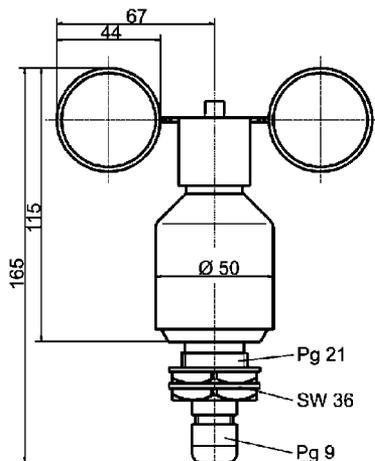
Es besteht aus einem drei- oder vierzackigen Stern (Schalenkreuz), der um eine senkrechte Achse rotieren kann. An jeder Zacke des Sterns sitzt eine Halbkugel. Diese sind so angeordnet, dass der Wind immer gleichzeitig auf eine konkave und auf eine konvexe Halbkugel trifft. Die konkave Fläche setzt dem Wind einen erheblich höheren Strömungswiderstand entgegen als die konvexe. Der Wind übt also jeweils auf den Zacken mit der konkaven Halbkugel eine größere Kraft aus, als auf den mit der konvexen. Die Folge ist, dass sich der Stern zu drehen beginnt und um so schneller rotiert je stärker der Wind ist. Der große Vorteil dieses Messprinzips ist, dass es unabhängig von der Windrichtung arbeitet.

Wegen der nicht zu vermeidenden Reibung in den Lagern läuft der Windgeschwindigkeitsgeber erst bei einer bestimmten Mindestwindgeschwindigkeit an und weist eine gewisse Trägheit auf. Bei einem plötzlichen Windstoß braucht das Schalenkreuz eine kurze Beschleunigungszeit, bis es die der Böe entsprechende Rotationsgeschwindigkeit erreicht hat. Andererseits läuft es nach dem Abflauen noch eine Zeit lang nach. Das führt zu einer Glättung der Windregistrierung: Geschwindigkeitsspitzen werden abgeschliffen. Da sich das Schalenkreuz bei zunehmender Windgeschwindigkeit schneller anpasst als bei

abzunehmender, ist der angezeigte Mittelwert dann höher als der tatsächliche.

## ALMEMO® Windgeschwindigkeitsgeber

Zur Messung der Windgeschwindigkeit gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm den Windgeschwindigkeitsgeber FV A615-2.



## Anwendungsbereich

Der Windgeber dient zur Erfassung der horizontalen Windgeschwindigkeit. Die Messwerte werden als elektrische analoge Strom-/ oder Spannungssignale abgegeben, z.B. zur Steuerung von Windkraftanlagen.

Für den Winterbetrieb sind alle Geräte mit einer elektronisch geregelten Heizung versehen, um das Einfrieren der Kugellager und der äußeren Rotationsteile zu verhindern. Die elektrische Versorgung der Windgeberheizung erfolgt kundenseits über externes Netzteil.

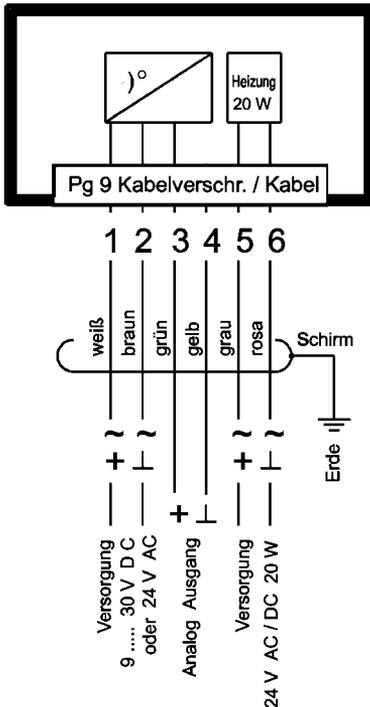
Bei Verwendung von Befestigungsadaptern (Winkel, Traverse, etc.) ist eine mögliche Beeinflussung durch Turbulenzen zu beachten.

## Technische Daten

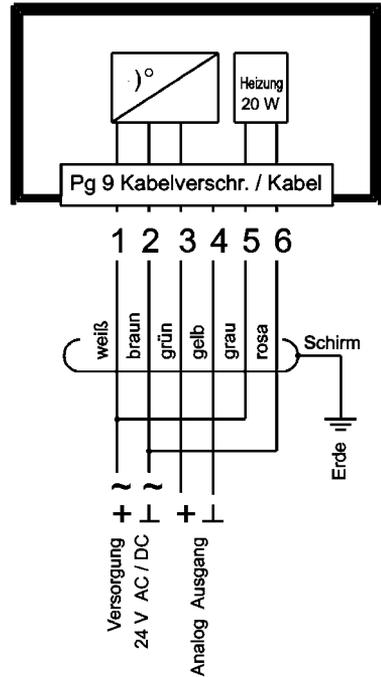
Messbereich:	0,5 ... 50 m/s
Messgenauigkeit	± 0,5 m/s oder ± 3% vom Messwert
Auflösung	< 0,1 m/s
Messprinzip	opto-elektronisch (Schlitzscheibe)
Betriebsspannung für 0 -10 V Ausgang	9 - 30 V DC oder 24 V AC / DC 13 - 30 V DC
Heizung	24 V AC / DC max. 20W
Umgebungstemperatur	-30 ... +70 °C
Kabel	12 m lang LiYCY 6x0,25 mm <sup>2</sup>
Montage	z.B. Mastrohr mit Aufnahmegewinde Pg21 oder Bohrung Ø 29 mm
Gewicht	0,75 kg

## Anschlussbilder

## Getrennte Spannungsversorgung



## Gemeinsame Spannungsversorgung



3

## Betriebsvorbereitung

## Wahl des Aufstellortes

Im Allgemeinen sollen Windmessgeräte die Windverhältnisse eines weiten Umkreises erfassen. Um bei der Bestimmung des Bodenwindes vergleichbare Werte zu erhalten, sollte in 10 Meter Höhe über ebenem, ungestörtem Gelände gemessen werden. Ungestörtes Gelände heißt, die Entfernung zwischen Windmesser und Hindernis sollte mindestens das Zehnfache der Höhe des Hindernisses betragen ( s. VDI 3786 ). Kann dieser Vorschrift nicht entsprochen werden, sollte der Windmesser in einer solchen Höhe aufgestellt werden, in welcher die Messwerte durch die örtlichen Hindernisse möglichst unbeeinflusst bleiben (ca. 6-10 m über dem Störungsniveau). Auf Flachdächern sollte der Windmesser in der Dachmitte statt am Dachrand aufgestellt werden, damit etwaige Vorzugsrichtungen vermieden werden.

## Montage

Die Montage kann z.B. auf einem zentralen Mastrohr mit einem Aufnahmegevinde PG 21 oder auf Auslegern o.ä. mit einer Bohrung von  $\varnothing$  29 mm erfolgen. Dabei ist auf Hindernisse zu achten, die den Luftstrom verfälschen und den Messwert beeinflussen.

Die flexible Steuerleitung LiYCY wird dabei durch die Bohrung geführt und der Windgeber mit der Sechskantmutter (SW 36) fixiert. Der elektrische Anschluss wird entsprechend dem Anschlussschaltbild siehe Seite 3-4-4 durchgeführt.



**Achtung:** Lagerung, Montage und Betrieb unter Witterungsbedingungen ist nur in senkrechter Position zulässig, andernfalls kann Wasser in das Gerät eindringen.

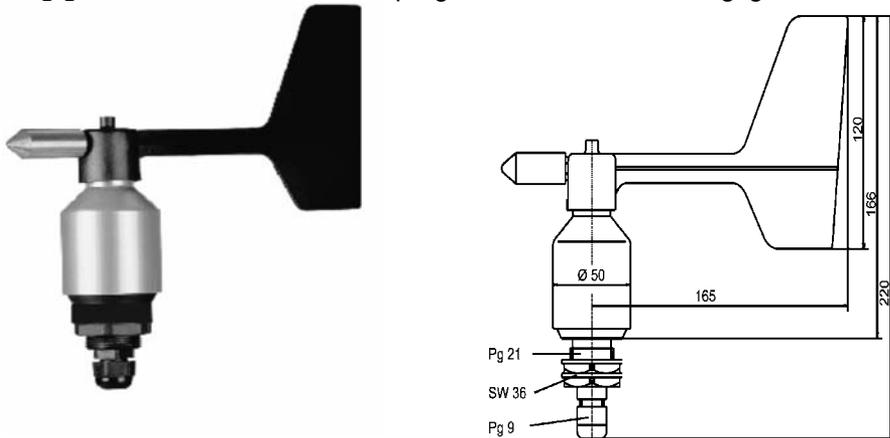
## Wartung

Bei sachgemäßer Montage arbeitet das Gerät wartungsfrei. Starke Umweltverschmutzung können beim Windrichtungsgeber zum Verstopfen des Schlitzes zwischen den rotierenden und feststehenden Teilen führen. Dieser Schlitz muss stets sauber gehalten werden.

## 3.4.3 Windrichtungsgeber

Die Windrichtung wird entweder nach der Himmelsrichtung oder nach einer 360-, gelegentlich auch 36teiligen Skala angegeben.

In der meteorologischen Datenerfassung wird zur Bestimmung der Windrichtung überwiegend die Windfahne verwendet. Zur Bestimmung der Windrichtung gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm den Windrichtungsgeber FV A614.



## Anwendungsbereich

Der Windrichtungsgeber dient zur Erfassung der horizontalen Windrichtung. Die Messwerte werden als elektrische analoge Strom-/ oder Spannungssignale abgegeben, z.B. zur Steuerung von Windkraftanlagen.

Für den Winterbetrieb sind alle Geräte mit einer elektronisch geregelten Heizung versehen, um das Einfrieren der Kugellager und der äußeren Rotations- teile zu verhindern. Die elektrische Versorgung der Windgeberheizung erfolgt kundenseits über externes Netzteil.

Bei Verwendung von Befestigungsadaptern (Winkel, Traverse, etc.) ist eine mögliche Beeinflussung durch Turbulenzen zu beachten.

**Technische Daten**

Messbereich:	0 ... 360 °
Messgenauigkeit	± 5 °
Auflösung	11,25 ° (5 bit Graycode)
Messprinzip	opto-elektronisch
Betriebsspannung für 0 -10 V Ausgang	9 - 30 V DC oder 24 V AC / DC 13 - 30 V DC
Heizung	24 V AC / DC max. 20W
Umgebungstemperatur	-30 ... +70 °C
Kabel	12 m lang LiYCY 6x0,25 mm <sup>2</sup>
Montage	z.B. Mastrohr mit Aufnahmegewinde Pg21 oder Bohrung Ø 29 mm
Gewicht	1,10 kg

**Anschlussbilder siehe Seite 3-4-4****Betriebsvorbereitung****Wahl des Aufstellortes**

Im Allgemeinen sollen Windmessgeräte die Windverhältnisse eines weiten Umkreises erfassen. Um bei der Bestimmung des Bodenwindes vergleichbare Werte zu erhalten, sollte in 10 Meter Höhe über ebenem, ungestörtem Gelände gemessen werden. Ungestörtes Gelände heißt, die Entfernung zwischen Windmesser und Hindernis sollte mindestens das Zehnfache der Höhe des Hindernisses betragen ( s. VDI 3786 ). Kann dieser Vorschrift nicht entsprochen werden, sollte der Windmesser in einer solchen Höhe aufgestellt werden, in welcher die Messwerte durch die örtlichen Hindernisse möglichst unbeeinflusst bleiben (ca. 6-10 m über dem Störungsniveau). Auf Flachdächern sollte der Windmesser in der Dachmitte statt am Dachrand aufgestellt werden, damit etwaige Vorzugsrichtungen vermieden werden.

**Montage**

Die Montage kann z.B. auf einem zentralen Mastrohr mit einem Aufnahmegewinde PG 21 oder auf Auslegern o.ä. mit einer Bohrung von Ø 29 mm erfolgen (z.B. Traverse compact, Best.-Nr ZB 9015TC)

Die flexible Steuerleitung LiYCY wird dabei durch die Bohrung geführt und der Windrichtungsgeber nach der Nordausrichtung mit der Sechskantmutter (SW 36) fixiert. Der elektrische Anschluss wird entsprechend dem Anschlusschaltbild siehe Seite 3-4-4 analog dem Windgeschwindigkeitsgeber durchgeführt.



**Achtung:** Lagerung, Montage und Betrieb unter Witterungsbedingungen ist nur in senkrechter Position zulässig, andernfalls kann Wasser in das Gerät eindringen.

**Nordausrichtung**

Die Gehäusemarkierungen am Schaft und an der Schutzkappe werden deckungsgleich übereinander gedreht. Dann wird ein markanter Punkt der Landschaft ( Baum, Gebäude o.ä. ) in Nordrichtung mit Hilfe eines Kompasses ermittelt. Über die Windfahne wird dieser Punkt angepeilt und bei

Übereinstimmung der Geber verschraubt (die Nordmarkierung muss nach Norden zeigen).

### Wartung

Bei sachgemäßer Montage arbeitet das Gerät wartungsfrei. Starke Umweltverschmutzung können beim Windrichtungsgeber zum Verstopfen des Schlitzes zwischen den rotierenden und feststehenden Teilen führen. Dieser Schlitz muss stets sauber gehalten werden.

## 3.4.4 Niederschlagsgeber

Der Niederschlag wird in mm Niederschlagshöhe oder kurz mm angegeben. Dabei wird vorausgesetzt, dass der gefallene Niederschlag weder versickert noch verdunstet, sondern einen See bildet. Seine Tiefe in mm ergibt die Einheit mm Niederschlagshöhe. 1 mm entspricht 1l/m<sup>2</sup> oder 10 m<sup>3</sup>/ha.

### Messprinzip

Damit nicht nur die Menge des gefallenen Niederschlages, sondern auch der zeitliche Verlauf der Niederschlagsintensität bestimmt werden kann, muss der Niederschlagsmesser über eine Registriereinheit verfügen.



Zur Registrierung des Niederschlages ist das Messsystem mit einer Kippwaage ausgerüstet. Bei einer bestimmten Flüssigkeitsmenge kippt die Waage um, die eine Kippwaagenhälfte entleert sich, während sich die andere Hälfte füllt. Dieser Vorgang wiederholt sich fortlaufend. Der Inhalt beider Kippwaagenhälften ist konstant. Die Anzahl der Kippvorgänge ist ein Maß für die Niederschlagsmenge. Die Wippenumschläge werden elektronisch gezählt und in die Niederschlagsmenge umgerechnet.

### ALMEMO® Niederschlagsgeber

Für Niederschlagsmessungen gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm den Niederschlagsgeber FRA 916 mit Siebstab zum Schutz gegen Insekten oder ähnliche Verunreinigungen.

Messgröße	Messbereich	Auflös.	Dim	Bereich	Faktor	Exp.
Niederschlagsmenge	0.2 mm/Impuls	0.2	mm	PULS	01.02.00	-1

### Technische Daten

Messbereich:	0.2 mm/Impuls, Auflösung 0.2 mm
Auffangquerschnitt:	400 cm <sup>2</sup>
Einsatzbereich :	0 bis +50°C, mit Heizung –30 bis +50°C
Heizung:	24V DC max. 30W
Material:	Gehäuse: korrosionsfestes Metall, Kippwaage: witterungsbeständiger Kunststoff
Abmessungen:	280 mm hoch, 240 mm Ø
Gewicht	2.4 kg

### 3.4.4.1 Regendetektor

#### Beschreibung

- Sensor reagiert bei Niederschlag in Form von Regen oder Schnee innerhalb weniger Sekunden
- Bereits schwacher Niederschlag wird erkannt
- Der Regendetektor schaltet ein Relais.

Die Messwertdarstellung ist eine Sprungfunktion.

Niederschlag: Anzeige im ALMEMO® Messgerät: 1.0000

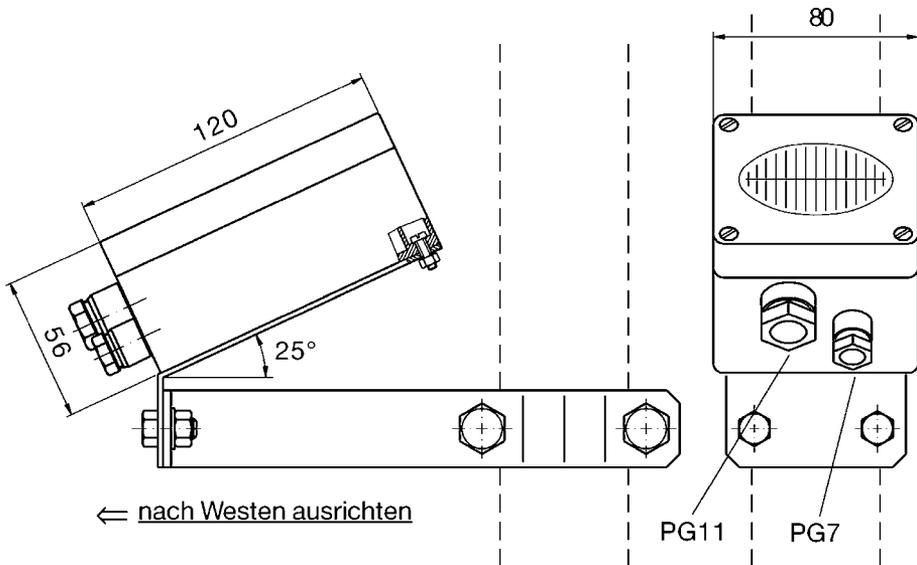
kein Niederschlag: Anzeige im ALMEMO® Messgerät: 0.0000

- Einsatz zum Beispiel in Lüftungs- oder Schattierungsanlagen, in automatisch geregelten Gewächshäusern u.ä.

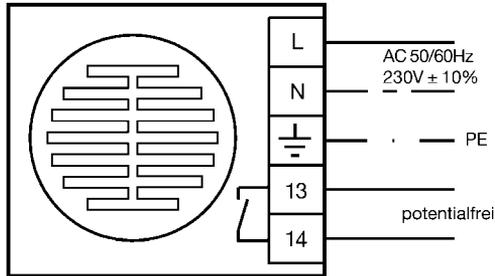
#### Funktion

Wird die Ansprechschwelle überschritten, zieht das eingebaute Störrelais unverzögert an. Gleichzeitig wird die integrierte Sensorheizung voll aktiviert. Nach Abtrocknung der Sensorfläche (Unterschreiten des Grenzwertes plus Hysterese) beginnt die automatische Rückschaltverzögerung abzulaufen. Diese ist auf ca. 5 Minuten fest eingestellt. Vom Anschalten der Rückschaltverzögerung bis zu dem Zeitpunkt an dem wieder „Regen“ gemeldet wird schaltet die Sensorheizung auf ca. 25% ihrer vollen Leistung zurück. Diese Vorheizung dient dazu, eine Regenmeldung durch z.B. Nebel oder Tau zu vermeiden.

#### Maße



## Anschluss



## Technische Daten

Anschlussspannung:	230V AC $\pm 10\%$ 6VA (50/60 Hz) optional 24V AC
Verbrauch:	
Elektronik:	3 VA
Vorheizung:	1 VA
Gesamtheizung:	3 VA
zul. Umgeb.-Temp.:	-30 ... +60 °C
Lagertemperatur:	-30 ... +70 °C
rel. Feuchte:	0 ... 100 %
Abfallverzögerung:	5 min $\pm 15\%$
Prüfspannung:	
Klemmen L oder N $\rightarrow$ Elektronik:	1,5kV
Elektronik $\rightarrow$ Relaiskontakte:	1,5kV
Elektromagnetische	EN50081-1; EN50082-2;
Verträglichkeit:	EN61010-1
Relaisausgang:	250V AC, max. 4A, 300VA ind.
Schalhäufigkeit:	ca. 1Mio. Schaltspiele
Gehäuse:	
Material:	PC, grau
Schutzart:	IP65
Befestigung:	Stahlrohrmast $\varnothing$ ca. 25 ... 50 mm
Gewicht:	ca. 0,8 kg inkl. Montagematerial
Anschluss	
FR8616D:	mit Anschlussklemmen
FRA616D:	mit ALMEMO® Stecker und 12m Anschlusskabel

## Ausführung

Regensensor inkl. Montagematerial

Best. Nr. FR8616D

Regensensor inkl. Montagematerial,

ALMEMO® Stecker und 12 m Kabel

Best. Nr. FRA616D

Option: mit Anschlussspannung 24V AC

Best. Nr. OR8616U6

### 3.4.5 Globalstrahlungspyranometer

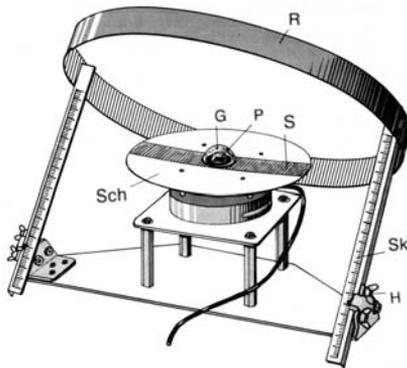
Die Globalstrahlung ist die aus dem oberen Halbraum auf eine horizontale Fläche auffallende Strahlung im Wellenlängenbereich des Sonnenspektrums von  $0.3 - 3 \mu\text{m}$ . Sie ist die Summe der direkten Solar- und diffusen Himmelsstrahlung und wird in Watt pro  $\text{m}^2$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) angegeben.



#### Messprinzip

Die Messung der Strahlungsintensität (Strahlungsstromdichte) erfolgt indirekt über die Differenztemperatur zwischen weißen und schwarzen Flächen. Dadurch wird eine Beeinflussung durch die Umgebungstemperatur vermieden.

Bei Sternpyranometern dienen als strahlungsempfindliche Flächen 12 kreisförmig angeordnete abwechselnd schwarz und weiß lackierte Kupferplättchen. Bei Bestrahlung erwärmen sich die schwarzen Flächen stärker als die weißen. Diese Temperaturdifferenz wird mit einer an der Unterseite der Flächen angebrachten Thermosäule gemessen.



#### Messung des Himmelsstrahlungsanteils

Pyranometer messen zunächst nur die kurzwellige Strahlung, weil die Abdeckhauben für den langwelligen Spektralbereich undurchlässig sind. Mit Hilfe besonderer Konstruktionen lässt sich auch der Himmelsstrahlungsanteil alleine erfassen. Dazu wird ein Schattenring (R) so über das Gerät montiert, dass die direkte Sonnenstrahlung vom Messelement abgehalten wird. Die jahreszeitliche Variation der Sonnenhöhe wird durch eine Höhenverstellung (H) mit Hilfe der Skala (SK) berücksichtigt.

#### Bestimmung der Intensität der Sonnenstrahlung

Benützt man ein abgeschattetes und ein freies Pyranometer nebeneinander, so lässt sich aus der Differenz ihrer Messwerte die Intensität der Sonnenstrahlung berechnen.

### Messung der kurzwelligigen Strahlungsbilanz

Ein Pyranometer-Paar, von denen das eine nach oben und das andere nach unten gerichtet ist, ermöglicht die Bestimmung der kurzwelligigen Strahlungsbilanz, denn was die untere Empfängerfläche aufnimmt, ist nichts anderes als die Reflexstrahlung des Bodens. Daraus lässt sich dann auch die Albedo (Rückstrahlungsvermögen) der Bodenoberfläche berechnen.

### ALMEMO® Globalstrahlungsgeber

Zur Erfassung der Globalstrahlung, der Himmelsstrahlung und der kurzwelligigen Reflexstrahlung, gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm das Sternpyranometer nach Dirmhirn FL A628-S. Umwelteinflüsse werden durch eine geschliffene Präzisionsglaskuppel von den Sensorflächen abgeschirmt.

Messgröße	Messbereich	Auflös.	Dim	Bereich	Faktor	Exp.
Globalstrahlung	0 - 1500.0 W/m <sup>2</sup>	0.1	Wm	d26	-	2

### Kalibrierung

Jedes Gerät wird mit einem Kalibrierprotokoll geliefert. Die Kalibrierwerte sind als Korrekturwerte im ALMEMO® Anschluss-Stecker abgelegt und verriegelt. Sie dürfen nicht verändert werden.

Pyranometer im Dauereinsatz sollten vierteljährlich, mindestens aber halbjährlich kalibriert werden.

### Wartung und Pflege

Befinden sich Sternpyranometer im Dauereinsatz, sollte die Glaskuppel mindestens einmal am Tag sauber- und trockengewischt werden. Die Nivellierung sollte möglichst täglich überprüft werden. Durch 3 Stellschrauben und eine eingebaute Libelle ist dies leicht möglich.

Bei Messungen während der Wintermonate ist eine Ventilierung und Beheizung des Gerätes angebracht, um ein Beschlagen des Glases durch Niederschlag zu vermeiden. Eisbelag muss sehr sorgfältig, evtl. mit Hilfe von Enteisungsspray entfernt werden. An der Unterseite des Sternpyranometers befindet sich der abschraubbare Trockenbehälter zur Vermeidung von Kondensationseffekten, welcher Silica-Gel als Trockensubstanz enthält. Diese sollte immer blau (nicht rosa) sein und alle 2 Wochen ausgetauscht oder regeneriert werden (Aufheizen auf ca. 80°C).

Die Empfängerflächen müssen immer schwarz und weiß sein. Bei Schäden oder Unregelmäßigkeiten an den Empfängerflächen ist eine Überprüfung in unserem Werk unumgänglich. Ein Verkratzen der Empfängerflächen und der Glaskuppel ist unbedingt zu vermeiden.

**Technische Daten**

Messbereich:	0 bis 1500 W/m <sup>2</sup> , Auflösung 0.1 W/m <sup>2</sup>
Spektralbereich:	0.3 bis 3 µm
Ausgang:	ca. 15µV/Wm <sup>-2</sup>
Impedanz:	ca. 35 Ohm
Einsatzbereich:	-40 bis +60°C
Kosinuseffekt:	< 3% des Messwertes von 0 bis 80° Neigung
Neigung Azimutheffekt:	< 3% des Messwertes
Temperatureinfluss:	< 1% des Messwertes von -20 bis +40°C
Genauigkeit:	Kosinuseffekt + Azimutheffekt + Temperatureinfluss
Nenntemperatur	22°C ±2°C
Linearität:	<0.5% im Bereich 0.5 bis 1330 W/m <sup>2</sup>
Stabilität:	<1% des Messbereiches pro Jahr bei fallweisem Einsatz
Einstellzeit:	25 s (t <sub>95</sub> )
Abmessungen:	Gehäuse: 160 mm Ø, 75 mm hoch Lochkreis: 134 mm Ø, Bohrungen: 8 mm Ø
Gewicht:	1 kg
Kabellänge:	3 m mit ALMEMO® Stecker und programmiertem Kalibrierwert

### 3.4.6 Feuchte-/Temperaturfühler im Allwetterschutzgehäuse

#### ALMEMO® Ausführung Feuchte-/Temperaturfühler im Allwetterschutzgehäuse



Zur Bestimmung von Temperatur und Feuchte im Außenbereich gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm den Messwertgeber FH A646 AG für Wand- oder Mastmontage.

Er beinhaltet einen betauungsfesten Feuchtefühler mit kapazitivem Dünnschichtsensor (s. 3.3.2)

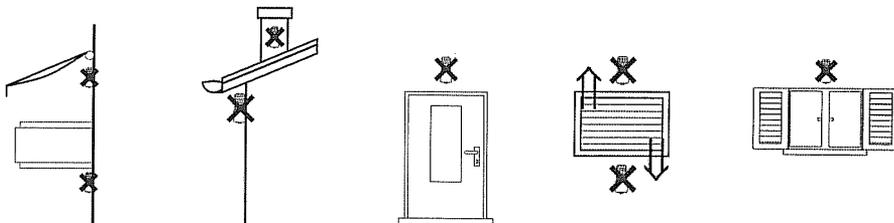
sowie einen hochgenauen NTC-Sensor und ist in ein Allwetterschutzgehäuse eingebaut.

Bei ALMEMO® Geräten kann neben der relativen Luftfeuchte und der Temperatur ebenso die Taupunkttemperatur sowie das Mischungsverhältnis in g/kg angezeigt werden.

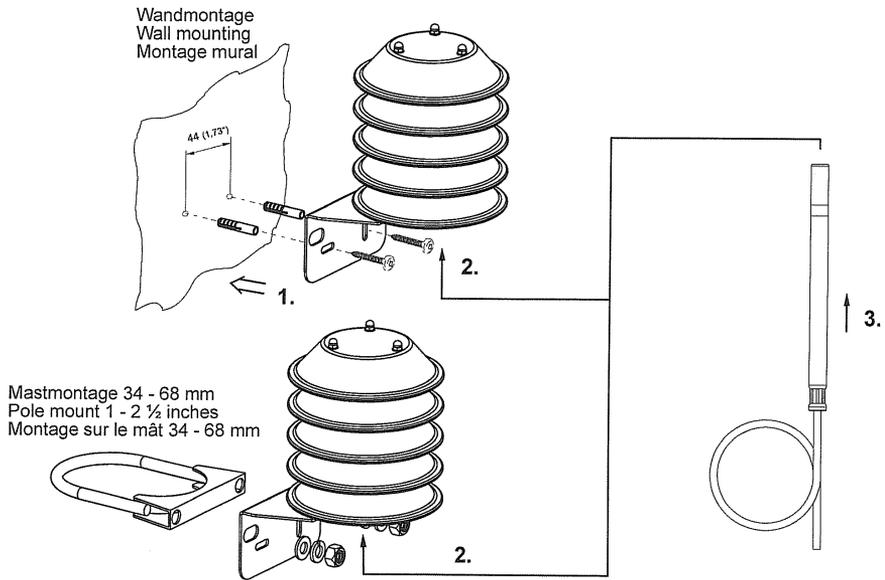
#### Montage

Das Fühlerkabel wird über Schraubklemmen angeschlossen, optional bis 30 m Länge.

#### nicht empfohlene Montageorte:



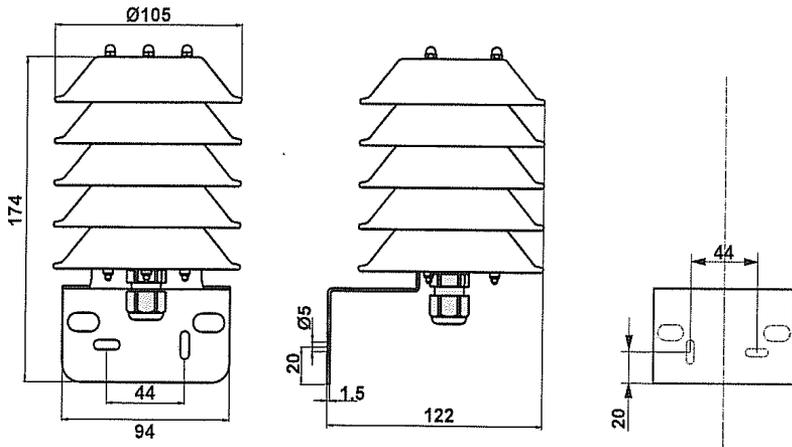
**Wand- und Masthalterung**



**3**

**Abmessungen**

Masse in mm



### Technische Daten

Einsatzbereich:	-30 bis +60°C / 0 bis 90% r.H., nicht kondensierend
<b>Feuchtemesskreis</b>	
Sensor:	kapazitiver Dünnschichtsensor
Messbereich:	0 bis 100% r.H.
Genauigkeit:	± 2% r.H. bei Nenntemperatur im Bereich < 90% r.H.
Reproduzierbarkeit:	± 1% r.H. bei Nenntemperatur
Nenntemperatur:	25°C ±3°C
<b>Temperaturmesskreis</b>	
Sensor:	NTC Typ N (10kΩ bei 25 °C)
Genauigkeit:	-20 bis 0°C: ±0,4°C, 0 bis 60°C: ±0,1°C
Reproduzierbarkeit:	± 0,1°C
<b>Abmessungen</b>	
Allwetterschutzgehäuse:	Ø 105 mm, Höhe ca. 110 mm
Elektronikbox:	80 x 80 x 25 mm
Kabel:	2 m lang mit ALMEMO® Stecker, längeres Kabel (bis 30 m) auf Anfrage

### ALMEMO® Ausführung Temperaturfühler im Allwetterschutzgehäuse

Zur Vermeidung von Strahlungseinflüssen bei Messungen der Aussenlufttemperatur ist der Pt 100 Temperaturfühler **FPA 930 AG** im Allwetterschutzgehäuse erhältlich.

Das Fühlerkabel wird über Schraubklemmen angeschlossen.

Die max. Länge des Anschlusskabels ist durch die Qualität der Kompensation des Leitungswiderstandes im Messgerät definiert.

Bei Anschluss an ALMEMO® Geräte in 4-Leitertechnik können bis 500Ω Leitungswiderstand kompensiert werden.

Je nach Leiterquerschnitt sind somit Kabellängen von mehreren hundert Metern kein Problem.

### 3.4.7 Meteo-Multigeber FMA 510



#### Beschreibung

Der Meteo-Multigeber FMA 510 ist ein kompaktes und leichtes Multisensor-Messsystem zur Messung aller wichtigen Wettergrößen. Das konfigurierbare System misst Temperatur, rel. Feuchte, Luftdruck, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und flüssigen Niederschlag.

Das Gerät lässt sich mit einer einzigen Schraube mühelos montieren. Die einfache und schnelle Montage und der geringe Energieverbrauch machen den Meteo-Multigeber ideal für den Einsatz in Wetterstationen oder Anwendungen, bei denen geringes Gewicht und kompakte Bauform gefordert sind. Der FMA510 hat keine beweglichen Teile, ist haltbar und wartungsarm. Das Material ist sehr beständig gegenüber UV-Strahlung und Korrosion.

3

#### Windmessung

Mit dem WINDCAP® Sensor werden sowohl Windgeschwindigkeit als auch Windrichtung gemessen. Der Sensor erfasst die horizontale Windgeschwindigkeit und -richtung mithilfe von Ultraschall. Die horizontale Anordnung von drei Ultraschall-Messwandlern in gleichen Abständen sorgt für genaue Windmessungen aus allen Richtungen ohne tote Winkel und Anzeigefehler. Der Windsensor hat keine beweglichen Teile und ist dadurch wartungsfrei.

#### Niederschlagsmessung

Die Niederschlagsmessung basiert auf dem RAINCAP® Sensor, der den Aufschlag einzelner Regentropfen erfasst. Die dabei generierten Signale sind proportional zum Volumen der Tropfen. Dadurch können die Signale der einzelnen Tropfen direkt in die Gesamtregenmenge umgerechnet werden.

Die Messmethode gewährleistet Regenmessungen ohne die üblichen Verluste durch Überlauf, Benetzung und Verdunstung.

#### PTU-Modul für Druck, Temperatur und Feuchte

In einem PTU-Modul werden Luftdruck-, Temperatur- und Feuchtemessungen jeweils durch kapazitive Messmethoden ausgeführt. Der Luftdruck wird mit dem BAROCAP® Halbleitersensor gemessen. Der Sensor bietet geringe Hysterese und gute Reproduzierbarkeit sowie Temperatur- und Langzeitstabilität. Die Temperatur wird mit dem keramischen THERMOCAP® Sensor gemessen. Die Feuchtemessungen basieren auf der HUMICAP® Technologie. Der HUMICAP® Sensor arbeitet genau und bietet gute Langzeitstabilität in verschiedenen Umgebungen. Das PTU-Modul ist in einem speziellen Strahlungsschutz montiert. Dieser schützt die Sensoren vor indirekter und direkter Sonneneinstrahlung sowie vor Niederschlag. Das Kunststoffmaterial der Platten besitzt

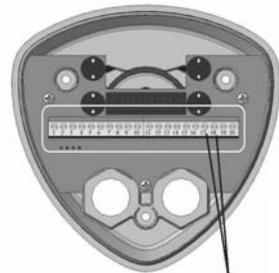
ausgezeichnete Wärmeeigenschaften und eine UV-stabilisierte Struktur. Die weißen Außenflächen reflektieren die Strahlung, während die schwarzen Innenflächen die aufgestaute Wärme absorbieren.

### Beheizung (nur FMA 510H)

Damit stets Messdaten zur Verfügung stehen und diese auch bei Schneefall korrekt sind, bietet das System beheizbare Wind- und Regensensoren. Heiz- und Betriebsstromkreis sind getrennt, so dass separate Stromversorgungen verwendet werden können. Die Versorgungsspannung des Heizkreises beträgt 12 V oder 24 V mit automatischer Umschaltung. (Gleich- oder Wechselspannung, oder gleichgerichtete Wechselspannung). Ein Thermostat schaltet die Beheizung nur bei niedrigen Umgebungstemperaturen ein.

### Heizungskabel anschließen

- Die langen Schrauben auf der Sensorunterseite lösen
- Den unteren Gehäuseteil abnehmen
- Die Leitungen durch die Kabelführung der Unterseite des Sensors ziehen.
- Anklemmen der Drähte an die Klemmen 17 (GND) und 18
- Das Gehäuseunterteil aufsetzen und mit den Schrauben befestigen.



Klemmen 17 und 18

### Betrieb mit ALMEMO® Gerät

Der Meteo-Multigeber hat 2 ALMEMO® Stecker, die direkt auf jedes ALMEMO® Gerät angeschlossen werden können. Die Messwerte werden digital an das ALMEMO® Gerät übergeben (Messbereich DIGI).



Die Funktionen dieses Gebers werden unterstützt von den Geräten V6 ALMEMO® 2690, 2890, 8590, 8690, 5690 (seit ca. 08/2006, sonst Update erforderlich) und Geräten V5 (nur mit Funktion Druck/Messzyklus).

Zur Darstellung der meteorologischen Größen Wind und Regen ist die Bewertung über einen gewissen Zeitraum unbedingt erforderlich. Die Mittelung, Maxwertbildung und Summierung ist für digitale Signale (Bereich DIGI) bei V5- und V6-Geräten nicht im erforderlichen Maße verfügbar. Die notwendigen Funktionen werden deshalb im ALMEMO® Stecker programmiert. Dazu dürfen die entsprechenden Kanäle nur im Zyklus (nicht kontinuierlich) abgefragt werden. Dies wird bei V5- und bei V6-Geräten unterschiedlich gelöst:

**V5-Geräte:** Programmierung Mess- oder Druckzyklus z.B. auf 10 Min. (min. 5 Min.),  
Wandlungsrate nicht kontinuierlich!

Am Gerät keinen Messkanal mit zyklischer Messwertbildung anzeigen/anwählen (d.h. nicht Windrichtung, Windgeschwindigkeit Mittel- und Maxwert, Regenmenge, Regenintensität).

Die Messung/der Zyklus muss gestartet sein.

**V6-Geräte:** Programmierung Zyklus z.B. auf 10 Min. (min. 5 Min.),  
in jedem betroffenen Messkanal Elementflag 4 programmieren, das bewirkt, dass diese Kanäle nur im Zyklus abgefragt werden (wiePulsstecker)  
Die Messung/der Zyklus muss gestartet sein.

Die 8 Messgrößen erfordern 2 ALMEMO® Digitalstecker mit folgender Konfiguration:

Messgröße	Gebersignal	PIC-Funktion = ALMEMO® Anzeige	El-Flag
<u>1. Stecker:</u>			
1. Windrichtung °	Momentanwert	Mittelwert über Abfragezyklus	4
2. Windgeschwindigkeit m/s	Momentanwert	Mittelwert über Abfragezyklus	4
3. Windgeschwindigkeit m/s	Momentanwert	Maxwert im Abfragezyklus	4
4. Luftdruck mb	Momentanwert	Momentanwert	-
<u>2. Stecker:</u>			
1. Temperatur °C	Momentanwert	Momentanwert	-
2. Feuchte %r.H.	Momentanwert	Momentanwert	-
3. Regenmenge mm	Momentanwert	Summe über Abfragezyklus	4
4. Regenintensität mm/h	Momentanwert	Maxwert im Abfragezyklus	4



*Der Mittelwert über die Windrichtung wird vektoriell, d.h. auch über den Nullpunkt hinweg richtig gebildet!*

*Alle Kanäle mit zyklischen Werten erfordern einen laufenden Zyklus, sonst wird kein Messwert angezeigt. Bei WinControl erst Gerät und Sensor anschließen, dann Messung starten!*

*V5-Geräte müssen auf nichtkontinuierliche Wandlungsrate eingestellt sein. Damit zeigen auch die Kanäle mit Momentanwerten (Luftdruck, Temperatur, Feuchte) keine Änderung der Messwerte innerhalb des Zykluses an.*

## Technische Daten

<b>Windrichtung</b>	
Azimet	0 ... 360 °, Auflösung: 1°, Ausgabe des Mittelwertes
Genauigkeit	± 3°
<b>Windgeschwindigkeit</b>	
Bereich	0,5 ... 60 m/s, Auflösung: 0,1 m/s
	Ausgabe des Mittel- und Maximalwertes
Genauigkeit	0 ... 35 m/s ± 0,3 m/s oder ± 3%, es gilt der grössere Wert
	36 ... 60 m/s ± 5%
<b>Barometrischer Druck</b>	
Bereich	600 bis 1100 mbar, Auflösung: 0,1 mbar
Genauigkeit	± 0,5 mbar bei 0 ... 30 °C ± 1 mbar bei -52 ... +60 °C
<b>Lufttemperatur</b>	
Bereich	-52 ... 60 °C, Auflösung: 0,1 K
Genauigkeit	± 0,3 K bei 20 °C, (Sensorelement)

<b>Relative Feuchte</b>	
Bereich	0 ... 100 % RH, Auflösung: 0,1% RH
Genauigkeit	± 3% RH bei 0 ... 90 % RH, ± 5% RH bei 90 ... 100 %
<b>Regenmenge</b>	
Erfassungsfläche	60 cm <sup>2</sup> , Auflösung: 0,01 mm, Ausgabe des Summenwertes
Genauigkeit*	± 5%
<b>Regenintensität</b>	
Bereich	0 ... 200 mm/h, Auflösung: 0,1mm/h, Ausgabe des Max.-Wertes
<b>Abmessungen</b>	
Höhe	240 mm
Durchmesser	120 mm
Gewicht	620 g
Kabel	Sensorkabel fest angeschlossen 12m mit 2 Almemo <sup>®</sup> Digitaleingangskabel 0,3m
Stromversorgung	6 ... 12V aus dem Almemo <sup>®</sup> Gerät
<b>Heizung</b>	(nur für FMA 510H) 12 VDC max. 1,1A oder 24 V DC/AC max. 0,6A
<b>Befestigung</b>	
direkt:	seitlich auf eine Traverse oder auf Hohlrohr-Mast mit außen Ø 30mm, innen Ø >= 24 mm
mit aufschnappbarem Adapter ZB 9510 MA27	auf ein Mastrohr mit außen Ø 27 mm (bzw. Ø 30 mm ohne mitgelieferten Einsatz)

\* Auf Grund der unterschiedlichen räumliche Ausdehnung von Niederschlägen können größere Messfehler, insbesondere über kürzere Zeiträume auftreten. Die Angaben beinhalten keine vom Wind verursachten Messfehler.

## Montage

Der FMA 510 kann entweder auf einem senkrechten Rohr oder auf einer waagerechten Traverse montiert werden.

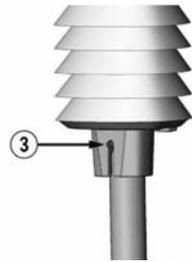
Ein optionaler Montageadapter erleichtert die Installation auf einem senkrechten Rohr. Bei Verwendung des Adapters muss die Sensorausrichtung nach Norden nur einmal durchgeführt werden. Das Risiko einer Fehlausrichtung während des Betriebes wird durch den Adapter sicher ausgeschlossen.



Der Meteo-Sensor FMA 510 muss aufrecht, in senkrechter Position installiert werden.

### Montage auf einem senkrechten Rohr

1. Die Schraubenabdeckung entfernen und den Sensor auf das Rohr stecken.
2. Sensor ausrichten, so dass der Pfeil nach Norden zeigt. (Ausrichtung siehe weiter unten)
3. Die Fixierschraube (3) festziehen und die Schraubenabdeckung anbringen.



### Montage mit dem Adapter ZB 9510 MA27

1. Den Adapter (1) in den Sensor einstecken, wie im Bild gezeigt.
2. Den Sensor drehen, bis er in die verriegelte Position schnappt.
3. Den Adapter auf das Rohr setzen. Bitte achten Sie darauf, dass die Fixierschraube (2) gelockert ist.
4. Sensor ausrichten, so dass der Pfeil nach Norden zeigt. (Ausrichtung siehe weiter unten)
5. Festziehen der Fixierschraube (2), um den Adapter auf dem Rohr zu befestigen.



3



Um den Sensor vom Rohr zu nehmen, den Sensor drehen, bis er aus dem Adapter schnappt. Beim nochmaligem Aufsetzen ist eine erneute Ausrichtung nicht mehr erforderlich.

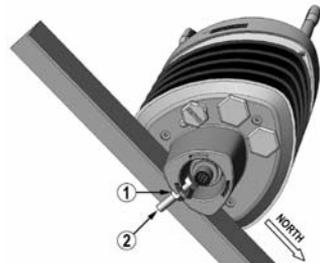
### Ausrichtung nach Norden bei Montage auf senkrechtem Rohr

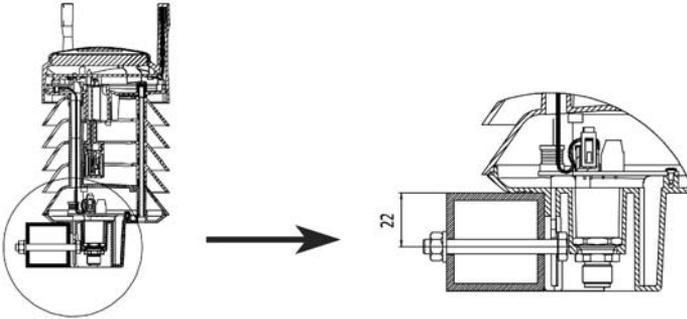
Auf der Unterseite des Sensors ist ein Pfeil und der Text "North" angebracht

1. Zum Verdrehen des Sensors die Fixierschraube am Sensor bzw. am Montageadapter lockern.
2. Mit Hilfe eines Kompasses die Nordrichtung bestimmen, den Sensor drehen, bis der Pfeil auf der Unterseite genau nach Norden zeigt.
3. Die Fixierschraube wieder festziehen. Damit ist der Sensor auf die Nordrichtung ausgerichtet und befestigt.

### Montage auf einer waagerechten Traverse

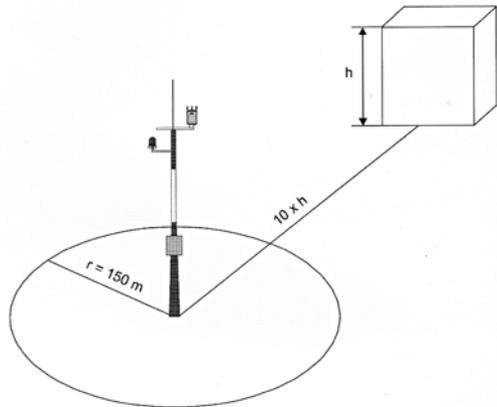
1. Die Schraubenabdeckung entfernen.
2. Mit Hilfe eines Kompasses die Traverse in die Nord – Süd-Richtung ausrichten.
3. Der Sensor wird mit Hilfe der Fixierschraube (2) und Mutter (1) (M6) an der Traverse befestigt, siehe Bild rechts.





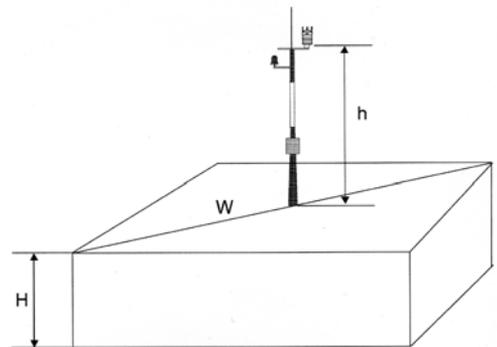
### Wahl des Aufstellungsortes Aufstellung im Freien

Die Wahl des richtigen Standortes spielt für den Erhalt repräsentativer Messergebnisse eine wesentliche Rolle und sollte die interessierende Wettersituation in der Messumgebung optimal widerspiegeln. In der Nähe des Aufstellungsortes dürfen sich keine Turbulenzen verursachenden Gebäude und Bäume befinden. Im Allgemeinen stört ein Objekt mit der Höhe ( $h$ ) die Windmessung nicht bemerkenswert, wenn der Mast in einem Abstand von  $10 \times (h)$  montiert wird, es sollte jedoch immer ein Freifeld mit einem Mindestradius ( $r$ ) von 150m (siehe Abbildung) vorhanden sein.



### Aufstellung auf einem Gebäude

Die empfohlene minimale Masthöhe ( $h$ ) beträgt  $1,5 \times$  Gebäudehöhe ( $H$ ). Ist die Gebäudediagonale ( $W$ )  $<$  Gebäudehöhe ( $H$ ), sollte die Masthöhe ( $h$ ) mindestens  $1,5 \times$  Gebäudediagonale ( $W$ ) betragen (siehe Abbildung).



### VORSICHT !

Die Installation der Wetterstation auf hohen Gebäuden bzw. Aufstellungsorte im Freien sind für Blitzschläge anfällig, welche eine mögliche Hochspannung verursachen, die durch die internen Entstörfilter des Wettergebers nicht abgeblockt werden kann.



### Warnung!

Zum Schutz von Personen und dem Gerät wird empfohlen, einen Blitzableiter zu installieren. Die Spitze des Blitzableiters sollte den Meteo-Geber um mindestens einen Meter überragen. Auf richtige Erdung achten! Alle zutreffenden Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen sind einzuhalten!

### Erdung

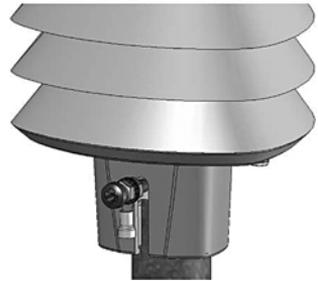
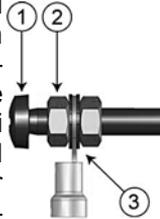
Der Meteo-Multigeber FMA 510 sollte auf einem Mast oder einer Traverse mit guter Erdverbindung montiert werden.

Das Erdpotential wird über die Feststellschraube (oder den Befestigungsbolzen) bereitgestellt. Wenn die Oberfläche des Erdungspunktes gestrichen ist oder eine elektrisch schlecht leitende Oberfläche aufweist, steht ein spezieller Buchsen- und Erdungssatz zur Verfügung (*bitte gesondert anfragen*).

3

### Erdung unter Verwendung des Buchsen- und Erdungssatzes

Bei Bedarf können Sie ein Kabel von der Fixierschraube zu einem Erdungspunkt verlegen. Der Installationssatz beinhaltet eine längere Fixierschraube, zwei Muttern, 2 Unterlegscheiben und einen Abiko-Ringkabelschuh für das Erdungskabel (siehe Abbildung).



- (1) Feststellschraube
- (3) Abiko-Ringkabelschuh  
zwischen 2 Unterlegscheiben
- (2) Mutter

Das Erdungskabel sollte einen Querschnitt von 16 mm<sup>2</sup> (AWG 5) aufweisen. (gehört nicht zum Lieferumfang!)

### Wartung

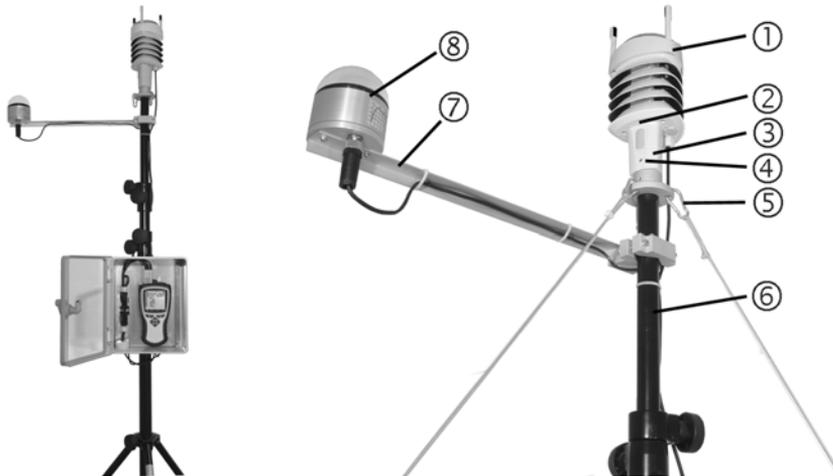
Der Wettermesswertgeber FMA 510 ist bei Auslieferung bereits abgeglichen und sehr wartungsarm. Die einzigen Wartungsarbeiten bestehen darin, die Oberfläche bei Bedarf zu reinigen. Blätter und andere Partikel sollten vom Niederschlagssensor entfernt werden. Der Sensor kann mit einem weichen, fusselfreiem Tuch mit milden Reinigungsmitteln gereinigt werden.



### Vorsicht!

Äußerste Vorsicht beim Reinigen der Windsensoren. Die Sensoren dürfen nicht zerkratzt und verdreht werden.

### 3.4.7.1 Mobile Wetterstation mit Meteo-Multigeber FMA 510



#### Meteo-Multigeber Mobiles Dreibein-Stativ ZB 9510 ST

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| (1) Meteo-Multigeber FMA 510           | (5) Karabinerhaken mit Abspannseil |
| (2) Pfeil nach Norden                  | (6) Stativ ZB 9510 ST              |
| (3) Montageadapter (Schnappverschluss) | (7) Traverse (Messkopfhalter)      |
| (4) Fixierungsschraube                 | (8) Strahlungsmesskopf FLA 613     |

#### Montage und Aufstellungsort

Montage und Aufstellungsort des Meteo-Multigebers siehe 3.4.7 unter den Punkten:

- Wahl des Aufstellungsortes (*Blitzschutz und Erdung beachten!*)
- Montage mit dem Adapter ZB 9510 MA27
- Ausrichtung nach Norden



*Betrieb nur, wenn der Geber im Montageadapter in die verriegelte Position eingeschnappt ist und die Fixierschraube am Montageadapter festgezogen ist!*

Strahlungsmesskopf (8) (Option) auf der Traverse (7) verschrauben und nach Süden ausgerichtet montieren. Im Bedarfsfall den Abspannsatz (3 Seile) sternförmig im gleichmäßigen Abstand von ca. 120° anbringen.



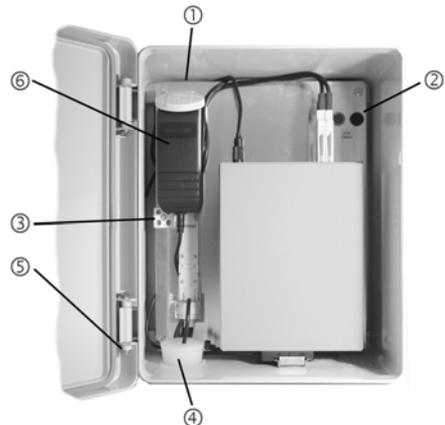
*Der mitgelieferte Abspannsatz ist ausgelegt für Montage auf Erdboden. Auf hartem Untergrund (Fels, Stein, Beton o.ä.) ist für eine geeignete Bodenverankerung zu sorgen. Das Stativ ist für mobilen Einsatz vorgesehen, nicht für Dauereinsatz im Freien!*

**Wetterschutzgehäuse ZB 9510 AG**

## Geräteeinbau und Kabelführung



Almemo® 2690-8



Almemo® 8590-9

- (1) Steckdose 230 V AC
- (2) Bananenbuchsen U DC Output
- (3) Klemmanschluß U DC Input

- (4) Kabeldurchführung
- (5) auf Gehäuserückseite:  
230 V AC Anschlußkabel mit Schukostecker
- (6) Steckernetzteil

**Spannungsversorgung:**

- 230 V AC-Versorgung mit Geräte-Steckernetzteil (6): Steckdose (1) mit herausgeführtem Anschlußkabel mit 230 V Schukostecker (5)
- Gleichspannungsversorgung über externes Netzteil 10 bis 30 V DC mit galvanisch getrenntem ALMEMO® Versorgungskabel (ZA 2690 UK oder ZB 3090 EK): 2 Bananenbuchsen U DC Output (2), verdrahtet auf Klemmanschluß U DC Input (3) für Kundenkabel, Polung beachten!
- Gleichspannungsversorgung über externe Batterie oder Akku (nicht im Lieferumfang) 9 bis 12 V DC mit nicht galvanisch getrenntem ALMEMO® Versorgungskabel (ZA 2690 EK oder ZB 5090 EK): 2 Bananenbuchsen U DC Output (2), verdrahtet auf Klemmanschluß U DC Input (3) für Kundenkabel, Polung beachten!

**Montage des Wetterschutzgehäuses am Mobilien Dreibein-Stativ**

Das Wetterschutzgehäuse wird mittels 2 Halteschellen an der mittleren Teleskopstange befestigt (siehe Bild rechts).



## 3.5 Luftströmungssensoren

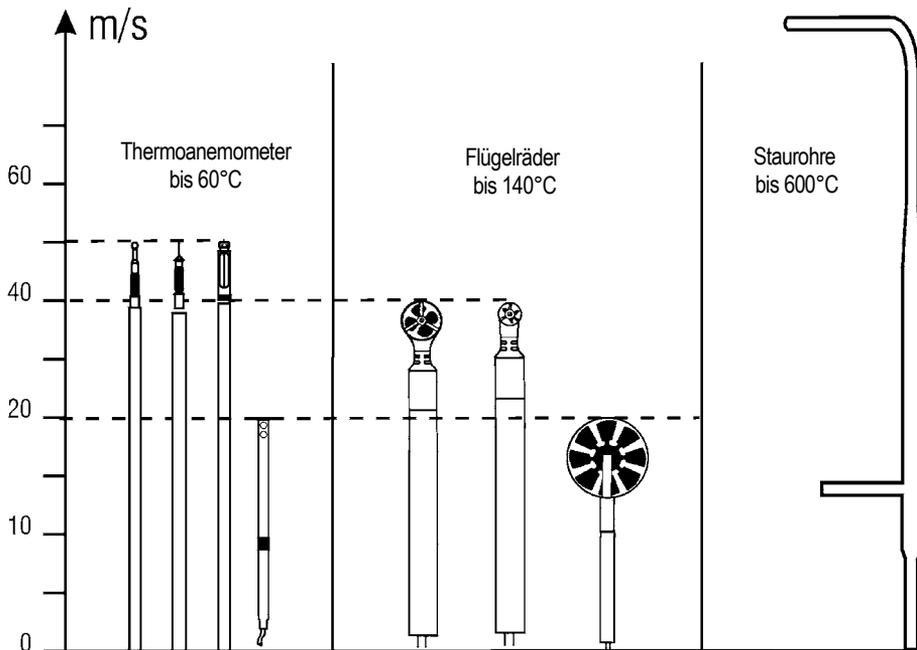
### 3.5.1 Auswahl des Strömungssensors

Im ALMEMO® Fühlerprogramm stehen zur Messung von Strömungsgeschwindigkeiten Thermoanemometersonden, Staurohre und Flügelräder zur Auswahl. Auswahlkriterien sind Messbereich und Einsatztemperatur:

Messfühler	Strömungsgeschwindigkeiten	Einsatztemperaturen
Thermoanemometer	0.1 bis 50 m/s	bis 60°C
Flügelräder	0.2 bis 40 m/s	bis 140°C
Staurohre	ca. 7 bis 100 m/s	bis 600°C

3

#### Messbereiche und Einsatztemperaturen verschiedener Sonden



Messfühler:	Vorteile	Nachteile
Thermoanemometer	auch sehr geringe Luftströmungen messbar (z.B. Zugluftmessungen), auch richtungsunabhängige Messung möglich	sensible Sensorik, empfindlich gegen mechanische Beanspruchung und Verschmutzung, empfindlich gegen turbulente Strömungen, hoher Stromverbrauch, eingeschränkte Umgebungstemperatur
Flügelräder	hohe Genauigkeit bei mittleren Strömungsgeschwindigkeiten und mittleren Umgebungstemperaturen, unempfindlich gegen turbulente Strömungen	sensible Sensorik, empfindlich gegen mechanische Beanspruchung, richtungsabhängig
Staurohre	für hohe Strömungsgeschwindigkeiten und raue Einsatzbedingungen, hohe Umgebungstemperaturen möglich, leicht zu reinigen	stark richtungsabhängig, geringe Strömungsgeschwindigkeiten nicht messbar, temperaturabhängig, begrenzte Genauigkeit, empfindlich gegen turbulente Strömungen

### Allgemeines zum Einbau von Strömungssensoren

Die genaue und zuverlässige Bestimmung der Luftgeschwindigkeit hängt von der richtigen Positionierung des Fühlers ab.

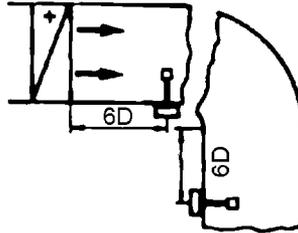
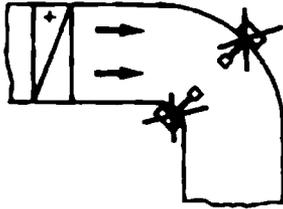
Genaue Messungen sind nur möglich, wenn die Fühler weit genug von Stellen mit turbulenter Strömung entfernt positioniert wird. Turbulente Strömungen entstehen nach Rohrkrümmern, Abzweigungen, hinter Klappen, Ventilatoren oder Querschnittsveränderungen.

Die Beruhigungsstrecke ist eine Funktion des Rohrdurchmessers  $D$ .

Bei rechteckigen Rohren gilt:

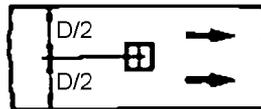
$$D = \frac{2ab}{a+b}$$

Die folgenden Bilder sollen bei Installation eines Luftgeschwindigkeitstransmitters helfen.

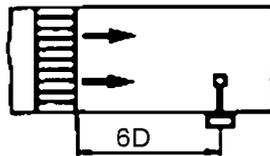
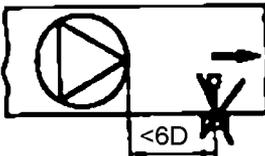


Genauere Messwerte erhält man, wenn man bei der Montage nach Rohrkrümmern, Abzweigungen, hinter Klappen, Ventilatoren oder Querschnittsveränderungen die Beruhigungsstrecken, gemäß der obenstehenden Formel, berücksichtigt.

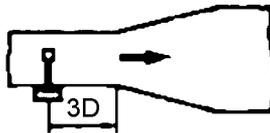
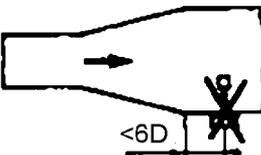
3



Fühler in der Mitte des Kanals montieren.



Optimal ist die Platzierung hinter Filtern und Gleichrichtern, weil dort kein Drall herrscht.



Fühler vor Diffusoren und Konfusoren platzieren.



Filter bzw. Kühler beruhigen die Strömung.

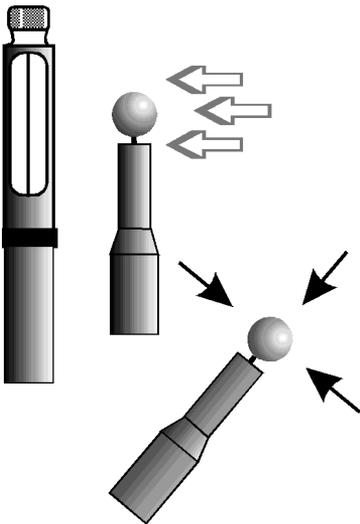
### 3.5.2 Thermoanemometer

Thermistoren und Hitzdraht- oder Heißfilmsonden sind hochsensible Messwertaufnehmer auch für sehr niedrige Luftgeschwindigkeiten. Sie eignen sich für den Einsatz in allen Bereichen der Klima- und Lüftungstechnik, sowie im Bereich der Haustechnik und zur Beurteilung von Arbeitsplätzen (Zugluft). Im ALMEMO® Fühlerprogramm gibt es Thermoanemometersonden für verschiedene Messbereiche und Messgenauigkeiten:

- Thermoanemometer FVA935-THx mit Handgriff fest eingestelltem Messbereich und digitaler Temperaturkompensation.
- Thermoanemometer MT 84x5 mit getrenntem Elektronikgehäuse, ALMEMO® Verbindungskabel und wählbarem Messbereich.

Die Messgrößen Temperatur (FVA935-TH) und Luftgeschwindigkeit sind im ALMEMO® Fühlerstecker auf zwei Messkanälen programmiert und können mit jedem ALMEMO® Messgerät aufgerufen und richtig skaliert mit Dimension angezeigt werden. Für Volumenstrommessungen kann bei ALMEMO® Handgeräten der Querschnitt oder Durchmesser des Lüftungskanals auf einfache Weise eingegeben werden.

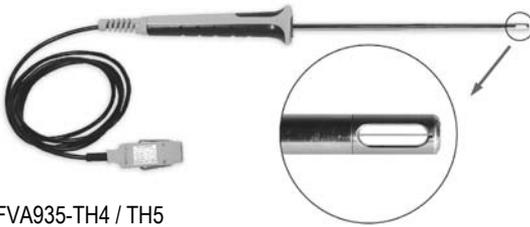
#### Messprinzip



In der Messsonde befindet sich ein temperaturabhängiger Halbleiter (NTC oder Dünnschichtsensor), der durch einen Strom aufgeheizt wird.

Sobald der beheizte Halbleiter einem Luftstrom ausgesetzt wird, kühlt sich dieser ab. Die Höhe des Wärmeentzuges ist ein Maß für die Luftgeschwindigkeit. Mit einer Regelschaltung wird die Temperatur des Elementes konstant gehalten, welches durch die Luftströmung abgekühlt wird. Der Regelstrom ist proportional zur Strömungsgeschwindigkeit.

## Thermoanemometer FVA 935 THx



FVA935-TH4 / TH5



FVA935-TH4Kx / TH5Kx

Der Luftgeschwindigkeitssensor FVA 935 TH wird als Heißfilmanemometer betrieben. Dabei erhitzt ein durch den Sensor geschickter Strom die Widerstandszone, die durch die vorbeiströmende Luft wiederum abgekühlt wird. Die Abkühlung ist umso stärker je größer die Luftgeschwindigkeit beziehungsweise der Massenstrom ist und je niedriger die Lufttemperatur ist. Die sich eingestellte Gleichgewichtstemperatur ist ein Maß für den Massenstrom. Der im Sensor integrierte Temperaturfühler dient dabei zur automatischen Temperaturkompensation.

3

## Technische Daten

Strömung	FVA 935T H4 / TH4Kx	FVA 935 TH5 / TH5Kx
Messbereich:	0 ... 2 m/s	0 ... 20 m/s
Auflösung:	0,001 m/s	0,01 m/s
Ansprechzeit:	< 1,5 s	
Genauigkeit	$\pm(0,04 \text{ m/s} + 1\% \text{ v MW})$	$\pm(0,2 \text{ m/s} + 2\% \text{ v MW})$
Temperaturkompensation:	0 ... +50 °C	
Anströmrichtung:	bidirektional	
Winkelabhängigkeit:	<3% v. MW bei Verdrehung < 15°	
<b>Temperatur</b>		
Messbereich:	-20 ... +70 °C	
Auflösung:	0,1 °C	
Genauigkeit:	$\pm 0,7 \text{ °C}$	
<b>Nominalbedingungen</b>		
Temperatur:	22 °C $\pm$ 2 K	
Luftfeuchte:	45 $\pm$ 10 % r.H. (nicht kondensierend)	
Luftdruck	1013 mbar	
Stromversorgung:	6 ... 13V / 40 mA	

## Maße

Sondendurchmesser: 6 mm

FVA 935 TH4/TH5: Sonde mit Handgriff Sondenlängen: 210 mm

(plus Handgriff) ALMEMO® Kabel: 1,5 m

FVA 935 TH4Kx/TH5Kx: Sonde mit abgesetzter Elektronik im Kabelgehäuse

Sondenlängen: THxK1 80 mm / THxK2 300 mm

Sondenkabel: 5 m zur Elektronik, ALMEMO® Kabel: 1,5 m

## Wartung

Die Luftgeschwindigkeitstranssonden FVA 935 TH4/5 enthalten keine beweglichen Teile und sind daher verschleißfrei. Mit dem innovativen Heißfilmanemometerprinzip sind die Sensoren weitgehend unempfindlich gegen Schmutz und Staub, sodass bei Normalbedingungen keine Wartung erforderlich ist.

Bei starker Beanspruchung empfehlen wir eine periodische Reinigung mit Isopropylalkohol. Anschließend lässt man das Element an der Luft trocknen. Die Verwendung mechanischer Hilfsmittel ist zu vermeiden.

### Thermoanemometer FV A605 TA

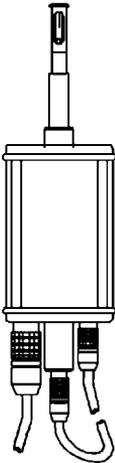
Zur Messung der Luftgeschwindigkeit gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm neben Flügelrädern, Staudrucksensoren auch laser-kalibrierte Thermoanemometer mit unidirektionaler oder omnidirektionaler Messempfindlichkeit. Durch die Speicherung der Fühlerdaten im ALMEMO® Stecker werden die Messwerte richtig skaliert in m/s angezeigt. Über einen Faktor oder die Eingabe einer Querschnittfläche ist es außerdem möglich, auch den Volumenstrom zu erfassen.

#### Messprinzip:

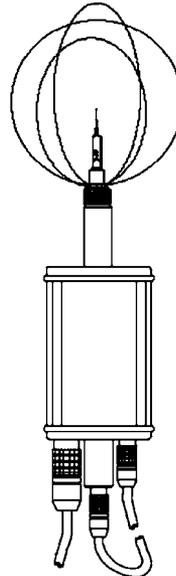
Der Messfühler hat einen NTC-Widerstand welcher auf eine konstante Über- temperatur zur Umgebung aufgeheizt wird. Damit misst man die Strömungs- geschwindigkeit aufgrund der dazu benötigten Heizleistung. Da diese Messung stark von der Umgebungstemperatur abhängig ist, wird mit einem weiteren Präzisions-NTC-Widerstand die Umgebungstem- peratur gemessen und auto- matisch kompensiert. Thermoanemometer eignen sich besonders für niedrige Windgeschwindigkeiten z.B. Zugluftmessungen.

3

#### Ausführungen:



FVA605-TAx



FVA605-TAxO

Das Thermoanemometer besteht aus einem Fühlerrohr, das den NTC-Tempe- raturfühler und den beheizten Miniaturthermistor enthält, sowie dem Fühler- wandlermodul mit der Auswerteelektronik für den Messfühler. Dieses ist zu- sammen mit dem dafür bestimmten Fühler justiert worden. Wandlermodul und Fühler sind darum nicht austauschbar! Das Modul ist mit derselben Fabrikati- onsnummer versehen wie sein Fühler (auf Typen-Schild).

Es gibt 2 mechanische Ausführungen mit 2 verschiedenen Messbereichen:  
 Unidirektional (empfindlich in einer Richtung) mit geschützter Messspitze:

FV A605-TA1:	Luftgeschwindigkeit	0.010 .... 1.000 m/s
FV A605-TA5:	Luftgeschwindigkeit	0.15 ... 5.00 m/s

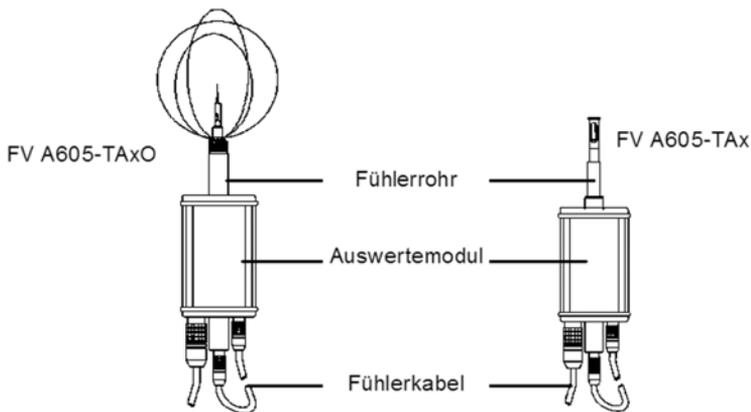
Omnidirektional (richtungsunabhängige Kugelspitze) mit Schutzkorb

FV A605-TA10:	Luftgeschwindigkeit	0.010 .... 1.000 m/s
FV A605-TA50:	Luftgeschwindigkeit	0.15 ... 5.00 m/s

Programmierung:	FV A605 TA1/10	FV A605 TA5/50
Bereich:	0.010 .... 1.000 m/s	0.15 ... 5.00 m/s
Ausgangssignal:	0 .... 1V	0 .... 1V
Bereich:	d2600	d2600
Dimension:	m/s	m/s
Faktor:	0.1	0.05
Exponent:	+1	+2
Basis:	-	-

## Montage und Handhabung:

1. Fühler an blaues Fühlerkabel anschließen.
2. Auswertemodul mit schwarzem ALMEMO® Kabel an das Messgerät anschließen.



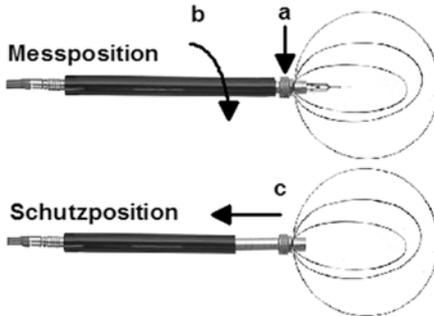
3. Messgerät einschalten.

Der Fühler kann in das Auswerte-Modul hineingeschoben werden, wie in der Abbildung oben dargestellt ist. Damit erhält man eine kompakte, einfach zu handhabende Einheit. Alternativ kann der Fühler auch getrennt vom Auswerte-Modul eingesetzt werden:

1. Fühlerkabel vom Fühlerrohr trennen.
2. Fühlerrohr aus dem Modul herausziehen.
3. Fühlerkabel wieder am Fühler einstecken.

**Fühlerschutz:**

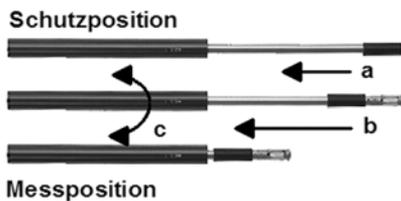
FV A605 TAxO



1. In Messposition Fühlerspitze am gerändelten Griffband (a) festhalten.
2. Blauen Fühlergriff (b) im Uhrzeigersinn drehen.
3. Der Griff schnappt zurück (c) und die Fühlerspitze verschwindet in Schutzposition.
4. Umgekehrt Schritt 3 bis 1 um die Fühlerspitze wieder in Messposition zu bringen

3

FV A605 TAx



1. Zum Öffnen der Fühlerspitze schwarze Schutzkappe (a) in Griffrichtung zurückschieben.
2. Bei festgehaltenem Fühlerrohr kann dieses durch leichtes Verdrehen des blauen Fühlergriffes (b) gelöst oder gesichert werden.
3. Fühlerrohr in die gewünschte Position bringen und durch Verdrehen sichern.

**Messung:**

Nach dem Anstecken der Sonde und Einschalten des ALMEMO® Gerätes, werden die Messwerte richtig mit Dimension skaliert und können sofort in m/s abgelesen werden.

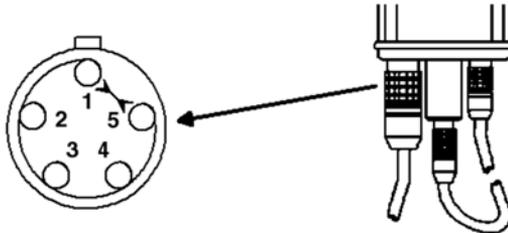
Bei Messungen in einem Kanal sind die Sicherheitsabstände zu Turbulenzstellen einzuhalten. Um ruhige Messwerte zu erhalten, ist das Messgerät ALMEMO® 2390-5 oder 2690-8 besonders geeignet, da es mit der Funktion ZEIT-KONSTANTE die Messwerte kontinuierlich mittelt. Weitere Messfunktionen zur Mittelwertbildung und zur Volumenstrommessung sind im ALMEMO® Handbuch (s. Hb. 3.5.5) bzw. in der ALMEMO® Anleitung Mittelwertbildung beschrieben.

## Nullpunktgleich:

Normalerweise ist ein Nachjustieren des Nullpunktes nicht nötig. Über längere Zeit, oder durch starke Erschütterungen beim Transport, kann er sich jedoch etwas verstellen.

Wenn das Ausgangssignal bei abgedecktem Fühler nicht 0 m/s entspricht, sollte ein Nullabgleich durchgeführt werden.

1. Fühler muss geschlossen sein, nach Schließen mindestens 3 Minuten warten.
2. An der Buchse "LEMO (groß)" Pin 1 und Pin 5 ca. 3 bis 4 Sekunden lang kurzschließen, anschließend wieder trennen.
3. Das Auswerte-Modul befindet sich nun im Abgleichmodus



und führt automatisch einen Nullpunktgleich durch.

Nach einer Wartezeit von ca. 2 Minuten ist der Fühler wieder einsatzbereit.



Es ist dafür zu sorgen, dass während des Abgleichs die Umgebungstemperatur stabil bleibt.

## Sicherung:

Falls trotz anliegender Speisespannung kein Ausgangs-Signal vorhanden ist, so ist die Stromversorgung für min. 30 Sek. zu unterbrechen. Dadurch kann sich die evtl. ausgelöste PTC-Sicherung wieder regenerieren.

## Reinigung:

Die Messfühler sind im Prinzip wartungsfrei. Schmutzablagerungen am Heiß-NTC führen jedoch zu Messfehlern.

Zum Reinigen kann das Kopfteil in einer nicht aggressiven Reinigungsflüssigkeit sorgfältig geschwenkt werden. Anschließend in destilliertem Wasser auswaschen und gut trocknen lassen.



## ACHTUNG!

Die Fühlerspitze NICHT berühren! Das Kopfteil NIEMALS mit einem Heißluft-Föhn oder Pressluft trocknen!

Die empfindlichen Messspitzen können beschädigt werden.

**Technische Daten:****Elektronikbox mit Fühler**

Messbereich:	FV A605 TA1(O):	0,01 bis 1 m/s
	FV A605 TA5(O):	0,15 bis 5 m/s
Auflösung:	FV A605 TA1(O):	0,001 m/s
	FV A605 TA5(O):	0,01 m/s
Genauigkeit:	FV A605 TA1(O):	±1,0% v. Endwert; ±1,5% v. Messwert
	FV A605 TA5(O):	±0,5% v. Endwert; ±1,5% v. Messwert
Nennbedingungen:	22 °C, 960 hPa	
Autom. Temperaturkompensation:	wirksam im Bereich 0 bis 40°C	
Temperatureinfluss:	±0,5% vom Endwert/°C	

**Fühler**

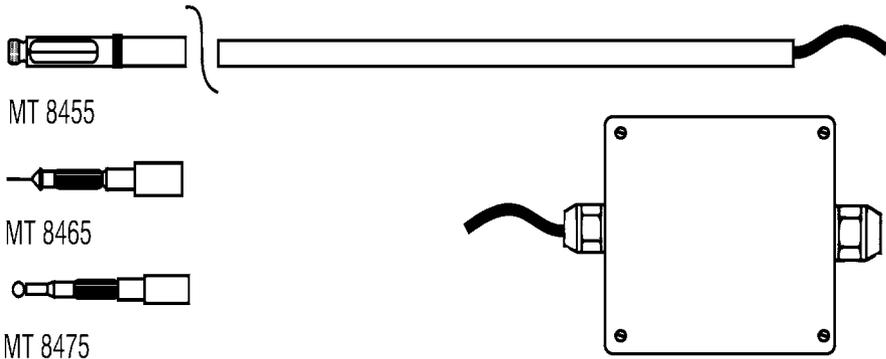
Kopfgröße:	Ø 8 mm	
Schaft:	Ø 15 mm	
Einsatzbereich:	0 bis 40°C	
Anströmungswinkel:	FV A605 TA1/TA5:	±30°
	FV A605 TA10/TA50:	±180°
Einfahröffnung:	FV A605 TAx	Ø 9 mm
	FV A605TAxO:	Ø 110 mm (Schutzkorb)
Fühlerlänge	FV A605 TAx:	300 mm
	FV A605 TAxO:	310 mm
Kabellänge:	1,5 m	
Lagertemperatur:	-30 bis +90°C	

**Allgemeine technische Daten**

Messmedien:	trockene Luft oder inerte Gase	
Ansprechzeit:	FVA 605 TAxD:	gedämpft: $1\tau = 2\text{ s}$
	FVA 605 TAxU:	ungedämpft: $1\tau = 100\text{ ms}$
Speisung:	aus ALMEMO® Gerät (ca. 7 - 10V)	
Stromverbrauch:	ca. 70 mA	
Ausgangssignal:	0 bis 1V, linearisiert, Lastwiderstand mind. 10kΩ	
Gehäuse:	Abmessungen:	100 x 60 x 35 mm (L x B x H)
	Schutzart:	IP 40 (Aluminiumgehäuse)
	Gewicht:	ca. 250 g
Betriebstemperatur:	0 bis 40°C	
Lagertemperatur:	-30 bis 90°C	
Luftfeuchtigkeit:	0 bis 90% r.F., nicht kondensierend	
Justiernormal:	Laser-Doppler-Windkanal, zertifiziert nach SN EN 45001 Justierung bei 22°C/ca. 960hPa	

## Thermoanemometer MT 84x5

Die Thermoanemometer MT 84x5 sind laserkalibrierte, hochgenaue Sonden mit einstellbaren Messbereichen und Norm-Ausgangssignalen.



MT 8455: Vielzwecksensor mit geschützter Messspitze

MT 8465: Stabsensor mit kleiner Messspitze

MT 8475: Omnisensor mit richtungsunabhängiger Kugelspitze

Über ein spezielles Verbindungskabel können die Thermoanemometer an alle ALMEMO® Geräte angeschlossen werden. Die Geräte erkennen automatisch den Sensor und zeigen den richtigen Messwert mit entsprechender Dimension im Display an.

### Messung

Die Sonde muss vor dem Gebrauch fest angebracht werden. Die Durchflussrichtung ist an der Sonde markiert. Um ruhige Messwerte zu erhalten, d.h. um eine schwankende Anzeige besser ablesen zu können, ist eine hohe Zeitkonstante einzustellen oder die Mittelwertbildung der Messgeräte zu verwenden.

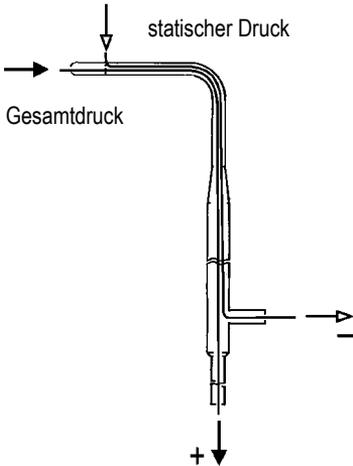
### Reinigung

Staub und Schmutz können sich an der Sonde absetzen. Falls notwendig, kann die Sonde mit einer weichen Bürste und einer milden Reinigungslösung wie Isopropylalkohol gereinigt werden.

**Technische Daten MT 84x5:**

Messbereiche:	MT 8455, MT 8465 einstellbar von 0.125 m/s bis 1.0 / 1.25 / 1.5 / 2.0 / 2.5 / 3.0 / 4.0 / 5.0 / 7.5 / 10.0 12.5 / 15.0 / 20.0 / 25.0 / 30.0 / 40.0 / 50.0 m/s MT 8475 einstellbar von 0.05 m/s bis 0.5 / 0.75 / 1.0 / 1.25 / 1.5 / 2.0 / 2.5 m/s
Genauigkeit:	MT 8455/8465: $\pm 2\%$ v. MW., $\pm 0.5\%$ vom selektierten Bereich MT 8475: $\pm 3\%$ v. MW., $\pm 1\%$ vom selektierten Bereich
Nenntemperatur:	MT 8455/8465: 18–28°C<, > °C +0.2% je °C MT 8475: 20–26°C<, > °C +0.5% je °C
Nennlage:	horizontal
Auflösung:	0.07 % vom selektierten Bereich
Reproduzierbarkeit:	< $\pm 1\%$ vom Messwert
Versorgungsspannung:	11 bis 30 V DC
Stromverbrauch:	max. 350 mA
Zeitkonstante:	wählbar von 0.05 bis 10 s
Einsatzbereich:	0 bis 60 °C
Abmessungen:	Sonde 300 mm lang, Messspitze 32 mm, Kabel 5 m Gehäuse 126 x 80 mm, 60 mm hoch

### 3.5.3 Staudruckmessmodule Grundlagen



Die Luftgeschwindigkeit wird über Staudruck und statischen Druck ermittelt. Dieser entsteht, wenn ein Prandtl-Staurohr in eine Luftströmung gehalten wird.

Der Gesamtdruck trifft auf die Staurohröffnung auf und wird an den Anschluss (+) des Druckmessmoduls weitergeleitet.

Der reine statische Druck wird über die seitlichen Schlitze aufgenommen und liegt am Anschluss (-) an.

Die Druckdifferenz, der dynamische Druck, ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit. Dieser wird ausgewertet und angezeigt.

Der Staudruck hängt mit Luftgeschwindigkeit folgendermaßen zusammen:

1. Dichte der Luft:

$$\rho = \rho_0 \frac{273}{273 + T} \quad \text{mit} \quad \rho_0 = 1.292 \text{ kg/m}^3 \text{ (Dichte bei } 0^\circ\text{C)}$$

$T = \text{Lufttemperatur in } ^\circ\text{C}$

2. Luftgeschwindigkeit (gültig bis ca. 40 m/s):

$$v = \sqrt{\frac{2p}{k\rho}} \quad \text{mit} \quad p = \text{Staudruck in Pa}$$

$k = \text{Beiwert der Sonde}$   
 Prandtlrohr:  $k = 1$   
 Zylindersonde:  $k = 1.7$

3. Luftgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Kompressibilität der Luft (gültig auch über 40 m/s):

$$v = \sqrt{\frac{p}{\rho/2 + p/4 c^2}} \quad \text{mit} \quad c = \text{Schallgeschwindigkeit in Luft}$$

$(331 + 0.6 \times T \text{ m/s})$

Aus den Formeln ist zu erkennen, welchen Einfluss die Lufttemperatur auf die Luftdichte und damit auf das Messergebnis der Staudruckmessung hat. Außerdem geht die Abweichung des Luftdrucks  $p_a$  vom Normaldruck 1013 mbar in das Ergebnis mit ein. Zur Korrektur der Geschwindigkeit kann folgender Faktor verwendet werden:

$$K = \sqrt{\frac{1013 \text{ mbar}}{P_a}} \quad K \approx 1 + (1013 - p_a) \cdot 0.0005 \text{ (in 1.Näherung)}$$

Luftgeschwindigkeit für ausgewählte Staudrucke (Prandtl-Staurohr, T = 22 °C)

Staudruck [Pa]	Staudruck [mmWS]	Luftgeschwindigkeit [m/s]
1	0,1	1,29
2	0,2	1,83
3	0,3	2,24
4	0,41	2,59
5	0,51	2,89
10	1,02	4,09
20	2,04	5,78
30	3,06	7,08
40	4,08	8,18
50	5,1	9,14
100	10,2	12,93

**Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung von Temperatur und Luftdruck:**

Die tatsächliche Luftgeschwindigkeit ist abhängig von Lufttemperatur und barometrischem Luftdruck. Deshalb muss für exakte Messungen der Luftgeschwindigkeit der Messwert gemäß folgender Tabelle korrigiert werden.

Luft-temperatur	940 mbar	960 mbar	980 mbar	1000 mbar	1020 mbar	1040 mbar
- 30 °C	0,942	0,932	0,922	0,913	0,904	0,895
- 20 °C	0,961	0,951	0,941	0,932	0,923	0,914
- 10 °C	0,980	0,970	0,960	0,950	0,941	0,931
0 °C	0,998	0,988	0,978	0,968	0,958	0,949
10 °C	1,016	1,005	0,995	0,985	0,975	0,966
20 °C	1,035	1,024	1,013	1,003	0,993	0,983
30 °C	1,051	1,040	1,029	1,019	1,009	0,999
40 °C	1,069	1,057	1,047	1,036	1,026	1,016
50 °C	1,085	1,074	1,063	1,052	1,042	1,031
60 °C	1,102	1,090	1,079	1,068	1,057	1,047
70 °C	1,118	1,106	1,095	1,084	1,073	1,063
80 °C	1,135	1,123	1,111	1,100	1,089	1,078
90 °C	1,151	1,139	1,127	1,116	1,105	1,094
100 °C	1,167	1,154	1,142	1,131	1,120	1,109
150 °C	1,242	1,229	1,216	1,204	1,192	1,180
200 °C	1,314	1,300	1,287	1,274	1,261	1,249
250 °C	1,381	1,367	1,353	1,339	1,326	1,313
300 °C	1,446	1,431	1,416	1,402	1,388	1,375
400 °C	1,567	1,550	1,534	1,519	1,504	1,489
500 °C	1,680	1,663	1,646	1,629	1,613	1,597
600 °C	1,784	1,766	1,748	1,730	1,713	1,696
700 °C	1,884	1,865	1,846	1,827	1,809	1,791

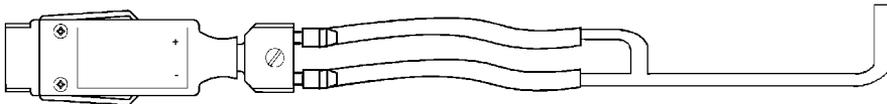
**Beispiel:**

Luftgeschwindigkeit 50 m/s, Lufttemperatur 80 °C, Luftdruck 960 mbar. Der gemessene Wert muss mit dem Korrekturfaktor 1.123 multipliziert werden. Die Luftgeschwindigkeit beträgt also 56.1 m/s.

**ALMEMO® Druckmessstecker:**

Zur Strömungsmessung gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm aufsteckbare Druckmessstecker FDA602-SxK und als Zubehör robuste Prandtl-Staurohre in Edelstahlausführung oder aus vernickeltem Messing. Sie werden über Schläuche an den Druckmessstecker angeschlossen. Zylindersonden lassen sich auch verwenden, wenn man den spezifischen Beiwert der Sonde (1.7) durch Programmieren eines Faktors von  $1/\sqrt{1,7} = 0.767$  berücksichtigt.

Die Messgrößen Staudruck und Luftgeschwindigkeit sind im ALMEMO® Fühlerstecker auf zwei Messkanälen programmiert und können mit jedem ALMEMO® Messgerät aufgerufen und richtig skaliert mit Dimension angezeigt werden.



Druckmessstecker FDA 602 SxK

Staurohr FD 9912

Bezeichnung	Kanal	Messbereich	Dim	Bereich	Faktor	Exp
FD A602 S1K:	1.Kanal:	0.5...40.0 m/s	ms	L840	-	-
	2.Kanal:	± 1250.0 Pa	Pa	Volt	-	3
FD A602 S6K:	1.Kanal:	1.8...90.0 m/s	ms	L890	-	-
	2.Kanal:	± 6800 Pa	Pa	Volt	0.4	4

### Nullpunktgleich der Druckaufnehmer

Der Nullpunkt der Druckaufnehmer kann sich durch Lageänderungen und Temperaturschwankungen verschieben. Deshalb ist es sinnvoll, den Nullpunkt vor jeder Messung abzugleichen. Für den Abgleich müssen die Druckschläuche abgezogen, bzw. das Staurohr aus dem Strömungskanal herausgenommen werden. Wenn sich der Messwert stabilisiert hat, kann der Nullpunktgleich erfolgen. Dieser 'Nullpunktgleich' ist in der Bedienungsanleitung des jeweiligen Gerätes unter Fühlerabgleich-Nullpunkt beschrieben. Den Schnittstellenbefehl finden Sie im Kap. 6.4.2.



Der Nullpunktgleich ist bei jedem aktiven Kanal (m/s, Pa) getrennt durchzuführen.

Beim Ausschalten geht dieser Abgleich verloren. Deshalb müssen Sie bei der nächsten Messung einen neuen Abgleich durchführen.

3

### Temperaturkompensation für Luftgeschwindigkeit

Weicht die Messtemperatur stark von der Bezugstemperatur 25 °C ab, dann sollte der Temperatureinfluss (Bereich -50.0 bis +700.0 °C) am besten durch Messung mit einem NiCr-Ni-Temperaturfühler kompensiert werden. Bei ALMEMO® V5- und V6-Geräten ist jeder geeignete Temperaturfühler (Auflösung 0.1°C) mit Hilfe des Bezugskanals zur Kompensation verwendbar (s. 6.3.4). Sind die Verhältnisse relativ konstant, genügt die Eingabe eines Korrekturfaktors gemäß der o.a. Tabelle.

### Handhabung der Druckmessmodule



Achten Sie auf den richtigen Anschluss des Staurohres. Eine Verwechslung der Druckanschlüsse führt zu Fehlmessungen



#### Achtung:

Die Druckmesswertgeber beinhalten sehr empfindliche Druckmessdosen.

Beachten Sie die zulässigen Maximaldrücke, sie dürfen nicht überschritten werden!

Vorsicht beim Abziehen der Schläuche!

Drücken Sie die Schläuche nicht zusammen.

Sie vermeiden damit schädliche Unterdrücke.

Vermeiden Sie zu starke Erschütterungen!

Lassen Sie keine aggressiven Gase an die Membran der Druckdosen gelangen, die sie zerstören würden!

## Technische Daten

### Druckmessstecker:

Überlastbarkeit:	Maximal dreifacher Endwert
Maximaler Gleichtaktdruck:	700 mbar
Genauigkeit (Nullp. abgegl.):	±0,5 % vom Endwert im Bereich 0 bis positiver Endwert
Nenntemperatur:	25°C
Temperaturdrift:	< ± 1,5 % vom Endwert
kompensierter Temp.-Bereich:	0 bis 70 °C
Arbeitsbereich:	-10 bis +60°C, 10 bis 90 % r.H. nicht kondensierend
Abmessungen:	74 x 20 x 8,8 mm
Schlauchanschlüsse:	5mm Ø, 12mm lang
Sensormaterial:	Aluminium, Nylon, Silicon, Silicongel, Messing

### Stauohre:

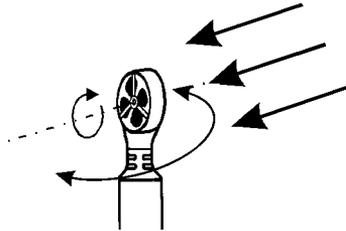
Bestell-Nr.	Kopf-Ø	Schaft-Ø	Länge	Einsatz bis
FD 9912-33MS	3 mm	6 mm	300 mm	150 °C
FD 9912-33VA	3 mm	6 mm	300 mm	300 °C
FD 9912-54MS	5 mm	8 mm	400 mm	350 °C
FD 9912-54VA	5 mm	8 mm	400 mm	500 °C
FD 9912-56MS	5 mm	8 mm	600 mm	350 °C
FD 9912-56VA	5 mm	8 mm	600 mm	500 °C
FD 9912-84MS	8 mm	8 mm	400 mm	350 °C
FD 9912-84VA	8 mm	8 mm	400 mm	500 °C
FD 9912-88MS	8 mm	8 mm	800 mm	350 °C
FD 9912-88MS	8 mm	8 mm	800 mm	600 °C
FD 9912-97VA	10 mm	10 mm	1000 mm	350 °C
FD 9912-97VA	10 mm	10 mm	1000 mm	600 °C
FD 9912-98MS	10 mm	20 mm	1500 mm	350 °C
FD 9912-98VA	10 mm	20 mm	1500 mm	600 °C
FD 9912-99MS	20 mm	20 mm	2000 mm	350 °C
FD 9912-99VA	20 mm	20 mm	2000 mm	600 °C

MS = Messing vernickelt, VA = Chrom-Nickel-Stahl

### 3.5.4 Flügelräder

Zur Strömungsmessung gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm die Flügelräder FV A915-Sxxx mit auswechselbarem Schnappkopf oder FV A915-MA1 mit festem Messkopf. Sie sind besonders für den robusten Einsatz in der Klimatechnik geeignet. Die Luftgeschwindigkeit kann mit jedem ALMEMO® Messgerät aufgerufen und richtig skaliert mit Dimension angezeigt werden.

#### Messprinzip



Die Strömungsgeschwindigkeit wird über eine Frequenzmessung ermittelt. Das strömende Medium setzt das Flügelrad in Bewegung. Über eine induktive Impulszählung mit Hilfe eines Mikrokontrollers im ALMEMO® Stecker werden die Umdrehungen des Flügelrades erfasst und als Geschwindigkeit angezeigt.

3

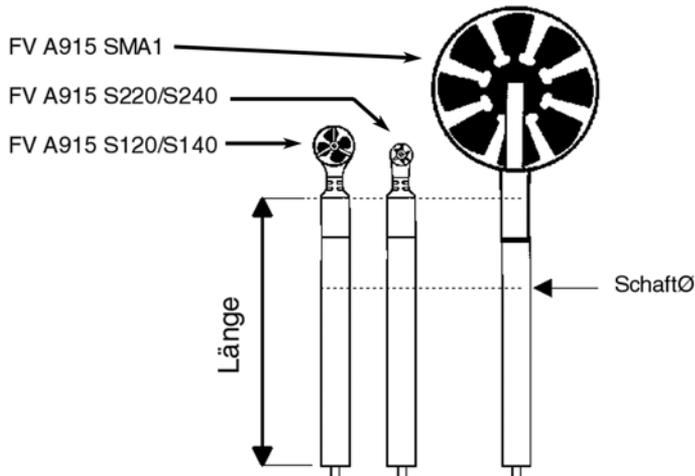
#### Messung

Um mit einer Flügelrad-Messsonde korrekte Messwerte zu erhalten muss die Flügelradachse parallel zur Strömungsrichtung ausgerichtet sein. Wird die Messsonde im Luftstrom leicht gedreht, ändert sich der Anzeigewert am Messgerät. Die Messsonde ist exakt im Luftstrom positioniert, wenn der Anzeigewert am größten ist. Bei Strömungsmessungen mit Flügelrädern kommt es häufig zu folgenden Messsituationen, in denen das Strömungsprofil stark inhomogen ist:

- Messung an Luftauslässen: Um korrekte Messwerte zu erhalten muss hier ininigem Abstand vom Gitter mit großen Flügelrädern gemessen werden, bei denen die Messwerte über den größeren Messkopf integriert und gemittelt werden. Werden kleinere Flügelräder verwendet, muss räumlich über Einzelwerte oder eine bestimmte Zeit gemittelt werden.
- Messungen an Ansaugungen: Um definierte Strömungsverhältnisse in einem festen Querschnitt zu erhalten, wird das Flügelrad in einem Messtrichter positioniert.

### Ausführung

Unsere Flügelräder sind sensible Messwertaufnehmer mit Diamantlager, die sehr präzise justiert sind. Dadurch wird eine hohe Genauigkeit erreicht. Die Aluminium-Flügelräder sind in strömungstechnisch ausgebildeten Messköpfen aus Kunststoff (Polysulfon) angeordnet. Die Achsen sind standardmäßig in geschützten, ölgetränkten Berilliumbronzehülsen geführt und in Spitzen aus Spezial-Einsatzstahl gelagert. Hierdurch sind die Geber für robusten Einsatz in der Klimatechnik besonders geeignet. Die Flügelräder sind teilweise mit Schnapp-Messköpfen ausgerüstet und damit sehr servicefreundlich.



Messbereich	Kopf Ø	Einfahröffng.	Schaft Ø	Länge	Bestell-Nr.
0.3 bis 20 m/s	22 mm	ab 35 mm	15 mm	175 mm	FV A915 S120
0.4 bis 40 m/s	22 mm	ab 35 mm	15 mm	175 mm	FV A915 S140
0.5 bis 20 m/s	11 mm	ab 15 mm	15 mm	165 mm	FV A915 S220
0.6 bis 40 m/s	11 mm	ab 15 mm	15 mm	165 mm	FV A915 S240
0.2 bis 20 m/s	80 mm	ab 108 mm	15 mm	235 mm	FV A915 SMA1

### Technische Daten:

Genauigkeit: FV A915 S120 -S140:  $\pm 0.5\%$  v. Ew.  $\pm 1.5\%$  v. Mw.  
 FV A915 S220 -S240:  $\pm 1\%$  v. Ew.  $\pm 3\%$  v. Mw.  
 FV A915 SMA1:  $\pm 0.5\%$  v. Ew.  $\pm 1.5\%$  v. Mw.

max. Auflösung: 0.01 m/s  
 Nenntemperatur:  $22^\circ\text{C} \pm 2\text{K}$   
 Einsatzbereich:  $-20$  bis  $+140^\circ\text{C}$

### 3.5.5 Volumenstrommessung

Zur Bestimmung des Volumenstroms VS in Lüftungskanälen wird die mittlere Strömungsgeschwindigkeit mit der Querschnittsfläche F multipliziert:

$$VS = v_M \cdot F \cdot 0.36$$

VS = Volumenstrom in m<sup>3</sup>/h,  
 F = Querschnittsfläche in cm<sup>2</sup>,  
 v<sub>M</sub> = mittlere Strömungsgeschwindigkeit in m/s

#### Luftmengenmessung mit Aufsatztrichter

Zur Luftmengenmessung an Lüftungsauslässen (z.B. Tellerventilen) bis 200 mm Durchmesser gibt es für das Makro-Flügelrad FV A915-MA1 als Zubehör den Aufsatztrichter ZV 9915-LM. Durch Skalierung der Luftgeschwindigkeit mit dem Faktor 1.3762, Exponent +1 und Dimension mh erhält man die Luftmenge in m<sup>3</sup>/h. Ein Korrekturfaktor für die Zwangsdurchströmung des Flügelrades ist dabei schon berücksichtigt. Die Messgröße Volumenstrom kann auch als 2. Kanal programmiert werden.

3

Kanal	Funktion	Messbereich	Dim	Bereich	Faktor	Exp
1.Kanal:	Luftgeschwindigkeit	0.2...20.00 m/s	ms	L420	-	-
2.Kanal:	Volumenstrom	1.0...275.0 m3/h	mh	L420	1.3762	+1

#### Volumenstrommessung mit Mittelpunktsonde

Zur überschlägigen Volumenstrommessung reicht es, eine Strömungssonde im Mittelpunkt des Kanals anzuordnen. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit ist ca.  $0.8 \cdot v$  (s.u. Netzmessung Mittelpunktmethode). Durch Skalierung der Geschwindigkeit mit dem Faktor  $(0.8 \cdot F \cdot 0.36)$  kann der momentane Volumenstrom kontinuierlich in m<sup>3</sup>/h angezeigt werden. Außer dem Faktor ist evtl. auch Exponent und Dimension zu programmieren.

#### Volumenstrombestimmung aus Mittelwert und Querschnitt

Um möglichst genaue Messwerte zu erhalten, muss die Strömungsgeschwindigkeit über die ganze Fläche integriert bzw. gemittelt werden. Bei den Handgeräten 2390-5, 2690-8, 2890-9 und der Anlage 5690-2M ist es möglich, die Querschnittsfläche direkt über die Tastatur in Funktion QF als Fläche F mit max. 32000 cm<sup>2</sup> oder in Funktion DN über den Durchmesser mit max. 2000 mm einzugeben. Der Volumenstrom VS kann dann in einem Funktionskanal 'Flow' als Produkt Mittelwert Fläche direkt in m<sup>3</sup>/h abgelesen werden (s. Geräteanleitung Kapitel 'Volumenstrommessung').

Je nach Gerätetyp und -version sind zur Ausgabe und Speicherung des Volumenstroms und der Anzahl der Messungen die Funktionskanäle 'Flow' und 'n(t)' verfügbar (siehe 6.3.3 bzw. Geräteanleitung).

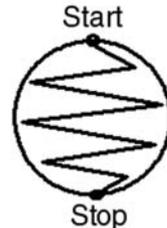
## Bestimmung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit

Der wichtigste Parameter zur Volumenstrommessung ist die mittlere Strömungsgeschwindigkeit  $v_M$ . Da die Geschwindigkeit in jedem Kanal in der Mitte am größten und an den Wänden wesentlich niedriger ist, muss man sie nach einer der folgenden Methoden über den Querschnitt mitteln.

### Zeitliche Mittelwertbildung:

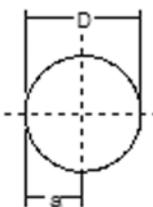
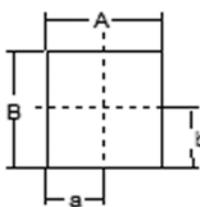
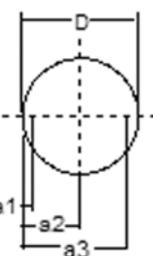
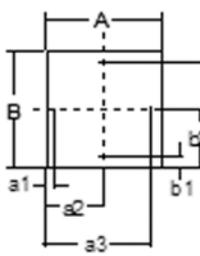
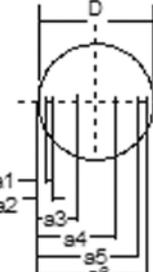
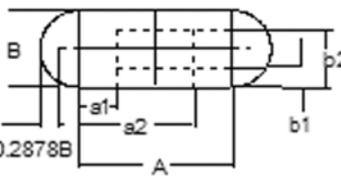
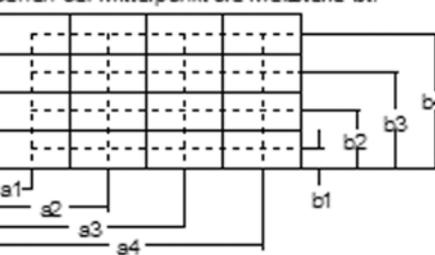
Bei Luftmengenmessungen an Lüftungsgittern können Sie die mittlere Strömungsgeschwindigkeit durch eine zeitliche Mittelwertbildung bestimmen:

1. Stellen Sie den Mittelungsmodus für zeitliche Mittelwertbildung ein.
2. Setzen Sie das Flügelrad an einem Ende an und starten Sie die Mittelwertbildung.
3. Fahren Sie gleichmäßig den ganzen Querschnitt ab.
4. Wenn Sie das andere Ende erreicht haben, stoppen Sie die Mittelwertbildung wieder.



### Netzmessungen:

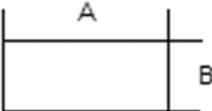
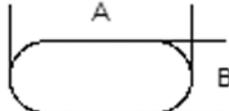
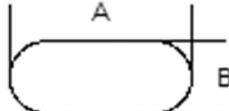
Bei Strömungsmessungen im Rahmen von Abnahmemessungen nach den Richtlinien VDI/VDE 2640 wird die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in einem Netz aus einzelnen Messpunkten im senkrecht zur Leitungsachse liegenden Messquerschnitt bestimmt. Für diese Netzmessungen verwenden Sie die Mittelwertbildung über Einzelmessungen (s. Geräteanleitung). Eine Übersicht der verschiedenen Methoden finden Sie auf der nächsten Seite. Mit einem Staurohr oder Mikro-Anemometer, das die Strömung möglichst wenig beeinflusst, können Sie sehr exakte Messresultate erzielen. Den Mittelwert der Einzelmessungen  $v_M$  müssen Sie je nach Messmethode mit dem Korrekturfaktor  $k$  korrigieren:  $v = k \cdot v_M$

<p><b>I. Mittelpunktmethode</b></p>  <p><math>D = 100 \%</math>  <math>a = 50 \%</math></p> <p><math>D &lt; 250 \text{ mm}</math></p> <p><math>k = 0,8</math></p>	<p><b>II. Mittelpunktmethode</b></p>  <p><math>A = 100 \%</math>  <math>B = 100 \%</math>  <math>a = 50 \%</math>  <math>b = 50 \%</math>  <math>A \text{ u. } B &lt; 250 \text{ mm}</math>  <math>A / B &lt; 2</math></p> <p><math>k = 0,8</math></p>																									
<p><b>III. 5-Punktmethode</b></p>  <p><math>D = 100 \%</math>  <math>a1 = 10 \%</math>  <math>a2 = 50 \%</math>  <math>a3 = 90 \%</math>  <math>D = 150..400 \text{ mm}</math></p> <p><math>k = 1,0</math></p>	<p><b>IV. 5-Punktmethode</b></p>  <p><math>A = 100 \%</math>  <math>B = 100 \%</math>  <math>a1, b1 = 10 \%</math>  <math>a2, b2 = 50 \%</math>  <math>a3, b3 = 90 \%</math>  <math>A, B = 150..500 \text{ mm}</math>  <math>A / B &lt; 2</math></p> <p><math>k = 0,96</math></p>																									
<p><b>V. 12-Punktmethode</b></p>  <p><math>D = 100 \%</math>  <math>a1 = 3.2 \%</math>  <math>a2 = 13.5 \%</math>  <math>a3 = 32.1 \%</math>  <math>a4 = 67.9 \%</math>  <math>a5 = 88.5 \%</math>  <math>a6 = 96.8 \%</math>  <math>D &gt; 250 \text{ mm}</math></p> <p><math>k = 1,0</math></p>	<p><b>VII. Flächenmeßmethode</b></p>  <p><math>0.2878B</math></p> <p><math>A</math></p> <p>Zwei Meßpunkte in den Halbkreisen          Fläche wie VI.</p> <p><math>A \text{ und } B &gt; 50 \text{ mm}</math>      <math>k = 0,96</math></p>																									
<p><b>VI. Flächenmeßmethode</b></p> <p>Anzahl der Meßpunkte</p> <table border="1" data-bbox="176 1181 470 1484"> <thead> <tr> <th>A B mm</th> <th>&lt; 200</th> <th>200.. 500</th> <th>500.. 800</th> <th>&gt; 1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 200</td> <td>2x2</td> <td>2x3</td> <td>2x4</td> <td>2x5</td> </tr> <tr> <td>200.. 500</td> <td>3x2</td> <td>3x3</td> <td>3x4</td> <td>3x5</td> </tr> <tr> <td>500.. 800</td> <td>4x2</td> <td>4x3</td> <td>4x4</td> <td>4x5</td> </tr> <tr> <td>&gt; 1000</td> <td>5x2</td> <td>5x3</td> <td>5x4</td> <td>5x5</td> </tr> </tbody> </table>	A B mm	< 200	200.. 500	500.. 800	> 1000	< 200	2x2	2x3	2x4	2x5	200.. 500	3x2	3x3	3x4	3x5	500.. 800	4x2	4x3	4x4	4x5	> 1000	5x2	5x3	5x4	5x5	<p>Die Fläche wird in gleiche Felder geteilt, von denen der Mittelpunkt die Meßstelle ist.</p>  <p><math>A \text{ und } B &gt; 100 \text{ mm}</math>      <math>k = 0,96</math></p>
A B mm	< 200	200.. 500	500.. 800	> 1000																						
< 200	2x2	2x3	2x4	2x5																						
200.. 500	3x2	3x3	3x4	3x5																						
500.. 800	4x2	4x3	4x4	4x5																						
> 1000	5x2	5x3	5x4	5x5																						

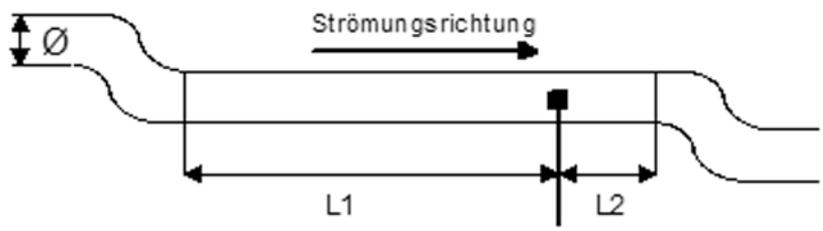
**Durchführung:**

Wenn Sie die Messungen nach den Richtlinien VDI/VDE 2640 durchführen, beachten Sie folgende Hinweise:

- Je nach Ausführung der Lüftungsanlage kommt es bereits bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten zu Turbulenzen.
- Führen Sie die Messungen in einem beruhigten Abschnitt einer Lüftungsanlage durch, in dem möglichst wenig Turbulenzen auftreten.
- Wählen Sie die Messstelle so, dass größtmögliche Sicherheitsabstände vor und hinter dem Messpunkt vorhanden sind. Als Sicherheitsabstand N bezeichnet man den Weg von einem möglichen Turbulenzpunkt bis zur Messstelle. Turbulenzen treten z.B. nach Ventilatoren, Krümmungen, Reduzierungen, Regelklappen, Gleichrichtern, Heizaggregaten oder Filtern usw. auf.
- Aus nachstehenden Formeln können Sie die Sicherheitsabstände N für die Auswahl des Messpunktes errechnen. Dabei ist L die von Hindernissen freie gerade Strecke eines Lüftungskanals.

Art des Kanals		Sicherheitsfaktor N	freiegerade Strecke
		$N = \frac{L}{D}$	L1=6 D L2=2 D
		$N = \frac{2L}{A+B}$	L1=3 (A+B) L2=A+B

- Wählen Sie den Sicherheitsabstand  $N_1=L_1/D$  vor dem Messpunkt so, dass er gleich oder größer als 6 ist und den Sicherheitsabstand  $N_2=L_2/D$  nach dem Messpunkt so, dass er gleich oder größer als 2 ist.



- Wenn Sie nur kurze, gerade Teile eines Rohrleitungssystems zur Messung zur Verfügung haben, können Sie durch eine höhere Anzahl von Messpunkten für die Mittelwertbildung einen geringeren Sicherheitsabstand N wählen.  $N_1=L_1/D$  muss jedoch mindestens 2.5 betragen.

## 3.6 Physikalische Aufnehmer

### 3.6.1 Drucksensoren

#### Grundlagen

Zur Druckmessung wird die Durchbiegung einer Membran, verursacht durch den Mediendruck, ausgenutzt und in ein elektrisches Signal umgewandelt. Meistens werden zwei Dehnungsmessstreifen so angeordnet, dass einer gedehnt und der andere gestaucht wird. Die Widerstandsänderungen werden in einer Brückenschaltung ausgewertet. Das entstehende Signal wird entweder direkt verwendet (mV) oder als Normsignal (Spannung bzw. Strom) zur Verfügung gestellt. Zur Herstellung von Drucksensoren sind verschiedene Verfahren gebräuchlich, die auf den jeweiligen Anwendungszweck abgestimmt sind.

3

#### Dickschichtsensoren:

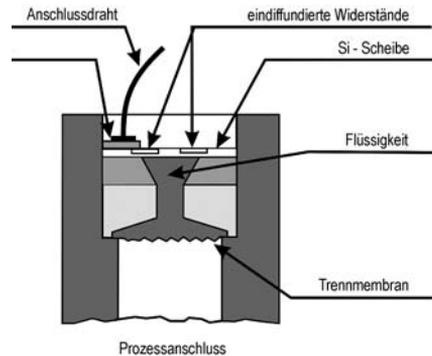
Die dehnungsempfindlichen Elemente werden mittels Siebdrucktechnik auf eine Edelstahlmembran aufgebracht.

#### Dünnschichtsensoren:

In einem aufwendigen Herstellungsverfahren werden auf einer passivierten Edelstahlmembrane die Dehnungsmesswiderstände direkt durch ein chemisches Dampfabcheidungsverfahren erzeugt.

#### Piezoresistive Sensoren:

Als druckempfindliches Element dient eine Siliziummembrane, in die die dehnungsempfindlichen Widerstände eindiffundiert sind. Da Silizium hinsichtlich seiner Medienverträglichkeit den Einsatz des Sensors einschränken würde, ist ein Druckübertragungssystem, bestehend aus Füllflüssigkeit und Edelstahlmembrane, vorgelagert. Die Druckmesszelle ist temperaturkompensiert und wird in aufwendigen Vakuumprozessen hergestellt.



#### Kalibrierung

Druckaufnehmer gibt es prinzipiell in 4 Kalibrierungen:

**Relativdruck:** Druck bezogen auf Umgebungsdruck

**Absolutdruck:** Druck bezogen auf Vakuum (0 bar)

**Überdruck:** Druck bezogen auf Luftdruck bei der Herstellung (ca. 1 bar)

**Differenzdruck:** Druck bezogen auf einen zweiten variablen Druck

Sensor:	Vorteile	Nachteile
Dickschicht-Sensoren	kompakte Bauweise, besonders für den Einsatz in einfachen Überwachungs- und Regelkreisen geeignet	Temperatureinsatzbereich begrenzt, Messwerte unterliegen einer gewissen Langzeitschwankung
Dünnschichtzellen	sehr kompakter und homogener Aufbau, hohe Langzeitstabilität und dynamische Belastbarkeit, besonders für den robusten Industrieinsatz für den mittleren und hohen Relativdruckbereich geeignet.	sehr aufwendiges Herstellungsverfahren
Piezoresistive Sensoren	hohe Genauigkeit in einem weiten Temperaturfeld, besonders für den Einsatz in hochwertigen Mess- und Regelungsaufgaben, insbesondere für den Absolutdruckbereich und den unteren bis mittleren Relativdruckbereich gut geeignet.	aufwendiges, aber bei Massenproduktion kostengünstiges Herstellungsverfahren

### 3.6.1.1 ALMEMO® Einbau-Druckaufnehmer

Bei ALMEMO® Einbau-Druckaufnehmern ist die ebenfalls piezoresistive Messzelle in einem ölgefüllten, vollverschweißten Edelstahlgehäuse aufgehängt. Da alle medienberührenden Teile aus Edelstahl gefertigt sind, eignen sie sich auch für den Einsatz in chemisch-aggressiven Medien.



Da der Druck durch eine kleine Bohrung im Gewindeteil auf die Druckmembran übertragen wird, sollten Flüssigkeiten nicht zum Auskristallisieren neigen und Gase nicht stark staubbelastet sein.

#### Einsatz

ALMEMO® Druckaufnehmer eignen sich zur Messung in flüssigen und gasförmigen Medien in vielfältigen industriellen Anwendungen, z.B.: Medizintechnik, Klima-Systeme, hydraulische Steuerungen, Robotik, Verfahrenstechnik, Motorsteuerungen, Prüfstände.

#### Einbau-Druckaufnehmer FD A602Lx

für industrielle Anwendungen in flüssigen und gasförmigen Medien.

Typ FD A602L: Standard-Ausführung mit G1/4" Außengewinde, Membran nicht frontbündig.



## Ausführungen

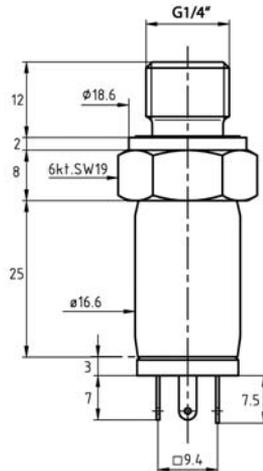
Typ / Bestellnr.:	Bereich	Zubehör optional
<b>Relativdruck:</b> FDA602L3R FDA602L5R	bis 2,5 bar bis 10 bar	PTFE-Dichtband, -200 bis +260°C, Breite 10mm, Stärke 0,1mm, Rolle mit 12m Best. Nr. ZB9000TB
<b>Absolutdruck:</b> FDA602L4A FDA602L5A	bis 5 bar bis 10 bar	Schnellverschlusskupplung NW 5, bis 35bar, Anschluss G1/4" innen, Messing Best. Nr. ZB9602N5
<b>Überdruck:</b> FDA602L2U FDA602L3U FDA602L4U	bis 25 bar bis 50 bar bis 100 bar	Schnellverschlusskupplung NW 7,2 bis 35bar, Anschluss G1/4" innen, Messing Best. Nr. ZB9602N7

3

**Ausführung ALMEMO® Einbau-Druckaufnehmer FD A602Lx**

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte sind die Druckaufnehmer standardmässig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangswerte des Druckaufnehmers bereits als Druck in bar angezeigt werden.

**Abmessungen**

**Technische Daten:**

Überlast:	2 fache des Endwertes
Ausgangssignal:	0.2 ... 2.2 V
Genauigkeitsklasse:	±0,5% vom Endwert (Linearität + Hysterese + Reproduzierbarkeit)
Gesamtfehlerband: 0...50°C -10...80°C	±1,0 % vom Endwert ±1,5 % vom Endwert (Linearität + Hysterese + Reproduzierbarkeit + Temperaturkoeffizienten + Nullpunkt + Bereichstoleranz)
Ansprechzeit (0 ... 99%):	< 5 ms
Nennbedingungen:	22°C ± 2 K, 10 bis 90% rH nicht kondensierend
Stromversorgung:	6 bis 15 V DC, Verbrauch < 4 mA
Betriebstemperatur:	-40 bis +100°C
Druckanschluss:	Außengewinde G1/4", Membran nicht frontbündig
Material in Mediumkontakt:	rostfreier Stahl DIN 1.4404/1.1135 Viton Aussendichtung
Gewicht:	ca. 50 g
Schutzart:	IP 65

**Temperaturkompensierte Druckaufnehmer FD 8214**

Typ FD 8214: Standard-Ausführung mit G1/4" Innengewinde.



Typ FD 8214 M: Frontbündige Membran (mit Gewindeende verschweißt), Außengewinde G1/2", leicht sterilisierbar



Typ FD 8214: Ausführung mit Kühlrippen mit G1/4" Innengewinde (auch mit frontbündiger Membran)



## Ausführungen

Typ / Bestellnr.:	Bereich	Typ / Bestellnr.:	Bereich
<b>Relativdruck:</b>		<b>Absolutdruck:</b>	
FD821401R, FD8214M01R	0 bis 100 mbar	FD821407A, FD8214M07A	0 bis 1 bar
FD821402R, FD8214M02R	0 bis 160 mbar	FD821408A, FD8214M08A	0 bis 1,6 bar
FD821403R, FD8214M03R	0 bis 250 mbar	FD821409A, FD8214M09A	0 bis 2,5 bar
FD821404R, FD8214M04R	0 bis 400 mbar	FD821410A, FD8214M10A	0 bis 4 bar
FD821405R, FD8214M05R	0 bis 600 mbar	FD821411A, FD8214M11A	0 bis 6 bar
FD821406R, FD8214M06R	0 bis 800 mbar	FD821412A, FD8214M12A	0 bis 10 bar
FD821407R, FD8214M07R	0 bis 1 bar		
FD821408R, FD8214M08R	0 bis 1,6 bar		
FD821409R, FD8214M09R	0 bis 2,5 bar		
FD821410R, FD8214M10R	0 bis 4 bar		
FD821411R, FD8214M11R	0 bis 6 bar		
FD821412R, FD8214M12R	0 bis 10 bar		
<b>Messbereiche Überdruck:</b>		<b>Messbereiche Überdruck:</b>	
FD821412U, FD8214M12U	bis 10 bar	FD821418U, FD8214M18U	0 bis 160 bar
FD821413U, FD8214M13U	0 bis 16 bar	FD821419U, FD8214M19U	0 bis 250 bar
FD821414U, FD8214M14U	0 bis 25 bar	FD821420U, FD8214M20U	0 bis 400 bar
FD821415U, FD8214M15U	0 bis 40 bar	FD821421U, FD8214M21U	0 bis 600 bar
FD821416U, FD8214M16U	0 bis 60 bar	FD821422U, FD8214M22U	0 bis 1000 bar
FD821417U, FD8214M17U	0 bis 100 bar		

andere Messbereiche auf Anfrage

Optionen (typabhängig) + Zubehör	Bestellnr.:
Linearität 0,1%, (für Bereiche: > 0,1bar bis 600bar)	Best. Nr. OR8214G1
Linearität 0,25%	Best. Nr. OR8214G
Medientemperatur -25 bis +100°C	Best. Nr. OR8214T1
Medientemperatur -25 bis +150°C, (Ausführung mit Kühlrippen)	Best. Nr. OR8214T2
Prozessanschluß Kleinflansch (für FD8214xxA Absolutdruck)	KF16 Best. Nr. OR8214KF16 KF25 Best. Nr. OR8214KF25
Lebensmittelgerechte Ausführung mit Pflanzenöl ASEOL Food	Best. Nr. OR8214ML
Drossel gegen Druckspitze	Best. Nr. OR8214DS
Ausgang 0 bis 10 V	Best. Nr. OR8214V
Ausgang 0 bis 20 mA	Best. Nr. OR8214A
Ausgang 4 bis 20 mA	Best. Nr. OR8214R4
PTFE-Dichtband, -200 bis +260°C, Breite 10mm, Stärke 0,1mm, Rolle mit 12m	Best. Nr. ZB9000TB
Schnellverschlusskupplung NW 5, bis 35bar, Anschluß G1/4" aussen, Messing	Best. Nr. ZB8214N5
Schnellverschlusskupplung NW 7,2 bis 35bar, Anschluß G1/4" aussen, Messing	Best. Nr. ZB8214N7

### Ausführung ALMEMO® Druckaufnehmer FD 8214

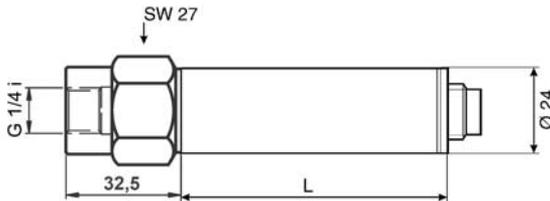
Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte steht ein ALMEMO® Anschlusskabel (ZA8214AK) mit folgenden Eigenschaften zur Verfügung:

Typ / Bestellnr.	
Kupplungsdose mit 2 m Kabel und ALMEMO® Stecker Best. Nr. ZA8214AK	Kupplungsdose 6pol., gerade Ausführung, Best. Nr. ZB9030RB
	Kupplungsdose 6pol., Winkel-Ausführung, Best. Nr. ZB9030RBW

andere Kabellängen auf Anfrage

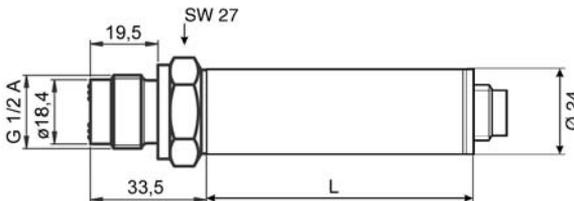
Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangswerte des Druckaufnehmers bereits als Druck in mbar oder bar angezeigt werden.

### Abmessungen Typ FD 8214



L = 45 mm (L = 72 mm bei Option Medientemperatur bis 150°C mit Kühlrippen)

### Abmessungen Typ FD 8214 M



L = 45 mm (L = 72 mm bei Option Medientemperatur bis 150°C mit Kühlrippen)



**Zum Einsatz im Lebensmittel- und Pharma-Bereich sind die Druckaufnehmer optional auch mit Füllung ASEOL Food lieferbar.**

**Technische Daten:**

Messzelle:	piezoresistiv
Überlast:	Bereiche ... 600 bar: das 1,5-fache des Endwertes (min. 3 bar, max. 850 bar) Bereiche > 600 bar : 1500 bar
Ausgangssignal: Standard 0 bis 2 V: Option 0 bis 10 V: Option 0 bis 20 mA: Option 4 bis 20 mA 2-Leiter:	Speisung 6,5 bis 13 V (aus ALMEMO® Gerät), Strom < 4 mA Speisung 15 bis 30 V, Bürde > 10 kOhm, Strom < 4 mA Speisung 9 bis 33 V, (>18 V bei Bürde 500 Ohm), Strom < 25 mA Speisung 9 bis 33 V, (>18 V bei Bürde 500 Ohm), Strom < 25 mA
Ansprechzeit:	< 1,5 ms / 10...90% Nenndruck
Linearität:	Standard $\pm 0,5$ % v. Endwert Option $\pm 0,25$ % v. Endwert für alle Bereiche Option $\pm 0,1$ % v. Endwert für Bereiche >0,1 bar und bis 600 bar
Medientemperatur: optional:	0 bis +80°C, Temperaturkomp.: 0 bis +70°C -25 bis +100°C, Temperaturkomp.: -25 bis +85°C -25 bis +150°C, Temperaturkomp.: -25 bis +85°C
Temperaturdrift:	Nullpunkt < $\pm 0,04$ % v. Endwert/°C für Bereiche >0,5 bar Spanne < $\pm 0,02$ % v. Endwert/°C für alle Bereiche
Nenntemperatur:	22°C $\pm 2$ K, 10 bis 90% rH nicht kondensierend
Material:	Gehäuse, Druckanschluss, Membran: Edelstahl 1.4435
Schutzart:	IP 67
Abmessungen:	Siehe Punkt Abmessungen
Anschlussgewinde:	Typ 8214: Innengewinde G1/4", Schlüssel SW 27 Option für Absolutdruck: Kleinflansch KF16 oder KF25 Typ 8214 M: Außengewinde G1/2", Schlüssel SW 27 Andere Gewinde auf Anfrage!
Elektrischer Anschluss:	Einbau-Stecker Binder 723 5-polig
Gewicht:	ca. 180 g

**Druckaufnehmer zur Temperaturmessung bei Kältemittel Absolutdruck FDA 602 LxAK**

für industrielle Anwendungen in flüssigen und gasförmigen Medien.

Typ FD A602LxAK: Standard-Ausführung mit 7/16" Außengewinde, Membran nicht frontbündig.

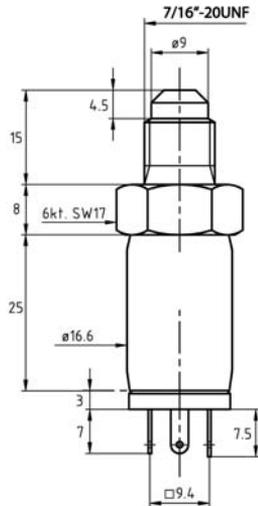


## Ausführungen

Typ / Bestellnr.:	Bereich
<b>Absolutdruck mit Auflösung 0,001 bar:</b>	
FDA602L5AK	bis 10 bar
FDA602L6AK	bis 30 bar
FDA602L7AK	bis 50 bar

## Abmessungen

Abmessungen in mm



## Technische Daten → wie FD A602 Lx, jedoch:

Druckauflösung:	0,001 bar (programmiert)
Druckanschluss:	Außengewinde 7/16", Membran nicht frontbündig

## Ausführung ALMEMO® Druckaufnehmer zur Temperaturmessung bei Kältemittel Absolutdruck FDA 602 LxAK

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte sind die Druckaufnehmer standardmässig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangswerte des Druckaufnehmers bereits als Druck in bar mit Auflösung 0,001 bar angezeigt werden. Zusätzlich wird ab Werk ein kundenseitig wählbarer Kältemittel-Messkanal als Funktionskanal im ALMEMO® Stecker programmiert. Dieser zeigt die Kältemitteltemperatur in °C mit einer Auflösung von 0,1 K.



**Voraussetzung für die Berechnung der Kältemitteltemperatur aus dem gemessenen Absolutdruck ist die ALMEMO® Geräte-Option SB0000R2: Temperaturmessbereiche für Kältemittel**

**ALMEMO® Geräte-Option SB 0000 R2****Temperaturmessbereiche für Kältemittel**

Die ALMEMO® Geräte, ab Version V6, (2590-2/-3S/-4S, 2690, 2890, 8590, 8690, 5690) können mit dieser Option versehen und für die kontinuierliche Kältemitteltemperaturmessung mit Absolut-Druckgebern (**Auflösung 0,001 bar zwingend!**) genutzt werden. Druck und Temperatur können angewählt oder kontinuierlich angezeigt bzw. aufgezeichnet werden.

Mit der Sonderausführung SB0000-R2 wird das ALMEMO® V6 Messgerät mit 10 Messbereichen zur Bestimmung der Temperatur aus dem Taupunktdruck, bzw. Siedepunktdruck verschiedener Kältemittel ausgestattet. Die Messbereiche werden als Funktionskanäle in einem beliebigen Absolutdruckaufnehmer programmiert. Als Bezugskanal muss der entsprechend skalierte Druckmessbereich mit einer Auflösung von 0,001 bar vorhanden sein. Bei der manuellen Programmierung der Temperaturmessbereiche erscheinen die entsprechenden Kürzel 'Rxxx' der Kältemittel zwischen 'DIGI' und 'S120'. Von den Serienmessbereichen entfallen die Bereiche 'Ir 1' bis 'Ir 6' und 'L605'.

Bei wechselweiser Nutzung mehrerer Kältemittel können maximal 3 Kältemittel auf 3 Funktionskanäle eines Steckers programmiert und somit durch Kanalwahl aufgerufen werden.

3

**Technische Daten Kältemittel**

Kältemittel:	R22	R23	R134a	R404A	R404A
Druckbereich:	0..36 bar	0..49 bar	0..40.5 bar	0..32 bar	0..32 bar
Arbeitspunkt:	Taupunkt	Taupunkt	Taupunkt	Taupunkt	Siedepunkt
Temperaturbereich:	-90..+79 °C	-100..+26 °C	-75..+101 °C	-60..+65 °C	-60..+65 °C
Auflösung:	0.1 K	0.1 K	0.1 K	0.1 K	0.1 K
Linearisierungsgenauigkeit:	<-24°C: 0.2 K >-24°C: 0.1 K	<-24°C: 0.2 K >-24°C: 0.1 K	<-16°C: 0.2 K >-16°C: 0.1 K	0.1 K	0.1 K
Bereichskürzel:	R22	R23	R134	R404	'404
V24-Befehl:	B20	B19	B21	B22	B17

Kältemittel:	R407C	R407C	R410	R417A	R507
Druckbereich:	0..46 bar	0..46 bar	0..49 bar	0..27 bar	0..37 bar
Arbeitspunkt:	Taupunkt	Siedepunkt	Taupunkt	Taupunkt	Taupunkt
Temperaturbereich:	-50..+86 °C	-50..+86 °C	-70..+70 °C	-50..+70 °C	-70..+70 °C
Auflösung:	0.1 K	0.1 K	0.1 K	0.1 K	0.1 K
Linearisierungsgenauigkeit:	<-30°C: 0.2 K >-30°C: 0.1 K	<-30°C: 0.2 K >-30°C: 0.1 K	<-30°C: 0.2 K >-30°C: 0.1 K	<-35°C:0.2K >-35°C:0.1K	<-30°C: 0.2 K >-30°C: 0.1 K
Bereichskürzel:	R407	'407	R410	R417	R507
V24-Befehl:	B23	B62	B25	B26	B18



**Der Temperaturbereichs-Endwert ergibt sich aus den vorliegenden Daten der Kältemittel. Bei Druckgebern mit kleinerem Druckbereichen verringert sich lediglich die messbare Endtemperatur.**

### 3.6.1.2 ALMEMO® Differenzdruckaufnehmer

#### Differenzdrucktransmitter FD A602D

- Misst den Differenzdruck in flüssigen und gasförmigen Medien indirekt mit zwei Absolutdrucksensoren.
- Kostengünstiger, robuster bei einseitiger Überlastung.
- Der Bereich des Differenzdruckes sollte mindestens 5% vom Standarddruckbereich betragen.
- Mit schnellem und präzisen Mikroprozessor.
- Alle reproduzierbaren Fehler der Drucksensoren, wie Nichtlinearitäten und Temperaturabhängigkeiten, werden mit einer mathematischen Fehlerkompensation vollständig eliminiert.



#### Ausführungen

Standarddruckbereich Absolutdruck	Überlast	Differenzdruckbereich Endwert bitte angeben	Bestellnummer
Niederdruckversion:			
0 bis 3 bar	10 bar	0 bis 0,2 ... 3 bar	FDA602D01
0 bis 10 bar	20 bar	0 bis 0,5 ... 10 bar	FDA602D02
0 bis 25 bar	40 bar	0 bis 1,25 ... 25 bar	FDA602D03
Mitteldruckversion:			
0 bis 100 bar	200 bar	0 bis 5 ... 100 bar	FDA602D10
0 bis 300 bar	450 bar	0 bis 15 ... 300 bar	FDA602D11

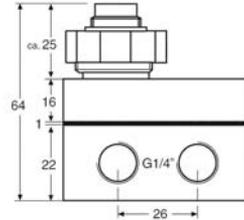
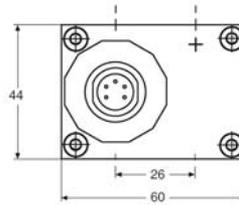
#### Ausführung ALMEMO® Differenzdrucktransmitter FD A602D

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte sind die Druckaufnehmer standardmässig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

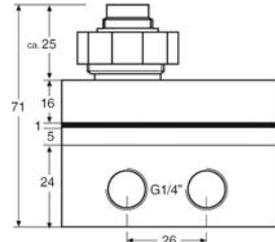
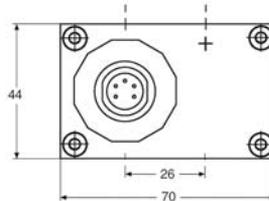
Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangswerte des Drucktransmitters als Differenzdruck in mbar oder bar angezeigt werden.

## Abmessungen

Niederdruckversion  
Maße in mm



Mitteldruckversion  
Maße in mm



3

## Technische Daten

Standarddruckbereich (maximal messbarer Druck pro Druckanschluß), Überlast, Differenzdruckbereich:	siehe Ausführungen
Lager-/Betriebstemperatur	-40 ... +100 °C
Kompensierter Standardbereich	-10 ... +80 °C
Fehlerband:	≤ 0,05 % vom Endwert typisch ≤ 0,1 % vom Endwert maximal bezogen auf Standarddruckbereich (Linearität + Hysterese + Reproduzierbarkeit + Temperaturfehler)
Druckanschlüsse:	G 1/4 innen (2 pro Druckseite)
Material in Mediumkontakt:	Rostfreier Stahl 316L, DIN 1.4435
Speisung:	6 bis 15 V DC, über ALMEMO® Stecker
Ausgang:	0 bis 2 V
Elektrischer Anschluß:	Binder-Stecker inkl. 2 m ALMEMO® Anschlusskabel
CE-Konformität:	EN61000-6-1 bis 4 mit geschirmtem Kabel
Schutzart:	IP65
Gewicht:	
Niederdruckversion:	475 g
Mitteldruckversion:	750 g

### Differenz-Druckaufnehmer für Wandmontage FD 8612 DPS

Der Drucksensor Typ DPS dient zur Erfassung von sehr kleinen Drücken und Differenzdrücken. Die Druckmessung erfolgt über eine entsprechend dem Druckbereich empfindliche Membrane aus CuBe. Das Membransystem wird induktiv kräftefrei abgetastet. Der Drucksensor ist geeignet für nichtaggressive Gase im Laboreinsatz aber auch unter rauen Industriebedingungen, z. B. in der Heizung-Lüftung-Klimatechnik, Reinraumtechnik, Medizintechnik, Filtertechnik und Feinzugtechnik. Der Drucksensor hat keine Ex-Zulassung.

- Die solide Mechanik gewährleistet Langzeitstabilität, Linearität und gute Reproduzierbarkeit.
- Durch die Temperaturdrift ist gezielte Kompensation der Sensoren auf ein Minimum reduziert.
- Nahezu wartungsfreier Betrieb durch verschleissfreies induktives Messsystem.



### Ausführungen

Typ / Bestellnr.	Messbereich Relativ- u. Differenzdruck	Zubehör
FD8612DPS	0 bis 2,5 mbar ... 1000 mbar, Bitte Messbereich angeben	1 Satz Silikonschläuche 2m, schwarz/farblos Best. Nr. ZB2295S
OD8612P10	1mbar (100Pa)	Silikonschlauch schwarz Aufpreis je m Best. Nr. ZB2295SSL
OD8612P05	0,5mbar (50Pa)	Silikonschlauch farblos Aufpreis je m Best. Nr. ZB2295SFL

Optionen (typabhängig) + Zubehör	Bestellnr.:
Linearität 0,2% vom Endwert, nur bei Bereichen $\geq 2,5$ mbar	OD8612L2
Linearität 0,5% vom Endwert, nur bei Bereichen $\geq 1$ mbar	OD8612L5
Stromversorgung 230 V	OD8612N
Ausgang 0 bis 10 V (Spannungsversorgung 19–31 V DC)	OD8612R2
Ausgang 0 bis 20 mA (Spannungsversorgung 19–31 V DC)	OD8612R3
Ausgang 4 bis 20 mA (Spannungsversorgung 19–31 V DC)	OD8612R4

### Ausführung ALMEMO® Differenz-Druckaufnehmer FD 8612 DPS

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte steht ein werkseitig montiertes ALMEMO® Anschlusskabel (ZA8612AK2) mit folgenden Eigenschaften zur Verfügung:

Typ	Bestellnr.
Anschlusskabel 2 m lang, <b>montiert</b> mit Stecker zum Anschluss an ALMEMO® Geräte	ZA8612AK2

andere Kabellängen auf Anfrage

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangswerte des Druckaufnehmers (*druckproportionales Spannungssignal von 0 bis 2 V*) als Differenz oder Relativdruck in Pa (Pascal) oder mbar angezeigt werden.

3

### Installation

Die Drucksensoren werden mit Hilfe der beiden seitlichen Laschen befestigt. Die unmittelbare Nähe von Störquellen (Trafos, Sender, Motoren) und Wärmequellen ist zu vermeiden.

Erschütterungen oder Vibrationen des Montageortes können ein verfälschtes Ausgangssignal verursachen.

Die zweckmäßige Montage erfolgt in vertikaler Lage, d.h. die Druckanschlüsse zeigen nach unten. Die Sensoren sind werkseitig in dieser Einbaulage kalibriert. Diese Montageart verhindert auch das Eindringen von eventuellem Kondensat über die Druckleitungen in den Sensor.

### Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme entfernen Sie den Gehäusedeckel des Sensors. Der elektrische Anschluss erfolgt über Anschlussklemmen.

Achten Sie beim Anlegen der Versorgungsspannung darauf, dass diese nicht an die Ausgangsklemmen angeschlossen wird. Die Geräte mit Gleichspannungsversorgung haben einen Verpolschutz. Das Ausgangssignal der Sensoren ist kurzschlussfest.

### Anschlussbelegung Vierleiter

(AC-Versorgung; Versorgungsbereich siehe Typenschild am Gerät):

Versorgung	Ausgang
Klemme 1 = N	Klemme 2 = L1
Klemme 3 = 0	Klemme 4 = Ausgang A, Strom oder Spannung

### Anschlussbelegung Dreileiter

(DC-Versorgung, Versorgungsbereich siehe Typenschild am Gerät):

Versorgung	Ausgang
Klemme 1 = 0	Klemme 2 = VDC
Klemme 3 = 0	Klemme 4 = Ausgang A, Strom oder Spannung

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung können Sie das Ausgangssignal messen. Bei einer Abweichung des Ausgangssignals müssen zwei Dinge berücksichtigt werden:

1. Die Einlaufzeit des Sensors beträgt ca. 1 Stunde. Nach dieser Zeit muss das Sensorsignal bei Differenzdruck Null und bei konstanter Umgebungstemperatur stabil stehen.
2. Bei kleinen Messbereichen entsteht durch den Lageeinfluss eine spürbare, physikalisch bedingte Nullpunktverschiebung. Dieser Fehler kann aber nach der Einlaufzeit des Sensors am Potentiometer Nullpunkt abgeglichen werden (Ausgangssignal des Sensors bei offenen Druckeingängen auf Null stellen).

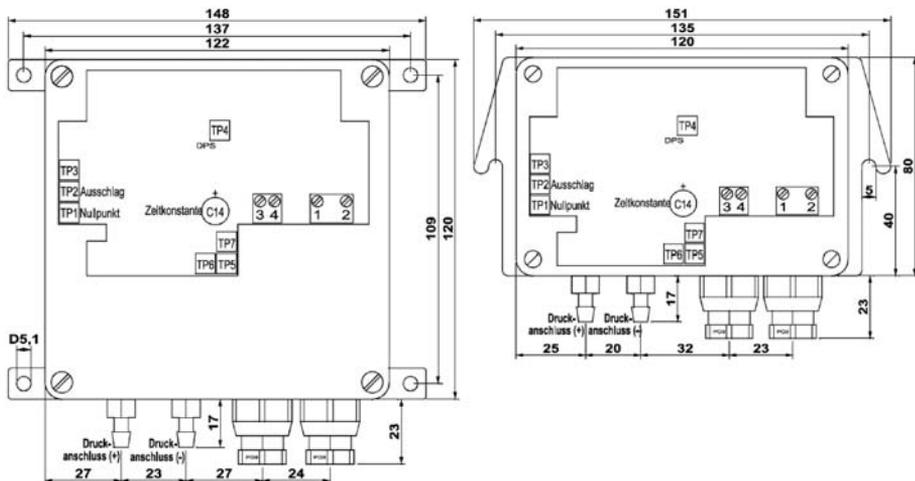


**Blasen Sie nicht in die Druckanschlüsse.  
Messzellen bis 100 hPa können durch Lungendruck  
beschädigt oder zerstört werden.**

## Kalibrierung

Die Drucksensoren sind werkseitig kalibriert. Bei nichtplausiblen Messergebnissen sollte der Sensor im Werk überprüft werden.

## Abmessungen und Klemmplan



**Technische Daten**

Linearität:	±1% vom Endwert, Option: ±0,2% oder ±0,5%
Hysterese:	±0,1% vom Endwert
Nenntemperatur:	23°C
Überlastbarkeit:	bis 400 mb: 5fach, ab 500 mb: 2fach
Maximaler Gleichtaktdruck:	1 bar (bei Differenzmessungen)
Stromversorgung:	6 V DC, Option: 230 V 50/60 Hz
Stromverbrauch:	ca. 3,5 mA
Ausgang:	0 bis 2 V, Option: 0 bis 10 V / 0(4) bis 20 mA
Anschluß:	Elektrisch: Schraubklemmen, Kabelverschraubung PG 7 Druck: 6,5 mm Schlauchanschluss
Anstiegszeit:	T90 ca. 0,02 s
Temperaturdrift:	Nullpunkt 0,03% vom Endwert/K Spanne 0,03% vom Endwert/K
Einsatzbereich:	+10 bis +50°C, Luftfeuchte 10 bis 90%, nicht kondensierend
Lagertemperatur:	-10 bis +70°C
Gehäuse:	Material ABS, 120 x 80 x 55 mm (L x H x T) bei DC-Versorgung
Schutzklasse:	0
Schutzart:	IP 54
Gewicht:	ca. 300 g
Sensorvolumen:	ca. 3 ml
Volumenzuwachs:	ca. 0,2 ml bei Nenndruck

**Differenzdruck-Transmitter für kleinste Drücke mit automatischer Nullpunktkorrektur, FD 8612 DPT25R8AZ****Messprinzip**

Die Messzelle arbeitet nach dem piezoresistiven Prinzip auf Siliziumbasis. Das Siliziumsubstrat wird als dünne Membran ausgeführt, die vier eindiffundierte Dehnungsmessstreifen (DMS) trägt. Diese werden bei mechanischer Druckbeaufschlagung gedehnt bzw. gestaucht und verändern dabei ihren elektrischen Widerstand. Die DMS sind als Wheatstonesche Messbrücke angeordnet, die auf Widerstandsänderungen mit der Änderung ihrer elektrischen Brückenspannung reagiert. Diese Spannung ist proportional zum Druckunterschied und dient als Ausgangssignal des Sensors.

**Einsatz**

Differenzdrucktransmitter dienen zur Messung von niedrigen Luftdrücken sowie nicht brennbaren und nicht aggressiven Gasen. Sie können sehr vielfältig eingesetzt werden:

- *Überwachung und regelung von Luftfiltern, Ventilatoren und Gebläsen*
- *industriellen Kühlluftkreise*
- *Überwachung und Steuerung von Strömungen in Lüftungskanälen*

- Überhitzungsschutz bei Luffertizern
- Regelung von Luft- und Brandschutzklappen
- Frostschutz bei Wärmetauschern
- Ventil- und Klappensteuerungen
- Drucküberwachung und -steuerung in Reinräumen

**Ausführungen**

Der Differenzdruck-Transmitter FD 8612 DP-T25R8AZ verfügt über 8 Messbereiche (über Jumper wählbar) und eine automatische Nullpunktkorrektur.

Als Ausgangssignal ( wählbar) stehen 0-10V , Bürde 1kΩ min. bzw. 4-20mA, 3-Leiter, Bürde 500 Ω max. zur Verfügung.

Die Ansprechzeit ist wählbar 0,8 Sek. oder 4 Sek.



Typ / Bestellnr.	Bereich	Standardzubehör
FD8612DPT25R8AZ	-100...+100 Pa,	2 Befestigungsschrauben,
	0... 100 Pa,	2 Kunststoffkanalstutzen,
	0... 250 Pa ,	2 m Kunststoffschlauch
	0... 500 Pa,	
	0...1000 Pa ,	
	0...1500 Pa	
	0...2000 Pa ,	
	0...2500 Pa	

**Ausführung ALMEMO® Differenzdruck-Transmitter**

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte steht ein ALMEMO® Anschlusskabel (ZA8612DPTAK) mit folgenden Eigenschaften zur Verfügung:

Typ / Bestellnr.	
ALMEMO® Anschlusskabel für FD8612DPT Differenzdruck-Transmitter 2 Kabel im Transmittergehäuse angeschlossen:	1. ALMEMO® Anschlusskabel PVC, Länge= 2 m, mit ALMEMO® Stecker
	2. Stromversorgung über Netzteil ZB1024 NA1 230 VAC/24 VDC

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangswerte des Differenzdruck-Transmitters als Druckdifferenz in Pa (*Pascal*) angezeigt werden.

### Automatische Nullpunktkorrektur

Der Drucktransmitter ist mit einer automatischen Nullpunktkorrektur ausgestattet, welche die Langzeitdrift des piezoresistiven Sensorelementes beseitigt. Damit wird der Sensor wartungsfrei und der periodische manuelle Abgleich über den Druckschalter kann entfallen.



**Für die typ. Langzeitstabilität werden Werte von 0,1% / Jahr erreicht.**

Die automatische Nullpunkteinstellung erfolgt alle 10 Minuten und dauert 4 Sekunden. Während der Korrekturzeit wird der Ausgangswert auf dem letzten Messwert festgehalten.



**Durch die automatischen Nullpunktkorrektur ist der Differenzdruck-Transmitter FD 8612 DPT25R8AZ hervorragend für Langzeitmessungen geeignet !**

3

### Manuelle Nullpunktkorrektur



**Die Funktion des Druckschalters für die manuelle Nullpunktkorrektur wird beim Differenzdruck-Transmitter FD 8612 DPT25R8AZ nicht benötigt !**

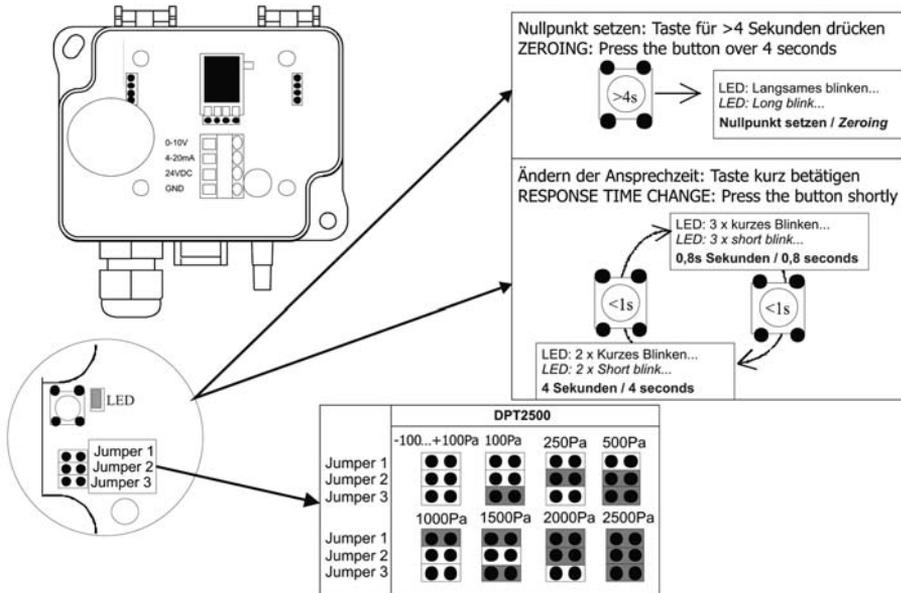
### Inbetriebnahme



#### Sicherheitshinweis:

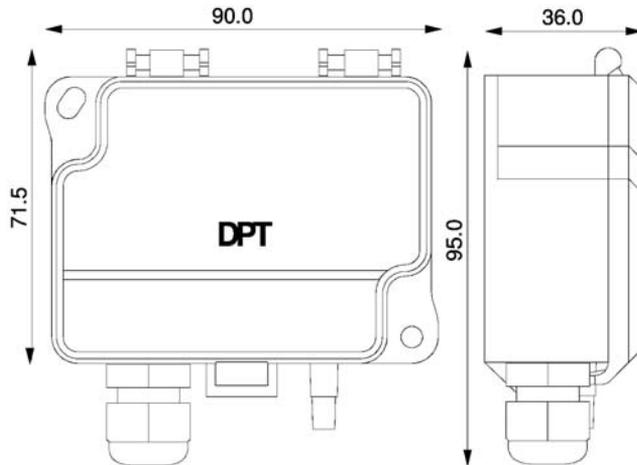
Einbau und Montage elektrischer Geräte dürfen nur durch eine Elektrofachkraft erfolgen. Die Module dürfen nicht in Verbindung mit Geräten benutzt werden, die direkt oder indirekt menschlichen, gesundheits- oder lebenssichernden Zwecken dienen oder durch deren Betrieb Gefahren für Menschen, Tiere oder Sachwerte entstehen können.

1. Voraussetzung für die Inbetriebnahme ist die ordnungsgemäße Installation aller elektrischen Versorgungs-, Schalt- und Messleitungen und der Druckanschlussleitungen. Vor Inbetriebnahme ist die Dichtigkeit der Druckanschlussleitungen zu prüfen.
2. Beim Anschließen des Gerätes müssen die Prozessleitungen drucklos sein.
3. Eignung des Gerätes für die zu messenden Medien beachten.
4. Maximaldrücke beachten



## Abmessungen

Maße in mm



## Elektrischer Anschluss

Ausgang 0 ... 10V



Die Geräte sind für den Betrieb an Schutzkleinspannung (SELV) ausgelegt. Beim elektrischen Anschluss der Geräte gelten die techn. Daten der Geräte. Bei Fühlern mit Messumformer sollte dieser in der Regel in der Messbereichsmitte betrieben werden, da an den Messbereichsendpunkten erhöhte Abweichungen auftreten können. Die Umgebungstemperatur der Messumformerelektronik sollte konstant gehalten werden.

Die Messumformer müssen bei einer konstanten Betriebsspannung ( $\pm 0,2V$ ) betrieben werden. Strom-/Spannungsspitzen beim Ein-/Ausschalten der Versorgungsspannung müssen bauseits vermieden werden.

### Technische Daten

Messelement:	Piezo-Messzelle
Messbereich:	(über Jumper wählbar) -100...+100 Pa, 0... 100 Pa, 0... 250 Pa , 0... 500 Pa, 0...1000 Pa , 0...1500 Pa 0...2000 Pa , 0...2500 Pa
Messgenauigkeit:	$\pm 1,5$ % vom gewählten Messbereich
Langzeitstabilität: typisch 0,1% pro Jahr	typisch 0,1% pro Jahr
Ansprechzeit: 0,8 Sek. oder 4 Sek.	0,8 Sek. oder 4 Sek. (über Jumper wählbar)
Max. Druck:	25kPa
Berstdruck:	50kPa
Medium:	Luft und nichtaggressive Gase
Arbeitstemperatur:	-5...+50°C
Lagertemperatur:	-20...70°C
Umgebungsfeuchte:	0-95% rh, nicht kondensierend
Gehäuse, Gehäusedeckel, Anschlussstutzen, Kanalanschlussstutzen:	ABS
Schutzart:	IP54
Abmessungen:	LxBxH:90 x 71,5 x 36 mm
Gewicht:	150g
Druckanschluss:	2 Schlauchanschlussstutzen, $\varnothing$ 5 / 6,3 mm
Elektrischer Anschluss:	Schraubklemmen, max. 1,5 mm <sup>2</sup>
Kabeleinführung:	M16
Versorgungsspannung:	24V AC oder 24V DC, $\pm 10\%$ , Leistung < 1W
Ausgangssignal: (über Jumper wählbar)	0-10V , Bürde 1k $\Omega$ min. 4-20mA, 3-Leiter, Bürde 500 $\Omega$ max.

**ALMEMO® Druckmessstecker für Differenzdruck**

FD A612 SR, FD A602 S2K

Im ALMEMO® Fühlerprogramm gibt es piezoresistive Druckmessstecker mit zwei Anschlussstutzen für Relativ- oder Differenzdruckmessung von Gasen (s.a. 3.5.3). Sie sind direkt auf die Messgeräte aufsteckbar. Ein solcher Stecker ist auch zur Luftdruckmessung erhältlich (s. 3.4.1).

**Ausführungen**

Typ / Bestellnr.:	Bereich	Standardzubehör
<b>Druckmessstecker für Differenzdruck:</b>		
FDA612SR	±1000 mbar	inkl. Hersteller-Prüfschein
FDA602S2K	± 250 Pa (lageunabhängig)	inkl. 1Satz Silikonschläuche
FDA602S1K (siehe 3.5.3)	±1250 Pa (lageunabhängig)	2m
FDA602S6K (siehe 3.5.3)	±6800 Pa (lageunabhängig)	

**Zubehör**

Anschlusskabel 0,2m	Best. Nr. ZA9060AK1
Verlängerungskabel, 2m lang	Best. Nr. ZA9060VK2
Verlängerungskabel, 4m lang	Best. Nr. ZA9060VK4

Hinweis bei der Verwendung mit den Geräten

**ALMEMO® 2890, 5690, 5790, 8590, 8690:**

**Der neue ALMEMO® Druckmessstecker hat eine geringfügig größere Höhe (8,8 mm). Dadurch kann am ALMEMO® Gerät die benachbarte Eingangsbuchse teilweise abgedeckt werden. Ohne Einschränkungen nutzbar ist die jeweils 1. Eingangsbuchse. Alternativ kann mit dem Anschlusskabel ZA9060AK1 der ALMEMO® Druckmessstecker an eine beliebige Eingangsbuchse angesteckt werden.**

**Technische Daten Druckmessstecker FDA 612 SR, FDA 602 S2K:**

<b>Messbereich:</b>	<b>Siehe Ausführungen</b>
Überlastbarkeit: FDA 612 SR FDA 602 S2K	maximal 1,5-facher Endwert maximal 250 mbar
Genauigkeit (Nullp. abgegl.):	$\pm 0,5\%$ vom Endwert im Bereich 0 bis positiver Endwert
Gleichtaktdruck:	FDA 602 S2K: max. 700 mbar
Nenntemperatur:	25°C
Temperaturdrift: FDA 612 SR FDA 602 S2K	< $\pm 1,5\%$ vom Endwert, kompensierter Temp.-Bereich: 0 bis 70 °C < $\pm 2\%$ vom Endwert, kompensierter Temp.-Bereich: -25 bis 85 °C
Arbeitsbereich:	-10 bis +60°C, 10 bis 90 % r.H. nicht kondensierend
Abmessungen:	74 x 20 x 8,8 mm
Schlauchanschlüsse:	Ø 5 mm, 12 mm lang
Sensormaterial:	Aluminium, Nylon, Silikon, Silikongel, Messing

### 3.6.2 Kraftaufnehmer

#### Grundlagen der Kraftmessung

Die technischen Merkmale der Kraftaufnehmer sind weitgehend durch die VDI/VDE-Richtlinie 2637 festgelegt. Die wichtigsten Begriffe sind nachfolgend erklärt.

Begriff	Erläuterung
Messbereich	Der Belastungsbereich, innerhalb dem die garantierten Fehlergrenzen nicht überschritten werden.
Nennlast	Die Nennlast ist die obere Grenze des Messbereiches. Abhängig vom Sensor kann die Nennlast eine Zug- oder Drucklast sein.
Gebrauchslast	Die Gebrauchslast ist die Last, mit welcher der Sensor über die Nennlast hinaus belastet werden darf, ohne dass sich die spezifizierten Eigenschaften ändern. Der Gebrauchslastbereich sollte nur in Ausnahmefällen benutzt werden.
Grenzlast	Die Grenzlast ist die maximal zulässige Belastung der Wägezelle, bei der keine Zerstörung des Messsystems zu erwarten ist. Bei dieser Belastung gelten nicht mehr die spezifischen Fehlergrenzen.
Bruchlast	Die Bruchlast ist die Last, bei der eine bleibende Veränderung oder Zerstörung auftritt.
max. dynamische Belastung	Auf die Nennkraft bezogene Schwingbreite einer sich sinusförmig ändernden Kraft in Richtung der Messachse des Sensors. Bei einer Beanspruchung von 107 Zyklen erfährt der Sensor bei der Wiederverwendung bis zur Nennkraft keine signifikanten Veränderung seiner messtechnischen Eigenschaften.
Kriechfehler	Der Kriechfehler ist die maximal zulässige Änderung des Ausgangssignals des Sensors über die angegebene Zeit bei konstanter Belastung und stabilen Umgebungsbedingungen.

#### Physikalische Einheiten und Umrechnungen

Als Kraft bezeichnet man die Ursache für die Beschleunigung eines Körpers.

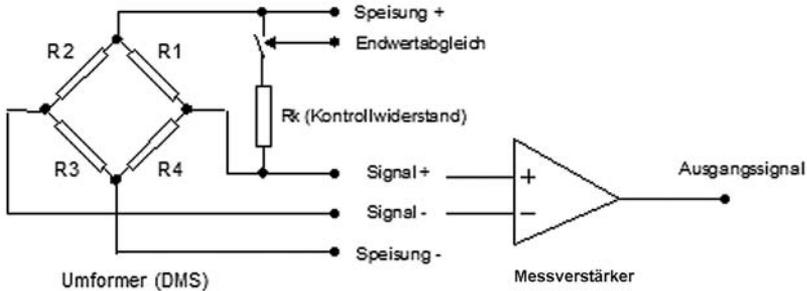
Die SI-Einheit der Kraft ist das Newton [N].

1 Newton ist gleich der Kraft, die einem Körper der Masse 1 kg die Beschleunigung  $1 \text{ m/s}^2$  erteilt.

	Newton	Dyn	Kilopond	Poundforce	Poundal
1 N	$\equiv 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$	$= 10^5 \text{ dyn}$	$\approx 0,102 \text{ kp}$	$\approx 0,225 \text{ lb}_f$	$\approx 7,233 \text{ pdl}$
1 dyn	$= 10^{-5} \text{ N}$	$\equiv 1 \text{ g} \cdot \text{cm/s}^2$	$= 1/980665 \text{ kp}$	$\approx 1/4448 \text{ lb}_f$	$\approx 1/13825,5 \text{ pdl}$
1 kp	$= 9,80665 \text{ N}$	$= 980665 \text{ dyn}$	$\equiv g_N \cdot 1 \text{ kg}$	$\approx 2,205 \text{ lb}_f$	$\approx 70,932 \text{ pdl}$
1 $\text{lb}_f$	$= 4,448221615 \text{ N}$	$\approx 444822 \text{ dyn}$	$= 0,45359237 \text{ kp}$	$\equiv g_N \cdot 1 \text{ lb}$	$\approx 32,174 \text{ pdl}$
1 pdl	$= 0,138254954 \text{ N}$	$\approx 13825,5 \text{ dyn}$	$\approx 0,0141 \text{ kp}$	$\approx 0,0311 \text{ lb}_f$	$\equiv 1 \text{ lb} \cdot \text{ft/s}^2$

### Messprinzip

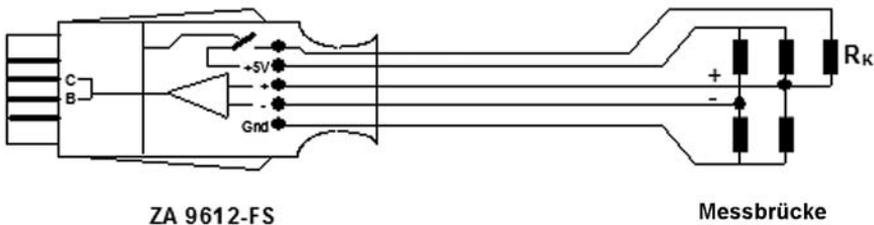
Die Messkette eines Kraftaufnehmers besteht aus einem mechanisch-elektrischen Umformer und einem Messverstärker zur Normierung des Signals. Die Dehnungsmessstreifen (DMS) sind in einer Vollbrückenschaltung in 4-Leitertechnik angeordnet, d. h. die DMS werden über 2 Versorgungsleitungen gespeist und das Messsignal über 2 weitere Leitungen abgegriffen



Für den Messbereich-Endabgleich sind die Kraftaufnehmer mit einem entsprechenden Kontrollwiderstand ausgerüstet, der eine Überprüfung und Nachkalibrierung ermöglicht.

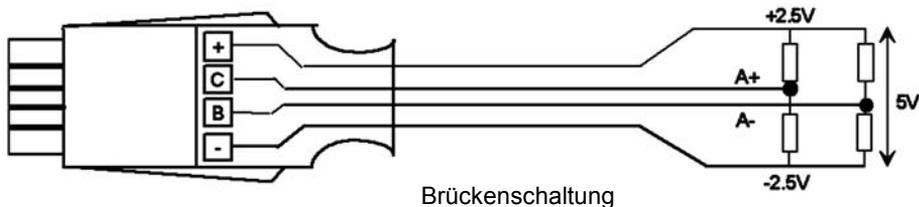
### ALMEMO® Eingangsstecker für Kraftaufnehmer Ausführung ZA 9612-FS

Alle ALMEMO® Kraftaufnehmer haben als Anschlussstecker das Messverstärkermodul ZA 9612-FS mit eingebautem Präzisionsdifferenzverstärker (Verstärkung 10) und einer stabilen Brückenspannungsversorgung von 5 V DC (0.5%, typ. 20ppm/K). Das Ausgangssignal liegt auf Pin B und C zu Pin A (GND). Für die Kraftaufnehmer mit eingebautem Kalibrierwiderstand  $R_K$  ist im Messverstärkermodul ein elektronischer Schalter eingebaut, der es ermöglicht, diesen Kalibrierwiderstand vom Gerät aus hinzuzuschalten.



Zum Anschluss von Kraftaufnehmern anderer Hersteller ohne eingebauten Kalibrierwiderstand werden die ALMEMO® Stecker ZA9105FSx verwendet.

## Ausführung ZA9105FSx



Typ	Messbereich	Auflösung	Bestellnr.
55mV DC	-10,0 bis +55,0 mV	1 $\mu$ V	Best. Nr. ZA9105FS0
26mV DC	-26,0 bis +26,0 mV	1 $\mu$ V	Best. Nr. ZA9105FS1
260mV DC	-260,0 bis +260,0 mV	10 $\mu$ V	Best. Nr. ZA9105FS2
2.6V DC	-2,6 bis +2,6* V	0,1 mV	Best. Nr. ZA9105FS3

\* geräteabhängig teilweise abweichende Daten (siehe Gerätedatenblatt)

## Technische Daten ZA9105FSx

Fühlerversorgung $\rightarrow$ Spannung UF:	5V $\pm$ 0,05V
Temperaturkoeffizient:	<50ppm/ $^{\circ}$ C
Ausgangsstrom:	max. 100mA
Ruhestrom:	ca. 3 mA
Stromsparschaltung:	Die Brückenspannung wird abgeschaltet, wenn die Messstelle nicht angewählt ist.

## Tarafunktion

Bei allen Gewicht- und Kraftmessungen ist die Tarafunktion von Bedeutung, die den Messwert bei einer Vorlast oder einem Nullpunktfehler auf Null setzt. Die Funktion BASISWERT (s. 6.3.11) erfüllt bei allen ALMEMO<sup>®</sup> Geräten diesen Zweck. Um sie nutzen zu können, muss der Verriegelungsmodus auf 4 eingestellt sein.

## Kraftaufnehmerabgleich (Zweipunktabgleich)

Bei vielen ALMEMO<sup>®</sup> Geräten ist außer dem üblichen Nullpunktgleich auch ein automatischer Endwertgleich vorgesehen. Die Abgleichwerte für BASIS und FAKTOR werden wie üblich im EEPROM des Steckers abgelegt. Für die vollständige Skalierung ist u.U. eine Dezimalpunktverschiebung und Dimensionseingabe erforderlich (siehe 6.3.11 und 6.3.5). Bei allen neuen Geräten ist der Abgleich über Tasten in der jeweiligen Bedienungsanleitung unter Punkt 'Sollwerteingabe' beschrieben, der Abgleich über die Schnittstelle im Hb. 6.4.2. Der Verriegelungsmodus muss dazu auf 4 eingestellt sein!

Der Kraftaufnehmerabgleich erfolgt in Funktion/Anzeige MESSWERT.

**1. Nullpunktgleich:**

Messwertaufnehmer entlasten.

Nullpunktgleich durchführen mit Funktion 'Messwert Nullsetzen'

Der Nullpunktfehler wird als BASIS gespeichert und der Messwert zeigt 0000.

**2. Endwert vorgeben:**

Endwert-Kalibrierwiderstand einschalten (nur bei ALMEMO® Kraftaufnehmern!):

Bei Messaufnehmern ohne Kalibrierwiderstand Nennlast anlegen.

Der Endwert wird angezeigt.

**3. Endwertabgleich:**

Sollwert eingeben und abgleichen mit Funktion 'Sollwerteingabe'

Der Steigungsfehler wird als FAKTOR gespeichert und der Messwert zeigt den Sollwert an.

Bei Bedarf Punkt 3 wiederholen.

**4. Abgleich beenden:**

Evtl. Nennlast entfernen.

Abgleichfunktion verlassen. Der Kalibrierwiderstand ist jetzt ausgeschaltet.

Der Messwert zeigt wieder 00000.

Bei den Geräten ohne Sollwerteingabe kann der Faktor (Sollwert/Istwert) selbst berechnet und programmiert werden (s. 6.3.11).

**Ausführungen ALMEMO® Kraftaufnehmer**

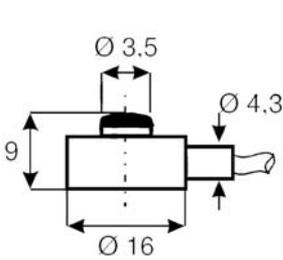
Im ALMEMO® Fühlerprogramm gibt es Kraftaufnehmer in 3 Ausführungen:

Kraftart	Typ/Bestellnr.	Messbereich
Druckkraft:	FK A022:	100N, 200 N, 500 N, 1000 N, 2000 N
	FK A613:	0.5 kN, 1 kN, 2 kN, 5 kN, 10 kN, 20 kN, (50 kN auf Anfrage)
Zug- und Druckkraft:	FK A0251	0,02 kN, 0,05 kN, 0,1 kN, 0,2 kN, 0;5 kN, 1 kN, 2 kN, 5 kN, 10 kN
	FK A0252	20 kN,
	FK A0255	50 kN

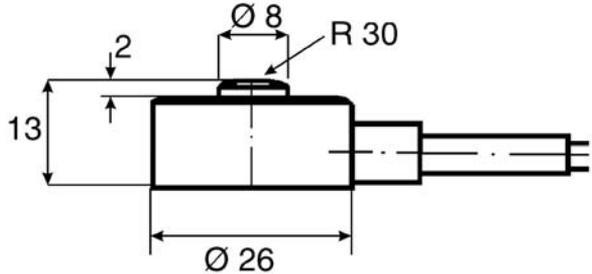
Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangswerte der ALMEMO® Kraftaufnehmer als Zug- bzw. Druckkraft in N (Newton) angezeigt werden. Alle in N angegebenen Messbereiche sind auch in kg-Bereichen lieferbar. Optional können bei ALMEMO® Geräten die Messwerte mit beiden Dimensionen nacheinander abgerufen werden.

Optionen für alle Kraftsensoren:	Bestellnr.
Messwertanzeige bei ALMEMO® Geräten in kg	Best. Nr. OK9000K
Messwertanzeige bei ALMEMO® Geräten in N und kg	Best. Nr. OK9000K

**Abmessungen Druckkraft-Sensoren FK A022, FK A613**



FK A022

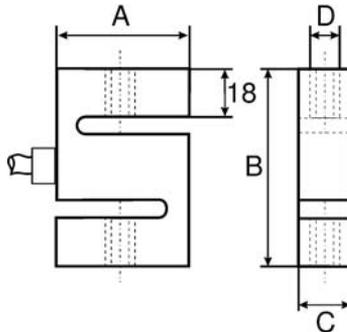


FK A613

**Technische Daten Druckkraft-Sensoren FK A022, FK A613**

Druckkraft-Sensoren:	FK A022	FK A613
Messbereiche:	100 N, 200 N, 500 N, 1000 N, 2000 N	0.5 kN, 1 kN, 2 kN, 5 kN, 10 kN, 20 kN (50 kN auf Anfrage)
Genauigkeit:	< $\pm 0.5\%$ v. E.w.	
Nennmessweg:	< 0,2 mm	
Einsatzbereich:	-10 bis +50°C	
Kriechfehler bei Dauerbelastung:	< $\pm 0.1\%$ pro 30 min	
Schutzart:	IP 65	
Material:	rostfreier Stahl	

**Abmessungen Zug- und Druckkraft-Sensor FK A025 (1, 2, 5)**

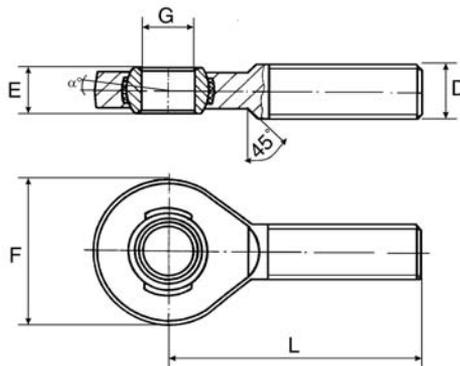


### Technische Daten Zug- und Druckkraft-Sensor FK A025 (1, 2, 5)

Zug- und Druckkraft-Sensoren	FKA 0251, FKA 0252, FKA 0255
Messbereiche:	0,02 kN, 0,05 kN, 0,1 kN, 0,2 kN, 0,5 kN, 1 kN, 2 kN, 5 kN, 10 kN, 20 kN, 50 kN
max. Grenzlast:	150% vom Endwert
max. dynamische Belastung:	70% vom Endwert
Referenztemperatur:	23°C
Kabel:	3 m lang mit ALMEMO® Stecker axial
Genauigkeit für Zug:	<±0,1% v. E.w.
Genauigkeit für Zug und Druck:	<±0,2% v. E.w.
Nennmessweg:	<0,15 mm
Einsatzbereich:	-10 bis +70°C
Kriechfehler bei Dauerbelastung:	<0,07% pro 30 min
zulässige Seitenkräfte:	±60% v. E.w.
Schutzart: bis 1 kN:	IP 65, ab 2 kN: IP 67
Material:	bis 1 kN: Aluminium, 2 bis 50 kN: rostfreier Stahl
Abmessungen in mm bis 10 kN:	A=50, B=75, C=20, D=M12
Abmessungen in mm 20 kN, 50 kN:	A=65, B=85, C=40, D=M24 x2

3

### Zubehör für FK A025 (1, 2, 5)



Typ	Bestellnr.
Gelenkösen mit Außengewinde M 12 (2 St.) (Maße in mm: D = M 12, E = 16, F = 32, G = 12, L = 54)	Best. Nr. ZB902512
Gelenkösen mit Außengewinde M 24 x 2 (2 St.) (Maße in mm: D = M 24 x 2, E = 26, F = 62, G = 25, L = 94)	Best. Nr. ZB902524

### 3.6.3 Wegaufnehmer, Wegtaster

#### Messprinzip

Abhängig von den Rand- und Umgebungsbedingungen kommen verschiedene Messverfahren zum Einsatz.

Messverfahren	Charakteristische Eigenschaften und Vorteile
Lineare induktive Wegaufnehmer und Wegtaster	äußerst genau, hochauflösend, robust, beschleunigungsfest, preisgünstig, störunempfindlich, sehr langzeitstabil, umweltstabil (Schmutz, Feuchtigkeit), punktförmige, quasi berührungslose Messung, einfache Montage und Handhabung
Berührungslose Wegmesssysteme auf Wirbelstrombasis	äußerst genau, sehr schnell, hochauflösendumweltstabil (Schmutz, Feuchtigkeit), störsicher im elektromagnetischen Umfeld, temperaturstabil, langzeitstabil, für Messobjekte aus allen Arten elektrisch leitender Werkstoffe, nicht-magnetisch und auch ferromagnetisch, kleine Sensorbauformen, weitreichender Anwendungstemperaturbereich
Berührungslose induktive Wegmesssysteme	genau, temperaturstabil, schnell, preisgünstig, besonders für ferromagnetische Messobjekte
Langwegsensoren auf Wirbelstrombasis	große Messwege, robust und kompakt, kein mechanischer Verschleiss, einfache Handhabung, druckfest
Berührungslose optische Wegmesssysteme	punktförmige Messung, genau, schnell, großer Grundabstand, materialunabhängig
Seilzug - Wegsensoren	sehr genau, große Messwege, einfache Montage, preisgünstig
Berührungslose kapazitive Wegmesssysteme	äußerst genau, sehr temperaturstabil, schnell, hochauflösend, sehr langzeitstabil, materialunabhängig bei metallischem Messobjekt, auch für Isolatorwerkstoffe geeignet, einfach in der Handhabung, weitreichender Anwendungstemperaturbereich
Leitplastik-Potentiometer	hochauflösend, gute Linearität, preisgünstig, gute Temperatur- und Feuchteffizienten, weitreichender Anwendungstemperaturbereich

**Lineare induktive Wegaufnehmer und Wegtaster:**

Aufnehmer nach dem Differential-Transformator-Prinzip (LVDT) bestehen aus einer Primär- und zwei Sekundärspulen. Über einen weichmagnetischen Kern erfolgt die Kopplung. Die in den Sekundärspulen induzierten Spannungen verhalten sich proportional zur Position des Kerns (Stößel). Aufnehmer nach dem Differential-Drossel-Prinzip bestehen aus zwei Spulen, die zu einer Halbbrücke verschaltet sind und über einen gemeinsamen, beweglichen Magnetkern verfügen. Eine Verschiebung des Kerns (Stößel) verändert die beiden Spuleninduktivitäten, die in der dazugehörigen Verstärkerelektronik zu einem wegabhängigen Signal gewandelt werden.

**Berührungslose Wegmesssysteme auf Wirbelstrombasis:**

Hochfrequenter Wechselstrom durchfließt die in ein Gehäuse eingegossene Spule. Das elektromagnetische Spulenfeld induziert im leitfähigen Messobjekt Wirbelströme, die dem Schwingkreis Energie entziehen. Abhängig vom Abstand ändert sich die Sensoramplitude. Demoduliert, linearisiert und verstärkt liefert diese Amplitudenänderung eine zum Abstand proportionale Spannung.

**Berührungslose induktive Wegmesssysteme:**

Eine Spule ist Teil eines Schwingkreises. Bei Annäherung eines leitfähigen Messobjektes ändert sich die Spuleninduktivität. Das demodulierte Signal ist dem Abstand des Sensors zum Messobjekt proportional.

**Langwegsensoren auf Wirbelstrombasis:**

Ein Aluminiumrohr wird konzentrisch und berührungsfrei über einem Stab mit integrierter Spule bewegt. Die Rohrposition bewirkt durch Induktion von Wirbelströmen eine Spulenverstimmung.

**Berührungslose optische Wegmesssysteme:**

Ein Laserstrahl wird auf das Messobjekt gerichtet. Der Lichtfleck wird über eine Optik auf einen Lineardetektor abgebildet, der ortsproportionale Ströme liefert.

**Seilzug - Wegsensoren:**

Eine Linearbewegung wird über ein flexibles Stahlseil in eine Rotation transformiert und mit einem Potentiometer bzw. Encoder ausgewertet.

**Berührungslose kapazitive Wegmesssysteme:**

Der ideale Plattenkondensator ändert mit dem Plattenabstand seine Kapazität. Für das kapazitive Messverfahren bilden der Sensor und das gegenüberliegende Messobjekt je eine Plattenelektrode. Im Messsystem wird der Sensor von einem Wechselstrom mit konstanter Frequenz durchflossen. Die Spannungsamplitude am Sensor ist dem Abstand der Sensorelektrode zum Messobjekt proportional und wird in einer speziellen Schaltung demoduliert.

**Leitplastik-Potentiometer**

Auf der Grundlage einer Spannungteilerschaltung mit einem Widerstandselement aus leitendem Kunststoff wird die Schleiferspannung belastungsfrei mit einem als Spannungsfolger geschalteten Operationsverstärker abgenommen.

## Einsatzbereiche

Das Anwendungsspektrum für Wegaufnehmer und Wegtaster ist sehr vielfältig. Nicht jede Anwendung kann von vornherein als Wegmessung erkannt werden. Häufig handelt es sich um eine völlig andere Messgröße, die sich aber auf eine Weg- oder Abstandsgröße zurückführen lässt.

## Wegaufnehmer

eignen sich zur direkten, genauen Messung von Wegen in der Steuerungs-, Regelungs- und Messtechnik. Die Wegaufnahme erfolgt über eine Zugstange mit Kugelkupplung. Diese ermöglicht eine spiel- und querkraftfreie Betätigung auch bei Parallel- und Winkelversatz von Aufnehmer und Messrichtung.

## Wegtaster

eignen sich zur direkten Wegmessung ohne formschlüssige Verbindung, zur Positionsermittlung bei feststehenden Messobjekten, für Toleranzmessungen, sowie zur stetigen Konturabtastung. Über die beidseitig gelagerte Schubstange können Querkräfte aufgenommen werden können, wie sie beispielsweise bei der kontinuierlichen Abtastung von Kurven und Keilleisten auftreten. Ein rückseitiger Endanschlag dient zur einfachen mechanischen Ankopplung von automatischen Rückzugseinrichtungen, wie Pneumatikzylinder o. Elektromagnete.

## ALMEMO® Wegaufnehmer und Wegtaster

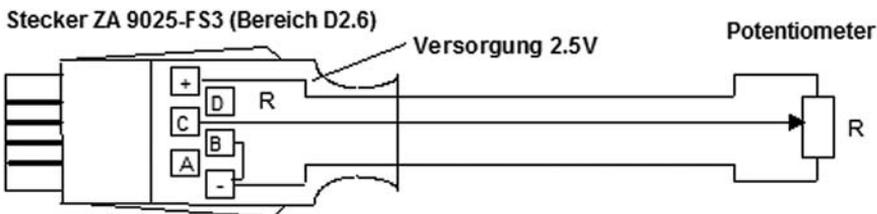
Im ALMEMO® Fühlerprogramm stehen Leitplastik-Potentiometer als Weggeber und Wegtaster für verschiedene Nutzwege zur Auswahl:

Nutzweg	Auflösung	Wegaufnehmer	Wegtaster
25 mm	0.001 mm	FW A025 T	FW A025 TR
50 mm	0.01 mm	FW A050 T	FW A050 TR
75 mm	0.01 mm	FW A075 T	FW A075 TR
100 mm	0.01 mm	FW A100 T	FW A100 TR
150 mm	0.01 mm	FW A150 T	

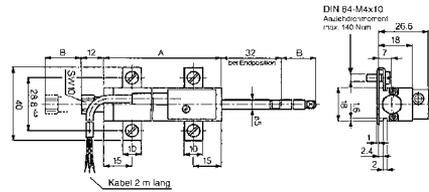
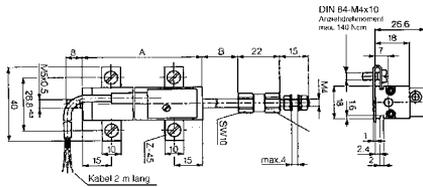
Die Potentiometer werden über den Stecker ZA9025FS3 mit stabiler 2,5V Versorgung angeschlossen (siehe Kap. 4.2.4). Dadurch ergibt sich ein Messbereich von 0 bis 2,5V für den Gesamtweg. Eine Vorjustierung erfolgt über die Korrekturwerte im Werk.



Der exakte Abgleich muss kundenseits vor Ort nach dem Einbau mit Endmaßen durchgeführt werden.



Abmessungen



Technische Daten

Wegaufnehmer T/ Wegtaster TR	T25/ TR25	T50/ TR50	T75/ TR75	T100/ TR100	T150
Unabhängige Linearität:	±0.2%	±0.15%	±0.1%	±0.075%	±0.075%
Gehäuselänge in mm: (Maß A + 1 mm):	63	88/94.4	113/134.4	138/166	188
Mechanischer Hub in mm (Maß B ±1.5 mm):	30	55	80	105	155
Gesamtgewicht in g (mit 2 m Kabel):	140/120	160/150	170/180	190/200	220
Masse der Zugstange mit Kupplung und Schleiferblock in g:	35/25	43/36	52/48	58/57	74
Betätigungsfrequenz max. (Wegtas- ter TR): (für kritischste Anwendung „Tastspitze nach oben“)	18 Hz	14 Hz	11 Hz	10 Hz	
Beweglichkeit der Kugelpkupplung (Wegaufnehmer T):	±1 mm Parallelversatz, ±2.5° Winkelversatz				
Betätigungskraft (waagrecht):	Wegaufnehmer T: ≤ 0.30 N, Wegtaster TR: ≤ 5 N				
Wiederholgenauigkeit:	0.002 mm				
Isolationswiderstand:	≥ 10 MΩ (bei 500 V DC, 1 bar, 2 s)				
Durchschlagfestigkeit:	≤ 1 mA (bei 50 Hz, 2s, 1 bar, 500 V AC)				
Max. zul. Anzugsmoment der Befestigungsschrauben:	140 Ncm				
Temperaturbereich:	-30 bis +100°C				
Temperaturkoeffizient des Spannungsteilerverhältnisses:	typisch 5 ppm/°C				
Schwingungen:	5 bis 2000 Hz/A <sub>max</sub> = 0.75 mm / a <sub>max</sub> = 20 g				
Stoß:	50 g / 11 ms				
Lebensdauer:	> 100 x 10 <sup>6</sup> Hübe				
Schutzart:	IP 40				

### 3.6.4 Grundlagen Durchflussmessung

Der Begriff Durchfluss beschreibt eine Messgröße, welche die Menge eines fließenden oder strömenden Mediums beschreibt.

Unter einem Volumenstrom versteht man das Volumen eines Mediums, das sich innerhalb einer Zeiteinheit durch einen Querschnitt bewegt und wie folgt definiert ist:

$$Q = \frac{(\delta V)}{(\delta t)}$$

$Q = \text{Volumenstrom in [m}^3/\text{s], [l/min], [m}^3/\text{h]}$   
 $V = \text{Volumen in [cm}^3\text{],[dm}^3\text{],[m}^3\text{]}$   
 $t = \text{Zeit in [s], [min], [h],}$

Weiterhin gilt für Fluide wie Gase und Flüssigkeiten die Beziehung:

$$Q = v_m * A$$

$Q = \text{Volumenstrom in [m}^3/\text{s]}$   
 $v_m = \text{mittlere Strömungsgeschwindigkeit in [m/s]}$   
 $A = \text{Querschnittsfläche an der Messstelle in [m}^2\text{]}$

Mit dieser Formel lässt sich bei bekannter Querschnittsfläche (Rohre, Kanäle) der Volumenstrom errechnen, wenn die Fließgeschwindigkeit an einem Ort gemessen wird.

Da die Strömungsgeschwindigkeit über den Querschnitt nicht konstant ist, wird die mittlere Strömungsgeschwindigkeit  $v_m$  durch Integration bestimmt. Zur Messung des Volumenstromes gibt es verschiedene Durchflusssensoren. Durchflusssensor (auch *Flowmeter*) ist ein Sammelbegriff für alle Sensoren, die den Durchfluss eines Gases oder einer Flüssigkeit durch ein Rohr messen.

#### Physikalische Einheiten (Umrechnung)

m <sup>3</sup> / s	m <sup>3</sup> / min	m <sup>3</sup> / h	l / s	l / min	l / h
0,0000166666	0,001	0,06	0,0166666	1	60
0,00027777	0,016666666	1	0,27777777	16,66666600	1000

#### 3.6.4.1 Turbinen-Durchflussmesser für Flüssigkeiten

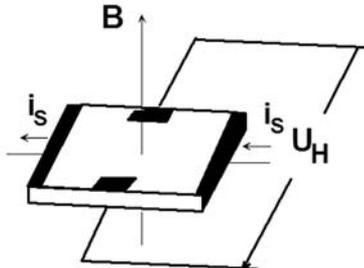
##### Messprinzip

Im Sensor befindet sich ein Flügel- bzw. Paddelrad, das durch den Durchfluss in Rotation versetzt wird. Die Drehzahl ist proportional zur mittleren Strömungsgeschwindigkeit und somit zur jeweiligen Durchflussmenge. Gegenüber einer optischen Abtastung eignet sich dieses Prinzip auch für trübe, nicht transparente Flüssigkeiten.

Das elektrische Ausgangssignal kann auf zwei unterschiedliche Arten erzeugt werden.

##### Hall-Sensor:

Der Rotor ist mit Dauermagneten bestückt, die auf einen im Aufnehmer untergebrachten Hall-Sensor wirken. Die integrierte Elektronik wandelt das Hall- Signal in ein elektronisches Impulssignal am Ausgang



### Induktiver Näherungsschalter:

Die Rotorblätter sind mit Edelstahlkappen versehen, so dass durch die Annäherung der Rotorblätter an den Messwertaufnehmer die Induktivität des Aufnehmers verändert und ein impulsförmiges Ausgangssignal erzeugt wird.

### Kalibrierung

Der K-Faktor (Kalibrier-Faktor) des Turbinen-Durchflussmessers drückt die exakte Pulsrate aus. Um den K-Faktor zu bestimmen, werden die Messaufnehmer kalibriert und den entsprechenden Betriebsviskositäten und Kundenspezifikationen angeglichen.

Folgende Gleichung gilt für den Durchfluss:

$$Q = f * \left( \frac{60}{K} \right)$$

$Q = \text{Durchfluss in l/min}$   
 $f = \text{Frequenz in Hz}$   
 $K = \text{K-Faktor in Impulsen/l}$

### Einsatz

Durch ihre kompakte Bauform und den weiten nutzbaren Messbereich eignen sich ALMEMO® Turbinen-Durchflussmesser für vielfältige Einsatzmöglichkeiten, z.B.:

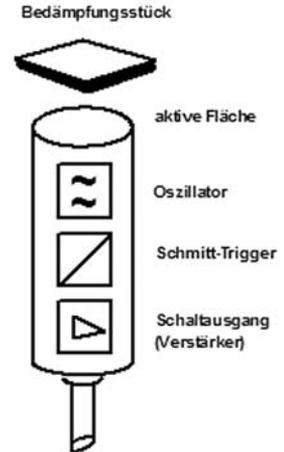
- *Kühlwassermessung, Medizintechnik, Kunststoffindustrie, Solaranlagen, Bäckereimaschinen, Werkzeugmaschinen, Großküchengeräte, Fotolaboranlagen, Zapfanlagen, Dosiergeräte, Kühlgeräte, Heizungsanwendungen, Wärmemengenerfassung.*

### ALMEMO® Ausführungen Turbinen-Durchflussmesser

Zur Volumenstromerfassung oder für Dosieraufgaben gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm Turbinen-Durchflussmesser für verschiedene Messbereiche und Einsatzbedingungen:

1. Axial-Turbinen-Durchflussmesser **FV A915 VTH25** mit Flügelrad und Turbinenkörper aus Messing → für große Durchflussmengen → 4...160 l/min
2. Axial-Turbinen-Durchflussmesser **FV A915 VTHM** mit Flügelrad und Turbinenkörper aus Messing → für kleine Durchflussmengen → 2...40 l/min
3. Axial-Turbinen-Durchflussmesser **FV A915 VTHK** mit Flügelrad und Turbinenkörper aus Kunststoff → für kleine Durchflussmengen → 2...40 l/min

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass der Messwert in l/min angezeigt wird.



Das Impulssignal des Sensors wird bei ALMEMO® Geräten im Bereich „Frequenz“ gemessen. Aus der Gleichung für den Durchfluss entspricht der Term  $\left(\frac{60}{K}\right)$  dem jeweiligen Skalierwert.

Das Durchflusssignal ist im spezifizierten Messbereich im Rahmen der Messgenauigkeit linear. Bei Durchflussregelungen, z.B. konstanter Durchfluss bei sich zusetzendem Filter, kann der Sensor auch im nichtlinearen Bereich betrieben werden, da hier ebenfalls eine ausreichende Wiederholgenauigkeit gegeben ist.

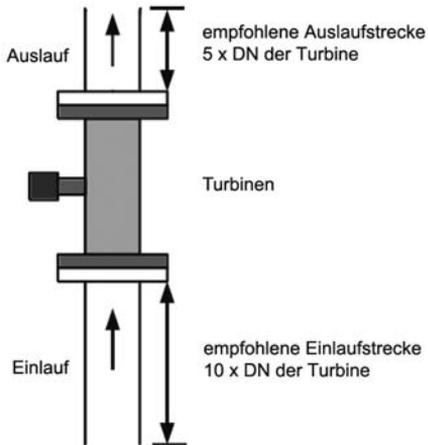
## Allgemeine Einbauhinweise



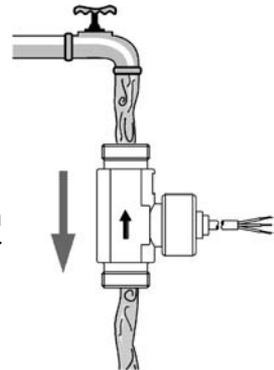
Vor dem Einbau prüfen, ob die Werkstoffe des Durchflusssensors für das zu messende Medium geeignet sind.

Die Typen VTH (Messing- und Kunststoffausführung) sind aufgrund der verwendeten Werkstoffe nicht für die Messung von Ölen geeignet. Die Festigkeiten der verwendeten Kunststoffteile würde entscheidend gemindert.

1. Die Einbaulage des Durchflusssensors ist beliebig. Die Montage in horizontalen Rohrleitungen und ein aufrecht stehendes Gehäuse erleichtern die Entlüftung. Beim Einbau in senkrechte Leitungen, ist die Durchflussrichtung von unten nach oben zu bevorzugen. Ein freier Auslauf ist zu vermeiden.
2. Der auf dem Durchflusssensor angebrachte Pfeil (→) zeigt die einzig mögliche Durchflussrichtung an.
3. Das zu messende Medium sollte möglichst wenig Feststoffe aufweisen. Evtl. vorhandene Partikel dürfen nicht grösser als 0,5 mm sein, gegebenenfalls einen Filter einbauen.
4. Vor dem Durchflusssensor sollte eine „gerade“ Einlaufstrecke von min. 10 x DN, also z.B. 15 cm bei DN15, eingehalten werden. Hinter dem Durchflusssensor sollte eine „gerade“ Auslaufstrecke von 5 x DN, also z.B. 7,5 cm bei DN15, berücksichtigt werden. Ein- und Auslaufstrecker müssen im Innendurchmesser dem des Durchflusssensors, also z.B. 15 mm bei DN15, entsprechen. Davor und dahinter kann die Leitung evtl. eingeschnürt bzw. aufgeweitet werden.



5. Um den Durchflusssensor von Verschmutzungen zu reinigen, sollte eine Durchspülung entgegen der Durchflussrichtung erfolgen

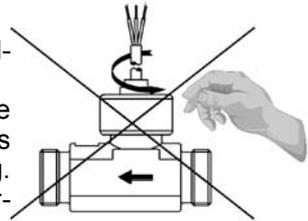


3

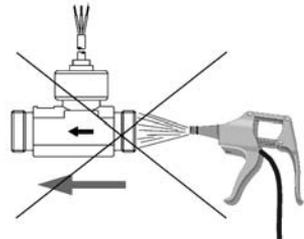
**Warnhinweise:**



Die Überwurfverschraubung am Kabelausgang ist versiegelt! Wird sie trotzdem geöffnet, löst sich die Fixierung des Turbinensystems und es besteht die Gefahr der Beschädigung. Eine werkseitige Reparatur wird erforderlich!



Nur für FVA 915VTHM / VTHK:  
Ein eventuelles Ausblasen des Gerätes mit Druckluft darf nur entgegen der Durchflussrichtung erfolgen.



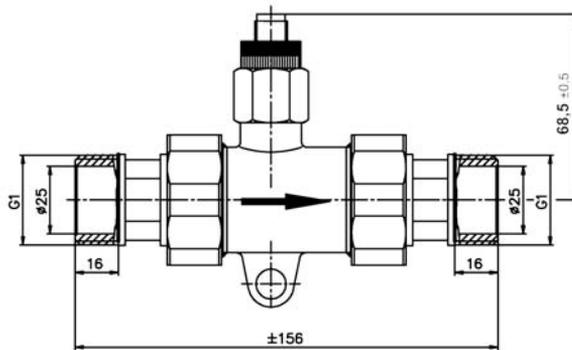
Nur für FVA 915VTH25:  
Das Gerät darf nicht mit Druckluft ausgeblasen werden! Es kann zu Schäden der Lagerung kommen.

**3.6.4.1 Axial-Turbinen-Durchflussmessers FVA 915 VTH 25**

Einbau in das Rohrleitungssystem  
Zunächst werden die Anschlussadapter in die Rohrleitung eingedichtet. Es ist zu beachten, dass dabei keine fasrigen Dichtstoffe (Hanf oder PTFE-Band) in die Turbine gelangen.

Der Einbau der eigentlichen Turbine erfolgt dann mittels der Überwurfmutter unter Nutzung der mitgelieferten Flachdichtungen.





### Technische Daten FV A915 VTH25

Typ	FV A915 VTH25M
Werkstoff Rohrstück	Messing
Nennweite	DN 25
Messbereich	4 ... 160 l/min, Dauerbelastung max. 80 l/min
Messgenauigkeit	$\pm 3 \%$ vom Messwert
Reproduzierbarkeit	$\pm 0,5 \%$
Signalabgabe ab	$< 1$ l/min
max. Größe der Partikel i. Medium	0,63 mm
max. Temperatur des Mediums	85 °C
Nenndruck	PN10
Prozessanschluss	G 1¼" Außengewinde inkl. Anschlussadapter auf G 1" (zwingend erforderlich)
Druckverlust	ca.0,1 bar bei 80 l/min, ca.0,45 bar bei 160 l/min
Schutzart	IP 54
Ausgangssignal, Pulsrate / K-Faktor	65 Pulse/Liter
Auflösung	15 ml/Puls
Signalform	NPN open collector
Messaufnehmer	Hall - Effekt - Sensor
Versorgungsspannung	4,5 ... 24 V DC (aus ALMEMO® Gerät)
Elektrischer Anschluss	4-Pin-Stecker M12x1 inkl. PVC-Leitung, (Tmax=70°C) mit ALMEMO® Stecker

Die Messung von Flüssigkeiten mit höheren Viskositäten ist unter Abweichung von den angegebenen Daten möglich.

**Werkstoffe**

Typ	FV A915 VTH25M
Rohrstück	Messing CuZn36Pb2As CW602N
Turbinenkäfig	PPO Noryl GFN 3V 960
Flügelrad	PPO Noryl GFN 2V 73701
Flügelradbestückung	Dauermagnete, Recona 28 vernickelt
Achse / Lager	Edelstahl 1.4436 / Saphir, PA
Aufnehmerhülse	PPO Noryl GFN 1630V
O-Ring	72 NBR 872

**3.6.4.2 Axial-Turbinen-Durchflussmesser FVA 915 VTHM, FVA 915 VTHK**  
**Einbau in das Rohrleitungssystem**

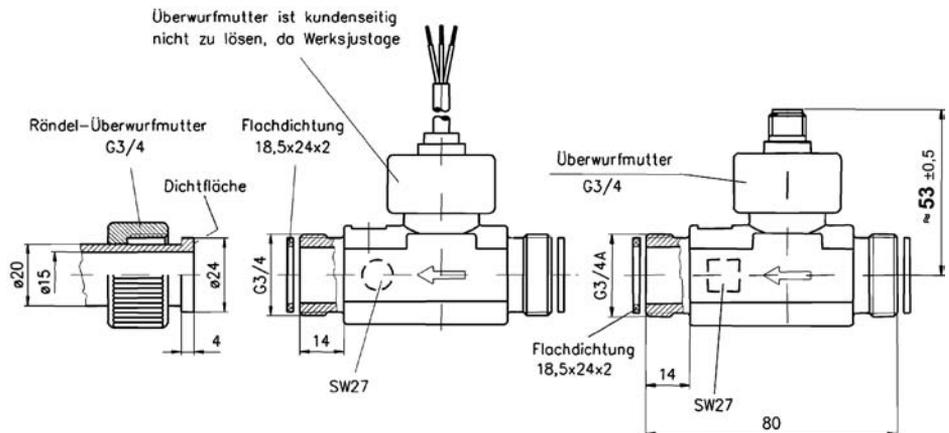
**3**

Die anzuschliessende Rohrleitung muss einen „Bund“ aufweisen. Die Stirnseite des Bundes dient als Dichtfläche und wird mittels der mitgelieferten Rändelüberwurfmutter an die Flachdichtung gepresst. Sollte am Außengewinde abgedichtet werden, ist unbedingt darauf zu achten, dass keine fasrigen Dichtmittel (Hanf oder PTFE-Band) in die Strömung gelangen.



Anzugsmoment:  
 Kunststoff-Überwurfmutter max. 8 Nm ,  
 Messing-Überwurfmutter max. 30 Nm

Abmessungen Axial-Turbinen-Durchflussmesser FV A915 VTHM,  
 FVA 915 VTHK



**Technische Daten FV A915 VTH**

Typ:	FV A915 VTH M	FV A915 VTH K
Werkstoff Rohrstück	Messing	Kunststoff PPO
Nennweite	DN 15	
Messbereich	2 ... 40 l/min, Dauerbelastung max. 20 l/min	
Messgenauigkeit	± 1 % vom Endwert	
Reproduzierbarkeit	± 0,2 %	
Signalabgabe	ab 0,3 l/min	
max. Größe der Partikel i. Medium	0,5 mm	
max. Temperatur des Mediums	85 °C	
Nenndruck	PN10	
Prozessanschluss	G 3/4" Außengewinde und Überwurfmuttern	
Druckverlust in bar	$\Delta p = 0,00145 \times Q^2$ (Q in l/min) ca. 0,6 bar bei 20 l/min ca. 2,3 bar bei 40 l/min	
Schutzart	IP 54	
Ausgangssignal		
Pulsrate / K-Faktor	940 Pulse/Liter	
Auflösung	1,1 ml/Puls	
Signalform	Rechtecksignal NPN open collector	
Messaufnehmer	Hall - Effekt - Sensor	
Versorgungsspannung	4,5 ... 24 V DC (aus ALMEMO® Gerät)	
Elektrischer Anschluss	4-Pin-Stecker M12x1 inkl. PVC-Leitung, (T <sub>max</sub> =70°C) mit ALMEMO® Stecker	

Die Messung von Flüssigkeiten mit höheren Viskositäten ist unter Abweichung von den angegebenen Daten möglich.

**Werkstoffe**

Typ	FV A915 VTH M	FV A915 VTH K
Rohrstück	Messing CuZn36Pb2As	PPO Noryl GFN3
Flachdichtung	NBR	
Turbinenkäfig	PEI ULTEM	
Flügelrad	PEI ULTEM	
Flügelradbestückung	Hartferrit Magnete	
Achse / Lager	Achse Arcap AP1D mit Hartmetallstiften in Saphirlagern	
Lagerhalter	Arcap AP1D	
Aufnehmer	PPO Noryl GFN3	
O-Ring	NBR	
Überwurfmutter *	PA GF 30	

\* nicht mediumsberührend

### 3.6.4.3 Wirbel-Durchflussmesser FV A645 GVx

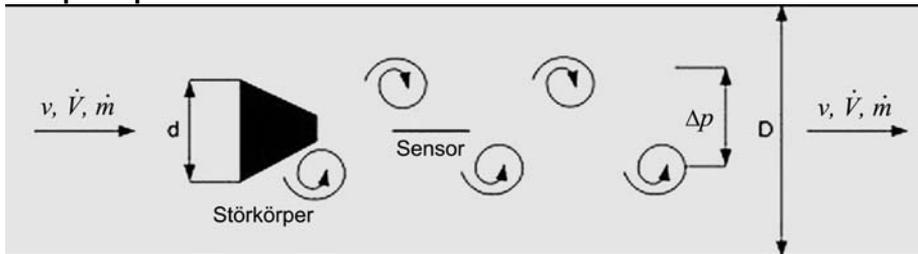
#### Grundlagen

Als Wirbel (auch Vortex) bezeichnet man in der Strömungslehre Kreisströmungen eines Fluids. Bei der Beobachtung des physikalischen Verhaltens von Flüssigkeiten und Gasen ergab sich ein Phänomen, bei welchem sich hinter einem umströmten Körper gegenläufige Wirbel ausbilden, die sich abwechselnd links und rechts am Körper ablösen und entgegengesetzte Strömungsrichtungen aufweisen.

Der Charakter der Wirbelbildung wird im Wesentlichen von der Reynolds-Zahl  $Re$  bestimmt. Sie stellt das Verhältnis von Trägheits- zu Zähigkeitskräften dar und errechnet sich aus der Strömungsgeschwindigkeit, dem Durchmesser des umströmten Körpers und der Viskosität. Die Frequenz der Wirbelablösungen wird durch die Strouhal-Zahl charakterisiert. Da beide Zahlen physikalische Konstanten darstellen, ergibt sich bei der Berechnung letztendlich ein linearer Zusammenhang von Ablösefrequenz und Strömungsgeschwindigkeit und damit dem Volumenstrom.

Die so genannten Wirbelstrassen wurden im Jahre 1911/12 vom Ingenieur Theodore von Karman erstmals nachgewiesen und berechnet und bilden die Basis für die heutige Messtechnik.

#### Messprinzip



Der physikalische Effekt der Karmanschen Wirbelstrasse wird bei der Wirbel-durchflussmessung ausgenutzt, indem man im Durchflusssensor einen Störkörper einbringt, hinter dem sich die benannte Wirbelstrasse ausbildet. Da die Wirbel gegenläufig und versetzt zueinander verlaufen, bilden sich lokale Druckdifferenzen. Der Sensor ermittelt über eine Zählung der auftretenden Druckimpulse pro Zeiteinheit die so genannte Wirbelfrequenz. Bei steigender Strömungsgeschwindigkeit erhöht sich auch die Wirbelfrequenz. Die Frequenz der Druckpulsationen ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit und ergibt mit dem definierten Querschnitt der Messstrecke ein durchflussproportionales Messsignal, welches im Sensor als elektrisches Ausgangssignal zur Verfügung gestellt wird.

## Einsatz

ALMEMO® Wirbel-Durchflussmesser besitzen folgende Besonderheiten:

- *Messstrecke in robuster, industrietauglicher Edelstahlausführung*
- *keine bewegten Teile im Medium*
- *keine Abnutzung und kein Verschleiß des Messsystems*
- *Durchfluss und Temperatur in einem Sensor*
- *weiter Temperaturbereich*
- *schnelle Ansprechzeit*
- *geringer Druckverlust*

Diese Besonderheiten ermöglichen einen vielfältigen Einsatz in vielen Branchen:

- *Petrochemie, Energietechnik, Wärmeversorgung, Pharmazie, Farbenherstellung, Agrochemie, Kosmetikherstellung, Nahrungsmittelindustrie*

speziell:

- *Wasser-, Solar- und Solekreisläufe (Wasser-Glykol) zur Systemoptimierung bzw. zur Ermittlung der Wärmemenge*
- *Wärmemengenerfassung in Heiz- und Kühlanlagen*

## ALMEMO® Ausführungen Wirbel-Durchflussmesser

Der ALMEMO® Wirbel-Durchflusssensor besteht aus Messstrecke, Sensorelement und einem dreieckförmigen Verwirbelungselement, an dem sich beidseitig die Wirbel ablösen. Als Sensorelement zur Erfassung der feinen Druckpulsationen dient ein Piezoresistor, welcher die Änderung des elektrischen Widerstandes durch den Druck erfasst und in einer Wheatstone Messbrücke angeordnet ist. Der weiterhin auf dem Sensorchip integrierte Temperatursensor wird zur Kompensation des Messsignals benötigt, der erfasste Temperaturwert aber ebenfalls am Ausgang des Sensors als Messsignal zur Verfügung gestellt. Der direkte Kontakt mit dem Medium ermöglicht sehr kleine Ansprechgeschwindigkeiten für die Durchfluss- u. Temperaturerfassung bei einem Einsatzbereich von 0°C bis 100°C.

Zur Volumenstromerfassung mit integrierter Temperaturmessung gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm Wirbel-Durchflussmesser für verschiedene Messbereiche und Einsatzbedingungen:

Typ / Bestell-Nr.	Bereich	Auflösung	Prozessanschluss Gewinde	Einbaulänge	Dyn.Viskosität Medium*
FVA645GV12QT	1...12 l/min	0,06 l/min	G 3/4" aussen	ca.110 mm	< 4 mm <sup>2</sup> /s
FVA645GV40QT	2...40 l/min	0,2 l/min	G 3/4" aussen	ca.110 mm	< 4 mm <sup>2</sup> /s
FVA645GV100QT	5...100 l/min	0,5 l/min	G 1" aussen	ca.129 mm	< 2 mm <sup>2</sup> /s
FVA645GV200QT	10...200 l/min	1,0 l/min	G 1 1/4" aussen	ca.137,5 mm	< 2 mm <sup>2</sup> /s

\* Umrechnung: 1 St = 1 cm<sup>2</sup>/s, 1 St = 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s, 1 cSt = 1 mm<sup>2</sup>/s

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass die Ausgangsspannungswerte des Durchflusssensors und des Temperatursensors bereits in l/min bzw. °C angezeigt werden.

### Einbau in das Rohrleitungssystem

1. Der auf dem Durchflusssensor angebrachte Pfeil (→) zeigt die einzig mögliche Durchflussrichtung an.
2. Vor dem Durchflusssensor sollte eine „gerade“ Einlaufstrecke von min. 10 x DN, hinter dem Durchflusssensor eine „gerade“ Auslaufstrecke von 5 x DN berücksichtigt werden.

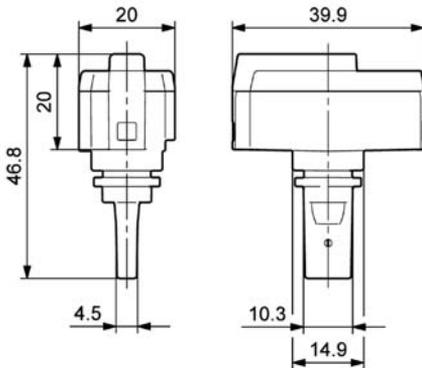


3

### Abmessungen Wirbel-Durchflussmesser FV A645 GVx (Maße in mm)

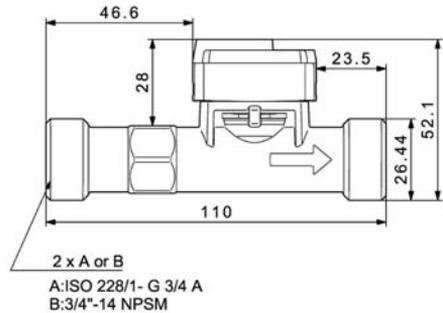
Sensorelement

FVA 645 GV12QT, FVA 645 GV40QT,  
FVA 645 GV100QT, FVA 645 GV200QT

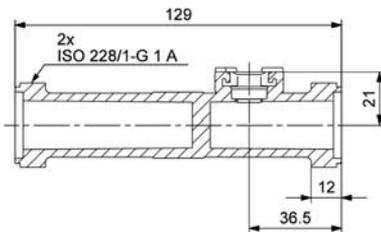


Turbinenkörper

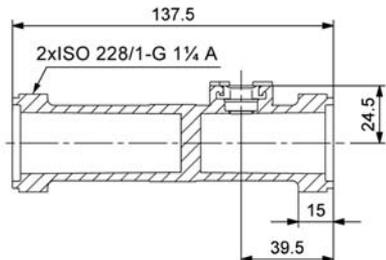
FVA 645 GV12QT, FVA 645 GV40QT



Turbinenkörper FVA 645 GV100QT



Turbinenkörper FVA 645 GV200QT



**Technische Daten**

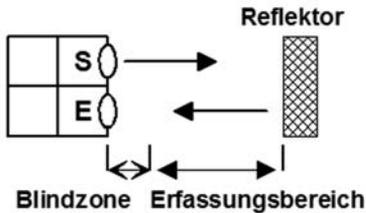
<b>Strömungsmesskreis:</b>	
Messprinzip:	Druckpulsation, Karmansche Wirbelstrasse
Messbereich:	siehe unter Ausführungen
Genauigkeit:	±1,5 % vom Endwert bei 0...100°C bei Medium Wasser
FVA 645 GV12QT/40QT:	bei Medium Wasser-Glykol (Glykolanteil ca. 40 %) mit dyn. Viskosität ca. 4 mm <sup>2</sup> /s (d.h. bei ca. 30°C) ±5 % vom Endwert
Auflösung:	siehe unter Ausführungen
Ansprechzeit (63%):	< 1 s (< 3 s für FVA 645 GV12QT)
<b>Temperaturmesskreis:</b>	
Messbereich:	0 bis 100°C
Genauigkeit:	±1 K bei 25...80°C ±2 K bei 0...100°C
Auflösung:	0,5 K
Ansprechzeit (63%):	<1 s bei Strömung, 50% vom Endwert
<b>Prozessanschluss:</b>	
	2 x Außengewinde, siehe unter Ausführungen
Druck:	10 bar (Berstdruck > 16 bar)
Druckverlust:	typ. 0,1 bar bei Strömung 50% vom Endwert
<b>Einsatzbedingungen:</b>	
Medien:	Flüssigkeiten
dyn. Viskosität:	FVA 645 GV12QT/40QT < 4 mm <sup>2</sup> /s FVA 645 GV100QT/200QT < 2 mm <sup>2</sup> /s
Medientemperatur:	0 bis 100°C
Umgebungstemperatur:	-25 bis 60°C
Umgebungsfeuchte:	bis 95% r.F., nicht kondensierend
<b>Elektrischer Anschluss:</b>	
Ausgangssignal:	2 x 0,5 bis 3,5 V
Versorgung:	5 V DC (±5%), <10 mA, über ALMEMO® Stecker
Anschluss:	Sensor mit 2,9 m Anschlusskabel und ALMEMO® Stecker
<b>Einbaulänge:</b>	
	siehe unter Ausführungen
<b>Werkstoffe (in Medienkontakt):</b>	
	korrosionsbeständige Beschichtung, EPDM, PPS, PPA 40-GF
Rohrstück:	Edelstahl 1.4408, (Innenrohr: PPA 40-GF)

### 3.6.5 Drehzahlmesser

#### Messprinzip

Zur Drehzahlmessung an Wellen, Rädern, Ventilatoren etc. hat sich das optische Reflexverfahren am meisten durchgesetzt.

#### Reflexions-Lichtschranke



Bei Reflexions-Lichttastern bilden Sender und Empfänger eine Baueinheit. Das vom Sender kommende Licht wird von einem gegenüberliegenden Objekt zum Empfänger zurückgeworfen. Der Sensor schaltet, wenn die reflektierte Menge Licht am Empfänger eine bestimmte einstellbare Schwelle überschreitet.

3

Diese Menge Licht hängt wiederum von der Größe und den Reflexionseigenschaften des Objektes ab. Zur Erhöhung der Reichweite und zur Verbesserung des Störabstandes sollten zur Drehzahlmessung spezielle Reflexfolien verwendet werden.

Messverfahren	Charakteristische Eigenschaften
Reflexions-Lichttaster (DIN EN 60947: Typ D)	Erkennt nur undurchsichtige Objekte. Der Erfassungsbereich hängt vom Reflexionsvermögen des Objektes ab, also von Oberflächenbeschaffenheit und Farbe. Empfindlich gegen Schmutz und gegen veränderte Reflexionseigenschaften des Objektes. Diese Einflüsse können (in Grenzen) mit einem Empfindlichkeitseinsteller kompensiert werden. Geringer Montageaufwand, da der Sensor aus einer Einheit besteht und eine grobe Ausrichtung meist reicht.
Reflexions-Lichtschranke (DIN EN 60947: Typ R)	Durch den Einsatz von Retro-Reflektoren werden hohe Reichweiten und ein besserer Störabstand erzielt. Wenig störanfällig, daher gut geeignet für Einsätze unter erschweren Bedingungen, z.B. Anwendung im Freien oder in schmutzigen Umgebungen.

## ALMEMO® Drehzahlmesser

Zur Drehzahlmessung gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm die Drehzahlsonde FU A919-2. Sie arbeitet als Reflexions-Lichttaster, deren Empfindlichkeit zur Erhöhung der Funktionssicherheit mit einem Potentiometer eingestellt werden kann. Zur Auswertung der Impulse ist die Drehzahlsonde mit einem speziellen Frequenzmessmodul ausgerüstet, das aus der Zeit zwischen zwei Impulsen die Umdrehungen pro Minute berechnet (s. 4.2.9). Durch Mittelung über mindestens 500 ms wird eine stabile Anzeige erreicht.

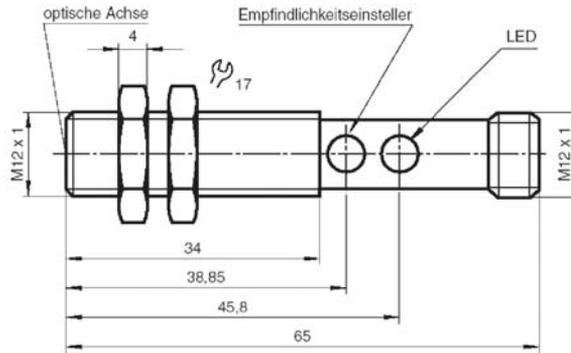
Das Messobjekt muss an seinem Umfang **einen** deutlichen Hell-Dunkel-Kontrast aufweisen. Sind mehrere helle Abschnitte (z.B. Rotorblätter) vorhanden, wird die Drehzahl entsprechend zu hoch bestimmt. Als Impulsgeber müssen in diesen Fällen möglichst helle Reflexmarken (weiße oder reflektierende Aufkleber) angebracht werden. Zur Justierung der Empfindlichkeit wird das Potentiometer zunächst ganz zurückgedreht und dann langsam aufgedreht, bis die Kontroll-LED gleichmäßig aufblitzt und am Messgerät eine stabile Anzeige erscheint.

Die obere Messbereichsgrenze hängt vom Tastverhältnis hell zu dunkel ab. Bei einem Tastverhältnis von 1:1 (50%) werden 30000 UpM erreicht, bei 1:10 (10%) entsprechend weniger, d.h. nur 6000 UpM.



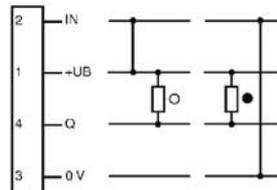
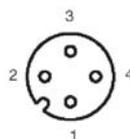
Die gleiche Sonde ist mit einem anderen Frequenzmessmodul auch als Lichtschranke zum Zählen o.ä. geeignet.

### Abmessungen der Drehzahlsonde:



### Elektrischer Anschluss:

Gerätestecker



- = Hellschaltung
- = Dunkelschaltung

**Technische Daten**

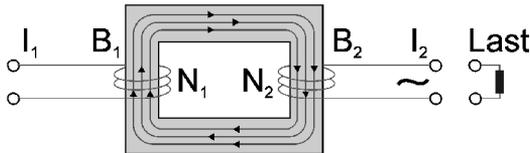
Messbereich:	8 bis 30000 UpM (maximal)
Hellstzeit:	> 1 ms
Auflösung:	1 UpM
Genauigkeit:	bis 15000 UpM: $\pm 0.02\%$ v.Mw. $\pm 1$ digit bis 30000 UpM: $\pm 0.05\%$ v.Mw. $\pm 1$ digit
Erfassungsbereich:	20 bis 200 mm (abhängig vom Reflektor)
Einstellung des Empfindlichkeit:	mit Potentiometer
erkennbares Objekt:	lichtundurchlässig oder Reflektor
Abstandshysterese:	$\leq 10\%$
Anzeige Schaltzustand:	LED gelb
Lichtart:	Rotlicht 660 nm
Fremdlichtgrenze:	Sonnenlicht: $\leq 20000$ Lux Halogenlicht: $\leq 5000$ Lux
Umgebungstemperatur:	-25°C bis + 55°C
Lagertemperatur:	-40°C bis +70°C
Schutzart:	IP 67 (nach EN 60529)
Optik:	2-Linsensystem PC
Zulässige Schockbeanspruchung:	$b \leq 30g$ , $T \leq 1ms$
Zulässige Schwingbeanspruchung:	$f \leq 55$ Hz, $a \leq 1$ mm
Leerlaufstrom:	$\leq 20$ mA
Spannungsversorgung:	> 8.5 V DC aus dem Messgerät, Netzadapter empfohlen
Anschluss:	Gerätestecker M12x1 inkl. Leitungsdose M12x1 abgewinkelt mit 1,5m Kabel und ALMEMO® Stecker
Material:	Gehäuse: Messing, vernickelt Lichtaustritt: PMMA
Abmessungen:	Durchmesser: M12 x 1 mm Länge: 55 mm
Gewicht:	15g
erfüllt Norm:	EN 60 947-5-2

## 3.7 Elektrische Wandler

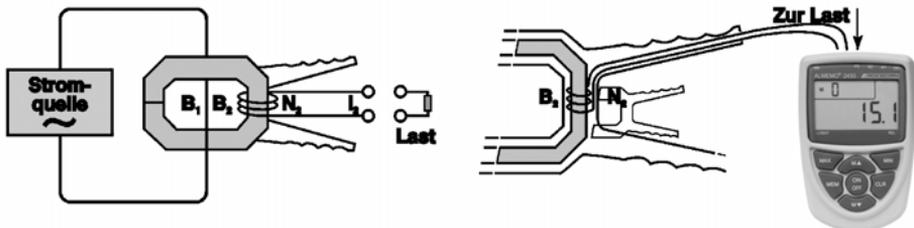
### 3.7.1 Zangenstromwandler

#### Messprinzip

Stromwandler dienen dazu, hohe Wechselströme berührungslos und ohne Stromkreisunterbrechung zu erfassen. Sie bestehen im Prinzip aus 2 getrennten Trafowicklungen ( $B_1$  = Primärwicklung mit  $N_1$  Windungen,  $B_2$  = Sekundärwicklung mit  $N_2$  Windungen) auf einem gemeinsamen Eisenkern (geschlossener Magnetkreis).



Fließt durch die Wicklung  $B_1$  ein Wechselstrom  $I_1$ , wird in der Wicklung  $B_2$  ein Strom  $I_2$  erzeugt, der vom Windungsverhältnis  $N_1$  zu  $N_2$  abhängt. Gegenüber festinstallierten Schalttafelwandlern haben Zangenstromwandler einen aufgeschnittenen Magnetkreis um einen Leiter umfassen zu können. In der Praxis besteht damit die Primärwicklung  $B_1$  nur aus einer Windung des Kabels, durch das der zu messende Strom fließt.



Für das Übersetzungsverhältnis eines Stromwandlers gilt:  $I_1 \times N_1 = I_2 \times N_2$

*Beispiel:*

$$I_1 = 100 \text{ A} \quad N_1 = 1 \text{ Windung} \quad N_2 = 1000 \text{ Windungen}$$

$$I_2 = (I_1 \times N_1) / N_2 = 100 \times 1 / 1000 = 0,1 \text{ A}$$

Das Übersetzungsverhältnis ist damit:  $N_1/N_2 = I_1 / I_2 = 100 \text{ A} / 0,1 \text{ A} = 1000$ .

Bei der Multimeteranzeige ist somit jedes mA AC gleich 1 A AC (Primärstrom).

#### ALMEMO® Zangenstromwandler

Zur Messung von Wechselströmen gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm die Zangenstromwandler FE A604 mit integrierter Gleichrichtung und ALMEMO® Anschlusskabel. Sie eignen sich perfekt zur Wartung und Überwachung elektrischer Anlagen ohne deren Stromzufuhr zu unterbrechen.

#### Auswahl des Zangentyps nach folgenden Merkmalen:

minimale/maximale Stromstärke	Ausgangssignal
Abmessungen des führenden Leiters	Frequenzbereich

**Technische Daten**

	<b>FE A604 9</b>
Messbereich:	1 A bis 150 A AC
Messgenauigkeit bei 50 Hz:	40 bis 150 A: $\pm 4\%$ 15 bis 40 A: $\pm 3\% \pm 0,2 A$ 5 bis 15 A: $\pm 6\% \pm 0,2 A$ 1 bis 5 A: $\pm 10\% \pm 0,2 A$
Umschließungsvermögen:	Kabel $\varnothing$ 10 mm
Übersetzungsverhältnis:	100 mV DC/1 A AC
Ausgangssignal:	15 V DC
Betriebsfrequenz:	48 bis 500 Hz
Sicherheitsnormen:	EN 61010-2-032 ( Ausg.2/2003)
Zugelassene Spannung:	300 V Cat. IV oder 600 V Cat. III
Abmessungen:	130 x 37 x 25 mm
Gewicht:	ca. 180 g
Nennbedingungen:	25°C $\pm 3^\circ\text{C}$ /1013 mbar/20...75%r.F.
<b>Umgebungsbedingungen</b>	
Betriebstemperatur:	-10 bis +50°C
Relative Feuchte:	10...85%r.F.
Lagertemperatur:	-40 bis +80°C
Anschlusskabel:	Kabel 1,5 m mit Sicherheits-Laborsteckern, inkl. Sicherheits-Verbindungskupplung, inkl. 1,5 m ALMEMO® Anschlusskabel mit Bananensteckern

	<b>FE A604 MN</b>	<b>FE A604 4N</b>
Messbereich:	0,5 A bis 200 A AC *	2 A bis 500 A AC *
	* Der höhere Wert entspricht 120% v. max. Nennwert	
Messgenauigkeit bei 50 Hz:	$\pm 3\%$ v. Mw. $\pm 0,5 A$	$\pm 3\%$ v. Mw. $\pm 0,5 A$
Umschließungsvermögen:	Kabel $\varnothing$ 20 mm Schiene 20 x 5 mm	Kabel $\varnothing$ 30 mm Schiene 30 x 63 mm
Übersetzungsverhältnis:	100 mV DC/1 A AC	1 mV DC/1 A AC
Ausgangssignal:	20 V DC	0,5 V DC
Betriebsfrequenz:	40 bis 10 kHz	40 bis 1 kHz
Sicherheitsnormen:	IEC 1010-1	IEC 348 , IEC 1010-2-032
Überspannungsschutz:	Kategorie III	nein
Abmessungen:	135 x 50 x 30 mm	215 x 66 x 34 mm
Gewicht:	ca. 180 g	ca. 420 g
Nennbedingungen:	25°C $\pm 3^\circ\text{C}$ /1013 mbar	

	FE A604 MN	FE A604 4N
<b>Umgebungsbedingungen</b>		
Betriebstemperatur:	-10 bis +55°C	
Relative Feuchte:	0% bis 90% bei max. 40°C	
Lagertemperatur:	-40 bis +70°C	
Anschlusskabel:	Einbau-Bananenbuchsen, inkl. 1,5 m ALMEMO® Anschlusskabel mit Bananensteckern	Kabel 1,5 m mit Sicherheits-Laborsteckern, inkl. Sicherheits-Verbindungskupplung, inkl. 1,5m ALMEMO® Anschlusskabel mit Bananensteckern



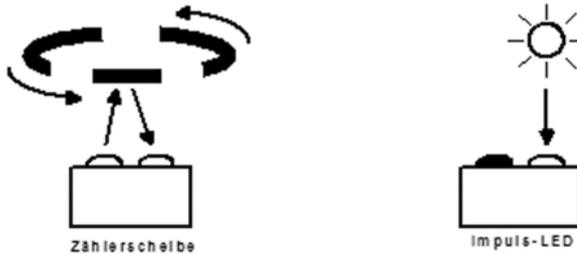
**Für andere Stromzangen mit Wechselspannungsausgang ist zum Anschluss an ALMEMO® Geräte ein Wechselspannungsmodul (ZA 9603-AKx s. 4.2.7) erforderlich.**

### 3.7.2 Optischer Tastkopf für Stromzähler

#### Messprinzip

Bei der **Abtastung passiver optischer Anzeigen** (Zählerscheiben) werden die Umdrehungen der Läuferscheibe in elektrische Impulse umgewandelt.

Bei der **Abtastung aktiver optischer Anzeigen** (Impuls-LED) werden die energieproportionalen Impulse elektronischer Zähler erfasst. Der Erfassungsbereich reicht dabei von grünen, gelben, und roten LED's bis hin zu Infrarot emittierenden LED's.



#### Ausführungen ALMEMO® Stromzählerabtastung

Zur Abtastung von Stromverbrauchszählern gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm die selbstkalibrierenden optischen Tastköpfe FU A919-SZ. Bereits vorhandene Energiezähler ohne Impulsausgang können damit ohne Umbauaufwand preiswert in das Energiemanagement aufgenommen werden. Außerdem können die energieproportionalen Impulse elektronischer Zähler erfasst werden.

#### Einsatz

- *Industrieanlagen, Mehrfamilienhäuser, Einkaufszentren, Messen und Ausstellungen, Ferien- und Campinganlagen, Hotel- und Apartmentanlagen, Kommunen und Behörden.*

#### Die 3 Tastköpfe unterscheiden sich in den Befestigungsmöglichkeiten:

1. Tastkopf FU A919-SZB → Tesa Power-Strip empfohlen
2. Tastkopf FUA919-SZ4B → Tesa Power-Strip empfohlen  
(nur für Zähler mit Impuls-LED)
3. Tastkopf FU A919-SZD mit einstellbarem Stativ

Jeder Tastkopf ist mit einem Frequenzmessmodul ausgerüstet (s. 4.2.5) und auf Impulsmessung programmiert, d.h. vom ALMEMO® Gerät wird die Anzahl der Umdrehungen bzw. Impulse pro Messzyklus gezählt. Durch entsprechende Wahl der Zeitbasis (Druckzyklus) oder durch Skalierung des Messwertes kann jedoch erreicht werden, dass die Verbrauchswerte richtig skaliert angezeigt werden. Mit Hilfe der Summenbildung über Druckzyklus oder die gesamte Messzeit (s. 6.7.1) lässt sich auch der Gesamtverbrauch über größere Zeiträume bestimmen.

## Montage und Inbetriebnahme

### Tastkopf FUA 919-SZB:

Der Tastkopf wird mit Power-Strip Klebeband so auf die Glasscheibe des Zählers geklebt, dass die Läufer­scheibe mittig zum Sensor liegt. Weitere Montage-, Justier- oder Einstellarbeiten sind nicht erforderlich. Der Sensor kalibriert sich selbständig auf die Marke der Läufer­scheibe.

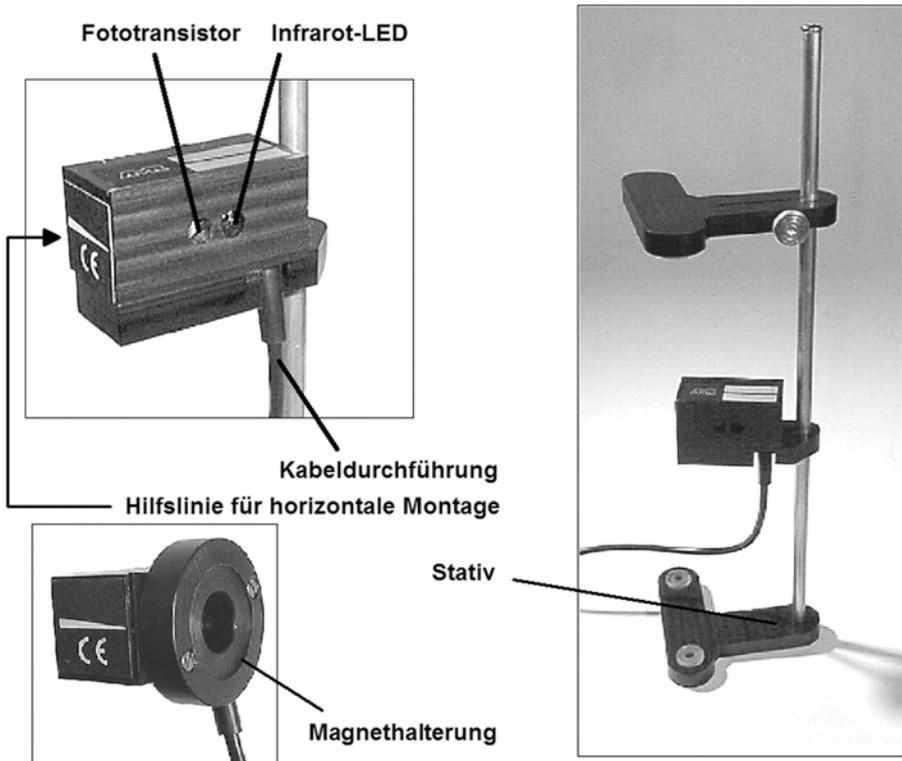
### Tastkopf FUA 919-SZ4B:

Der Tastkopf wird mit Power-Strip Klebeband so am Zählergehäuse befestigt, dass die mittige Öffnung (Fototransistor) genau über der abzutastenden LED positioniert wird. Eine Empfindlichkeitseinstellung ist nicht notwendig, da sich der Tastkopf selbsttätig an den jeweiligen Zähler anpasst.

### Tastkopf FUA 919-SZD:

Der Tastkopf wird über ein Stativ mit Saugnapfhalterung (max. Spannweite 400 mm) befestigt und ist deshalb für den mobilen Betrieb besonders geeignet.

3



**Wichtig!** Tastkopf erst montieren  
und dann an das Messgerät anschließen.

### Abtasten von Zählerscheiben (Reflexlicht-Methode), FU A919 SZB/SZD

Horizontal: Die Hilfslinie (siehe Abbildung) muss mit der Zählerscheibe fluchten

Vertikal: Die Kabelführung des Tastkopfes (siehe Abbildung) muss in der Mitte der Zählerscheibe sein

Die Einmessphase beginnt mit einem kurzen Aufleuchten der Kontroll-LED (Dauer ca. 1s). Die Dauer der Einmessphase beträgt 40 Sekunden. In dieser Zeit versucht der Tastkopf eine Zählermarke zu erkennen. Beginnt die Kontrollleuchte nicht synchron zur Zählermarke zu blinken, ist der Tastkopf nicht richtig positioniert. In diesem Fall muss der Tastkopf nachjustiert und die Einmessphase wiederholt werden. Dazu muss das Kabel kurz vom ALMEMO® Messgerät abgezogen werden (Power-ON-Reset).

### Technische Daten FU A919 SZB/SZD

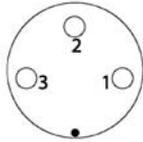
Abmessungen Sensorgehäuse in mm:	40 x 20 x 20 (B x H x T)
Schutzart:	IP 50
Material Sensorgehäuse:	Kunststoff schwarz
Betriebsspannung:	5,5 ... 30 V DC
max. Stromaufnahme: 5 mA	5 mA
Funktionskontrolle:	über LED
Signal Ausgang:	Transistor open collector PNP, (1k Schutzwiderstand)
max. Abtastrate:	3 Impulse/s
Temperaturbereich:	-20 ... 60 °C
Anschlusskabel:	3m lang mit ALMEMO® Stecker
Max. zulässige Verlängerung:	15 m

### Abtasten einer Zähler-LED (LED-Methode), FU A919 SZ4B

Mit dem Tastkopf können grüne, rote und infrarote Zähler-LEDs abgetastet werden. Damit der Tastkopf im LED-Modus arbeiten kann, muss die eingebaute Infrarot-LED mit einem Aufkleber abgedunkelt werden. Die zweite Öffnung (Fototransistor) muss genau über der abzutastenden LED positioniert werden. Nach Anschluss an das Messgerät, erkennt der Tastkopf das Ausbleiben des eigenen Infrarotlichtes und wechselt in den LED-Modus. Dieser ist am zweimaligen Blinken bei der Inbetriebnahme des Tastkopfes zu erkennen.

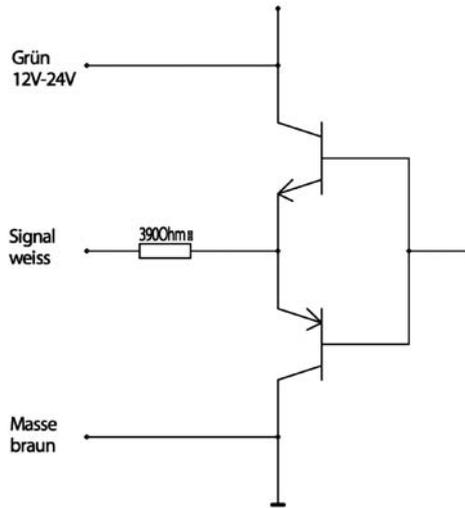
Nach Anschluss an die Versorgungsspannung, erkennt der Tastkopf das Blinken der Impuls-LED des Zählers. Die rote Kontrollanzeige auf der Frontseite des FU A919 SZ4B muss im gleichen Rhythmus wie die Impuls-LED des Zählers blinken

**Elektrischer Anschluss FU A919 SZ4B**



DIN Stecker  
(Sicht von vorne)

- 1 braun (Masse)
- 2 weiss (Signal)
- 3 grün (5,5V-24V)



3

**Technische Daten FU A919 SZ4B**

Abmessungen Sensorgehäuse in mm:	44 x 29 x 24 (B x H x T)
Schutzart:	IP 50
Material Sensorgehäuse:	Kunststoff schwarz
Betriebsspannung:	5,5 ... 30 V DC
max. Stromaufnahme: 5 mA	5 mA
Funktionskontrolle:	über LED
Signalausgang:	Transistor aktiv +/- schaltend (390 Ohm), max. 20mA
max. Abtastrate:	30 Hz
Temperaturbereich:	-20 ... 60 °C
Anschlusskabel:	3m lang mit ALMEMO® Stecker
Max. zulässige Verlängerung:	15 m

## 3.8 Sonden zur Messung optischer Größen

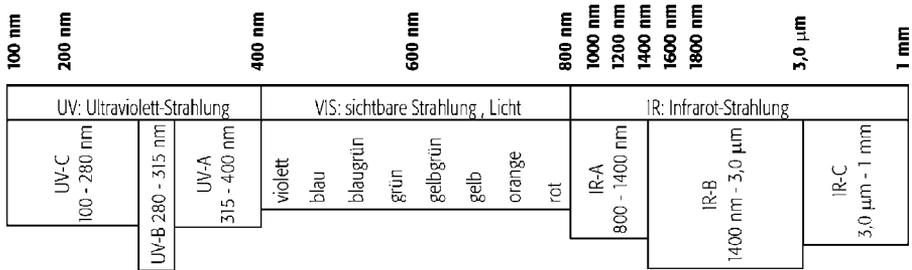
### 3.8.1 Optische Sonden Grundlagen

#### Was ist optische Strahlung?

Optische Strahlung beschreibt den Ausschnitt der elektromagnetischen Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 nm bis 1 mm.

Bei den Bereichsgrenzen ist zu beachten, dass diese keine scharfe und für alle Anwendungen verbindliche Trennung vorgeben.

Der Nachweis optischer Strahlung kann z. B. in strahlungsphysikalischen (radiometrischen), lichttechnischen (photometrischen), photobiologischen oder pflanzenphysiologischen Messgrößen erfolgen.



#### Definition photometrischer und radiometrischer Messgrößen

##### Photometrie

Beschränkt auf den für das menschliche Auge sichtbaren Bereich des optischen Spektrums (Licht). Lichttechnische Messgrößen sind: „Lichtstrom“, „Beleuchtungsstärke“, „Leuchtdichte“ und „Lichtstärke“. Wesentliches Merkmal der Photometrie ist die Bewertung der Hellempfindung mit der spektralen Hellempfindlichkeitsfunktion des Auges für das Tagessehen oder in seltenen Fällen für das Nachtsehen (DIN 5031). Strahlungsdetektoren für photometrische Messaufgaben müssen aus diesem Grund einen dieser spektralen Empfindlichkeitsverläufe aufweisen.

##### Lichtstrom

Die Lichtleistung einer Lichtquelle (Lampe, Leuchtdiode etc.). Da Lampen meist kein quasi paralleles Lichtbündel aussenden, werden zur Messung des Lichtstromes Messgeometrien eingesetzt, die den Lichtstrom unabhängig von seiner räumlichen Verteilung erfassen. Dies sind in erster Linie Ulbrichtsche Kugeln oder Goniometer.

##### Lichtstärke

Der Teil eines Lichtstroms, der in eine bestimmte Richtung strahlt. Die Lichtstärke ist eine wichtige Größe zur Effizienz- und Güteberechnung von Beleuchtungseinrichtungen. Ihre Messung erfolgt durch Detektoren mit einem definierten Blickfeld in Abständen, in der die Lichtquelle als Punktlichtquelle betrachtet werden kann.

### **Leuchtdichte**

Der Helligkeitseindruck, den eine beleuchtete oder leuchtende Fläche dem Auge vermittelt. In vielen Fällen hat die Leuchtdichte eine wesentlich größere Aussagekraft zur Qualität einer Beleuchtung als die Beleuchtungsstärke. Zur Messung der Leuchtdichte werden Messköpfe mit definiertem Messfeldwinkel eingesetzt.

### **Beleuchtungsstärke**

Der Lichtstrom, der von einer oder mehreren Lichtquellen horizontal oder vertikal auf eine bestimmte Fläche trifft. Bei nicht parallelem Lichteinfall, was dem Regelfall der praktischen Lichtmesstechnik entspricht, muss als Messgeometrie ein Cosinussdiffusor verwendet werden.

### **Radiometrie**

Messtechnische Bewertung optischer Strahlung in den strahlungsphysikalischen Größen „Strahlungsleistung“, „Strahlstärke“, „Strahldichte“ und „Bestrahlungsstärke“. Das wesentliche Merkmal der Radiometrie ist die wellenlängen-unabhängige Betrachtung der Strahlungsintensität. Damit unterscheidet sich die Radiometrie von den aktiv gewichteten Messgrößen wie sie in der Photometrie, Photobiologie, Pflanzenphysiologie usw. verwendet werden.

### **Strahlungsleistung**

Die gesamte in Form von Strahlung auftretenden Leistung.

### **Strahlstärke**

Der Quotient aus der von einer Lichtquelle in einer bestimmten Richtung ausgesandten Strahlungsleistung und dem durchstrahlten Raumwinkel. Die Strahlstärke dient zur Messung der räumlichen Verteilung der Strahlungsleistung.

### **Strahldichte**

Der Quotient aus der durch eine Fläche in einer bestimmten Richtung durchtretenden (auftreffenden) Strahlungsleistung und dem Produkt aus dem durchstrahlten Raumwinkel und der Projektion der Fläche auf eine Ebene senkrecht zur betrachteten Richtung. Die Strahldichte dient zur Bewertung von Flächenstrahlern. Als Messgeometrie kommen Steradianntuben- oder Teleskopvorsätze zum Einsatz.

### **Bestrahlungsstärke**

Der Quotient aus der auf eine Fläche auftreffenden Strahlungsleistung und der beleuchteten Fläche. Zur Messung der Bestrahlungsstärke ist die räumliche Bewertung der einfallenden Strahlung von großer Bedeutung, weshalb eine cosinuskorrigierte Blickfeldfunktion vorgegeben ist.

### Gegenüberstellung optischer Größen

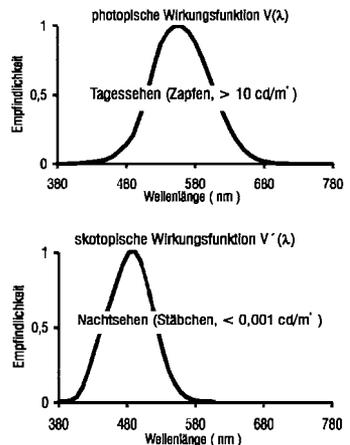
Jeder lichttechnischen Größe entspricht eine strahlungstechnische Größe, für die untereinander jeweils die selben Zusammenhänge gelten. Die Unterscheidung der Größen erfolgt durch Index v (visuell) und Index e (energetisch).

Lichttechnik			Strahlenphysik		
Größe	Formelzeichen	Einheit	Größe	Formelzeichen	Einheit
Lichtstrom	$\Phi_v$	Lumen $\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr}$	Strahlungsleistung	$\Phi_e$	W
Lichtstärke	$I_v$	Candela cd	Strahlstärke	$I_e$	$\text{W}/\text{sr}$
Lichtdichte	$L_v$	$\text{cd}/\text{m}^2$	Strahldichte	$L_e$	$\text{W}/\text{sr} \cdot \text{m}^2$
Beleuchtungsstärke	$E_v$	lux $\text{lx} = \text{lm}/\text{m}^2$	Bestrahlungsstärke	$E_e$	$\text{W}/\text{m}^2$
Lichtmenge	$Q_v$	Lumensekunde $\text{lm} \cdot \text{s}$	Strahlungsenergie	$Q_e$	Ws
Belichtung	$H_v$	$\text{lx} \cdot \text{s}$	Bestrahlung	$H_e$	$\text{W} \cdot \text{s}/\text{m}^2$

### Die spektrale Bewertungsfunktion

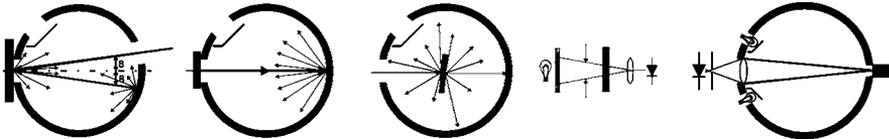
Die relative spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges wird für das helladaptierte Auge (Tagesehen) und für das dunkeladaptierte Auge (Nachtsehen) mit unterschiedlichen Funktionen angegeben. Wegen der individuellen Unterschiede sind diese Daten zwar nur Durchschnittswerte, reichen aber für die meisten technischen Zwecke aus. Die detaillierten Daten der spektralen Empfindlichkeitsverläufe sind als Tabelle in der DIN 5031 aufgeführt.

Die beiden unterschiedlichen spektralen Wirkungsfunktionen ergeben sich aus den unterschiedlichen „Sensortypen“ des Auges. Der spektrale Helligkeitsgrad für das Tagesehen (Zapfen,  $> 10 \text{ cd}/\text{m}^2$ ) wird mit der Funktion  $V(\lambda)$  beschrieben und ist die am häufigsten verwendete Funktion. Der spektrale Helligkeitsgrad für das Nachtsehen (Stäbchen,  $< 0,001 \text{ cd}/\text{m}^2$ ) wird mit der  $V'(\lambda)$ -Funktion beschrieben und ist hinsichtlich seiner praktischen Verwendung eher selten vertreten.



### Bestimmung lichttechnischer Kennzahlen

Zur messtechnischen Bewertung der Eigenschaften von Materialien in Bezug auf ihre Reflexion, Transmission und Absorption, sowie das Falschlicht von Objektiven gibt es international anerkannte Empfehlungen. Dies sind in erster Linie die CIE 130-1998 „Practical methods for the measurements of reflectance and transmittance“, DIN 5036 Teil 3 „Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien“, DIN 67507 „Lichttransmissionsgrad von Verglasungen, DIN 58186 „Streulichtbestimmung von optisch abbildende Systemen“.



Reflexionsgrad    Transmissiongrad    Absorptionsgrad    Lichttransmissionsgrad    Streulicht

Eine detaillierte Beschreibung der messtechnische Realisierung würde den Rahmen dieses Handbuches sprengen.

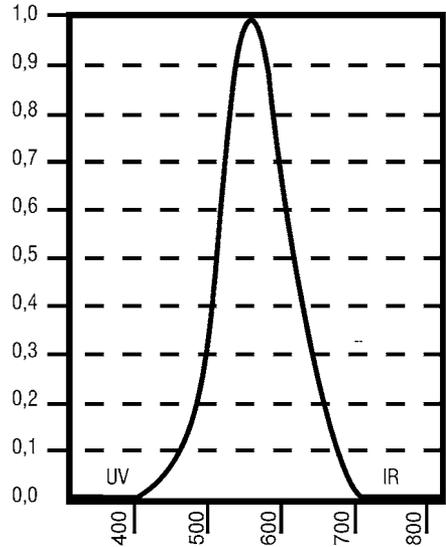
Sprechen Sie mit uns, das ALMEMO® System bietet auch hier eine Lösung für Ihre Messaufgabe.

Ein Großteil der Sinneseindrücke des Menschen sind optischer Natur. Licht ist dabei nur der sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums. Die unterschiedlichen Wellenlängen des Lichts nimmt das menschliche Auge als Farben wahr. Die spektrale Empfindlichkeit des Auges für die verschiedenen Farben ist dabei von der Wellenlänge abhängig:

Darüber hinaus wirkt sich aber auch die ultraviolette Strahlung im kurzwelligen und die Infrarotstrahlung im langwelligen Bereich des elektromagnetischen Spektrums auf den menschlichen Organismus aus.

**Beleuchtungsstärke:**

Der Mensch ist an Beleuchtungsstärken des Tageslichts gewöhnt. An einem trübem Wintertag sind dies Werte von ca. 5000 Lux, an einem sonnigen Sommertag werden ca. 100000 Lux erreicht. Demgegenüber werden bei künstlicher Beleuchtung meist nur zwischen 100 und 1000 Lux erreicht. Ausreichendes Licht ist jedoch ein wesentlicher Bestandteil für das Wohlbefinden der Menschen. Müdigkeitserscheinungen durch zu wenig Licht treten dabei weniger am Auge selbst auf, sondern wirken sich vielmehr auf den gesamten Körper aus. Deshalb beinhaltet die Norm DIN 5035/2 zum Schutz der Gesundheit Richtwerte für die Beleuchtungsstärke von Arbeitsstätten. Diese sind in der Richtlinie ASR 7/3 gesetzlich festgeschrieben und zwingend einzuhalten.



In geschlossenen Räumen gelten folgende Nennbeleuchtungsstärken:

Büros	Büroräume Schreib- und Zeichenplätze	300 Lux/750 Lux
Fabriken	visuelle Arbeiten im Produktionsablauf	1000 Lux
Hotels	Aufenthaltsräume, Rezeption, Kasse	200 Lux
Geschäfte	Vorderseite von Schaufenstern	1500 - 2500 Lux
Krankenhäuser	Krankenzimmer	100 - 150 Lux
	Notaufnahmen	500 Lux
Schulen	Hörsäle, Turnhallen	300 Lux

**Bestrahlungsstärke:**

Für die radiometrische Strahlung wird statt der Beleuchtungsstärke (nur für sichtbares Licht, Photometrie) der Begriff Bestrahlungsstärke verwendet.

**Globalstrahlung:**

Die Globalstrahlung ist eine in der Umweltforschung wichtige Messgröße und stellt die gesamte auf die Erdoberfläche auftreffende diffuse und direkte Sonnenstrahlung dar. Der Spektralbereich erstreckt sich vom kurzwelligen Bereich bei 300 nm (UV-B) zum langwelligen Bereich bei 5000 nm (IR).

**UVA-Strahlung:**

Die langwellige UV-Strahlung (über 313 nm) erreicht nahezu ungefiltert die Erdoberfläche, bräunt die menschliche Haut und stärkt das Immunsystem. In Solarien wird die biologische Wirkung des UVA-Spektrums in Kombination mit

anderen Spektralbereichen als Auslöser der Direktpigmentierung (Melaninfärbung) ausgenutzt. Eine zu starke Bestrahlung fördert Bindegewebschäden und Hautalterung.

**UVB-Strahlung:**

Der kurzwellige UV-Bereich (unter 313 nm) kann irreversible Schäden hervorrufen. In der Empfehlung der CIE sind alle spektralen Wirkungsfunktionen zusammengefasst, die sich ungünstig auf die menschliche Haut auswirken können. Diese Empfehlung wird in der DIN 5050 beschrieben und als Richtlinie gewertet. Ein populäres Maß für die Sonnenbrandempfindlichkeit ist der vom Deutschen Wetterdienst ermittelte UV-Index "UVI". Die Messergebnisse geben direkt oder im Vergleich mit anderen Spektralbereichen Aufschluss über medizinisch und biologisch relevante Zusammenhänge.

**UV-Index**

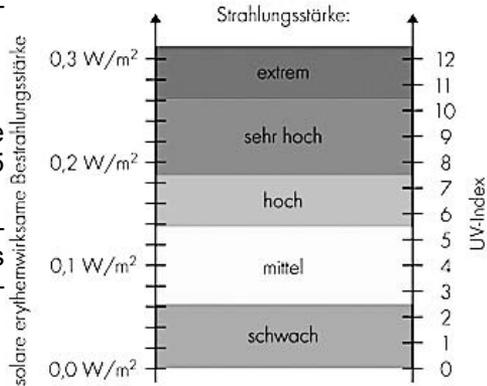
Der UV-Index ist eine international festgelegte Messgröße. Die erythemwirksamen Bestrahlungsstärke (entspricht der Sonnenbrandwirksamkeit) der UV-Strahlung  $E(\lambda)$  einer horizontalen Fläche wird mit dem von der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage → Internationale Beleuchtungskommission) definierten Wirkungsspektrum  $s_{er}(\lambda)$  gewichtet integriert.

$$E_{CIE} = \int s_{er}(\lambda) \cdot E(\lambda) d\lambda$$

Um den UV-Index als dimensionslose Größe zu erhalten wird noch durch 25 mW/m<sup>2</sup> dividiert.

Der für Warnungen geeignete maximale UV-Index eines Tages ist als höchster 30-Minuten-Mittelwert definiert.

Die Gewichtungsfunktion  $s_{er}(\lambda)$  berücksichtigt die stark von der Wellenlänge abhängige schädigende Wirkung der Strahlung.



**Physikalische Einheiten Bestrahlungsstärke**

0,0001 W/m <sup>2</sup>	0,00001 mW/cm <sup>2</sup>	0,01 μW/cm <sup>2</sup>
0,001 W/m <sup>2</sup>	0,000,1 mW/cm <sup>2</sup>	0,1 μW/cm <sup>2</sup>
0,01 W/m <sup>2</sup>	0,001 mW/cm <sup>2</sup>	1 μW/cm <sup>2</sup>
0,1 W/m <sup>2</sup>	0,01 mW/cm <sup>2</sup>	10 μW/cm <sup>2</sup>
1 W/m <sup>2</sup>	0,1 mW/cm <sup>2</sup>	100 μW/cm <sup>2</sup>
10 W/m <sup>2</sup>	1 mW/cm <sup>2</sup>	1000 μW/cm <sup>2</sup>
100 W/m <sup>2</sup>	10 mW/cm <sup>2</sup>	10000 μW/cm <sup>2</sup>
1000 W/m <sup>2</sup>	100 mW/cm <sup>2</sup>	100000 μW/cm <sup>2</sup>
10000 W/m <sup>2</sup>	1000 mW/cm <sup>2</sup>	1000000 μW/cm <sup>2</sup>

W/m<sup>2</sup> = Watt pro Quadratmeter, mW/cm<sup>2</sup> = Milliwatt pro Quadratzentimeter, μW/cm<sup>2</sup> = Microwatt pro Quadratzentimeter

### 3.8.2 Optische Sonden für den Innenbereich

#### Ausführungen Optische Sonden für den Innenbereich

Im ALMEMO® Fühlerprogramm stehen Messköpfe für verschiedene Spektralbereiche zur Verfügung:

- Beleuchtungsstärke (V-Lambda)
- UVA, UVB, UVC
- Globalstrahlung
- IR
- Quantum (Photosynthese)

Die Messköpfe bestehen aus einem robusten eloxierten Aluminiumgehäuse mit seitlich angeordnetem Einbaustecker zum Anstecken des ALMEMO® Anschlusskabels. Die Strahlungs-Messköpfe eignen sich für Innenraum-Anwendungen. Optional sind feuchtigkeitsgeschützte Ausführungen (nicht für UV-Messköpfe) erhältlich.



3

#### Handhabung



**Vermeiden Sie unbedingt ein Verschmutzen oder Verkratzen der Messfläche (Diffusor).**

**Öffnen Sie niemals den Sensor. Andernfalls ist die Kalibrierung des Sensors nicht mehr gewährleistet.**

#### Kalibrierung

Unsere optischen Sensoren sind ab Werk kalibriert. Die Kalibrierwerte sind als Korrekturwerte im ALMEMO® Anschluss-Stecker abgelegt und verriegelt.



**Die Kalibrierwerte dürfen nicht verändert werden.**

#### Dunkelkorrektur

Ein eventuell auftretendes Dunkelsignal sollte durch einen Dunkelabgleich in der Funktion BASISWERT nachträglich korrigiert werden.

Gehen Sie dazu folgendermaßen vor:

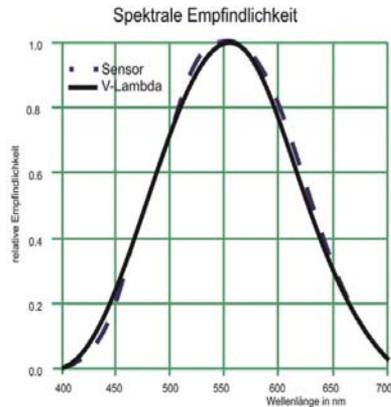
1. Verriegelungsmodus auf "4" setzen.
2. Sensor in einen dunklen Raum bringen (Strahlungs-/Beleuchtungsstärke = "0")
3. Nullpunktgleich durchführen. (Tasten EINGABE, LÖSCHEN drücken)
4. Verriegelungsmodus wieder auf "5" setzen".



**Beachten Sie bei der Eingabe von Programmierwerten auch die Bedienungsanleitung Ihres Messgerätes.**

### 3.8.2.1 Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 623 VL ( Lux-Sonde )

- Messung der Beleuchtungsstärke (V-Lambdastrahlung)
- Zur Bewertung der Lichtverhältnisse z.B. am Arbeitsplatz
- Der Sensor entspricht der Geräteklasse B nach DIN 5032.



Als V-Lambdastrahlung wird der Spektralbereich des sichtbaren Lichtes bezeichnet, er entspricht der Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Der gemessene Wert ist ein Maß für die empfundene Helligkeit. Der Wellenlängenbereich erstreckt sich vom Ende des UV bei ca. 400 nm bis zum Anfang des IR bei ca. 720 nm mit dem Maximum bei ca. 550 nm.

#### Ausführung ALMEMO® Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 623 VL

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Beleuchtungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen.

Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) in 2 Messkanälen mit unterschiedlichen Auflösungen als Beleuchtungsstärke in lx (lux) und in klx (kilolux) angezeigt wird:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis ca. 20000 lx	1 lx
2. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis ca. 170.00 klx	0.01 klx

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623VL	inkl. Werks-Prüfschein

Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

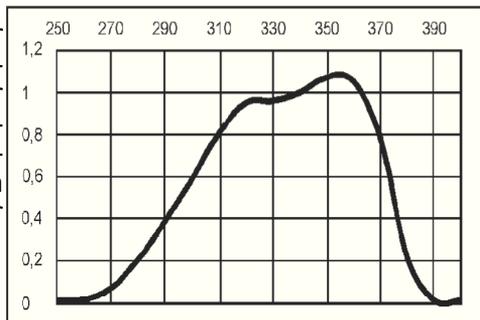
### Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	380 nm bis 720 nm, Maximum bei 555 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 5 \%$
V-Lambda Anpassung	$< 3 \%$
Nenntemperatur	22°C $\pm 2$ K
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1$ s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33$ mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

### 3.8.2.2 UV-Sonde FLA 613 UV

#### Messprinzip

Das Messprinzip beruht auf einer GaP-Diode mit Korrekturfilter zur Filterung des UV-Bereiches und Diffusor zur Anpassung an die cos-Charakteristik (Messung der Bestrahlungsstärke). Der Photostrom wird durch einen integrierten Transimpedanzverstärker in ein Spannungssignal umgewandelt.



#### Spektrale Bewertung

Die spektrale Bewertung umfasst den Spektralbereich 250 bis 400 nm (20% der peak-Empfindlichkeit). Die peak-Wellenlänge liegt bei 366 nm. Die Kalibrierung erfolgt in  $W/m^2$  bei 366 nm.

### Ausführung ALMEMO® UV-Sonde FLA 613 UV

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UV-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (ca. 3mV / W/m<sup>2</sup>) in 2 Messkanälen mit unterschiedlichen Auflösungen als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UV in W/m<sup>2</sup> zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 – 26,000 W/m <sup>2</sup>	0,001 W/m <sup>2</sup>
2. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 – 87,00 W/m <sup>2</sup>	0,01 W/m <sup>2</sup>

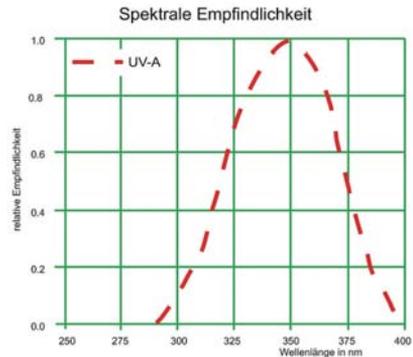
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613UV	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat

### Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	250 bis 400 nm, Maximum bei 366 nm
Versorgungsspannung	+5V
Ausgangsspannung	ca. 3 mV / W/m <sup>2</sup>
Genauigkeit	Grundgenauigkeit 5% (vom Messwert) Kalibriergenauigkeit 5% (bei 24°C und ca. 0.500 W/m <sup>2</sup> )
Nachweisgrenze	ca. 0.2 mW/m <sup>2</sup> bei 366 nm
Temperaturkoeffizient	0.2 %/°C
Arbeitstemperatur	0 bis 60 °C
Lagertemperatur	-10 bis +80 °C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90% (nicht kondensierend)
Schutzklasse	IP62
Abmessungen	Ø 37 mm, Höhe 19.5 mm, Diffusor 15 mm

### 3.8.2.3 UVA-Messkopf FLA 623 UVA

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVA-Bereich
- Messung der langwelligen UV-Strahlung (bräunende Wirkung auf die menschliche Haut)
- Die spektrale Empfindlichkeit ist nach der globalen Sonnenstrahlung gewichtet.



### Ausführung ALMEMO® UVA-Messkopf FLA 623 UVA

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UVA in W/m<sup>2</sup> zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 50 W/m <sup>2</sup>	0,01 W/m <sup>2</sup>

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623UVA	inkl. Werks-Prüfschein

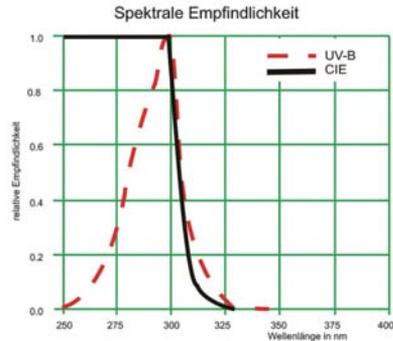
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10

### Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	250 bis 400 nm, Maximum bei 335 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler f2 < 3 %
Linearität	< 1 %
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2 K
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	< 1 s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluß	Einbaustecker, seitlich
Anschluß-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	Ø 33 mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

### 3.8.2.4 UVB-Messkopf FLA 623 UVB

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVB-Bereich
- Messung der kurzwelligen UVB-Strahlung
- Die spektrale Empfindlichkeit ist nach der globalen Sonnen-Erythemstrahlung (Sonnenbrand erzeugend) gemäß der Empfehlung der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) gewichtet. Der UV-Index lässt sich ermitteln.



#### Ausführung ALMEMO® UVB-Messkopf FLA 623 UVB

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVB-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert die Bestrahlungsstärke UVB in W/m<sup>2</sup> zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 5 W/m <sup>2</sup>	0,001 W/m <sup>2</sup>

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623UVB	inkl. Werks-Prüfschein

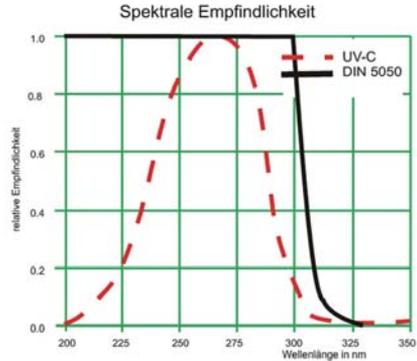
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10

**Technische Daten**

spektrale Empfindlichkeit	265 nm bis 315 nm, Maximum bei 297 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	$-20^\circ\text{C}$ bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33 \text{ mm}$ , Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

### 3.8.2.5 UVC-Messkopf FLA 623 UVC

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVC-Bereich
- Messung der UVC-Strahlung, z.B. Hg-Linie bei 256 nm
- Der Messkopf kann u.a. in Wasserentkeimungsanlagen verwendet werden.



#### Ausführung ALMEMO® UVC-Messkopf FLA 623 UVC

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVC-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert die Bestrahlungsstärke UVC in  $\text{mW}/\text{m}^2$  zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. $1990 \text{ mW}/\text{m}^2$	$0,1 \text{ W}/\text{m}^2$

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623UVC	inkl. Werks-Prüfschein

Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10

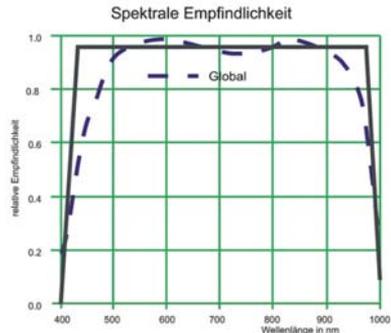
**Technische Daten**

spektrale Empfindlichkeit	220 nm bis 280 nm, Maximum bei 265 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler f2 < 3 %
Linearität	< 1 %
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2 K
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	< 1 s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	Ø 33 mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

3

**3.8.2.6 Globalstrahlungs-Messkopf FLA 623 GS**

- Messung der Bestrahlungsstärke des Sonnenspektrums im sichtbaren Bereich und im kurzwelligen IR-Bereich.
- Messung der Globalstrahlung ( umfasst die diffuse und direkte Sonnenstrahlung)



**Ausführung ALMEMO® Globalstrahlungs-Messkopf FLA 623 GS**

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungs-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Globalstrahlung in W/m<sup>2</sup> zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Globalstrahlung 0 bis ca. 1300 W/m <sup>2</sup>	0,1 W/m <sup>2</sup>

<b>Typ / Bestellnr.</b> FLA623GS	<b>Standardzubehör</b> inkl. Werks-Prüfschein
-------------------------------------	--

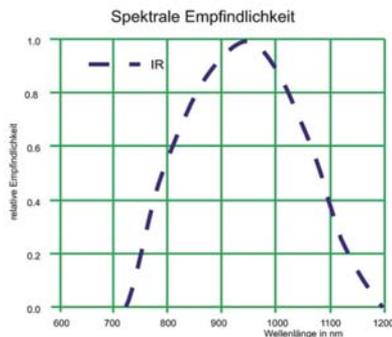
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

## Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	400 nm bis 1100 nm, Maximum bei 780 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	22°C $\pm 2$ K
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Signal Ausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1$ s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33$ mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

### 3.8.2.7 IR-Messkopf FLA 623 IR

- Messung der Bestrahlungsstärke des Sonnenspektrums im kurzwelligen Infrarot-Bereich (ohne sichtbaren Bereich)
- Die Globalstrahlung umfasst die diffuse und direkte Sonnenstrahlung.



### Ausführung ALMEMO® IR-Messkopf FLA 623 IR

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungsmesskopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der IR-Strahlung in W/m<sup>2</sup> zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Infrarot-Strahlung 0 bis ca. 400 W/m <sup>2</sup>	0,01 W/m <sup>2</sup>

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623IR	inkl. Werks-Prüfschein

3

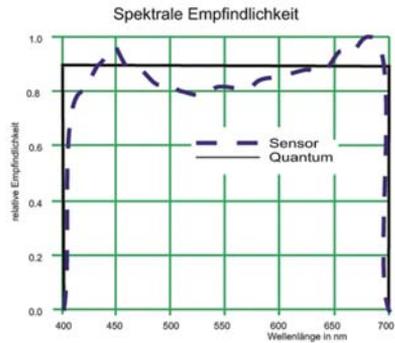
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

### Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	800 nm bis 1100 nm, Maximum bei 950 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler f <sub>2</sub> < 3 %
Linearität	< 1 %
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2 K
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	< 1 s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	Ø 33 mm, Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

### 3.8.2.8 Quantum-Messkopf FLA 623 PS

- Messung des sichtbaren Lichtes, das vom Chlorophyll der Pflanzen bei der Photosynthese absorbiert wird.
- Es wird die Quantumstrahlung im angegebenen spektralen Bereich des Messkopfes ermittelt.
- Zur Beurteilung der Entwicklungsbedingungen von Pflanzen im Freiland und Gewächshaus.



#### Ausführung ALMEMO® Quantum-Messkopf FLA 623 PS

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungs-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 2 m, optional 5 m und 10 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Quantum-Strahlung in  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Quantum -Strahlung 0 bis ca. 3000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	0,1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA623PS	inkl. Werks-Prüfschein

Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9623L05
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 10 m	OA9623L10
Messkopf feuchtigkeitsgeschützt, Diffusor Opalglas (statt PTFE), silikongedichtet	OA9623W

**Technische Daten**

spektrale Empfindlichkeit	380 nm bis 720 nm, Maximum bei 420 und 700 nm
Diffusor	PTFE
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3 \%$
Linearität	$< 1 \%$
absoluter Fehler	$< 10 \%$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$
Arbeitstemperatur	$-20^\circ\text{C}$ bis $+60^\circ\text{C}$
Signalausgang	0 bis 2 V
Einschaltzeit	$< 1 \text{ s}$
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker, (5 bis 15 V DC)
Elektrischer Anschluss	Einbaustecker, seitlich
Anschluss-Kabel	PVC-Kabel, steckbar, mit ALMEMO® Stecker
Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert
Befestigung	2 Schrauben M2 in der Bodenplatte
Abmessungen	$\varnothing 33 \text{ mm}$ , Höhe ca. 29 mm,
Gewicht	ca. 50 g (ohne Kabel)

### 3.8.3 Optische Sonden für den Außenbereich



#### Ausführung

Im ALMEMO® Fühlerprogramm stehen Messköpfe für verschiedene Spektralbereiche zur Verfügung:

- Beleuchtungsstärke (V-Lambda)
- UVA, UVB
- Globalstrahlung

Die Messköpfe bestehen aus einem eloxierten Aluminiumgehäuse mit UV-durchlässigem Kunststoffdom. Das System ist gegen Regen- und Spritzwasser geschützt.

Zusätzlich verhindert ein Trockenmittel ein Beschlagen des Domes von innen.

#### Einsatz

Die Sonden sind besonders für Messungen im Außenbereich geeignet:

- *in der medizinischen, biologischen und Klimaforschung*
- *in Wetterinformations- und Prognosesystemen*
- *in der Landwirtschaft*
- *zur allgemeinen Bevölkerungsinformation*

#### Handhabung und Montage

Der Kunststoffdom ist sehr empfindlich gegen Schläge und Verkratzen. Die Montage ist mit äußerster Sorgfalt durchzuführen.



**Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung entstehen, sowie Glasbruch, fallen nicht unter die Garantiebestimmungen. Öffnen Sie niemals den Sensor. Andernfalls ist die Kalibrierung nicht mehr gewährleistet und der Garantieanspruch erlischt.**

Der Messkopf ist mit 2 Schrauben M4 auf eine geeignete Halterung (z.B. Alu-Kastenprofil) zu schrauben. Er ist möglichst exakt waagrecht auszurichten. Der Montageort ist so zu wählen, dass eine ganztägige Sonnenbestrahlung des Messkopfes erfolgen kann. Der Messkopf muss einen freien Horizont in alle Richtungen haben. Die Montage in der Nähe von Häusern und Bäumen kann den Messwert verfälschen.

#### Kalibrierung

Unsere optischen Sensoren sind ab Werk kalibriert. Die Kalibrierwerte sind als Korrekturwerte im ALMEMO® Anschluss-Stecker abgelegt und verriegelt.



**Die Kalibrierwerte dürfen nicht verändert werden.**

**Wartung**

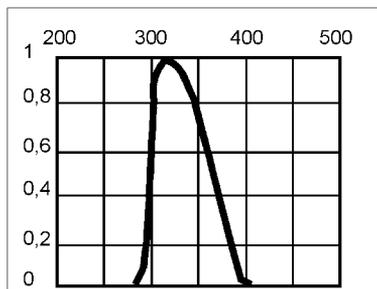
Der elektronisch-optische Teil des Messkopfes ist wartungsfrei, sollte aber regelmäßig kalibriert werden. Der Kunststoffdom, sowie das Gehäuse sind je nach Aufstellort mindestens zweimal jährlich mit einem weichen feuchten Tuch oder bei stärkerer Verschmutzung mit klarem Wasser oder ggf. Geschirrspülmittel zu reinigen.



***Verwenden Sie NIEMALS Flüssigreinigungsmittel mit Scheuermittelzusatz oder Lösungsmittel zur äußerlichen Reinigung.***

### 3.8.3.1 UVA-Messkopf FLA 613 UVA

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVA-Bereich
- globalgewichtet (315 nm - 400nm)



#### Ausführung ALMEMO® UVA-Messkopf FLA 613 UVA

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UVA in  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 3 $\text{mW}/\text{cm}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

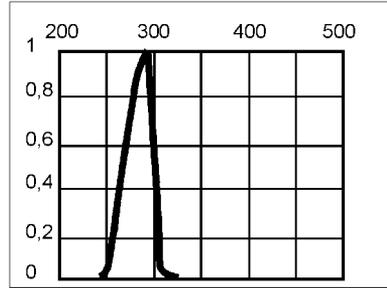
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613UVA	inkl. Prüfprotokoll

#### Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	310 nm bis 400 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	335 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V, über ALMEMO® Stecker
Befestigung	2 Schrauben M4 in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA (UV-durchlässig)
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$
Restspannung	(E = 0) $< 10 \text{ mV}$
Nenntemperatur	22°C $\pm 2^\circ\text{C}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Gehäuse: 55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, $\varnothing 80 \text{ mm}$
Gewicht	ca. 300 g

### 3.8.3.2 UVB-Messkopf FLA 613 UVB

- Messung der Bestrahlungsstärke im UVB-Bereich
- Die relative spektrale Empfindlichkeit des Sensors ist speziell an die Erythemkurve nach DIN 5050 angepasst.
- Der Erythemsensor erfasst exakt die hautschädigenden Bestandteile aus diesem Spektralbereich.



#### Ausführung ALMEMO® UVB-Messkopf FLA 613 UVB

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVB-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert Bestrahlungsstärke UVB in  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$	$0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

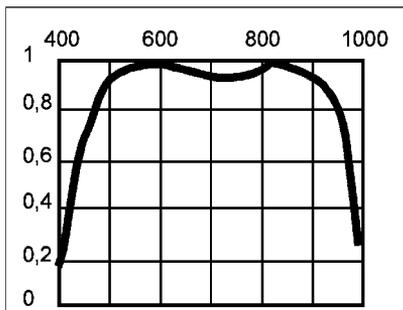
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613UVB	inkl. Prüfprotokoll

#### Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	265nm - 315nm
max. spektrale Empfindlichkeit	297nm
Arbeitstemperatur	-20°C - +60°C
Signalausgang	0V - 2V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V, über ALMEMO® Stecker
Befestigung	2 Schrauben M4 in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA (uv-durchlässig)
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$
Restspannung (E=0)	$< 10\text{mV}$
Nenntemperatur:	22°C $\pm 2^\circ\text{C}$
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Gehäuse: 55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, $\varnothing$ 80 mm
Gewicht	ca. 300 g

### 3.8.3.3 Globalstrahlungs-Messkopf FLA 613 GS

- Messung der Bestrahlungsstärke des Sonnenspektrums
- detektiert nahezu 90% des Sonnenspektrums im Bereich von 400 nm bis 1100 nm und erfasst damit VIS (sichtbares, engl. visible Licht) und einen Teil des kurzwelligen IR-Bereiches.
- Messung der Globalstrahlung (umfasst die diffuse und direkte Sonnenstrahlung)



#### Ausführung ALMEMO® Globalstrahlungs-Messkopf FLA 613 GS

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Globalstrahlungs-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m, optional 5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Globalstrahlung in  $W/m^2$  zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. $1200 W/cm^2$	$1 W/cm^2$

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613GS	inkl. Prüfprotokoll

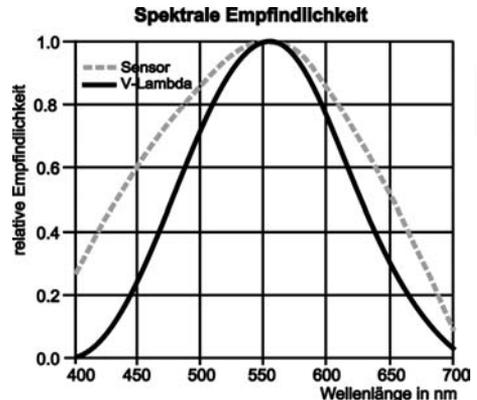
Optionen	Bestellnr.
ALMEMO® Anschlusskabel, Länge = 5 m	OA9613K05

spektrale Empfindlichkeit	400 nm bis 1100 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	780 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V, über ALMEMO® Stecker
Befestigung	2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$

Restspannung	(E = 0) < 10 mV
Nenntemperatur	22°C ±2°C
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Gehäuse: 55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, Ø 80 mm
Gewicht	ca. 300 g

### 3.8.3.4 Bestrahlungsstärke-Messkopf FLA 613 VLM

- V-Lambda-Sensoren werden in Bereichen der medizinisch biologischen Forschung, in Wetterinformations- und Prognosesysteme, in Klimaforschung, in der Landwirtschaft und Autoindustrie bzw. zur Messung künstlicher Beleuchtung eingesetzt. Die spektrale Empfindlichkeit des Empfängers entspricht annähernd der des menschlichen Auges.



Als V-Lambdastrahlung wird der Spektralbereich des sichtbaren Lichtes bezeichnet, er entspricht der Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Der gemessene Wert ist ein Maß für die empfundene Helligkeit.

Der Wellenlängenbereich erstreckt sich vom Ende des UV bei ca. 400nm bis zum Anfang des IR bei ca. 720nm mit dem Maximum bei 550nm.

Die ermittelte Bestrahlungsstärke in W/m<sup>2</sup> kann direkt in die Beleuchtungsstärke "Lux" umgerechnet werden. Messungen in diesem Bereich haben große Bedeutung für die Arbeitsplatzgestaltung und Lichtprojekte.

#### Ausführung ALMEMO® Bestrahlungsstärke-Messkopf FLA 613 VLM

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Bestrahlungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem steckbaren ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Bestrahlungsstärke in W/m<sup>2</sup> zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis 170 kLux	0,01 kLux
2. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis ca. 250 W/cm <sup>2</sup>	0,01 W/cm <sup>2</sup>

Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613VLM	inkl. Prüfprotokoll

### Technische Daten

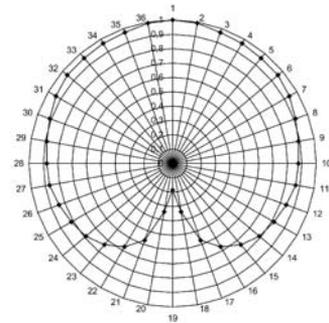
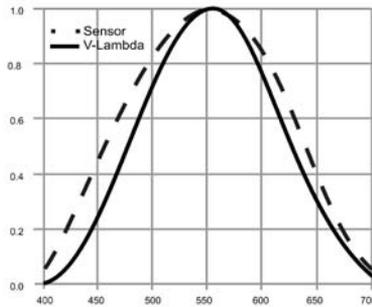
spektrale Empfindlichkeit	360 nm bis 760 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	550 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Energieversorgung	+5 V bis +15 V
Befestigung	2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	nach unten
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	PTFE
Dom	PMMA
cos-Korrektur	Fehler $f_2 < 3\%$
Linearität	$< 1\%$
absoluter Fehler	$< 10\%$
Restspannung	$(E = 0) < 10 \text{ mV}$
Nenntemperatur	$22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$
Arbeitstemperatur	$-20^\circ\text{C}$ bis $+60^\circ\text{C}$
Abmessungen Gehäuse	55 mm hoch, Dom 40 mm hoch, $\varnothing$ 80 mm
Gewicht	ca. 300 g

### 3.8.3.5 Beleuchtungsstärke-Messkopf mit Kugelcharakteristik FL A613 VLK

- Richtungsunabhängige Messung durch die Kugelcharakteristik des Messkopfes.
- Wetterfestes Alu-Gehäuse mit Kunststoffkugel
- Universell einsetzbar u.a. zur Messung bei Photostabilitätstest nach verschiedenen internationalen Normen und ICH-Richtlinien.
- Spektralbereich des Messkopfes entspricht der Empfindlichkeit des menschlichen Auges (V-Lambda-Strahlung).



3



#### Ausführung ALMEMO® Beleuchtungsstärke-Messkopf mit Kugelcharakteristik FL A613 VLK

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Beleuchtungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Beleuchtungsstärke in kLux zur Verfügung steht:

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Beleuchtungsstärke 0 bis 50 kLux	0,01 kLux

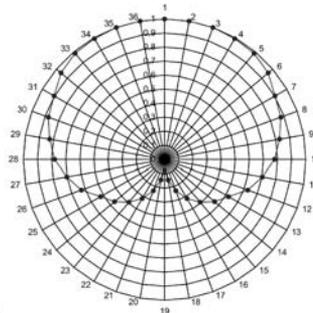
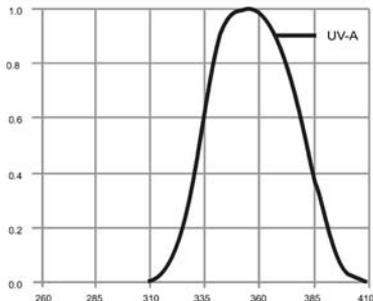
Typ / Bestellnr.	Standardzubehör
FLA613VLK	inkl. Prüfprotokoll

**Technische Daten**

spektrale Empfindlichkeit	360 nm bis 760 nm
Max. spektrale Empfindlichkeit	555 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Einschaltzeit	< 1s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker +5...+15 V
Befestigung	Befestigung: 2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	zur Seite
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	Kunststoff
Kugel	Kunststoff
Richtcharakteristik	siehe Diagramm
Linearität	< 1%
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2°C
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Ø Kugel: 40 mm, Gesamthöhe: 76 mm
Gewicht	ca. 100 g

**3.8.3.6 UVA-Messkopf mit Kugelcharakteristik FLA 613 UVAK**

- Richtungsunabhängige Messung durch die Kugelcharakteristik des Messkopfes.
- Wetterfestes Alu-Gehäuse mit Kunststoffkugel.
- Universell einsetzbar u.a. zur Messung bei Photo-stabilitätstest nach verschiedenen internationalen Normen und ICHRichtlinien.
- Messung der Bestrahlungsstärke im UVA-Bereich.



## Ausführung ALMEMO® UVA-Messkopf mit Kugelcharakteristik FLA 613 UVAK

Für den Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Bestrahlungsstärke-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge 1,5 m) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass die Ausgangsspannung des Sensors (0...2V) als Anzeigewert der Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$  zur Verfügung steht:

### Technische Daten

Messkanal	ALMEMO® Messbereich	Auflösung
1. Kanal	Bestrahlungsstärke 0 bis 50 $W/m^2$	0,01 $W/cm^2$

Typ / Bestellnr.:	Standardzubehör
FLA613UVAK	inkl. Prüfprotokoll

3

### Technische Daten

spektrale Empfindlichkeit	310 nm bis 400 nm
max. spektrale Empfindlichkeit	335 nm
Signalausgang	0 V bis 2 V
Einschaltzeit	< 1s
Energieversorgung	über ALMEMO® Stecker +5...+15 V
Befestigung	Befestigung: 2 Schrauben M4, in Bodenplatte
Kabelführung	zur Seite
Gehäuse	eloxiertes Aluminium
Diffusor	Kunststoff
Kugel	Kunststoff
Richtcharakteristik	siehe Diagramm
Linearität	< 1%
absoluter Fehler	< 10 %
Nenntemperatur	22°C ±2°C
Arbeitstemperatur	-20°C bis +60°C
Abmessungen	Ø Kugel: 40 mm, Gesamthöhe: 76 mm
Gewicht	ca. 100 g

### 3.8.4 Optische Sonden mit hoher Auflösung

#### 3.8.4.1 Leuchtdichte-Messkopf FL A603 LDM2 nach DIN-Klasse B

##### Ausführung:

- Leuchtdichte-Messkopf mit 1° Blickfeld, ausgestattet mit achromatisch korrigierter, streulichtarmer Optik und hochwertigem  $V(\lambda)$ -Detektor nach DIN Klasse B
- Die äußere Visiereinrichtung ermöglicht im Arbeitsabstand von 1 m eine exakte Anpeilung des Messortes, deshalb besonders geeignet zur Bewertung der Leuchtdichte für Service und Konstanzprüfungen.



##### Einsatz

- *Selbstleuchtende Flächen wie bei Farbmonitoren, alphanumerische Anzeigen, Hinweisschilder und Leucht-Paneele*
- *reflektierende Flächen wie Wände und Einrichtungen am Arbeitsplatz, Projektionsflächen, Verkehrs- und Hinweisschilder sowie Fahrbahnen und Rollwege.*

##### Ausführung ALMEMO® Leuchtdichte-Messkopf FL A603 LDM2

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Leuchtdichte-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Leuchtdichte in cd (candela)/cm<sup>2</sup> zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603LDM2
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in $\text{cd}/\text{m}^2$
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal - 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Leuchtdichte aufgeteilt $0,04 \text{ cd} / \text{m}^2$ bis $8333 \text{ cd}/\text{m}^2$
Auflösung	kleinste Auflösung $10 \text{ mcd}/\text{m}^2$

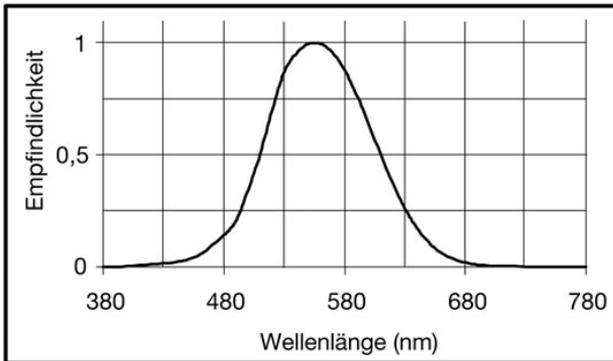
### Technische Daten

Blickfeld	$1^\circ$
Blickfelddurchmesser	ca. 30mm bei 0,5m Abstand ca. 40mm bei 1m Abstand ca. 120mm bei 5m Abstand
Empfindlichkeit	ca. $30 \text{ pA} / (\text{cd}/\text{m}^2)$
spektrale Anpassung	angenähert an photometrische Bewertungsfunktionen $V(\lambda)$ für Tagsehen, Klasse B, besser 6%
Nenntemperatur	$24 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{K}$
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis $60 \text{ }^\circ\text{C}$ / $-10$ bis $+80 \text{ }^\circ\text{C}$
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Messfläche	$21 \times 21 \text{ mm}$ bei 1m Arbeitsabstand
erfüllte Normen	IEC 61223-2-5, DIN 5032-T.7
Abmessungen	Länge 150 mm, $\varnothing$ 30 mm

### 3.8.4.2 Lichtstrom - Messkopf FLA 603 LSM4 nach DIN-Klasse B

#### Ausführung

- Hochwertiger Messkopf zur Lichtstrommessung mit Ulbrichtscher Kugel
- Sorgfältige Beschichtung der Kugel mit  $\text{BaSO}_4$  für diffuse Reflektivität und spektral neutrales Reflexionsverhalten
- DIN-Güteklasse B



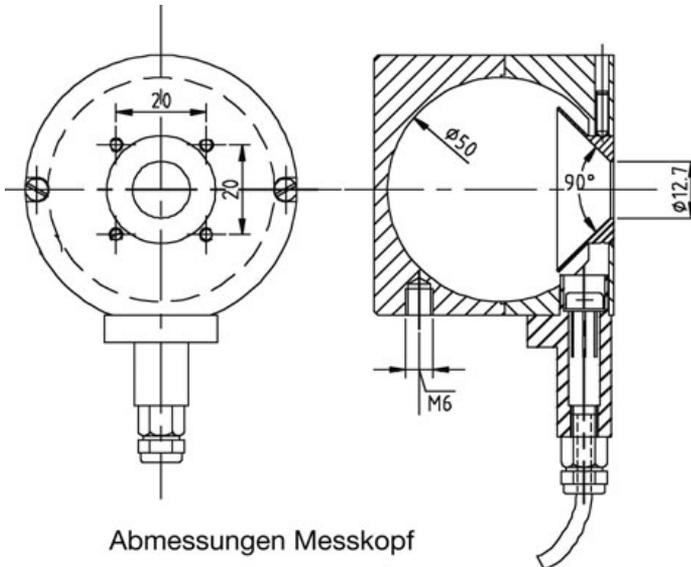
#### Einsatz

- Geeignet für Kaltlichtquellen, Lampen hoher Farbtemperatur und quasi monochromatischer Strahlung wie die von Leuchtdioden.
- Endoskope, Lichtwellenleiterbündel, Leuchtdioden

#### Ausführung ALMEMO® Lichtstrom - Messkopf FLA 603 LSM4

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 2 m, andere Längen auf Anfrage) versehen. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Lichtstrom in lm (Lumen) zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603LSM4
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in lm
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal
ALMEMO® Messbereich	Lichtstrom 0,0002 lm bis 50 lm
Auflösung	kleinste Auflösung 0,001 lm



### Technische Daten

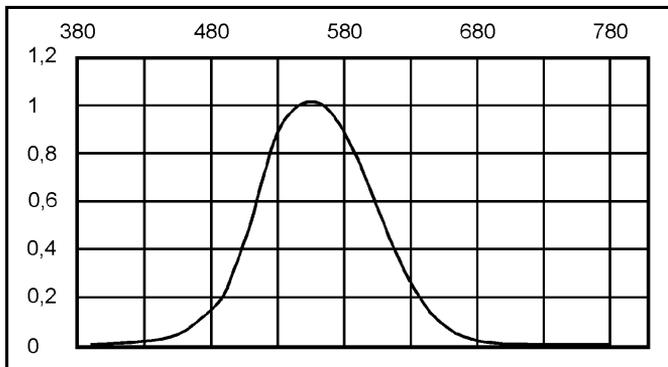
Empfindlichkeit	20 nA/lm
Akzeptanzwinkel	bis 90 °
Genauigkeit	DIN Güteklasse B
Nenntemperatur	24°C ±2K
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis 60°C / -10 bis +80°C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Einsatztemperatur	max. 100 °C im Kugellinnern
Kugellinnendurchmesser	50 mm
Messöffnung	12,7 mm

### 3.8.4.3 Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 603 VLx nach DIN-Klasse B

#### Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur Bestimmung der Beleuchtungsstärke
- DIN-Güteklasse B
- Spektrale Anpassung angenähert an photometrische Bewertungsfunktion  $V(\lambda)$  für Tagsehen, Klasse B, besser 5%.



#### Einsatz

- *Beleuchtungstechnik oder bei Sonnenlicht*
- *alle Einsatzfälle, in welchen die DIN die Verwendung eines Luxmeters der Klasse B empfiehlt.*

#### Ausführung ALMEMO® Beleuchtungsstärke - Messkopf FLA 603 VLx

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Beleuchtungsstärke - Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Beleuchtungsstärke in lx (Lux) zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603VL2
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in lx
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	für Innenbeleuchtung Beleuchtungsstärke aufgeteilt 0,05 lx bis 12500 lx
Auflösung	kleinste Auflösung 0,01 lx

Typ / Bestellnr.	FLA603VL4
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in lx
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 2.Kanal
ALMEMO® Messbereich	für Umgebungslicht Beleuchtungsstärke aufgeteilt 1 lx bis 250000 lx
Auflösung	kleinste Auflösung 1 lx

### Technische Daten

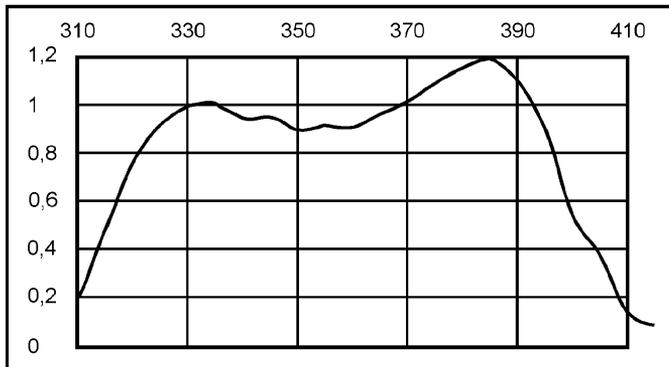
Empfindlichkeit	ca. 20 pA / lx
spektrale Anpassung	angenähert an photometrische Bewertungsfunktionen V(l)
	für Tagsehen, Klasse B, besser 5%
max. cos-Abweichung	Klasse B, <3%
cos-Diffusor	Ø 7 mm
Nenntemperatur	24 °C ±2K
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis 60 °C / -10 bis +80 °C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm, Höhe 20 mm

### 3.8.4.4 UVA - Messkopf FLA603UV 12/14

#### Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur präzisen Bestimmung der UVA-Strahlung im Wellenlängenbereich 315 bis 400 nm
- Messgeometrie mit Cosinus Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche.



#### Einsatz

- Untersuchungen in der Arbeitsmedizin FLA 603 UV12
- Messungen in Industrieanlagen **FLA 603 UV14**

#### Ausführung ALMEMO® UVA - Messkopf FLA 603 UV 12/14

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Bestrahlungstärke-Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Bestrahlungsstärke in  $\text{mW}/\text{cm}^2$  zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603UV12
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm <sup>2</sup>
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,00002 bis 5 mW/cm <sup>2</sup>
Auflösung	kleinste Auflösung 20 nW/cm <sup>2</sup>

Typ / Bestellnr.	FLA603UV14
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm <sup>2</sup>
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,0004 bis 100 mW/cm <sup>2</sup>
Auflösung	kleinste Auflösung 100 nW/cm <sup>2</sup>

### Technische Daten

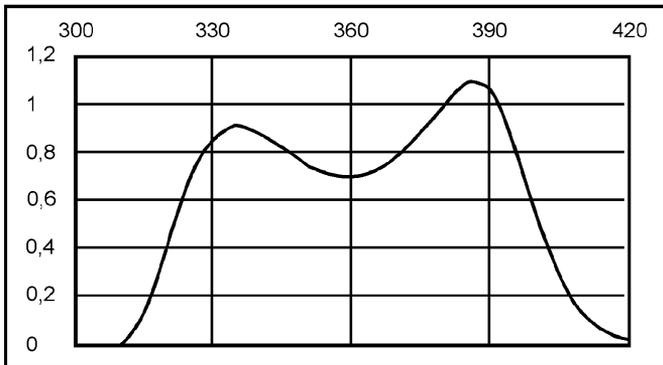
Empfindlichkeit	ca. 50 nA / (mW/cm <sup>2</sup> )
spektrale Empfindlichkeit	315 bis 400 nm
max. cos-Abweichung	< 5 %
cos-Diffusor	Ø 15 mm
Nenntemperatur	24 °C ±2K
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis 60 °C / -10 bis +80 °C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm , Höhe 32 mm

### 3.8.4.5 UVA - Messkopf FLA 603 UV 22 / 24

#### Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur präzisen Bestimmung der UVA-Strahlung im Wellenlängenbereich 320 bis 400 nm
- Messgeometrie mit Cosinus-Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche.



#### Einsatz

- Untersuchungen in der medizinische Therapie **FLA 603 UV22**
- industrielle Messungen der UV-Strahlenhärtung **FLA 603 UV24**

#### Ausführung ALMEMO® UVA - Messkopf FLA 603 UV 22 / 24

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der UVA-Bestrahlungsstärke-Messkopf standardmässig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Bestrahlungsstärke in  $\text{mW}/\text{cm}^2$  zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603UV22
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm <sup>2</sup>
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,00002 bis 5 mW/cm <sup>2</sup>
Auflösung	kleinste Auflösung 20 nW/cm <sup>2</sup>

Typ / Bestellnr.	FLA603UV24
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in mW/cm <sup>2</sup>
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,0004 bis 100 mW/cm <sup>2</sup>
Auflösung	kleinste Auflösung 100 nW/cm <sup>2</sup>

### Technische Daten

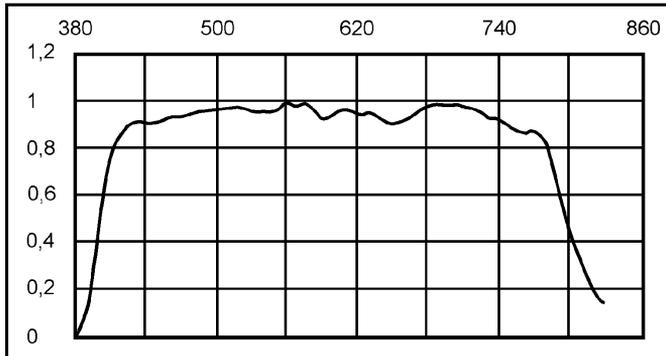
Empfindlichkeit	ca. 50 nA / (mW/cm <sup>2</sup> )
spektrale Empfindlichkeit	320 bis 400 nm
max. cos-Abweichung	< 5 %
cos-Diffusor	Ø 15 mm
Nenntemperatur	24 °C ±2K
Arbeits- / Lagertemperatur	0 bis 60 °C / -10 bis +80 °C
Feuchtigkeitsbereich	10 bis 90 % nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm , Höhe 32 mm

### 3.8.4.6 Radiometrischer - Messkopf FLA 603 RW4

#### Ausführung



- Hochwertiger radiometrischer Messkopf zur präzisen Bestimmung der Bestrahlungsstärke im sichtbaren (VISIBLE) Wellenlängenbereich 400 bis 800 nm
- Messgeometrie mit Cosinus-Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche.



#### Einsatz

- *Beurteilung von LED-Dioden und Lasern*

#### Ausführung ALMEMO® Radiometrischer - Messkopf FLA 603 RW4

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Radiometrische Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert Bestrahlungsstärke in  $\text{mW}/\text{cm}^2$  zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603UV22
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in $\text{mW}/\text{cm}^2$
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,00004 bis $10 \text{ mW}/\text{cm}^2$
Auflösung	kleinste Auflösung $10 \text{ nW}/\text{cm}^2$

### Technische Daten

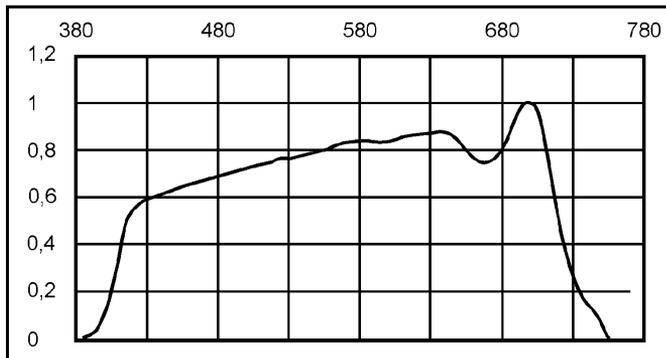
Empfindlichkeit	ca. $500 \text{ nA} / (\text{mW}/\text{cm}^2)$
spektrale Empfindlichkeit	400 bis 800 nm
max. cos-Abweichung	< 5 %
cos-Diffusor	Ø 15 mm
Arbeits- / Lagertemperatur	0 ... $60^\circ\text{C}$ / -10 ... $+80^\circ\text{C}$
Feuchtigkeitsbereich	10 ... 90% nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm , Höhe 50 mm

### 3.8.4.7 Photosynthese - Messkopf FLA 603 PS4 / PS5

#### Ausführung



- Hochwertiger Messkopf zur direkten Bewertung der photosynthetisch wirksamen Strahlung (Photosynthetical Active Radiation) im Wellenlängenbereich 400 bis 700 nm
- Messgeometrie mit Cosinus-Diffusor statt einfacher Streuscheibe für höchste Qualitätsansprüche
- Wasserdichte Ausführung mit transparentem Quarzdom zum Abschluss des Diffusors (Abb.)



#### Einsatz

- *Messung photosynthetisch wirksamer Bestrahlungsstärken*
- *Messung des Restlichtes (Dämmerung, künstliche Beleuchtung)*  
→ **FLA 603 PS4**
- *Messung im Gewächshausbereich mit Tageslicht*  
→ **FLA 603 PS5**
- *in wasserdichter Ausführung mit transparentem Quarzdom (Abb.)*  
→ **FLA 603 PS4 / 5WG**

#### Ausführung ALMEMO® Photosynthese - Messkopf FLA 603 PS4 / PS5

Für den direkten Anschluss an ALMEMO® Geräte ist der Photosynthese - Messkopf standardmäßig mit einem ALMEMO® Anschlusskabel (Länge ca. 1,5 m, andere Längen auf Anfrage) versehen.

Die Messwerte können auf verschiedene ALMEMO® Messkanäle mit unter-

schiedlicher Empfindlichkeit aufgeteilt werden. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich, Skalierung und physikalische Dimension hinterlegt, so dass das Ausgangssignal des Sensors als Anzeigewert photosynthetischer Bestrahlungsstärke in  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$  zur Verfügung steht:

Typ / Bestellnr.	FLA603PS4
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	photosynthetische Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,0002 bis 5 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
Auflösung	kleinste Auflösung 0,0002 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$

3

Typ / Bestellnr.	FLA603PS5
Standardzubehör	inkl. Werks-Kalibrierzertifikat in $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
ALMEMO® Messkanäle	1. Kanal – 3.Kanal
ALMEMO® Messbereich	photosynthetische Bestrahlungsstärke aufgeteilt 0,2 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ bis 100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
Auflösung	kleinste Auflösung 0,1 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$

### Technische Daten

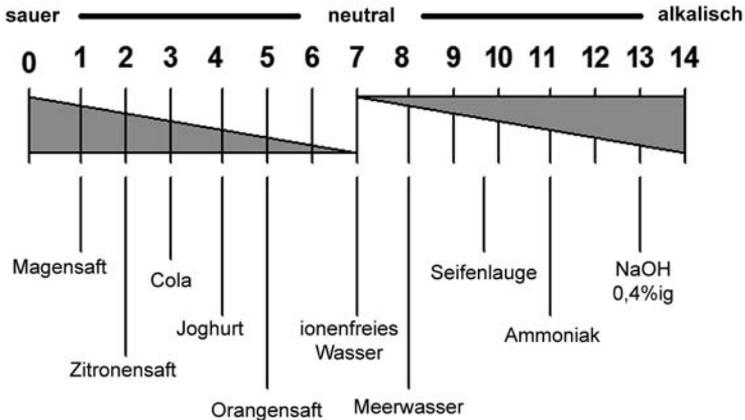
Empfindlichkeit	ca. 100 nA / ( $\text{mmol}/\text{m}^2\cdot\text{s})$
spektrale Empfindlichkeit	400 bis 700 nm
max. cos-Abweichung	< 5 %
cos-Diffusor	Ø 15 mm
Arbeits- / Lagertemperatur	0 ... 60°C / -10 ... +80°C
Feuchtigkeitsbereich	10 ... 90% nicht kondensierend
Abmessungen	Ø 37 mm , Höhe 35 mm

## 3.9 Chemische Sonden

### 3.9.1 pH- und Redoxsonden

#### 3.9.1.1 pH Messung

Der pH-Wert ist ein logarithmisches Maß für die Konzentration der H-Ionen in einer wässrigen Lösung und beschreibt damit in Zahlenwerten, ob diese sauer, neutral oder alkalisch reagiert. Die pH-Skala reicht von pH 0 bis pH 14, pH 7 ist neutral. Einige Beispiele für pH-Werte alltäglicher Stoffe:



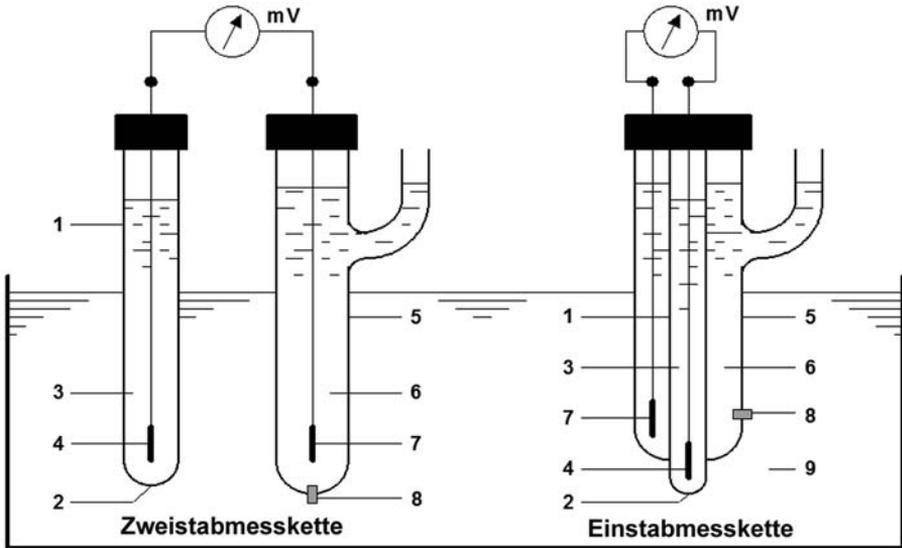
Bei der Messung des pH-Wertes und des Redox-Potentials wird durch potentiometrische Messung die Kettenspannung zwischen zwei Elektroden bestimmt.

#### pH-Messketten

Eine pH-Messkette zur pH-Messung besteht immer aus einer Glaselektrode (1) und einer Referenzelektrode (5), entweder in Form einer getrennten Zweistabmesskette (zwei Einzelelektroden) oder in Form der leichter zu handhabenden Einstabmesskette.

Der eigentliche pH-sensitive Sensorteil ist die Glasmembran (2) der Glaselektrode. Eine hier auftretende Potentialdifferenz entspricht der pH-Wert-Differenz zwischen Innenseite und Außenseite.

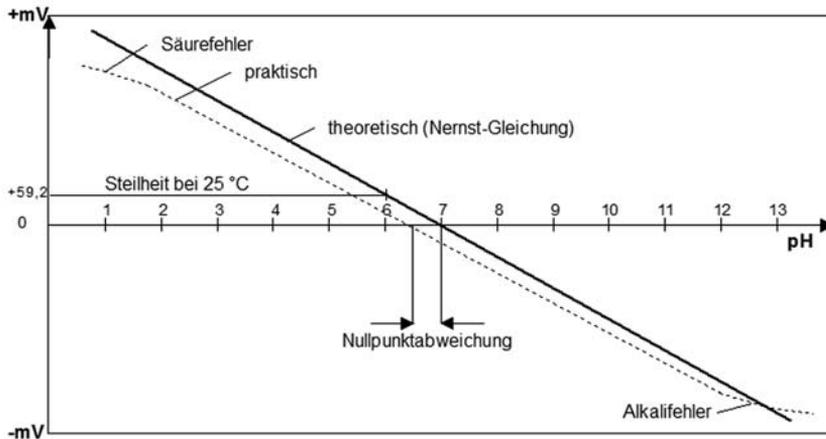
Im Inneren der Glaselektrode befindet sich der auf pH7 gepufferte Innenelektrolyt (3), sowie die innere Ableitung (4). Die Referenzelektrode besteht aus einem Referenzelektrolyt (6), der äußeren Ableitung (7) und einem Diaphragma (8), das die elektrolytisch leitende Verbindung zwischen Referenzelektrolyt (6) und der Messlösung (9) darstellt.



- pH-Messketten:**
- |                      |                     |                    |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| 1 Glaselektrode      | 5 Referenzelektrode | 2 Glasmembrane     |
| 6 Referenzelektrolyt | 3 Innenelektrolyt   | 7 Äußere Ableitung |
| 4 Innere Ableitung   | 8 Diaphragma        | 9 Messlösung       |

**Messsignal**

Das pH-Messsignal einer pH-Messkette hat seinen theoretischen Nullpunkt bei pH 7 und ändert sich bei 25°C um 59.2 mV, wenn sich der pH-Wert der Messlösung um ein pH ändert. Bei sauren Lösungen (pH0 bis pH7) ist die Spannung positiv, bei alkalischen (pH7 bis pH14) negativ. Die Steilheit nimmt mit steigenden Temperaturen um 0.2 mV/K zu, bei fallenden entsprechend ab.



In der Praxis weicht das Messsignal einer pH-Messkette mehr oder weniger von der sog. Nernstgleichung ab:

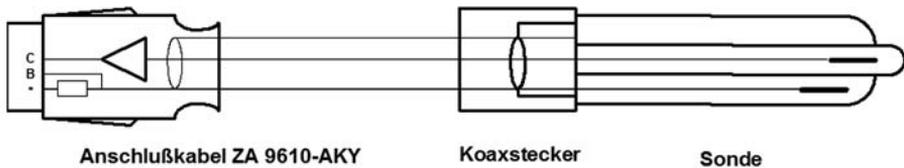
1. der reale Nullpunkt ist gegenüber dem theoretischen pH7 leicht verschoben.
2. die Steilheit kann durch Alterserscheinungen geringer sein, als der theoretische Wert.
3. bei sehr hohen pH-Werten kann die Steilheit abnehmen. Dies wird allgemein als Alkalifehler bezeichnet und hängt von der Glassorte des Membranglases ab.
4. bei sehr tiefen pH-Werten kann der sog. Säurefehler auftreten, d.h. auch hier lässt die Steilheit geringfügig nach.
5. das Messsignal kann je nach Einsatzbedingungen noch durch viele andere Einflüsse verfälscht werden, wie z.B. Alterung, Eindringen von Messlösung in die Referenzelektrode, Ablagerungen auf der Glasmembrane.



Auf Grund der Fertigungstoleranzen und der vielfältigen Einflussmöglichkeiten muss jede Messkette mit sog. Pufferlösungen mit definiertem pH-Wert bei den angegebenen Temperaturen kalibriert werden.

### ALMEMO® pH-Messsystem

Um das Messsignal durch das Messgerät nicht zu verfälschen, muss bei pH-Messketten ein extrem hochohmiger Messverstärker (>500 GW) verwendet werden. Zum Anschluss aller gängigen Messketten mit Steckkopf S7, SN6 an ALMEMO® Messgeräte gibt es ein spezielles Anschlusskabel (ZA9610AKY4W, Kabel mit angespritztem ALMEMO® Stecker), das den nötigen Messverstärker im ALMEMO® Stecker eingebaut hat. Durch Impedanzwandlung und Differenzmessung lassen sich auch mehrere Sonden mit unterschiedlichen Potentialen erfassen und über größere Strecken störungsfrei übertragen.



Die Messung erfolgt im Messbereich 2.6000 V, sodass zur Darstellung des pH-Wertes mit 2 Nachkommastellen gemäß Nernstgleichung folgende Programmierung des Steckers nötig ist.

Die Anschlusskabel ZA 9610-AKY4 sind standardmäßig so konfiguriert:

Messbereich:	d2600	
Dimension:	PH	
Steigungskorrektur:	-0.1689	100 (1.00pH) : 592 (59.2mV)
Basiswert:	- 7.00	
Exponent:	2	
Verriegelungsmodus:	5	

## Anschluss der pH-Sonden



Achten Sie darauf, dass beim Einschrauben der pH-Sonde in den Anschlusskopf wegen des hochohmigen Signals keinerlei Feuchtigkeit in die Steckverbindung gelangt.

Beim Anstecken von pH-Sonden (Dimension 'PH') werden folgende Funktionen des Handgerätes aktiviert. Sie können mit Hilfe der Taste F2 aufgerufen werden:

- Nullpunktkorrektur (NK)
- Steigungskorrektur (SK)
- Temperaturkompensation (TK).

Mit Hilfe dieser Funktionen können die Sensoren mit Pufferlösungen individuell in Nullpunkt und Steigung kalibriert werden. Wenn das Messmedium eine andere Temperatur als die Pufferlösung aufweist, ist außerdem eine Temperaturkompensation möglich. Diese Daten werden wie bei allen ALMEMO® Fühlern im Stecker abgelegt, sodass auch verschiedene pH-Sonden mit eigenem Anschlusskabel ohne Nachkalibrierung austauschbar sind.

## Kalibrierung

Nach Anstecken des ALMEMO® Steckers in das Messgerät ist das Messsystem einsatzbereit. Den Einsatzbedingungen entsprechend sollte jedoch die Sonde in regelmäßigen Abständen neu kalibriert werden. Zur Kalibrierung der pH-Sonden bieten wir als Zubehör drei Pufferlösungen an. Die Messgenauigkeit wird praktisch durch die Genauigkeit und Reinheit der Pufferlösung bestimmt.

- |                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| 1. ZB 98 PH-PL4:  | pH 4 ( $\pm 0.05$ pH bei 25°C)  |
| 2. ZB 98 PH-PL7:  | pH 7 ( $\pm 0.05$ pH bei 25°C)  |
| 3. ZB 98 PH-PL10: | pH 10 ( $\pm 0.05$ pH bei 25°C) |

Bei Fühlern mit der Dimension 'PH' oder 'pH' ist nicht nur eine automatische Nullpunktkorrektur, sondern auch eine automatische Steigungskorrektur möglich. Bei der Kalibrierung darf der Verriegelungsmodus für die Korrekturwerte nicht höher als 3 eingestellt sein. Bei manchen Geräten müssen für die manuelle Bedienung außerdem die Funktionen NULLPUNKT und STEIGUNG aktiviert sein.

Um einfach in diesen Abgleichmodus zu kommen und den Abgleich durchzuführen, gibt es bei den einzelnen Geräten verschiedene Tastenkombinationen (siehe Gerätebedienungsanleitungen Kapitel 'Fühlerabgleich' oder Hb. 6.4.2)



*Zuerst erfolgt immer die Nullpunktkorrektur mit der Pufferlösung pH7 !*

### Nullpunktkorrektur:

1. pH-Sonde in Pufferlösung pH 7 halten.
2. Stabilisierung des Messwertes abwarten.
3. Nullpunktgleich durchführen (s. Gerätebedienungsanleitung). Der Nullpunktfehler wird automatisch im Stecker abgespeichert. Das Gerät zeigt exakt " 7.00 PH" an.

4. Sonde nach Möglichkeit mit destilliertem Wasser spülen.
5. Sonde mit einem weichen, fusselfreien Papiertuch abtupfen.  
Sonde NICHT reiben! Dies kann sonst zu elektrostatischen Aufladungen und somit zu Messwertverfälschungen führen.



### Steigungskorrektur:

1. pH-Sonde in Pufferlösung pH4 für saure oder pH10 für basische Messlösungen halten.
2. Stabilisierung des Messwertes abwarten.
3. Bei Abweichungen vom Sollwert nochmal die Prozedur 'Nullpunktgleich' durchführen. Die Steigung wird neu berechnet und gespeichert, die Sonde ist jetzt exakt abgeglichen.
4. Sonde spülen und abtupfen (s.o.).



Bei Verwendung falscher Pufferlösungen oder verbrauchter Sonden, kann es sein, dass der Abgleich keine richtigen Korrekturwerte mehr liefert. In diesem Fall können mit der Funktion 'Messwert nullsetzen' (s. Gerätebedienungsanleitung) die Standardwerte (Steigungskorrektur -0.1689, Basiswert -7.00) wieder hergestellt werden.

3

### Messung

1. Sonde in die Messlösung tauchen und etwas schwenken.  
Die Elektrode muss soweit eintauchen, dass mindestens das Diaphragma mit Messlösung bedeckt ist.
2. Wenn ein stabiler Messwert erreicht ist, Wert ablesen und registrieren.
3. Sonde abspülen und feucht in KCL-Lösung lagern.

### Temperaturkompensation

Die Berechnung des pH-Wertes basiert auf der Elektrodensteilheit bei 25°C oder nach einer Kalibrierung auf der Steilheit bei der Pufferlösungstemperatur. Weicht die Messmediumtemperatur stark von der Referenztemperatur ab, dann ist bei allen ALMEMO® Geräten eine Temperaturkompensation möglich. Mit Hilfe des Bezugskanals ist jeder beliebige Temperaturfühler mit Auflösung 0.01°C (Ntc oder P204) zur Kompensation verwendbar (s. 6.3.4). Bei Dauer-messungen muss jedoch durch eine Messstellenabfrage (zyklisch oder kontinuierlich) dafür gesorgt werden, dass der Temperaturmesswert laufend aktualisiert wird.

Bei den meisten Geräten kann die Kompensationstemperatur (s. Gerätebedienungsanleitung) auch manuell eingegeben werden. Der pH-Wert wird dann mit der eingegebenen Temperatur kompensiert. Die Programmierung ist in der Bedienungsanleitung des jeweiligen Gerätes beschrieben.

### 3.9.1.2 Redox-Messung

Die Höhe des Redox-Potentials (gemessen in mV) besagt, wie stark die Messlösung oxidierend oder reduzierend wirkt. So ist eine Fülle von chemischen Prozessen (z.B. Cyanidoxidation oder Chromatreduktion) zu überwachen. Da die Abtötung von Mikroorganismen (Desinfektion) in direktem Zusammenhang mit der Oxidationskraft (von z.B. Chlor) steht, wird das Redoxpotential erfolgreich zur Überwachung von Desinfektionsverfahren benutzt.

Zur Messung wird das Potential einer Edelmetallelektrode (Platin oder Gold) gegen eine Referenzelektrode erfasst. Statt Zweistabmessketten werden meist die einfacher zu handhabenden Einstabmessketten verwendet.

#### ALMEMO® Redox-Messsystem

Zwischen den Redox-Sonden (z.B. FY 96 RXEK) und ALMEMO® Messgeräten ist ebenfalls das Anschlusskabel (ZA 9610 AKY4W, Kabel mit angespritztem ALMEMO® Stecker) als Messwandler zu verwenden. Da nur Spannungen im Bereich  $\pm 1000$  mV gemessen werden, ist die Programmierung der Stecker relativ einfach:

Messbereich:	D2600
Dimension:	mV
Exponent:	3
Verriegelungsmodus:	5

#### Messung

Nach dem Anschluss der Sonde an das Messgerät, wird diese in eine Redox-Pufferlösung, z.B. 220 mV (Best.-Nr.: ZB 98RXPL2), getaucht. Innerhalb von max. 30 Sekunden sollte der Wert der Pufferlösung erreicht bzw. überschritten werden. Kommt der Wert sehr träge oder wird um mehr als 20 mV unterschritten, muss die Sonde gereinigt werden (s. 3.8.1.3). Stellt sich auch danach kein Erfolg ein, muss die Sonde getauscht werden.

### 3.9.1.3 Behandlung von pH- und Redox-Sonden

#### Lagerung von pH- und Redox-Sonden

Die pH- und Redox-Einstabmessketten müssen ausschließlich feucht gelagert werden. Dazu etwas 3-molare KCl-Lösung in die Schutzkappen gießen und auf die Sonde aufschieben.

#### Lebensdauer

Die Messsonden unterliegen auch bei sachgemäßer Handhabung einer natürlichen Alterung. Je nach Einsatzzweck lässt sich eine Lebensdauer zwischen einem halben und max. drei Jahren angeben. Im Einzelfall insbesondere bei extremen Einsatzbedingungen kann die Lebensdauer auf Tage reduziert sein.

#### Reinigung und Pflege

Die Messsonden sollten regelmäßig (ca. einmal im Monat) einer Sichtprüfung unterzogen und gegebenenfalls gereinigt werden. Lassen sich die Verunreini-

ungen auf der Glasmembran nicht durch ein feuchtes Tuch entfernen, dürfen folgende Reinigungsmittel verwendet werden:

<b>Art der Ablagerung</b>	<b>Reinigungsmittel/Einwirkungsdauer</b>
Allgemeine Ablagerungen	Nicht scheuernde Haushaltsreiniger
Kalk oder Metallhydroxide	verdünnte Salzsäure (ca. 0.1%-3%) / 1-5 Min.
Öle, Fette	Lösungsmittel, wie Alkohol oder Aceton
Biologische Beschichtungen	Lösung aus verdünnter Salzsäure und Pepsin / einige Stunden



Grundsätzlich muss nach jeder Reinigung ausreichend gespült werden.

Die Metalloberflächen von Redox-Sonden können zusätzlich durch Schleifen und polieren gereinigt werden. Sollte das seitlich angebrachte Keramikdiaphragma des Referenzsystems blockiert sein, kann dieses wie die Glasmembran und zusätzlich durch vorsichtiges Schaben mit dem Fingernagel, einer Rasierklinge oder einer feinen Feile gereinigt werden.



Die Glasmembran darf beim Reinigen nicht zerkratzt werden.

**Produktübersicht**

**Best.-Nr.**

Gelgefüllte, nicht nachfüllbare pH-Elektrode mit Kunststoffschafft, Glasfaser-Diaphragma,  
Typische Anwendungen: Handmessungen z.B. Schwimmbad, Trinkwasser

FY96PHEK

Polymergefüllte, nicht nachfüllbare pH-Elektrode  
mit Glasschaft, PTFE - Ringdiaphragma, Einschraubgewinde PG13,5

Typische Anwendungen: Abwasser, Trink- u. Brauchwasser

FY96PHER

KCl-nachfüllbare pH-Elektrode mit Glasschaft, Nachfüllstutzen, Keramikdiaphragma

Typische Anwendungen: Handmessung im Labor

FY96PHEN

KCL-nachfüllbare pH-Einstichelektrode mit Glasschaft, Keramikdiaphragma

Typische Anwendungen: Lebensmittel z.B. Fleisch, Käse..

FY96PHEE

nicht nachfüllbare Redox-Elektrode mit Kunststoffschafft, Glasfaser-Diaphragma

Typische Anwendungen: Handmessungen z.B. Schwimmbad, Trinkwasser

FY96RXEK

KCl-Lösung, 3-molar

ZB 98PH-NL

Pufferlösung pH 4.0

ZB 98PH-PL4

Pufferlösung pH 7.0

ZB 98PH-PL7

Pufferlösung pH 10.0

ZB 98PH-PL10

Redox-Pufferlösung 220 mV gegen Pt-Ag/AgCl

ZB 98RX-PL2

**ALMEMO® Anschlusskabel mit Messwandler** (mit angespritztem ALMEMO® Stecker)

für Sonden mit Steckköpfen S7, SN6

programmiert für pH-Messung

ZA 9610-AKY4W

programmiert für Redox-Sonden

ZA 9610-AKY5W

**Technische Daten des Messwandlers**

Eingangswiderstand:

> 1000 GΩ

Verstärkung:

1

Potential der Referenzelektrode gegenüber GND:

< 2 V

Stromverbrauch:

< 1 mA

Leitungslänge:

< 100 m

### 3.9.2 Leitfähigkeitssonde

#### Grundlagen

Die Leitfähigkeit (Einheit  $S/m = \text{Siemens/Meter}$ ) ist ein Maß für die Ionenkonzentration einer Messlösung. Sie ist umso grösser, je mehr Salz, Säure oder auch Base eine Messlösung enthält. Reinstwasser haben eine Leitfähigkeit von etwa  $0.05 \mu S/cm$  (bei  $25^\circ C$ ), natürliche Wässer etwa  $100 - 1000 \mu S/cm$ , einige Basen (z.B. Kaliumhydroxidlösungen) bis knapp über  $1200 mS/cm$ . Das linke Diagramm zeigt weitere Beispiele messtechnisch relevanter wässriger Lösungen.

#### Normung

Die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit von Wasser ist in der DIN EN 27 888 verankert.

#### Temperaturkompensation

Die Leitfähigkeit ist eine temperaturabhängige Größe. Für die meisten verdünnten wässrigen Salzlösungen und natürlichen Wässer gilt im eingeschränkten Temperaturbereich eine annähernd lineare Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Temperatur  $T$ :

$$\kappa_T = \kappa_{25} \left( 1 + \alpha \frac{(T - 25^\circ C)}{100} \right)$$

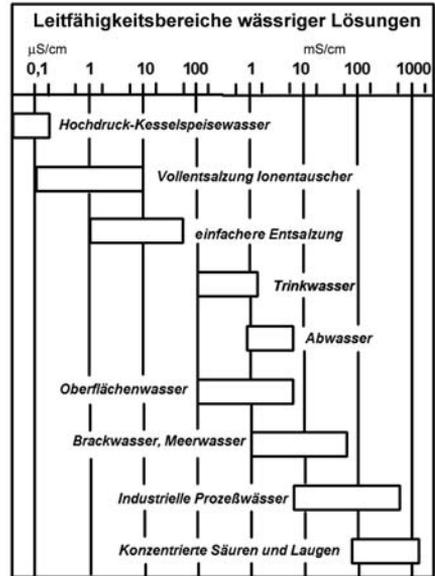
Die Leitfähigkeit, bezogen auf  $25^\circ C$   $\kappa_{25}$  errechnet sich zu:

$$\kappa_{25} = \frac{\kappa_T}{1 + \alpha \frac{(T - 25)}{100}}$$

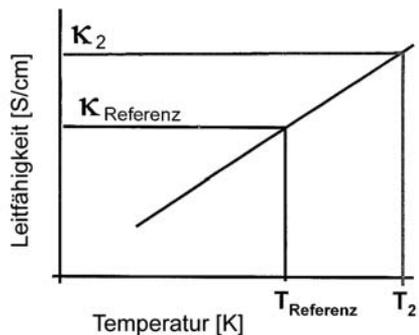
Der Temperaturkoeffizient  $\alpha$  beschreibt dabei die relative Änderung der Leitfähigkeit bei Änderung der Temperatur gegenüber der Referenztemperatur von  $25^\circ C$ .

Definition von  $\alpha$  [%/K]:

- Änderung der Leitfähigkeit in % bei Erhöhung der Temperatur um 1K, bezogen auf die Referenztemperatur  $25^\circ C$ .



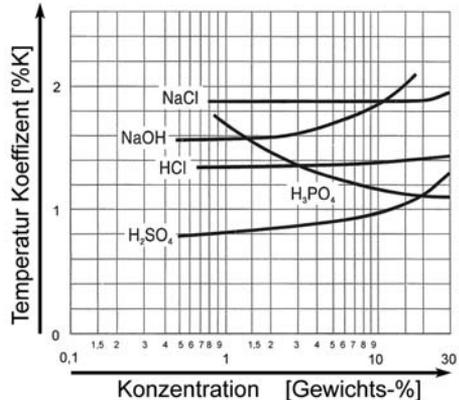
3



$$\alpha = \left( \frac{\kappa_T - \kappa_{25}}{T - 25} \right) \frac{1}{\kappa_{25}} * 100\%$$

Der Temperaturkoeffizient  $\alpha$  hängt selbst ab von:

- Chemische Zusammensetzung der Lösung
- Konzentration des Elektrolyten
- Temperatur, besonders bei Leitfähigkeiten < 1  $\mu\text{S}$  und sehr hoher Leitfähigkeit



Ist der Temperaturkoeffizient einer Probe nicht bekannt, hilft eine experimentelle Bestimmung von  $\alpha$ . Dabei werden elektrische Leitfähigkeitswerte bei  $(25 \pm 0,1)^\circ\text{C}$  und bei einer bekannten Temperatur  $(T_2 \pm 0,1)^\circ\text{C}$  ermittelt und in obenstehende Gleichung eingesetzt. Erfolgt die Messung *nicht* temperaturkompensiert, kann die bei bekannter Temperatur gemessene Leitfähigkeit mit einem Korrekturfaktor auf  $25^\circ\text{C}$  umgerechnet werden.

### Messprinzip

Die Messung der Leitfähigkeit in Elektrolyten erfolgt über eine elektrochemische Widerstandsmessung mittels einer 2-Elektroden-Messzelle bzw. einer 4-Elektroden-Messzelle. An die Messelektroden wird eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von ca. 1 kHz angelegt. Der durch das Messobjekt fließende Strom wird in eine Spannung umgewandelt. Diese wird phasensynchron gleichgerichtet, geglättet und dann als Messwert angezeigt.

### Ausführung ALMEMO® Leitfähigkeitssonde

Zur Messung der Leitfähigkeit in Elektrolyten gibt es im ALMEMO® Fühlerprogramm 5 Leitfähigkeitssensoren mit integriertem Ntc-Temperaturfühler für insgesamt 4 Messbereiche 0...200.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (FYA 641-LFP2 / LFL2), 0...10.00  $\text{mS}/\text{cm}$  (FY A641-LFL1), 0...20.00  $\text{mS}/\text{cm}$  (FY A641-LFP1) und 0...200.0  $\text{mS}/\text{cm}$  (FY A641-LFP3).

*Für die beiden Messgrößen Temperatur und Leitfähigkeit sind im Stecker jeweils zwei Kanäle programmiert:*

Fühler	Kan	Messgröße	Bereich	Auflös.	Dim	Ber	Faktor	Exp
FY A641 LFP1 FY A641 LFL1	1	Temperatur T	-5...70 °C	0.01	°C	Ntc	-	0

Fühler	Kan	Messgröße	Bereich	Auflös.	Dim	Ber	Faktor	Exp
FY A641 LFP1	2	Leitfähigkeit $\kappa$	0.0...20.00 mS	0.01	mS	LF	0.1	1
FY A641 LFL1			0.0...10.00 mS	0.01	mS	LF	0.1	1
FY A641 LFP2	1	Temperatur T	-5...70 °C	0.01	°C	Ntc	-	0
FY A641 LFP2	2	Leitfähigkeit $\kappa$	0.0...200.0 $\mu$ S	0.1	$\mu$ S	LF	0.1	2
FY A641 LFL2								
FY A641 LFP3	1	Temperatur T	-5...70 °C	0.01	°C	Ntc	-	0
FY A641 LFP3	2	Leitfähigkeit $\kappa$	0.0...200.0 mS	0.1	mS	LF	0.1	2



*Dimension und Exponent dürfen im ALMEMO® Stecker nicht verändert werden, da sie zur Kennung geräteinterner Rechenfunktionen verwendet werden !*

3

Der Sensor ist bei Lieferung fertig abgeglichen. Bei der Messung muss er mindestens 30mm eintauchen, damit die Elektroden vollständig von Flüssigkeit umspült werden.

Bei den Sonden FY A641-LFL1 mit Messbereich 0...10.00 mS/cm , FY A641-LFP1 mit Messbereich 0...20.00 mS/cm und FYA 641-LFP2/LFL2 mit Messbereich 0...200.0  $\mu$ S/cm wird mit Hilfe der laufend gemessenen Mediumtemperatur T die Leitfähigkeit  $\kappa_{25}$  bei der Referenztemperatur 25°C berechnet und angezeigt.

Für die Sonden FY A641-LFP1/LFL1 und FYA 641 LFP2 / LFL2 beträgt der geräteinterne Temperaturkoeffizient  $\alpha_{25} = 1.9\% / K$ .

Bei der Sonde FY A641-LFP3 mit Messbereich 0...200.0 mS wird die Temperaturkompensation nicht durchgeführt, weil bei hohen Leitfähigkeiten der Temperaturkoeffizient sehr unterschiedlich sein kann (siehe Grundlagen).

### Wichtig !



*Es ist gleichgültig, welche Art der Temperaturkompensation zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit bei einer von den Normbedingungen abweichenden Temperatur angewendet wird, das Ergebnis wird ungenauer sein, als das tatsächlich bei der Referenztemperatur von 25°C gemessene. Bei Routinearbeiten vor Ort ist es unter Umständen nicht notwendig, die bei der vorherrschenden Temperatur gemessenen Werte auf 25°C umzurechnen. Derartige Messwerte sind jedoch unter Vorbehalt zu interpretieren, und der Vergleich mit anderen Werten gestaltet sich schwierig oder ist gar unmöglich !*

### Wartung und Pflege

Geringe Verschmutzungen können mit einer weichen Bürste entfernt werden. Bei einer intensiven Reinigung stark verschmutzter Elektroden können sich die Elektrodenabstände geringfügig ändern und das Messergebnis beeinflussen.

## Überprüfung

Eine Überprüfung der Sonde erscheint sinnvoll:

- bei Veränderung der Geometrie (Elektrodenabstand)
- nach Einsatz unter extremen Bedingungen (z.B. hohe Temperaturen)
- bei nicht plausiblen Messergebnissen

## Justierung von Leitfähigkeitssonden



Während der Justage muss die Lösungstemperatur auf  $(\pm 0,1)^\circ\text{C}$  konstant gehalten werden !

## Justierung temperaturkompensierter Leitfähigkeitssonden

(FYA 641 LFP1 / LFL1, FYA 641 LFP2 / LFL2)

Die automatische Justierung der Leitfähigkeitssonde erfolgt in zwei Messpunkten:

1. bei  $0\text{ mS/cm}$  im Trockenzustand,
2. bei  $2.77\text{ mS/cm} - 0.02\text{ mol KCl}$ -Referenzlösung bei  $(25\pm 0,1)^\circ\text{C}$  oder bei  $147\text{ }\mu\text{S/cm} - 0.001\text{ mol KCl}$ -Referenzlösung bei  $(25\pm 0,1)^\circ\text{C}$

Die Korrektur wird in beiden Punkten ( Nullpunkt und Steigung) mit derselben Prozedur 'Fühlerabgleich' durchgeführt (siehe Gerätebedienungsanleitung Kapitel 'Fühlerabgleich' oder Hb. 6.3.10 )

## Justierung nicht temperaturkompensierter Leitfähigkeitssonden

(FYA 641 LFP3)

Die Justierung der Leitfähigkeitssonde erfolgt in zwei Messpunkten:

1. bei  $0\text{ mS/cm}$  im Trockenzustand,
2. bei  $111.8\text{ mS/cm} - 1\text{ mol KCl}$ -Referenzlösung bei  $(25\pm 0,1)^\circ\text{C}$ .

Unter Normbedingungen  $(25\pm 0,1)^\circ\text{C}$  erfolgt die Korrektur in beiden Punkten mit derselben Prozedur 'Fühlerabgleich' (siehe Gerätebedienungsanleitung Kapitel 'Fühlerabgleich' oder Hb. 6.3.10)



Bei Verwendung der automatischen Justierung müssen die Normbedingungen  $(25\pm 0,1)^\circ\text{C}$  eingehalten werden !

Die Justierungen dieser Sonde kann auch außerhalb der Normbedingungen von  $(25\pm 0,1)^\circ\text{C}$  durchgeführt werden:

Der Nullpunktgleich wird wie bei der automatischen Justierung durchführt. Beim Steigungsabgleich wird der Wert der Referenzlösung bei bekannter Lösungstemperatur (siehe Tabelle 1) mit dem vor Ort ermittelten abweichenden Wert ins Verhältnis gesetzt und als Korrekturwert unter 'Steigungskorrektur (SK)' im ALMEMO® Stecker per Hand eingetragen. (siehe Gerätebedienungsanleitung Kapitel 'Korrekturwerte' oder Hb. 6.3.10)

Beispiel für die Justierung der Sonde *FYA 641 LFP3* mit 1 mol KCl-Referenzlösung bei gemessener Lösungstemperatur von 20,0 °C :

Wert Referenzlösung bei Lösungstemperatur 20,0°C : 102,09 mS/cm (Tabelle1)

gemessener Wert bei Lösungstemperatur 20,0°C : 98,72 mS/cm

$$SK = \frac{\text{Wert Referenzlösung bei Lösungstemperatur } 20^{\circ}\text{C}}{\text{gemessener Wert bei Lösungstemperatur } 20^{\circ}\text{C}} = \frac{102,09}{98,72} = 1,034$$

Tabelle 1:

elektrische Leitfähigkeit  $\kappa$  in mS/cm von KCL-Standardlösungen in Abhängigkeit der Temperatur  $t$  und der Konzentration:

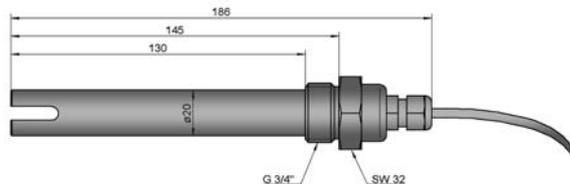
t in °C	$\kappa$ in mS/cm 0,001 mol/l	$\kappa$ in mS/cm 0,01 mol/l	$\kappa$ in mS/cm 0,02 mol/l	$\kappa$ in mS/cm 1,00 mol/l
0		0,776	1,521	65,41
1		0,800	1,566	67,13
5		0,896	1,752	74,14
10		1,020	1,994	83,19
15		1,147	2,243	92,52
16		1,173	2,294	94,41
17		1,199	2,345	96,31
18	0,127	1,225	2,397	98,24
19	0,130	1,251	2,449	100,16
20	0,133	1,278	2,501	<b>102,09</b>
21	0,136	1,305	2,553	104,02
22	0,138	1,332	2,606	105,54
23	0,141	1,358	2,659	107,89
24	0,144	1,386	2,712	109,84
<b>25</b>	<b>0,147</b>	<b>1,413</b>	<b>2,765</b>	<b>111,8</b>

3

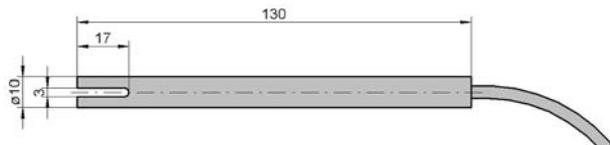
Die Referenzlösungen sind als Zubehör zur jeweiligen Leitfähigkeitssonde erhältlich (siehe Gesamtkatalog - Seiten 16.06 und 16.07)

### Abmessungen

FYA 641 LFP1,  
FYA 641 LFP2,  
FYA 641 LFP3



FYA 641 LFL1,  
FYA 641 LFL2



## Technische Daten FYA641LFP1/LFL1, FYA641LFP2/LFL2

Sonde:	FYA 641 LFL1	FYA 641 LFP1	FYA 641 LFP2 / LFL2
Messbereich:	0.01 bis 10 mS/cm	0.01 bis 20 mS/cm	1 bis 200 µS/cm
Temperaturkompensation:	0 bis +70 °C, automatisch		
Kompensationskoeffizient:	1.9 % /K linear		
Zellenkonstante:	ca. 1 cm <sup>-1</sup>		
Elektrodenmaterial:	Spezialkohle		
Genauigkeit:	0.01 bis 5 mS/cm: ± 1% v.Mw. ± 0.05 mS		± 2% v.Mw. ± 0.5 µS
	5 bis 20 mS/cm: ± 2% v.Mw. ± 0.05 mS		
Nenntemperatur:	25 °C ± 3 °C		
Einsatztemperatur:	-5 bis 70 °C		
Mindest-Eintauchtiefe:	30 mm		
Schaftmaterial:	PVC - C		
Schaftlänge / Schaftdurchmesser:	LFPx: 130 mm / 20 mm LFLx: 130 mm / 10 mm		
Einbaulänge/Gewinde:	nur LFPx: 145 mm / G3/4"		
max. Druck:	LFPx: 16 bar bei 25°C LFLx: drucklos		
Kabellänge:	1.5 m		
Stromversorgung:	6 bis 12 V vom Messgerät		
Stromverbrauch:	ca. 3 mA		

## Technische Daten FYA641LFP3

Sonde:	FY A641 LFP3
Messbereich:	1 bis 200 mS/cm
Genauigkeit:	1 mS / cm ± 1,5% vM
Arbeitselektrode:	4 Elektroden aus Spezialkohle
Temperaturbereich:	0 bis +70 °C
Mindesteintauchtiefe:	30 mm
Stromversorgung:	6 bis 12 V vom Messgerät
Stromverbrauch:	ca. 15 mA
Temperatursensor:	NTC Typ N 10k bei 25 °C
Schaftmaterial:	PVC-C
Abmessungen:	130 mm lang, 20 mm ∅
Einbaulänge/Gewinde:	145 mm / G3/4"
max. Druck:	16 bar bei 25°C
Kabellänge:	1.5 m

### 3.9.3 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O-/Cl<sub>2</sub>-/CO-/H<sub>2</sub>S-/NH<sub>3</sub>-/NO<sub>2</sub>-/NO-/SO<sub>2</sub>-Sonde für Gase Grundlagen elektrochemische Sensoren

Maßgeblich für die Funktion der elektrochemischen Sensoren sind sog. Redox-Vorgänge. Bei der chemischen Reaktion zweier Stoffe werden meist Elektronen zwischen den Stoffen übertragen. Ein Reaktionspartner wird oxidiert, er gibt Elektronen ab, der andere reduziert, er nimmt Elektronen auf. Gelingt es, Oxidation und Reduktion räumlich in sog. Halbzellen (Anode, Kathode) so voneinander zu trennen, dass der Elektronentausch nicht direkt zwischen den Molekülen stattfindet, sondern über einen äußeren Stromkreis, kann der Elektronenstrom als Maß für die Intensität der Reaktion genutzt werden. Technisch ist das so realisiert, dass die Vorgänge an Elektroden ablaufen, die in einen Elektrolyten eingetaucht sind, durch den ein Ionenaustausch möglich ist.

Stellvertretend seien zur Verdeutlichung die Elektrodenreaktionen eines CO-Sensors und eines H<sub>2</sub>S-Sensors genannt:

Reaktion	H <sub>2</sub> S-Sensor ( Schwefelwasserstoff )	CO-Sensor ( Kohlenmonoxid )
Oxidation - Anode	$\text{H}_2\text{S} + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
Reduktion - Katode	$2\text{O}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightarrow 4\text{H}_2\text{O}$	$\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

#### Physikalische Konzentrationseinheiten

Die wichtigste Einheit bei der Messung von Gasen ist der Volumenanteil in Prozent, bzw. in Teilen pro Million, abgekürzt "ppm". Eigentlich entspricht die Bezeichnung "ppm" nicht mehr den gültigen Normen. Exakt müsste sie "ml/m<sup>3</sup>" bzw. "mg/kg" lauten, was im Prinzip das Gleiche bedeutet. Wie groß der Anteil der zu bestimmenden Gase in der Umgebungsluft bei den einzelnen Konzentrationseinheiten ist, soll nachfolgende Tabelle veranschaulichen:

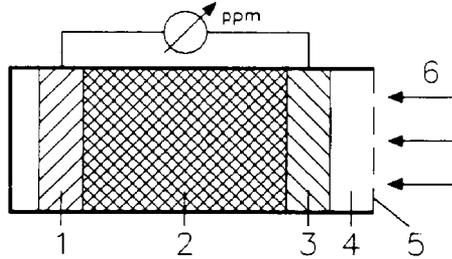
1 Prozent (%) ist ein Teil von hundert Teilen	10 Gramm pro Kilogramm	10 g/kg
1 Promille (‰) ist ein Teil von tausend Teilen	1 Gramm pro Kilogramm	1g/kg
1 part per million (ppm) ist ein Teil von einer Million	1 Milligramm pro Kilogramm	0,001g/kg
1 part per billion (ppb) ist ein Teil von 1 Milliarde Teilen	1 Mikrogramm pro Kilogramm	0,000 001g/kg
1 part per trillion (ppt) ist ein Teil von 1 Billion Teilen	1 Nanogramm pro Kilogramm	0,000 000 001g/kg
1 part per quadrillion (ppq) ist ein Teil von einer Billiarde Teilen	1 Picogramm pro Kilogramm	0,000 000 000 001g/kg

#### Messprinzip

Ein elektrochemischer Sensor besteht aus einem meist als Messzelle bezeichneten Gehäuse, dessen Stirnseiten mit gasdurchlässigen Membranen verschlossen sind. Im Gehäuse befinden sich ein Elektrolyt, die Messelektrode und die Gegenelektrode. Das Elektrolyt selbst kann flüssig oder gelförmig sein oder ein poröser Feststoff ist damit getränkt. Es besteht aus einer starken basischen oder sauren Lösung, deren Bestandteile in ionisierter Form vorliegen.

In die Messzelle diffundiert die zu messende Luft hinein und an der Elektrode werden die frei werdenden H<sup>+</sup> Ionen und die Elektronen in einer Kathodenreaktion „verbraucht“. Der dabei erzeugte Strom zwischen Anode und Kathode ist der Gaskonzentration in der Messluft direkt proportional.

- |               |                     |
|---------------|---------------------|
| 1- Kathode    | 4- Diffusionstrecke |
| 2- Elektrolyt | 5- Membran          |
| 3- Anode      | 6- Messluft         |



schematischer Aufbau eines elektrochemischen Sensors

### Einsatz

Die ALMEMO® Gassensoren finden vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Industrie- und Umweltbereich:

1. Arbeitsplatzüberwachung
  - Raumluftüberwachung auf MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatzkonzentration)
  - Überwachung Laboratorien und Motorprüfstände
2. Emissions-/Immissionsmessung
  - Messen, Steuern und Warnen in z.B. Tiefgaragen
  - Kraftwerke
  - Überwachung der Aussenluft oder Schutzluft in Haus- u. Großschutzräumen
3. Prozesskontrolle
  - Bioreaktoren
  - Chemieindustrie

Jede dieser Messaufgaben stellt an die eingesetzten Geräte und Sensoren spezifische Anforderungen. Arbeitsplatzmessungen erfordern häufig lange Messzeiten mit einer Summierung und Auswertung der Messwerte zur Beurteilung der Gesundheitsgefahr. Da viele Stoffe bereits in geringen Konzentrationen für den menschlichen Organismus schädlich sind, müssen die Sensoren niedrige Konzentrationen möglichst exakt erfassen.

#### Beispiel Kohlenmonoxid (CO):

CO-Gas entsteht aus unvollständig verbranntem Kohlenstoff (Brennstoff). Es ist für Menschen sehr gefährlich, weil es stark toxisch, aber unsichtbar und geruchsneutral ist. Ursachen für seine Entstehung bei Verbrennungsprozessen sind:

- Luftmangel
- zu hoher Luftüberschuss
- zu frühes Abkühlen der Flamme

Wirkung von CO in der Umgebungsluft auf den menschlichen Körper:

CO Konzentration		Inhalationszeit und Folgen
30 ppm	0,0003%	MAK-Wert(Maximale Arbeitsplatz-Konzentration bei 8-stündiger Arbeitszeit) für Deutschland
200 ppm	0,02%	Leichte Kopfschmerzen innerhalb 2 - 3 Stunden
400 ppm	0,04%	Kopfschmerzen im Stirnbereich innerhalb 1 - 2 Stunden, breitet sich im ganzen Kopfbereich aus
800 ppm	0,08%	Schwindel, Übelkeit und Gliederzucken innerhalb 45 Minuten, Bewusstlosigkeit innerhalb 2 Stunden
1600 ppm	0,16%	Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel innerhalb 20 Minuten, Tod innerhalb 2 Stunden
3200 ppm	0,32%	Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel innerhalb 5 - 10 Minuten, Tod innerhalb 30 Minuten
6400 ppm	0,64%	Kopfschmerzen und Schwindel innerhalb 1 - 2 Minuten, Tod innerhalb 10 - 15 Minuten
12800 ppm	1,28%	Tod innerhalb 1 - 3 Minuten

3

### Ausführung ALMEMO® Sensor CO

Der Kohlenmonoxid-Gassensor FY A600 CO Bx eignet sich zur kontinuierlichen Messung der Kohlenmonoxidkonzentration in Luft im Bereich von 0-150 ppm bis 0-5Vol%.

Der Sensorstrom wird verstärkt und über eine 2-Leiter 4-20mA - Schnittstelle am Sensor ausgegeben. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass der Messwert in ppm CO angezeigt wird.

### Ausführung ALMEMO® Sensor C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O-/Cl<sub>2</sub>-/H<sub>2</sub>S-/NH<sub>3</sub>-/NO<sub>2</sub>-/NO-/SO<sub>2</sub>

Die Gasmess-Sensoren ALMEMO® FYA600 Axxxxxxx eignen sich zur kontinuierlichen Messung toxischer Gaskonzentrationen in Luft in den Bereichen von 0...20 ppm bis 0...250 ppm. Verschiedenartige elektrochemische Sensorelement-Typen stehen zur Verfügung:

Typ / Bestell-Nr.	Gas	Bereich
FYA600ANH3	Ammoniak NH <sub>3</sub>	0...250 ppm
FYA600ANO2	Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	0...30 ppm
FYA600ANO	Stickstoffoxid NO	0...50 ppm
FYA600ACL2	Chlorgas Cl <sub>2</sub>	0...50 ppm
FYA600ASO2B1	Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	0...20 ppm
FYA600ASO2B2	Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	0...50 ppm
FYA600ASO2B3	Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	0...250 ppm
FYA600AH2SB2	Schwefelwasserstoff H <sub>2</sub> S	0...50 ppm
FYA600AH2SB3	Schwefelwasserstoff H <sub>2</sub> S	0...250 ppm
FYA600AC2H4OB1	Ethylenoxid C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0...20 ppm
FYA600AC2H4OB2	Ethylenoxid C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0...50 ppm
FYA600AC2H4OB4	Ethylenoxid C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0...250 ppm

Der Sensorstrom wird verstärkt und über eine 2-Leiter 4-20mA - Schnittstelle am Sensor ausgegeben. Im ALMEMO® Stecker des Anschlusskabels sind bereits wichtige Parameter wie Messbereich und Skalierung hinterlegt, so dass der Messwert in ppm des jeweiligen Messgases angezeigt wird.

### Handhabung und Sicherheitshinweise

Aufgrund der stark basisch bzw. sauren Bestandteile des Elektrolyts ist besondere Vorsicht im Umgang mit undichten Messzellen geboten, um Verätzungen der Haut und Schleimhäute zu vermeiden.



Ein Betrieb im Geräte-SLEEP-Mode ist nicht möglich !

### Technische Daten

Gas	CO	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O- / Cl <sub>2</sub> - / H <sub>2</sub> S- / NH <sub>3</sub> - / NO <sub>2</sub> - / NO- / SO <sub>2</sub>
Messprinzip:	elektrochemische Reaktion	
Messbereich:	0-150 ppm, 0-300 ppm, 0-5000 ppm 0-5,000 Vol.%	0-250 ppm je nach Ausführung
Nullpunktfehler:	< 10 ppm CO	
Pegelwertunruhe:	< 3 ppm CO	
Messwertfehler:	±3% vom Messbereichsendwert	
Nullpunktdrift:	<2% (1Jahr)	
Wiederholbarkeit:	<2% (1Jahr)	
Linearität:	<2% vom Messbereichsendwert	
Einstellzeit t90:	< 60s	
Querempfindlichkeiten:	<2% durch integrierten Filter	
Ausgang:	4-20 mA auf ALMEMO® Stecker	
Versorgungsspannung:	über ALMEMO® Gerät	
Umgebungstemperatur:	-10 bis +40°C Sensor im Bereich temperaturkompensiert	
Luftfeuchtigkeit:	0 bis 90% nicht kondensierend	
Lebensdauer der Messzelle:	ca. 2 Jahre typisch	
Messkopfabmessungen:	Durchmesser 80 mm, Höhe 80 mm	
Gewicht:	600g	
Anschlusskabel:	1.5m mit ALMEMO® Stecker	

### 3.9.4 CO<sub>2</sub>-Sonde für Gase

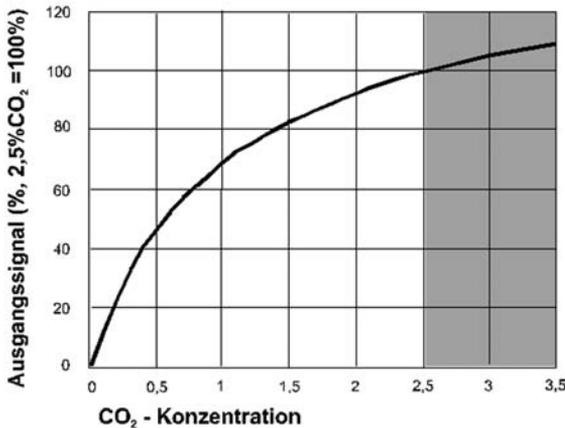
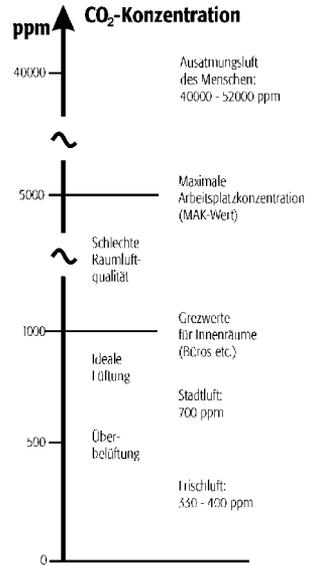
#### Allgemeines zur CO<sub>2</sub> - Messung:

Zur Beurteilung der Raumluftqualität wird die CO<sub>2</sub> - Konzentration als Indikator herangezogen. Eine zu hohe CO<sub>2</sub> - Konzentration in der Raumluft (Grenzwert 1000 ppm) wird als "schlechte oder verbrauchte" Luft empfunden.

#### Messprinzip

Das Kohlendioxid-Gassensormodul FY A600-CO<sub>2</sub> arbeitet auf Infrarot-optischer Basis und nutzt die Lichtabsorption des CO<sub>2</sub> in einem schmalen Wellenlängenbereich der infraroten Strahlung.

Der Zusammenhang zwischen Ausgangssignal des Moduls und der CO<sub>2</sub>-Konzentration ist wesentlich durch das Lambert-Beersche Absorptionsgesetz bestimmt. Durch weitere Effekte ist der Zusammenhang nicht einfach logarithmisch. Die Gaszuführung erfolgt insbesondere für die Klimatechnik über freie Konvektion. Der Sensor verwendet keine mechanisch bewegten Teile.



### 3.9.4.1 ALMEMO® Kohlendioxid-Handfühler FYA 600 CO<sub>2</sub>H

Der Sensor arbeitet nach dem 2-Kanal-Infrarot-Absorptionsprinzip und ist über eine digitale Schnittstelle an das ALMEMO® System adaptiert.



#### Handbabung:

##### Vor Inbetriebnahme unbedingt beachten:

- Arbeitsbereich der Messwertaufnahme beachten! Überhitzung zerstört den Fühler!
- Bei Veränderung der Umgebungstemperatur (Messortwechsel Innen-Aussen) benötigt das Messgerät eine Ausgleichsphase von einigen Minuten
- Der CO<sub>2</sub>-Fühler enthält empfindliche, optische Bauelemente. Bitte behandeln Sie den Fühler wie Ihre Foto-Kamera. Starke Erschütterungen verändern die Justierung des Sensors. Prüfen der Messwerte an Frischluft 350 ...450 ppm (Stadtluft bis 700 ppm).
- Betauen des Fühlers vermeiden, ansonsten Beeinträchtigung der Langzeitstabilität.
- Unsachgemäße Behandlung beendet den Garantieanspruch!

##### Inbetriebnahme:

- Fühler an ALMEMO® Messgerät anschliessen. Zum sicheren Messen wird der Betrieb des ALMEMO® Messgerätes mit Steckernetzteil empfohlen (hohe Leistungsaufnahme des Fühlers!)
- Gerät einschalten.
- Nach dem Einschalten erfolgt eine Aufheizphase des Sensors von ca. 30s
- Anschließend ist das Messgerät einsatzbereit.
- Die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Sensor benötigt ca 60 sec. um sich der Umgebung anzugleichen.
- Leichtes Schwenken des Fühlers verkürzt die Angleichzeit.
- Bei betautem Fühler kann es zu erhöhten Messwerten kommen.

*Um Einflüsse der Atemluft zu vermeiden, Fühler so weit wie möglich vom Körper entfernenhalten!*



*Ein Betrieb im Geräte-SLEEP-Mode ist nicht möglich!*

*Bei dem Betrieb von mehr als einer CO<sub>2</sub>-Sonde an einem ALMEMO® Gerät wird eine externe Stromversorgung der CO<sub>2</sub>-Sonden erforderlich!*

*Abhängig von Ihrem speziellen Messaufbau bieten wir verschiedene Stromversorgungsvarianten auf Anfrage.*

**Technische Daten:**

Sensor:	2-Kanal-Infrarot Absorptionsprinzip
Messbereich:	0 ...10 000 ppm (0...1 Vol% CO <sub>2</sub> )
Genauigkeit:	0...5000 ppm ±(50 ppm+ 2% v.M.) (bei Nennbedingungen) 5000...10000 ppm ±(100 ppm +3% v.M.)
Auflösung:	1 ppm bzw. 0,0001 Vol %
Nennbedingungen:	22°C ±2 °C / 50 % rF ± 10 % rF
Umgebungstemperatur:	0...+50 °C
Lagertemperatur:	-20...+50 °C
Umgebungsluftfeuchte:	0... 90 % rF (nichtkondensierend)
Temperaturkoeffizient	0,4% v.M / °C
Steckerprogrammierung:	Bereich: DIGI                      V24-Befehl: B55
Spannungsversorgung:	6,5 bis 12 VDC aus dem ALMEMO® Gerät Betrieb mit Steckernetzteil empfohlen!
Stromaufnahme:	effektiv ca. 40 mA, max. ca. 80 mA
Anschlussleitung:	1,5 m

**3.9.4.2 ALMEMO® Sensor FYA 600 CO<sub>2</sub>**

Das Sensormodul FY A600-CO<sub>2</sub> stellt das Ausgangssignal als Spannung von 0 Volt (Signal ohne Anwesenheit von CO<sub>2</sub>) bis 2 Volt (einkalibrierter Messbereichsendwert) zur Verfügung. Es ist für eine variable Anpassung des Messbereiches von 0,5% bis 25% CO<sub>2</sub> konzipiert und damit universell einsetzbar. Das Ausgangssignal ist in der vorliegenden Sensorversion standardmäßig temperaturkompensiert.

**Handhabung**

Gassensoren sind sehr empfindliche Messeinrichtungen.



Achten Sie darauf, dass die Gassensoren keinen Stößen bzw. ruckartigen Bewegungen ausgesetzt werden. Eine mechanische Belastung könnte zur "Verjustierung" des Sensors führen.

Eine "Verjustierung" des Sensors bezieht sich meist auf den Nullpunkt (der Kurvencharakter bleibt erhalten). Eine Neujustierung ist in diesem Fall erforderlich.

Die Einstellzeit wird im wesentlichen durch die Beströmung/Spülrate des Sensorinnenraumes bestimmt. Das CO<sub>2</sub>-Gas hat ein größeres spezifisches Gewicht als Luft, so dass es "am Boden" liegt. Die empfohlene Einbaulage des Sensors ist deshalb stehend (senkrecht).



Ein Betrieb im Geräte-SLEEP-Mode ist nicht möglich!

Bei dem Betrieb von mehr als einer CO<sub>2</sub>-Sonde an einem ALMEMO®  
Gerät wird eine externe Stromversorgung der CO<sub>2</sub>-Sonden erforderlich!

Abhängig von Ihrem speziellen Messaufbau bieten wir verschiedene Stromversorgungsvarianten auf Anfrage.

### Nullpunktüberprüfung an Umgebungsluft

Die Überprüfung des Nullpunktes kann mit hinreichender Genauigkeit an Umgebungsluft geschehen. Der CO<sub>2</sub>- Gehalt von frischer, unbelasteter Umgebungsluft beträgt im Schnitt 330 - 370 ppm (ca. 0,03%). Dieser Wert kann lokal z.B. in Stadt- oder Industriegebieten aber auch überschritten werden.

### Kalibrierung und Abgleich

Das CO<sub>2</sub>-Sensormodul ist bei Auslieferung auf den entsprechenden Bereich abgeglichen und sofort betriebsbereit.

Für einen späteren Neuabgleich lässt sich am CO<sub>2</sub>-Sensormodul Nullpunkt (Offset) und Verstärkung (SPAN) einstellen. Dazu sind synthetische Luft (CO<sub>2</sub>-frei !) und ein Prüfgas mit definierter CO<sub>2</sub>-Konzentration nötig. Ein Volumenstrom von mind. 1l/min. muss eingestellt werden.

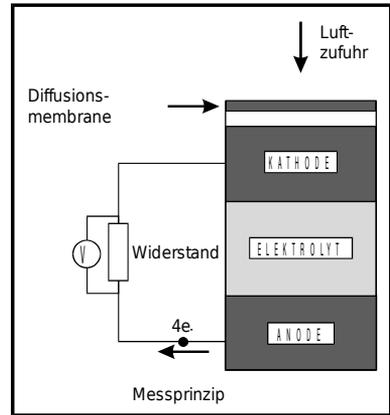
### Technische Daten

Gas:	CO <sub>2</sub>
Messprinzip:	IR-optisch
Messbereiche nominal (% CO <sub>2</sub> ):	0...0,500%, 0...2,5%, 0...10%, 0...25%
Genauigkeit:	±2% vom Endwert
Reproduzierbarkeit:	±1% vom Endwert
Auflösung (abh. v. Messbereich):	50-100 ppm bei 5000 ppm <200 ppm bei 2.5%
Spannungsausgang:	0...2V für den ausgewählten Messbereich
Spannungsversorgung:	6.5 bis 12V DC aus dem ALMEMO® Messgerät, Betrieb mit Steckernetzteil empfohlen
Stromaufnahme effektiv:	50mA
Stromaufnahme maximal:	70mA
Einstellzeit t <sub>90</sub> :	< 60s
Temperaturkoeffizient:	typisch -0.4 % Signal/K
Temperaturbereich:	5 bis +40°C
Relative Feuchte:	0 bis 95%
Abmessungen:	B 96 x H 36 x T 64 mm
Gewicht:	241g
Anschlusskabel:	1.5m mit ALMEMO® Stecker

### 3.9.5 O<sub>2</sub>-Sonde für Gase

#### Messprinzip

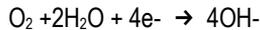
Die Sauerstoff-Messzelle beinhaltet eine Blei-Sauerstoff-Zelle, eine Blei-Anode und eine Gold-Kathode unter Verwendung eines speziellen Säure-Elektrolytes. Die Sauerstoffmoleküle der Gasmischung verströmen durch eine nicht-poröse Membran in die elektrochemische Zelle und werden dort durch die Goldelektrode aufgenommen.



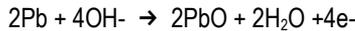
3

Die chemischen Prozesse sind durch folgende Reaktionsgleichungen beschrieben:

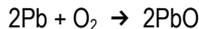
O<sub>2</sub>-Reduktion an der Kathode:



Oxidation an der Blei-Anode:



Reaktion in der Messzelle:



#### ALMEMO® Sauerstoffsensoren

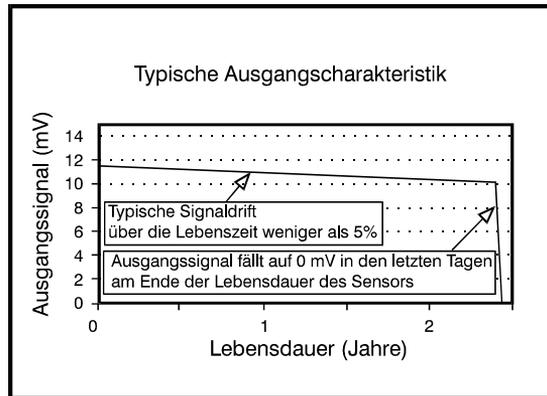
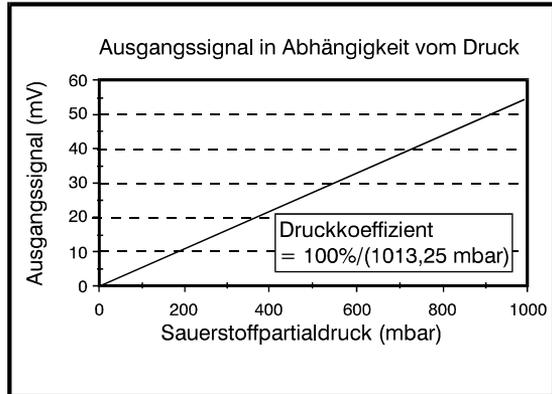
Der Sauerstoffsensoren FY 9600-O<sub>2</sub> eignet sich z.B zur Messung in Klimaanlage, Luftreinigern, Sauerstoffgleichrichtern, Gewächshäusern, Sauerstoff-Brutkästen. Insbesondere wird der Sauerstoffsensoren von der PTB und für Abgasuntersuchungen in der Automobilindustrie anerkannt.

Der O<sub>2</sub>-Sensor beinhaltet eine kleine Platine auf der sich der Messwiderstand und die Elektronik für die Temperaturkompensation befinden.

Das Ansprechverhalten des Sensors ist durch eine kompensierende Hilfssonde optimiert. Zum Ausgleich der natürlichen Alterung der Sonden kann im ALMEMO® Anschlussstecker ein Korrekturwert abgelegt werden, sodass für die gesamte Betriebszeit eine optimale Ausgangscharakteristik gewährleistet ist. Der Anschluss der Sonde an die ALMEMO® Messgeräte erfolgt über eine Standard-Klinkenbuchse (3.5mm) mit Hilfe des Adapterkabels ZA 9600-AK02.

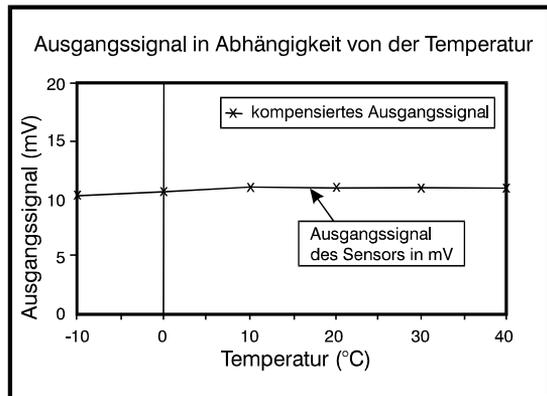
### Ausgangssignal

Der Stromfluss zwischen den Elektroden ist proportional zur Sauerstoffkonzentration in dem zu messenden Gasgemisch. Die Signale werden als Spannungsabfall über dem Widerstand und dem NTC für die Temperaturkompensation gemessen. Die Änderung der Ausgangsspannung ist proportional zur Konzentration des Sauerstoffes, sofern dessen Eindringen in den Sensor allein durch die Diffusion begrenzt wird. Das Sensorsignal wird bestimmt durch Messung der Diffusionsrate des Sauerstoffs durch die Diffusionsmembrane. Als Diffusionsmembrane dient ein Kunststoffilm. Bei größeren Gasdrücken, erhöht sich auch die Diffusionsrate der Moleküle. Damit ist das Ausgangssignal direkt proportional zum Sauerstoffpartialdruck, wodurch eine lineare Antwort über alle Konzentrationen gewährleistet ist.



### Betriebszeit

Die Betriebszeit des Sensors hängt von der für die Sauerstoffreaktion zur Verfügung stehenden Bleimasse und deren Oxidationsrate ab. Hohe Sauerstoffpartialdrücke und hohe Temperaturen erhöhen das Ausgangssignal des Sensors und verkürzen damit die Betriebszeit. An deren Ende bricht das Sensorssignal in Luft schnell auf 0mV zusammen.



Durch Aufschrauben der Schutzkappe bei Nichtgebrauch verhindern Sie die Oxidation und erhöhen so die Lebensdauer !

## Temperaturverhalten

Die eingebaute Temperaturkompensation (NTC nahe der Sensorelektrode), stabilisiert das Ausgangssignal des Sensors und wirkt im Bereich  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $40^{\circ}\text{C}$ .

## Überprüfung und Justierung

Infolge der elektrochemische Prozesse unterliegen die Sonden einer natürlichen Alterung. Deshalb sollte vor jeder Messung oder in regelmäßigen Abständen der Sollwert überprüft und bei Bedarf korrigiert werden. In frischer Luft muss der Sensor 20.9%  $\text{O}_2$  anzeigen. Weicht der Messwert von diesem Sollwert ab, muss der Sensor durch Programmierung eines Korrekturfaktors neu justiert werden.

Bei den meisten ALMEMO® Anzeigegeräten ist auch eine automatische Sollwertprogrammierung vorgesehen. Der Sollendwert wird eingegeben, der Korrekturfaktor automatisch berechnet und als FAKTOR im EEPROM des Steckers abgelegt. Bei allen neuen Geräten ist der Abgleich über Tasten in der jeweiligen Bedienungsanleitung unter Punkt 'Sollwerteingabe' beschrieben, der Abgleich über die Schnittstelle im Hb. 6.4.2. Der Verriegelungsmodus muss dazu auf 4 eingestellt sein!

3

Dabei ist prinzipiell folgender Ablauf durchzuführen:

1. Sensor in frische Luft bringen.
2. Stecker auf Verriegelungsmodus 4 einstellen.
3. Sollwert 20,9% eingeben und abgleichen  
Der Korrekturfaktor wird als FAKTOR gespeichert  
und der Messwert zeigt jetzt 20,9 %
4. Stecker auf Verriegelungsmodus 5 einstellen.

Bei den Geräten ohne Sollwerteingabe kann der Faktor (Sollwert/Istwert) selbst berechnet und programmiert werden (s. 6.3.11).

## Querempfindlichkeit

In vielen Anwendungen kommt es auf besonders genaue Sauerstoffmessungen an. Deshalb erfüllen unsere Sauerstoffsonden die Anforderungen der OIML R99 und der PTB. In typischen Gasgemischen treten nur geringe Querempfindlichkeiten auf:

Gasgemisch	Ausgangssignal
16% $\text{CO}_2$ / $\text{N}_2$ -Gleichgewicht	<0.01% $\text{O}_2$
5% $\text{H}_2$ / $\text{N}_2$ -Gleichgewicht	<0.001% $\text{O}_2$
2000ppm n-Hexan / $\text{N}_2$ -Gleichgewicht	<0.01% $\text{O}_2$
6% $\text{CO}$ / $\text{N}_2$ -Gleichgewicht	<0.002% $\text{O}_2$
3000 ppm $\text{NO}$ / $\text{N}_2$ -Gleichgewicht	<0.002% $\text{O}_2$

Auch wenn der Sensor über längere Zeit in solchen Gasgemischen eingesetzt wird, bleibt seine Ausgangscharakteristik unbeeinflusst:

## Gasgemisch

14.4% CO<sub>2</sub> / 3.6% CO / 2050ppm Propan / N<sub>2</sub>-Gleichgewicht  
 8% CO<sub>2</sub> / 10% O<sub>2</sub> / N<sub>2</sub>-Gleichgewicht  
 50% CO<sub>2</sub> / 10% O<sub>2</sub> / N<sub>2</sub>-Gleichgewicht

## Zeit

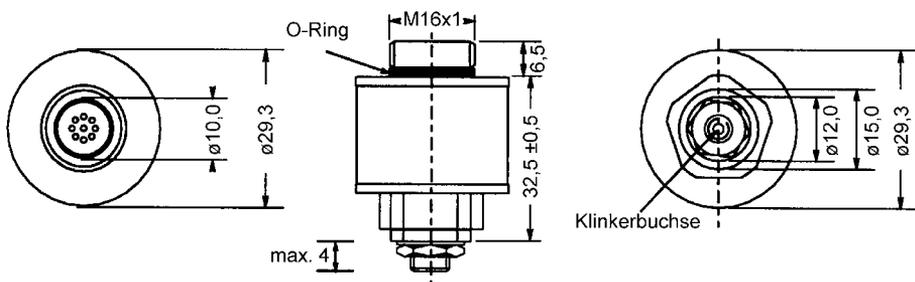
16 Wochen  
 72 Stunden  
 18 Stunden

Obwohl die Konzentrationsmessung auf einer kapillaren Diffusionsmembrane beruht, kommt es weder zu einem erhöhten CO<sub>2</sub>-Massenfluss noch tritt ein Gas-Trägereffekt auf. Dies bedeutet, dass das Ausgangssignal des Sauerstoffsensors allein vom Sauerstoffpartialdruck abhängig ist.

## Technische Daten

Gas:	O <sub>2</sub>
Messprinzip:	elektrochemische Zelle
Messbereich:	1...100% O <sub>2</sub> , linear
Genauigkeit:	1% O <sub>2</sub>
Auflösung:	0.01% O <sub>2</sub>
Ansprechzeit:	< 40s
Signaldrift:	< 2% Signal/Monat (typisch <5% über die Lebenszeit)
Offsetspannung bei 20°C:	< 20µV
Betriebszeit:	2 Jahre, bei Betrieb in 20.9% O <sub>2</sub>
Nennbedingungen:	20°C, 50% rH, 1013mbar
Temperaturbereich:	-20 bis +50°C
Temperaturkompensation:	wirksam im Bereich -10 bis +40°C
Druckbereich:	Luftdruck ±10%
Relative Feuchte:	0 bis 99 % nicht kondensierend
Anschlusskabel:	Adapterkabel 1.5m lang mit Klinkenstecker auf ALMEMO® Stecker (ZA 9600-AKO2)

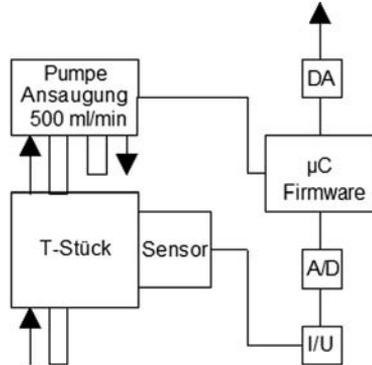
## Abmessungen:



### 3.9.6 O<sub>3</sub>-Sonde für Gase

#### Messprinzip

Der Ozonmessumformer FY 9600-O3 basiert auf einem elektrochemischen Dreielektroden-Sensor. Zur Luftprobenentnahme dient eine im Sensorgehäuse integrierte Membranpumpe mit einer typischen Ansaugrate von 500 ml/min. Zur Erhöhung der Pumpenlebensdauer wird die Außenluft im Intervallbetrieb angesaugt und während der zweiten Hälfte der Ansaugphase gemessen.



3

#### ALMEMO® Ozonsensor

Der Ozonmessumformer FY 9600-O3 eignet sich für viele Messaufgaben, in denen Ozonmessungen bisher zu teuer waren. Jeder Ozonsensor wird mit Kalibrierdiagramm geliefert. Durch die hohe Langzeitstabilität fallen nur geringe Wartungskosten an.

#### Berechnungsformeln

Mit den nachfolgenden Formeln erfolgt die Umrechnung des O<sub>3</sub>-Messwertes von ppb nach µg/m<sup>3</sup> abhängig vom aktuellen Luftdruck und der Temperatur.

$$\text{Ozon}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{0,57 * \text{Luftdruck}}{\text{Temperatur}} * \text{Ozon}(\text{ppb})$$

Beispiel: 20°C und 1013 hPa = Faktor 2

$$\text{Ozon}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = 2 * \text{Ozon}(\text{ppb})$$

Das ist der nominale Wert zur Umrechnung von ppb in µg/m<sup>3</sup>.

#### Messen

Ozon breitet sich im Gegensatz zur Temperatur wolkenförmig aus, d. h. es herrscht eine starke lokale und zeitliche Verteilung. Zudem erfolgt die Messung im Intervallbetrieb. Deshalb ist es möglich, dass die Ozonwerte innerhalb kurzer Zeit um bis zu 50% schwanken können.



Wir empfehlen, keinen Filter vorzuschalten, da diese in der Praxis schnell "verdrecken" (z.B. Pollenflug) und zur Verfälschung der Messergebnisse führen.

## Einsatzbereiche

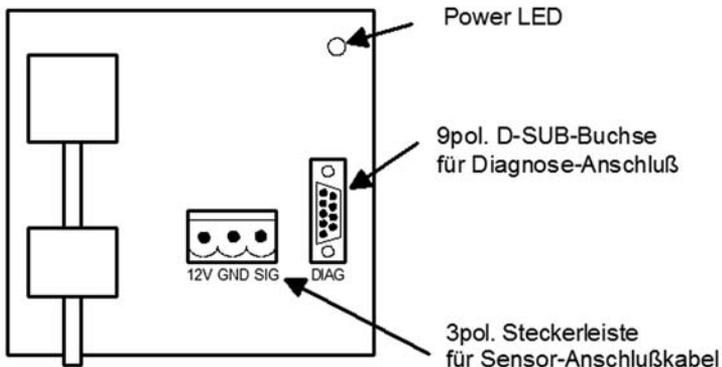
Ozon ist ein giftiges Spurengas, das beim Menschen schwere Schleimhautverätzungen hervorrufen kann, wenn es in hohen Konzentrationen eingeatmet wird. In vielen Bereichen sind deshalb Kontrollmessungen des Ozongehalts der Luft notwendig, z. B.:

- zur Leckageüberprüfung in der Industrie,
- im Arbeitsschutz,
- für mobile Luftgütemessungen,
- als Umweltdaten für Werbetextanzeigen usw.
- 

## Installationshinweise

1. Sie erreichen die höchste Messgenauigkeit bei einer konstanten Umgebungstemperatur von ca. 20°C. Wir empfehlen die Montage des Ozonmessumformers im Gebäude in mindestens 3 m Höhe mit einem nach außen geführten Ansaugschlauch (PTFE-Schlauch).
2. Die Öffnung des Ansaugschlauches muss mindestens 20 cm von Wänden bzw. anderen Gegenständen entfernt sein und dabei nach unten zeigen.
3. Sollte die Innenmontage nicht möglich sein, muss der Ozonmessumformer im 24-Stunden-Schatten (Nordseite) montiert werden. Wegen der größeren Temperaturschwankungen ist dabei jedoch mit einer geringeren Messgenauigkeit zu rechnen. Bringen Sie den Ozonsensor bei Außenmontage geschützt vor Niederschlägen z.B. auf einem Balkon, unter einem Vordach oder einer Schutzhaube an.
4. Bringen Sie den Ozonsensor so an, dass er für laufende Wartungen zugänglich bleibt.
5. Installieren Sie den Ozonsensor an einem Platz, der gut belüftet ist, damit das Ozon nicht durch fehlende Konvektion zerfällt.

## Anschlussplan



## Wartung

Bei Messungen im Außenbereich ist die Wartung jährlich im Frühjahr durchzuführen, damit die höchste Messgenauigkeit in der Ozonsaison gegeben ist. Bei saisonunabhängigen Messungen empfehlen wir eine Wartung alle 24 Monate. Wartungspaket ZB9600O3S: neue elektr.- chemische Messzelle, Pumpentausch, Neujustierung inklusive Kalibrierschein.

Außergewöhnliche Witterungen, wie z. B. ein heißer trockener Sommer, starker Pollenflug, oder Fremdstoffe (z. B. Lacke), führen zu einer vorzeitigen Verschlechterung der Sensoreigenschaften. Gegebenfalls ist ein kürzeres Wartungsintervall notwendig.

## Technische Daten

Gas:	O <sub>3</sub> (Ozon)
Messprinzip:	elektrochemischer Dreielektrodensensor
Messbereich:	0...300 ppb
Nachweisgrenze:	20ppb
Genauigkeit:	typ. 5% v. Endwert bei Nennbedingungen (für Intervallbetrieb)
Langzeitgenauigkeit:	nach 12 Monaten bei Nennbedingungen typ. 5% v. Endwert (für Intervallbetrieb)
Expositionszeit:	bis zum Erreichen der Spezifikation mind. 2 h (bei 200 ppb); das Gerät befand sich längere Zeit in ozonfreier Umgebung
Messintervall:	Pumpe an: 5 min / Pumpe aus: 10 min Option: OY9600 O3 Pumpe im Dauerbetrieb (Werkseinstellung)
Pumpenströmungsrate:	500 ml/min
Signalausgang:	0...2V, Lastwiderstand > 100 kΩ
Spannungsversorgung:	6 bis 14 V, stabil
Stromaufnahme:	Pumpe an: 50 mA typ. Pumpe aus: 25 mA typ. Pumpe blockiert: 180 mA typ.
Überlastbarkeit:	1 ppm
Lebenserwartung:	Sensor typ. 24 Monate (bei 20 °C) Pumpe typ. 6000 h
Nennbedingungen:	20°C, 30% r.H., 1013mbar, keine Verschmutzung der Kontaktflächen
Einsatzbereich:	-20 bis +40°C / 30 bis 80 % r.F.
Lagertemperatur:	0 bis 20°C bei 30 bis 80 % r.F. nicht kondensierend
Abmessungen	Länge: 180mm, Breite: 125mm, Höhe: 90mm
Anschlusskabel:	1,5m lang mit ALMEMO® Stecker programmiert in ppb

### 3.9.7 O<sub>2</sub>-Sonde für Wässer

#### Grundlagen der Sauerstoffmessung in Wässern

Sauerstoff ist nicht nur Bestandteil der Luft, sondern kommt auch gelöst in Wasser vor. Hier ist er für die im Wasser lebenden Tiere und Organismen und für die biologische Klärung kommunaler und industrieller Abwässer von entscheidender Bedeutung. Der gelöste Anteil steigt mit wachsendem Luftdruck und abnehmender Temperatur.

Zwischen der Luft und dem Wasser stellt sich ein Gleichgewicht für den Sauerstoff ein. Der Sättigungszustand (luftgesättigtes Wasser) ist erreicht, wenn der Partialdruck des physikalisch im Wasser gelösten Sauerstoffs [**pO<sub>2</sub>(Wasser)**] gleich dem Partialdruck des Sauerstoffs in der Luft [**pO<sub>2</sub>(Luft)**] ist.

$$p_{\text{O}_2}(\text{Wasser}) = p_{\text{O}_2}(\text{Luft})$$

Da sich in der Luft neben Sauerstoff (20.9%) auch Stickstoff (78.1 %), Edelgase (0.96%), Kohlendioxid (0.03 %) und Wasserdampf (feuchte Luft) befinden, gilt für den Partialdruck des Sauerstoffs in wasserdampfgesättigter Luft [p'O<sub>2</sub>(Luft)] folgende Gleichung:

$$p'_{\text{O}_2}(\text{Luft}) = X_{\text{O}_2} (p_L - p_w)$$

$$\begin{aligned} X_{\text{O}_2} &= \text{Molenbruch des Sauerstoffs in Luft (0.2095)} \\ p_L &= \text{Luftdruck} & p_w &= \text{Wasserdampfdruck} \end{aligned}$$



Der Sauerstoffpartialdruck in wasserdampfgesättigter Luft entspricht im Gleichgewichtszustand dem Sauerstoffpartialdruck im luftgesättigten Wasser.

Dies ist besonders bei der Kalibrierung von Sauerstoffsensoren von praktischer Bedeutung.

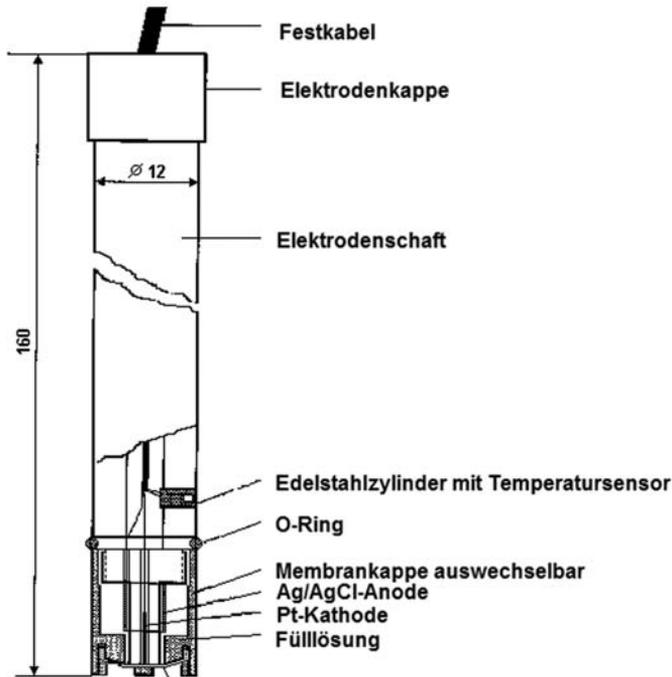
Zur Beurteilung des Sauerstoff-Sättigungszustandes ist es üblich, anstelle des Sauerstoff-Partialdruckes die Sauerstoffsättigung O<sub>2</sub>S in % bzw. die direkte Konzentrationsangabe O<sub>2</sub>C in mg/l zu ermitteln. Der Wert O<sub>2</sub>S in % gibt an, wie groß die gelöste Sauerstoffkonzentration O<sub>2</sub>C im Wasser in Prozenten des Sättigungswertes O<sub>2</sub>C<sub>s</sub> ist.

$$O_2S = \frac{O_2C}{O_2C_s} * 100\%$$

### Messprinzip

Zur Bestimmung des gelösten Sauerstoffs haben sich im Labor und in der Prozesskontrolle membranbedeckte amperometrisch arbeitende Sensoren nach dem Clark-Prinzip bewährt. Diese Sensoren arbeiten nach dem Prinzip der Polarographie. Vereinfacht betrachtet wird an zwei Elektroden eine konstante Polarisationsspannung angelegt und der auftretende Strom gemessen. Dieser ist proportional der Konzentration des jeweiligen Messions. Die Selektivität der jeweiligen Reaktion hängt von den Halbstufenpotentialen anwesender Konkurrenzpartner ab. Bei Anlegen einer definierten Spannung kann man somit verschiedene Stoffe selektiv messen.

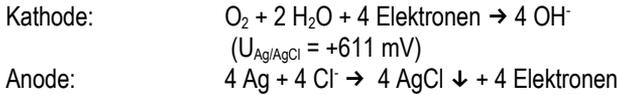
Im Falle der Bestimmung des gelösten Sauerstoffs mit der membranbedeckten Clark-Zelle besteht die als Kathode wirkende Arbeitselektrode aus Platin und die Gegen- oder Bezugslektrode aus Silber/Silberchlorid. Die beiden Elektroden tauchen in eine chloridhaltige Elektrolytlösung ein, die durch eine O<sub>2</sub>-durchlässige PTFE-Membran von der Messlösung getrennt ist. Die dünne PTFE-Membran lässt das gelöste Sauerstoffgas durch, nicht jedoch gelöste Ionen oder andere Fremdstoffe.



Bei diesem Sauerstoff-Messverfahren diffundiert der im Wasser gelöste Sauerstoff durch die PTFE-Membran an die Oberfläche einer als Arbeitselektrode wirkenden hochpolierten Platinelektrode und wird elektrochemisch zu OH-Ionen (Base) reduziert. An der als Anode geschalteten Silber-Gegenelektrode werden Elektronen äquivalent abgegeben und die entstehenden Silberionen

reagieren mit den Chloridionen des Füll-elektrolyten zu Silberchlorid, welches sich auf der Silberelektrode abscheidet.

Die im einzelnen ablaufenden Reaktionen werden durch folgende Gleichungen beschrieben:



Diese Reaktionen laufen nicht freiwillig ab, sondern müssen durch Anlegen einer Polarisierungsspannung von mindestens +611 mV an die Platinkathode und die Silberanode erzwungen werden. Der dabei fließende Strom wird gemessen und ist ein Maß für die Konzentration des entladenen Sauerstoffs.

Damit keine anderen Reaktionen ablaufen, ist die Polarisierungsspannung relativ konstant zu halten. An die Sauerstoffelektrode wird eine Polarisierungsspannung von + 650 mV angelegt.

Als Reaktionsprodukte bei der in Betrieb befindlichen Sauerstoffelektrode bilden sich schwerlösliches Silberchlorid auf der Silberanode und eine Base (OH-Ionen) im inneren Elektrolyten. Nach längerer Einsatzdauer der Sauerstoffelektroden (mehrere Monate) ist das Silbersalz mittels Natriumthiosulfat- oder Ammoniaklösung oder mechanisch zu entfernen und der verbrauchte Elektrolyt zu erneuern.

### ALMEMO® Sauerstoffmessung

Zur O<sub>2</sub>-Messung in Wässern enthält die ALMEMO® O<sub>2</sub>-Sonde FY A640-O2 eine Clark-Zelle mit Messverstärker und einen Ntc-Temperaturfühler. Mit drei Messkanälen lassen sich die Messgrößen Temperatur, O<sub>2</sub>-Sättigung und O<sub>2</sub>-Konzentration abrufen:

Kanal	Messgröße	Messbereich	Auflös.	Dim	Bereich
1.	Temperatur	-5 ... 50 °C	0.01	°C	Ntc
2.	O <sub>2</sub> -Sättigung	0 ... 260 %	1	%	O <sub>2</sub> -S
3.	O <sub>2</sub> -Konzentration	0.0... 40.0 mg/l	0.1	mg	O <sub>2</sub> -C

Die Sauerstoff-Sättigung wird von der Wassertemperatur und vom Luftdruck beeinflusst. Deshalb müssen bei der Berechnung des Sättigungsgrades diese beiden Parameter berücksichtigt werden. Der Temperaturfühler zur Temperaturkompensation ist in der Sonde integriert. Ein Luftdrucksensor kann zusätzlich angesteckt werden. Bei konstanten Verhältnissen lässt sich der Luftdruck auch eingeben. Als Bezugspunkt gilt 1013 mbar (Normaldruck).

Die Sauerstoff-Konzentration wird aus der Sättigung und der Temperatur über die Tabellen von Wagner berechnet. Sie ist nicht luftdruckabhängig.

**Berechnungsformeln:**

Mit den nachfolgenden Formeln errechnet das Messgerät aus dem O<sub>2</sub>-Messwert und der Temperatur den Sättigungsgrad und den Absolutbetrag des Sauerstoffs in mg/l.

O <sub>2</sub> -Sättigung korrigiert:	O <sub>2</sub> S[%]	=	O <sub>2</sub> m · SK · Tk(Tm) · Pn/Pm
Messsignal:	O <sub>2</sub> m	=	O <sub>2</sub> -Sättigung gemessen
Steigungskorrektur:	SK	=	100 / (O <sub>2</sub> c · Tk(Tc) · Pn/Pc)
	O <sub>2</sub> c	=	O <sub>2</sub> -Sättigung beim Kalibrieren
	Tc	=	Temperatur beim Kalibrieren
	Pc	=	Luftdruck beim Kalibrieren
Temperaturkompensation: (im Bereich 5 ... 50 °C)	Tk(T)	=	exp(k1/(Tm+T0))/k0 k0=4840, k1=2530, T0=273.15
	Tm	=	Temperatur gemessen
Luftdruckkompensation:	Pn	=	Normalluftdruck 1013 mbar
	Pm	=	Luftdruck beim Messen
O <sub>2</sub> -Konzentration:	O <sub>2</sub> C[mg/l]	=	O <sub>2</sub> m · SK/100 · Tk(Tm) · O <sub>2</sub> C <sub>S</sub> (Tm)
	O <sub>2</sub> C <sub>S</sub>	=	O <sub>2</sub> -Sättigungskonzentration n. Wagner

**Luftdruckkompensation:**

Die Luftdruckkompensation kann auf drei verschiedene Arten erfolgen:

1. Manuelle Eingabe in Funktion mb
2. Schnittstellen-Eingabe mit Befehl: g 0xxxx [mbar] (s. 6.2.6)
3. Messung mit zusätzlichen Luftdrucksensor FDA612SA (s. 6.7.2)

**Kalibrieren**

Um möglichst genaue Messwerte zu erreichen, kann die Sauerstoffsonde in Nullpunkt und Steigung kalibriert werden. Vor dem Kalibrieren bitte die Elektrode ausreichend polarisieren. Die Elektrode wird dazu an das Messgerät angeschlossen und dieses angeschaltet. Insbesondere wenn die Elektrode lange nicht in Betrieb war, kann die Polarisationszeit bis zu 30 min betragen. Eine ausreichend polarisierte und intakte Elektrode zeigt einen stabilen, nicht driftenden Messwert.

Sauerstoffelektroden werden kalibriert bei 0 % Sauerstoffsättigung (Kalibrierpunkt 1) und 101 % Sauerstoffsättigung (Kalibrierpunkt 2).

### **Nulllösung für Kalibrierpunkt 1 herstellen:**

Als sauerstofffreie Flüssigkeit (0 % Sättigung) wird eine Natriumsulfit-Salzlösung ("Nulllösung") verwendet. Diese wird hergestellt durch Auflösen von Natriumsulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) in Wasser (Zubehör ZB 9640-NS). Es kann wahlweise destilliertes (deionisiertes) oder Leitungswasser verwendet werden. Die benötigte Menge Natriumsulfit richtet sich nach dem verwendeten Wasser. Destilliertes Wasser oder auch abgestandenes Wasser enthält meist weniger gelösten Sauerstoff als Frischwasser aus der Leitung, entsprechender geringer ist der Natriumsulfitbedarf. Als Richtwert kann 1 g Natriumsulfit auf 100 ml Wasser angenommen werden.



Die Nulllösung nimmt bei längerem Aufbewahren wieder etwas Sauerstoff aus der Luft auf.

Kontrollieren Sie deshalb die Nulllösung regelmäßig bevor Sie mit dem Kalibrieren beginnen.

Wenn Sie mit Ihrem Messgerät in der Nulllösung Sättigungswerte  $> 0\%$  messen, geben Sie bitte zunächst etwas Natriumsulfit zur Lösung. Der gelöste Sauerstoff wird gebunden und der Messwert für die Sauerstoffsättigung verringert sich. Erst wenn weitere Salzzugaben keine Abnahme des Sättigungswertes bewirken (stabiler Messwert), haben Sie eine wirkliche "Nulllösung" und Sie können mit der Kalibrierung beginnen.

### **Abgleich für Kalibrierpunkt 1:**

1. Tauchen Sie den Sauerstoffsensor so tief in die Nulllösung, dass sich der integrierte Temperaturfühler (Edelstahleinsatz im Schaft) sicher in der Lösung befindet.
2. Warten Sie eine Einstellzeit von ca. 2...3 min ab (Anzeige  $<50$ ).
3. Funktion VERRIEGELUNGSMODE anwählen.
4. Stecker entriegeln (möglichst nur momentan, s. Geräteanleitung oder Hb. 6.3.12)
5. Funktion MESSWERT anwählen.
6. Nullpunktgleich durchführen (s. Geräteanleitung oder Hb. 6.4.2)
7. Spülen Sie danach den Sensor gründlich mit Wasser ab, um alle Rückstände der Natriumsulfitlösung zu entfernen.
8. Tupfen Sie die Membrankappe sorgfältig trocken (z.B. mit einem Zellstofftuch), bevor Sie die Kalibrierung in wasserdampfgesättigter Luft beginnen.



Wassertropfen auf der Membran können zur Verfälschung der Kalibrierung führen.

**Vorbereitung für Kalibrierpunkt 2:**

Anstelle von luftgesättigtem Wasser wird wasserdampfgesättigte Luft verwendet. Dazu wird ein angefeuchteter Schwamm in ein Kalibriergefäß (Zubehör ZB 9640-AS) gelegt. Nach ca. 5 bis 10 Minuten ist die darin enthaltene Luft wasserdampfgesättigt. Bei der Kalibrierung mit wasserdampfgesättigter Luft bestehen allerdings selbst bei ausreichender Wasserdampfsättigung auf Grund der Membraneigenschaften geringfügige Unterschiede (etwa 2 %) gegenüber den Sensoren in luftgesättigtem Wasser. Trotz Anströmung bleibt im Wasser eine unberührte Diffusionsschicht, die zu einer Messwertverminderung führt. Aus diesem Grunde werden ALMEMO® Messgeräte, um den Sättigungswert im Wasser richtig zu messen, auf den Sättigungswert 101 % beim Kalibrierpunkt 2 eingestellt.

3

**Abgleich für Kalibrierpunkt 2:**

1. Bringen Sie den sorgfältig gereinigten und getrockneten Sensor in das Kalibriergefäß mit wasserdampfgesättigter Luft (100 % O<sub>2</sub>).
2. Geben Sie etwa 2 ml Wasser in das Gefäß und kontrollieren Sie den richtigen Sitz des Aufnahmerohres im Gefäß (Markierung). Die Elektrode darf nicht auf dem wassergetränkten Schaumstoff aufsitzen, es ist ein Abstand > 1 cm zu gewährleisten.
3. Warten Sie einige Minuten bis zur Einstellung des Gleichgewichtes (stabile Anzeige).  
Funktion MESSWERT anwählen.
4. Steigungsabgleich wie Nullpunktgleich durchführen (s. Geräteanleitung oder Hb. 6.4.2)
5. Verriegelung wiederherstellen (bei momentaner Entriegelung nicht nötig)

**Wartung und Pflege****Lagerung:**

Um das Verdunsten des Elektrolyten zu verhindern und die Membran zu schützen, sollte die Sauerstoffelektrode immer mit aufgesetzter Schutzkappe gelagert werden.

**Elektrode reinigen:**

Zum Reinigen im täglichen Gebrauch bitte die Elektrode nur abspülen und vorsichtig abtupfen, Verletzungen der Membran vermeiden.

**Elektrolytfüllung erneuern:**

Wenn sich im Elektrolytraum durch Verdunsten größere Luftblasen gebildet haben bzw. dieser nur noch zu ca. 80 % gefüllt ist, muss die Elektrolytfüllung erneuert werden:

1. Elektrode senkrecht stellen.
2. Membrankappe nach unten abschrauben.
3. Membrankappe ausleeren und randvoll mit Elektrolyt füllen.
4. Membrankappe wieder so an die senkrecht gestellte Elektrode schrauben, dass möglichst keine Luftblasen eingeschlossen werden.

### **Membrankappe austauschen:**

Wenn die PTFE-Membran beschädigt ist, muss die gesamte Membrankappe ausgetauscht werden.

Undichtigkeiten der Membran sind erkennbar an der Bildung kleiner Wassertropfchen auf der Membranfläche sowie am "Überlaufen" der Messwerte. Der Kappenaustausch wird ebenso gehandhabt wie die Elektrolyterneuerung.

### **Elektrodenflächen reinigen:**

Wenn nach mehrmonatigem Messeinsatz die Silberanode schwarz gefärbt ist, sollten die Elektrodenflächen gereinigt werden.

1. Kappe mit der gasdurchlässigen Membran abschrauben.
2. Sensorkopf etwa 2 cm tief in eine Natriumthiosulfat-Reinigungslösung ca. 30 Minuten lang eintauchen.
3. Sensorkopf gründlich mit destilliertem Wasser spülen.
4. Silberanode kräftig mit Zellstoff oder mit Polierleinen abreiben.
5. Elektrodenkappe mit neuer Fülllösung versehen und wieder auf die Sauerstoffelektrode aufschrauben.
6. Etwa 30 Minuten nach dem Einschalten (Polarisationszeit) ist die Elektrode wieder einsatzbereit.

**Technische Daten**

## Messbereiche:

Temperaturbereich:	-5.0 ... 50 °C
O <sub>2</sub> -Sättigung:	0 ... 260 % Sättigung
O <sub>2</sub> -Konzentration:	0.0 ... 40 mg/l (5...40°C)

## Messprinzip:

Clark

## Arbeitselektrode (Kathode):

Pt

## Referenzelektrode (Gegenelektrode):

Ag/AgCl

## Membran:

PTFE

Ansprechzeit (t<sub>90%</sub>):

ca. 10-15 s

## Nullstrom bei 0% Sättigung:

&lt; 5 nA

## Messstrom bei 100% Sättigung:

ca. 700 nA

## Genauigkeit Sauerstoffmessung:

&lt; ± 1% vom Messwert

## Anströmgeschwindigkeit:

ca. 10 cm/s

## Lagertemperatur:

-10 ... 50 °C

## Eintauchtiefe:

40 mm

## Füllvolumen (Elektrolyt):

0.6 ml

## Temperaturmessfühler:

NTC Typ N (10 k bei 25°C)

## Genauigkeit Temperaturmessung:

-20 bis 0°C: ±0.4°C, 0 bis 70°C: ±0.1°C  
(bei Nennbedingungen)

## Nennbedingungen:

25°C ±3°C/1013 mbar

## Schaftmaterial:

PVC, schwarz

## Membrankappe:

austauschbar (Ersatzteil)

## Abmessungen:

Durchmesser 12 mm, Länge 145 mm

## Anschlusskabel:

1.5m lang mit ALMEMO® Stecker

## Polarisationsspannung:

650 mV

## Standzeit (mit einer Elektrolytfüllung):

mehrere Monate

## Gesamtstandzeit (Lebensdauer):

mehrere Jahre

**Zubehör**

## Abgleichset:

25 g Natriumsulfit in 20 ml-PE-Flasche zur Herstellung  
der Nulllösung, Gefäß zum Sättigungsabgleich

Best.-Nr. ZB 9640 AS

25 g Natriumsulfit in 20 ml-PE-Flasche

Best.-Nr. ZB 9640 NS

20 ml Fülllösung in PE-Flasche für O<sub>2</sub>-Sonde

Best.-Nr. ZB 9640 NL

Ersatz-Membrankappe mit Schutz (2 Stück)

Best.-Nr. ZB 9640 EM

### 3.10 Kabelverlängerung für ALMEMO® Fühler

#### Passive Verlängerungskabel ZA9060VK und ZA9020VK (NiCr-Ni) bis 4 m

Zur Verlängerung der Anschlusskabel gibt es passive 8-polige Verlängerungskabel mit ALMEMO® Steckern in den Längen 1, 2 und 4 m (ZA 9060 VK1/2/4) für beliebige Sensoren (außer Thermoelemente). Für Thermoelemente NiCr-Ni sind eigene Kabel mit integrierter Ausgleichsleitung erhältlich (ZA 9020 VK1/2/4).

Die Kabellänge zwischen Fühlerstecker und Messgerät sollte jedoch 4 m nicht überschreiten, da die Kommunikation des Gerätes mit dem Datenträger (EEPROM) im Stecker sonst nicht mehr gewährleistet ist.



Die **Summe der Kabellängen** aller passiven Verlängerungskabel, die an einem ALMEMO® Messgerät angesteckt sind, darf 4 m nicht überschreiten. Bei größeren Längen kann je nach Umgebung der interne Geräte-Datenbus empfindlich gestört werden.

3

Sind größere Kabellängen nötig, werden statt Verlängerungskabeln längere Fühlerleitungen verwendet. Dazu ist der Fühlerstecker abzuklemmen, das Fühlerkabel konventionell zu verlängern und am Ende der Stecker wieder anzuklemmen.

#### Intelligente Verlängerungskabel ZA9090-VKC mit RS485 ab 5 m

Ist eine passive Verlängerung des Fühlerkabels nicht möglich, können jetzt auch **neue intelligente Verlängerungskabel ZA9090-VKC** mit Microcontroller bis 100m verwendet werden. Zwei Microcontroller übertragen die EEPROM-Daten des Fühlersteckers und Messdaten von Digisensoren (Bereich DIGI) über RS485 störsicher in beide Richtungen und stellen sie dem Messgerät zur Verfügung. So sind die Fühler beliebig austauschbar (z.B. kalibrierte Fühler mit Abgleichwerten, Mehrpunktkalibration oder Sonderlinearisierung (ZAxxxxSS)).



Die intelligenten Verlängerungskabel sind nicht für Thermoelemente oder Fühler mit Frequenz-/Pulsausgang verwendbar (z.B. Turbinen / Flügelräder FVA915, Frequenz / Impuls / Drehzahl ZA9909AKx / FUA9192, DC-Messmodule ZA99xx-AB).

Beim An- und Abstecken der Fühler und Verlängerungskabel sollte das Messgerät unbedingt abgeschaltet werden!

Ein Betrieb im Sleepmode ist mit den Verlängerungskabel nicht möglich!

Es dürfen nicht mehrere Verlängerungskabel hintereinandergeschaltet werden!

Gegenüber dem alten VKC-Kabel ZA9060-VKC verdoppelt sich der Stromverbrauch auf ca. 8mA.

**Aktive Verlängerungskabel ZA9020VKP für Thermoelement NiCr-Ni ab 5m**  
Ist eine passive Verlängerung des Thermoelementkabels selbst nicht möglich, werden aktive Verlängerungskabel ZA9020VKP (NiCr-Ni) verwendet. Das Kabel enthält einen ALMEMO® Stecker mit einem Datenträger (EEPROM), der eine Kopie des Fühlersteckers ist. Für die Verlängerung wird Ausgleichsleitung verwendet. Die Klemmen in den Steckern sind ebenfalls aus Thermomaterial. Falls im Fühlerstecker Korrekturwerte oder andere fühlenspezifische Einstellungen (z.B. Kommentar, Mittelwerte) programmiert sind, müssen diese in den ALMEMO® Stecker des Verlängerungskabel ebenfalls als Kopie programmiert werden. Das aktive Verlängerungskabel ist dann fühlergebunden.

### **Kabelverlegung**

Bei der Verlegung von langen Fühlerkabeln ist darauf zu achten, dass die Anschlussleitungen nicht in der Nähe von Magnetventilen, Schützen und Motoren und nicht zusammen mit den Zuleitungen zu solchen Geräten verlegt werden. Die Leitungen sollten prinzipiell möglichst kurz sein und einen ausreichenden Querschnitt aufweisen. Elektromagnetische Einflüsse lassen sich zudem durch Verdrillen der Leitungen oder durch Verlegung in Stahlrohren vermindern, elektrostatische Störeinflüsse werden vor allem durch Verwendung abgeschirmter Kabel verhindert. Das Metallgeflecht wird dann mit der Klemme **A** des Messeinganges verbunden. Eine Verbindung mit der Schutzterde ist nicht immer ratsam, da in einer Industrieumgebung auch die Erdleitung hohe Störspannungsspitzen aufweisen kann.

## 4. Anschluss eigener Sensoren und elektr. Signale

Zum Anschluss vorhandener eigener Messwertaufnehmer sind in jedem Falle entsprechende ALMEMO® Stecker erforderlich. Für jeden Messbereich sind gemäß der Übersichtstabelle von Kap. 3 programmierte ALMEMO® Stecker erhältlich. Sie bieten im Innern 6 Schraubklemmen mit den Messeingängen A, B, C und D, sowie 2 Stromversorgungsanschlüsse + und -. Für manche Signale sind zusätzliche Bauelemente oder sogar eine eigene Auswerteelektronik erforderlich. Dafür gibt es Sonderstecker und Eingangsmodule (s. 4.2).

### Fühlerstromversorgung

Zur Fühlerstromversorgung stehen beim Stecker 'Normal' die Betriebsspannung des Gerätes (meistens 9V mit Batterie oder 12V mit Netzadapter) zur Verfügung (Belastbarkeit max. 50mA). Bei den neuen Geräten 2690-8 und 2890-9 ist die Spannung programmierbar.

**7..12V** Standardstecker 'Normal' ZA 9000-FS

Für **andere Fühlerversorgungsspannungen** gibt es folgende Sonderstecker:

<b>2.5V</b> stabil für Spannungsteiler, Potentiometer	ZA 9025-FS3	s. 4.2.4
<b>5V</b> stabil mit Differenzverstärker für Messbrücken	ZA 9650-FS	s. 4.2.5
<b>12V</b> DC/DC Wandler unregelt	ZA 960x-FSxV12	s. 4.2.6

Spannung 15V auf Anfrage möglich.

Für höhere Spannungen und/oder höhere Ströme ist für einige Stecker als Option OA9000V ein Kabelanschluss für entsprechende externe Spannungsquellen bzw. Netzteile erhältlich.

Die **Anschlussbelegung** für die verschiedenen Messwertgeber wird im Folgenden dargestellt.

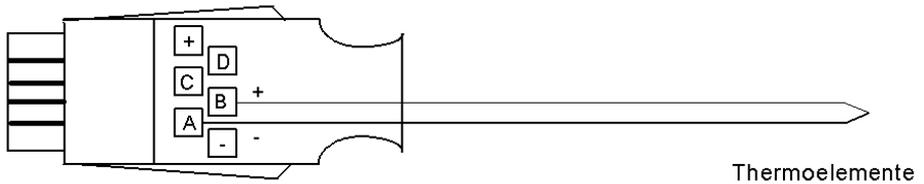
## 4.1 Mit Standardstecker

Alle Anschlussmöglichkeiten in diesem Kapitel basieren auf dem Standardstecker 'Normal' ZA 9000-FS. Die angegebenen Steckernummern bezeichnen nur die entsprechende Messbereichsprogrammierung. Diese kann aber auch vom Anwender jeder Zeit selbst vorgenommen werden. Nur Sondermessbereiche mit Linearisierung im Stecker (ZA 9xxx-SS) bei V6-Geräten sind nicht vom Anwender programmierbar (s. 6.3.13).

### 4.1.1 Anschluss von Thermoelementen

Der Standardstecker ZA 9000-FS ist mit entsprechender Programmierung zum Anschluss edler Thermoelemente (Typ S, Typ B und Typ R) verwendbar, da diese keine EMK im Umgebungstemperaturbereich haben. Bei unedlen Thermoelementen tritt bei einem Temperaturunterschied zwischen Klemme und Buchse ein Messfehler auf. Deshalb gibt es für die Thermoelemente Typ K, Typ N, Typ T, Typ J und Typ L Sonderstecker aus Thermomaterial (s. 4.2.1).

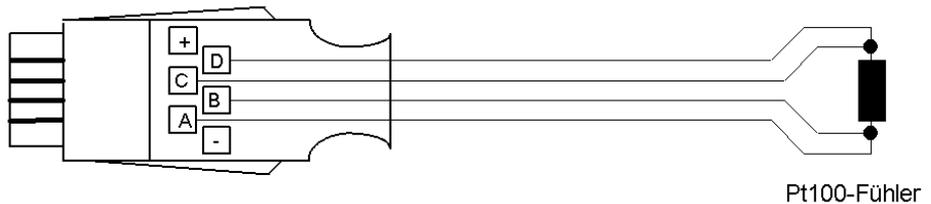
**Bereiche:** PtRh-Pt (S,R,B), AuFe-Cr, W5Re-W26Re (ZA 9000-SSC)



### 4.1.2 Anschluss von Widerstands-Fühlern

Für eigene Pt100 oder Ni100-Fühler gibt es die entsprechend programmierten Stecker ZA9030-FS1,2,3. Widerstände bis 500Ω werden mit dem Stecker ZA9003-FS in Vierleiterschaltung oder in Zweileiterschaltung mit Brücken A-B und C-D angeschlossen. Für Pt1000 oder Ni1000-Fühler, sowie einen 5000Ω-Messbereich gibt es die Stecker ZA 9030-FS4,5,6, sowie ZA 9003-FS2 (Umschaltung auf 1/10-Messstrom mit Elementflag siehe Kap. 6.10.3). 50Ω und 100kΩ Messbereiche sind mit Sondersteckern realisierbar (s.a. 4.1.3).

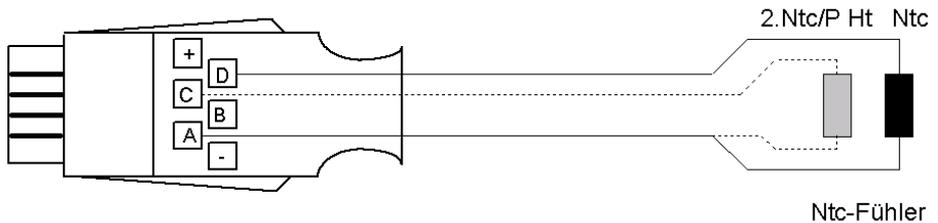
**Bereiche:** Pt100-1, Pt100-2, Ni100, Ohm, Ohm3 (50Ω ZA 9003 SS3)



### 4.1.3 Anschluss von Ntc- und Ptc-Fühlern

Ntc-Fühler FN Axxx oder entsprechenden Ntc's (10kΩ bei 25°C) werden im Stecker ZA 9040-FS folgendermaßen angeschlossen. Mit dem Messbereich Feuchttemperatur oder mit Multiplexerumschaltung (s. 6.10.2) kann noch ein zweiter Fühler auf dem 2. Kanal erfasst werden (Stecker für 2 Ntc's ZA 9040-FS2).

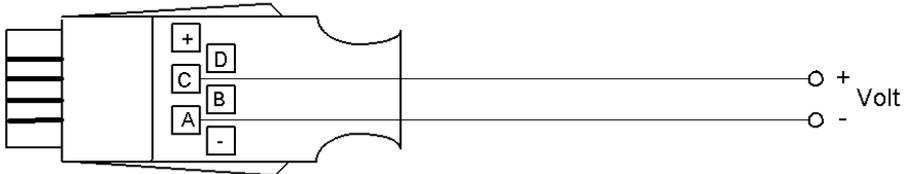
**Bereiche:** Ntc, Ntc 0.001°C (ZA 9040-SS3), KTY84 (ZA 9040SS4), 100kΩ (ZA 9003-SS4), 2. Ntc bzw. Feuchttemperatur P HT



#### 4.1.4 Spannungsmessungen

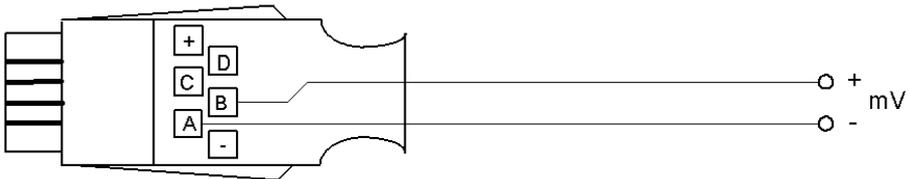
Für Spannungsmessungen im Bereich  $\pm 2.6$  Volt wird der Standardstecker ZA 9000-FS3 verwendet.

**Bereiche:** 2.6 Volt



Für kleinere Spannungen sind die entsprechend programmierten Stecker ZA 9000-FS0 (55mV), -FS1 (26mV), -FS2 (260mV) erhältlich.

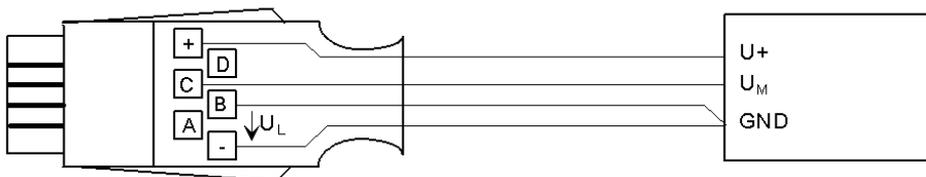
**Bereiche:** 26 mV, 55 mV, 260 mV



#### 4.1.5 Differenzspannungsmessung für Fühler mit Versorgung

Besonders für Fühler oder Transmitter (z.B. Drucksensoren), die aus dem Gerät versorgt werden, ist eine Differenzspannungsmessung ratsam, um den Spannungsabfall  $U_L$  auf der Masseleitung zu eliminieren. Man schließt den Messwertgeber mit den Steckern ZA 9000-FS0D, -FS1D, -FS2D oder -FS3D in 4-Leiter-Schaltung an und greift mit dem Differenzeingang Pin C und Pin B das Ausgangssignal  $U_M$  direkt ab. Für Signale mit hohem Gleichtaktanteil (Messbrücken) ist der Stecker ZA 9650-FS zu verwenden (s. 4.2.5), mit höherer Versorgungsspannung ZA 960x-FSxV12 (s.4.2.6).

**Bereiche:** Differenz-Spannung 26 mV, 55 mV, 260 mV, 2.6 V

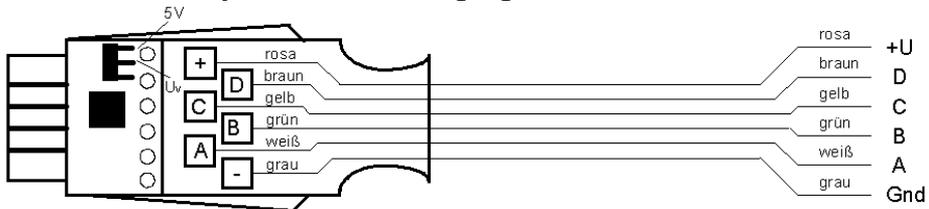


### 4.1.6 ALMEMO® Adapterkabel ZA 9000-AK

Den ALMEMO® Universalstecker ZA 9000-FS gibt es auch mit Anschlusskabel und freien Enden als Adapterkabel ZA 9000-AK.

**Fühlerversorgung:** Bei allen ALMEMO® Steckern mit Schraubklemmen liegt an Klemme +U standardmäßig eine Fühlerversorgungsspannung 9 bis 12V, bzw. die Netzteilspannung. Optional ist die geregelte 5V-Spannung des ALMEMO® Steckers (Belastbarkeit max. 50mA) verfügbar.

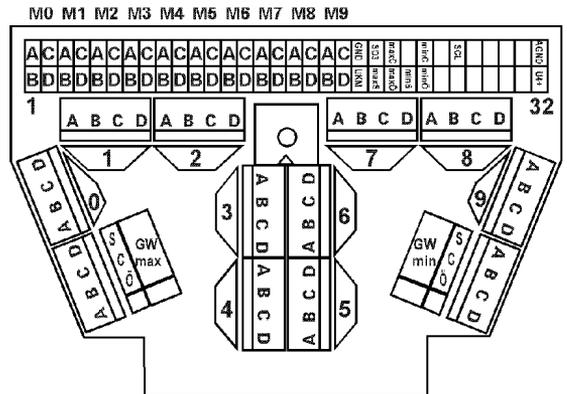
**Anschlusskabel:** 8-adrig 8 x 0.14 mm<sup>2</sup> schwarz, Länge 1,5 m  
Das Anschlussschema und die Farbkodierung der Adern ist bei allen ALMEMO® Fühlern und -Kabeln einheitlich, sodass jede Anschlussbelegung sofort identifiziert werden kann.



### 4.1.7 ALMEMO® 10fach-MU-Stecker ZA 5690 MU

Bei den ALMEMO® Messanlagen 5690 gibt es alternativ zu den Einschubkarten für ALMEMO® Einzelstecker auch die Einschubkarte ES 5690-UMU mit 10 Eingängen über eine 64polige Buchsenleiste. Der Anschluss der Fühler erfolgt über einen 10-fach-Stecker ZA 5690-MU mit jeweils 4 Schraubklemmen A, B, C und D ebenso wie bei jedem einzelnen ALMEMO® Standardstecker ZA 9000 FS (siehe Kap. 4.1.1 bis 4.1.4)

Fühler, die eine Stromversorgung oder einen ALMEMO® Stecker mit Anpasselektronik erfordern (wie Feuchtefühler, Flügelräder etc.) sind nicht anschließbar. Die Programmierung ist für alle Fühler individuell möglich, wird aber in einem gemeinsamen EEPROM im Stecker gespeichert.



Die Vorgängerstecker ZA 5590-MU sind bei den neuen Anlagen 5690 auch verwendbar (aber nur 10 Kanäle), die neuen ZA 5690-MU bei den Anlagen 5990 jedoch nicht.

**Bereiche:** NiCr-Ni, Fe-CuNi (L, J), Cu-CuNi (U,T), PtRh-Pt (S, R, B), Pt100-1, Pt100-2, Ni100, Ohm, Ntc, 2,6V, 26 mV, 55 mV, 260 mV

## 4.2 Mit Sonderstecker

### 4.2.1 Thermostecker für Thermoelemente

Für die am weitesten verbreiteten Thermoelemente gibt es folgende thermo-kraftfreie ALMEMO® Stecker:

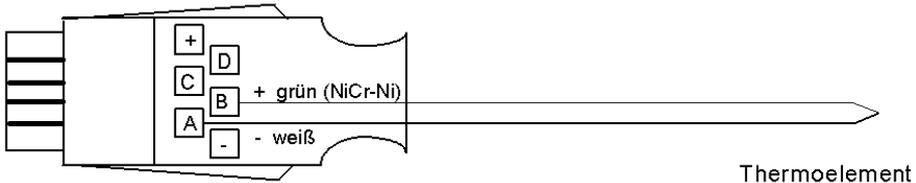
ZA 9020-FS für NiCr-Ni (Typ K), NiSil (Typ N), ZA 9020SS2 für NiCr-Ni 0.01°C

ZA 9021-FSL für Fe-CuNi (TypL)

ZA 9021-FSJ für Fe-CuNi (TypJ)

ZA 9021-FST für Cu-CuNi (TypT)

**Bereiche:** NiCr-Ni (Typ K), NiSil (Typ N), Fe-CuNi (Typ L,J) Cu-CuNi (Typ T)



Für besonders genaue Messungen mit mehreren Fühlern unter ungünstigen Bedingungen (Wärmeeinstrahlung) gibt es ALMEMO® Stecker ZA 9400-FSx mit eingebautem Temperaturfühler zur Vergleichsstellenkompensation. Der Stecker ist für alle Thermoelementarten geeignet, benötigt aber 2 Kanäle. Im Kommentar des Thermoelements muß auf den ersten 2 Stellen ein '#J' programmiert sein, damit der eingebaute Temperaturfühler zur Vergleichsstellenkompensation verwendet wird.

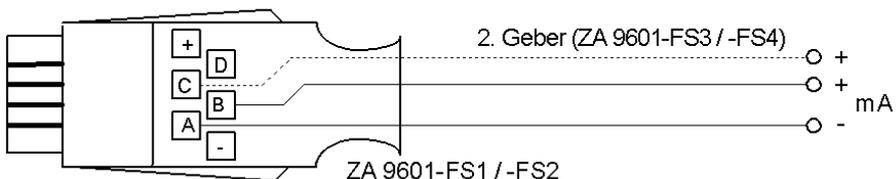
Für Temperaturmessungen mit NiCr-Ni auf hohem Spannungspotential gibt es das galvanisch getrennte Messmodul ZA9950AB (siehe 4.2.8.3)

### 4.2.2 Shuntstecker für Strommessungen

Für Strommessungen ist im Bereich  $\pm 32$  mA ein Stecker ZA9601-FS1 bzw. im Bereich 0-100% (4-20mA) ein Stecker ZA9601-FS2 mit einem eingebauten Shunt von 2 Ohm erforderlich. Dieser wird im Werk abgeglichen. Wenn 2 Stromsignale eine gemeinsame Masse haben, lassen sich mit einem Stecker ZA 9601-FS3 bzw. -FS4 auch beide erfassen.

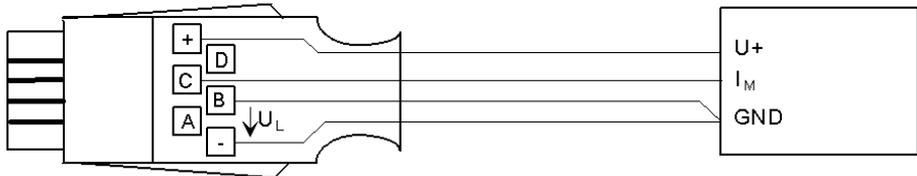
Genauigkeit:  $\pm 0.1\%$  v. Mw.

**Bereiche:** Milliampere, Prozent (4-20mA)

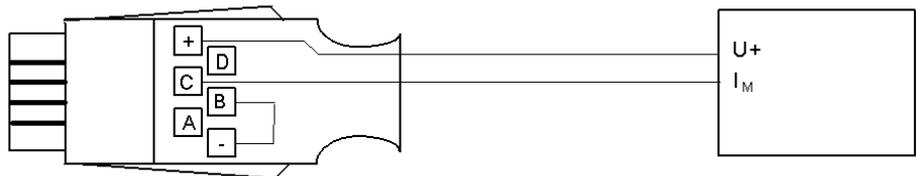


### Stecker für Fühler mit Versorgung aus dem Gerät:

Werden Messwertgeber mit Stromausgang aus dem Gerät versorgt, macht sich das Problem Spannungsabfall auf der Masseleitung noch stärker bemerkbar, als bei Fühlern mit Spannungsausgang (s. 4.1.5). Es lässt sich ähnlich lösen, erfordert aber einen Stecker ZA9601-FS5 bzw. -FS6 mit Shunt zwischen C und B und eine Änderung der Multiplexerstellung auf C-B (s. 6.10.2).



Auf diese Weise sind auch **2-Leiter-Transmitter** anschließbar (Brücke zwischen - und B).



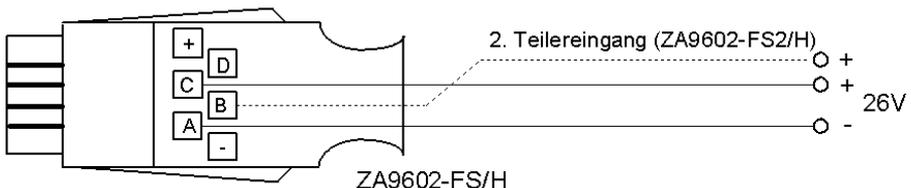
Für Fühler die eine Versorgungsspannung von min. 12V benötigen, stehen die Stecker ZA960x-FSxV12 zur Verfügung (s. 4.2.6)

### 4.2.3 Teilerstecker für Spannungsmessungen bis 26V DC

Zur Messung von Spannungen bis zu  $\pm 26$  Volt gibt es den Stecker ZA 9602-FS mit Spannungsteiler 100:1. Er ist abgeglichen und mit dem entsprechenden Komma programmiert. Für 2 Signale mit gemeinsamer Masse gibt es auch einen Stecker mit zwei Spannungsteilern (ZA 9602-FS2).

Genauigkeit:  $\pm 0.1\%$  v. Mw.

**Bereich:** 260 mV

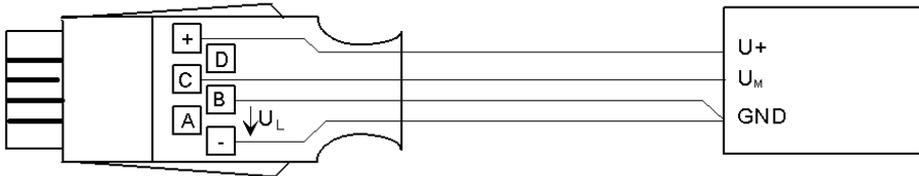


#### Teilerstecker 100/1:

26V DC (-26.0 bis +26.0V, Auflösung 1mV):	ZA 9602 FS
2 Teiler 26V DC (-26.0 bis +26.0V, Auflösung 1mV):	ZA 9602 FS2
5.5V DC (-1.0 bis +5.5V, Auflösung 0.1mV):	ZA 9602 FS3

### Stecker für Fühler mit Versorgung aus dem Gerät:

Werden Messwertgeber mit höherem Stromverbrauch aus dem Gerät versorgt, macht sich das Problem Spannungsabfall auf der Masseleitung auch bemerkbar (s. 4.1.5). Es lässt sich mit dem Stecker ZA9602-FS3 lösen, mit dem Teiler zwischen C und B und Änderung der Multiplexerstellung auf C-B (s. 6.10.2).



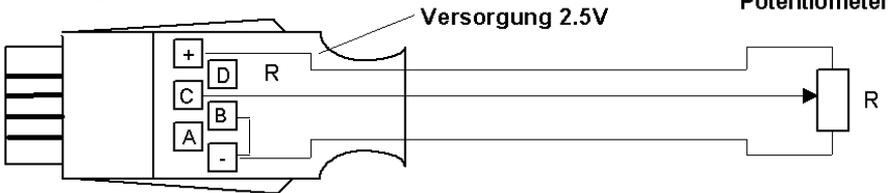
Für Fühler die eine Versorgungsspannung von min. 12V benötigen, stehen die Stecker ZA960x-FSxV12 zur Verfügung (s. 4.2.6)

### 4.2.4 Auswertung von Potentiometergebern

Potentiometergeber für Längen- und Drehwinkelmessungen können mit dem Stecker ZA 9025-FS3 ausgewertet werden. Das Potentiometer wird an eine interne Versorgungsspannung von 2.5V (max. 50ppm/K) angeschlossen und der Abgriff im Messbereich 2.6 V erfasst.

**Bereiche:** Differenz-Spannung 2.6 V

Stecker ZA 9025-FS3

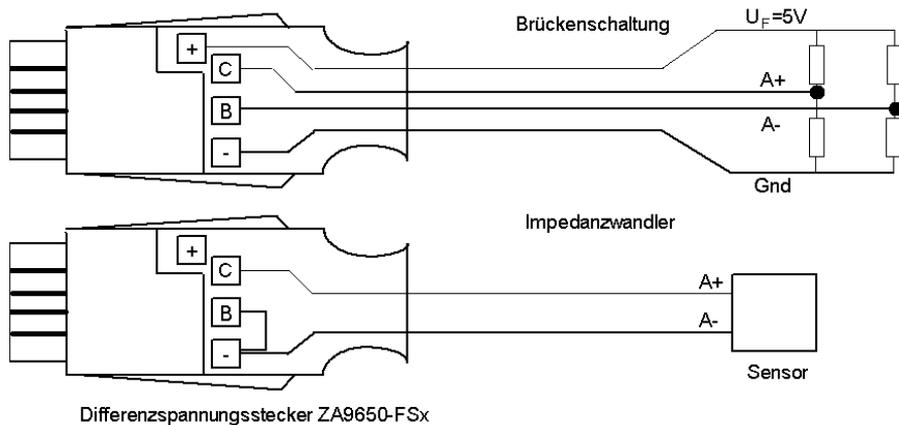


## 4.2.5 Stecker für Messbrücken mit stabiler 5V-Versorgung

### 1. mit Differenzverstärker

Für alle Sensoren mit Brückenschaltung (Kraftaufnehmer, Dehnungsmessstreifen etc.), die eine stabile Versorgung brauchen, bzw. einen hohen Gleichakt-anteil haben oder hochohmige Sensoren, die einen Impedanzwandler benötigen, gibt es den Stecker ZA 9650-FSx. Er enthält einen 5V-Spannungsregler und einen Differenzverstärker mit oder ohne Verstärkung. Der Abgleich für Nullpunkt und Steigung kann im EEPROM des Steckers abgelegt werden.

#### Anschlussbelegung:



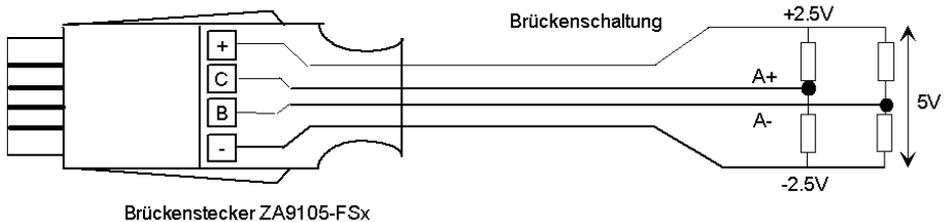
Differenzspannungsstecker ZA9650-FSx

#### Technische Daten:

<b>Fühlerversorgung</b>	
Spannung $U_F$	$5V \pm 0.05V$
Temperaturkoeffizient	$<50\text{ppm}/^\circ\text{C}$
Ausgangsstrom	max. 100mA
<b>Verstärker</b>	
Eingangsspannungsbereich (Gleichtakt)	-3.0V...+3.5V
Offsetspannung	400uV ( $V=1$ ), 225uV ( $V=10$ )
Offsetspannungsdrift	Max. 1uV/ $^\circ\text{C}$
Eingangsstrom	0.5 nA
Stromverbrauch	ca. 2mA
<b>Stecker mit Verstärker und 5V-Versorgung</b>	
Differenzspannungsstecker 55mV	ZA 9650 FS0
Differenzspannungsstecker 26mV ( $V=10$ )	ZA 9650 FS1V
Differenzspannungsstecker 260mV ( $V=10$ )	ZA 9650 FS2V
Differenzspannungsstecker 2.6V	ZA 9650 FS3

## 2. mit symmetrischer Versorgung und Stromsparschaltung

Die neuen Stecker ZA9105-FSx vermeiden bei Messbrücken den Differenzverstärker (mit Drift und Rauschen) durch eine nullpunktsymmetrische Spannungsversorgung von  $\pm 2.5V$ . Außerdem wird die Versorgung abgeschaltet, wenn die Messstelle nicht angewählt ist. Dies erleichtert bei vielen Messbrücken die Stromversorgung.



### Technische Daten:

Fühlerversorgung	
Spannung $U_F$	$5V \pm 0.05V$
Temperaturkoeffizient	$<50\text{ppm}/^\circ\text{C}$
Ausgangsstrom	max. 100mA
Ruhestrom	ca. 3mA

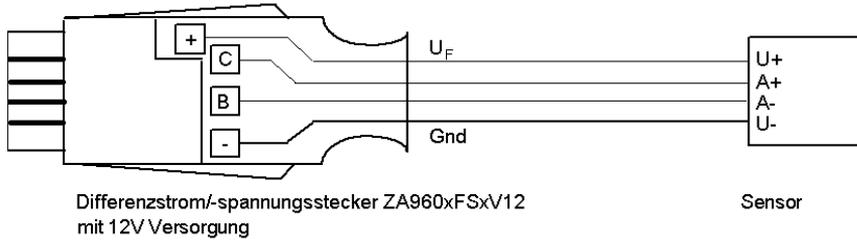
### Brückenstecker mit symmetrischer 5V-Versorgung:

Typ	Messbereich	Auflösung	Best. Nr.
55mV	-10...+55mV	1uV	ZA 9105 FS0
26mV	-26...+26mV	1uV	ZA 9105 FS1
260mV	-260...+260mV	10uV	ZA 9105 FS2
2.6V	-2.6...+2.6V	0.1V	ZA 9105 FS3

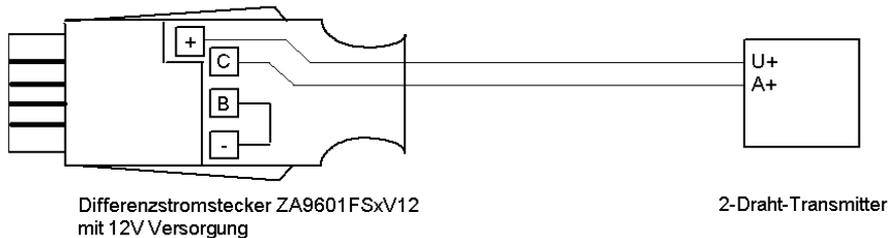
### 4.2.6 Stecker mit 12V-Versorgung

Für Sensoren oder Transmitter, die eine Versorgung von mindestens 12V DC benötigen, gibt es die Stecker ZA 960 x-FSxV12. Sie enthalten einen Spannungswandler, der eine niedrigere Batteriespannung auf 12V wandelt. Spannung 15V auf Anfrage. Für Signale bis 26V dient der Stecker ZA 9602-FS3V12/H mit 100:1 Teiler. Die Differenzauswertung eliminiert den Leitungsspannungsabfall.

#### Anschlussbelegung:



Für 2-Draht-Transmitter oder Sensoren mit Stromausgang gibt es den Stecker ZA 9601-FSxV12 mit eingebautem 2 Ohm-Shunt.



#### Technische Daten:

Gerätespannung $U_G$	7...12V
Fühlerversorgungsspannung $U_F$	13.5V $\pm$ 0.5V
Ausgangsstrom	100mA bei $U_G=12V$ 50mA bei $U_G=9V$ 20mA bei $U_G=7V$
Genauigkeit	$\pm$ 0.1% v. Mw.

#### Stecker mit 12V-Versorgung:

Differenzspannungsstecker 55mV	ZA 9600 FS0V12
Differenzspannungsstecker 26mV	ZA 9600 FS1V12
Differenzspannungsstecker 260mV	ZA 9600 FS2V12
Differenzspannungsstecker 2.6V	ZA 9600 FS3V12
Differenzspannungsstecker 26V	ZA 9602 FS3V12
Differenzstromstecker 32mA	ZA 9601 FS5V12
Differenzstromstecker %(4-20mA)	ZA 9601 FS6V12

### 4.2.7 Wechselspannungsmodul für AC-Signale

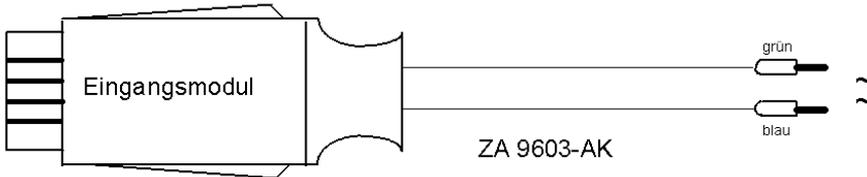
Zur Messung von Wechselspannungen gibt es das ALMEMO® Adapterkabel ZA 9603-AK, bei dem im ALMEMO® Stecker ein True-RMS-Wandler eingebaut ist. Der Wandler wird über einen eingebauten DC/DC-Wandler galv. getrennt versorgt, so dass auch mehrere Signale mit unterschiedlichen Potentialen im Bereich von max.  $\pm 50$  V erfasst werden können.



Ist ein Kanal angewählt, dann besteht jedoch eine galvanische Verbindung vom Messeingang zur Masse des Messgerätes. Spannungen über 50 V dürfen deshalb unter keinen Umständen angelegt werden (Lebensgefahr!).

Da andererseits alle Signale parallel zur Verfügung stehen, sind Messstellenabfragen problemlos möglich. Die Verwendung im Sleep-Mode ist durch die Einschwingzeit standardmäßig nicht vorgesehen.

**Bereiche:** 260mV, 2.6Volt



#### Technische Daten:

	Messbereich:	Auflösung	Innenwiderstand
Typ ZA 9603-AK1	260 mV <sub>eff</sub>	0.1 mV	R <sub>i</sub> = 100 kW
Typ ZA 9603-AK2	2.60 V <sub>eff</sub>	0.001 V	R <sub>i</sub> = 1 MW
Typ ZA 9603-AK3	26.0 V <sub>eff</sub>	0.01 V	R <sub>i</sub> = 10 MW
Frequenzbereich	50Hz bis 10kHz		
Genauigkeit	$\pm 0.2\%$ v.Ew. $\pm 0.5\%$ v.Mw. (40 Hz ... 2 kHz Sinus)		
Crestfaktor	3 (zus. Fehler 0.7 %) 5 (zus. Fehler 2.5 %)		
Stromverbrauch	ca. 5 mA		

## 4.2.8 Galvanisch getrennte Hochspannungs-Messmodule für AC- und DC-Signale und Thermoelemente

### Sicherheitshinweise

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Messmoduls ist die Sicherheit von Gerät und Bediener gewährleistet. Bei unsachgemäßer Bedienung kann die Sicherheit jedoch nicht garantiert werden. Lesen Sie deshalb bitte die folgenden Sicherheitsregeln vollständig durch, um Verletzungen des Bedienpersonals, Brände und Schäden am Messmodul bzw. Messgerät zu vermeiden. Wenn mit Spannungen über 50V hantiert wird, muss das Personal über die Gefahren vor allem durch Netzspannungen entsprechend unterwiesen sein.

- Schalten Sie beim Anstecken der Messmodule das Messgerät aus.
- Die Messmodule sind je nach Typ dazu geeignet, Spannungen, Ströme oder Thermoelemente, bei Potentialen über 50V zu messen. Bei Betrieb und besonders beim Anschluss des Messmoduls ist sorgfältig darauf zu achten, dass keine hochspannungsführenden Teile berührt werden.
- Beim Messmodul für Thermoelemente müssen zum Anschluss des Temperaturfühlers die Betriebsspannungen der beteiligten Geräte abgeschaltet werden.
- Bei den Messmodulen für AC/DC-Signale verwenden Sie die mitgelieferten oder gleichwertige berührungsgeschützte Prüfkabel.
- Das Messmodul für DC-Signale darf nur mit Gleichspannung bzw. Gleichstrom gemäß dem auf dem Typenschild angekreuzten Messbereich betrieben werden.
- Achten Sie besonders darauf, dass die Strommodule immer in Reihe zum Verbraucher, d.h. in eine Zuleitung, geschaltet werden und nicht unmittelbar an die Spannungsquelle angeschlossen werden dürfen.
- Messgerät und Messmodul darf nicht in nasser oder feuchter Umgebung betrieben werden.
- Das Kunststoffgehäuse ist vor offenem Feuer und heißen Oberflächen (z.B. Herdplatten) zu schützen.
- Das Messmodul darf nicht mehr verwendet werden, wenn es äußerlich beschädigt ist oder evtl. nach einem falschen Anschluss nicht mehr funktioniert.
- Wird das Messmodul zweckentfremdet oder falsch bedient, kann keine Haftung für eventuelle Schäden übernommen werden.

### Sicherheitssymbole:



**Achtung:** Beachten Sie unbedingt alle entsprechend gekennzeichneten Hinweise in der Anleitung, um Verletzungen und Gefahr für Leib und Leben, sowie Schäden am Gerät zu vermeiden.



**Warnung:** Es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages durch Berühren hochspannungsführender Anschlüsse. Berühren Sie im Betrieb keine freiliegenden Teile oder Anschlüsse, um elektrische Schläge zu vermeiden.

### 4.2.8.1 Schnelles ALMEMO® DC-Messmodul

**Gleichspannung ZA 9900-AB**  
**Gleichstrom ZA 9901-AB**



#### Einführung

Das ALMEMO® Messmodul ZA 9900/1-AB erfasst bei einem Gleichspannungs- oder Gleichstromsignal mit einer Abtastrate von 1kHz Momentan-, Max-, Min- und Mittelwert und übergibt diese vier Werte bei jeder Messstellenabfrage an das ALMEMO® Gerät. Die Übertragung der Daten zum Messgerät erfolgt rein digital. Der Anschluss ist im Modul mit 4kV galvanisch getrennt und überspannungsgesichert. Das Messmodul kann so an jeden ALMEMO® Mess-eingang angesteckt werden, d.h. auch mehrere an ein ALMEMO® Gerät.

#### Anschluss des Messmoduls

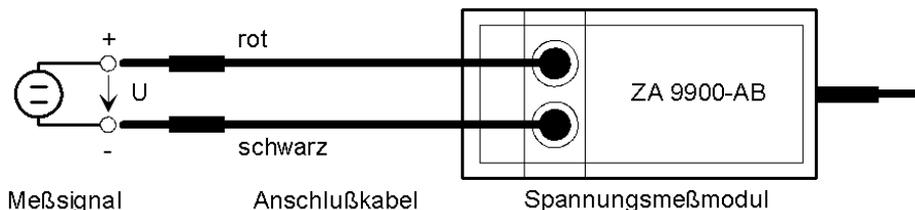


Achten Sie beim Anschluss des Messmoduls auf den Messbereich, der auf dem Typenschild angekreuzt ist.

Schalten Sie beim Anstecken der Messmodule das Messgerät aus.

#### Spannungsmessung mit Modul ZA 9900-ABx

Bei Spannungsmessungen werden die Eingangsbuchsen des Messmoduls mit Hilfe der mitgelieferten berührungsgeschützten Anschlusskabel direkt mit den Anschlüssen der Spannungsquelle verbunden.

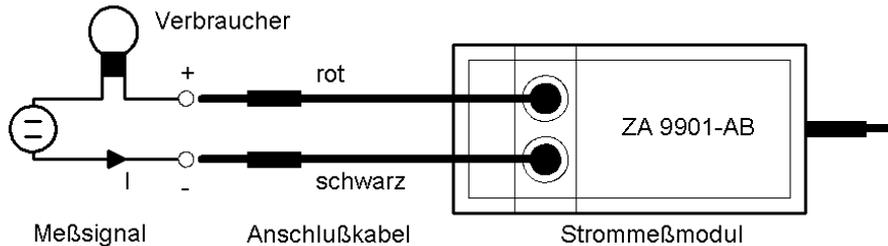




**Warnung!** Bei Messspannungen von über 50V ist unbedingt darauf zu achten, dass die Verkabelung im spannungsfreien Zustand erfolgt und erst danach die Spannung eingeschaltet wird. Berühren Sie im Betrieb keine freiliegenden Teile oder Anschlüsse, um elektrische Schläge zu vermeiden.

### Strommessung mit Modul ZA 9901-ABx

Bei Strommessungen wird das Messmodul mit Hilfe der mitgelieferten berührungsgeschützten Anschlusskabel in die Anschlussleitung eines Verbrauchers geschaltet.



**Warnung!** Bei Messspannungen von über 50V ist unbedingt darauf zu achten, dass die Verkabelung im spannungsfreien Zustand erfolgt und erst danach die Spannung eingeschaltet wird. Berühren Sie im Betrieb keine freiliegenden Teile oder Anschlüsse, um elektrische Schläge zu vermeiden.



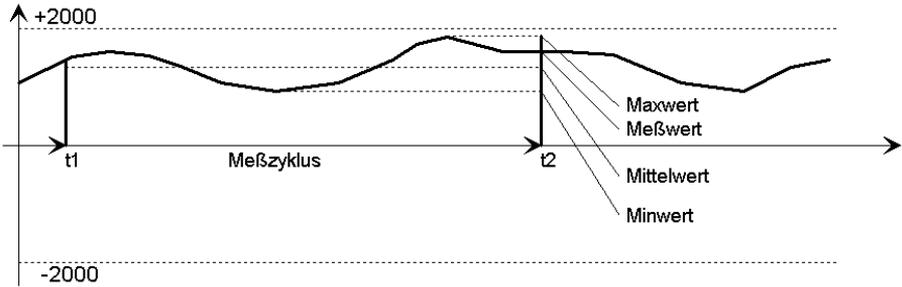
**Achtung!** Schließen Sie das Strommessmodul nicht ohne Verbraucher direkt an die Spannungsquelle an, weil dadurch das Modul zerstört werden kann und eine Gefahr durch Überhitzung entsteht. Die Strombereiche sind zwar kurzfristig überlastbar, haben aber keine Sicherung.

### Anschluss des Messmoduls an ein ALMEMO® Gerät

Der ALMEMO® Stecker des Messmoduls kann an jede Fühlerbuchse Mxx eines jeden ALMEMO® Messgerätes angesteckt werden, das über den Messbereich 'DIGI' verfügt (seit ca. 05/98). Die Stromversorgung des Messmoduls erfolgt durch das ALMEMO® Messgerät über einen DC/DC-Wandler (Isolationsspannung min. 4kV/1Sek., auf Dauer 1kV). Die Stromversorgung des Messgerätes wird dadurch mit ca. 40 mA belastet, d.h. für einen Langzeitbetrieb ist ein Netzteil erforderlich. Die Daten werden alle 0.5 Sekunden optoisoliert digital an das Messgerät übertragen.

### Messwerterfassung

Das Messsignal wird laufend mit 1kHz abgetastet und daraus der Maximalwert, der Minimalwert und der Mittelwert berechnet. Bei jeder manuellen oder zyklischen Messstellenabfrage werden über die 4 Kanäle des ALMEMO® Steckers außer dem momentanen Messwert die Max-, Min- und Mittelwerte seit der letzten Messstellenabfrage ausgegeben und danach gelöscht.



Ist der Messkanal Max-, Min- oder Mittelwert angewählt, dann wird der entsprechende Wert mit der Wandlungsrate (2.5 oder 10 M/s) abgeholt und gelöscht. Wird dies nicht gewünscht, muss der 1. Kanal des Messmoduls oder ein anderer Fühler angewählt sein. Liegen mehr als 100 Messwerte nacheinander außerhalb des Messbereichs, dann erscheint der Messwert zur Kennzeichnung der Messbereichsüberschreitung blinkend.

### Programmierung des ALMEMO® Steckers:

Kanal	Messfunktion	Bereich	Auflösung	Verriegelung
1. Kanal	Messwert	DIGI	1/2000 v.Mb.	5.00
2. Kanal	Maximalwert	DIGI	1/2000 v.Mb.	5.00
3. Kanal	Minimalwert	DIGI	1/2000 v.Mb.	5.00
4. Kanal	Mittelwert	DIGI	1/20000 v.Mb.	5.00



Der Abgleich des Messbereichs ist in der Steigungskorrektur abgelegt. Bevor die Verriegelung unter 4 eingestellt wird, sollten Sie sich unbedingt den Abgleichwert notieren, damit Sie ihn wieder eingeben können, falls er bei einer Programmierung oder Fehlbedienung gelöscht wird.

### Technische Daten:

Messmodul	Messbereich	Überlastung	Innenwiderstand
ZA 9900-AB1 <sup>+</sup>	±200.0 mV	±40 V	50 kΩ
ZA 9900-AB2	±2.000 V	±400 V	800 kΩ
ZA 9900-AB3	±20.00 V	±500 V	1 MΩ
ZA 9900-AB4	±200.0 V	±500 V	1 MΩ
ZA 9900-AB5	±400. V	±1000 V	4 MΩ
ZA 9901-AB1	±20.00 mA	±0.1 A*	10 Ω
ZA 9901-AB2	±200.0 mA	±1 A*	1 Ω
ZA 9901-AB3	±2.000 A	±10 A*	0.1 Ω
ZA 9901-AB4	±10.00 A	±20 A*	0.01 Ω

+ Nur zur Strommessung mit externem Shunt.

\* Die Strombereiche sind kurzfristig (1 Min.) überlastbar, haben aber keine Sicherung.

Genauigkeit	0.1 % v. Ew. $\pm$ 2 Digit
Abtastrate	1 kHz
Auflösung	12 bit, $\pm$ 2048 Digit
Messdauer/Einschwingzeit	0.1 s
Messzyklus maximal	14 h
Galvanische Trennung	1kV dauernd, 4 kV für 1 Sek.
Gehäuse	Polystyrol, Masse L100 x B54 x H31 mm
Buchsen	Berührungssichere 4 mm Buchsen
Betriebsspannung	6 ... 14 V über ALMEMO® Gerät
Stromverbrauch	< 40 mA (Stecker und Modul)

### Lieferumfang:

Messmodul mit ALMEMO® Anschlusskabel,  
2 Prüfkabel mit berührungssicheren Bananensteckern,  
Bedienungsanleitung

#### 4.2.8.2 Schnelles ALMEMO® Echt-Effektivwert-AC-Messmodul Wechselspannung ZA 9903-AB Wechselstrom ZA 9904-AB



### Einführung

Die ALMEMO® AC-Messmodule ZA 9903-AB und ZA 9904-AB erfassen selbstständig voll digital den Echt-Effektivwert einer Wechselstromgröße, d.h. das Messsignal mit beliebiger Kurvenform wird mit 1kHz digitalisiert und der echte Effektivwert berechnet. Auf dem 2. Kanal kann die Frequenz abgerufen werden. Die Übertragung zum Messgerät erfolgt rein digital. Der Anschluss im Modul ist mit 4kV galvanisch getrennt und überspannungsgesichert. Das Messmodul kann so an jeden Messeingang eines beliebigen ALMEMO® Messgerätes angesteckt werden, d.h. auch mehrere an ein Gerät.

## Anschluss des Messmoduls

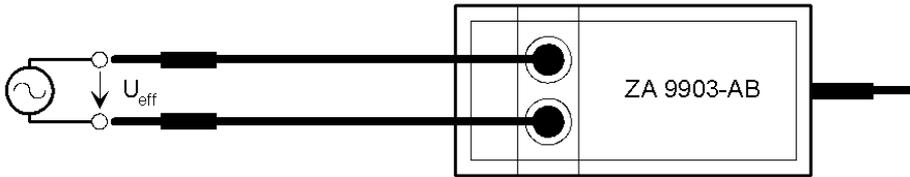


Achten Sie beim Anschluss des Messmoduls auf den Messbereich, der auf dem Typenschild angekreuzt ist.

Schalten Sie beim Anstecken der Messmodule das Messgerät aus.

## Spannungsmessung mit Modul ZA 9903-ABx

Bei Spannungsmessungen werden die Eingangsbuchsen des Messmoduls mit Hilfe der mitgelieferten berührungsgeschützten Anschlusskabel direkt mit den Anschlüssen der Spannungsquelle verbunden.



Meßsignal

Anschlußkabel

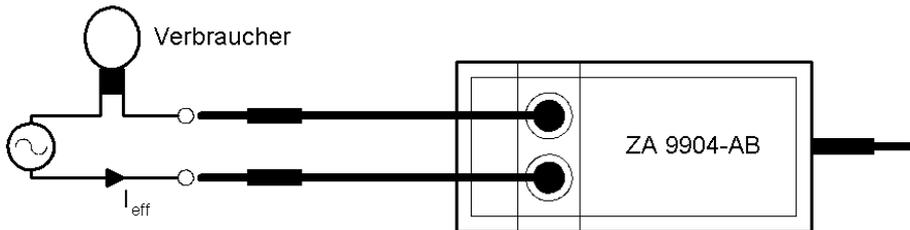
Spannungsmeßmodul



**Warnung!** Bei Messspannungen von über 50V ist unbedingt darauf zu achten, dass die Verkabelung im spannungsfreien Zustand erfolgt und erst danach die Spannung eingeschaltet wird. Berühren Sie im Betrieb keine freiliegenden Teile oder Anschlüsse, um elektrische Schläge zu vermeiden.

## Strommessung mit Modul ZA 9904-ABx

Bei Strommessungen wird das Messmodul mit Hilfe der mitgelieferten berührungsgeschützten Anschlusskabel in die Anschlussleitung eines Verbrauchers geschaltet.



Meßsignal

Anschlußkabel

Strommeßmodul



**Warnung!** Bei Messspannungen von über 50V ist unbedingt darauf zu achten, dass die Verkabelung im spannungsfreien Zustand erfolgt und erst danach die Spannung eingeschaltet wird. Berühren Sie im Betrieb keine freiliegenden Teile oder Anschlüsse, um elektrische Schläge zu vermeiden.



**Achtung!** Schließen Sie das Strommessmodul nicht ohne Verbraucher direkt an die Spannungsquelle an, weil dadurch das Modul zerstört werden kann und eine Gefahr durch Überhitzung entsteht. Die Strombereiche sind zwar kurzfristig überlastbar, haben

aber keine Sicherung.

### Anschluss des Messmoduls an ein ALMEMO® Gerät

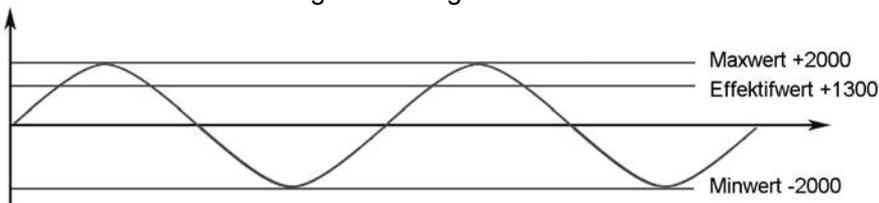
Der ALMEMO® Stecker des Messmoduls kann an jede Fühlerbuchse Mxx eines jeden ALMEMO® Messgerätes angesteckt werden, das über den Messbereich 'DIGI' verfügt (seit ca. 05/98). Ausnahme: das Messmodul ist nicht für den Betrieb an der Messstellenumschalterkarte ES5590MF vorgesehen. Die Stromversorgung des Messmoduls erfolgt durch das ALMEMO® Messgerät über einen DC/DC-Wandler (Isolationsspannung min. 4kV/1Sek.). Die Stromversorgung des Messgerätes wird dadurch mit ca. 40 mA belastet, d.h. für einen Langzeitbetrieb ist ein Netzteil erforderlich. Die Daten werden alle 0.5 Sekunden optoisoliert digital an das Messgerät übertragen.

### Echt-Effektivwert- Messung

Das Wechselspannungssignal wird laufend mit 1kHz abgetastet und alle 0.5 Sekunden der Gesamteffektivwert aus Gleich- und Wechselspannungsanteil errechnet.

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{V_{\text{AC}}^2 + V_{\text{DC}}^2}$$

Bei einem Messbereich von 1300 Digit für sinusförmige Signale beträgt der Gesamtmessbereichumfang  $\pm 2000$  Digit.



Liegen von den 500 Messwerten mehr als 10 außerhalb des Messbereichs, dann erscheint der Messwert zur Kennzeichnung der Messbereichsüberschreitung blinkend. Zur Erfassung der Frequenz muss die Amplitude mindestens 10% des Endwertes aufweisen.

### Programmierung des ALMEMO® Steckers:

Kanal	Messfunktion	Bereich	Dim.	Auflösung	Verriegelung
1. Kanal	AC-Effektivwert	DIGI	V~	1/1300 v.Mb.	5.00
2. Kanal	Frequenz	DIGI	Hz	0.1 Hz	5.00



Der Abgleich des Messbereichs ist in der Steigungskorrektur abgelegt. Bevor die Verriegelung unter 4 eingestellt wird, sollten Sie sich unbedingt den Abgleichwert notieren, damit Sie ihn wieder eingeben können, falls er bei einer Programmierung oder Fehlbedienung gelöscht wird.

### Technische Daten:

Messmodul	Messbereich	Auflösg.	Spitzenwert	Überlastung	Innenwiderst.
<b>Wechselspannung</b>	$U_{\text{eff}}$ Sinus		$U_{\text{ss}}$	$U_{\text{ss}}$	$R_i$
ZA 9903-AB1	130.0 mV <sub>eff</sub>	0.1 mV	±0.2 V	±400 V	0.5 MΩ
ZA 9903-AB2	1.300 V <sub>eff</sub>	1 mV	±2 V	±400 V	0.8 MΩ
ZA 9903-AB3	13.00 V <sub>eff</sub>	10 mV	±20 V	±500 V	1 MΩ
ZA 9903-AB4	130.0 V <sub>eff</sub>	0.1 V	±200 V	±500 V	1 MΩ
ZA 9903-AB5	400. V <sub>eff</sub>	1 V	±1000 V	±1000 V	4 MΩ
<b>Wechselstrom</b>	$I_{\text{eff}}$ Sinus		$I_{\text{ss}}$		
ZA 9904-AB1	1.000 A <sub>eff</sub>	1 mA	±2 A	±10A*	0.10 Ω
ZA 9904-AB2	10.00 A <sub>eff</sub>	10 mA	±20 A	±20A*	0.01 Ω

\* Die Strombereiche sind kurzfristig (1 Min.) überlastbar, haben aber keine Sicherung.

	TRMS	Frequenz
Genauigkeit	0.1 % v. Ew. ± 2 Digit	± 0.1 Hz
Abtastrate	1 kHz	-
Auflösung	12 bit, ± 2048 Digit für U <sub>ss</sub>	0.1 Hz
Empfindlichkeit	-	10% v. Ew.
Frequenzbereich	20.0 ... 250 Hz	20.0 ... 250 Hz
Messdauer/Einschwingzeit	0.5 s	0.5 s
Galvanische Trennung	1kV dauernd, 4 kV für 1 Sek.	
Gehäuse	Polystyrol, Masse L100 x B54 x H31 mm	
Buchsen	Berührungssichere 4 mm Buchsen	
Betriebsspannung	6 ... 14 V über ALMEMO® Gerät	
Stromverbrauch	< 40 mA (Stecker und Modul)	

### 4.2.8.3 Galv. getrennte ALMEMO®-D Messmodule für Thermoelemente NiCr-Ni (Typ K), FeCuNi(TypJ), Cu-CuNi(TypT)

#### Beschreibung

Sollen Temperaturen auf hohem Potential bis 1000V gemessen werden, können die neuen digitalen ALMEMO®-D Messmodule ZAD950-ABK, J, T (Typ K, J, T) verwendet werden. Sie erfassen galvanisch getrennt die Temperatur eines Thermoelementes und übergeben den Messwert laufend digital an das ALMEMO® Gerät. Das Messmodul kann an jeden ALMEMO® Messeingang angesteckt werden, d.h. auch mehrere an ein ALMEMO® Gerät. Die ALMEMO®-D Messmodule



haben 2 digitale Schnittstellen I<sup>2</sup>C und seriell, über die sich ganz neue Möglichkeiten eröffnen (s. 3.01):

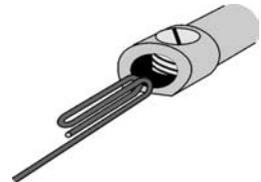
1. Standardeinsatz als digitaler Fühler an einem ALMEMO® Messgerät,
2. Störsichere Verlängerung bis zu 1 km mit intelligentem Verlängerungskabel,
3. Verwendung als eigenständiges Messwerterfassungsgerät direkt am PC oder in einem ALMEMO® Netzwerk ohne ein zusätzliches Messgerät.

### Anschluss des Messmoduls



**Vorsicht Hochspannung!** Bei Potentialen von über 50V ist unbedingt darauf zu achten, dass die Verkabelung im spannungsfreien Zustand erfolgt und erst danach die Spannung eingeschaltet wird. Das Messmodul darf nur außerhalb des berührunggefährlichen Bereiches betrieben werden. Die sicherheitstechnische Verantwortung liegt ab den Fühleranschlüssen bei dem Anwender.

Achten Sie darauf, dass zum **Fühleranschluss** die mitgelieferten berührungssicheren **Hochspannungsstecker** verwendet werden! Bei Drahtstärken unter einem Millimeter muss der Draht u.U. mehrfach umgebogen werden, um einen sicheren Halt in der Schraubklemme zu gewährleisten!



Der ALMEMO® Stecker des Messmoduls kann an jede Fühlerbuchse Mxx eines jeden ALMEMO® Messgerätes angesteckt werden, das über den Messbereich 'DIGI' verfügt (seit ca. 05/98). Die Stromversorgung des Messmoduls erfolgt durch das ALMEMO® Messgerät über einen DC/DC-Wandler (Isolationsspannung min. 4kV/1Sek.). Das Messgerät muss eine Fühlerversorgung von 7 bis 12V, ca. 20 mA bereitstellen, d.h. meistens ist ein Netzteil erforderlich. Die Daten werden mit einer Messrate von 2.5 Hz optoisoliert digital an das Messgerät übertragen.

### Programmierung des ALMEMO® Steckers:

1. Kanal: Messbereich DIGI, Verriegelung 5

### Technische Daten:

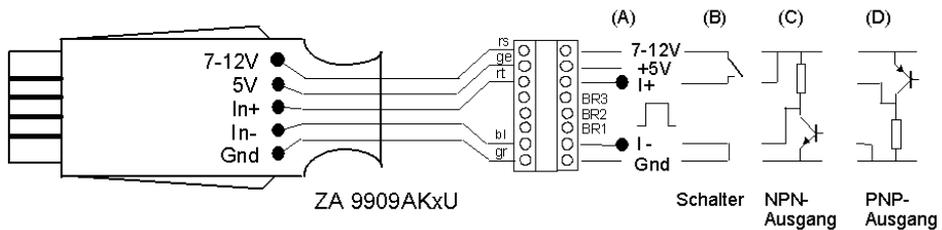
Messfühler	Thermoelement
Messbereiche	ZAD 950 ABK: NiCrNi (K) -200.0...1370.0 °C ZAD 950 ABJ: Fe-CuNi (J) -200.0...1000.0 °C ZAD 950 ABT: Cu-CuNi (T) -200.0... 400.0 °C
Messrate	2.5 M/s
Linearisierungsgenauigkeit	± 0.05K ± 0.05% v.Mw.
Systemgenauigkeit	0.1% v.Mw. ± 3 Digit, 0.01%/K
Galvanische Trennung	1kV dauernd, 4 kV für 1 Sekunde
Gehäuse	ABS, L127 x B83 x H38 mm
Fühleranschluss	4mm Sicherheitsbananenbuchsen und -stecker
Verbindungskabel	1.5 m mit ALMEMO® Stecker
Betriebsspannung	7...12V über Messgerät, Netzteil erforderlich
Stromverbrauch	< 20 mA (Stecker und Modul)

### 4.2.9 Frequenzmessmodul für Frequenz- und Impulssignale

Zur Erfassung digitaler Impulse gibt es das Frequenzmessmodul ZA 9909-A-KU, das im Fühlerstecker mit einem eigenen kleinen Mikrocontroller Impulse zählt und auf Befehl an das Messgerät übergibt. Da auf diese Weise auch Signale berücksichtigt werden, wenn der Messkanal nicht angewählt ist, können sogar mehrere Frequenzmessmodule an einem Gerät angesteckt und über Messstellenabfragen erfasst werden.

Die neue **Universalausführung ZA 9909-AKU** des Modules hat Optokoppler im Eingang, die entweder galv. getrennt mit aktiven Spannungssignalen von 4...24V (A) direkt angesteuert werden können. Zur Versorgung von passiven potentialfreien Schaltkontakten (B) ist die Versorgungsspannung des Gerätes auf zusätzlichen Anschlüssen verfügbar. Turbinen oder photoelektrische Impulsgeber können aber auch vom Modul versorgt werden (max. 50mA). Je nach Ausgangstreiber ist der Optokoppler entsprechend zu beschalten (NPN:C) oder (PNP:D). Reicht die Gerätespannung nicht aus, ist der Stecker auch mit Spannungswandler auf 12-13V erhältlich (Option V12).

**Bereiche:** Frequenz, Impulse



Durch Programmierung des Messbereiches ist wahlweise Frequenz- oder Impulsmessung möglich. Zur Drehzahlmessung ist ein Modul mit eigener Programmierung erforderlich.

#### ZA 9909-AK1U: Frequenzmessung

Messbereich: Frequenz 0 ... 15000 Hz      Bereich: Freq

Das Frequenzmodul zählt die Impulse pro Sekunde und gibt diesen Frequenzwert kontinuierlich aus.



Die Auflösung kann auf 0.1 Hz erhöht werden, wenn man eine Drahtbrücke von Klemme BR1 zur Klemme +5V vorsieht.

Messbereich 0 ... 3200.0 Hz, Kommaverschiebung programmieren!

#### ZA 9909-AK2U: Impulsmessung

Messbereich: Impulse 0 ... 65000      Bereich: PULS

Die Impulsmessung ist für Signale mit niedriger Wiederholrate gedacht, die in einem längeren Zeitraum erfasst werden sollen. Das Frequenzmodul zählt deshalb die Impulse zwischen zwei Messstellenabfragen (Manuell oder zyklisch) und gibt die Impulszahl nur bei der Messstellenabfrage aus, d.h. während des Zyklus ändert sich der angezeigte Wert nicht. Programmiert man einen Messzyklus von 1 Minute, dann wird jede Minute die Anzahl der Impulse/Minu-

te angezeigt. Durch Summierung über den Druckzyklus mit dem Funktionskanal S(P) kann zusätzlich auch die Impulszahl über einen größeren Zeitraum (z.B. 1 Stunde) bestimmt werden.



Prellende Kontakte können digital mit einer Zeitkonstante von 5ms unterdrückt werden, wenn man Klemme BR1, Klemme BR2 und Klemme +5V mit Drahtbrücken verbindet.

### ZA 9909-AK4U: Drehzahlmessung

Messbereich: Umdrehungen/Minute 8 ... 32000 Um Bereich: Freq  
Das Drehzahlmodu misst die Zeit zwischen zwei Impulsen und errechnet daraus die Drehzahl pro Minute.

#### Technische Daten des Frequenzmoduls:

Frequenzbereich	0... 15000 Hz (Aufl.: 1Hz), Torzeit 4 mal 0.5 s 0...3200.0 Hz (0.1Hz), Torzeit 0.5 s + 1Flanke
Drehzahlbereich	8...32000 Upm (Auflösung: 1Upm)
Max. Impulszahl	65000
Impulslänge	> 50 us (5ms mit Kontaktentprellung)
Eingangsspannungsbereich	4...40 V Rechteck
Kabellänge	1.5 m
Fühlerversorgung	7..9V (12V mit Netzadapter oder Option V12)
Stromverbrauch	3 mA
Temperaturbereich	-10 ... +60 °C

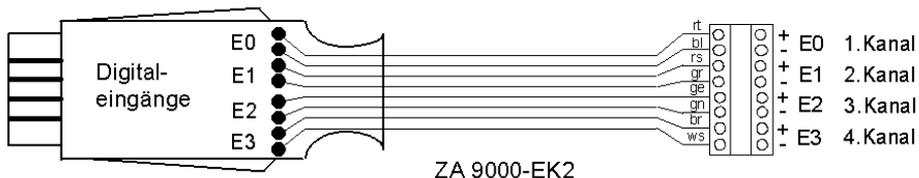
### 4.2.10 Digitaleingangskabel

Mit dem Digitaleingangskabel ZA 9000-EK2 können pro Messeingang 4 digitale Zustände (elektrische Spannungspegel) erfasst und überwacht werden. Jeder Eingang wird als Kanal mit dem Bereich 'Inp' programmiert, und der Zustand erscheint bei jeder Messstellenabfrage im Druckprotokoll mit 0.00% oder 100.00%. Durch Eingabe eines Grenzwertes von z.B. 50.00 % ist auch ein Störwertausdruck realisierbar.

4



Wenn Sie das prozentuale Verhältnis des Ein-Aus-Zustandes über einen zyklischen Zeitraum oder die gesamte Messung interessiert, dann ist diese Größe über die Mittelwertbildung (zyklisch oder kontinuierlich) leicht zu erhalten (s. 6.7.4). Die höchste Auflösung erhält man mit der kontinuierlichen Messstellenabfrage.

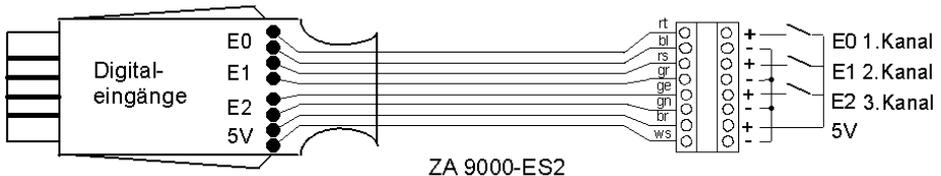


Die Digitaleingänge sind Optokoppler, die beim Anlegen einer Spannung von ca. 4...30 V DC vom LO-Zustand (0% = 0...1V DC) in den Hi-Zustand (100% = 4...30V DC) gehen.

Sollen **potentialfreie Kontakte** überwacht werden, dann sind entsprechende externe Spannungen vorzusehen. Das Digitaleingangskabel ZA 9000-ES2 stellt hierfür eine Hilfsspannung von 5V zur Verfügung, hat dafür aber nur 3 Digitaleingänge. Die Kontakte müssen dem Schaltbild entsprechend mit den 5V so verschaltet werden, dass sie die Optokoppler ansteuern.

### 4.2.11 Schnittstellenadapterkabel

Das Schnittstellenadapterkabel ZA 9919-AKx ermöglicht die Einbindung von



max. 4 Messwerten eines beliebigen Fremdgerätes mit serieller Schnittstelle (RS232, TTL o.ä.) in die Messwerterfassung des ALMEMO® Gerätes. Zur Isolierung sind Optokoppler vorgesehen. Im ALMEMO® Stecker ist ein eigener Mikrokontroller untergebracht, der mit dem Protokoll des Fremdgerätes programmiert sein muss. Für diese Programmierung fallen einmalige Softwarekosten an. Es können auch mehrere dieser Adapter an einem Gerät eingesetzt werden.

**Bereich:** DIGI

#### Technische Daten:

Anzeigeumfang	65000 Digit
Schnittstelle	asynchron 7/ 8bit Daten, 1/2 Stoppbit, galv. getrennt

## 5. ALMEMO® Ausgangsmodule

Ein modernes Messgerät muss mit seiner Umgebung in Verbindung treten können, d.h. seine Messdaten an analoge oder digitale Peripheriegeräte übergeben, Befehle von einem Rechner ausführen, Alarm auslösen oder auch auf Schaltimpulse reagieren. Um alle Möglichkeiten zu erfüllen, aber den Hardwareaufwand zu minimieren, wurden alle nötigen Interfaces in ALMEMO® Ausgangsstecker oder -module eingebaut. Dieses Konzept lässt dem Anwender bei der digitalen Datenübertragung je nach Aufgabe die freie Wahl zwischen USB-, RS232-, RS422-, oder Current-Loop-Schnittstelle, sowie Drahtverbindung, Lichtwellenleiter oder Funk. Zum Anschluss der Module haben fast alle ALMEMO® Geräte die zwei Ausgangsbuchsen A1 und A2, die zusätzlich auch noch eine digitale Vernetzung der Geräte erlauben. Die Ausgangsmodule werden wie die Fühler automatisch erkannt, sodass standardmäßig keine Programmierung erforderlich ist.

### 5.1 Analoge und digitale Ausgangsmodule

Zur Analogausgabe geben die meisten ALMEMO® Geräte auf den Buchsen A1 und A2 ein PWM-Signal aus. Dazu gibt es Analogausgangskabel oder -module, die das Digitalsignal in Analogwerte 0-2V, 0-10V, 0-20mA umsetzen. Für die neuen V6-Geräte wurden auch neue Ausgangsmodule RTA3, RTA4 und RTA5 geschaffen, die eigene DA-Wandler aufweisen, sodass auch mehrere Analogausgänge bereitgestellt werden können. Zum Teil ist es jetzt auch möglich, je nach Anwendung den Ausgangstyp auf 0-10V oder 0-20mA umzuschalten. Die neuen Module enthalten bis zu 10 Interfaceelemente, neben den Analogausgängen auch Relais und Triggereingänge. Alle sind in ihrer Funktion jetzt einzeln konfigurierbar.

#### 5.1.1 Analogausgangskabel

Zur Messwertregistrierung mit einem Schreiber o.ä. kann an die Buchse A1 oder A2 das Analogausgangsmodul ZA 1601-RK angesteckt werden. Im Stecker ist ein Wandler eingebaut, der das PWM-Signal vom Messgerät in eine Spannung (-1.25...+2.0 V) umsetzt, die dem linearisierten Messwert des angewählten Kanals entspricht. Die Ausgangsspannung entspricht 0.1 mV/Digit. Wenn eine hohe Ansprechgeschwindigkeit erreicht werden soll, so ist eine höhere Wandlungsrate einzustellen.

Während einer zyklischen Messstellenabfrage behält der Analogausgang den letzten Wert des angewählten Kanals. Bei Fühlerbruch geht die Ausgangsspannung auf Null. Das Ausgangssignal ist über Analoganfang und -ende beliebig skalierbar (s. 6.10.7), wenn der Umfang mehr als 100 Digit beträgt (z.B. 0-2V für -30.0 bis 120.0°C). Bei echten Doppelfühlern oder kontinuierlicher Messstellenabfrage können bei den Handgeräten an den beiden Buchsen A1 und A2 zwei Analogausgangsmodule betrieben und zwei verschiedene Kanäle ausgegeben werden. Normalerweise ist dies der 1.Kanal und der angewählte Messkanal in einem Fühler. Statt des Messkanals kann auch ein beliebiger anderer Kanal programmiert werden (s. 6.10.7).

**Technische Daten:**

Ausgangsspannung: -1.250 ... 2.000 V nicht galv. getrennt  
 Steigung: 0.1 mV/Digit  
 Restwelligkeit: < 2 Digit  
 Bürde: > 100kΩ  
 Genauigkeit: ± 0.1% ± 6 Digit, Drift: 1 Digit / K  
 Zeitkonstante: 100 ms  
 Stromverbrauch: ca. 3 mA

**5.1.2 Relais-Trigger-Kabel und Relais-Adapter**

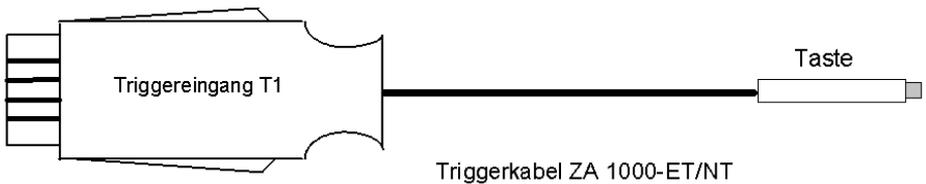
Für Alarmmeldungen bei Grenzwertüberschreitungen (s. 6.3.9) und zum Ansteuern von Peripheriegeräten (s. 6.10.8) gibt es Kabel mit eingebauten Halbleiterrelais, zur Fernsteuerung der Geräte (s. 6.6.4) gibt es Triggerkabel und die Kombination von beiden. Bei V5-Ausgangskabeln ist nur bei den reinen Triggerkabeln die Triggerfunktion programmierbar (s. 6.6.4, 6.10.9), bei den Relaiskabeln ist nur eine Funktion für alle Relais einstellbar, der Triggereingang hat in dem Fall nur die Funktion Start/Stop.

**V5-Ausgangskabel:**

- ZA 1000-ET Triggerkabel mit einer Taste,
- ZA 1000-NT Nullsetzkabel mit einer Taste,
- ZA 1000-EK Triggerkabel für elektr. Signale mit 2 Bananensteckern,
- ZA 1000-GK Alarm-Relaiskabel mit 1 Relais und 2 Bananensteckern\*
- ZA 1000-EGK Trigger-/Relaiskabel mit 1 Triggereingang für 1 Kontakt oder elektr. Signale und 2 Relais, grenzwertgesteuert vom Gerät
- ZA 1000-EAK Trigger-/Relaiskabel mit 1 Triggereingang für 1 Kontakt oder elektr. Signale und 2 Relais, gesteuert vom PC

**Triggerkabel**

Buchse A2

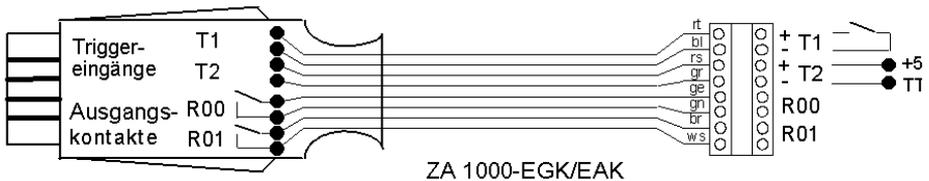


5

**Trigger-/Relaiskabel**

Buchse A2

Trigger- und Relaiskabel



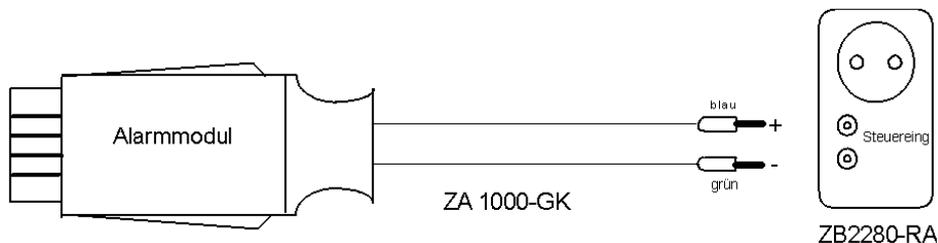
V5-Trigger-/Relaiskabel unterstützen nur **einen Triggereingang**. Er kann aber wahlweise über den Anschluss **T1** von einem potentialfreien **Kontakt**, oder

über **T2** von einem elektrischen **Signal** angesteuert werden. Dieses kann eine Spannung von 4 bis 30V DC sein, die einen Optokoppler treiben muss (Bei TT-L-Signalen in negativer Logik ansteuern, T2+ an 5V, T2- an Ausgang).

Bei dem Alarmkabel ZA1000-EGK sprechen die Relaiskontakte R00 und R01 getrennt auf Grenzwertüberschreitungen Max und Min an. Die Varianten der Relaisansteuerung sind bei allen Ausgangsmodulen programmierbar (s. 6.10.9).

## Relais-Adapter

Zum Schalten von netzbetriebenen Geräten ist der Relaisadapter ZB 2280-RA gedacht. Er wird einfach zwischen Steckdose und Alarmgerät gesteckt und von einem Relais-Kabel (ZA1000-GK) angesteuert, d.h. bei Alarm eingeschaltet.



### Technische Daten:

Steuereingang: Für Optokopplerausgang oder Schaltkontakt  $R < 10 \text{ k}\Omega$   
 Schaltrelais: Mechanisches Relais, Belastbarkeit: 250 V, 6A  
 Ruhezustand: AUS, Alarmzustand: EIN

## V6-Ausgangskabel:

V6-Trigger-/Relaiskabeln haben generell **zwei eigenständige Triggereingänge**. Sie können beide getrennt auch mit Makros programmiert werden (s. 6.6.4) und die Relais sind alle einzeln konfigurierbar (6.10.9), z.B. invers oder PC-gesteuert. Für V6-Geräte ist es aber auch möglich, die oben aufgeführten V5-Kabel auf V6-Funktionalität mit der AMR-Control umzuprogrammieren.

- ZA 1006-EK2 Triggerkabel mit 2 Triggereingängen für 2 Kontakte oder 2 elektr. Signale (s.o.)
- ZA 1006-ETG Trigger-/Relaiskabel mit 2 Triggereingängen nur für 2 Kontakte und 2 Relais, grenzwertgesteuert vom Gerät
- ZA 1006-EKG Trigger-/Relaiskabel mit 2 Triggereingängen nur für 2 elektr. Signale (s.o.) und 2 Relais, grenzwertgesteuert vom Gerät
- ZA 1006-GK Alarm-Relaiskabel mit 1 Relais und 2 Bananensteckern

### Technische Daten für alle Trigger-/Relaiskabel:

#### Triggereingänge:

Kontakt: nicht galv. getr. für potentialfreien Schaltkontakt,  $R_i > 50 \text{ k}\Omega$   
 Elektr. Signal: Optokoppler: 4...30 V DC, Eingangsstrom: 2mA

#### Ausgangsrelais:

Halbleiterrelais  $1\Omega$  ohne Polarität,  
 Belastbarkeit: 50 V, 500 mA

Stromverbrauch: 3mA

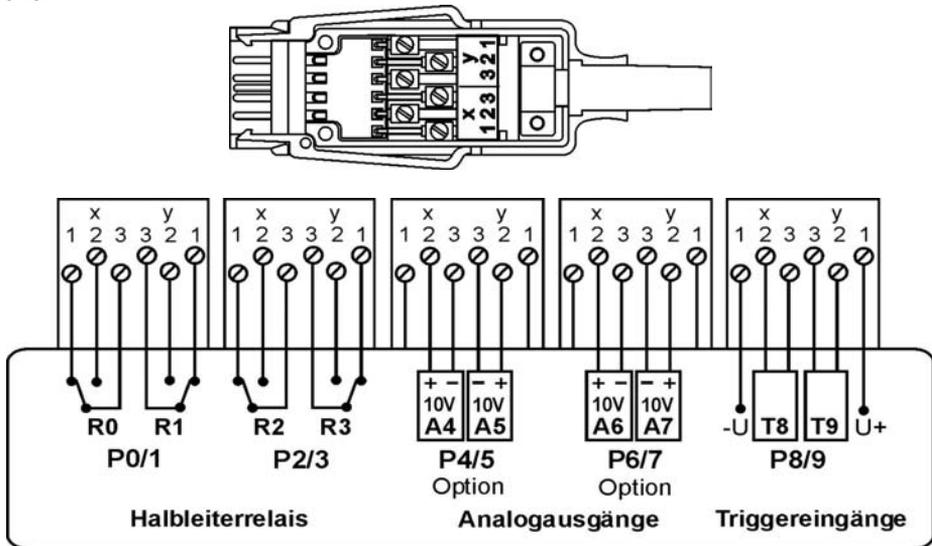
### 5.1.3 Relais-Trigger-Analog-Adapter

Für V6-Geräte sind 3 verschiedene Relais-Trigger-Analog-Adapter verfügbar:

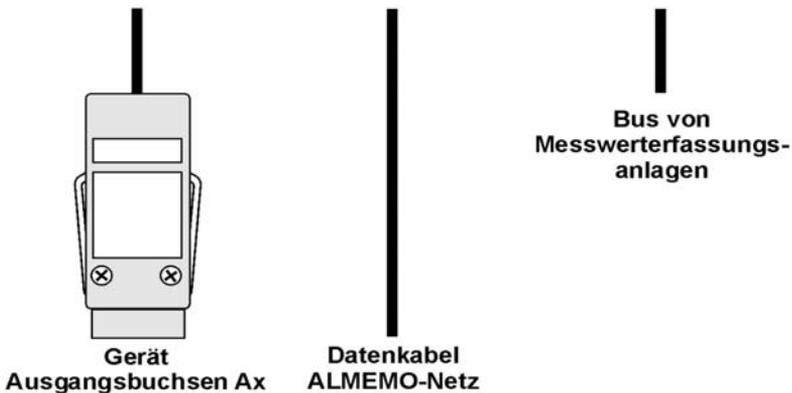
1. das ansteckbare Ausgangsmodul ZA 8006-RTA3 für alle Geräte,
2. der Einschub ES 5690-RTA5 für alle Messwerterfassungsanlagen 5690,
3. das autarke Interfacemodul ZA 8006-RTA4 im ALMEMO® Netz

Alle verfügen über max. 10 Interfacelemente (Halbleiterrelais, Analogausgänge und Triggereingänge). Diese sogenannten Ports sind einzeln adressier- und konfigurierbar (s. 6.10.9.2). Die Ansteuerung der Ausgangsrelais über die Schnittstelle ist in 6.10.10 beschrieben, die Ansteuerung der Analogausgänge in 6.10.7.

Angeschlossen werden alle Elemente über orangene ALMEMO® Klemmstecker.



**ZA 8006-RTA3    ZA 8006-RTA4    ES 8006-RTA5**



Die genaue Bestückung, die Konfiguration und der Zustand der Module wird entweder durch die Darstellung auf dem Grafikdisplay oder durch Abfrage über die Schnittstelle ersichtlich (s. 6.10.9.2). Genauere Angaben finden Sie in den einzelnen Anleitungen.

### Technische Daten

<b>Relais:</b>	Halbleiterrelais 1 Ohm, Belastbarkeit: 50V, 0.5A
<b>Triggereingänge:</b>	Optokoppler 4..30V, Eingangsstrom 2mA
<b>Analogausgänge:</b>	Doppelanalogausgang galv. getrennt, max. 50V wahlweise (programmierbar)
OA 8006-R02	-4.00 V ...+10.0 V    0.5 mV/Digit    Bürde > 100k $\Omega$ 0.0 mA ...+20.0 mA    1 $\mu$ A/Digit    Bürde < 500 $\Omega$
Genauigkeit:	$\pm 0.1\%$ v.Ew.
Temperaturdrift:	10 ppm / K
Zeitkonstante:	100us

## 5.2 Schnittstellenmodule

Zur Datenübertragung von einem ALMEMO® Gerät zum Rechner bzw. an ein Peripheriegerät gibt es diverse Schnittstellenkabel/-module, die das jeweils nötige Interface im Stecker eingebaut haben.

**ZA 1919-DKU:** USB-Schnittstelle galv. getrennt für Computeranschluss

**ZA 1909-DK5:** RS232-Schnittstelle galv. getrennt für Drucker- oder Computeranschluss über DSUB-Buchse.

**ZA 1909-DKL:** RS232-Schnittstelle in Lichtwellenleiterausführung für Drucker- oder Computeranschluss über DSUB-Buchse.

**ZA 1945-DK:** Ethernet-Schnittstelle zum direkten Anschluss eines ALMEMO® Gerätes an Ethernet (PC-Netz) über RJ45-Buchse

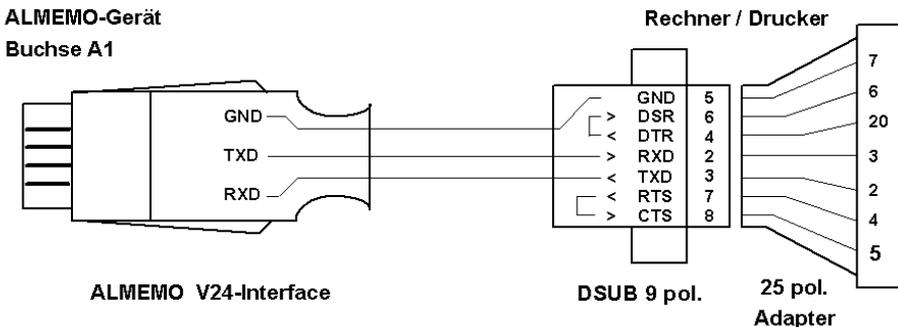
**ZA17x9-BTx:** Bluetoothmodule Klasse 1 und 2 für USB und RS232 (s. 5.3.4)

Die Schnittstellenkabel werden an die Ausgangsbuchse A1 angesteckt und vom Messgerät vollautomatisch erkannt, da in den Anschlusssteckern wieder alle Übertragungsparameter gespeichert sind. Der Anwender kann mit verschiedenen Kabeln mehrere Peripheriegeräte, wie Drucker, Terminal oder Computer mit unterschiedlichen Parametern wechselweise an ein Messgerät anschließen, ohne irgendeine Einstellung vornehmen zu müssen. Zur Vernetzung mehrerer ALMEMO® Geräte gibt es zusätzliche Netzkabel oder für große Entfernungen RS422-Netztreiber und Netzverteiler.

### 5.2.1 RS232-Datenkabel

Rechner mit 9pol. Stecker werden über das galv. getrennte Schnittstellenkabel ZA 1909-DK5 direkt an das Messgerät angeschlossen. Bei Geräten mit 25pol. Stecker oder Buchse (Drucker) ist ein entsprechender Adapter dazwischenschalten. Der Stromverbrauch liegt bei 1 mA, die maximale Baudrate bei 115.2 kbd. Der Hardware-Handshake wird nicht mehr unterstützt, nur XON-XOFF.

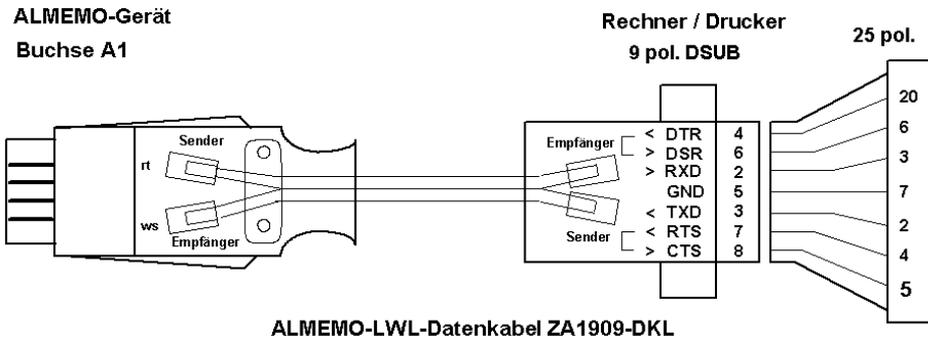
#### Schaltung des RS232- Schnittstellenkabels ZA 1909-DK5:



## 5.2.2 RS232-Datenkabel mit Lichtwellenleiter

Die Übertragung digitaler Daten über Lichtwellenleiter (LWL) bietet eine Reihe wichtiger Vorteile gegenüber der drahtgebundenen Übertragung. Es gibt keinerlei EMV-Probleme, da elektrische oder magnetische Felder die Verkabelung nicht beeinflussen, d.h. auch in einer störverseuchten industriellen Umgebung ist eine sichere Datenübertragung möglich. Durch die absolute galvanische Trennung der einzelnen Geräte können auch größere Potentialdifferenzen überbrückt werden. Es wird sogar ein weitgehender Blitzschutz erreicht.

Kompatibel zum RS232-Datenkabel ZA 1909-DK5 gibt es das LWL-Datenkabel ZA 1909-DKL. Mit diesem Kabel ist eine Übertragung über eine Länge von bis zu 50 m bei einer Baudrate bis zu 115.2 kbd möglich (soweit dies die Geräte erlauben), der Hardware-Handshake wird ebenfalls nicht unterstützt.



## 5.2.3 Datenübertragung per Modem

Zur Fernabfrage und Fernkonfiguration von ALMEMO® Geräten im Bereich des Telefon-Festnetzes finden sich in unserem Lieferprogramm fertig konfigurierte Modems sowohl für analoge als auch für digitale Anschlüsse (ISDN). Im Sinne der Kompatibilität empfiehlt es sich, jeweils Pärchen einzusetzen. Dabei muss beachtet werden, dass das analoge Modem für den Einsatz beim ALMEMO® Gerät (ZA1709-MK) ein anderes Setup hat als das Modem auf der PC-Seite (ZB1709-M).

Für Anwendungen abseits des Telefon-Festnetzes steht das GSM-Mobilfunkmodem ZA1709-GSM zur Verfügung. Für den Betrieb ist ein Mobilfunk-Datenvertrag im D1-Netz erforderlich, den man über uns oder über andere Anbieter abschließen kann. Als Gegenstück auf der PC-Seite wird in diesem Fall ein analoges Modem (ZB1709-M) verwendet.

Beim Anschluss des ALMEMO® Gerätes muss zwischen Datenkabel und Modem unbedingt der mitgelieferte zusätzliche Adapter ZA1709-AS zwischengeschaltet werden. Er tauscht nochmal die Datenleitungen und schaltet die Kommunikation während der Initialisierungsphase ab. U. U. ist ein weiterer Adapter von 9-poligem auf 25-poligen DSUB-Stecker erforderlich.



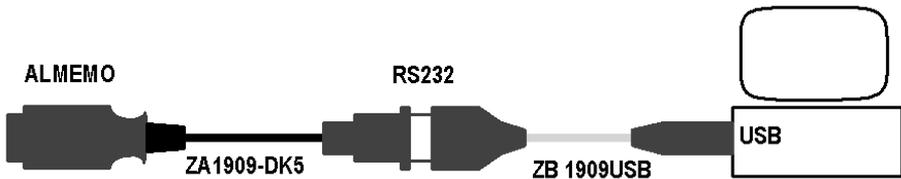
Eigene Modems können evtl. unter Verwendung des o. g. Adapters verwendet werden, aufgrund der Vielfalt der am Markt erhältlichen Typen ist es aber unmöglich, Unterstützung bei der Konfiguration und Inbetriebnahme zu geben.

### 5.2.6 USB-ALMEMO® Datenkabel

Viele Computer weisen heute keine RS232-Schnittstellen mehr, sondern nur noch USB-Schnittstellen auf. Zum Anschluss der ALMEMO® Messgeräte gibt es dafür 2 Möglichkeiten:

#### 1. Konverter von USB auf RS232 und ALMEMO® Datenkabel

Der Konverter ZB 1909-USB wird einfach als Adapter in eine USB-Buchse des Rechners gesteckt und an den DSUB-Stecker kann dann jedes ALMEMO® Datenkabel oder jeder Netzwerktreiber angeschlossen werden. Zum Betrieb muss ein Windows-Treiber auf der beiliegenden CD wie üblich installiert werden, um eine virtuelle zusätzliche COM-Schnittstelle einzurichten. Diese kann in allen Programmen mit allen Baudraten uneingeschränkt verwendet werden.



#### 2. USB-ALMEMO® Datenkabel

Das USB-Datenkabel ZA 1919-DKU enthält ebenfalls einen Konverter von USB auf RS232. Eine Installationsanleitung und den nötigen Windows-Treiber für die virtuelle COM-Schnittstelle findet man auf der CD AMR-Control. Vorteil dieser Methode ist neben der handlichen Kabelauführung, dass sich das Gerät mit ALMEMO® Signatur meldet und auch Baudraten über 115 kBd unterstützt. Nachteil ist, dass das Kabel praktisch nicht verlängert werden kann und auch nicht für Netzwerktreiber verwendbar ist.

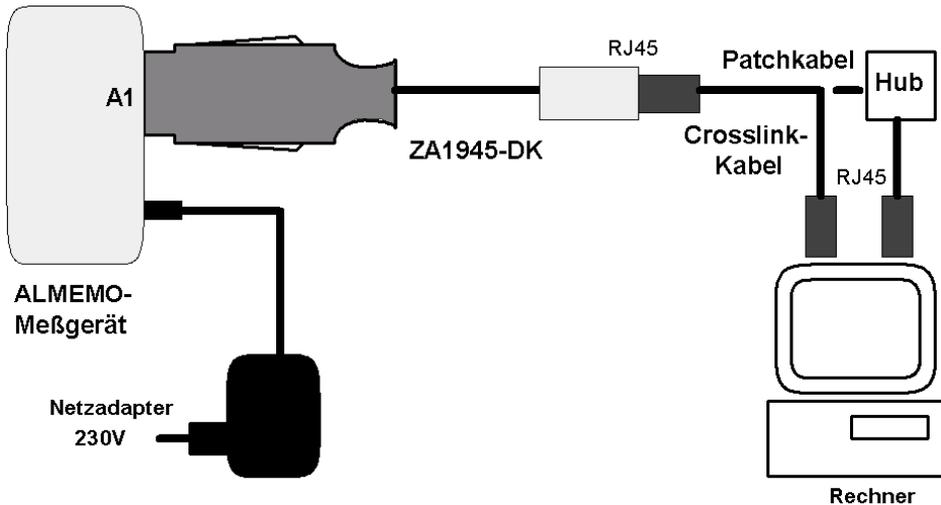


## 5.2.7 Ethernet ALMEMO® Datenkabel

Das Ethernet-ALMEMO® Datenkabel ZA 1945-DK ermöglicht es, praktisch jedes ALMEMO® Messgerät direkt an ein Ethernet-PC-Netz anzuschließen. Auf diese Weise ist sogar eine Anbindung an das Internet möglich. An die RJ45 (10/100BASE-T) Steckbuchse wird der PC mit einem Cross-Link-Kabel, ein Switch oder Hub mit einem Patch-Kabel angeschlossen.

Die Inbetriebnahme und ein Terminalbetrieb ist jetzt auch mit der kostenlosen Software AMR-Control (ab Version 5.0) möglich.

Die Einbindung eines Ethernet-Moduls in die Messwerterfassung ist bei der Software Win-Control ab V.6.x serienmäßig.



### Einstellen der IP-Adresse

Das Ethernet-Datenkabel wird mit der voreingestellten IP-Adresse 0.0.0.0 ausgeliefert. Mit dieser Einstellung ist es möglich mit einem DHCP-Server Verbindung herzustellen. Der DHCP-Server versorgt den Ethernet-Datenkabel mit einer freien IP-Adresse, einer Gateway Adresse und der Subnet-Mask.

In Netzwerken ohne DHCP-Server ist es erforderlich in dem Ethernet-Datenkabel eine feste IP-Adresse manuell einzustellen.

Die benötigte Software XPort-Installer und die Anleitung dazu sind auf der AMR-CD im Verzeichnis Zubehör/Ethernet/XPort-Installer zu finden.

### Kontroll-LED's

Zur Kontrolle der Ethernet-Verbindung sind zusätzlich 2 LED's vorhanden (Rev. R2):

Linke LED:	Verbindung	Rechte LED:	Datenübertragung
Aus:	keine	Aus:	keine
Orange:	10 MHz	Orange:	Halb-Duplex
Grün:	100 MHz	Grün:	Voll-Duplex

**Technische Daten** (Rev. R2)

<b>Ethernet:</b>	Anschlußbuchse RJ45 (10/100BASE-T) Umschaltung automatisch 10/100 MHz
<b>ALMEMO®:</b>	ALMEMO® Stecker für Buchse A1, Baudrate: Standard 9600 Bd, max. 230.4 kBd (Änderung über XPort-Installer und Browser)
<b>Stromversorgung:</b>	12V DC über Meßgerät (entspr. Netzteil empfohlen)
<b>Stromverbrauch:</b>	ca. 110 mA (10 MHz), ca. 95 mA (100 MHz)

**Produktübersicht:**

Ethernet-Datenkabel RJ45-Buchse auf ALMEMO® Stecker	Bestell-Nr. ZA 1945-DK
Ethernet-Netzwerktreiber RJ45-Buchse auf RS422 4-Draht s. 5.3.3.5	ZA 5045-AK
Patchkabel RJ45 Stecker/Stecker 2m K2	ZB 1904-P-

**5.3 Vernetzung von Messgeräten**

Dezentrale Messwerterfassung ist heute ein Schlagwort, das mit ALMEMO® Geräten konsequent realisiert wird. Die Messdaten werden vor Ort mit kurzen Fühlerleitungen und kleinen modularen Messgeräten erfasst, die wiederum über störsichere Digitalleitungen vernetzt sind und so zentral von einem Rechner ausgewertet werden. Dieses Konzept minimiert sowohl den Verdrahtungsaufwand als auch EMV-Probleme. Der Einsatz an Gerätetechnik lässt sich ganz flexibel an die jeweilige Messaufgabe anpassen.

Alle ALMEMO® Geräte sind adressierbar, arbeiten mit dem gleichen Protokoll und sind damit voll netzwerkfähig. Es ist sogar ein kleiner Verteiler eingebaut, sodass an jedes Gerät mit einem konfektionierten Netzwerkkabel ein weiteres angesteckt werden kann. Auf diese Weise sind maximal 100 Geräte an eine serielle Schnittstelle eines Rechners anschließbar. Alternativ können ebenso einfach störsichere Lichtwellenleiterkabel eingesetzt werden. Bei Installationen über größere Entfernungen verwendet man dagegen besser eine Übertragung mit RS422-Interfaces. Dafür gibt es eigene Treiber und galv. getrennte Verteiler für jedes Gerät. Das Protokoll ist kein komplexes 7-Schichten-Modell, sondern beruht auf einer einfachen ASCII-Kommunikation, sodass man sogar über jedes Terminal von jedem Messgerät die Daten im Klartext abrufen kann. Eine Datenflusskontrolle ist nur noch durch Software-Handshake (XON/XOFF) möglich. Selbstverständlich gibt es auch Softwarepakete, die die Messstellenabfrage im Netzwerk automatisieren, die Messdaten graphisch darstellen und auswerten. Vor jedem Netzwerkbetrieb müssen alle Messgeräte auf unterschiedliche Geräteadressen eingestellt werden. Bei Anzeigegeräten geschieht dies über die Tastatur, bei Transmittern und Einschüben über Kodierschalter (s. Geräteanleitung). Die Anordnung der Geräte und die Reihenfolge der Adressen ist prinzipiell beliebig, aber es dürfen keine Lücken vorhanden sein.



Im Netzwerkbetrieb sollten nur aufeinanderfolgende Adressen zwischen 01 und 99 eingegeben werden, damit das Gerät 00 bei einer Stromunterbrechung nicht ungerechtfertigt adressiert wird.



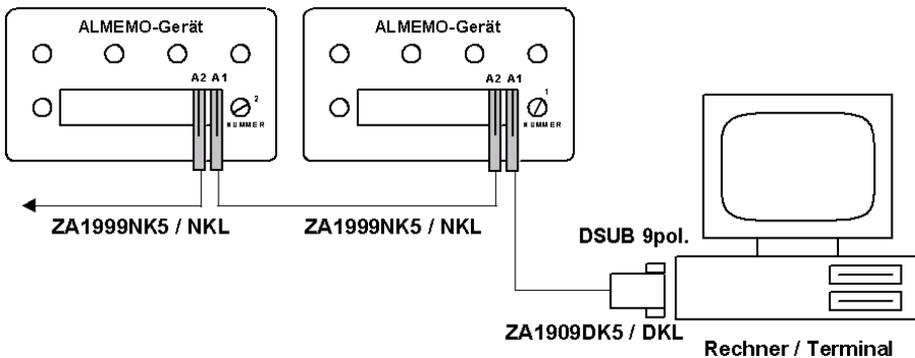
Bei der Verwendung von indirekten Verbindungen, wie Ethernet, Modem, Funk, bei denen die Zeichen in ein Protokoll verpackt werden, können erhebliche **Signalverzögerungen** auftreten. Diese sind abhängig von der Auslastung eines Netzes oder der Qualität z.B. einer Funkverbindung. Besonders lange Laufzeiten können bei den Bluetooth-"Netzwerkkabeln" auftreten, weil sich durch die Kaskadierung hintereinander und den Vor- und Rücklauf die Zeiten multiplizieren. Um in solchen Fällen Datenkollisionen zu vermeiden, weil Antworten von verschiedenen Geräten gleichzeitig zum Empfänger gelangen können, müssen bei der Geräteumschaltung entsprechende Zeitverzögerungen vorgesehen werden. Bei der Datenerfassungssoftware WinControl dient dazu der Parameter **Umschaltverzögerung**.

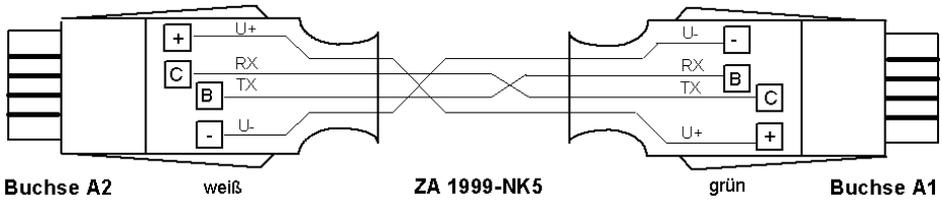
### 5.3.1 Netzwerkkabel

Eine RS232-Schnittstelle **ZA1909-DK5** **oder eine Ethernet-Schnittstelle ZA1945DK**, die an der Buchse A1 des ALMEMO® Messgerätes steckt, kann mit Netzwerkinterfacekabeln (ZA1999NK5) an Buchse A2 kaskadiert werden, sodass an das erste Messgerät bis zu 99 weitere ALMEMO® Geräte angeschlossen werden können. Die Befehle an das erste Gerät werden gepuffert auch an alle anderen übertragen, die Antworten von diesen sind andererseits ODER-verknüpft und erscheinen daher auch am Ausgang des ersten Gerätes.

- Vorteile:
1. Geräte sind einfach und schnell zusammensteckbar
  2. geringer Stromverbrauch ohne zusätzliche Stromversorgung

- Nachteile:
1. Bei Stromausfall des Messgerätes wird das Netz unterbrochen
  2. Buchse A2 wird benötigt und belegt





Das Netzwerkabel ZA1999NK5 kann auch aus 2 einzelnen Steckern und einem vieradrigen Kabel bis zu 50 m Länge selbst hergestellt werden.

### 5.3.2 Netzwerkabel mit Lichtwellenleiter

Das Netzwerkabel ist auch in Lichtwellenleitertechnik als ZA 1999-NKL erhältlich. Es besteht aus zwei ALMEMO® LWL-Wandlern ZA 1999-FSL und 1.5m Duplex-Kunststoff-Lichtwellenleiter-Kabel. Das LWL-Kabel kann Längen bis zu 50m aufweisen und die Wandler können problemlos selbst angeschlossen werden. Die Stromversorgung erfolgt über die angeschlossenen Geräte.

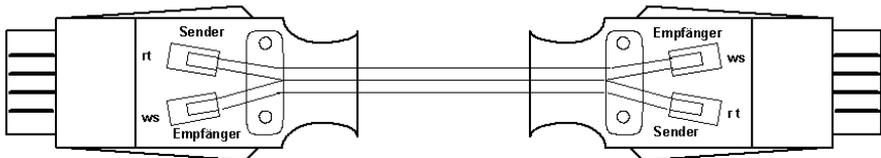
ALMEMO-Gerät 1

ALMEMO-Gerät 2

Buchse A2

Netzwerkabel ZA1999-NKL

Buchse A1



ALMEMO-LWL-Wandler ZA1999-FSL

ALMEMO-LWL-Wandler ZA1999-FSL

### Montage der Lichtwellenleiter

Zur Konfektionierung eines Datenkabels wird das Lichtwellenleiter-Kabel mit einem scharfen Messer möglichst rechtwinklig auf die gewünschte Länge zugeschnitten (keinen Seitenschneider verwenden). Dann wird die Doppelleitung an beiden Enden auf einer Länge von 1 bis 2 cm in Einzeladern aufgetrennt. Bei den ALMEMO® Wandlern werden die beiden Adern nach Abnehmen des Deckels in die beiden Photoelemente eingesteckt und mit der Zugentlastung gesichert. Beim Anschluss des zweiten Wandlers ist darauf zu achten, dass die Adern jeweils vom Sender zum Empfänger geführt werden. Da die Übertragung der Daten mit sichtbarem roten Licht erfolgt, kann die Sendeader bei Datenfluss leicht identifiziert werden.

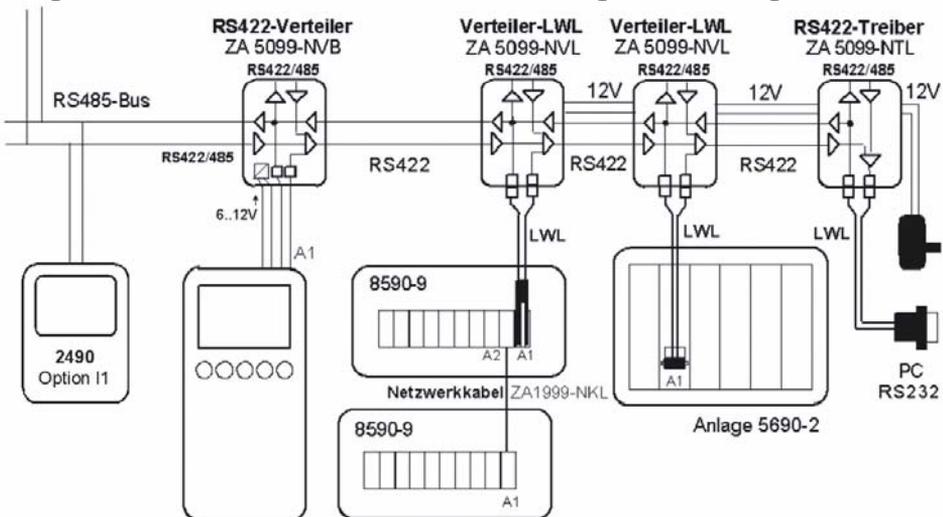
### 5.3.3 Datenübertragung über RS422-Schnittstelle

Wenn Messgeräte wesentlich weiter als 50m auseinanderliegen oder eine sternförmige Verdrahtung nicht zu vermeiden ist, sollte die Datenübertragung mit RS422-Interfaces erfolgen. Bei der RS422-Schnittstelle werden die seriellen Daten nicht wie bei der RS232 massebezogen sondern als Spannungsdifferenz übertragen und ausgewertet. Dadurch werden Gleichtaktstörungen auf der Übertragungsleitung weitgehend unterdrückt, sodass Leitungslängen von über 1000 m realisierbar sind. Das RS232-Signal kann einfach in ein RS422-Signal oder ein LWL-Signal umgewandelt werden und umgekehrt.

Zur Vernetzung bietet das ALMEMO® System zwei Netzverteiler an, die die Befehle vom Computer an alle Geräte gleichzeitig übermitteln und dann nur die Antwort des adressierten Gerätes zurücksenden. Die Netzverteiler sind generell über RS422-Interfaces verbunden und können damit weite Strecken überbrücken.

Die Anschlussleitung zum Messgerät besteht beim **Netzverteiler ZA 5099-NVL** aus einem **Lichtwellenleiter** und bietet damit eine hohe Störsicherheit. Die Verbindung der Verteiler muss in diesem Fall über 6- bzw 8adrige RS422-Datenkabel erfolgen: 4Adern Datenleitung und 2 Adern Stromversorgung mit einem zentralen Netzteil; bei größeren Kabellängen 2 x 2 Adern Stromversorgung doppelt geführt (Reduzierung des Spannungsabfalls).

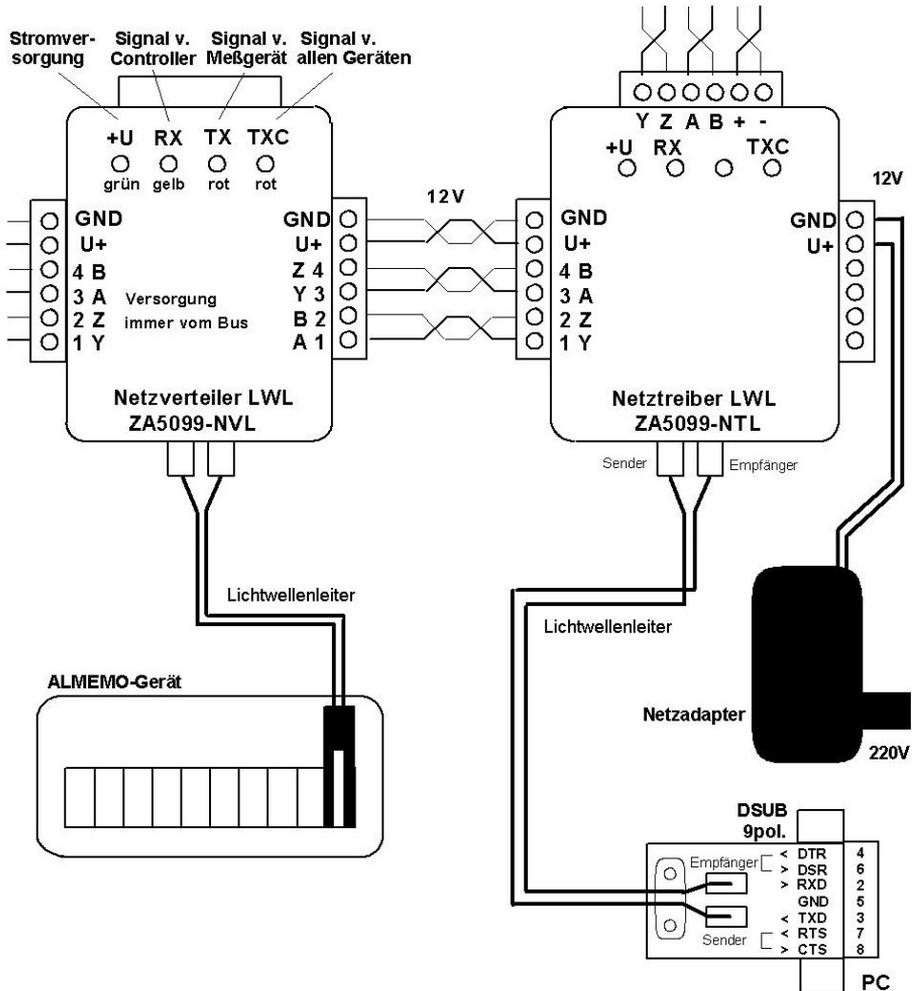
Bei Verwendung der drahtgebundenen **Netzverteiler ZA 5099-NVB** wird der Verteiler galv. getrennt über DC/DC-Wandler vom Gerät versorgt. Zur Verbindung der Verteiler reicht in diesem Fall eine 4-adrige Datenleitung.



Als **Treiber** für das RS422-Netzwerk gibt es einmal den einfachen aufsteckbaren Wandler ZA 5099-AS von RS232 auf RS422 ohne galv. Trennung. Für eine optimale Trennung vom Computer wird jedoch auch hier der **Treiber ZA 5099-NTL** mit Lichtwellenleiter empfohlen. Zum Anschluss an Ethernet (PC-Netz) wird der **Ethernet-Netzwerktreiber ZA5045AK** verwendet.

### 5.3.3.1 Netztreiber RS232-RS422/485 mit Lichtwellenleiter

Zum Schutz des Rechners vor Überspannungen im Netz bzw. um Einkopplungen von Störspannungen zu minimieren, wird der Netztreiber ZA 5099-NTL mit Lichtwellenleiter empfohlen. Er besteht aus einem RS232-LWL-Wandler, 1,5m LWL-Kabel und RS422/485-Bustreibern. Die RS232-COM-Schnittstelle des Rechners ist damit vom Netz vollständig galvanisch entkoppelt. Die Verdrahtung von Treiber zu Verteiler erfolgt parallel (Kreuzung AB und YZ durch Anschlussanordnung). Das Netz muss mit einem 12V-Netzteil versorgt werden.

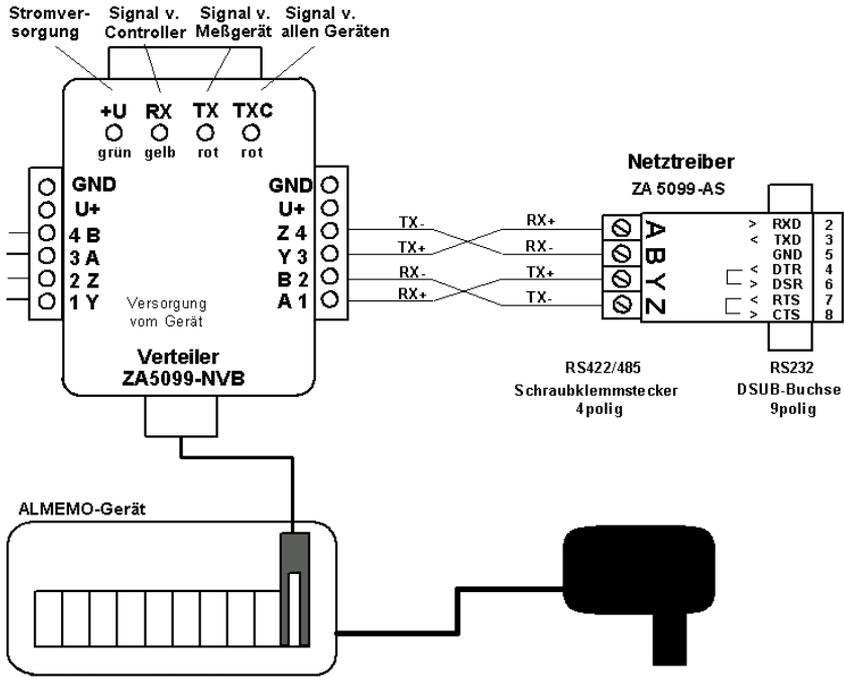


### 5.3.3.2 Netzverteiler RS422 und Geräteanschluss mit LWL

Wie im letzten Bild zu sehen, werden die ALMEMO® Geräte mit entsprechenden RS422-Netzverteilern an das Netz angeschlossen. Am störsichersten ist die Ausführung ZA 5099-NVL mit Lichtwellenleiter-Anschluss. Auch der Ausfall eines Messgerätes beeinträchtigt nicht die Funktion des Netzes. Das LWL-Kabel zum Anschluss des ALMEMO® Gerätes kann Längen bis zu 50m aufweisen. Soll die Vernetzung von einem Gerät aus sternförmig in zwei Richtungen verzweigt werden, dann kann an den zweiten Ausgang ein weiterer Zweig angeschlossen werden. Jeder RS422-Ausgang ist auch als RS485-Treiber für Transmitter mit RS485-Schnittstelle verwendbar. An einen solchen RS485-Zweig darf aber kein weiterer RS422-Abzweiger mehr angeschlossen werden! Bei den LWL-Netzverteilern sind außer den Datenleitungen noch 2 Stromversorgungsleitungen parallel zu verdrahten. Bei größeren Kabellängen 2 x 2 Adern Stromversorgung doppelt geführt. (die Kreuzung von Ein- und Ausgängen ist durch die Anschlussanordnung gewährleistet). Das 12V-Netzteil kann an jedem beliebigen Punkt im Netz angeschlossen werden, bei großen Netzen möglichst in der Mitte, um den Spannungsabfall gering zu halten. Das Aufputzgehäuse mit Befestigungsglaschen und die Schraubklemmstecker machen die Installation besonders einfach. Es können sogar mehrere Abzweiger direkt aneinander gesteckt werden. Bei längeren Leitungen sollten unbedingt paarweise verdrehte Datenkabel verwendet werden.

### 5.3.3.3 Netztreiber RS232-RS422/485 ohne galv. Trennung

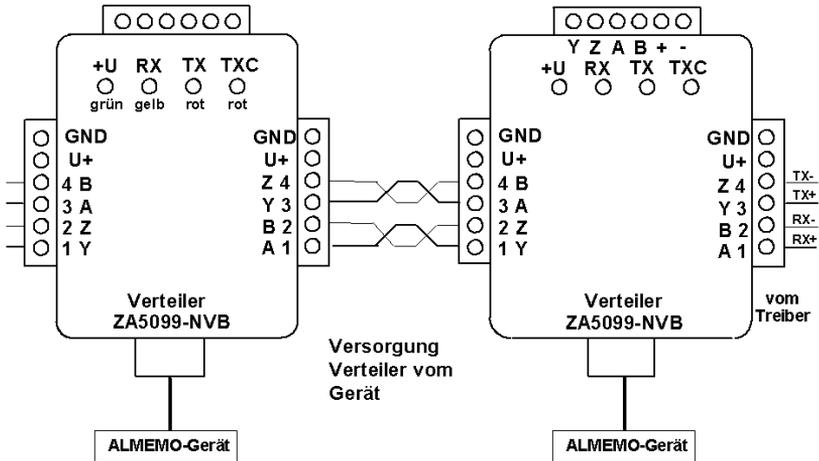
Die folgende Kombination aus Netztreiber und -verteiler kommt mit 4-adriger Verdrahtung und ohne zusätzliche Stromversorgung aus. Als RS422/485-Bustreiber wird der Adapterstecker ZA 5099-AS zum Aufstecken auf die RS232-COM-Schnittstelle eines Computers angeboten. Daran können RS422-Verteiler oder RS485-Transmitter direkt angeschlossen werden. Zwischen Bustreiber und dem ersten Gerät müssen in jedem Fall jeweils die Sendeleitungen Y,Z mit den Empfangsleitungen A,B verbunden werden und umgekehrt. Das Netz ist bei diesem Treiber galvanisch mit dem PC verbunden, die Geräte sind durch die Netzverteiler jedoch immer vom Netz isoliert.



### 5.3.3.4 Netzverteiler RS422 mit DC/DC-Wandler und Kabelanschluss

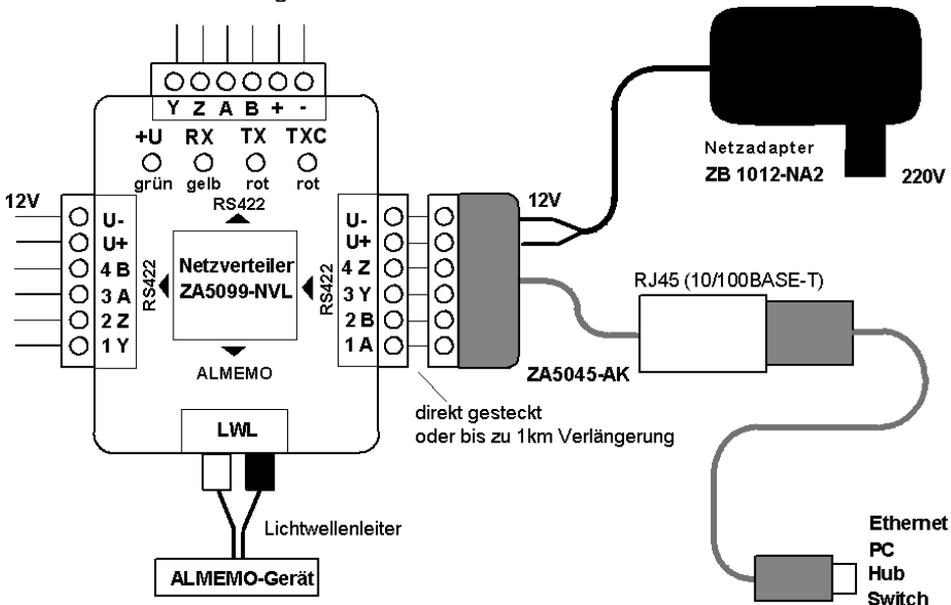
Der Netzverteiler ZA 5099-NVB hat einen Kabelanschluss zum Messgerät und einen DC/DC-Wandler zur Stromversorgung des Verteilers durch das Messgerät eingebaut. Die galv. Trennung erfolgt über Optokoppler. Zur Verbindung der Verteiler reicht deshalb eine 4-Draht-Datenleitung. Fällt aber die Stromversorgung eines Gerätes aus, dann wird u. U. das ganze Netz blockiert!

5



### 5.3.3.5 Netzwerktreiber Ethernet - RS422

Der Ethernet-Netzwerktreiber ZA 5045-AK ermöglicht es, ein ALMEMO® Netz an ein Ethernet-PC-Netz anzuschließen. Auf diese Weise ist sogar eine Anbindung an das Internet möglich. Dieses Adapterkabel ZA 5045-AK ersetzt zusammen mit dem Netzverteiler ZA5099-NVL den bisherigen Ethernet-Netzverteiler ZA5099-NVE, es ist aber auch einzeln erhältlich und kann so an bestehende Netze angeschlossen werden. Vorteil dieser Ausführung ist, daß zwischen dem Ethernet-Adapterkabel und dem Netzverteiler problemlos ein Verlängerungskabel eingesetzt werden kann, wenn das erste Meßgerät in größerer Entfernung vom Ethernet-Anschluß steht. An die RJ45 (10/100BASE-T) Steckbuchse wird der PC mit einem Cross-Link-Kabel, ein Switch oder Hub mit einem Patch-Kabel angeschlossen.



Das Einstellen der IP-Adresse, die Bedeutung der beiden LED's und die erforderliche Software ist bereits in Kap. 5.2.7 beschrieben.

#### Technische Daten:

- Ethernet:** Anschlußbuchse RJ45 (10/100BASE-T)  
Umschaltung automatisch 10/100 MHz
- RS422:** 6 pol. Schraubklemmstecker,  
4-Draht TX+, TX-, RX+, RX- u. Versorgung +12V, -12V  
Leitungslänge zwischen Treiber u. Verteiler: max. 1km  
Baudrate: max. 115.2 kbd
- Stromversorgung:** 12V DC über Meßgerät (entspr. Netzteil empfohlen)
- Stromverbrauch:** ca. 110 mA (10 MHz), ca. 95 mA (100 MHz)

### 5.3.3.6 Anschluss von Geräten mit RS485-Schnittstelle

Die RS485-Schnittstelle ist eine busfähige RS422-Schnittstelle, sodass bis zu 32 Geräte parallel ohne zusätzliche Verteiler vernetzt werden können. Bei den Transmittern ALMEMO® 8390-1/2 und den neuen Geräten ALMEMO® 2450 und 2490 ist optional eine RS485-Schnittstelle erhältlich. Sie können direkt an jeden RS422-Ausgang der Verteiler angeschlossen werden, daran aber keine weiteren RS422-Verteiler.

### 5.3.3.7 Inbetriebnahme eines Netzes

Nach der Verdrahtung der Netztreiber und aller Verteiler und dem Anschluss der Messgeräte ist nochmal zu prüfen, ob alle Messgeräte oder Messmodule eine lückenlose Folge verschiedener Adressen aufweisen. Dann können die Messgeräte eingeschaltet und die Versorgungsspannung für die Netzverteiler angelegt werden. Die Funktionsbereitschaft der Verteiler kann durch die eingebauten Leuchtdioden kontrolliert werden. Zunächst sollte geprüft werden, ob in allen Verteilern die grüne LED 'U' leuchtet und damit anzeigt, dass die Stromversorgung in Ordnung ist.

Solange keine Daten übertragen werden, darf keine von den übrigen LED's leuchten. Ist dies doch der Fall, dann sind Adern vertauscht oder kurzgeschlossen. Die Verdrahtung in dem Zweig der fehlerhaften Verteiler ist dann nochmals zu überprüfen.

Der eigentliche Netzwerktest erfolgt mit einer Netzwerksoftware, der AMR-Control oder successive durch einzelne Adressierung der Geräte mit einem Terminal. Die Software arbeitet nach dem gleichen Verfahren und zeigt dann an, welche Geräte mit welchen Adressen im Netz gefunden wurden.

Prinzipiell müssen bei der Datenausgabe vom Controller in allen Abzweigern die gelben Leuchten 'RX' aufblitzen. Bei der Antwort dagegen leuchtet zunächst die rote LED 'TX' des adressierten Gerätes. Außerdem werden die Daten mit der LED 'TXC' in allen Verteilern sichtbar, die durchlaufen werden. Wenn nur einzelne Befehle mit dem Terminal eingegeben werden, dann ist die Verfolgung der Daten schwierig, weil die Lämpchen nur ganz kurz aufleuchten. Im Problemfall müsste eine Taste (z.B. 'X') dauernd gedrückt werden. Antworten bestimmte Geräte gar nicht, dann ist die Stromversorgung des Gerätes und die eingestellte Adresse nochmal zu überprüfen.

### 5.3.4 Bluetooth-Funkmodule

Die Datenübertragung zwischen ALMEMO® Geräten und Computer oder zwischen 2 ALMEMO® Geräten kann auch drahtlos mit Bluetooth-Funkmodulen erfolgen. Für alle möglichen Signalstrecken stehen jetzt neue Ausführungen mit bis zu 300m Reichweite (Freifeld) zur Verfügung. Standardmäßig sind alle Funkmodule, bestehend aus CPU und Slave, gepaart, d.h. sie lassen sich ohne jede Konfiguration einfach anstecken und sofort verwenden. An alle neuen CPU's können jedoch bis zu 6 zusätzliche Slaves sternförmig angeschlossen werden. Die Konfiguration erfolgt bei Geräte-CPU's einfach über die Tastatur, bei Modul-CPU's entsprechend über den PC mit der Software AMR-Control.

Die Geräteverbindungen lassen sich auch hintereinander wie Netzkabel linear kaskadieren. Alle Netzverbindungen sind am Ende über eine einzige

COM-Schnittstelle zugänglich. Bei Unterbrechungen durch Stromausfall oder Reichweitenüberschreitung, werden nach Beseitigung der Probleme die Verbindungen automatisch wiederhergestellt.

Neu ist außerdem die Möglichkeit, kleine Handgeräte drahtlos als Fühler an ALMEMO® Datenlogger anzuschließen. Die Anzahl der gleichzeitig betriebenen Funkstrecken ist unbegrenzt, sie stören sich nicht.

## Bluetooth-Verbindungen



### PC-Verbindungen zu einem ALMEMO® Gerät

#### USB-Bluetooth-CPU-Modul KI.1 an PC

plus ALMEMO® Bluetooth-Slave-Modul KI.1 zum Aufstecken auf Buchse A2 von beliebigen ALMEMO® Geräten  
6 zusätzliche Slaves konfigurierbar über AMR-Control

Bestell-Nr.  
ZA1719-BPVU

#### Bluetooth-Geräte-CPU KI.1 und USB-Kabel an PC

plus ALMEMO® Bluetooth-Slave-Modul KI.1 zum Aufstecken auf Buchse A2 von beliebigen ALMEMO® Geräten  
6 zusätzliche Slaves konfigurierbar über Geräte-CPU

ZA2719-BPVU

#### Bluetooth-Geräte-CPU KI.1 und Netzteil,

Beliebiges **Datenkabel** (RS232, Ethernet etc.) aus dem Standardzubehör verwendbar auf Buchse A1 plus ALMEMO® Bluetooth-Slave-Modul KI.1 zum Aufstecken auf Buchse A2 von beliebigen ALMEMO® Geräten  
6 zusätzliche Slaves konfigurierbar über Geräte-CPU

ZA2719-BPVN

#### Bluetooth-PC-USB-Stick KI.1

plus ALMEMO® Bluetooth-Stecker KI.2

ZA1709-BT2DKU

#### Geräte-Verbindung zwischen 2 ALMEMO® Geräten

ALMEMO® Bluetooth-CPU-Modul KI.1 für Buchse A1 plus ALMEMO® Bluetooth-Slave-Modul KI.1 für Buchse A2  
6 zusätzliche Slaves konfigurierbar über AMR-Control

ZA1719-BNV

Zusätzliches ALMEMO® <b>Bluetooth-Slave-Modul</b> Kl.1	ZA1719-BT1XS
Zusätzlicher ALMEMO® <b>Bluetooth-Slave-Stecker</b> Kl.2	ZA1709-BT2
<b>Bluetooth-Messgerät 2790</b> mit internem Slave-Modul Kl.1 mit einem Messeingang für alle ALMEMO® Fühler	MA2790-BT1XS
Option Temperatur-Feuchte-Fühler eingebaut	OA2790-RHS
Option Temperatur-Fühler eingebaut (nicht mit Option RHS)	OA2790-TS
Option Luftdruck-Fühler eingebaut	OA2790-APS

### Fühlerverbindungen

<b>Bluetooth-Messgerät 2790</b> mit internem Bluetooth-Modul Kl.1 und einem Messeingang für alle ALMEMO® Fühler plus <b>Bluetooth-Fühlermodul</b> für Buchse Mxx ALMEMO® Gerät Stromspar-Sleepmodus, Zyklus ab 1 Min., 20000 Messungen	ZA2790-BT1XFV
Option 2790: Temperatur-Feuchte-Fühler eingebaut	OA2790-RHF
Option 2790: Temperatur-Fühler eingebaut	OA2790-TF
Option 2790: Luftdruck-Fühler eingebaut	OA2790-APF

**Fühlerverbindung** von Fühlergerät zu ALMEMO® Messgerät  
ALMEMO® **Bluetooth-Fühlermodul** Kl.1 für Buchse Mxx  
plus ALMEMO® **Bluetooth-Slave-Modul** Kl.1 für Buchse A2,  
Beliebiges Messgerät mit beliebigem Fühler verwendbar,  
Kontinuierlicher Betrieb, Netzversorgung empfohlen

### Inbetriebnahme der Funkverbindungen

Vor dem Anstecken eines USB-Kabels am Rechner mit beiliegender CD den **USB-Treiber** installieren. Dann Bluetooth-Module, wie oben beschrieben, auf die entsprechenden Buchsen aufstecken. Ist die Stromversorgung in Ordnung leuchten die grünen LED's der Module. Wenn die Funkverbindung steht, leuchten bei Klasse 1 außerdem die gelben, bei Klasse 2 die blauen LED's. Sollten die LED's nicht angehen oder ausgehen, dann ist die Reichweite (s. techn. Daten) überschritten (beachten Sie dabei, dass die Reichweite innerhalb von Gebäuden durch Mauern oder andere Hindernisse stark abnehmen kann). Bringt man beide Module wieder näher zusammen, dann wird die Funkverbindung automatisch wieder aufgenommen.

An die CPU's können weitere Slaves (bis zu 6) angeschlossen werden. Dazu ist ihr PIN-Code in den CPU's einzutragen (entweder im Gerät oder über die AMR-Control). Zur Messwerterfassung aller vernetzten Geräte gibt es die Software Win-Control. Vor dem Starten der Messung müssen aber alle Geräte auf unterschiedliche Adressen eingestellt werden.

Beim Bluetooth-PC-USB-Stick ZA1709BT1U können für insgesamt 4 Bluetooth-Slaves 4 virtuelle COM-Schnittstellen generiert werden. Der USB-Adapter muss vom PC über die mitgelieferte Software konfiguriert und beide Module durch Eingabe des Pin-Codes des ALMEMO® Funkmoduls (s. Aufkleber sowie Anleitung beim USB-Adapter) gepaart werden. Reißt hier die Verbindung ab oder waren die Geräte abgeschaltet, dann muss in der Applikationssoftware die Schnittstelle erneut angewählt werden. Die Konfiguration bleibt in jedem Fall erhalten. Die Reichweite des USB-Adapters kann durch Zwischenschalten des mitgelieferten USB-Verlängerungskabels und dadurch günstigere Platzie-

rung des Adapters (möglichst Sichtverbindung) verbessert werden. Die gemeinsame Auswertung mehrerer COM-Schnittstellen ist jetzt bei der Messwerterfassungssoftware Win-Control ab V.6 serienmäßig.

### Technische Daten

Protokoll: SPP (Verschlüsselung 128 Bit)  
ALMEMO® Datenrate: 9600 Bd (ab Werk, über Gerät änderbar)  
PC-Datenrate: 9600 Bd (unabhängig von ALMEMO® Baudrate)  
Sicherheit: 5-stellige Pin zur Freischaltung der Verbindung  
Spannungsversorgung: ZA1719BT1XS/ZA1709BT2 über ALMEMO® Gerät, USB-CPU über PC, sonst über Steckernetzteil 12 V

### Bluetooth Klasse 1:

Funkstandard: Bluetooth 2.0, Klasse 1, Leistung 17dBm  
Zulassung: alle Länder weltweit außer Frankreich  
Reichweite: bis zu 300 m Freifeld  
Bluetooth-Gerätenamen: "ALMEMO xxxx"  
Stromverbrauch: ca. 25 mA bei 9...12 V, 40 mA bei 7 V  
Einsatzbereich: -10 .. +60 °C  
Gehäuse: L127 x B83 x H42 mm, ABS, Gewicht: ca. 290g

### Bluetooth Klasse 2:

Zulassung: alle Länder weltweit  
Reichweite: bis zu 20 m Freifeld  
Bluetooth-Gerätenamen: "Almemo xxx"  
Stromverbrauch: ca. 15 mA bei 9...12 V, 30 mA bei 7 V  
Einsatzbereich: -10 .. +55 °C  
Gehäuse: ALMEMO® Stecker

### Bluetooth-PC-USB-Stick Klasse 1:

Zulassung: alle Länder weltweit außer Frankreich  
Reichweite: bis zu 100m Freifeld (USB-Verlängerung empfohlen)  
Treiber-Software: auf CD-Rom inkl.  
Schnittstellen: 1 virtuelle COM (Standardinstallation),  
bis zu 3 weitere COM's möglich (Erweiterte Installation),

### 5.3.5 Technische Daten der Schnittstellenmodule:

USB-Schnittstelle:	ZA 1909-DKU	USB Stecker, TXD, RXD, galv. getr., Baudrate max. 115,2 kbd, Stromverbrauch: ca. 1 mA
RS232-Schnittstelle:	ZA 1909-DK5	RS232 9pol. DSUB, TXD, RXD, DSR, DTR galv. getr. Baudrate max. 115,2 kbd, Stromverbrauch: ca. 1 mA
RS232-Schnittstelle:	ZA 1909-DKL	RS232 9pol. DSUB, TXD, RXD, galv. getr. mit LWL, Baudrate max. 115.2 kbd, Stromverbrauch: ca. 4-8 mA
Ethernet-Schnittstelle:	ZA 1945-DK	Ethernet RJ45 (10 / 100 BASE-T) Baudrate 115,2 kB, Stromverbrauch: ca. 90mA
Bluetooth-Funkmodule:	ZA17x9BTx	siehe 5.3.4
<b>Netzwerkkomponenten:</b>		Baudrate bei allen max. 57.6 kbd
Netzwerkkabel:	ZA 1999-NK5	ALMEMO® Current-Loop TX+,TX-, RX+,RX- galv. getr. Stromverbrauch: ca. 1 mA, Leitungslänge max. 50m
Netzwerkkabel LWL:	ZA 1999-NKL	ALMEMO® TXD, RXD, galv. getr. mit Lichtwellenleiter Stromverbrauch: ca. 4-8 mA, Leitungslänge max. 50m
RS422-Netztreiber:	ZA 5099-AS	1: RS232 9pol. DSUB-Buchse, TXD, RXD, 2: RS422 4-Draht TX+, TX-, RX+, RX- ohne galv. Tr. Kunststoffgehäuse: L 50 x B 33 x H 16 mm
RS422-Netztreiber:	ZA 5099-NTL	dto. 2 x RS422 galv. getr. mit Lichtwellenleiter Kunststoffgehäuse: L 71.5/90 x B 61.5/95 x H 30 mm
RS422-Netzverteiler:	ZA 5099-NVB	1: RS422 4-Draht TX+, TX-, RX+, RX- 2/3: RS422 4-Draht TX+, TX-, RX+, RX- Geräteanschluss: ALMEMO® Current-Loop galv. getr. Leitungslänge zwischen 2 Verteilern: ca. 1km Stromverbrauch ohne DC/DC: ca. 10-18 mA mit DC/DC: ca. 25-35 mA Kunststoffgehäuse: L 71.5/90 x B 61.5/95 x H 30 mm
RS422-Netzverteiler	ZA5099-NVL	dto. aber Geräteanschluss mit Lichtwellenleiter Leitungslänge Lichtwellenleiter: max. 50m
RS422-Ethernettreiber:	ZA5045AK	1: Ethernet RJ45 (10 / 100 BASE-T) 2: RS422 4-Draht TX+, TX-, RX+, RX- Stromverbrauch max. 90 mA
Modemadapterstecker	ZA1709AS	9pol. DSUB Stecker auf 9pol. DSUB Stecker in Verbindung mit 1909 DK5 / DKL
RS422-Datenleitung	LD0042	Datenleitung 4x2 Adern 0,28qmm massiv paarweise verseilt zu Doppeladern, gemeinsame Abschirmung, Typ J-Y(ST)Y für feste Verlegung
Bluetooth-Funkmodule:	ZA17x9BTx	siehe 5.3.4

## 6. Bedienung über serielle Schnittstelle

Über die serielle Schnittstelle der ALMEMO® Messgeräte kann man alle Messwerte einzeln oder automatisch ausgeben, Gerät und Fühlerstecker vollständig programmieren und die Programmierwerte abfragen. Die Befehle können über ein Terminal, ein Datenkommunikationsprogramm oder in einer Programmiersprache gesendet werden. Sie bestehen immer aus einem Buchstaben, evtl. Minuszeichen und 0 bis 6 Zahlen. Nur die Daten und Kommandos, die das erlaubte Format haben, werden vom Messgerät angenommen und an das Kommunikationsgerät zurückgesendet. Ein angefangener Befehl wird bei Eingabe eines neuen abgebrochen. Falsche Eingaben werden mit der Meldung "ERROR" quittiert. An jeden Befehl und jede Ausgabe wird automatisch ein Zeilenvorschub angehängt. Befehlsfolgen sind in dieser Anleitung durch Leerzeichen getrennt dargestellt, die jedoch nicht eingegeben werden sollen.

### 6.1 Bedienung über Software AMR-Control

Besonders einfach und problemlos wird die Bedienung und Programmierung der ALMEMO® Geräte ab Version 5 durch die Software AMR-Control für alle WINDOWS®-Versionen ab 98. Damit werden sowohl alle Geräteparameter, als auch alle Fühlerparameter übersichtlich dargestellt und können verändert werden. Außerdem lassen sich online Messdaten aufnehmen, die Speicher der Datenlogger auslesen und die Messdaten in Dateien ablegen.

Für die Online-Bedienung aller Ahlborn-Geräte (auch älter als V5) ist zusätzlich ein Terminal integriert.

#### 6.1.1 Konfiguration der Schnittstelle

Programm AMR-Control starten

Im Eingangsverteiler "Hauptmenü" wählen.

Menü "Setup" anklicken, dann Menüpunkt "Schnittstelle" anklicken.

COM-Anschluss auswählen, an dem das Messgerät angeschlossen ist.

Bei "Baudrate" die im ALMEMO® Datenkabel programmierte Baudrate auswählen.

Konfiguration mit "OK" beenden.

Diese Konfiguration wird gespeichert und auch beim nächsten Start der AMR-Control wieder verwendet.

#### 6.1.2 Programmieren und Speicherauslesen über Menüs

(nur für ALMEMO® Geräte ab Version 5)

Über die Menüs "Gerät", "Messstellen" und "Ausgangsmodule" können alle ALMEMO® Funktionen komfortabel programmiert werden. Im Menü "Messstellen" unter dem Punkt "Messwerte" können aktuelle Messwerte eingelesen und bearbeitet werden, im Menü "Geräte" unter dem Punkt "Messwertspeicher" ist es möglich, sowohl eine Messdatenaufnahme vollständig zu konfigurieren und zu starten, als auch später die gespeicherten Messwerte wieder auszulesen und in eine Datei zu schreiben.

## 6.1.3 Bedienung über Terminal

### (für alle Ahlborn-Geräte)

In der AMR-Control ist ein Terminal verfügbar, mit dem alle Ahlborn-Geräte (auch ältere Geräte als V5) über Schnittstellenbefehle bedient werden können bzw. die Ausgaben des Messgerätes auf dem Bildschirm dargestellt werden können.

Dazu das Menü "Datei" anklicken, Menüpunkt "Terminal" auswählen. Das Terminal-Fenster wird geöffnet.

Eine Liste aller möglichen Befehle ist über die "Befehlsliste" zugänglich. Die Befehle werden im Terminalfenster einfach über die Tastatur eingegeben. Zur leichteren Bedienung sind verschiedene Befehlstasten bereits vorprogrammiert (Beschriftung und Schnittstellenbefehle können jederzeit mit rechter Maustaste geändert werden).

Alle Daten, die in das Terminal übertragen werden, auch z.B. der Speicherinhalt des Datenloggers, können mit der folgenden Bedienung auch in einer Datei gespeichert werden:

Im Terminal-Fenster Menü "Datei" anklicken, Menüpunkt "Terminal-Mitschnitt starten" auswählen.

Im Fenster "Terminal-Mitschnitt speichern unter:" gewünschten Dateinamen eingeben, dann mit "Speichern" abschliessen. Jetzt werden alle Daten, die im Terminal auf dem Bildschirm erzeugt werden, in der obigen Datei gespeichert.

Soll z.B. der Speicher im Tabellenformat (für z.B. Excel) ausgelesen werden, dann:

1. im Terminal-Fenster Befehlstaste Tabellenform anklicken (N2)
2. Befehlstaste "Speicher" anklicken (P04)
3. Warten, bis alle Daten (auf dem Bildschirm sichtbar) übertragen wurden.

Beenden der Speicherung: Im Fenster Terminal Menü "Datei" anklicken, dann Menüpunkt "Terminal-Mitschnitt schließen" anklicken.

Terminal-Programm beenden im Menü "Datei" mit "Beenden"

## 6.1.4 Datei in Tabellenkalkulation einlesen

Tabellenkalkulationsprogramm z.B. Excel aufrufen.

Menü "Datei" anklicken, Menüpunkt "Öffnen..." auswählen.

Gespeicherte TXT-Datei auswählen.

In Excel erscheint der Textkonvertierungsassistent:

Dateityp "getrennt" auswählen, dann "Weiter" anklicken.

Trennzeichen "Semikolon" und Texterkennung " einstellen, dann "Weiter" anklicken.

Datenformat "Standard" auswählen und "Fertig stellen" anklicken.

Jetzt sind Datum, Zeit und die Messstellen getrennt in Spalten angeordnet.

Die Zeile über den Messdaten kann als Legende dienen.

## 6.2 Geräteprogrammierung

Im Folgenden ist die Bedienung aller ALMEMO® Geräte über die serielle Schnittstelle z.B. mit einem Terminal (s. 6.1.3) beschrieben.

### 6.2.1 Anwahl eines Messgerätes

In einem Netzwerk ist nach dem Einschalten das Messgerät mit der Adresse 00 aktiv und auf alle Datenausgabe-Befehle reagiert nur das Gerät mit der Adresse 00, soweit vorhanden. Die Anwahl eines anderen Gerätes erfolgt mit dem Befehl Gxx.

```
Befehl                G01
Antwort Gerät Nr. 00      G0
Antwort Gerät Nr. 01      1
```

### 6.2.2

### 6.2.3 Ausgabe der Programmierung

Einen Überblick über **die gesamte Einstellung des Gerätes** und die angeschlossenen Fühler erhält man am besten durch Ausgabe der Programmierung mit dem Befehl P15. Im Ausgabeformat unter- oder nebeneinander (s. 6.5.5) erhält man folgendes Bild:

```
Befehl      P15
Antwort
Druckkopf   AMR ALMEMO 8590-9
Überschrift MS BER.  GW-MAX  GW-MIN  BASIW  D FAKTOR EXP MITTEL KOMMENTAR
Fühlerprogramm
01:Ntc  +035.00  - - -  - - -  °C  1.0350 E+0  - - -  T Aussen
02:NiCr  - - -  +0018.0  - - -  °C  - - -  E+0  - - -  T Innen
11:°o H  - - -  - - -  - - -  %H  - - -  E+0  - - -  Feuchte
Zyklen     MESSZYKLUS: 00:00:00 S  S0500.3 F0104.7 A  W010 C-SU-
          DRUCKZYKLUS: 00:00:00 Un 9600 bd
```

Nach einem Zeilenvorschub wird der Druckkopf mit der Gerätebezeichnung ausgegeben. Diese Bezeichnung kann vom Benutzer individuell gestaltet werden (s. 6.2.4). In den nächsten Zeilen erscheinen nach einer Überschrift die wichtigsten Parameter der angesteckten Fühler mit den aktiven Messkanälen. Der Messzyklus ist bei V6-Geräten nicht mehr verfügbar. Bei Datenloggern steht dahinter der verfügbare Messwertspeicher (S...) und der freie Speicherplatz (F...) in kB, bei MMC in MB. Dann folgt die Einstellung der Wandlungsrate und die Schalter für die kontinuierliche Abfrage. Hinter dem DRUCKZYKLUS sieht man noch die Speicheraktivierung, das Ausgabeformat und die verwendete Baudrate.

### 6.2.4 Individueller Druckkopf / Gerätebezeichnung

Über die serielle Schnittstelle kann ein individueller Druckkopf von max. 40 Zeichen programmiert werden. Dieser Text erscheint im Programmkopf anstelle der Typenbezeichnung "AMR ALMEMO TYP-X". Bei der Vernetzung mehrerer Geräte kann der Druckkopf als Gerätekenzeichnung dienen.

Programmierung	Befehl	Antwort
Druckkopf eingeben	f4 \$ABC Prüffeld CR	
Druckkopf löschen	f4 \$ CR	
Druckkopf ausgeben	f1 t0	ABC Prüffeld
Programmierung ausgeben	P15	

```
Ausdruck: ABC Prüffeld
MS BER.  GW-MAX  GW-MIN  BASIS  D  FAKTOR  EXP  MITTEL  KOMMENTAR
01:Ntc  +035.00  - - -  - - -  °C  1.0350  E+0  - - -  T Aussen
02:NiCr  - - -  +0018.0  - - -  °C  - - -  E+0  - - -  T Innen
05:°o H  - - -  - - -  - - -  %H  - - -  E+0  - - -  Feuchte
MESSZYKLUS: 00:00:30 S  S0500.3 F0130.4 AR  W010 C-SU-
DRUCKZYKLUS: 00:01:30 U  9600 bd
```

### 6.2.5 Ausgabe der Gerätekonfiguration

Einen Überblick über die momentane Gerätekonfiguration, Einstellungen und Ausgangsmodule erhält man mit dem Befehl P19:

Befehl	Antwort
P19	
GERAET:	G00 M20 A08 P10/mm/uu Adresse, Kanäle möglich, aktiv, primär
LUFTDRUCK:	+01013. mb Luftdruck s. 6.2.6
VK-TEMP:	+0023.5 °C Vergleichsstellentemperatur
U-SENSOR:	! 12.5 V LoBat und Fühlerspannung
HYSTERESE:	10 Hysterese s. 6.2.7
KONFIG:	FCDAS-8 -L-- B01 Konfiguration s. 6.10.13, 6.10.7
ALARM:	-1-3 Alarmzustand der Relais 0..3 s. 6.10.8
A1:	DK0 Un Ausgangsmodul auf A1 s. 6.10.9
A2:	AA Ausgangsmodul auf A2

Die Zeile GERAET liefert außer der Geräteadresse G<sub>xx</sub> auch die Anzahl der möglichen Messkanäle (M<sub>xx</sub>) und die Anzahl der gegenwärtig aktiven (A<sub>xx</sub>).

Danach folgt bei Messwerterfassungsanlagen die Konfiguration der Einschübe:

```
Ppp/mm/uu:mm/uu/uu.uu,uu;
pp = Primärkanäle
mm = Kanäle der Messkreiskarte
uu = Kanäle der Umschalterkarten
```

Nach dem Doppelpunkt sind alle Einschübe mit Kanalzahl und Typ dargestellt. Der Typ ergibt sich aus dem folgenden Zeichen:

- ALMEMO® Buchsen /
- 10fach-MU-Stecker (V6 max. 40Kanäle) . (V5 max. 10 Kanäle) !
- Mini-Thermostecker ;
- Klemmstecker ;

Bei neuen V6-Geräten gibt es weitere Befehle, die die Geräteparameter detail-

liert darstellen (s. 7.5.1).	<b>Befehl</b>
Ausgabe aller fixen Geräteparameter:	f1 P19
Ausgabe aller variablen Geräteparameter:	f2 P19
Darstellung aller Ports der Ausgabemodule:	f3 P19
Reset zum Initialisieren der Variablen:	f1 C19
Wiederherstellung des Auslieferungszustandes:	f2 C19

## 6.2.6 Luftdruck- und Temperaturkompensation

Einige Messgrößen hängen vom umgebenden Luftdruck ab (s. 6.3.3 Messbereichsliste 'm. LK'), sodass bei größerer Abweichung vom Normaldruck 1013 mbar entsprechende Messfehler auftreten:

### z.B. Fehler pro 100 mbar:

Rel. Feuchte Psychrometer	ca. 2%	<b>Kompensationsbereich:</b> 500 bis 1500 mbar
Mischungsverhältnis kap.	ca. 10 %	Dampfdruck VP bis 8 bar
Staudruck	ca. 5%	800 bis 1250 mbar (Fehler < 2%)
O <sub>2</sub> -Sättigung	ca. 10%	500 bis 1500 mbar

Insbesondere beim Einsatz in entsprechender Meereshöhe sollte deshalb der Luftdruck berücksichtigt werden (ca. -11mbar/100m ü.N.N.). Er ist entweder programmierbar oder kann mit einem Sensor automatisch gemessen werden.

Funktion	Befehl	Antwort
Luftdruck eingeben in mbar z.B. 1013 mbar	g xxxxx g 01013	
Luftdruck ausgeben in mbar	P43 oder P19	LUFTDRUCK: +01013. mb

Zur Luftdruckmessung wird ein Luftdrucksensor (z.B. FD A612-MA) als Referenz definiert, indem man den Kommentar auf '\*P' programmiert (s. 6.7.2). Bei automatischen Abfragen sollte der Luftdrucksensor in der Messstellenreihenfolge vor den Feuchtefühlern angeordnet werden.

Funktion	Befehl
Luftdrucksensor als Referenz definieren	f2 \$*P CR

### Temperaturkompensation

Fühler, deren Messwert stark von der **Temperatur** des Messmediums abhängt, sind meistens mit einem eigenen Temperaturfühler versehen, und das Gerät führt automatisch eine Temperaturkompensation durch (s. Messbereichsliste 6.3.3 'm. TK'). Staudruck- und pH-Sonden sind aber auch ohne Temperaturfühler erhältlich. Bei Abweichung der Mediumtemperatur von 25°C treten folgende Messfehler auf:

z.B. Fehler pro 10 °C:	Kompensationsbereich:	Fühler:
Staudruck: ca. 1.6%	-50 bis 700 °C	NiCr-Ni
pH-Sonde: ca. 3.3%	0 bis 100 °C	Ntc oder Pt100

Zur Kompensation kann auch ein externer Temperaturfühler als Referenz definiert werden, indem man den Kommentar auf '\*T' (s. 6.7.2) oder explizit den Bezugskanal (s. 6.3.4) programmiert.

Die Kompensationstemperatur lässt sich aber auch eingeben:

**Funktion** Kompensationstemperatur eingeben in 0.1°C  
**Befehl** f1 gxxxxx (f1 g02500 = 250.0°C)

## 6.2.7 Hysterese

Der Alarmzustand bei einer Grenzwertüberschreitung bleibt solange bestehen, bis der Messwert den Grenzwert um die Hysterese (normalerweise 10 Digit) wieder unterschritten hat, um ein Flattern der Relais am Schaltpunkt zu verhindern. Je nach Auflösung des Messbereiches ist es wünschenswert, die Hysterese anzupassen. Die Hysterese des Alarmzustandes ist deshalb in einem Bereich von 00 bis 99 Digit programmierbar:

<b>Funktion</b>	<b>Befehl</b>	<b>Antwort</b>
Hysterese eingeben in Digit	Y xx	
Hysterese ausgeben	P19	HYSTERESE: 10

## 6.2.8 Uhrzeit und Datum

Zur Protokollierung der Messzeit ist in jedem ALMEMO® Gerät eine Uhr eingebaut, die auf Echtzeit und Datum eingestellt werden kann. Aber nur bei den Datenloggern ist die Zeit batteriegepuffert und bleibt beim Ausschalten erhalten. Bei den übrigen Geräten steht die Uhr nach dem Einschalten auf 00:00:00 und startet bei der ersten Messstellenabfrage.

<b>Datum</b>	<b>Befehl</b>	<b>Antwort</b>
programmieren	dtmmjj	
löschen	C13	
ausgeben	P13	DATUM: 01.02.05
<b>Uhrzeit</b>		
programmieren	Uhhmss	
stoppen und nullsetzen	C10	
ausgeben	P10	UHRZEIT: 12:34:00
<b>Messzeit</b>		
seit Start ausgeben	P46	MESSZEIT: 01:23:45.67

## 6.3 Fühlerprogrammierung

Im Gegensatz zu konventionellen Messgeräten werden bei Geräten mit dem ALMEMO® Stecker-System alle Fühlerparameter nicht im Messgerät, sondern in einem Datenspeicher des Anschlusssteckers gespeichert. Bei konfektionierten Fühlern und ab Werk programmierten Steckern ist der Messbereich und die Dimension bereits im Stecker gespeichert und eine Programmierung ist normalerweise nicht erforderlich.

Von dem 10-fach-Stecker ZA 5590-MU gibt es jedoch nur einige Ausführungen mit Programmierungen für jeweils 10 gleiche Fühler, obwohl jede Messstelle ohne weiteres individuell mit allen hier angeführten Parametern programmiert werden kann.

Beim Programmieren von Korrekturwerten, Skalierungen oder Grenzwerten ist zu beachten, dass ab Werk programmierte Parameter mit dem Verriegelungsmodus vor unbeabsichtigtem Ändern geschützt sind und bei gewünschter Ände-

rung die Verriegelungsstufe erst entsprechend erniedrigt werden muss (s. 6.3.12). Ansonsten können alle Parameter leicht eingegeben bzw. geändert werden, sofern der entsprechende Fühlerstecker angesteckt ist.

Die Größe des Steckerspeichers wurde inzwischen auf 4kbit verdoppelt (Kennung E4). Damit werden bei neuen V6-Geräten Mehrpunktkalibrierungen, eigene Linearisierungen oder Stecker mit Sondermessbereichen unterstützt (s. 6.3.13).

### 6.3.1 Eingabekanal anwählen

Mit dem Eingabekanal ist es möglich Messstellen zu programmieren oder die Mess- und Programmierwerte auszugeben ohne den angewählten Messkanal zu beeinflussen. Wird eine Messstelle oder ein Eingabekanal festgelegt, so beziehen sich alle nachfolgenden Operationen auf den damit festgelegten Kanal.

<b>Funktion</b>	<b>Befehl</b>
Eingabekanal 2 anwählen	E02

### 6.3.2 Programmierung ausgeben

Einen Überblick über die Programmierung des angewählten Kanals erhält man mit dem Befehl P00. Damit wird wie beim Ausdruck der gesamten Programmierung mit P15 (s. 6.2.3) Messstelle, Bereich, Grenzw. Max, Grenzw. Min, Basiswert, Dimension, Faktor, Mittelungsmodus und Messstellenbezeichnung ausgegeben:

**Befehl:** P00

**Antwort :** 1:NiCr +0100.0 -0020.0 +0000.0°C 1.0000 E-1 - - - Bez.

Wie die restlichen Spezialparameter einer Messstelle abzufragen sind, finden Sie in Kapitel 6.10.1.

### 6.3.3 Messbereichswahl

Für jeden Fühler gibt es einen mit Messbereich und Dimension programmierten Stecker. Wenn Sie die Stecker selbst programmieren wollen oder den Messbereich häufig wechseln, dann ist bei einigen Messwertgebern auf eine spezielle Steckerausführung zu achten (Thermo, Shunt, Teiler, Frequenz etc.). Bei der Programmierung muss der Fühler angesteckt sein, da alle Fühlerparameter im Stecker abgelegt werden.

Bereich		Stecker	Befehl	Druck	Dim
Pt100-1 4Ltr. ITS 90	-200.. 850°C	ZA 9000-FS	B01	P104	°C
Pt100-2 4Ltr. ITS 90	-200.. 400°C / 300°C*	ZA 9000-FS	B03	P204	°C
Pt100-3 4Ltr. ITS 90	-8.. 65.000°C*	ZA 9000-FS	B00	P304	°C
Pt1000-1 4Ltr. mit Elementflag 1	-200.. 850°C	ZA 9000-FS	B01	P104	°C
Pt1000-2 4Ltr. mit Elementflag 1	-200.. 400°C / 300°C*	ZA 9000-FS	B03	P204	°C
Ni100 4Ltr.	-60.. 240°C	ZA 9000-FS	B63	N104	°C
Ni1000 4Ltr. mit Elementflag 1	-60.. 240°C	ZA 9000-FS	B63	N104	°C
NiCr-Ni (K) ITS 90	-200..1370°C	ZA 9020-FS	B04	NiCr	°C
NiCrSil-NiSil (N) ITS 90	-200..1300°C	ZA 9020-FS	B34	NiSi	°C
Fe-CuNi (L)	-200.. 900°C	ZA 9021-FSL	B05	FeCo	°C
Fe-CuNi (J) ITS 90	-200..1000°C	ZA 9021-FSJ	B35	IrCo	°C
Cu-CuNi (U)	-200.. 600°C	ZA 9000-FS	B06	CuCo	°C
Cu-CuNi (T) ITS 90	-200.. 400°C	ZA 9021-FST	B36	CoCo	°C
PtRh10-Pt (S) ITS 90	0..1760°C	ZA 9000-FS	B07	Pt10	°C
PtRh13-Pt (R) ITS 90	0..1760°C	ZA 9000-FS	B37	Pt13	°C
PtRh30-PtRh6 (B) ITS 90	+400..1800°C	ZA 9000-FS	B08	E118	°C
AuFe-Cr	-270.. 60°C	ZA 9000-FS	B38	AuFe	°C
Ntc Typ N	-50..125°C	ZA 9000-FS	B09	Ntc	°C
Millivolt	-10..55mV	ZA 9000-FS	B10	mV	mV
Millivolt 1	-26..26mV	ZA 9000-FS	B27	mV 1	mV
Millivolt 2	-260..260mV	ZA 9000-FS	B28	mV 2	mV
Volt	-2.6..2.6V	ZA 9000-FS	B11	Vo1t	V
Differenz-Millivolt	-10..55mV	ZA 9000-FS	B50	D 55	mV
Differenz-Millivolt 1	-26..26mV	ZA 9000-FS	B51	D 26	mV
Differenz-Millivolt 2	-260..260mV	ZA 9000-FS	B52	D260	mV
Differenz-Volt	-2.6..2.6V /-2.0..2.6V*	ZA 9000-FS	B53	D2.6	V
Milliampere	-32..32mA /-26..26mA*	ZA 9601-FS	B12	mA	mA
Prozent	4-20 mA	ZA 9601-FS	B13	%	%
Batterie	0..25V	ZA 9000-FS	B14	Batt	V
Ohm	0..500Ω	ZA 9000-FS	B15	Ohm	Ω
Ohm mit Elementflag 1	0..5000Ω	ZA 9000-FS	B15	Ohm	Ω
Frequenz	0..15000	ZA 9909-AK	B29	Freq	Hz
Impulse	0..65000	ZA 9909-AK	B54	Pu1s	
Digitale Schnittstelle	-65000..+65000	ZA 9919-AKx	B55	DIGI	
Digitaleingang	0..100%	ZA 9000-EK2	B70	Inp	%
Flügelrad Normal	0.3..20m/s	ZA 9915-AK	B30	S120	ms
Flügelrad Normal	0.4..40m/s	ZA 9915-AK	B31	S140	ms
Flügelrad Mikro	0.5..20m/s	ZA 9915-AK	B32	S220	ms
Flügelrad Mikro	0.6..40m/s	ZA 9915-AK	B33	S240	ms
Flügelrad Makro	0.1..20m/s	ZA 9915-AK	B24	L420	ms

Bereich		Stecker	Befehl	Druck	Dim
Wasserturbine Mikro	0..5m/s	ZA 9915-AK	B25	L605	ms
Staudruck 40 m/s TK, LK	0.5..40m/s	ZA 9612-AK	B40	L840	ms
Staudruck 90 m/s TK, LK	0..90m/s	ZA 9612-AK	B41	L890	ms
Rel. Feuchte kap.	0..100%	ZA 9000-FS	B16	% rH	%H
Rel. Feuchte kap. m. TK	0..100%	FH A646-C	B42	HcrH	%H
Rel. Feuchte kap. m. TK	0..100%	FH A646-R	B56	H rH	%H
Feuchttemperatur	-30..125°C	FN A846	B45	P HT	°C
Leitfähigkeit m. TK	0..20mS	FY A641-LF	B60	LF	mS
CO <sub>2</sub> -Konzentration	0..2.5%	FY A600-C02	B64	C02	%
O <sub>2</sub> -Sättigung m. TK u. LK	0..260%	FY A640-O2	B65	O2-S	%
O <sub>2</sub> -Konzentration m. TK	0..40mg/l	FY A640-O2	B66	O2-C	mg
Temperatur digital intern*	-20..+80°C	FH 0D46	B68	D °C	°C
Rel. Feuchte digital intern*	0..100%	FH 0D46	B69	D %H	%H
<b>Funktionskanäle</b>					
Abs. Feuchte kap. m. LK	0..500g/kg	FH A646	B43	H AH	gK
Taupunkt kap.	-25..100°C	FH A646	B44	H DT	°C
Dampfdruck kap.	0..1050mbar	FH A646	B59	H VP	mb
Enthalpie kap. m. LK	0..400kJ/kg	FH A646	B58	H En	kJ
Rel. Feuchte psychr. m.LK	0..100%	FN A846	B46	P RH	%H
Abs. Feuchte psychr. m.LK	0..500g/kg	FN A846	B47	P AH	gK
Taupunkt psychr. m. LK	-25..100°C	FN A846	B48	P DT	°C
Dampfdruck psychr. m. LK	0..1050mbar	FN A846	B49	P VP	mb
Enthalpie psychr. m. LK	0..400kJ/kg	FN A846	B57	P En	kJ
Differenz	(Mb1-Mb2)	beliebig	B71	Diff	f(Mb1)
Maximalwert	(Mb1)	beliebig	B72	Max	f(Mb1)
Minimalwert	(Mb1)	beliebig	B73	Min	f(Mb1)
Mittelwert über Zeit M(t)	(Mb1)	beliebig	B74	M(t)	f(Mb1)
Mittelwert über Messst.	(Mb2..Mb1)	beliebig	B75	M(n)	f(Mb1)
Summe über Messst.	(Mb2..Mb1)	beliebig	B76	S(n)	f(Mb1)
Gesamtpulszahl	(Mb1)	ZA 9909-AK2	B77	S(t)	
Pulszahl/Druckzyklus	(Mb1)	ZA 9909-AK2	B78	S(P)	
Wärmeeffizient *	$\bar{M}$ (q) / $\bar{M}$ (M01-M00)	ZA 9000-FS	B79	q/dt	Wm
Wet-Bulb-Globe-Temp. *	0.1TT+0.7HT+0.2GT	ZA 9000-FS	B02	WBG	°C
Alarmwert	(Mb1)	beliebig	B80	Alrm	%
Messwert*	(Mb1)	beliebig	B81	Mess	f(Mb1)
Vergleichsstellentemperatur*		beliebig	B82	CJ	°C
Anzahl gemittelter Werte*	(Mb1)	beliebig	B83	n(t)	
Volumenstrom m <sup>3</sup> /h*	$\bar{M}$ (Mb1) * Q	beliebig	B84	Flow	mh
Timer*	0..60000/6000.0s	beliebig	B85	Time	s
Luftdruck (Option AP)	300..1100mb	beliebig	B86	AP	mb

TK=Temperaturkompensation, LK=Luftdruckkompensation, b1/b2=Bezugskanäle

\* Bereich je nach Gerätetyp und -version verfügbar

### Kanal De-/Aktivieren

Programmierten Messkanal deaktivieren  
 Programmierten Messkanal wieder aktivieren

### Befehl

C00  
 o00

### 6.3.4 Funktionskanäle

Um im Messprotokoll auf dem Drucker oder im Rechner nicht nur die aktuellen Messwerte der Messwertgeber ausgeben zu können, sondern auch Rechenergebnisse, wie Feuchtegrößen, Max-, Min-, Mittelwerte oder Differenzen von bestimmten Kanälen, wurde die Möglichkeit geschaffen, Messstellen mit solchen Rechenfunktionen zu programmieren. Alle Programmierwerte wie Grenzwert, Basiswert, Faktor und Dimensionsänderung sind auf die Funktionskanäle ebenso anwendbar, wie Max-, Min- und Mittelwertbildung sowie Messwertspeicherung. Die Aktualisierung der Messwerte erfolgt bei jeder Messstellenabfrage. Dabei sollte man auf die Reihenfolge der Messkanäle achten, damit zuerst die Messwerte erfasst werden, aus denen eine Funktion berechnet wird.

#### Anwahl der Rechenfunktion

Die Rechenfunktion wird genau wie ein Messbereich in der Funktion BEREICH auf den 2ten ( $M_{xx_2}$ ), 3ten ( $M_{xx_3}$ ) oder 4ten ( $M_{xx_4}$ ) Kanal eines Fühlersteckers programmiert. Die Verriegelung des 1. Kanals  $M_{xx_1}$  muss dazu aufgehoben werden.

#### Bezugsmessstellen

Die Rechenfunktion bezieht sich standardmäßig auf den 1. Kanal des entsprechenden Fühlersteckers  $M_{xx_1}$  (Bezugskanal  $b_1$ ). Die Berechnung der Differenz erfolgt zwischen dem 1. Kanal des Fühlersteckers (Bezugskanal  $b_1$ ) und der Messstelle M00 (Bezugskanal  $b_2$ ), bei Mittelwert und Summe über n Messstellen werden die Kanäle M00 bzw. Bezugskanal  $b_2$  bis  $M_{xx_1}$  (Bezugskanal  $b_1$ ) berücksichtigt. Die Bestimmung der Wet-Bulb-Globe-Temperatur oder des Wärmekoeffizienten erfordert eine ganz bestimmte Fühlerkonfiguration (s. 3.1.4 und 3.2).

Die beiden Bezugskanäle  $M_{b1}$  und  $M_{b2}$  können aber auch explizit programmiert werden, und zwar entweder absolut auf einen Messkanal  $M_{b1}$  oder relativ bezogen zum Rechenkanal (z.B.  $f_1 E-01$  bezieht sich auf den vorherigen Kanal):

#### Programmierung

Zuerst Rechenkanal anwählen  
Rechenfunktion programmieren  
Bezugskanal 1  $M_{b1}$  absolut festlegen  
Bezugskanal 1  $M_{-b1}$  relativ festlegen  
Bezugskanal 1  $M_{b1}$  löschen  
Bezugskanal 2  $M_{b2}$  absolut festlegen  
Bezugskanal 2  $M_{-b2}$  relativ festlegen  
Bezugskanal 2  $M_{b2}$  löschen

#### Befehle

$E_{xx}$   
 $B_{xx}$  (Bezugskanäle  $M_{xx_1}$ , M00)  
 $f_1 E b_1$   
 $f_1 E -b_1$   
 $f_1 E -00$   
 $f_2 E b_2$   
 $f_2 E -b_2$   
 $f_2 E -00$

Über die Bezugsmessstelle  $M_{b1}$  kann auch pH-Sensoren oder Staudruckaufnehmern ein Temperaturfühler zur Temperaturkompensation zugeordnet werden. Temperaturfühler bei pH: Ntc oder Pt100 mit  $0.01^\circ\text{C}$ , bei Staudruck: NiCr-Ni mit  $0.1^\circ\text{C}$ !

### 6.3.5 Dimensionsänderung

Als Dimension können zwei beliebige Groß- und Kleinbuchstaben, sowie die Sonderzeichen [, ], %, Ω, °, -, =, ~ verwendet werden.

#### Programmierung

Eingabekanal festlegen

Dimension 'xy' programmieren

#### Befehle

Exx

f1 \$xy CR

#### Umrechnung von Dimensionen

°F Durch Programmierung der Dimension °F wird eine Temperatur automatisch von °C in °F umgerechnet ( $^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 9/5 + 32$ ).

K Zur Umrechnung von °C in abs. Temperatur K ist ein Basiswert von -273.15 einzugeben.

FM Zur Umrechnung einer Strömungsgeschwindigkeit von m/s mit 2 Dezimalstellen in Feet per Minute (FpM =  $\text{m/s} \times 3.281 \times 60$ ) muss ein Faktor von 1.9686 mit Exponent +2 programmiert werden.

!C Ausschalten der Vergleichsstellenkompensation bei Thermoelementen

### 6.3.6 Messstellenbezeichnung

Über die serielle Schnittstelle ist es möglich, eine Messstellenbezeichnung von 10 Zeichen zur Identifizierung der Kanäle einzugeben. Dieser Name erscheint im Programmkopf und bei Messstellenabfragen als Kommentar hinter der Messbereichsbezeichnung.

Eingabekanal mit Befehl Mxx oder Exx festlegen.

#### Funktion

Messstellenbezeichnung eingeben

#### Befehl

f2 \$z.B. Raum1 CR

#### Funktionskürzel

Es gibt ein paar Kürzel auf den ersten 2 Zeichen des Kommentars, die Sonderfunktionen des Fühlers bewirken. Diese müssen erhalten bleiben, die restlichen 8 Zeichen dürfen aber weiterhin frei verwendet werden:

- \*J Definition eines Temperaturfühlers zur ext. Vergleichsstellenkompensation aller folgenden Thermoelemente (s. 6.7.3)
- #J Kennzeichnung eines Thermoelementes mit eigenem Temperaturfühler zur Vergleichsstellenkompensation über den Bezugskanal (s. 6.7.3)
- #N bewirkt bei einem Strömungssensor die Umrechnung auf Normbedingungen (s. 6.7.5)
- \*P Definition eines Luftdrucksensors zur Luftdruckkompensation (s. 6.2.6)
- \*T Definition eines Temperatursensors zur Temp.-kompensation (s. 6.2.6)
- ....! Ein !-Zeichen am Ende weist auf einen Sonderstecker mit Linearisierung hin (s. 6.3.13).

### 6.3.7 Mittelungsmodus

Für jede Messstelle ist eine Mittelwertbildung über die Messwerte der Messstellenabfragen programmierbar. Je nach Programmierung ist die Mittelwertbildung über Einzelmessungen, über die gesamte Messzeit oder über den Zyklus möglich (s. 6.7.4). Um Mittelwerte auch speichern oder auf die Schnittstelle ausgegeben zu können, müssen entsprechende Funktionskanäle M(t) programmiert werden (s. 6.3.4). Wird nur der Mittelwert anstelle des Messwertes benötigt, kann die Ausgabefunktion M(t) (s. 6.10.4) verwendet werden. Die Art der Mittelwertbildung wird über den Mittelungsmodus bestimmt:

Mittelwertbildung	Ausdruck	Befehl
keine Mittelwertbildung	- - -	m0
Mittelwert über Zeit oder Einzelmessungen	CONT	m1
Mittelwert über den Zyklus	CYCL	m2

### 6.3.8 Programmierwerte eingeben

Programmierwerte werden nach dem Befehlsbuchstaben entweder mit Dezimalpunkt und RETURN oder fünfstellig mit Vornullen und Kommastellen ohne Dezimalpunkt eingegeben. Die Stellung des Dezimalpunktes ergibt sich letztlich aus dem Messbereich und evtl. einer Kommaverschiebung. Die Eingabe eines Vorzeichens ist nur bei negativen Programmierwerten nötig.

*Beispiel:* Grenzwert Max. +100.0 °C    H100 CR    oder    H01000  
 Faktor                    1.035            F1.035 CR    oder    F10350

### 6.3.9 Grenzwerte

Zu jedem Messkanal sind zwei Grenzwerte (MAX und MIN) programmierbar. Das Überschreiten der Grenzwerte wird wie das Überschreiten der Messbereichsgrenzen und Fühlerbruch als Störung behandelt.

Zur Aktivierung einer Alarmschaltung kann ein dafür geeignetes Ausgangskabel ZA 1000-GK mit einem Halbleiterrelais oder der Relais-Adapter ZA 8000-R-TA an die Ausgangsbuchse A2 angeschlossen werden (s. 5.1.2/3). Das Alarmrelais wird geschlossen, wenn einer der Messkanäle gestört ist. Die Störung ist erst beendet, wenn alle Messwerte den Grenzwert um 10 Digit unterschritten haben (Hysterese). Die Hysterese ist bei Bedarf auch änderbar (s. 6.2.7). Eine selektive Zuordnung von Relais zu Grenzwerten ist in Punkt 6.10.8 beschrieben.

Außerdem können von Grenzwertüberschreitungen Aktionen in der Ablaufsteuerung bewirkt werden (s. 6.3.3).

Funktion	Befehle	Antwort
Kanal festlegen	Exx	
Grenzwert Max (Hi) programmieren	H-xxxxx	
löschen	C08	
ausgeben	P08	GRENZW. MAX: 01: +0050.0 °C
Grenzwert Min (Lo)		

programmieren	L-xxxxx	
löschen	C09	
ausgeben	P09	GRENZW. MIN: 01: +0010.0 °C

### 6.3.10 Korrekturwerte

Jeder Messwert kann mit den Korrekturwerten NULLPUNKT und STEIGUNG zunächst in Nullpunkt und Steigung korrigiert und danach zusätzlich mit BASISWERT und FAKTOR skaliert werden. Der angezeigte Messwert errechnet sich damit folgendermaßen:

$$\text{Korrigierter Messwert} = (\text{Messwert} - \text{NULLPUNKT}) \times \text{STEIGUNG}$$

$$\text{Angezeigter Messwert} = (\text{Korrigierter Messwert} - \text{BASISWERT}) \times \text{FAKTOR}$$

Wenn keine Skalierung erforderlich ist, sind die Funktionen BASIS und FAKTOR auch zur Messwertkorrektur verwendbar (s. 6.3.11).

Bei V6-Geräten ab 2390-5 sind auch Mehrpunktkalibrationen und Linearisierungen im Stecker möglich (s. 6.3.13).

#### Nullpunktgleich

Physikalische Messgröße zu Null machen (z.B. Temperaturmessfühler im Eiswasser, Spannung kurzschließen oder Druckaufnehmer drucklos machen, etc.).

Der angezeigte Messwert ist als Nullpunktkorrekturwert zu programmieren. Dieser Vorgang lässt sich durch einen **Nullabgleich** des Messwertes automatisieren.

Die Prozedur Nullabgleich hat bei einigen Sensoren eine besondere Funktion:

Bei Staudruckströmungssensoren (Bereich L840 und L890 oder Dimension Pa) wird der Offsetwert als Eichoffset vor der Linearisierung eingetragen, aber nicht im EEPROM gespeichert, d.h. beim Ausschalten geht der Abgleich verloren.

Bei pH-Sonden (Dimension pH oder PH), Leitfähigkeits- und O2-Sonden kann beim Eintauchen in die entsprechenden Kalibrierlösungen mit dem gleichen Befehl sowohl der Nullabgleich als auch ein automatischer Steigungsabgleich durchgeführt werden.

#### Steigungsabgleich

Physikalische Größe auf einen genau definierten Sollwert bringen (z.B. Temperaturfühler in kochendes Wasser, Kalibrierspannung anlegen etc.).

Istwert in der Funktion MESSWERT bestimmen.

Der Korrekturfaktor errechnet sich aus Sollwert/Istwert.

Funktion	Befehle	Antwort
Nullpunktgleich	f1 C01	
Nullpunktkorrektur programmieren	f1 0-xxxxx	
Nullpunktkorrektur löschen	f1 C06	
Nullpunktkorrektur ausgeben	f1 P06	NULLPUNKT: 01: -0001.1 °C
Steigungskorrektur programmieren	f1 F-xxxxx	
Steigungskorrektur löschen	f1 C07	
Steigungskorrektur ausgeben	f1 P07	STEIGUNG: 01: 1.0123

Bei einer Änderung des Messbereiches werden die Korrekturwerte gelöscht.

### 6.3.11 Bezugswert, Skalierung, Dezimalpunkteinstellung

Eine nützliche Funktion ist es, an bestimmten Orten oder zu bestimmten Zeiten **den Messwert nullsetzen** zu können, um dann nur die Abweichung von diesem Bezugswert zu beobachten.

Bei Transmittern mit Normausgang (z.B. 0/4-20 mA) ist zur Skalierung in der physikalischen Größe fast immer eine Nullpunktverschiebung und eine Multiplikation mit einem Faktor nötig, um die eigentliche Messgröße richtig anzuzeigen.

**Angezeigter Wert** = (korrigierter Messwert - BASISWERT) x FAKTOR (s. 6.3.10)  
 Der FAKTOR ist im Bereich -2.0000 bis +2.0000 programmierbar. Für Faktoren über 2.0 oder unter 0.2 ist eine entsprechende Kommaverschiebung durch Eingabe des EXPONENTEN vorzusehen.

## Kommaverschiebung

Wenn Messwerte neu skaliert werden, ist außer der Korrektur mit dem FAKTOR häufig auch eine Kommaverschiebung nötig, um die Größen richtig zu dimensionieren. Hierzu kann der FAKTOR mit einem EXPONENTEN versehen werden, der das Komma soweit verschiebbar macht, wie es auf dem Display und Drucker darstellbar ist. Eine Exponentialdarstellung der Messwerte ist nicht möglich.

Kommaverschiebung um 1 Stelle nach rechts: EXPONENT = +1  
 Kommaverschiebung um 1 Stelle nach links: EXPONENT = -1



Ist der Messwert bereits serienmäßig mit einem Exponenten versehen, dann ist dieser zu berücksichtigen.

## Beispiel:

An das Messgerät soll ein Temperaturtransmitter mit 4-20mA Ausgangssignal für den Bereich -100°C bis +400°C angeschlossen und die Temperatur angezeigt werden. Bei 4-20mA-Signalen verwendet man vorzugsweise den Messbereich 'Prozent', der das Messsignal zunächst in Werte von 0.00 bis 100.00% umwandelt. Die DIMENSION wird gemäß Punkt 6.3.5 auf '°C' geändert. Die Anpassung an die Temperatursollwerte geschieht durch Einstellung des Dezimalpunktes mit dem EXPONENT und Berechnung der Korrekturwerte BASISWERT und FAKTOR:

Istwerte: Anfang  $A_I = 0.00 \%$ , Ende  $E_I = 100.00 \%$   
 Sollwerte: Anfang  $A_S = -100.0 \text{ °C}$ , Ende  $E_S = +400.0 \text{ °C}$

Am besten korrigiert man zuerst den Dezimalpunkt entsprechend der gewünschten Auflösung. Die Istwerte haben in unserem Beispiel 2 Kommastellen, die Sollwerte nur eine, deshalb muss das Komma mit dem EXPONENT +1 um eine Stelle nach rechts geschoben werden.

Nach Dimensionsänderung und Kommaverschiebung ergeben sich neue Istwerte:

$$E \text{ XONENT} = +1 \qquad \text{Dimension} = \text{°C}$$

Istwerte:    Anfang  $A_1 = 0.0 \text{ °C}$ ,            Ende  $E_1 = 1000.0 \text{ °C}$

Jetzt kann man die Skalierwerte mit folgenden Formeln leicht berechnen:

$$\text{FAKTOR} = \frac{E_s - A_s}{E_1 - A_1} = \frac{400.0 \text{ °C} - (-100.0 \text{ °C})}{1000.0 \text{ °C}} = 0.5000$$

$$\text{BASISWERT} = \frac{-A_s}{\text{FAKTOR}} + A_1 = \frac{-(-100.0 \text{ °C})}{0.5} = 200.0 \text{ °C}$$



Ergibt sich ein Faktor von über 2.0, muss die Auflösung verringert werden, liegt er unter 0.2, könnte sie noch erhöht werden.

Wird der Basiswert inklusiv der Kommastellen größer als 65000, hilft entweder auch eine Verringerung der Auflösung, oder man setzt den FAKTOR als STEIGUNGSKORREKTUR (s. 6.3.10) ein.

Der BASISWERT verändert sich damit auf:  $\text{BASISWERT} = A_1 - A_s$

<b>Funktion</b>	<b>Befehle</b>	<b>Antwort</b>
Kanal festlegen	Exx	
Dimension ändern	Dx	
<b>Kommaverschiebung</b>		
1 Stelle nach rechts	V1	
2 Stellen nach links	V-2	
<b>Basiswert</b>		
Messwert nullsetzen	C01	
programmieren	0-xxxxx	
löschen	C06	
ausgeben	P06	BASISWERT: 01: -0001.1 °C
<b>Faktor</b>		
programmieren	F-xxxxx	
löschen	C07	
ausgeben	P07	FAKTOR: 01: 1.0123

Bei einer Änderung des Messbereiches werden die Skalierwerte auch gelöscht.

### 6.3.12 Fühlerverriegelung

Sollen die programmierten Werte vor ungewolltem Ändern geschützt werden, kann bei jedem Messkanal ein Verriegelungsmodus programmiert werden, der Funktionen bis zu einer bestimmten Verriegelungsstufe vor einer Umprogrammierung sichert. Standardfühler sind ab Werk mit Stufe 5 versehen, d.h. Messbereich, Dimension, Korrekturwerte und Skalierung sind geschützt, nur die Grenzwerte können noch verändert werden. Mit Verriegelungsstufe 7 wären auch die Grenzwerte geschützt. Zum Ändern geschützter Funktionen muss der Verriegelungsmodus entsprechend verringert werden, zum Ändern des Messbereiches oder auch zum Programmieren eines Zusatzkanals muss die Verriegelung gelöscht, d.h. auf 0 gesetzt werden. Ist der Verriegelungsmodus mit einem Punkt versehen, dann ist eine Änderung nicht möglich.

Verriegelungsstufe	Verriegelte Funktionen
0	keine
1	Messbereich + Elementflags
2	Messbereich + Nullpunkt- und Steigungskorrektur
3	Messbereich + Dimension
4	+ Nullpunkt- und Steigungskorrektur
5	+ Basiswert, Faktor, Exponent
6	+ Analogausgang-Anfang-Ende + temp. Nullsetzen
7	+ Grenzwerte Max und Min

Im Verriegelungsmodus 5 ist bei neuen Geräten das Nullsetzen des Messwertes temporär möglich, d.h. nach dem Ausschalten des Gerätes erscheint wieder der ursprüngliche Messwert. Um das Nullsetzen gänzlich zu verhindern ist der Verriegelungsmodus 6 zu programmieren.

Funktionen	Befehle	Antwort
Kanal festlegen	Exx	
Verriegelungsstufe x programmieren	f1 kx	
abfragen	f1 P00	VERRIEGELUNG:4
oder	f1 P15	s. 6.10.1

### 6.3.13 Sondermessbereiche, Linearisierung, Mehrpunktkalibration

Mit Hilfe neuer ALMEMO® Sonderstecker mit Zusatzspeicher für zusätzliche Kenndaten (größeres EEPROM, Kennung E4) lassen sich bei V6-Geräten erstmals folgende Aufgaben elegant realisieren:

1. Bereitstellung von Sondermessbereichen mit Kennlinie im Stecker (s. 2.2)
2. Linearisierung von Spannungs-, Strom-, Widerstands- oder Frequenz-Signalen durch den Anwender.
3. Mehrpunktkalibration aller Fühler.

Mit der Option KL ist es möglich, Messsignale gemäß einer Kennlinie von bis

zu 30 Stützwerten in entsprechende Anzeigewerte umzusetzen. Die Stützpunkte werden über die Software AMR-Control in das EEPROM des ALMEMO® Steckers programmiert. Bei der Messung werden die Messwerte dazwischen linear interpoliert. Bei der Korrektur von nichtlinearen Fühlern (z.B. bei Pt100- oder Thermoelementfühlern) werden zunächst die ursprünglichen Kennlinien berücksichtigt und dann nur die Abweichungen linear interpoliert hinzugefügt. Stecker mit einer Kennlinie können von allen V6-ALMEMO® Geräten ab 2390-5 serienmäßig verarbeitet werden (2390-5/8 ab V6.23, 2690 ab V6.21, Update möglich). Nur zum Programmieren der Kennlinien sind Geräte ab 2690-8 mit Option KL erforderlich. Zu beachten ist weiterhin, daß nur ALMEMO® Stecker mit größerem EEPROM (Kennung E4) damit programmiert werden können.

**Programmierung einer Mehrpunktkenlinie in den ALMEMO® Stecker:** Fühler an eine Eingangsbuchse, Datenkabel an Buchse A1 des Meßgerätes sowie an die COM-Schnittstelle des PC's anschließen. Im PC die Software AMR-Control (ab V. 5.7) aufrufen.

In Menü 'Messstellen'-Liste gewünschten Kanal auswählen und 'Messstelle programmieren'. Unter 'Messstelle' findet man die Menüs 'Mehrpunktkalibration' und 'Sonderlinearisierung'.

Beide Menüs sind fast gleich, die 'Sonderlinearisierung' erlaubt nur zusätzlich noch eine Dimensionsänderung und eine Komma-verschiebung. In jedem Fall erscheint eine Tabelle, in der man bis zu 35 Ist- und Sollwerte eintragen kann. Die Stützpunktzahl wird durch ein entsprechendes Eingabefeld oder durch Hinzufügen von Zeilen gewählt.

Mehrpunktkalibration

Datei Tabelle

Messstelle: 00 Temperatur

Meßbereich: Ntc

Stützpunktzahl: 3

Korrekturwerte Nullpunkt und Steigung berücksichtigen

Stützpunkt	Sollwert	Istwert
MB. Anfang	-50.00	-50.00
1.	0.00	0.17
2.	50.00	50.09
3.	100.00	99.94
MB. Ende	125.00	125.00

Zeile hinzufügen mit Bereichsgrenzen

Zeile Löschen Programmieren



Pro Stecker kann nur 1 Kanal mit einer Kennlinie versehen werden. Die anderen 3 Kanäle lassen sich normal verwenden.

Messwertverarbeitung:



Wurden Fühler bereits mit Nullpunkt oder Steigung korrigiert (z.B. DKD-Kalibration), dann können die Korrekturwerte durch Anklicken der Option **‘Korrekturwerte Nullpunkt und Steigung berücksichtigen’** mit verwendet werden. Sollte zur Skalierung Basis oder Faktor programmiert sein, dann können sie in Nullpunkt oder Steigung verschoben werden, wenn diese noch nicht programmiert sind. Achtung, wenn das Komma der Istwerte nicht dem Messbereich entspricht, dann muss die Kommaverschiebung bei der Eingabe berücksichtigt werden. Am besten ist es jedoch, die Kennlinie direkt aus unkorrigierten Messwerten zu erstellen!

Die Option **‘Mit Bereichsgrenzen’** im Menü **‘Mehrpunktkalibration’** sorgt für einen stufenlosen Übergang bis zu Messbereichanfang und -ende. **‘Ohne Bereichsgrenzen’** steht nur der Meßbereich zwischen erstem und letztem Stützpunkt zur Verfügung. Außerhalb wird Messbereichüberschreitung signalisiert.

Mit Anklicken der Schaltfläche **‘Programmieren’** wird die Linearisierungstabelle in das EEPROM des Fühlersteckers geschrieben.

 Zum Einlesen der neuen Kennlinie muss entweder das Gerät aus- und wieder eingeschaltet oder der Stecker ab- und angesteckt werden!

Im **Schnittstellenprotokoll** des **‘P15’**-Befehls gibt es folgende Kennungen:

1. Geräte, die Sonderkennlinien verarbeiten können, zeigen in der Überschrift der Fühlerprogrammierung hinter **‘KOMMENTAR’** ein **‘.’**.
2. Geräte mit Option **KL**, die Sonderkennlinien in Stecker schreiben können, zeigen an der gleichen Stelle ein **‘!’**.
3. Alle Fühlerkanäle, die mit Sonderkennlinien programmiert sind, zeigen an der 10. Stelle des Kommentars ein **‘!’**. Diese Kennung kann durch Programmierung des Kommentars nicht beeinflusst werden.

AMR ALMEMO 2690-8

1. MS BER. GW-MAX GW-MIN BASIS D FAKTOR EXP MITTEL KOMMENTAR.
2. MS BER. GW-MAX GW-MIN BASIS D FAKTOR EXP MITTEL KOMMENTAR!
3. 00:NiCr - - - - - °C - - - E+0 - - - - - Temperatur!

Wird ein Kanal mit Kennlinie deaktiviert oder mit einem anderen Bereich programmiert, dann ist die Kennlinie später wieder aktivierbar, indem man den Sonderbereich **‘Lin ’** per Tastatur oder mit dem Befehl **‘B99’** wiederherstellt.

## 6.4 Messwerte erfassen

ALMEMO® Geräte bieten folgende Möglichkeiten der Messwernerfassung:

**Kontinuierliche Messstellenabfrage aller Messstellen** mit einstellbarer Wandlungsrate mit Ausgabe der Messwerte auf Anzeige und Analogausgang, sowie Grenzwertüberwachung und Spitzenwertspeicherung.

**Einmalige (manuelle), zyklische oder kontinuierliche Messwertausgabe** in den Gerätespeicher (Option), an einen Drucker oder Rechner.

### 6.4.1 Anwahl einer Messstelle

Mit dem Befehl Mxx schaltet das Gerät den Kanal Mxx auf den Messkreis. Die Messstelle kann programmiert oder die laufenden und gespeicherten Messwerte abgefragt werden. Der Messwert wird laufend an einen evtl. angesteckten Analogausgang ausgegeben. Nach einer Messstellenabfrage aller Kanäle wird diese Messstelle automatisch wieder angewählt.

Befehl	Befehl	Antwort
Messstelle 2 anwählen	M02	M02

### 6.4.2 Messwerte

Die Messwerte eines jeden Kanals sind auch einzeln abrufbar. Durch Übertragung des Messwertes in den BASISWERT (s. 6.3.11) oder die NULLPUNKT-KORREKTUR (s.6.3.10) lässt sich der Messwert der angewählten Messstelle auf Null setzen.

Bei neuen V6-Geräten ist mit Hilfe eines programmierbaren Sollwertes auch die Steigung justierbar. Beim Abgleich wird der Korrekturfaktor berechnet und als FAKTOR im Stecker gespeichert.

Funktion	Befehl	Antwort
Messwert vom Messkanal ausgeben	p	01:+0023.5 °C
Messwert vom Eingabekanal ausgeben	P01	12:34:00 01:+0023.5 °C
Messwert nullsetzen (Basiswert)	C01	
Messwert abgleichen (Nullpunktkorrektur, bei pH, LF, O <sub>2</sub> auch Steigungskorrektur)	f1 C01	
Kalibrierwiderstand ein-(aus)schalten	o(-)01	(Nur V6, s. 3.6.2)
Sollwert eingeben	f2 gxxxxx	(Nur V6)
Sollwert abgleichen	f2 C01	(Nur V6)
Sollwert ausgeben	P45	SOLLWERT: 01: 5.000 br

### 6.4.3 Spitzenwerte

Aus den Messwerten jeder angewählten Messstelle wird laufend der höchste und der niedrigste Wert bestimmt und abgespeichert. Die Maximal- und Minimalwerte eines jeden Kanals lassen sich einzeln oder alle als Liste ausgeben und löschen. Bei jeder Änderung des Messbereichs und, falls konfiguriert, beim Start einer Messstellenabfrage (s. 6.10.13) werden die Spitzenwerte ebenfalls gelöscht.

► Bei neuen V6-Geräten werden auch Uhrzeit und Datum der Spitzenwerte

erfasst und ausgegeben.

Funktion	Befehle	Antwort
MAXWERT	ausgeben löschen	P02 C02
MAXZEIT/DATUM	ausgeben	P28
MINWERT	ausgeben löschen	P03 C03
MINZEIT/DATUM	ausgeben	P29

### 6.4.4 Messwertliste ausgeben

Die aktuellen Mess-, Max-, Min- und Mittelwerte mit der Anzahl der gemittelten Werte aller aktiven Messkanäle lassen sich gemeinsam abrufen und löschen:

Funktion	Befehle	Antwort
Messwertliste	P18	MS MESSWERT MAXWERT MINWERT MITTELW ANZAHL 00: +0012.0 +0045.1 +0009.0 - - - 00000 01: +0023.0 +0025.0 +0019.0 +0022.1 00025

Alle Messwerte löschen C18

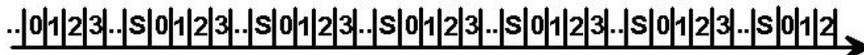
Alle Messwerte können auch automatisch bei jedem Start einer Messstellenabfrage gelöscht werden (s. 6.10.13.2).

## 6.5 Messstellenabfrage und Messwertausgabe

Prinzipiell gibt es drei verschiedene Arten der Messstellenabfrage:

### Kontinuierliche Messstellenabfrage:

Bei der kontinuierlichen Messstellenabfrage werden alle Messstellen durch Umschaltung der Halbleiterrelais gleichmäßig mit der Wandlungsrate erfasst, Max- Min- Mittelwerte gebildet und die Grenzwerte überwacht. Nach jedem Umlauf wird eine Sondermessung S für Nullpunktgleich, Vergleichsstellen-temperatur, Messstromkalibration oder Versorgungsspannungsmessung eingeschoben.

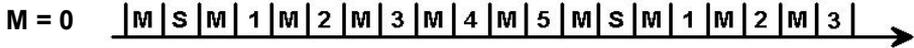


Vorteil dieser Abfrage ist die schnelle und gleichmäßige Erfassung aller Messstellen. Nachteil wird bei vielen Messkanälen u.U. die geringe Aktualisierungsrate der angewählten Messstelle. Deshalb wurde bei V6-Geräten die halbkontinuierlichen Abfrage eingeführt.

### Halbkontinuierliche Messstellenabfrage:

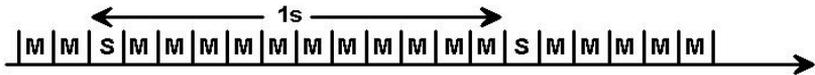
Bei der halbkontinuierlichen Abfrage (Einstellung 'nicht kontinuierlich') werden auch alle Messstellen laufend abgefragt, aber die angewählte Messstelle M wird bevorzugt und jede 2. Messung wieder erfasst. Bei Mittelwertbildung, Dämpfung oder Analogausgabe wird damit für diesen Kanal eine konstante Messrate von der halben Wandlungsrate erreicht. Die Sondermessung S wird

durchgeführt, wenn der Abfragekanal X und die angewählte Messstelle M zusammenfallen.



**Sonderfall nur 1 aktive Messstelle:**

Ist nur eine Messstelle aktiv, dann wird die Sondermessung nur ca. einmal in der Sekunde durchgeführt und der Messwert extrapoliert. Dadurch wird praktisch die volle Messrate erreicht.



**Grundeinstellung:**

Ab Werk oder nach einem Reset ist bei kleinen V6-Geräten (weniger als 5 Buchsen) die halbkontinuierliche, bei den größeren die kontinuierliche Messstellenabfrage eingestellt.

**6.5.1 Messwertausgabe/-speicherung**

Zur Datenerfassung über die Schnittstelle oder in den Gerätespeicher dient in erster Linie der Zyklus. Aber für eine hohe Aufzeichnungsgeschwindigkeit kann auch die Wandlungsrate selbst verwendet werden.

Für Wandlungsrate und Zyklus kann getrennt festgelegt werden, ob die Messwerte auf die Schnittstelle ausgegeben oder bei Datenloggern auch gespeichert werden sollen. Dazu dienen die Parameter **Speicheraktivierung S** beim **Zyklus** (s. 6.5.2) und die **Softwareschalter C, S, U** (Kontinuierlich, Speicher, Schnittstelle) bei der **Wandlungsrate** (s. 6.5.4).

Mit dem **Ausgabeformat** wird das Druckbild für einen Drucker oder ein Tabellenformat zum Einlesen in Tabellenkalkulationen gewählt.

**6.5.1.1 Einmalige Ausgabe / Speicherung aller Messstellen**

Um Betriebszustände zu bestimmten unregelmäßigen Zeitpunkten zu erfassen, sind einmalige Messwertausgaben durchzuführen. Diese können über Tastatur, Schnittstelle oder externe Triggerung ausgelöst werden (s. 6.6). Auch rechnergesteuerte Abfragen mit eigener Ablaufsteuerung, vor allem in einem Netzwerk, verwenden die einmalige Messwertausgabe. Für die Schnittstellenbedienung steht ein eigener Befehl zur Verfügung, bei Tastengeräten meist die Taste MANUELL.

<b>Funktion</b>	Einmalige Messwertausgabe
<b>Befehl</b>	S1 oder s
<b>Ausgabe</b>	DATUM: 01.02.06 12:34:00 01: +0008.9 °C NiCr Wasser. 02: +0023.4 °C NiCr Luft

Ist ein Schnittstellenkabel angeschlossen, dann werden die Messwerte generell im gewählten Ausgabeformat ausgegeben. Sollen die Messwerte gespeichert werden, ist die Speicheraktivierung im Zyklus einzuschalten.

**6.5.1.2 Zyklische Ausgabe / Speicherung aller Messstellen**

Zur zyklischen Messwertausgabe dient der Zyklus (s. 6.5.2). Er ermöglicht die Ausgabe der Messwerte auf die Schnittstelle und in den Speicher, sowie eine zyklische Max-, Min-, Mittelwertberechnung und Ausgabe.

Ablaufdiagramm und Programmierung siehe unten (6.5.1.3)

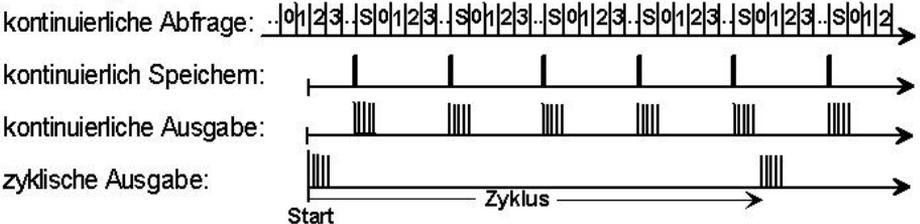
**Funktion** Start zyklische Messwertausgabe  
**Befehl** S2  
**Ausgabe** DATUM: 01.02.06  
 12:34:00 01: +0008.9 °C NiCr Wasser.  
 02: +0023.4 °C NiCr Luft  
 12:44:00 01: +0009.5 °C NiCr Wasser.  
 02: +0022.1 °C NiCr Luft

**6.5.1.3 Kontinuierliche Messwertausgabe / -speicherung**

Die kontinuierliche Messstellenabfrage (s. 6.5) mit der Wandlungsrate (s. 6.5.4) ermöglicht gleichzeitig die Ausgabe und/oder Speicherung aller Messwerte. Ist nur ein Messkanal aktiv, so kann dieser mit der vollen Wandlungsrate gespeichert oder ausgegeben werden. Ansonsten muss zur Bestimmung der Messrate pro Messstelle berücksichtigt werden, dass nach jeder Messstellenabfrage eine Sondermessung eingeschoben wird:

$$\text{Messrate/Kanal} = \text{Wandlungsrate} / \text{Kanalzahl} + 1$$

**Ablaufdiagramm:**



Kontinuierliche Messwertausgabe	WR	Zyklus	AK
Abfrage kontinuierlich, Ausgabe zyklisch	C---	hh:mm:ss	U
dto. und Speichern zyklisch	C---	hh:mm:ss	S
Messstellenabfrage halbkontinuierlich	----	00:00:00	U
Messstellenabfrage kontinuierlich	C---	00:00:00	U
Ausgabe kontinuierlich	C--U	00:00:00	U
Speichern kontinuierlich	C-S-	00:00:00	U
Speichern u. Ausgabe kontinuierlich	C-SU	00:00:00	U
Speichern kontinuierlich, Ausgabe im Zyklus	C-S-	hh:mm:ss	U

**Funktion** Start kontinuierliche Messwertausgabe  
**Befehl** S2  
**Ausgabe** DATUM: 01.02.04  
 12:34:01.00 01: +0008.9 °C NiCr

12:34:01.10 01: +0008.7 °C NiCr

12:34:01.20 01: +0008.5 °C NiCr

- Bei kontinuierlichen Ausgaben erhöht sich die Zeitaufösung auf 0.01s (s. 6.6.1).

### 6.5.2 Druckzyklus

Der Zyklus ermöglicht mit Hilfe des Zyklustimers zyklische Ausgaben der Messwerte auf die Schnittstelle. Die Zykluszeit kann zwischen 1 s und 59 h, 59 min und 59 s liegen. Der Zyklustimer zählt die Zeit herunter und fängt bei Null wieder vorne an. Dauert die Messstellenabfrage länger als die Zykluszeit, dann fällt die entsprechende Abfrage aus.

Zyklus	Befehle	Antwort
programmieren	Zhmmss	
mit Speicheraktivierung	I+hhmmss	
ohne Speicheraktivierung	I-hhmmss	
Speicheraktivierung einschalten	f1 A4	
Speicheraktivierung ausschalten	f1 A-4	
stoppen und löschen	C11	
ausgeben	P11	DRUCKZYKLUS: 00:01:30
Zyklustimer ausgeben	f1 P11	DRUCKTIMER: 00:01:23
Sleepmode (aus) -einschalten	o(-)11	

### 6.5.3 Messzyklus

Der Messzyklus wurde praktisch durch die kontinuierliche Messung ersetzt und wird in den V6-Geräten nicht mehr unterstützt.

### 6.5.4 Wandlungsrate

Mit der Wandlungsrate und 3 Softwareschaltern für kontinuierlich scannen, speichern und ausgeben ist die kontinuierliche Messstellenabfrage konfigurierbar. Die Einstellung ist über die Gesamtprogrammierung (s. 6.2.3) abrufbar.

Funktion	Kennung	Befehle	Ein	Aus
Wandlungsrate 2.5 M/s, Schalter CSU aus	003	f5 k0		
Wandlungsrate 10 M/s	010	f5 k1		
Wandlungsrate 50 M/s (je nach Typ)	050	f5 k7		
Wandlungsrate 100 M/s (je nach Typ)	100	f5 k8		
Wandlungsrate 400 M/s (je nach Typ, Option)	400	f5 k9		
Kontinuierlich Abfrage	C	f5 k2	f5 k-2	
Kontinuierlich speichern	S	f5 k4	f5 k-4	
Kontinuierlich ausgeben	U	f5 k5	f5 k-5	

#### Wandlungsraten über 10 Messungen pro Sekunde

Die größeren V6-Messgeräte ab ALMEMO® 2690-8 sind serienmäßig mit einem schnellen Messmodul ausgestattet, das höhere Wandlungsraten von 50 und 100 M/s erlaubt. Dabei ist zu beachten, dass mit steigender Messrate die Messqualität abnimmt, während sie mit niedriger am höchsten ist.

**Einschränkungen:**

Bei einer Wandlungsrate von über 10 Messungen/Sekunde sind durch die verkürzten Auswertezeiten folgende Einschränkungen zu beachten:

- 1. Eine Netzbrummunterdrückung ist prinzipiell nicht mehr möglich, sodass die Genauigkeit durch Einstreuungen in die Anschlussleitungen beeinträchtigt werden kann (möglichst verdrillen!).
- 2. Die Fühlerbrucherkennung ist teilweise nicht mehr gewährleistet.
- 3. 100 M/s lassen sich z.Zt. nur mit einer Multi-Media-Card aufzeichnen.

**Datenübertragung an einen Rechner mit Terminal (z.B. AMR-Control):**

Einstellung am ALMEMO® Gerät:

z.B. Wandlungsrate 50, kontinuierlich scannen und ausgeben.

Bei der Wandlungsrate von 50 M/s mit kontinuierlicher Ausgabe können bei laufender Messung die Messwerte in eine Datei geschrieben werden (z.B. im Tabellenformat); die Datei kann dann nach der Messung ausgewertet werden (z.B. in EXCEL).

**Mit der Messwernerfassungssoftware WIN-Control:**

Einstellung am ALMEMO® Gerät: Wandlungsrate 50, kontinuierlich scannen

Einstellung in der WIN-Control: Messzyklus 00:00, schnelle Datenübertragung

Bei der Wandlungsrate von 50 M/s mit der Einstellung 'kontinuierlich' werden bei der Online-Messung mit der WIN-Control die Messwerte ununterbrochen abgeholt. Die WIN-Control erreicht bei einem Gerät (je nach Rechner-Hardware und Baudrate) ca. 40 bis 50 Abfragen pro Sekunde, relativ unabhängig von der Anzahl der Messstellen. D.h. bei **einer** Messstelle werden evtl. nur 15 Messwerte, bei 6 Messstellen jedoch schon ca. 90 Messwerte pro Sekunde erfasst.

**6.5.5 Ausgabeform einstellen**

Bei einer Messstellenabfrage können die Messwerte auf die Schnittstelle in drei verschiedenen Formaten ausgegeben werden. Der Befehl Nx wählt die Darstellungsweise untereinander, nebeneinander oder Tabellenformat (s. 6.6.1). Das Kürzel für die Ausgabeform erscheint im Programmierungskopf nach dem Druckzyklus. Im Tabellenformat abgespeicherte Dateien können von den üblichen Tabellenkalkulationsprogrammen direkt eingelesen werden (Feldtrennung mit Semicolon, Komma als Dezimalzeichen).

Ausgabeform	Kürzel	Befehl
Messwerte untereinander als Liste	U	N0
Messwerte nebeneinander in Kolonnenform	Un	N1
Messwerte im Tabellenformat	Ut	N2

**6.6 Starten und Stoppen der Messung**

Messungen mit zyklischen Messstellenabfragen können je nach Anwendung auf viele verschiedene Arten gestartet und gestoppt werden. Zunächst sind dafür die Tasten START/STOP vorgesehen. Zur automatischen Bedienung kann die serielle Schnittstelle, die Echtzeituhr mit Start- und Endezeit bzw. Messdauer oder die Grenzwertüberschreitung eines Messkanals dienen. Aber auch ex-



Überschrift	"DATUM: "; "ZEIT: "; ; M01: °C"; "M02: °C"; ; ; "M10 %H"
Messwerte	"12.03.06"; "10:31:30"; +25,31; +16,8; ; ; 39,5
<b>Kontinuierlich</b>	"01.10.06"; "10:31:30.10"; 25.8
Auflösung 0.01 s	"01.10.06"; "10:31:30.20"; 25.9 "01.10.06"; "10:31:30.30"; 26.1

**Einmalige Abfrage ohne Rückgabe von Zeit und Datum:**

s ; ; 26.1; +16,8; ; ; 39,5

**Ende der zyklischen Ausgabe:**

Befehl: X

**6.6.2 Anfangs-Endezeit, Messdauer**

Eine Messreihe kann zu bestimmten Zeitpunkten selbsttätig gestartet und/oder gestoppt werden. Dazu ist Anfangszeit und -datum, sowie Endezeit und -datum programmierbar. Ist kein Datum festgelegt, so wird die Messung jeden Tag im eingestellten Zeitraum durchgeführt. Alternativ kann die Messung nach einer bestimmten Messdauer automatisch beendet werden.

Die Uhrzeit muss bereits programmiert und gestartet sein.

<b>Anfangszeit</b>	<b>Befehle</b>	<b>Antwort</b>
programmieren	f1 Uhhmss	
löschen	f1 C10	
ausgeben	f1 P10	ANFANGSZEIT: 12:34:00
<b>Endezeit</b>		
programmieren	f2 Uhhmss	
löschen	f2 C10	
ausgeben	f2 P10	ENDEZEIT: 12:34:00
<b>Anfangsdatum</b>		
programmieren	f1 dttmjj	
löschen	f1 C13	
ausgeben	f1 P13	ANFANGSDATUM: 01.02.05
<b>Endedatum</b>		
programmieren	f2 dttmjj	
löschen	f2 C13	
ausgeben	f2 P13	ENEDATUM: 01.02.05
<b>Messdauer</b>		
programmieren	f2 Ihhmss	
ausgeben	P47	MESSDAUER: 02:00:00

**6.6.3 Grenzwertaktionen**

Eine weitere Möglichkeit, eine Messwertaufnahme automatisch zu starten oder zu stoppen, ist das Triggern durch Grenzwertüberschreitungen. Auf diese Weise lassen sich uninteressante Messwerte weitgehend unterdrücken. Mit Hilfe von Makros (s. 6.6.5) sind aber auch komplexe Ablaufsteuerungen realisierbar. Die Grenzwerte sind gemäß Punkt 6.3.9 zu programmieren.

<b>Funktion</b>	<b>Befehl</b>	<b>Code</b>
Kanal anwählen	Exx	

**Aktionen bei Überschreitung eines Grenzwert Max**

START einer Messung	h1	S-
STOP einer Messung	h2	E-
Einzelmessung MANUELL	h3	M-
Nullsetzen des 0.1s-Timers	h4	Z-
Makro 5..9 aufrufen	h5..9	5-..9-
Löschen von Aktion und Relaiszuordnung	h0	--

**Aktionen bei Überschreitung eines Grenzwert Min**

START einer Messung	11	S-
STOP einer Messung	12	E-
Einzelmessung MANUELL	13	M-
Nullsetzen des 0.1s-Timers	14	Z-
Makro 5..9 aufrufen	15..9	5-..9-
Löschen von Aktion und Relaiszuordnung	10	--

In der Fühlerprogrammierung (s. 6.10.1) erscheint ein zusammengesetzter Code für Aktion und Alarmrelaiszuordnung (s. 6.10.8) bei Grenzw. Max (AH) und Min (AL).

**6.6.4 Externe Triggerung**

Im ALMEMO® Zubehör gibt es reine Triggerkabel (ZA 1000-EK/ET) zum abwechselnd Starten und Stoppen der Messung. Die kombinierten Ein-Ausgangskabel (ZA 1000-EGK/EAK) ermöglichen zusätzlich Alarmlmeldungen, sind aber in der Triggerfunktion nicht änderbar (s. 5.1.2). Bei den V6-Geräten wurden die möglichen Triggerfunktionen vor allem um die Makros (s. 6.6.5) erweitert und eine selektive Programmierung der Triggerfunktion und der Relaisfunktion ermöglicht (s. 6.10.9). Das Triggermodul wird normalerweise an die Ausgangsbuchse A2 des ALMEMO® Gerätes angesteckt.

Folgende Triggerfunktionen sind programmierbar (s. 6.10.9):

- Einmalige Messstellenabfrage
- Max-Min-Werte löschen
- Funktion drucken
- Messwert nullsetzen
- Makro aufrufen

**6.6.5 Makros**

In diesem Kapitel wird deutlich, dass nahezu alle Funktionen der ALMEMO® Messgeräte mit Schnittstellenbefehlen erreichbar sind. Es kann sehr nützlich sein, wenn bei bestimmten Ereignissen, die ein Triggersignal auslösen oder bei Grenzwertüberschreitungen, eine Reihe von Funktionen automatisch ausgeführt werden könnten.

z.B. den Zyklus oder die Messrate ändern, die kontinuierliche Speicherung einschalten oder auch verschiedene Analogwerte auf den Analogausgang ausgeben usw.

Diese Möglichkeit ist jetzt verfügbar. Sie können eine Reihe von Befehlen mit bis zu 30 Zeichen als Makro im Gerät abspeichern, insgesamt 5 Makros (Kennzahlen 5 bis 9). Die Befehle hintereinander (auch führende fx-Befehle) müssen durch den senkrechten Strich '|' (AltGr <) voneinander getrennt werden. Ein Verlängern eines Makros über die 30 Zeichen hinaus ist möglich, wenn man am Ende eines Makros ein weiteres aufruft (m-5..-9).

In Makro 5 V24-Befehl xxx eingeben (<30Z)	f-5 \$xxx CR
In Makro 6 V24-Befehle xx und yyyy eingeben (<30Z)	f-6 \$xx yyyy CR
In Makro 7 ..9 V24-Befehle xx und zzz eingeben (<30Z)	f-7..-9 \$xx zzz CR
Makro 5..9 ausgeben	f-5..-9 P20
Makro 5..9 als Triggerfunktion von Port xx setzen (A2: xx=28)	ixx f9 k-5..-9
Makro 5..9 einem Grenzwert Max. zuordnen:	h5..9
Makro 5..9 einem Grenzwert Min. zuordnen:	15..19
Makro 5..9 über Schnittstelle aufrufen	m-5..-9

Durch den neuen Timer-Messkanal können sogar zeitliche Abläufe realisiert werden.

**Beispiel 1:** Bei einer Grenzwertüberschreitung soll der Zyklus auf 5 Sekunden reduziert werden.

Wird der Grenzwert wieder unterschritten, soll ein normaler Zyklus von 10 Minuten laufen.

**Arbeitsschritte:**

Messkanal anwählen z.B. M1:	M01
Grenzwert Max. auf z.B. 70°C programmieren:	H70 CR
Grenzwert Min. auf z.B. 70°C programmieren:	L70 CR
Makro 5 auf Zyklus 5 s programmieren:	f-5 \$Z000005 CR
Makro 6 auf Zyklus 10 Min programmieren:	f-6 \$Z001000 CR
Makro 5 kontrollieren:	f-5 P20
Antwort:	Z000005
Dem Grenzwert Max. das Makro1 zuordnen:	h5
Dem Grenzwert Min. das Makro2 zuordnen:	16
Zyklus starten:	S2

**Beispiel 2:** Bei einer Grenzwertüberschreitung sollen für 20 Sekunden die Messwerte mit der Messrate kontinuierlich gespeichert werden.

**Arbeitsschritte:**

Virtuellen Kanal z.B. M5 (2690-8) anwählen:	M05
Timer programmieren:	B85
Grenzwert Max. des Timers auf 20 setzen:	H20 CR
Messkanal anwählen z.B. M1:	M01
Grenzwert Max. auf z.B. 70°C programmieren:	H70 CR
Makro 5 programmieren:	f-5 \$
Timer nullsetzen:	f3 C01
kontinuierlich speichern:	f5 k4 CR
Makro 6 programmieren:	f-6 \$
kontinuierlich speichern aus:	f5 k-4 CR
Grenzw-Max. von M1 das Makro5 zuordnen:	M01 h5
Grenzw-Max. von M5 das Makro6 zuordnen:	M05 h6
Messung starten:	S2

**Beispiel 3:** Bei jedem Triggersignal soll der Speicher ausgegeben und dann gelöscht werden:

Makro 7: Speicher ausgeben, löschen	f-7 \$P04 C04 CR
Dem Triggersignal von Port xx Makro7 zuordnen:	i <sub>xx</sub> f9 k-7
Triggerkabel müssen V6-Konfiguration aufweisen!!	



Die Makrofunktionen stehen nur bei V6-Geräten ab ALMEMO® 2490 zur Verfügung, die nach dem Herbst 2005 gebaut wurden. Bei älteren muss ein 4kB-EEPROM nachgerüstet werden, ansonsten wird Error ausgegeben!

## 6.7 Messfunktionen bei Messstellenabfragen

Es gibt einige Messaufgaben und spezielle Messbereiche, die zyklische Messstellenabfragen und definierte Fühleranordnungen erfordern.

### 6.7.1 Impulsmessung, Summenbildung

Zur Impulsmessung gibt es im ALMEMO® Steckerprogramm das Frequenzmessmodul ZA 9909-AK2, das im Fühlerstecker mit einem eigenen kleinen Mikrocontroller die Impulse zählt (s. 4.2.5). Das Kabel ZA 9909-AK1 zur Frequenzmessung und das Kabel ZA 9909-AK2 zur Impulsmessung unterscheiden sich nur durch die Programmierung **FREQ** oder **PULS**.

**Die Impulsmessung** im Messbereich **PULS** ist für Signale mit niedriger Wiederholrate gedacht, die in einem längeren Zeitraum erfasst werden sollen. Das Frequenzmodul wird nur bei allen Messwertausgaben (manuell, zyklisch oder auch kontinuierlich) abgefragt und nullgesetzt. In der Anzeige erscheint die Impulszahl also erst nach der Abfrage. Programmiert man einen Messzyklus von 1 Minute, dann wird jede Minute die Anzahl der Impulse/Minute angezeigt.

Zur Erfassung der Gesamtpulszahl oder der Impulse in zyklischen Zeiträumen gibt es die Funktionskanäle Summe über Gesamtpulszahl **S(t)** und Summe über Pulszahl/ Druckzyklus **S(P)** (s. 6.3.4). Diese Summen werden bei jedem Start auf Null gesetzt oder mit dem Befehl **Messwert nullsetzen** gelöscht.

Die Summen dürfen mit keinem Offset oder Faktor skaliert werden! (Nur V5-Geräte)

<b>Funktion</b>	<b>Befehle</b>
Messkanal festlegen	Mxx
Messwert vom Messkanal nullsetzen	C01
Einmalige Messstellenabfrage und alle Summen nullsetzen	f1 s

### 6.7.2 Luftdruckkompensation

Die Berechnung des Partialdampfdrucks beim Psychrometer, die Feuchtegrößen Mischungsverhältnis und Enthalpie, der Staudruck, sowie die O<sub>2</sub>-Sättigung hängen generell vom Luftdruck **SP** ab. Zur Kompensation ist der Luftdruck entweder programmierbar (s. 6.2.6) oder kann automatisch mit einem Luftdrucksensor (Z.B. **FD A612-MA**) gemessen werden. Dieser wird als Referenz definiert, indem man die ersten 2 Zeichen des Kommentars auf **'\*P'** programmiert (s. 6.3.6). Wird der Referenzsensor abgezogen, wird automatisch wieder der Normwert 1013 mbar eingesetzt !

<b>Funktion:</b>	<b>Befehl</b>
Luftdrucksensor als Referenz definieren	f2 \$*P CR

### 6.7.3 Vergleichsstellentemperaturmessung mit ext. Fühler

Bei bestehenden Messsystemen mit Thermoelementen sind die Ausgleichsleitungen häufig bereits auf eine isotherme Vergleichsstellenschiene zusammengeführt, um von dort mit Kupferleitungen bis zum Messgerät zu gelangen. Auf diese Weise lassen sich die Kosten der teuren Thermoleitungen begrenzen. Zur Erfassung der Vergleichsstellentemperatur kann ein externer Pt100-Fühler mit Bereich 'P204' oder ein Ntc verwendet werden. Er muss jeweils vor den Thermoelementen angeordnet und mit dem Kommentar '\*J' (s. 6.3.6) auf den ersten 2 Zeichen programmiert werden. Es können auch mehrere Vergleichsstellenfühler eingesetzt werden. Die Kupferleitungen der Thermoelemente ab Vergleichsstelle sind über normale Kupferstecker (ZA 9000-FS) am Messgerät anzuschließen.

#### Konstante Vergleichsstellentemperatur

Oft wird die Vergleichsstellentemperatur mit Eiswasser oder einem Thermostaten auf konstanter Temperatur gehalten. In diesem Sonderfall kann man auf den echten Temperaturfühler mit Kabel verzichten und statt dessen einen Dummy-Stecker (z. B. ZA 9000-FS) verwenden, die Steigungskorrektur auf Null setzen und mit dem negativen Basiswert die Konstanttemperatur programmieren. Diese Messstelle zeigt dann immer die Konstanttemperatur an, die als Vergleichsstelle verwendet wird.

#### Vergleichsstellentemperaturfühler im Stecker

Für besondere Ansprüche (z.B. bei Thermoelementen, für die es keine Stecker aus Thermomaterial gibt oder bei starker Wärmeeinstarhlung) gibt es Universalthermolementstecker (ZA 9400-FSx) mit eingebautem Ntc-Temperaturfühler zur Vergleichsstellenkompensation. Sie können problemlos für alle Thermolemente verwendet werden, benötigen aber jeweils 2 Messkanäle (1. für Ntc, 2. für Thermolement). Im Kommentar des Thermolements muss auf den ersten 2 Stellen ein '#J' programmiert sein, damit der eingebaute Temperaturfühler zur Vergleichsstellenkompensation verwendet wird (Funktion bei allen Geräten ab 07.2003 verfügbar).

### 6.7.4 Mittelwertbildung

Der **Mittelwert** des Messwertes wird für eine Reihe von Anwendungen benötigt:

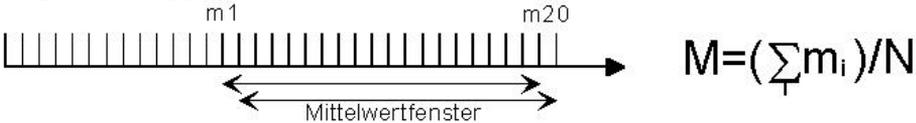
- z.B.
- Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in einem Lüftungskanal
  - Beruhigung eines stark schwankenden Messwertes (Wind, Druck etc.)
  - Stunden- oder Tagesmittelwerte von Wetterwerten (Temp., Wind etc.)
  - dto. von Verbrauchswerten (Strom, Wasser, Gas etc.)

Der Mittelwert eines Messwertes  $\bar{M}$  ergibt sich, wenn man eine ganze Reihe von Messwerten  $M_i$  aufsummiert und durch die Anzahl  $N$  der Messwerte teilt:

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{M} = (\sum M_i) / N$$

**Messwertdämpfung durch gleitende Mittelwertbildung**

Die Funktion Messwertdämpfung, die bei unruhigen Messwerten die Messwerte durch kontinuierliche Mittelwertbildung beruhigt, ist bei V6-Geräten generell über die Schnittstelle bedienbar. Die Messwertdämpfung ist aber nur beim angewählten Kanal möglich. Der Dämpfungsgrad, der angibt, über wieviele Messungen die angewählte Messstelle gleitend gemittelt werden soll, ist im Bereich von 0 bis 99 einstellbar. Der beruhigte Messwert gilt auch für alle folgenden Auswertefunktionen. Für diese Funktion sollte die halbkontinuierliche Messstellenabfrage (s. 6.5) gewählt werden, weil die Messrate und damit die Filterwirkung unabhängig von der Messstellenzahl ist.



Funktion	Befehle	Antwort
Dämpfung programmieren (0-99)	f1 zxx	
ausgeben (s.a. 6.10.1)	P32	DAEMPfung: 01: 20

**Mittelwertbildung mit Mittelwertmodus**

Außer bei der Dämpfung des Messwertes werden alle Mittelwertbildungen durch den **Mittelwertmodus** bestimmt:

Kontinuierliche Mittelwertbildung von Start bis Stop  
 oder über Einzelmessungen, wenn nicht gestartet mit: C o n t  
 Mittelwertbildung über jeden Zyklus mit: C Y C L

Die Mittelwertbildung ist durch folgende Maßnahmen gegenüber V5-Modellen wesentlich einfacher und effektiver geworden.

1. Die Mittelwertbildung erfolgt nach einem Start über die ständige halb- oder kontinuierliche Messstellenabfrage immer, soweit ein Mittelungsmodus programmiert ist. Deshalb ist für die Mittelung zwischen zwei Ausgaben kein Messzyklus mehr nötig.
2. Bei der halbkontinuierlichen Messstellenabfrage (Standardeinstellung) wird die angewählte Messstelle immer genau mit der halben Messrate abgefragt.
3. Messungen lassen sich zur Mittelwertbildung jetzt auch ohne Zyklus starten und stoppen. Beim Stop werden jetzt alle Messwerte zusätzlich gespeichert, d.h. Start-Stop-Mittelwertbildungen sind mit Mittelungsmodus 'CONT' auch über die Schnittstelle realisierbar.
4. Über die Funktionskanäle Mittelwert 'M(t)', Anzahl 'n(t)' und Volumenstrom 'Flow' lassen sich alle Funktionswerte der Mittelwertbildung speichern (Option S) oder über die Schnittstelle ausgeben.

Die Mittelwertbildung über Messreihen erfolgt generell bei allen Messstellenabfragen. Sie wird bei jeder Messstelle durch Programmierung des Mittelungsmodus (s. 6.3.7) aktiviert. Der Mittelwert wird für jede Messstelle extra berechnet und gespeichert. Er ist in der Funktion 'MITTELWERT' jederzeit abrufbar.

Im Modus 'CYCL' wird der Mittelwert nach einem Zyklus wieder gelöscht. Um die Mittelwerte und Anzahl auch speichern oder auf die Schnittstelle ausgegeben zu können, müssen entsprechende Funktionskanäle M(t) und n(t) programmiert werden (s. 6.3.4), die den Mittelwert des Bezugskanals auf einem sogenannten Rechenkanal ausgeben. Wird nur der Mittelwert anstelle des Messwertes benötigt, erfüllt die Ausgabefunktion M(t) (s. 6.10.4) diese Aufgabe.

Die unten angeführten Betriebsarten lassen sich mit folgenden Funktionen konfigurieren:

Funktionen	Befehl	Antwort
Mittelmodus Cont programmieren	m1	s. 6.3.7
Mittelmodus CYCL programmieren	m2	s. 6.3.7
Mittelmodus löschen	m0	s. 6.3.7
Funktionskanal Mittelwert M(t) programmieren	B74	s. 6.3.4
Funktionskanal Mittelwert M(n) programmieren	B75	s. 6.3.4
Funktionskanal Anzahl n(t) programmieren	B83	s. 6.3.4
kontinuierliche Messstellenabfrage einstellen	f5 k2	s. 6.5.4
Zyklus einstellen	Zhmmss	s. 6.5.2
Mittelwertbildung starten	S2	
Mittelwertbildung stoppen	X	
Mittelwert eines Kanals ausgeben	P14	MITTELWERT: 01: +0021.3 °C
Mittelwert eines Kanals löschen	C14	
Alle Max-, Min-, Mittelwerte ausgeben	P18	s. 6.4.4
Alle Max-, Min-, Mittelwerte löschen	C18	s. 6.4.4

**1. Mittelwert über mehrere manuelle Messstellenabfragen:**  $\bar{M} = (\sum E_i) / N$

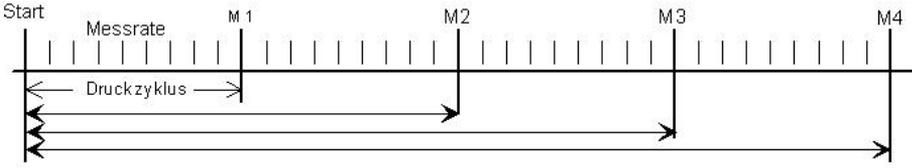
Funktionen		Befehle
Messung:	Stop	X
Funktionskanal:	M(t)	B74
Mittelungsmodus:	CONT	m1
Messstellenabfragen:	Manuell/einmalig	S1
Mittelwertausgabe:	Am Ende der Messung mit	P14, P18



**2. Kontinuierliche Mittelwertbildung über die Zeit:**

$$\bar{M} = (\sum M_i) / N$$

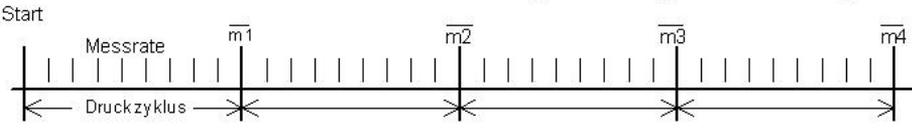
Mittelungsmodus:	CONT	m1
Funktionskanal:	M(t)	B74
Messstellenabfragen:	kontinuierlich	f5 k2
Messung:	Start, Stop	S2, X
Mittelwertausgabe Mx:	Im Zyklus	Zhhmss
	mit Funktionskanal M(t) bzw. Ausgabefunktion M(t)	
	Gesamtmittelwert am Ende der Messung P14, P18	



**3. Zyklische Mittelwertbildung über den Druckzyklus:**

$$\bar{m}_i = (\sum m_i) / N$$

Mittelungsmodus:	CYCL	m2
Funktionskanäle:	M(t)	B74
Messstellenabfragen:	kontinuierlich	f5 k2
Messung:	Start, Stop	S2, X
Mittelwertausgabe m <sub>x</sub> :	Im Druckzyklus	Zhhmss
	mit Funktionskanal M(t) bzw. Ausgabefunktion M(t)	



**4. Mittelwert über die Messwerte mehrerer Messstellen**

**Myy bis Mxx bei jeder Messstellenabfrage:**

$$\bar{M} = (\sum M_i) / n$$

Mittelungsmodus:	nicht erforderlich	
Funktionskanäle:	M(n)	B74
Bezugskanäle:	von b2=Myy bis b1=Mxx (s. 6.3.4)	f1 Eb1, f2 Eb2
Messstellen abfragen:	alle	Zhhmss
Messung:	Start, Stop	S2, X
Mittelwertausgabe:	Im Druckzyklus mit Funktionskanal M(n)	

## 6.7.5 Volumenstrommessung

Die Volumenstrommessung ist im Kapitel 3.5.5 prinzipiell abgehandelt. In einem Strömungskanal wird zunächst die mittlere Geschwindigkeit  $M(t)$  durch punktuelle oder zeitliche Mittelwertbildung erfasst (s. 6.7.4).

Zur Darstellung des Volumenstroms wird ein Funktionskanal 'Flow' benötigt.

Funktion	Befehl	Antwort
z.B. 2. Kanal im Strömungsstecker anwählen:	M10	
Funktionskanal 'Flow' programmieren:	B84	
In diesem Funktionskanal Querschnitt xxxxx des Strömungskanals in $\text{cm}^2$ programmieren:	Qxxxxx	
Ausgabe des Querschnitts (s. 6.10.1)		
Messwert des Funktionskanals in $\text{m}^3/\text{h}$ abfragen:	p	10:+00834. mh

### Umrechnung auf Normbedingungen

Bei allen Strömungsfühlern ist eine Umrechnung auf die Normbedingungen Temperatur=20°C und Luftdruck=1013mb möglich. Die tatsächlichen Messbedingungen werden mit den Funktionen 'Temp.Komp.' und 'Luftdruck' bestimmt (s. 6.2.6). Zur Umrechnung ist entweder bereits im Geschwindigkeitskanal oder nur im Volumenstromkanal im Kommentar ein '#N' zu programmieren (s. 6.3.6), das ergibt dann automatisch den **Normvolumenstrom**.

## 6.8 Nummerierung von Messungen

Zur Identifikation von Messungen oder Messreihen kann eine Nummer eingegeben werden, die bei der nächsten Messstellenabfrage ausgedruckt oder abgespeichert wird. So lassen sich auch gespeicherte Einzelmessungen beim Auslesen bestimmten Messorten oder Messpunkten zuordnen. Die Nummer lässt sich 6-stellig eingeben. Außer den Ziffern 0 bis 9 können auch die Zeichen -, , A, F, N, P verwendet werden. Nach der Eingabe ist die Nummernausgabe aktiviert.

Der **Ausdruck der Nummer** erfolgt automatisch nach jeder Aktivierung der Nummer einmal bei der nächsten Messstellenabfrage. Danach ist die Nummernausgabe wieder deaktiviert.

Z.B.       NUMMER:       000001  
           DATUM:        01.11.97  
           08:30:00 01: +0025.3 °C NiCr

Das **Speichern der Nummer** geschieht ebenso bei der nächsten Messstellenabfrage, wenn der Speicher eingeschaltet ist. Beim Ausdruck des Speichers kann der ganze Inhalt mit der Nummerierung oder nur Messungen mit einer bestimmten Nummer ausgegeben werden (s. 6.9.3).

Funktion	Befehl	Antwort
Nummer eingeben u. aktivieren '012001' oder mit Buchstaben 'A1-001'	n012001 f3 \$A1-001 CR	
Nummer um 1 erhöhen	n+	
Nummer löschen und deaktivieren	C05	
Nummer ausgeben	P05	NUMMER:   A1-001
Nummernliste ausgeben	f1 P05	NUMMER: 012001 A1-00..

## 6.9 Messwertspeicher

ALMEMO® Datenlogger bieten intern 32kByte bis 2MByte zur Messwertspeicherung. Pro Messstellenabfrage werden einmal 4 Byte für die Uhrzeit und 4 Byte für jeden Messwert an Speicherplatz benötigt, d.h. bei mehr als 2 Messstellen können über 100.000 Messwerte gespeichert werden. Die Abspeicherung kann automatisch mit dem Zyklus oder der Wandlungsrate oder manuell erfolgen. Es können mehrere Einzelmessungen oder ganze Messreihen mit einer 6stelligen Nummer (Speicherplatz 3 Byte) versehen und später selektiv wieder ausgelesen werden. Eine Auswahl nach Zeit und Datum ist ebenfalls möglich.

### **Achtung:**

Die Konfiguration der angeschlossenen Fühler wird beim ersten Start der Aufzeichnung abgespeichert. Sollten beim nächsten Start noch Fühler hinzukommen, dann werden diese in die Speicherkonfiguration mit aufgenommen. Es dürfen aber bei Folgemessungen keine Fühler ausgetauscht werden, da sich sonst bezüglich Bereich, Dimension, Dezimalpunkt und Kommentar falsche Zuordnungen ergeben. Das bedeutet, wenn die Fühlerkonfiguration geändert wird, muss die vorhergehende Messung zuerst ausgelesen und dann der Speicher gelöscht werden (Ausgenommen Speicherstecker mit SD/MMCard, siehe 6.9.1).

### **Funktionalität des internen Speichers:**

- Nur eine Fühlerkonfiguration möglich
- Ringspeicheraufzeichnung
- Sleepmode
- Datenausgabe in allen Ausgabeformaten
- Selektive Datenausgabe über Zeit und Datum,
- Selektive Datenausgabe mit Nummer

### **6.9.1 Datenspeicherung in externen Speichermedien (ALMEMO® Speicherstecker, Micro-SD-Card, MMC-Card)**

ALMEMO® Datenlogger unterstützen je nach Typ und Version auch externe Speichermedien. Diese Speicher benötigen zum Datenerhalt keine Batterie, sie können abgezogen, evtl. verschickt und geräteunabhängig mit einem Lesegerät vom Rechner ausgewertet werden. Die externen Speicher werden automatisch erkannt und solange sie angesteckt sind, anstelle des internen Speichers verwendet. Dies wird auch in der Speicherplatzanzeige sichtbar.

#### **ALMEMO® Speicherstecker ZA1904-SD für Speicher-Card**

Messgeräte: V6 ALMEMO® 2590-2/3/4, 2690, 2890, 4390, 8590, 5690 ff.

Kapazität: 128MB bis 2GB (ca. 30000 Messwerte/MB)

Der neu entwickelte Speicherstecker ZA 1904-SD mit einer konventionellen Micro-SD-Flash-Speichercard macht auch Geräte zum Datenlogger, die intern keinen Speicher aufweisen. Die Speichercard wird über den Speicherstecker mit den Messdaten im Tabellenmode im Standard-FAT16-Format beschrieben. Die Speichercard lässt sich über jeden PC mit jedem Kartenleser formatieren,

auslesen und löschen (s. 6.9.4.2). Die Daten können in Excel oder die Messwertsoftware Win-Control importiert werden. Auf Grund der völlig anderen Arbeitsweise des Speichersteckers ergeben sich gegenüber dem internen Speicher Einschränkungen und neue Möglichkeiten.

### **Funktionalität der Speicherstecker mit Speicher-Card:**

Praktisch unbegrenzter Speicherplatz

Bei jeder neuen Steckerkonfiguration wird eine neue Datei angelegt

keine Ringspeicheraufzeichnung

Sleepmode möglich

Daten können mit jedem Lesegerät andernorts ausgewertet werden

Sehr schnelle Datenübertragung mit Lesegerät

Datenaufnahme und -ausgabe nur im Tabellenformat

Über das ALMEMO® Gerät ist nur die letzte Datei auslesbar

Keine selektive Datenausgabe über Zeit und Datum oder Nummer

Vor dem Start jeder Messung können Sie einen 8stelligen Dateinamen eingeben. Geschieht das nicht, wird der Defaultname 'ALMEMO.001' oder der zuletzt verwendete Name verwendet. Solange sich die Steckerkonfiguration nicht ändert, können Sie mehrere Messungen, manuell oder zyklisch, auch mit Nummern in der gleichen Datei speichern.

Hat sich die **Steckerkonfiguration** gegenüber der letzten Messung jedoch **geändert** und ist kein neuer Dateiname programmiert, dann wird immer eine neue Datei angelegt und dabei der Index in der Extension automatisch um 1 hochgezählt, z.B. 'ALMEMO.002'. Ist der eingegebene Dateiname schon vorhanden, dann wird ebenfalls eine neue Datei mit dem gleichen Namen aber mit neuem Index angelegt.

Bei Langzeitaufzeichnungen ist es möglich, bei jedem Tageswechsel die laufende Datei zu schließen und eine neue Datei zu öffnen. Um diese Funktion zu aktivieren, muss ein Dateiname verwendet werden, der mit dem Zeichen '&' (z.B. '&Test') beginnt. Die Extension der Datei wird automatisch von '000' bis '999' jeweils inkrementiert. Die vollständigen Dateinamen lauten also '&Test.000' bis '&Test.999'.

#### **Funktion**

Dateinamen eingeben (max. 8 Zeichen)

Dateinamen für automatische Tagesdateien

#### **Befehl**

\$NAME CR

&NAME CR

#### **Gilt für alle ext. Speichermedien:**

Die Speicherstecker werden zur Messwerterfassung auf die Buchse A2 gesteckt (Trigger- und Relaiskabel sind auch in Buchse A1 steckbar). Alle Messungen müssen mit <STOP> beendet werden, weil nicht abgeschlossene Daten nicht vollständig gespeichert oder bei der nächsten Messung überschrieben werden. Deshalb darf der externe Speicher bei laufender Messung auch nicht abgezogen werden!

## **6.9.2 Messdatenaufnahme**

Zur Messdatenspeicherung ist es in den meisten Fällen ausreichend, einen Zyklus (s. 6.5.2) einzugeben und den Startknopf zu drücken. Außerdem sollten Sie nur noch prüfen, ob Uhrzeit und Datum richtig eingestellt sind (s. 6.2.8).

Aber um auch komplexen Anforderungen gerecht zu werden, sind eine Reihe von speziellen Konfigurationen möglich:

## Schnelle Aufzeichnungen

Für schnelle Aufzeichnungen können Sie alternativ die Wandlungsrate (s. 6.5.4) verwenden. Die verschiedenen Betriebsarten sind im Kapitel 6.5 ausführlich dargestellt.

## Starten und Stoppen

Zum Starten und Stoppen der automatischen Abspeicherung gibt es eine Menge Möglichkeiten, die in Kapitel 6.6 erläutert werden.

## Abfragemodi

Für verschiedene Einsatzfälle (Langzeitaufnahme, autarker Betrieb und/oder Rechnerabfrage) können Sie unter 4 Abfragemodi wählen (s. 6.9.2.1).

## Ringspeichermodus

Falls Sie bei längeren Aufzeichnungen nur die jüngste Vergangenheit interessiert, können Sie mit den Betriebsparametern den Ringspeichermodus einstellen (s. 6.10.13.2).

## Nummer

Wollen Sie Messungen oder Messreihen besser wiedererkennen oder später selektiv auslesen, dann sollten Sie jeweils eine Nummer vergeben (s. 6.8).

## Dateiname

Bei Verwendung von Speicherkarten haben Sie die Möglichkeit, für jede Messung eine neue Datei anzulegen und dafür einen passenden 8stelligen Dateinamen einzugeben.

## Speicherkonfiguration

Die wichtigsten Parameter der Speicherkonfiguration erhält man mit dem

<b>Befehl:</b>	f4 P19	
<b>Antwort:</b>	SI:0512.4k R	Speicherplatz intern (R=Ringspeicher)
	SE:256.00M	Speicherplatz extern
	SF:0324.5k	Speicher frei
	SZ:0001.18:20	Verbleibende Speicherzeit: tttt.hh:mm
	U3:07:00:00	Anfangszeit der Speicherausgabe
	D3:01.02.06	Anfangsdatum der Speicherausgabe
	U4:17:00:00	Endezeit der Speicherausgabe
	D4:02.02.06	Enddatum der Speicherausgabe
	DT:DATEINEU.001	Dateiname neue Datei
	FI: ALMEMO.001	Dateiname aktuelle Datei im Speicher

### 6.9.2.1 Abfragemodi

Für autarken Betrieb und/oder Rechnerabfrage gibt es 4 Abfragemodi:

**Normal:** Interner Zyklus oder zyklische Abfrage durch den Rechner

**Sleep:** Nur interner Zyklus mit Abschaltung für Langzeitüberwachungen

**Monitor:** Interner Zyklus wird durch Rechnerabfrage nicht gestört

**Fail-Save:** Zyklische Abfrage durch PC, nach Ausfall interner Zyklus

#### Sleepmodus

Für Langzeitüberwachungen mit größeren Zyklen ist es möglich, die Datenlogger ab ALMEMO® 2590 im Sleepmodus zu betreiben. In diesem Stromsparbetrieb wird das Gerät nach jeder Messstellenabfrage völlig ausgeschaltet (bei Fühlern mit Stromversorgung beachten!) und erst nach Ablauf der Zykluszeit zur nächsten Messstellenabfrage automatisch wieder eingeschaltet. Auf diese Weise wird bei Batteriebetrieb die Laufzeit drastisch erhöht.

#### Funktion

Sleepmodus einschalten

Sleepmodus ausschalten

#### Befehl

o11

o-11

Der Sleepzyklus muss mindestens 2 Minuten betragen.

**Beenden** können Sie die Sleepaufzeichnung nur durch (Aus)-Einschalten des Gerätes. Danach muss die Messung noch extra gestoppt werden.



Das Stoppen durch Endezeit, sowie durch Grenzwerte ist im Sleepmodus nicht möglich und muss daher ausgeschaltet sein!

#### Sleepverzögerung

Es gibt einige Sensoren, wie alle Flügelräder, digitale Feuchte- oder Materialfeuchtefühler, chemische Sensoren etc., die nach dem Einschalten eine gewisse Zeit benötigen, bis ein stabiler Messwert zur Verfügung steht. Damit auch solche Sensoren im Sleepmode betrieben werden können, wurde eine Verzögerung der Messung nach dem Einschalten im Sleepmode vorgesehen. Die Eingabe der Verzögerungszeit ist z.Zt. nur über die Schnittstelle möglich. Bei Geräten mit Display erscheint jedoch in der Modeanzeige ein D hinter dem Sleep, wenn eine Verzögerungszeit programmiert ist. Beim Aufwachen aus dem Sleep sieht man außerdem in der Anzeige 'SLEEP DELAY' und darunter wird die Verzögerungszeit heruntergezählt.

Eingabe der Verzögerungszeit xxx in s mit Befehl:

f2 uxxx

Ausgabe der Verzögerungszeit xxx in s im Befehl:

f1 P19 (s. 7.5)

... SD: xxx s



Beim Programmieren des Sleepmodes wird, wenn erforderlich, automatisch die minimale Zykluszeit, d.h. 2 Minuten plus Verzögerungszeit eingestellt, kont. Ausgaben ausgeschaltet und eine Messung gestoppt.

**Monitor-Mode:**

Soll ein Datenlogger, der zyklisch betrieben wird, gelegentlich von einem Rechner überwacht werden, dann ist der neue 'Monitormode' zu verwenden. Die interne zyklische Abfrage wird durch die Softwareabfrage in keiner Weise beeinflusst (In der Win-Control 'sichere Initialisierung' ausschalten!)

Der interne Zyklus wird beim Softwarestart gestartet, er kann aber auch vorher schon gestartet sein. Bei der Abfrage durch den internen Zyklus erfolgt keine Datenausgabe auf die Schnittstelle. Zur Speicherung von Daten muss der Speicher aktiviert sein.

**Funktion**

Monitormode einschalten  
Monitormode ausschalten

**Befehl**

f1 A1  
f1 A-1

**Fail-Save-Mode:**

Soll bei einer reinen Softwareabfrage nur dafür gesorgt werden, dass bei einem Ausfall des Rechners eine interne zyklische Abfrage weiterläuft, dann ist der 'Fail-Save-Mode' angebracht. In dieser Betriebsart muss im Gerät ein größerer Zyklus programmiert werden, als für die Softwareabfrage (z.B. Geräte-Zyklus 20s, Software-Zyklus 10s). Durch die Softwareabfrage wird der interne Zyklus immer wieder zurückgesetzt, sodass er nur zum Einsatz kommt, wenn die Softwareabfrage ausfällt (Auch hier in der Win-Control 'sichere Initialisierung' ausschalten!).

Der interne Zyklus wird beim Start mit der Software Win-Control gestartet, er kann aber auch vorher schon gestartet sein. Bei der Abfrage durch den internen Zyklus erfolgt keine Datenausgabe auf die Schnittstelle. Zur Speicherung von Daten muss der Speicher aktiviert sein.

**Funktion**

Fail-Save-Mode einschalten  
Fail-Save-Mode ausschalten

**Befehl**

f2 A1  
f2 A-1

**6.9.3 Messdatenausgabe**

Der Messwertspeicher kann prinzipiell komplett oder Zeitausschnitte oder mit Nummer versehene Blöcke auf die serielle Schnittstelle ausgegeben werden. Die Speicherausgabe über die serielle Schnittstelle kann mit verschiedenen Programmen erfolgen (Programm AMR-Control siehe 6.1).

**6.9.3.1**

**6.9.3.2 Speicherausgabe auf die serielle Schnittstelle**

Die **Ausgabe auf die serielle Schnittstelle** ist durch die Ausgabeformate 'untereinander', 'nebeneinander' und 'Tabellenform' mit drei verschiedenen Ausgabeformaten möglich (Druckbild s. 6.6.1). Nach dem Start wird der Inhalt des Speichers mit dem gleichen Druckbild wie bei Druckerbetrieb ausgegeben, bei Bedarf auch mehrmals und in verschiedenen Ausgabeformaten. Die Ausgabe kann jederzeit abgebrochen werden, ohne den Speicher zu löschen.

Bei **externen Speicherkarten** werden die Messungen generell im Tabellen-

mode abgespeichert, unterschiedliche Konfigurationen jeweils in eigenen Dateien. Aus dem Gerät lassen sich daher nur die kompletten Messdaten der zuletzt verwendeten Datei und nur im Tabellenmode auslesen. Sinnvollerweise wird die Speicherkarte abgezogen und die Dateien über einen USB-Kartenleser (s.6.9.4.2) direkt in den PC kopiert. Diese lassen sich sowohl in Excel als auch in die Win-Control (ab V.4.9) importieren.

### 6.9.3.3 Selektive Speicherausgabe

#### Messungen mit Nummerierung (nicht bei Speicherkarten)

Messreihen, die durch Eingabe einer Nummer gekennzeichnet wurden, können durch Aktivieren der entsprechenden Nummer selektiv ausgelesen werden. Ist eine Nummer aktiv, dann werden von dem gesamten Speicherinhalt nur Messungen ausgegeben, wenn diese Nummer im Speicher gefunden wurde, bis eine andere Nummer folgt. Das können die Daten einer bestimmten Messreihe oder auch lauter Einzelmessungen an immer wiederkehrenden Messpunkten mit gleichen Nummern sein.

#### Zeitausschnitt (nicht bei Speicherkarten)

Mit den Funktionen **Speicheranfangszeit** und **Endezeit**, sowie **Anfangsdatum** und **Endedatum** kann im gesamten Speicher ein zeitlicher Ausschnitt bestimmt und ausgegeben werden. (**Achtung:** Die Suche kann bei 500KB bis zu ca. 1Min. dauern!)

Funktion	Befehle	Antwort
Speicher komplett auslesen (soweit Fühlerkonfig. unverändert) (Steckernummer 12, wenn vorh.) (In allen Ausgabeformaten)	P04	SPEICHER: 12 DATUM: 01.01.97 07:00:00 01: +0123.4 °C NiCr ..
Gekürzte Tabellenform bei 115kB Datum nur wenn geändert, keine "	P04	12.03.99;12:30:00;12, ;9,9 ;12:31:00;12,1;9,8

#### Mit Nummer gekennzeichnete Messung auslesen:

Ausgabe einer Liste der im Speicher vorhandenen Nummern	f1 P05	NUMMER: 01-001 01-002 02-001 ....
Nummer aktivieren	n01-001	
Test ob vorhanden oder nicht	t4	OK oder ERROR
Messung mit Nummer auslesen (In allen Ausgabeformaten)	P04	NUMMER: 01-234 17:20:00 01: +0087.5 °C NiCr .....

#### Zeitausschnitt auslesen:

Anfangszeit eingeben	f3 Uhhmss
----------------------	-----------

Anfangsdatum eingeben	f3 dttrmj	
Endezeit eingeben	f4 Uhhmss	
Endedatum eingeben	f4 dttrmj	
Anfangszeit löschen	f3 C10	
Anfangsdatum löschen	f3 C13	
Endezeit löschen	f4 C10	
Endedatum löschen	f4 C13	
Anfangszeit ausgeben	f3 P10	ANFANGSZEIT: 07:30:00
Anfangsdatum ausgeben	f3 P13	ANFANGSDATUM:01.02.06
Endezeit ausgeben	f4 P10	ENDEZEIT: 08:00:00
Endedatum ausgeben	f4 P13	ENDEDATUM: 01.01.06
Speicherplatz abfragen	f1 P04	SPEICHER: S0500.3 F0118.5
Ausschnitt auslesen (In allen Ausgabeformaten)	f3 P04	SPEICHER: DATUM: 01.02.06 07:30:00 01: +0123.4 °C NiCr .....
Speicher löschen	C04	

#### 6.9.4 Auslesen ext. Speichercards mit USB-Lesegerät

Zum Auslesen der Speicherdaten von Speichercards wird zum Speicherstecker ZA 1904-SD/MMC ein USB-Lesegerät mitgeliefert. Es ist aber auch jedes andere Laufwerk für Wechseldatenträger geeignet. Bei Micro-SD-Cards muss u.U. nur der entsprechende mitgelieferte Adapter aufgesteckt werden. Die Messdateien sind im Standard-FAT16-Format abgelegt und können durch Kopieren einfach und schnell auf die Platte des PC's übertragen werden. Die Messdaten im Tabellenformat können als ASCII-Daten mit jedem Editor betrachtet und einfach in Excel (getrennt mit Trennzeichen Semicolon) eingelesen werden. Mit unserer Messwerterfassungssoftware Win-Control ab V.6 sind die Dateien über 'Datei-Importieren' ebenfalls leicht auszuwerten (evtl. updaten).

## 6.10 Spezialfunktionen

Die ALMEMO® Geräte besitzen einige Zusatzfunktionen, die im Routinebetrieb selten benötigt werden, aber bei speziellen Anwendungen sehr nützlich sind. Diese Funktionen sollten aber nur von technisch versierten Anwendern verwendet werden, die die Wirkungsweise und Folgen richtig verstanden haben. Manche Programmierungen sind nur bei bestimmten Geräten möglich oder erfordern eine definierte Steckerkonfiguration oder eine besondere Hardware. Wenn der Eingangsmultiplexer nicht zur Anschlussbelegung passt oder ein Bezugskanal nicht mit dem richtigen Fühler bestückt ist, dann fragt man sich meist vergebens, warum keine vernünftigen Messwerte mehr erscheinen.

### 6.10.1 Ausgabe der erweiterten Fühlerprogrammierung

Die Spezialparameter jeder Messstelle außer den Standardfunktionswerten (s. 6.2.3) können mit dem Befehl f1 P15 abgefragt werden. Im einzelnen sind dies:

NULLPKT	Nullpunktkorrektur	s. 6.3.10
STEIGNG	Steigungskorrektur	s. 6.3.10
VM	Verriegelungsmodus	s. 6.3.12
K	Aktuelle Kommposition incl. Exponent	
FUNK	Ausgabefunktion	s. 6.10.4
EOFSET	Eichoffset	
EFAKT	Eichfaktor	
ANA-ANF	Analogausgang-Anfang	s. 6.10.7
ANA-END	Analogausgang-Ende	s. 6.10.7
B1	Bezugskanal für Funktionskanäle	s. 6.3.4
MX	Eingangsmultiplexer	s. 6.10.2
EF	Elementflags	s. 6.10.3
AH	Alarmfunktionen Grenzwert Max	s. 6.10.8
AL	Alarmfunktionen Grenzwert Min	s. 6.10.8
ZF	Druckzyklusfaktor	s. 6.10.6
UMIN	Minimale Sensorspannung	s. 6.10.5

Im Ausgabeformat unter- oder nebeneinander (s. 6.5.5) erhält man folgendes Bild:

**Befehle** f1 P15

**Antwort** MS NULLPKT STEIGNG VM K FUNK EOFSET EFAKT ANA-ANF ANA-END B1 MX EF AH AL ZF UMIN  
01:+0000.0 +1.0000 5. 1 MESS +00000 32000 +0000.0 +1000.0-01 -- S2 -0 01 12.0

Die Parameter jeder Messstelle der Befehle P15 und f1 P15 in einer Zeile erhält man mit dem Befehl f2 P15.

**Befehle** f2 P15

**Antwort** MS BER. GW-MAX...STEIGNG VM K FUNK EOFSET EFAKT ANA-ANF ANA-END B1 MX EF AH AL ZF UMIN  
01:NiCr +0123.4...+1.0000 5. 1 MESS +00000 32000 +0000.0 +1000.0-01 -- S2 -0 01 12.0  
MESSZYKLUS: 00:00:30 S S0600.3 F0130.4 AR W010 C-SJ-  
DRUCKZYKLUS: 00:01:30 U 9600 bd

Bei V6-Geräten sind noch weitere Parameter und damit auch neue Ausgabe-

befehle dazugekommen:

ZK	Zeitkonstante, Dämpfung	s. 6.7.4
QUERS	Querschnitt zur Volumenstrommessung	s. 6.7.5
RH	Relaiszuordnung zu Grenzwert Max	s. 6.10.8
RL	Relaiszuordnung zu Grenzwert Min	s. 6.10.8

**Befehle** f3 P15

**Antwort** MS BER. GW-MAX GW-MIN BASISW D FAKTOR EXP MITTEL KOMMENTAR ZK QUERS RH RL  
01:NfCr +0123.4 -0012.0 +0000.0°C 1.0000 E+0 - - - Temperatur 10 00078. 20 --

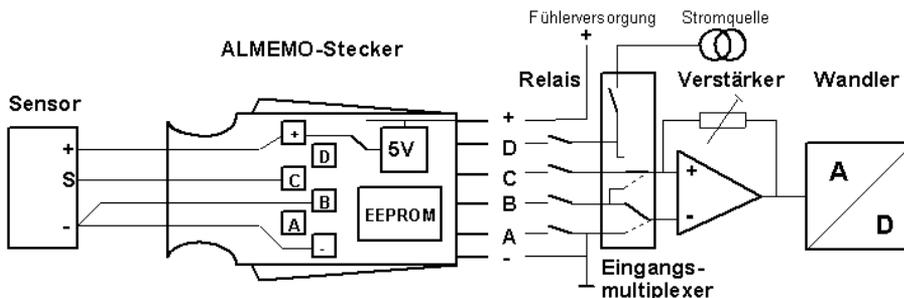
Mit dem nächsten Befehl sind reine Steckerdaten abrufbar:

**Befehle** f4 P15

**Antwort** ST SENSOR SERIENNR KAL-DAT. ZY  
01:FHA6461..... 12345678 01.10.06 12

### 6.10.2 Eingangsmultiplexer ändern

Bei jedem Messbereich wird der Eingangsmultiplexer normalerweise je nach Anschlussbelegung automatisch richtig eingestellt. Bei massebezogenen Signalen liegt der - Eingang des Verstärkers auf A, der + Eingang auf B (Millivolt, Thermoelemente), auf C (Volt) oder D (Ntc). Bei stromversorgten Sensoren (Pt100 oder Druck etc.) legt man vom - Pol des Sensors eine stromlose Sense-Leitung zum Eingang B und misst die Differenzspannung zwischen C und B.



Es gibt einige Fälle, in denen es wünschenswert ist, die serienmäßige Multiplexererstellung zu ändern,

- z.B. Differenzspannungsmessung bei Feuchtefühlern mit langen Leitungen,
- Differenzspannungsmessung bei intern versorgten Sensoren mit Stromausgang (Stecker ZA 9601-FS5/6 mit Differenzshunt B-C)
- Doppelfühler mit zwei gleichen Messbereichen u.s.w

Die erforderliche Multiplexererstellung kann bei der Bereichswahl folgendermaßen programmiert und im Stecker-EEPROM abgelegt werden:

Funktion	Befehle	Code
1. Spannungsmessung Eingänge B-A	f1 Bxx	M1
2. Spannungsmessung Eingänge C-A	f2 Bxx	M2
3. Spannungsmessung Eingänge D-A	f3 Bxx	M3
4. Spannungsmessung Eingänge C-B	f4 Bxx	M4

5. Spannungsmessung Eingänge D-B f5 Bxx M5

Die Multiplexerstellung wird in der Fühlerprogrammierung (s. 6.10.1) durch den o.a. Code kenntlich gemacht, bei Messgeräten mit 7-Segmentanzeige ist sie im Verriegelungsmodus an der zweiten Stelle x4xx kontrollierbar.

### 6.10.3 Elementflags

Um bei mehreren Standardmessbereichen wahlweise eine Zusatzfunktion aktivieren zu können, sind entsprechende Flags programmierbar:

Funktion	ein	aus	Code
1. Messstrom für Widerstandsfühler 0.1mA statt 1mA	f2 k1	f2 k-1	01
2. Emission u. Hintergrundtemperatur für Infrarotfühler	f2 k2	f2 k-2	02
3. Aktivierung Messbrückenschalter für Endwertsimulation	f2 k3	f2 k-3	04
4. Nur zyklische Abfrage bei Sensoren mit DIGI-Bereich	f2 k4	f2 k-4	08
5. Ausschalten der galv. Trennung im Messmodul *	f2 k5	f2 k-5	10
7. Ausschalten der Fühlerbruchererkennung	f2 k7	f2 k-7	40
8. Analogausgang 4-20mA statt 0-20mA	f2 k8	f2 k-8	80

\* Nur 2890-9, 8590-9, 8690-9A, 5690

#### Erläuterung:

1. Durch die Verringerung des Messstromes auf ein Zehntel erweitert sich der Messbereich von Widerstandsfühlern auf den zehnfachen Widerstandswert. Mit den Messbereichen P104, P204, N104 können Pt1000- und Ni1000-Fühler statt Pt100- und Ni100-Fühlern gemessen werden. Der Ohmbereich reicht bis 5000.0 Ω. Das Komma muss aber entsprechend eingestellt werden.
2. Bei Infrarotstrahlungs-Transmittern benötigt man zur Messwertberechnung den Emissionsfaktor der Messobjektfläche und die Hintergrundtemperatur. Ist das Flag 2 programmiert, dann werden die Parameter Nullpunkt als Hintergrundtemperatur und Steigung als Emissionsfaktor verwendet. Die Standardfunktion zur Messwertkorrektur steht damit nicht mehr zur Verfügung (Wird bei neuen Geräten ab 2007 nicht mehr unterstützt).
3. In Kraftaufnehmern gibt es eingebaute Kalibrierwiderstände, die den Endwert simulieren, wenn sie entsprechend zugeschaltet werden. Im Brückenspannungsmessmodul ZA 9612-FS ist ein elektronischer Schalter eingebaut, der beim Endwertabgleich eingeschaltet wird, wenn das Flag 3 aktiviert ist.
4. Digitalsensoren berechnen teilweise selbstständig Max-, Min-, Mittelwerte oder Summen von Abfrage zu Abfrage (z.B. Messmodule, Wettersensoren). Wenn Sie diese Werte auf den Zyklus und nicht auf die Messrate bezogen erhalten wollen, ist das Flag 4 zu setzen (ab ALMEMO® 2490).
5. Bei den neuesten Geräten 2890-9, 8590-9, 8690-9A und neuen Anlagen 5690 mit galvanischer Trennung im Messmodul kann mit dem Flag 5 die Trennung aufgehoben werden, d. h. der Anschluss A des angewählten Fühlers wird über ein Halbleiterrelais mit dem Minuspol der Versorgung verbunden. Das ist bei Fühlern mit Versorgung und Differenzspannungsmessung

erforderlich, da die Eingänge sonst kein Bezugspotential haben (wird meistens automatisch gesetzt).

7. Zur Erkennung eines Fühlerbruchs werden alle Messeingänge periodisch kurzzeitig über hochohmige Widerstände (11M $\Omega$ ) auf 5V gezogen, wenn der AD-Wandler nicht misst. Bei allen Sensoren mit niederohmigem Ausgang (bis 1k $\Omega$ ) wird der Messwert dadurch nicht beeinflusst. Bei hochohmigen Sensoren (z.B. chemische Zellen) oder bei elektronischen Kalibratoren können die Schaltvorgänge zu Messwertverfälschungen führen. Deshalb ist diese Fühlerbrucherkennung mit dem Flag 7 abschaltbar.
8. Die extern ansteckbaren oder optionalen Analogausgänge sind über die Parameter Analogausgang-Anfang und Analogausgang-Ende auf die Normwerte 0-2V, 0-10V oder 0-20mA skalierbar. Sollen Stromausgänge auf 4-20mA eingestellt werden, so ist das Flag 8 zu programmieren.

Die Elementflags sind in der Fühlerprogrammierung unter dem Kürzel EF und bei Messgeräten mit 7-Segmentanzeigen im Verriegelungsmode an der dritten Stelle xx2x kontrollierbar.

### 6.10.4 Ausgabefunktion ändern

Wenn der eigentliche Messwert nicht benötigt wird, sondern nur der Max-, Min-Mittel- oder Alarmwert, dann kann diese Funktion als Ausgabefunktion programmiert werden. Grenzwertüberwachung, Speicherung, Analog- und Digitalausgabe berücksichtigen nur den entsprechenden Funktionswert.

#### **Beispiele:**

1. Werden Messwerte mit Hilfe des Messzyklus über den Druckzyklus gemittelt, dann interessiert als Ausgabewert nur noch der Mittelwert und nicht der letzte Messwert. Bei einem Datenlogger spart man auf diese Weise Speicherplatz.
2. Der analoge Messwert des Betaungssensors FH A946-1 hat keine Aussagekraft. Man legt den Grenzwert-Max auf ca. 0.5 V, programmiert die Messfunktion Alarmwert und erhält dann nur noch die Werte 0.0% für trocken und 100.0% für betaut.

Messfunktion	Kürzel	Befehle	
Messwert	Mess	f1	m0
Differenz	Diff	f1	m1
Maxwert	Max	f1	m2
Minwert	Min	f1	m3
Mittelwert	M(t)	f1	m4
Alarmwert	Alrm	f1	m5

### 6.10.5 Minimale Fühlerversorgungsspannung

Die ALMEMO® Geräte überwachen generell die Fühlerversorgungsspannung, die meist auch der Betriebsspannung des Messgerätes entspricht. Sinkt die Spannung bei Batterie- oder Akkugeräten unter 6.8V, wird der LoBat-Zustand

im Display, mit einer LED oder in der Gerätekonfiguration (s. 6.2.5) angezeigt. Es gibt aber Sensoren, die bei dieser Spannung nicht mehr arbeiten und deshalb keinen brauchbaren Messwert mehr liefern. Um solche Fehler zu verhindern, kann in der Fühlerprogrammierung individuell für jeden Messwertgeber die minimal benötigte Fühlerspannung eingetragen werden. Wird diese unterschritten, dann wird der Messwert als Fühlerbruch behandelt.

**Funktion**

Minimale Fühlerversorgungsspannung in xx.x V programmieren

**Befehl**

uxxx

Steht in der Programmierung 00.0 V (s. 6.10.1), dann wird ' - - ' angezeigt und keine Überwachung durchgeführt.

**6.10.6 Druckzyklusfaktor**

Zur Anpassung der Datenaufzeichnung an die Änderungsgeschwindigkeit der einzelnen Messstellen ist es möglich, manche Messstellen durch Programmierung eines Druckzyklusfaktors zwischen 00 und 99 weniger oft oder gar nicht aufzuzeichnen (d.h. speichern oder auf Schnittstelle ausgeben). Standardmäßig ist der Druckzyklusfaktor aller Messstellen auf 01 (Anzeige ' - - ') gesetzt, d.h. alle aktivierten Messstellen werden bei jedem Druckzyklus ausgedruckt. Wird ein anderer Faktor z.B. 10 eingegeben, so wird die entsprechende Messstelle nur bei jedem 10. Mal, bei 00 dagegen gar nicht ausgegeben. Bei Datenloggern lassen sich damit unnötige Messwerte unterdrücken und Speicherplatz sparen. Zum Programmieren des Druckzyklusfaktors zwischen 00 und 99 ist vorher die Messstelle anzuwählen. In der erweiterten Fühlerprogrammierung erscheint der Druckzyklusfaktor unter ZF.

**Funktion**

Druckzyklusfaktor xx eingeben

Druckzyklusfaktor löschen

**Befehl**

zxx

z01

**6.10.7 Analogausgangsfunktionen**

Die im Kapitel 5 beschriebenen Analogausgangsmodule können nicht nur mit dem vorgegebenen Ausgangssignal/Digit betrieben werden, sondern auch auf kleine Teilbereiche skaliert werden. Bei kontinuierlicher Messstellenabfrage kann statt des Messkanals ein frei wählbarer Kanal analog ausgegeben werden. Alternativ ist es möglich, den Analogausgang über die Schnittstelle direkt anzusteuern. Bei V6-Ausgangsmodulen sind auch mehrere Analogausgänge möglich.

**Skalierung**

Das Ausgangssignal der möglichen Analogausgänge (0-2V, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA) kann bei jedem Fühler auf einen beliebigen Teilbereich festgelegt werden, soweit der Umfang größer als 100 Digit beträgt (z.B. 0-20mA für -30.0 bis 120.0°C).

Dazu müssen bei dem entsprechenden Messkanal die Werte für **Analogausgang-Anfang** und **Analogausgang-Ende**, sowie bei Bedarf der **Analogausgangstyp** (0-20mA oder 4-20mA) programmiert werden.

Funktion	Befehl	Antwort
Analogausgangsanfang		
programmieren	a-xxxxx	
löschen	C16	
ausgeben	P16	ANALOGANFANG:01: -0030.0 °C
Analogausgangende		
programmieren	e-xxxxx	
programmieren (4-20mA)	f1 e-xxxxx	
löschen	C17	
ausgeben	P17	ANALOGENDE: 01: +0120.0 °C

Das Flag für die Umschaltung von 0-20mA auf 4-20mA kann auch über die Elementflags abgefragt und programmiert werden (s. 6.10.3).

### Kanal vom Analogausgang festlegen, zweiter Analogausgang

Normalerweise wird auf dem Analogausgang der Messwert des angewählten Kanals ausgegeben. Bei kontinuierlicher Messstellenabfrage kann man jedoch durch Programmierung eines Bezugskanals einen beliebigen Kanal für den 1. Analogausgang auf Buchse A2 festlegen. Ein 2. Analogausgang auf Buchse A1 gibt dabei gleichzeitig den Messwert des 1. Kanals vom angewählten Fühler aus. Die Programmierung des Bezugskanals können Sie der Gerätekonfiguration (s. 6.2.5 KONFIG:) entnehmen.

Funktion	Befehl
Bezugskanal xx für Analogausgang auf A2 festlegen	f9 Exx
auf Messkanal zurückschalten	f9 E-00
Bezugskanal xx für 2. Analogausgang auf A1 festlegen	f8 Exx

Bei **V6-Geräten** (ab ALMEMO® 2490) mit **V6-Ausgangsmodulen** muss zuvor der Port gesetzt werden (s. 6.10.9.2)

Bezugskanal xx für Analogausgang auf Port pp festlegen	ipp f9 Exx
--	------------

### Externe Steuerung

Der Analogausgang kann auch über die Schnittstelle gesteuert werden und stellt somit einen programmierbaren Spannungsausgang (-1.2 ... +2.0 V oder -6.0 ... +10.0 V) bzw. einen Stromausgang (0.0 ...20.0 mA) zur Verfügung. Der Ausgabewert wird mit -12000...+20000 Digit (0.1mV, 0.5mV, 1µA je nach Analogausgang) vorgegeben, und ist damit zur Steuerung von Peripheriegeräten (z.B. Sollwertvorgabe) durch einen Computer gedacht.

Funktion	Befehl
Analogausgabe von xxxxx Digit	f9 a±xxxxx
z.B. Spannung (2V) -0.5 V	f9 a-05000
Spannung (10V) +6.40 V	f9 a12800
Strom (20 mA) +19.0 mA	f9 a19000
auf Messkanal zurückschalten	f9 E-00
auf letzten Sollwert zurückschalten	f9 E-01
Abruf von Bezugskanal und Analogausgabewert über die Gerätekonfiguration (s. 6.2.5)	P19 KONFIG: xxxxxx-- -x-- B-1 a+12345

Bei **V6-Ausgangsmodulen** muss zuvor der Port gesetzt werden (s. 6.10.9.2)

Bezugskanal xx für Analogausgang auf Port pp festlegen	ipp f9 Exx
--	------------

Bei Ausgängen DAX Analogtyp umschalten auf 10V	ipp f9 A1
Bei Ausgängen DAX Analogtyp umschalten auf 20mA	ipp f9 A2
Analogausgabe von xxxxx Digit auf Port pp	ipp f9 a±xxxxx

### 6.10.8 Zuordnung der Alarmrelais zu Grenzwerten

Zur Alarmmeldung werden standardmäßig beide Grenzwerte aller Messstellen herangezogen (s. 6.3.9) und z.B. bei einem Relais-Modul ZA1000-EGK (s. 5.2/3) zieht bei Maxwertüberschreitungen das Relais 0, bei Minwertunterschreitungen das Relais 1 an.

Wenn Störungen jedoch selektiv erkannt und ausgewertet werden müssen, dann ist es möglich, Grenzwerten einzelne Relais zuzuordnen. Dieser Modus muss im Ausgangsmodul als Variante 2 (intern zugeordnet) eingestellt werden (s. 6.10.9).

Bei V5-Geräten ist nur ein Ausgangsmodul mit einer Variante möglich:

<b>Funktion</b>	<b>Befehl</b>	<b>Code</b>
Dem Grenzwert-Max von Kanal yy das Relais x zuordnen:	Eyy f1 hx	-x
Dem Grenzwert-Min von Kanal yy das Relais x zuordnen:	Eyy f1 ly	-y
Relaiszuordnung und Aktion von Grenzwert-Max löschen:	Eyy h0	--
Relaiszuordnung und Aktion von Grenzwert-Min löschen:	Eyy l0	--

In der Fühlerprogrammierung (s. 6.10.1) erscheint ein zusammengesetzter Code für die Grenzwertaktion (s. 6.6.3) und die Relaiszuordnung bei Grenzw. Max (AH) und Min (AL).

Bei neuen V6-Geräten sind mehrere Ausgangsmodule mit je einer Funktionsvariante pro Relais möglich (s. 6.10.9.2). In Anlagen können damit theoretisch bis zu 100 Relais angesteuert werden:

<b>Funktion</b>	<b>Befehl</b>
Dem Gw-Max von Kanal yy Relais mit Portadresse pp zuordnen:	Eyy f2 Rpp
Dem Gw-Min von Kanal yy Relais mit Portadresse pp zuordnen:	Eyy f3 Rpp
Relaiszuordnung von Gw-Max Kanal yy löschen:	Eyy f2 R-pp
Relaiszuordnung von Gw-Min Kanal yy löschen:	Eyy f3 R-pp

Die erweiterte Relaiszuordnung kann in der erweiterten Fühlerprogrammierung mit Befehl f3 P15 abgerufen werden (6.10.1).

### 6.10.9 Konfiguration der Ausgangsmodule

An die Ausgangsbuchsen A1, A2 etc. sind verschiedene Ausgangsmodule mit Relais, Triggereingängen oder Analogausgängen ansteckbar, die in ihrer Funktionsweise konfigurierbar sind. Während bei V5-Geräten und V5-Modulen nur ein Modul mit einer Funktionsvariante verwendbar war, lassen sich bei V6-Geräten auch mehrere V6-Ausgangsmodule anschließen und alle Elemente (Relais, Triggereingang oder Analogausgang) in ihrer Funktionsvariante einzeln konfigurieren.

### 6.10.9.1 V5-Ausgangsmodule:

In erster Linie sind die Funktionen der Triggerkabel und die Ansteuerung der Relais bei den Alarmkabeln konfigurierbar (Relaiszuordnung zu Grenzwerten s. 6.10.8). Das angesteckte Modul wird in der Gerätekonfiguration (Befehl P19) mit Kürzel und Varianten-Nr. (siehe Tabelle) in Zeile A1 und A2 ausgegeben (s. 6.2.5).

Modul	Typ	Nr	Kürzel	Kommentar
Registrierkabel	RK		RK	Analogausgang
Datenkabel	DK, NK	0	DK0	RS 232, RS 422 mit Hardware-Handshake
	5085-NV	1	DK1	RS 485 mit Ausgangs-Aktivierung
Triggerkabel	EK	0	EK0	Start-Stop
	EK	1	EK1	Einmalige Messstellenabfrage
	EK	2	EK2	Max-Min-Werte löschen
	EK	3	EK3	Funktion drucken
	EK	4	EK4	Start-Stop pegelgetriggert
Alarmkabel	NK	8	EK8	Messwert nullsetzen
	GK	0	AK0	Relais R0 Gesamtalarm von allen Kanälen
	GK2	1	AK1	Relais R0 Gesamtalarm Max, R1 Min
	GK3	2	AK2	Relais Rx intern zugeordnet (s. 6.10.8)
Trigger-Alarm	AK	8	AK8	Relais Rx extern gesteuert
	EGK	0	EA0	Start-Stop, Relais R0 Alarm von allen Kan.
	EGK	1	EA1	Start-Stop, Rel. R0 Alarm Max, R1 Al. Min
	EAK	2	EA2	Start-Stop, Relais Rx intern zugeordnet
	EAK	8	EA8	Start-Stop, Relais Rx extern gesteuert

Soll die Funktion vom Anwender geändert werden, muss das entsprechende Modul in Buchse A2 gesteckt und die gewünschte Varianten-Nr. mit folgendem Befehl eingegeben werden:

Funktion	Befehl
Ausgabemodul Variante Nr. x programmieren	f9 kx

### 6.10.9.2 V6-Ausgangsmodule:

Neue V6-Ausgangsmodule, wie der Relais-Trigger-Analog-Adapter ZA 8006-R-TA3 (s. 5.1.3) bieten bis zu 10 Relais zur Ansteuerung von Peripheriegeräten. Anstelle der Relais sind optional auch Triggereingänge und Analogausgänge erhältlich.

Bei Ausgangsmodulen an V6-Geräten ist folgendes zu beachten:

- V5-Ausgangskabel sind nur auf den Buchsen A1 und A2 ansteckbar!
- V5-Ausgangskabel lassen sich mit AMR-Control auf V6-Format umkodieren!
- V6-Ausgangskabel sind auf allen Ausgangsbuchsen verwendbar!
- V6-Ausgangskabel verfügen über 2 getrennte Triggereingänge
- V6-Triggerkabel können auch Befehlsmakros aufrufen!
- Bei V6-Relais-Trigger-Adaptern gibt es eine Wachtdogkontrolle für Relais

Z.Zt. stehen folgende Interface-Elemente zur Verfügung:

**Interface-Elemente:**

		<b>Kürzel</b>
<b>Relais</b> Schließer (Normally Open)	Halbleiterrelais 0.5A	N00
<b>Relais</b> Öffner (Normally Closed)	Halbleiterrelais 0.5A	NC0
<b>Relais</b> Wechsler (Change Over)	Halbleiterrelais 0.5A	CO0
<b>Relais</b> dto.	Relais 2A	xx2

**Triggereingänge:**

deaktiviert	TR0
mit Taste im Ausgangsmodul	TR1
mit Optokoppler aktiviert bei Stromfluss	TR2
mit Taste oder Optokoppler aktiviert bei Stromfluss	TR3

**Analogausgänge:**

PWM-Signal im Gerät generiert, V5-Methode:	2V	A00
	10V	A01
	20mA	A02
DA-Wandler im Modul, 10V/20mA umschaltbar:	10V	DA1
	20mA	DA2

Die V6-Ausgangsmodule sind an alle, auch mehrere Ausgangsbuchsen ansteckbar. Um alle Elemente ansprechen zu können, wurden jeder Buchse 10 Portadressen pp zugeordnet:

<b>Buchse</b>	<b>Interfacelemente</b>	<b>Portadressen</b>
<b>P0</b>	Geräteinterne Elemente, Anschluss über Buchse P0	00..01
<b>A1</b>	V6-Ausgangsmodule an Buchse A1	10..19
<b>A2</b>	V6-Ausgangsmodule an Buchse A2	20..29
<b>A3</b>	V6-Ausgangsmodule an Buchse A3 soweit vorhanden	30..39
<b>A4/B4</b>	V6-Ausgangsmodule an Buchse A4 oder Steckplatz B4	40..49
<b>A5/B5</b>	usw.	

Die Funktionsweise und der Zustand der einzelnen Elemente lässt sich folgendermaßen abfragen und programmieren:

<b>Ausgabe der Ausgangsmodule und Konfiguration:</b>		f3 P19
<b>Buchse P0:</b> Option Analogausgang intern		P0.OA2490R02
DA-Wandler 10V	angew. Messkanal B10	06:DA1 M00 +08.234V
DA-Wandler 20mA	gesteuert von COM	07:DA2 COM +08.234mA
<b>Buchse A1:</b> Datenkabel USB		A1.ZA1919DKU DK0
<b>Buchse A2:</b> Relais-Trigger-Analog-Adapter V6		A2.ZA8006RTA3
Schließer	0.5A Variante 0 passiv Open	20:N00 0 0 0
Öffner	0.5A Variante 8 invers aktiv Open	21:NC0-8 1 0
Wechsler	0.5A Variante 2 passiv Open	22:CO0 2 0 0
Wechsler	0.5A Variante 2 aktiv Closed	23:CO0 2 1 C
DA-Wandler 10V	Bezugskanal B10	26:DA1 B10 +08.234V
DA-Wandler 20mA	gesteuert von COM	27:DA2 COM +08.234mA
Trigger	Taste Variante 1 Manuell	28:TR1 1
Trigger	Optok. Variante -5 Makro5	28:TR2-5

**Programmierung der Ausgabemodule:**

<b>Zuerst V6-Peripherieport pp (A1=1p, A2=2p..) setzen</b>	ipp
Variante x von Portadresse pp setzen	ipp f9 kx
Relaisvariante 0: Summenalarm	ipp f9 k0
Relaisvariante 2: intern zugeordnet	ipp f9 k2
Relaisvariante 3: Summenalarm Max	ipp f9 k3
Relaisvariante 4: Summenalarm Min	ipp f9 k4
Relaisvariante 8: extern gesteuert	ipp f9 k8
Relaisvariante -x: dto. inverse Ansteuerung	ipp f9 k-x
Watchdog für Relaisansteuerung ein-(aus-)schalten	i20 o(-)19

Zur Erkennung von Stromausfall ist es vorteilhaft, wenn die Relaisansteuerung invertiert wird, weil ohne Strom automatisch auch der Alarmfall eintritt, d.h. nicht aktivierte Relais werden angezogen, die bei Alarm oder Stromausfall abfallen. Dafür kann die Funktionsvariante auch invers bzw. negativ eingegeben werden. Mit Watchdog fallen Relais ab, wenn Ansteuerung 1 Min. ausfällt.

**Triggerfunktionen:**

Triggervariante 0: Start-Stop	ipp f9 k0
Triggervariante 1: Einmalige Messstellenabfrage	ipp f9 k1
Triggervariante 2: Max-Min-Werte löschen	ipp f9 k2
Triggervariante 3: Funktion drucken	ipp f9 k3
Triggervariante 4: Start-Stop pegelgetriggert	ipp f9 k4
Triggervariante 8: Messwert nullsetzen	ipp f9 k8
Triggervariante -5..-9: Makro 5..9 (s. 6.6.5)	ipp f9 k-5..k-9

**6.10.10 Ansteuerung von Ausgangsrelais**

Die Relais von allen Ausgangsmodulen können auch über die Schnittstelle gesteuert werden. Dazu muss die Variante 8 (extern gesteuert) programmiert sein (s. 6.10.9).

Die Ausgangskontakte werden mit folgenden Befehlen bedient:

<b>Funktion</b>	<b>Befehle</b>
-----------------	----------------

V5-Ausgangsmodule:

Relais y (Variante 8) aktivieren	R0y
Relais y (Variante 8) deaktivieren	R-0y

V6-Ausgangsmodule:

Relais Portadresse pp (Variante 8) aktivieren	f1 Rpp
Relais Portadresse pp (Variante 8) deaktivieren	f1 R-pp

Der momentane Relaiszustand ist abrufbar (V5 s. 6.2.5, V6 s. 6.10.9.2).

**6.10.11 Ausgabe der Geräteversion**

Die ALMEMO® Geräte sind seit ihrer Vorstellung ständig weiterentwickelt worden. Auch die neuen V6-Geräte mit vollständig neuer Hard- und Software erhalten immer wieder neue Funktionen. Außerdem hat es immer Optionen und auch Sonderausführungen gegeben. Bei Updates und Anschluss neuer Fühler oder Peripheriegeräte ist es deshalb sehr wichtig, den genauen Versionsstand zu kennen. Dieser lässt sich durch folgenden Befehl abfragen:

<b>Funktion</b>	<b>Befehl</b>	<b>Antwort</b>
Softwareversion abfragen	t0	8590-9KL 6.24

**Optionen:** KL Steckerlinearisierung R Sonderbereiche Kältemittel

Aus der Antwort erkennt man das Gerät ALMEMO® 8590-9 mit Option Steckerlinearisierung, die 1. Ziffer der Version 6.24 zeigt, dass es ein V6-Gerät ist. Weitere Befehle (Seriennummer, Funktionen etc.) s. 7.6 (S.13).

### 6.10.12 Baudrate ändern

Die **Baudrate** ist normalerweise in den Steckern der Schnittstellenkabel, die in den Buchsen A1 stecken, ab Werk auf 9600 Baud eingestellt und sollte möglichst nicht verändert werden. Werden in einem Netzwerk Kabel mit unterschiedlicher Baudrate verwendet, dann kommt keine Kommunikation zustande. Hohe Baudraten von 57.6 bis 230.4 kB können die Auslesezeit eines Speichers wesentlich verkürzen, sind aber nicht mit allen Datenkabeln, nicht mit jedem Gerät und nicht mit jedem Rechner möglich (s. Baudrate und Relation zum Stromverbrauch bei verschiedenen Schnittstellenmodulen 5.3.5).



Während des Speicherauslesens mit 57.6kb und höher wird eine laufende Messwerterfassung unterbrochen!

Beim Speicherauslesen ab 115.2kb wird die Ausgabe im Tabellenformat gekürzt (s. 6.9.3).

**Datenformat:** Unveränderbar 8-Datenbits, keine Parität, 1-Stopbit



Der Befehl über die Schnittstelle stellt in einem Netzwerk alle Schnittstellenkabel gleichzeitig um, soweit die angeschlossenen Geräte eingeschaltet sind. Danach muss die Baudrate im Kommunikationsgerät umgestellt werden, weil sonst die Übertragung unterbrochen wird. Bis zum Senden des nächsten Befehls muss eine Pause von min. 20 ms abgewartet werden.

Baudrate ändern	Befehle
300 bd	f1 b1
600 bd	f1 b2
1200 bd	f1 b3
2400 bd	f1 b4
4800 bd	f1 b5
9600 bd	f1 b6
57600 bd	f1 b7
115200 bd	f1 b8
230400 bd	f1 b9

### 6.10.13 Gerätekonfiguration

Es gibt einige Geräteeinstellungen (s.a. 6.2.5), die frühere Optionen vom Anwender programmierbar machen. Diese Konfiguration wird, wie die bereits bekannte Eingabe der Gerätebezeichnung, im Geräte-EEPROM dauerhaft gespeichert und auch bei einem Reset nicht gelöscht.

6.10.13.1

#### 6.10.13.2 Betriebsparameter:

Folgende Betriebsparameter bzw. Optionen sind vom Anwender konfigurierbar:

### 1. Netzfrequenzstörunterdrückung

Der Netzbrumm, bekannt durch Brummgeräusche in Verstärkeranlagen, ist eine Störspannung, die durch die Frequenz der Netzspannung hervorgerufen wird. Diese Störung kann bei empfindlichen Messgeräten durch die Integrationszeit des AD-Wandlers minimiert werden, wenn diese Messzeit genau eine Periode der Netzfrequenz beträgt. Um die Netzfrequenzstörunterdrückung wirklich zu erreichen, muss die Frequenz der am Ort vorhandenen Netzspannung bekannt sein und über den Betriebsparameter 1 (F) konfiguriert werden. Ab Werk ist immer 50 Hz eingestellt. Bei Messraten über 10 Messungen/s ist die Störunterdrückung prinzipiell nicht mehr möglich.

### 2. Alle Messwerte löschen bei Start einer Messung

In vielen Fällen ist es sinnvoll, beim Start einer zyklischen Messwertaufnahme alle Max-, Min- und Mittelwerte zu löschen, um diese Parameter am Ende der Messung zur Verfügung zu haben. Werden Messungen aber öfter unterbrochen und wieder gestartet, dann dürfen die bestehenden Werte nicht verloren gehen. Das Konfigurationsflag 2 (C) gestattet die Anpassung an jede Aufgabenstellung.

### 3. Ringspeicher bei Datenloggern

Der Messwertspeicher der Datenlogger ist normalerweise als Linearspeicher organisiert, der die Aufzeichnung beendet und 'Speicher voll' meldet, sobald der gesamte Speicherplatz belegt ist. Diese Betriebsart ist immer angezeigt, wenn der Beginn der Messung unverzichtbar ist. In vielen anderen Fällen, z.B. bei prophylaktischen Langzeitüberwachungen, reicht es, wenn man bei einem Ereignis die Vorgeschichte über einen begrenzten Zeitraum abrufen kann. Dieses Problem lässt sich mit dem Konfigurationsparameter 3 (R) durch die Organisation als Ringspeicher lösen, d.h. wenn der Speicher voll ist, werden alte Daten überschrieben, aber man kann immer den ganzen Speicher bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt auslesen.

### 5. Überabtastung der Messdatenausgabe

Normalerweise ist es möglich, bei kontinuierlicher Messung die Messdaten öfter abzufragen, als sie gemessen werden. Soll die Ausgabe auf die Messrate begrenzt werden, dann ist das Flag 5 abzuschalten.

Funktion	ein	aus	Code
1. Netzfrequenzstörunterdrückung 60Hz statt 50Hz	f6 k1	f6 k-1	F
2. Alle Messwerte löschen bei Start einer Messung	f6 k2	f6 k-2	C
3. Ringspeicher bei Datenloggern	f6 k3	f6 k-3	R
4. Jahreszahlendarstellung 4stellig statt 2stellig (nur V5)	f6 k4	f6 k-4	D
5. Überabtastung der Messdatenausgabe	f6 k5	f6 k-5	A
6. Signalgeber abschalten (Bei Geräten mit Piepser)	f6 k6	f6 k-6	S
7. Datum-Zeit im Excel-Tabellenformat 'tt.mm.jj hh:mm:ss'	f6 k7	f6 k-7	E

## 7. Befehlsübersicht

### 7.1 Messwertverarbeitung

Funktion	Befehl, ▶: Antwort	Ausdruck
<sup>D6</sup> Messstelle xx anwählen (incl. Eingabek.)	Mxx	
<sup>D6</sup> Nur Eingabekanal xx anwählen	Exx	
<sup>D6</sup> Messwert vom Messkanal ausgeben (ohne neue Abfrage)	p ▶01: +0023.5 °C	
<sup>D6</sup> Messwert vom Eingabekanal ausgeben (ohne neue Abfrage)	P01 ▶12:34:00 01: +0023.5 °C	
<sup>6</sup> Messwert vom Eingabekanal ausgeben (ohne Zeit, mit Kommentar)	P35 ▶01: +0023.5 °C Temperatur	
<sup>D6</sup> <b>Messwert nullsetzen</b> (Basiswert)	C01	
Fühlerabgleich (Nullpunkt u. Steigung)	f1 C01	
**Nullsetzen Timer3 (1s)	f3 C01	
**Nullsetzen Timer4 (0.1s)	f4 C01	
**Kalibrierschalter (aus)-einschalten	o(-)01	
** <b>Sollwert</b> eingeben	f2 gxxxxx	
**Sollwertabgleich	f2 C01	
**Sollwert ausgeben	P45 ▶SOLLWERT: 01: 1100.0°C	
* <b>Temperaturkomp.</b> in 0.1°C eingeben	f1 gxxxxx	
**Temperatursensor zur TK definieren	f2 \$*T .. CR	
*Temperaturkompensation ausgeben	P44 ▶KOMPENSATION 01: 25.0°C	
<sup>D6</sup> <b>Luftdruck</b> in mbar eingeben zur Komp.	g0xxxx	
<sup>D6</sup> Luftdrucksensor als Referenz definieren	f2 \$*P .. CR	
<sup>6</sup> Luftdruck ausgeben	P43 ▶LUFTDRUCK: +01013.mb	
Temperatursensor als VK definieren	f2 \$*J .. CR	
<b>Spitzenwerte:</b>		
Maximalwert löschen	C02	
Maximalwert ausgeben	P02 ▶MAXIMALWERT: 01: +0020.0 °C	
**Maxzeit ausgeben	P28 ▶MAX-ZEIT: 01: 12:32 01.02	
Minimalwert löschen	C03	
Minimalwert ausgeben	P03 ▶MINIMALWERT: 01: -0010.0 °C	
**Minzeit ausgeben	P29 ▶MIN-ZEIT: 01: 12:32 01.02	
<b>Mittelwertbildung:</b>		
Mittelmodus löschen	m0	- - -
Mittelmodus kontinuierlich	m1	CONT
Mittelmodus zyklisch	m2	CYCL
<sup>6</sup> Mittelmode ausgeben	P21 ▶MITTELMODE: 01: CONT	s. P15 MITTEL

## 7.1 Messwertverarbeitung

°Mittelanzahl ausgeben	P22	▶MITTELANZAHL:01: 00178.
Mittelwert löschen	C14	
Mittelwert ausgeben	P14	▶MITTELWERT: 01: +0017.8 °C
*Dämpfung (Anzahl gemittelter Werte xx) f1	zxx	s. f3 P15: DG
*Dämpfung ausgeben	P32	▶DAEMPfung: 01: 10
<b>Volumenstrommessung:</b>		
*Querschnitt eingeben in cm <sup>2</sup> für Volumen	Qxxxxx	s. f3 P15: QUERS
*Querschnitt ausgeben	P26	▶QUERSCHNITT: 01: 00078 cm2
*Durchmesser ausgeben	P25	▶DURCHMESSER: 01: 00100 mm
*°Volumenstrom ausgeben	P27	▶VOLUMEN: 01: 00000 m3/h

## 7.2 Messstellenabfragen, Messdatenaufnahme und -ausgabe

### 7.2.1 Ablaufsteuerung:

Uhrzeit eingeben	Uhhmss	
Uhrzeit löschen	C10	
Uhrzeit ausgeben	P10	▶UHRZEIT: 12:34:00
Datum eingeben	dtmmjj	
Datum löschen	C13	
Datum ausgeben	P13	▶DATUM: 12:03:06
Anfangszeit der Messung eingeben	f1 Uhhmss	
Anfangszeit löschen	f1 C10	
Anfangszeit ausgeben	f1 P10	▶ANFANGSZEIT: 12:00:00
Endezeit der Messung eingeben	f2 Uhhmss	
Endezeit löschen	f2 C10	
Endezeit ausgeben	f2 P10	▶ENDEZEIT: 18:00:00
Anfangsdatum der Messung eingeben	f1 dtmmjj	
Anfangsdatum löschen	f1 C13	
Anfangsdatum ausgeben	f1 P13	▶ANFANGSDATUM:12.03.06
Endedatum der Messung eingeben	f2 dtmmjj	
Endedatum löschen	f2 C13	
Endedatum ausgeben	f2 P13	▶ENDEDATUM: 12.03.06
*Messdauer eingeben	f2 Ihhmss	
**Messdauer ausgeben	P47	▶MESSDAUER: 06:30:00
**Messzeit ausgeben	P46	▶MESSZEIT: 03:12:45.67

## 7.2 Messstellenabfragen, Messdatenaufnahme und -ausgabe

*Zyklus/°Druckzyklus eingeben	Zhhmss		
**Speichern im Zyklus (aus)-einschalten	f1 A(-)4		
Zyklus löschen	C11		
Zyklus ausgeben	P11		
Speicher, Format, Abfragemode (s.u.)	► DRUCKZYKLUS: 00:01:30	Sn	s
Zyklustimer	f1 P11		
	► DRUCKTIMER: 00:01:23		
*Zyklus eingeben	Ihhmss		
mit Speichern	I+hhmss		
ohne Speichern	I-hhmss		
<b>Messrate und Modus:</b>			
Messrate 2.5 M/s halbkontinuierlich	f5 k0	s. P15	W003
Messrate 10 M/s halbkontinuierlich	f5 k1		W010
**Messrate 50 M/s halbkontinuierlich	f5 k7		W050
**Messrate 100 M/s halbkontinuierlich	f5 k8		W100
**Messrate 400 M/s (Option)	f5 k9		W400
Kontinuierliche Abfrage (aus)-einsch.	f5 k(-)2		C
Kontinuierlich speichern (aus)-einsch.	f5 k(-)4		S
Kontinuierlich ausgeben (aus)-einsch.	f5 k(-)5		U
Ausgabe öfter als Messrate (nicht) erlauben	f6 k(-)5		
<b>Abfragemodus:</b>			
**Sleepmodus (aus)-einschalten	o(-)11	s. P11	s
Eingabe Sleepverzögerungszeit xxx s:	f2 uxxx		
**Monitormode (aus)-einschalten	f1 A(-)1		M
**Fail-Save-Mode (aus)-einschalten	f2 A(-)1		F
<b>Ausgabeformat: (aus)-einschalten</b>			
<sup>D6</sup> Messwerte als Liste untereinander	N0	s. P15	-
Messwerte im Spaltenformat nebeneinander	N1		n
<sup>D6</sup> Messwerte im Tabellenformat	N2		t
<b>Nummer</b> eingeben, aktivieren (z.B 123001)	n123001		
dto. mit Buchstaben eingeben (-, ,A,F,N,P)	f3 \$A1-N02		
Nummer inkrementieren	n+		
Nummer ausgeben	P05		
	► NUMMER:	A1-N02	
°Nummer ausgeben	P23		
	► NUMMER:	01-012	
**Dateiname eingeben (max. 8 Zeichen)	\$Name CR		
**Dateiname für automat. Tagesdateien	\$&Name CR		

### 7.2.2 Einmalige manuelle Messstellenabfrage und Ausgabe:

**D6 Befehl** S1

**Listenformat** ▶ 12:00:00 01: +0012.0 °C Bezeichng  
02: +0009.9 °C Wasser

**Spaltenformat** ▶ 12:00:00 01: +0012.0 °C 02: +0009.9 °C

**Tabellenformat** ▶ "12.03.06";"12:30:00";12,;9,9

**D6** dto. ohne Zeit u. Datum s

▶ ;;12,;9,9

**Ausg. weitere Module** G01, G02, G..

▶ ;;123,4;25,2

**Ausgabe ohne Abfrage** f1 G01

▶ ;;123,4;25,2

### 7.2.3 Zyklische Messstellenabfrage und Ausgabe starten:

**Befehl** S2

**Listenformat** ▶ DATUM: 12:03:06  
12:00:00 01: +0012.0 °C  
02: !+0009.9 °C

**Grenzwertüberschreitung** 12:01:30 01: +0012.5 °C  
02: >+0400.0 °C

**Messbereichüberschreitg.**

**Spaltenformat** ▶ DATUM: 12:03:06  
12:00:00 01: +0012.0 °C 02: +0009.9 °C  
12:01:30 01: +0012.5 °C 02: +0010.7 °C

**Tabellenformat** ▶ "DATUM";"ZEIT";"M01: °C";"M02: °C";;;  
"12.03.06";"12:00:00";12,;9,9  
"12.03.06";"12:01:30";12,5;10,7

### Start und Ausgabe mit Programmkopf:

**Befehl** S3

**Antwort im Listen-/Spaltenformat:**

▶ AMR ALMEMO 8590-9

MS BER. GW-MAX GW-MIN BASISW D FAKTOR EXP MITTEL KOMMENTAR

01:NiCr +0123.4 - - - - - °C 1.0350 E+0 - - - Bezeichng

02:NiCr - - - +0012.0 - - - °C - - - E+0 CONT Wasser

MESSZYKLUS: 00:00:00 - S0500.3 F0312.4 ARS W010 C-SU-

DRUCKZYKLUS: 00:01:30 Sn 9600 bd

DATUM: 12:03:06

12:00:00 01: +0012.0 °C 02: +0009.9 °C

12:01:30 01: +0012.5 °C 02: +0010.7 °C

**Antwort im Tabellenformat:**

▶ "ALMEMO";"BEREICH:";"NiCr";"NiCr";;;;;;;

"8590-9";"KOMMENTAR:";"Bezeichng";"Wasser";;;;;;;

;"GW-MAX:";123,4;;;;;;;

"MODUL:00";"GW-MIN:";12,;;;;;;;

"DATUM";"ZEIT";"M01: °C";"M02: °C";;;;

"12.03.06";"12:00:00";12,;9,9

"12.03.06";"12:01:30";12,5;10,7

## 7.2 Messstellenabfragen, Messdatenaufnahme und -ausgabe

Zykl. Abfrage **stoppen** X

**Messwerte ausgeben** P18

(ohne neue Abfrage)

► MS MESSWRT MAXWERT MINWERT MITTELW ANZAHL

01:+0023.0 +0025.0 +0019.0 +0022.0 99999

**\*\*Erweiterte Messwerte** f1 P18

► MS MESSWRT MAXWERT MINWERT MITTELW ANZAHL MAX-ZEIT MIN-ZEIT

01:+0023.0 +0025.0 +0019.0 +0022.0 99999. 12:32 01.02 12:32 01.02

## 7.3 Messwertspeicherausgaben

Speicherplatz ausgeben f1 P04

(S=gesamt, F=Frei)

► SPEICHER: S0500.3 F0312.4

°Funktion SpeicherFrei ausgeben P33

► SPEICHER: S0512.1 F0324.4

**\*\*Version MMC-Stecker ausgeben** f4 t0

► MMC1.04

Tabellenkopf ausgeben f2 P04 (s. Speicherausgabe im Tabellenformat)

Speicher löschen, MMC formatieren C04

Speicher und alle Messdaten löschen f1 C04

**Anfang und Ende der Speicherausgabe festlegen:**

**Anfangszeit** eingeben f3 Uhhmmss

Anfangszeit löschen f3 C10

Anfangszeit ausgeben f3 P10

► ANFANGSZEIT: 14:00:00

**Endezeit** eingeben f4 Uhhmmss

Endezeit löschen f4 C10

Endezeit ausgeben f4 P10

► ENDEZEIT: 16:00:00

**Anfangsdatum** eingeben f3 dttmjj

Anfangsdatum löschen f3 C13

Anfangsdatum ausgeben f3 P13

► ANFANGSDATUM: 12.03.06

**Endedatum** eingeben f4 dttmjj

Endedatum löschen f4 C13

Endedatum ausgeben f4 P13

► ENDEDATUM: 12.03.06

**Ausschnitt Anfang bis Ende** ausgeben f3 P04

**Gesamten Speicher** ausgeben P04

**Speicherbereich mit Nummernkennzeichnung** selektiv ausgeben:

**Nummer** eingeben, aktivieren (z.B 123001) n123002

dto. mit Buchstaben eingeben (-, ,A,F,N,P) f3 \$A1-N02

Test ob Nummer im Speicher t4

► OK oder ERROR

## 7.3 Messwertspeicherausgaben

Nummernliste ausgeben f1 P05  
▶ NUMMER:  
11-001  
11-002  
A1-N02 ....

Nach Nr-Aktivierung Speicher ausgeben P04  
**Antwort im Listen-/Spaltenformat:**

▶ SPEICHER:  
NUMMER: 12-001 wenn programmiert  
DATUM: 12:03:06  
12:00:00 01: +0012.0 °C 02: +0009.9 °C  
12:01:30 01: +0012.5 °C 02: +0010.7 °C

**Antwort im Tabellenformat:**

▶ SPEICHER:  
"NUMMER: "; "12-001" wenn programmiert  
"ALMEMO"; "BEREICH: "; "NiCr"; "NiCr"; ; ; ; ; ; ; ; ;  
"8590-9"; "KOMMENTAR: "; "Bezeichng"; "Wasser"; ; ; ; ; ; ; ; ;  
"MMC1.04"; "GW-MAX: "; "123,4"; ; ; ; ; ; ; ; ;  
"ALMEMO.001"; "GW-MIN: "; ; "12"; ; ; ; ; ; ; ; ;  
"DATUM"; "ZEIT"; "M01: °C"; "M02: °C"; ; ; ; ;  
"12.03.06"; "12:00:00"; "12,;9,9  
"12.03.06"; "12:01:30"; "12,5;10,7

Speicherausgabe abbrechen X

**\*\*Alle Speicherdaten ausgeben:** f4 P19  
Speicherplatz intern (R=Ringspeicher) ▶ SI:0512.4k R  
Speicherplatz extern SE:256.00M  
Speicher frei SF:0324.5k  
Verbleibende Speicherzeit: tttt.hh:mm SZ:0001.18:20  
Anfangszeit der Speicherausgabe U3:07:00:00  
Anfangsdatum der Speicherausgabe D3:01.02.06  
Endezeit der Speicherausgabe U4:17:00:00  
Enddatum der Speicherausgabe D4:02.02.06  
Dateiname neue Datei DT:DATEINEU.001  
Dateiname aktuelle Datei im Speicher FI: ALMEMO.001

### 7.4 Fühlerprogrammierung

<sup>D6</sup> Eingabekanal Exx anwählen

Bezugskanal1 b1 absolut

Bezugskanal1 b1 relativ

Bezugskanal2 b2 absolut

Bezugskanal2 b2 relativ

### Befehl

Exx  
f1 Eb1  
f1 E-b1  
f2 Eb2  
f2 E-b2

### Ausdruck

B1: b1  
-b1  
MX: b2  
-b2

#### 7.4.1 Messbereiche:

#### Kürzel

Pt100-1 4Ltr.	-200..850.0 °C	B01	P104
Pt100-2 4Ltr.	-200..400.00 °C	B03	P204
**Pt100-3 4Ltr.	-8..65.000 °C	B00	P304
Ni100 4Ltr.	-60.. 240.0 °C	B63	N104
Ntc Typ N	-50..125.00 °C	B09	Ntc
NiCr-Ni (K) mit VK	-200..1370.0 °C	B04	NiCr
NiCrSil-NiSil (N) mit VK	-200..1300.0 °C	B34	NiSi
Fe-CuNi (L) mit VK	-200.. 900.0 °C	B05	FeCo
Fe-CuNi (J) mit VK	-200..1000.0 °C	B35	IrCo
Cu-CuNi (U) mit VK	-200.. 600.0 °C	B06	CuCo
Cu-CuNi (T) mit VK	-200.. 400.0 °C	B36	CoCo
PtRh10-Pt (S) mit VK	0..1760.0 °C	B07	Pt10
PtRh13-Pt (R) mit VK	0..1760.0 °C	B37	Pt13
PtRh30-PtRh6 (B) mit VK	+400..1800.0 °C	B08	E118
AuFe-Cr mit VK	-270... 60.0 °C	B38	AuFe
Millivolt	-10..55.000 mV	B10	mV
Millivolt 1	-26..26.000 mV	B27	mV 1
Millivolt 2	-260..260.00 mV	B28	mV 2
Volt	-2.6..2.6000 V	B11	Volt
Differenz-Millivolt	-10..55.000 mV	B50	D 55
Differenz-Millivolt 1	-26..26.000 mV	B51	D 26
Differenz-Millivolt 2	-260..260.00 mV	B52	D260
Differenz-Volt	-2.6..2.6000 V	B53	D2.6
Milliampere	-32..32.000 mA	B12	mA
Prozent	4-20.000 mA	B13	%
Batterie	0..25.000 V	B14	Batt
Ohm	0..500.00 Ω	B15	Ohm
Frequenz	0..25000	B29	Freq
Impulse über Zyklus	0..65000	B54	Puls
<sup>D6</sup> Digital	-65000..+65000	B55	DIGI
Flügelrad Normal	0.3..20.00 m/s	B30	S120
Flügelrad Normal	0.4..40.00 m/s	B31	S140
Flügelrad Mikro	0.5..20.00 m/s	B32	S220
Flügelrad Mikro	0.6..40.00 m/s	B33	S240
Flügelrad Makro	0.1..20.00 m/s	B24	L420
Wasserturbine Mikro	0...5.00 m/s	B25	L605
Staudruck mit TK	0.5..40.00 m/s	B40	L840
Staudruck mit TK	0..90.00 m/s	B41	L890

## 7.4 Fühlerprogrammierung

Messbereich		Befehl	Kürzel
Rel. Feuchte kap.	0..100.0 %	B16	% rH
Rel. Feuchte kap. mit TK	0..100.0 %	B42	HcrH
Rel. Feuchte kap. mit TK	0..100.0 %	B56	H rH
Abs. Feuchte kap. mit LK	0..500.0 g/kg	B43	H AH
Taupunkt kap.	-25..100.0 °C	B44	H DT
Dampfdruck kap.	0..1050 mbar	B59	H VP
Enthalpie kap. mit LK	0..400.0 kJ/kg	B58	H En
Feuchttemperatur	-50..100.00 °C	B45	P HT
Rel. Feuchte psychr. mit LK	0..100.0 %	B46	P RH
Abs. Feuchte psychr. mit LK	0..500.0 g/kg	B47	P AH
Taupunkt psychr. mit LK	-25..100.0 °C	B48	P DT
Dampfdruck psychr. mit LK	0..1050 mbar	B49	P VP
Enthalpie psychr. mit LK	0..400.0 kJ/kg	B57	P En
pH-Sonde mit TK (Dim=pH/PH)	0..14.00 pH	B53	D2.6
Leitfähigkeit mit TK	0..20.00 mS	B60	LF
CO <sub>2</sub> -Konzentration	0..25.00 %	B64	CO2
O <sub>2</sub> -Sättigung mit TK u. LK	0..260 %	B65	O2-S
O <sub>2</sub> -Konzentration mit TK	0..40.0 mg/l	B66	O2-C
Temperatur digital intern (Opt.)	-20..+80 °C	B68	D °C
Rel. Feuchte digital intern (Opt.)	0..100 %	B69	D %H
Digitaleingang	0..100.00 %	B70	Inp
<b>Funktionskanäle</b>			
Differenz (b1-b2)		B71	Diff
Maximalwert (b1)		B72	Max
Minimalwert (b1)		B73	Min
Mittelwert über Zeit $\bar{M}$ (b1)		B74	M(t)
Mittelwert über Messst. $\bar{M}$ (b2..b1)		B75	M(n)
Summe über Messst. (b2..b1)		B76	S(n)
Gesamtpulszahl (b1)	0..65000	B77	S(t)
Pulszahl/Druckzyklus (b1)	0..65000	B78	S(P)
Wärmeoeffizient = $\bar{M}$ (b1)/ $\bar{M}$ (b2)	650.00 W/m <sup>2</sup> K	B79	q/dt
WGBT=0.1M(b2)+0.7M(b2+10)+0.2M(b1)	-200..400.00 °C	B02	WGBT
Alarmwert (b1)	0..100.00 %	B80	Alrm
Messwert (b1)		B81	Mess
Vergleichsstellentemperatur	-30..100.0 °C	B82	CJ
Anzahl gemittelter Werte (b1)	0..65000	B83	n(t)
Volumenstrom m <sup>3</sup> /h=M(b1)*QS	m <sup>3</sup> /h	B84	Flow
Timer	0..65000 s	B85	Time
Timer mit Exp -1	0..6500.0 s	B85	Time
Luftdruck (Option AP)	300..1100 mb	B86	AP

VK=Vergleichsstellenkompensation, TK=Temperaturkompensation, LK=Luftdruckkompensation

Funktion	Befehl
Programmierte Messstelle deaktivieren	C00
**Programmierte Messstelle wieder aktivieren	o00

## 7.4 Fühlerprogrammierung

Funktion	Befehl	Ausdruck
°Bereich ausgeben	P24 ▶BEREICH: 01: NiCr	
D6 Dimensionsänderung 'xy'	f1 \$xy CR s. P15:	D
D6 Messstellenbezeichnung 'Name' (10 Z.)	f2 \$NameCR s. P15:	KOMMENTAR
<b>7.4.2 Messwertskalierung u. -korrektur:</b>		
D6 Basiswert eingeben	0(-)xxxxx s. P15:	BASISW
D6 Basiswert löschen	C06	
Basiswert ausgeben	P06 ▶BASISWERT: 01: -0273.0 °C	
D6 Faktor eingeben	Fxxxxx s. P15:	FAKTOR
D6 Faktor löschen	C07	
D6 Exponent eingeben	Vx	
D6 Exponent löschen	V0	
Faktor und Exponent ausgeben	P07 ▶FAKTOR: 01: +1.0350E-1	
D6 Nullpunktkorrektur eingeben	f1 0xxxxx s. f1 P15:	NULLPKT
D6 Nullpunktkorrektur löschen	f1 C06	
Nullpunktkorrektur ausgeben	f1 P06 ▶NULLPUNKT: 01: -0000.7 °C	
D6 Steigungskorrektur eingeben	f1 Fxxxxx s. f1 P15:	STEIGNG
D6 Steigungskorrektur löschen	f1 C07	
Steigungskorrektur ausgeben	f1 P07 ▶STEIGUNG: 01: +1.0013	
<b>7.4.3 Grenzwerte:</b>		
D6 Grenzwert Max. eingeben	H(-)xxxxx	
D6 Grenzwert Max. löschen	C08	
Grenzwert Max. ausgeben	P08 ▶GRENZW. MAX: 01: 0100.0 °C	
<b>Aktion Grenzwert Max.</b> nur Alarm	h0	AH: --
Aktion Messstellenabfrage Start	h1	S-
Aktion Messstellenabfrage Stop	h2	E-
**Aktion Messstellenabfrage Manuell	h3	M-
**Aktion Timer nullsetzen	h4	T-
**Aktion Makro 5..9 aufrufen	h5..h9	5-
Aktion Alarmrelais x auf A2 ansteuern	f1 hx	-x
**Aktion Alarmrelais Port pp (aus)ein	f2 R(-)pp s. f3 P15:	RH: pp
D6 Grenzwert Min. eingeben	L(-)xxxxx	
D6 Grenzwert Min. löschen	C09	
Grenzwert Min. ausgeben	P09 ▶GRENZW. MIN: 01: -0020.0 °C	
<b>Aktion Grenzwert Min.</b> nur Alarm	10	s. f1 P15: AL: --
Aktion Messstellenabfrage Start	11	S-
Aktion Messstellenabfrage Stop	12	E-
**Aktion Messstellenabfrage Manuell	13	M-
**Aktion Timer nullsetzen	14	T-

## 7.4 Fühlerprogrammierung

Funktion	Befehl	Ausdruck
**Aktion Makro 5..9 aufrufen	15..19	5-
Aktion Alarmrelais x auf A2 ansteuern	f1 1x	-x
**Aktion Alarmrelais Port pp (aus)ein	f3 R(-)pp s. f3 P15:	RL: pp

### 7.4.4 Sonderfunktionen

<sup>D6</sup> Fühlerverriegelung keine	f1 k0 s. f1 P15:	VM: 0
Messbereich, Elementflags	f1 k1	1
Messbereich, Nullpunkt, Steigung	f1 k2	2
Messbereich, Dimension	f1 k3	3
+ Nullpunkt, Steigung	f1 k4	4
<sup>D6</sup> + Basis, Faktor, Exponent	f1 k5	5
+ Analogausgang-Anfang-Ende	f1 k6	6
+ Grenzwerte	f1 k7	7
Fühler endgültig verriegeln	f8 kx	x.
*Endgültige Verriegelung aufheben	f-8 kx	
Verriegelung ausgeben (s.a. f1 P15)	f1 P00	

°Verriegelung ausgeben

**Analogausgang** Anfang eingeben  
 Analogausgang Anfang löschen  
 Analogausgang Anfang ausgeben

Analogausgang Ende eingeben  
 Analogausgang Ende eingeben (4-20mA) f1  
 Analogausgang Ende löschen  
 Analogausgang Ende ausgeben

### Druckzyklusfaktor

<sup>D6</sup> Minimale Fühlerversorgungsspannung		
Fühlerversorgungsspannung einstellen	f1	uxxx s. f1 P15: UMIN
**Seriennummer vom Fühler ausgeben	f3	t0 ► jjmm1234
**Kalibrierzyklus Fühler (Mon.) eingeben	f9	zmm (nur mit Option KL)
**Nächstes Kalibrierdatum eingeben	f9	dtmmjj
**Nächstes Kalibrierdatum ausgeben	f9	P13
		►KF:02.02.06 12

Funktion	Befehl	Ausdruck
<b>Multiplexer ändern</b> , Eingänge für Bereich Bxx	B-A f1 Bxx	MX: M1
	C-A f2 Bxx	s.f1 P15 M2
	D-A f3 Bxx	M3
Differenz	C-B f4 Bxx	M4
	D-B f5 Bxx	M5
<b>Ausgabefunktion</b>	Messwert f1 m0	FUNK: Mess
	Differenz f1 m1	Diff
	Maxwert f1 m2	Max
	Minwert f1 m3	Min
	Mittelwert f1 m4	M(t)
	Alarmwert f1 m5	Alrm

## 7.4 Fühlerprogrammierung

<b>Elementflags setzen</b>	Messstrom $1/_{10}$	f2	k(-)1	EF:	01
Emission u. Hintergrundtemperatur	Infrarot	f2	k(-)2		02
Aktivierung Brückenschalter	Brücke	f2	k(-)3		04
**DIGI nur zykl. Abfrage	DIGI zyklisch	f2	k(-)4		08
**Galv. Trennung ausschalten	Iso off	f2	k(-)5		10
ohne Fühlerbrucherkenung	Fühlerbruch	f2	k(-)7		40
Analogausgang 0/4-20mA	4-20mA	f2	k(-)8		80
<b>Fühlerprogrammierung neu einlesen</b>			t5		

### D6 Standardprogrammierung ausgeben

Alle aktiven Kanäle mit Zyklen, Speicher, Messrate P15

▶ AMR ALMEMO 8590-9  
 MS BER. GW-MAX GW-MIN BASISW D FAKTOR EXP MITTEL KOMMENTAR  
 01:NiCr +0123.4 -0012.0 +0000.0°C 1.0000 E+0 - - - Temperatur  
 MESSZYKLUS: 00:00:00 - S0500.3 F0312.4 ARS W010 C-SU  
 DRUCKZYKLUS: 00:01:30 Sn 9600 bd  
 ANFANGSZEIT: 07:00:00 (wenn programmiert)  
 ENDEZEIT: 19:00:00

Nur Eingabekanal P00

▶ 01:NiCr +0123.4 -0012.0 +0000.0°C 1.0000 E+0 - - - Temperatur

### D6 Erweiterte Fühlerprogrammierung: f1 P15

▶ AMR ALMEMO 8590-9  
 MS NULLPKT STEIGNG VM K FUNK EOFSET EFAKT ANA-ANF ANA-END B1 MX EF AH AL ZF UMIN  
 01:+0000.0 +1.0000 5. 1 MESS +00000 32000 +0000.0 +1000.0-01 M1 -- S- E2 05 12.0

### D6 Volle Standardprogrammierung:

Alle akt. Kanäle, Zyklen, Speicher, Messrate f2 P15

▶ AMR ALMEMO 8590-9  
 MS BER. GW-MAX... VM K FUNK EOFSET EFAKT ANA-ANF ANA-END B1 MX EF AH AL ZF UMIN  
 01:NiCr +0123.4... 5. 1 MESS +00000 32000 +0000.0 +1000.0-01 M1 -- S- E2 05 12.0  
 MESSZYKLUS: 00:00:30 S S0500.3 F0312.4 A W010C-SU  
 DRUCKZYKLUS: 00:10:00 U 9600 bd

Nur Eingabekanal f2 P00

▶ 01:NiCr +0123.4... 5. 1 MESS +00000 32000 +0000.0 +1000.0-01 M1 -- S- E2 05 12.0

### \*\*Neue Fühlerprogrammierung: f3 P15

▶ MS BER. GW-MAX GW-MIN BASISW D FAKTOR EXP MITTEL KOMMENTAR DG QUERS RH RL  
 01:NiCr +0123.4 -0012.0 +0000.0°C 1.0000 E+0 - - - Temperatur 05 01234. 21 22

Nur Eingabekanal f3 P00

▶ 01:NiCr +0123.4 -0012.0 +0000.0°C 1.0000 E+0 - - - Temperatur 05 01234. 21 22

### \*\*Steckerprogrammierung: f4 P15

▶ ST SENSOR SERIENNR KAL-DAT. ZY  
 01:FHA6461..... 12345678 01.10.06 12 (Nur Option KL)

Nur Eingabekanal f4 P00

▶ 01:FHA6461..... 12345678 01.10.06 12 (Nur Option KL)

### 7.5 Geräteprogrammierung

	<b>Befehl</b>	<b>Ausdruck</b>
<sup>D6</sup> Gerät/Modul anwählen, Messwerte ausgeben	Gxx	wenn zuvor Abfrage
Gerät/Modul anwählen, Messwerte ausgeben	f1 Gxx	ohne Abfrage
Softwarereset, Neuinitialisierung RAM u. Ports	C19	
<sup>D6</sup> Gerätebezeichnung (max. 40 Zeichen) eingeb.	f4 \$Gerätebezeichnung CR	
Gerätebezeichnung ausgeben	f1 t0 oder *P36 ▶Gerätebezeichnung	
<sup>D6</sup> Gerätetyp und -version ausgeben	t0 ▶A8590-9 6.xx t6 ▶S-ARLCK524 2	
<b>**Abfrage verfügbarer Funktionen:</b> Speicher, Stecker/MMC, Anfang-Ende, Ringspeicher, Sleep, CRC, KL, P15, P18, P19 (Befehlszahl)   Version		
<b>**Bei Anlagen von allen Einschüben</b> Typ(MF, MU, KS, TH), Version, Adresse ausgeben	f5 t0 ▶A5690-SL MF 1.10 Adr: 02 A5690-SL MU 1.06 Adr: 04	
<b>**Seriennummer</b> vom Gerät ausgeben	f2 t0 ▶Hjimm1234	
<b>**Nächstes Kalibrierdatum</b> eingeben	f8 dtmmjj (nur mit Option KL)	
<b>**Nächstes Kalibrierdatum</b> ausgeben A=Meldung aktiviert	f8 P13 ▶KG:02.02.06 -/A	
Hysterese zur Alarmverarbeitung eingeben	Yxx	
<b>**Sprache</b> eingeben (D=0, E=1, F=2, X=3)	kx	
<sup>D6</sup> Baudrate ändern (6=9.6, 7=57.6, 8=115.2kb)	f1 bx	
<b>Betriebsparameter:</b>		<b>KONFIG:</b>
60Hz Brummunterdrückung	f6 k(-)1	F
Beim Start Max-, Min-, Mittelwerte löschen	f6 k(-)2	C
Ringspeicher	f6 k(-)3	R
°Datum Jahreszahl 4stellig	f6 k(-)4	D
*Überabtastung der Datenausgabe erlauben	f6 k(-)5	A
Signalgeber ausschalten	f6 k(-)6	S
Datum-Zeit im Excel-Format 'tt.mm.jj hh:mm:ss'	f7 k(-)7	E
<b>**Makros 5..9</b> eingeben (max. 30 Zeichen)	f-5... \$bxx bx CR	
<b>**Makros 5..9</b> ausgeben	f-5... P20 -9 ▶bxx bx m-5...-9	
<b>**Makros 5..9 aufrufen</b>		
<b>V5-Ausgangsmodule</b> Variante x setzen	f9 kx	
Relaisansteuerung x (aus-)einschalten	R(-)0xx	
Analogwertausgabe von A2 programmieren	f9 a(-)xxxxx	
Analogwertausgabe vom Messkanal	f9 E-00	
Bezugskanal absolut für Analogausgang 1	f9 Exx	
* Bezugskanal absolut für Analogausgang 2	f8 Exx	
<b>**V6-Peripherieport</b> pp (A1=1p, A2=2p..) setzen	ipp	
<b>**Relais Port pp</b> (aus-)einschalten	f1 R(-)pp	
<b>**Relaisvariante x</b> von Port pp setzen (- = invers)	ipp f9 k(-)x	
<b>**Triggerfunktion</b> von Port p8 (Makro 5..9)	ipp f9 kx (k-5..k-9)	
<b>**Analogtyp</b> von pp wählen 1=10V, 2=20mA	ipp f9 Ax	
<b>**Analogwertausgabe</b> von pp programmieren	ipp f9 a(-)xxxxx	
<b>**Bezugskanal</b> von Port pp (Analogausgang)	ipp f9 Exx	
<b>**Watchdog ein-(aus-)schalten</b>	i20 o(-)19	

## 7.5 Geräteprogrammierung

### 7.5.1 <sup>D6</sup> Ausgabe der Geräteparameter:

Adresse, Kanäle möglich, aktiv, primär  
Luftdruck s. 6.2.6  
Vergleichsstellentemperatur  
LoBat und Fühlerspannung  
Hysterese s. 6.2.7  
Konfiguration s. 6.10.13, 6.10.7  
Alarmzustand der Relais 0..3 s. 6.10.8  
Ausgangsmodul auf A1 s. 6.10.9  
Ausgangsmodul auf A2

P19  
GERAET: G00 M20 A08 P10/mm/uu  
LUFTDRUCK: +01013. mb  
VK-TEMP: +0023.5 °C  
U-SENSOR: ! 12.5 V  
HYSTERESE: 10  
KONFIG: FCRDAS-8 -L-- B01  
ALARM: -1-3  
A1: DK0 Un  
A2: AA

### \*\*Ausgabe alle fixen Geräteparameter:

Gerätebezeichnung:  
Version, Optionen:  
Seriennummer:  
Baudrate:  
Gerät: Adresse, Messstellen gesamt, Aktiv  
Anlage: Einschübe(=MF !=MU-alt.=MU-neu ;=KS,=TH)  
Hysterese:  
Konfiguration: 60Hz,ClrMw,Ringsp,-,Ü-Abtasten,Signal aus  
Sollwert:  
Wandlungsrate: Ausgabe Cont, -, Speicher, V24  
Nummer:  
Druckzyklus: Ausgabekanal-format,Sleep/Monitor/FailSafe  
Messzyklus:  
Anfangszeit:  
Anfangsdatum:  
Endezeit:  
Endedatum:  
Messdauer:  
Geräteverriegelung:  
Nächste Kalibrierung: Datum, Alarm  
Sprache:  
Display: Kontrast, Beleuchtungsstufe, -dauer  
Sleepverzögerung in s (Sleep-Delay z.B. 123 s)

f1 P19  
►GB:ALMEMO 2690-8  
VO.2690-8 RKL  
SN.H12345678  
BR:57.6k  
GE.G00 M40 A08  
G00 M:0 A68 40/10!20.30;10,  
HY:10  
KF:FCR-AS-- -----  
SW:+1100.0°C  
WR:010C-SU  
NR:123456  
Z1:00:10:00 Sn -/s/M/F  
Z2:00:00:00  
U1:07:00:00  
D1:01.02.06  
U2:17:00:00  
D2:02.02.06  
MD:00:10:00  
GV:MOF0  
KG:01.10.06 -/!  
SP:D  
DI:G2 050 2 1  
SD:123 s

### \*\*Ausgabe aller Gerätevariablen:

Temperatur zur Kompensation:  
Luftdruck zur Kompensation:  
VK-Temperatur:  
Uhrzeit:  
Datum:  
Drucktimer:  
Messtimer:  
Messzeit:  
Timer3  
Timer4  
U-Bat:  
U-Soll:  
U-Fühler:  
Akkuanzahl  
Akku-Kapazität:  
Lademodus:  
Ladestrom:  
Ladezeit:

f2 P19  
►TK:+ 25.0°C  
LD:+01013.mb  
CJ.+0023.5 °C  
UZ:12:34:00  
DA:01.02.06  
T1.00:01:23  
T2.00:00:00  
MZ.00:00:00.00  
T3. 65000. s  
T4. 6500.0 s  
UB. 3.9 V  
US: 12.0 V  
UF.! 12.5 V  
AZ.3  
AK:1600mAh  
LM.L1  
LS.0500mA  
LZ.2.50 h

### \*\*Ausgabe der Ausgangsmodule:

f3 P19

<b>Buchse DC:</b> Netzadapter ALMEMO® Stecker	▶ DC.ZA1312NA8
Spannung 12V Strombelastbarkeit 1A	12V 1000mA
<b>Buchse P0:</b> Option Relais intern	P0.0A2490Rxx
Schließer 0.5A Variante 0 invers aktiv Open	00:N00-0 1 0
Schließer 0.5A Variante 8 aktiv Closed	01:N00 8 1 C
<b>Buchse A1:</b> Datenkabel USB	A1.ZA1919-DKU DKO
<b>Buchse A2:</b> Analog-Ausgangskabel	A2.ZA1601-RK RK
Analogausgang 2V Messkanal M01	
<b>Buchse A3:</b> Speicherkarte mit Micro-SD-Card	A3.ZA1904SD
<b>Buchse A4:</b> Relais-Trigger-Analog-Adapter V6	A4.ZA8006RTA3
Schließer 0.5A Variante 0 passiv Open	40:N00 0 0 0
Öffner 0.5A Variante 8 invers aktiv Open	41:NC0-8 1 0
Wechsler 0.5A Variante 2 aktiv Closed	42:C00 2 0 C
DA-Wandler 10V Bezugskan. M01	46:DA1 B01 +08.234 V
DA-Wandler 20mA gesteuert COM	47:DA2 COM +12.345mA
Trigger Taste Variante 0 Start-Stop	48:TR1 0
<b>Buchse A5:</b> Relais-Trigger-Kabel V6	A5.ZA1006EKA
Schließer 0.5A Variante 2 aktiv Closed	50:N00 2 1 C
Öffner 0.5A Variante 2 invers aktiv Open	51:NC0-2 1 0
Trigger Optok. Variante 1 Manuell	58:TR1 1
Trigger Optok. Variante-5 Makro5	59:TR2-5
<b>Bus B6..B9:</b>	B6.ES8006RTA5 60:..69: xx: Funktion programmierbar, xx. Funktion fix oder Messwert

### \*\*Speicherkonfiguration

f4 P19

Speicherplatz intern (R=Ringspeicher)	SI:0512.4k R
Speicherplatz extern	SE:256.00M
Speicher frei	SF:0324.5k
Verbleibende Speicherzeit: tttt.hh:mm	SZ:0001.18:20
Anfangszeit der Speicherausgabe	U3:07:00:00
Anfangsdatum der Speicherausgabe	D3:01.02.06
Endezeit der Speicherausgabe	U4:17:00:00
Enddatum der Speicherausgabe	D4:02.02.06
Dateiname neue Datei	DT:DATEINEU.001
Dateiname aktuelle Datei im Speicher	FI: ALMEMO.001

### 7.5.2 Simulator programmieren:

### Befehl

Auf Port 01 Bereich V programmieren	i01 B11
Auf Port 01 Bereich mV programmieren	i01 B10
Auf Port 01 Bereich TC Typ K programmieren	i01 B04
Auf Port 01 Bereich TC Typ N programmieren	i01 B34
Auf Port 01 Bereich TC Typ J programmieren	i01 B35
Auf Port 01 Bereich TC Typ T programmieren	i01 B36
Auf Port 01 Bereich TC Typ S programmieren	i01 B07
Auf Port 01 Bereich TC Typ R programmieren	i01 B37
Auf Port 01 Bereich TC Typ B programmieren	i01 B08

## 7.5 Geräteprogrammierung

Auf Port 03 Bereich 4000Hz programmieren i03 B29  
 Auf Port 03 Bereich 10kHz programmieren i03 f1 B29  
 Auf Port 03 Bereich 40kHz programmieren i03 f2 B29  
 Auf Port 03 Bereich 100kHz programmieren i03 f3 B29  
 Auf Port 03 Bereich 99ms programmieren i03 B54  
 Auf Port 03 Bereich 99s programmieren i03 f1 B54  
 VK-Temperatur in Digits programmieren z.B. 23.4°C f1 g00234  
 Wert von Simulator Port pp in Digits programmieren: ipp f9 a(-)xxxxx

### Programmierung und Zustand ausgeben:

Pxx	Interfaceelement	Variante	Wert
00	Pt100-Ausgang	gesteuert	300.0°C
01	Analogausgang 10V	gesteuert	10.00 V
01	Analogausgang 60mV	gesteuert	60.00mV
01	Analogausgang TC TypK	gesteuert	1370.0°C
01	Analogausgang TC TypN	gesteuert	1300.0°C
01	Analogausgang TC TypJ	gesteuert	1000.0°C
01	Analogausgang TC TypT	gesteuert	400.0°C
01	Analogausgang TC TypS	gesteuert	1760.0°C
01	Analogausgang TC TypR	gesteuert	1760.0°C
01	Analogausgang TC TypB	gesteuert	1800.0°C
02	Analogausgang 20mA	gesteuert	20.000mA
03	Frequenzausgang 0.4kHz	gesteuert	4000.Hz
03	Frequenzausgang 10kHz	gesteuert	10.00kHz
03	Frequenzausgang 40kHz	gesteuert	40.0kHz
03	Frequenzausgang 100kHz	gesteuert	100.kHz
03	Pulsausgang 99ms	gesteuert	99.999ms
03	Pulsausgang 99 s	gesteuert	99.999 s
04	Durchgangsspannung		1000.mV

f3 P19  
 P0.KA7531  
 00:T00 COM +0300.0°C  
 01:DA1 COM +10.000 V  
 01:DA7 COM +60.000mV  
 01:TC0 COM +1370.0°C VK:+025.1°C  
 01:TC1 COM +1300.0°C VK: - - -°C  
 01:TC2 COM +1000.0°C VK: - - -°C  
 01:TC3 COM +0400.0°C VK: - - -°C  
 01:TC4 COM +1760.0°C VK:+025.1°C  
 01:TC5 COM +1760.0°C VK: - - -°C  
 01:TC6 COM +1800.0°C VK: - - -°C  
 02:DA2 COM +20.000mA  
 03:F00 COM +04000.Hz  
 03:F01 COM +010.00kH  
 03:F02 COM +0040.0kH  
 03:F02 COM +00100.kH  
 03:P00 COM +99.999ms  
 03:P01 COM +99.999 s  
 04:INO +01000.mV

### 7.5.3 Menükonfiguration

°Kommentartext 1 (max. 21 Zeichen) eingeben f5 \$Kommentar1 CR  
 °Kommentartext 2 (max. 21 Zeichen) eingeben f6 \$Kommentar2 CR  
 °Menütitel U1 (max. 16 Zeichen) eingeben f7 \$Menütitel U1 CR  
 °Menütitel U2 (max. 16 Zeichen) eingeben f8 \$Menütitel U2 CR  
 °Menütitel U3 (max. 16 Zeichen) eingeben f9 \$Menütitel U3 CR  
 °Kommentartext 1 ausgeben P37  
 ▶Kommentartext 1  
 P38  
 ▶Kommentartext 2  
 P39  
 ▶Menütitel U1  
 P40  
 ▶Menütitel U2  
 P41  
 ▶Menütitel U3  
 P30  
 ▶  
 P31  
 ▶-----

## °Anwahl der Menüzeile xx

ixx

**Wahl von Menü und Funktion****Menü U1****Menü U2****Menü U3**

°Grenzwert Max	f1 o00	f2 o00	f3 o00
°Grenzwert Min	f1 o01	f2 o01	f3 o01
°Basiswert	f1 o02	f2 o02	f3 o02
°Faktor	f1 o03	f2 o03	f3 o03
*°Exponent	f1 o48	f2 o48	f3 o48
°Nullpunktkorrektur	f1 o04	f2 o04	f3 o04
°Steigungskorrektur	f1 o05	f2 o05	f3 o05
°Analoganfang	f1 o06	f2 o06	f3 o06
°Analogende	f1 o07	f2 o07	f3 o07
°Bereich	f1 o08	f2 o08	f3 o08
°Maxwert	f1 o09	f2 o09	f3 o09
°Minwert	f1 o10	f2 o10	f3 o10
°Mittelwert	f1 o11	f2 o11	f3 o11
°Druckzyklus	f1 o12	f2 o12	f3 o12
°Messzyklus	f1 o13	f2 o13	f3 o13
°Uhrzeit, Datum	f1 o14	f2 o14	f3 o14
°Messwert klein	f1 o15	f2 o15	f3 o15
°Messwert mittel	f1 o16	f2 o16	f3 o16
°Messwert groß	f1 o17	f2 o17	f3 o17
°Messwert Balken	f1 o34	f2 o34	f3 o34
°Messwert Liniengrafik	f1 o35	f2 o35	f3 o35
°Mittelmodus	f1 o18	f2 o18	f3 o18
°Messrate	f1 o19	f2 o19	f3 o19
°Drucktimer	f1 o20	f2 o20	f3 o20
°Messtimer	f1 o21	f2 o21	f3 o21
°Anzahl	f1 o22	f2 o22	f3 o22
°Nummer	f1 o23	f2 o23	f3 o23
°Bereich, Kommentar	f1 o24	f2 o24	f3 o24
°Durchmesser mm	f1 o25	f2 o25	f3 o25
°Querschnitt cm <sup>2</sup>	f1 o26	f2 o26	f3 o26
°Volumenstrom m <sup>3</sup> /h	f1 o27	f2 o27	f3 o27
°Maxwert-Zeit-Datum	f1 o28	f2 o28	f3 o28
°Minwert-Zeit-Datum	f1 o29	f2 o29	f3 o29
°Leerzeile	f1 o30	f2 o30	f3 o30
°Linie	f1 o31	f2 o31	f3 o31
°Dämpfung	f1 o32	f2 o32	f3 o32
°Speicher frei	f1 o33	f2 o33	f3 o33
°Gerätebezeichnung	f1 o36	f2 o36	f3 o36
°Kommentartext 1	f1 o37	f2 o37	f3 o37
°Kommentartext 2	f1 o38	f2 o38	f3 o38
°Menütitel U1	f1 o39	f2 o39	f3 o39
°Menütitel U2	f1 o40	f2 o40	f3 o40
°Menütitel U3	f1 o41	f2 o41	f3 o41
°Verriegelung	f1 o42	f2 o42	f3 o42
°Luftdruck in mb	f1 o43	f2 o43	f3 o43
°Temperaturkompensation	f1 o44	f2 o44	f3 o44
°Sollwert	f1 o45	f2 o45	f3 o45

## 7.5 Geräteprogrammierung

°Messzeit	f1 o46	f2 o46	f3 o46
*°Messdauer	f1 o47	f2 o47	f3 o47
*°Exponent	f1 o48	f2 o48	f3 o48
*°Dateiname	f1 o49	f2 o49	f3 o49

°Ausgabe der Menükonfiguration Ux:	fx P20
Menütitel des Menü Ux	U1:Menütitel U1
In Zeile 00: Funktion 30 Leerzeile	00:30
In Zeile 01: Funktion 39 Menütitel	01:39
In Zeile 02: Funktion 16 Messwert m.	02:16
In Zeile 03: Funktion 24 Bereich,Komment.	03:24
....	04:30
	05:42
	06:45
	07:44
	08:43
	....

°Ausgabe des angewählten Menüs	P20
(alle Funktionen z.B. Messkorrektur s.o.)	▶
Menütitel	Messkorrektur
Messwert mittel	00: +025.67 °C
Bereich + Kommentar	Ntc Temperatur
Leerzeile	
Verriegelung	VERRIEGELUNG:0.
Sollwert	SOLLWERT: 00: +0000.0 °C
Temperaturkompensation	KOMPENSATION: +0025.0 °C
Luftdruck	LUFTDRUCK: +01013. mb
.....	

### Funktionszuordnung:

- Alle Geräte
- D6 Auch D6-Fühler
  - ° Nur V5-Geräte
  - ° Nur Geräte mit Grafikdisplay 2590-x, 2690, 2890, 5690-2, 5990-2
  - \* Nur V6-Geräte
  - \*° Nur V6-Geräte mit Grafikdisplay 2690, 2890, 5690-2
  - \*3 Nur V6-Geräte 2390-5/8
  - \*\* Nur höhere V6-Geräte 2690, 2890, 5690, 8590
  - \*\*K Nur V6-Geräte mit Option KL

## 8. Stichwortverzeichnis

4-20mA statt 0-20mA

6-47

### A

Abfragemodi	1-8
Abfragemodi	6-41
Ablaufsteuerung	7-3
Absolutdruck	3-6-1
Absolute Trockenheit	3-3-26
Absorptionsgrad	3-8-5
Abtasten einer Zähler-LED	3-7-6
AC-Messmodul	4-17
AC-Signale	4-12
AD-Wandler	2-8
Adressen	5-11
Aktionen	6-29
Aktive Verlängerungskabel	3-10-2
Alarmschaltung	6-14
Alle Messwerte löschen bei Start einer Messung	6-56
ALMEMO® Adapterkabel	4-5
ALMEMO® Buchse A1	2-9
ALMEMO® Buchse A2	2-9
ALMEMO® Differenzdruckaufnehmer	3-6-10
ALMEMO® Druckmessstecker	3-5-16
ALMEMO® Druckmessstecker für Differenzdruck	3-6-20
ALMEMO® Ein-Ausgabe-Module	1-9
ALMEMO® Einbau-Druckaufnehmer	3-6-2
ALMEMO® Fühler	3-4
ALMEMO® Messgeräte	1-2, 1-3, 1-5, 2-2
ALMEMO® Sensor Bodenfeuchte	3-3-44
ALMEMO® Version V5	1-1, 1-4
ALMEMO® Version V6: Neue Gerätegeneration ab 2003	1-1, 1-6
ALMEMO® Ausgangsmodule	5-2
ALMEMO® Ein-Ausgabe-Module	1-1
Ammoniak	3-9-17
AMR-Control	1-5, 6-3
Analogausgang-Anfang	6-49
Analogausgang-Ende	6-49
Analogausgänge	5-6, 6,53
Analogausgangsfunktionen	6-49
Analogausgangskabel	5-2
Analogausgangstyp	6-49
Analoge kapazitive Feuchtefühler	3-3-3
Analoge und digitale Ausgangsmodule	5-2
Anfangs-Endezeit	6-28

Anschluss der pH-Sonden	3-9-4
Anschluss eigener Sensoren	4-2
Anschlussbelegung	4-2
Ansteuerung von Ausgangsrelais	6-54
Anwahl einer Messstelle	6-21
Anwahl eines Messgerätes	6-5
Ausführung	1-4
Ausgabe der erweiterten Fühlerprogrammierung	6-45
Ausgabe der Gerätekonfiguration	6-6
Ausgabe der Geräteparameter	7-14
Ausgabe der Geräteversion	6-54
Ausgabe der Programmierung	6-5
Ausgabeform	6-26
Ausgabefunktion ändern	6-48
Ausgabeprotokolle	6-27
Ausgänge	2-9
Ausgangsmodule	1-5, 1-7, 1-8
Ausgleichsleitungen	3-1-3
Auslesen ext. Speichercards	6-44
Ausschalten der galv. Trennung	6-47
Ausschalten der Vergleichsstellenkompensation	6-13
Auswahl des Temperaturfühlers	3-1-1
Axial-Turbinen-Durchflussmessers	3-6-35
<b>B</b>	
Baudrate ändern	6-55
Bauphysikalische Messwertgeber	3-2-1
Bedienung über serielle Schnittstelle	6-3
Bedienung über Software AMR-Control	6-3
Bedienung über Terminal	6-4
Befehlsübersicht	7-2
Behandlung von pH- und Redox-Sonden	3-9-6
Belastbarkeit	5-6
Beleuchtungsstärke	3-8-2, 3-8-6
Beleuchtungsstärke-Messkopf mit Kugelcharakteristik	3-8-27
Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 603 VLx	3-8-32
Beleuchtungsstärke-Messkopf FLA 623 VL	3-8-9
Berührungslose Wegmesssysteme	3-6-29
Bestimmung der Intensität der Sonnenstrahlung	3-4-11
Bestrahlungsstärke	3-8-2, 3-8-6
Bestrahlungsstärke-Messkopf FLA 613 VLM	3-8-25
Betaungsdetektor	3-3-52
Betriebsparameter	6-55
Bezugsmessstellen	6-12
Bezugswert	6-15
Bluetooth-Funkmodule	5-19
Bluetooth-Verbindungen	5-20

Bodenfeuchte-Tensiometer	3-3-42
Brückenschaltung	4-9
Buchse P0	6-53
<b>C</b>	
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	3-9-15
CCC-Taupunktprinzip nach Heinze	3-3-51
Chemische Sonden	3-9-1
Chlorgas	3-9-17
Cl <sub>2</sub>	3-9-15
CO	3-9-15
CO <sub>2</sub> - Konzentration	3-9-19
CO <sub>2</sub> - Messung	3-9-19
CO <sub>2</sub> -Sensor für Gase	3-10
CO <sub>2</sub> -Sonde für Gase	3-9-19
<b>D</b>	
D6	3-4
D6-Messbereiche	3-6
Dämpfung	6-34
Das ALMEMO® System	1-2
Das ALMEMO®- System	1-1
Datei in Tabellenkalkulation einlesen	6-4
Dateiname	6-39
Datenformat	6-55
Datenlogger	6-38
Datenspeicherung in externen Speichermedien	6-38
Datenübertragung per Modem	5-8
Datenübertragung über RS422-Schnittstelle	5-14
Datum	6-8
Datum	1-6
DC-Messmodul	4-14
Definition Holzfeuchte	3-3-36
Dehnungsmessstreifen	4-9
Dezimalpunkteinstellung	6-15
DHCP-Server	5-10
Dickschichtsensoren:	3-6-1
Die Gerätegenerationen	1-1, 1-4
Differenz-Druckaufnehmer für Wandmontage FD 8612 DPS	3-6-12
Differenzdruck	3-6-1
Differenzdruck-Transmitter für kleinste Drücke	3-6-15
Differenzdrucktransmitter FD A602D	3-6-10
Differenzspannungsmessung	4-4
Digitale ALMEMO® D6 Fühler	3-4
Digitale Feuchtefühler	3-9
Digitale Kapazitive Feuchte-/Temperaturfühler	3-3-7
Digitale Schnittstellen	2-9

Digitaleingangskabel	4-23
Dimensionsänderung	6-12
Drehwinkelmessung	4-8
Drehzahlmesser	3-6-43
Drehzahlmessung	4-23
Drehzahlsonden	3-10
Dreibein-Stativ	3-4-26
Druckaufnehmer	1-4
Druckaufnehmer	3-10
Druckaufnehmer zur Temperaturmessung bei	3-6-7
Druckermessgeräte	2-2
Druckkraft-Sensoren	3-6-26
Druckmessstecker	3-4-2
Druckmessstecker	3-5-16
Druckmessstecker	3-6-20
Drucksensoren	3-6-1
Druckzyklus	1-5
Druckzyklus	6-25
Druckzyklusfaktor	1-5
Druckzyklusfaktor	6-49
Dünnschichtsensoren	3-6-1
Durchfluss	3-6-32
dynamische Druck	3-5-14

## E

Echt-Effektivwert	4-17
Echt-Effektivwert- Messung	4-19
Einbau von Strömungssensoren	3-5-2
Eingabekanal anwählen	6-9
Eingänge	2-8
Eingangsmultiplexer ändern	6-46
Eingangsstecker für Kraftaufnehmer	3-6-23
Einmalige Ausgabe	6-23
Einmalige manuelle Messtellenabfrage und Ausgabe	7-5
Elektrische Wandler	3-7-1
elektrochemische Reaktion	3-9-18
elektrochemische Sensoren	3-9-15
Elementflags	6-47
Emissionsfaktor	3-1-9
Emissionsgrad	3-1-8
Endezeit	6-28
Endwertsimulation	6-47
Ermittlung von Wärmekoeffizienten	3-2-5
Ethernet ALMEMO®-Datenkabel	5-10
Ethylenoxid	3-9-17
Excel	6-4
Externe Triggerung	6-29

**F**

Fail-Save-Mode	6-42
Faktor	1-5, 1-6
FD 8214	3-6-4
FD 8612 DPS	3-6-12
FD 8612 DPT25R8AZ	3-6-15
FD A602Lx	3-6-2
FDA 602 LxAK	3-6-7
FDA 602TM	3-3-44
FDA602-SxK	3-5-16
FDA602Dxx	3-6-10
FDA612SA	3-4-1
FDA612Sxx	3-6-20
FDAD12SA	3-4-1
FE A604 4N	3-7-2
FE A604 MN	3-7-2
Feuchte-/Temperaturfühler im Allwetterschutzgehäuse	3-4-14
Feuchteanteil bzw. Wasseranteil	3-3-25
Feuchteanteil volumenbezogen	3-3-25
Feuchtefühler	3-3-1
Feuchtegehalt bzw. Wassergehalt	3-3-25
Feuchtegehalt volumenbezogen	3-3-25
FH A636-MF	3-3-32
FH A696-GF1	3-3-40
FH A6x6	3-3-3
FH A936-WD	3-3-49
FHA 636 MF 10	3-3-34
FHAD 36 RHKx	3-3-16
FHAD 36 RICx	3-3-15
FHAD 36 RSx	3-3-14
FK A022	3-6-26
FK A025x	3-6-27
FK A613	3-6-26
FLA 603 LDM	3-8-30
FLA 613 VLK	3-8-27
FLA 603 LSM4	3-8-32
FLA 603 PS4 / PS5	3-8-42
FLA 603 RW4	3-8-40
FLA 603 UV 12/14	3-8-36
FLA 603 UV 22 / 24	3-8-38
FLA 603 VLx	3-8-34
FLA 613 GS	3-8-24
FLA 613 UV	3-8-10
FLA 613 UVA	3-8-22
FLA 613 UVAK	3-8-29
FLA 613 UVB	3-8-23
FLA 613 VLM	3-8-25

FLA 623 GS	3-8-15
FLA 623 IR	3-8-16
FLA 623 PS	3-8-18
FLA 623 UVA	3-8-11
FLA 623 UVB	3-8-13
FLA 623 UVC	3-8-14
FLA 623 VL	3-8-9
Flächentensiometer	3-3-48
Flügelräder	3-5-1, 3-5-19
Flügelräder	3-9
FMA 510	3-4-17
FN A846	3-3-21
FPA 930 AG	3-4-16
FR8616D	3-4-10
FRA 916	3-4-8
Frequenzmessmodul	4-22
Frequenzmessung	4-22
FU A919-2	3-6-44
FUA 919-SZxx	3-7-5
Fühlerbruchererkennung	6-47
Fühlerprogrammierung	6-8
Fühlerprogrammierung	7-8
Fühlerstromversorgung	4-2
Fühlerübersicht	3-7
Fühlerverbindungen	5-21
Fühlerverriegelung	6-18
Funkstandard	5-22
Funktionskanäle	1-5
Funktionskanäle	6-11
FV A614	3-4-6
FV A615-2	3-4-4
FV A915 VTxx	3-6-33
FVA 605 TAx	3-5-7
FVA 915 VTHx	3-6-37
FVA 935 THx	3-5-5
FVA645GVxxQT	3-6-40
FY 9600-O2	3-9-23
FY 9600-O3	3-9-27
FY A600 CO Bx	3-9-17
FY A600-CO2	3-9-19
FY A640-O2	3-9-32
FY A641 LFxx	3-9-10
FY96PHEX	3-9-8
FY96RXEK	3-9-8
FYA 600 CO2	3-9-21
FYA 600 CO2H	3-9-20
FYA600 Axxxxxxx	3-9-17

**G**

Gasmess-Sensoren	3-9-17
Genauigkeit	5-6
Geräte-Verbindung	5-20
Geräteadressen	5-11
Gerätebezeichnung	6-6
Geräteinterne Elemente	6-53
Gerätekonfiguration	6-55
Geräteprogrammierung	6-5
Geräteprogrammierung	7-13
Gesamtstrahlung	3-1-8
Gleichspannung	4-14
Gleichstrom	4-14
gleitende Mittelwertbildung	6-34
Globalstrahlung	3-8-6
Globalstrahlungs-Messkopf FLA 613 GS	3-8-24
Globalstrahlungs-Messkopf FLA 623 GS	3-8-15
Globalstrahlungs-pyranometer	3-4-11
Grenzwertaktionen	6-28
Grenzwerte	1-4, 1-8
Grenzwerte	6-14
Grenzwerte	7-10
Grundlagen der Feuchtemessung	3-3-2
Grundlagen der Kraftmessung	3-6-22
Grundlagen der Materialfeuchtemessung	3-3-24
Grundlagen der Saugspannungsmessung	3-3-42
Grundlagen der Temperaturstrahlung	3-1-8
Grundlagen Durchflussmessung	3-6-32
Grundlagen Holzfeuchte und Wassergehalt	3-3-36
GSM-Mobilfunkmodem	5-8

**H**

H <sub>2</sub> S	3-9-15
Halbkontinuierliche Messtellenabfrage	6-22
Hall-Sensor	3-6-32
Handgeräte	2-2
Handpsychrometer	3-3-21
Himmelsstrahlungsanteils	3-4-11
Hochspannungs-Messmodule	4-13
Holzfeuchtesonde für Langzeitmessungen	3-3-34
Hysterese	6-8

**I**

Identifikation von Messungen	6-37
Impedanzwandler	4-9
Impulsmessung	4-22
Impulsmessung	6-32

Inbetriebnahme der Funkverbindungen	5-21
Inbetriebnahme eines Netzes	5-19
Individueller Druckkopf	6-6
Infrarotmesskopf AMiR FIA628	3-1-12
Infrarotsensoren	3-1-8
Intelligente Verlängerungskabel	3-10-1
Interfaceelemente	6-53
Internationale Temperaturskala	3-1-6
inverse Ansteuerung	6-54
IP-Adresse	5-10
IR-Messkopf FLA 623 IR	3-8-17
<b>K</b>	
Kabellänge	3-10-1
Kabelverlängerung für ALMEMO® Fühler	3-10-1
Kabelverlegung	3-10-2
Kältemitteltemperatur	3-6-8
Kanal vom Analogausgang	6-50
Kapazitive Fühler	3-3-1
Kapazitive Materialfeuchtesonde	3-3-28
kapazitiver Dünnschichtsensor	3-3-5
Kohlendioxid-Gassensormodul	3-9-19
Kohlendioxid-Handfühler FYA 600 CO2H	3-9-20
Kohlenmonoxid	3-9-16
Kohlenmonoxid-Gassensor	3-9-17
Kolonnenform	6-26
Kommaverschiebung	6-16
Konfiguration der Ausgangsmodule	6-51
Konfiguration der Schnittstelle	6-3
Konstante Vergleichsstellentemperatur	6-33
Kontinuierliche Messtellenabfrage	6-22
Kontinuierliche Messwertausgabe	6-24
Kontinuierliche Mittelwertbildung über die Zeit	6-36
Konverter von USB auf RS232	5-9
Korrekturwerte	6-15
Kraftaufnehmer	3-6-22
Kraftaufnehmer	4-9
KTY84	4-3
Kürzel	3-7
kurzwellige Strahlungsbilanz	3-4-12
<b>L</b>	
Leitfähigkeit	1-4
Leitfähigkeit	3-9-9
Leitfähigkeitssonde	3-10
Leitfähigkeitssonde	3-9-9
Leitplastik-Potentiometer	3-6-29

Leitungsspannungsabfall	4-11
Leitwertsonde für Holzfeuchte	3-3-32
Lesegerät	6-44
Leuchtdichte	3-8-2
Leuchtdichte-Messkopf FL A603 LDM2	3-8-30
Lichtsensord	3-10
Lichtstärke	3-8-1
Lichtstrom	3-8-1
Lichtstrom - Messkopf FLA 603 LSM4	3-8-32
Lichttransmissionsgad	3-8-5
Lichtwellenleiter	5-8
Lineare induktive Wegaufnehmer	3-6-29
Linearisierung	6-18
Linearspeicher	6-56
Liste	6-26
Luftdruck	6-7
Luftdruckkompensation	6-32
Luftdrucksensord	3-4-1
Luftgeschwindigkeit	3-5-15
Luftmengenmessung	3-5-21
Luftströmungssensoren	3-5-1
<b>M</b>	
Makros	1-8
Makros	6-29
Materialfeuchte	3-3-1
Materialfeuchtefühler FH A696-GF1	3-3-39
Materialfeuchtesensord	3-9
Materialfeuchtesonde	3-3-1
Materialfeuchtesonden	3-3-24
MAXWERT	6-22
Mehrpunktkalibration	1-6
Mehrpunktkalibration	6-18
Menükonfiguration	7-16
Messbereiche	1-3
Messbereiche	2-5
Messbereiche	7-8
Messbereichswahl	6-10
Messbrücken	4-9
Messbrückenschalter	6-47
Messdatenaufnahme	6-39
Messdatenausgabe	6-42
Messdauer	6-28
Messfunktionen	2-4
Messfunktionen bei Messstellenabfragen	6-32
Messlösung	3-9-9
Messmodule für Thermoelemente	4-20

Messstellenabfrage	1-3, 1-4
Messstellenabfrage	6-21
Messstellenabfragen, Messdatenaufnahme und -ausgabe	7-3
Messstellenbezeichnung	6-13
Messstrahlung	3-1-8
Messstrom für Widerstandsfühler	6-47
Messverfahrens zur U-Wert-Bestimmung	3-2-7
Messwert nullsetzen	6-16
Messwertausgabe	6-23
Messwertdämpfung	6-34
Messwerte	1-3, 1-4, 1-5, 1-7
Messwerte	6-21
Messwerte erfassen	6-21
Messwerte nebeneinander	6-26
Messwerte untereinander	6-26
Messwernerfassungsanlagen	2-2
Messwertliste ausgeben	6-22
Messwertskalierung u. -korrektur	7-10
Messwertspeicher	6-38
Messwertspeicherausgaben	7-6
Messwertverarbeitung	7-2
Messzyklus	6-25
Meteo-Multigeber FMA 510	3-4-17
Meteorologische Messwertgeber	3-4-1
Minimale Fühlerversorgungsspannung	6-48
MINWERT	6-22
Mittelungsmodus	6-14
Mittelwert über die Messwerte mehrerer Messstellen	6-36
Mittelwert über mehrere manuelle Messstellenabfragen	6-35
Mittelwertbildung	6-14, 33
Mittelwertbildung	1-6
Mittelwertmodus	6-34
mittlere Strömungsgeschwindigkeit	3-5-22
MMC-Card	1-7
MMC-Card	6-38
Mobile Wetterstation	3-4-25
Monitor-Mode	6-42
Montage der Lichtwellenleiter	5-13
MT 84x5	3-5-12
MU-Stecker	4-5
<b>N</b>	
Netzfrequenzstörunterdrückung	6-56
Netzmessungen	3-5-22
Netztreiber	5-15
Netzverteiler	5-14
Netzwerkkabel	1-3

Netzwerkkabel	5-12
Netzwerkkabel mit Lichtwellenleiter	5-13
Netzwerktreiber Ethernet - RS422	5-18
Neuentwicklungen 2002	1-1, 1-5
Neuentwicklungen 2006/2007	1-1, 1-7
NH3	3-9-15
Ni100	4-3
Niederschlagsgeber	3-4-8
Niederschlagsmessung	3-4-17
NO	3-9-15
NO2	3-9-15
Normbedingungen	6-37
Normvolumenstrom	6-37
Ntc-Fühler	4-3
Ntc-Psychrometer FN A846-3	3-3-23
Nullpunktgleich	6-15
Nullpunktgleich der Druckaufnehmer	3-5-17
Nummerierung von Messungen	6-37
<b>O</b>	
O <sub>2</sub> -Sensor für Gase	3-10
O <sub>2</sub> -Sonde für Gase	3-9-23
O <sub>2</sub> -Sonde für Wasser	3-9-30
O <sub>3</sub> -Sonde für Gase	3-9-27
Objektstrahlung	3-1-8
Ohm	4-3
Option SB0000R2	3-6-8
Optische Sonden für den Außenbereich	3-8-20
Optische Sonden für den Innenbereich	3-8-8
Optische Sonden Grundlagen	3-8-1
Optische Sonden mit hoher Auflösung	3-8-30
optische Strahlung	3-8-1
Optischer Tastkopf für Stromzähler	3-7-4
Optokoppler	5-6
<b>P</b>	
Passive Verlängerungskabel	3-10-1
PC-Verbindungen	5-20
pH Messung	3-9-1
pH- und Redoxsonden	3-9-1
pH-Messketten	3-9-1
pH-Sonden	3-10
pH-Wert	3-9-1
Photometrie	3-8-1
Photosynthese - Messkopf FLA 603 PS4 / PS5	3-8-42
Physikalische Aufnehmer	3-6-1
Physikalische Konzentrationseinheiten	3-9-15

Piezoresistive Sensoren	3-6-1
Portadressen	6-53
Potentiometergeber	4-8
Prandtl-Staurohr	3-5-14
Programmierwerte eingeben	6-14
Psychrometer	3-3-1, 20
Psychrometer	3-9
Pt100	4-3
Pt100-Psychrometer FP A836-3	3-3-23
Pt1000	4-3
Ptc-Fühler	4-3
PWM-Signal	5-2
<b>Q</b>	
Quantum-Messkopf FLA 623 PS	3-8-18
<b>R</b>	
Radiometrie	3-8-2
Radiometrischer - Messkopf FLA 603 RW4	3-8-40
Rechenfunktion	1-4
Rechenfunktion	6-12
Redox-Messung	3-9-6
Reflexions-Lichttastern	3-6-43
Reflexionsgrad	3-8-5
Regendetektor	3-4-9
Relais	5-6
Relais-Adapter	5-4
Relais-Trigger-Analog-Adapter	5-5
Relais-Trigger-Kabel	5-3
Relativdruck	3-6-1
Ringspeicher	6-56
RS232-Datenkabel	5-7
RS232-Datenkabel mit Lichtwellenleiter	5-8
RS485-Schnittstelle	5-19
<b>S</b>	
Sauerstoff-Messzelle	3-9-23
Sauerstoffmessung	3-9-32
Sauerstoffmessung in Wässern	3-9-30
Sauerstoffsensoren	3-9-23
Saugspannung	3-3-42
Schalttafel- und Schaltschrankgeräte	2-2
Schnittstellenadapterkabel	4-24
Schnittstellenmodule	5-7
Schwefeldioxid	3-9-17
Schwefelwasserstoff	3-9-17
SD-Card	6-38
Selektive Speicherausgabe	6-43

Sensormodul FY A600-CO2	3-9-21
Shuntstecker	4-6
Signalgeber abschalten	6-56
Signalverzögerungen	5-12
Simulator programmieren	7-15
Skalierung	6-15
Sleepmodus	6-41
Smart-Media-Card	1-5
SO <sub>2</sub>	3-9-15
Sonde für Gase	3-9-15
Sonden zur Messung optischer Größen	3-8-1
Sonderfunktionen	7-11
Sondermessbereiche	2-7
Sondermessbereiche	6-18
Sonderstecker	4-6
Spannungsmessung	4-14
Spannungsmessungen	4-4
Speicheranfangszeit	6-43
Speicherausgabe	6-42
Speicherauslesen	6-3
Speicherstecker	1-4, 1-7
Speicherstecker	6-38
spektrale Bewertungsfunktion	3-8-3
Spezialfunktionen	6-45
Spitzenwerte	6-21
Standardstecker	4-2
Starten und Stoppen der Messung	6-26
Stationäre Psychrometer FP A836-3; FN A846-3	3-3-23
statischen Druck	3-5-14
Staudruck	3-5-14
Staudruckmessmodule	3-5-14
Staurohre	3-5-1
Stecker mit 12V-Versorgung	4-11
Steckensiometer	3-3-48
Steigungsabgleich	6-15
Stickstoffdioxid	3-9-17
Stickstoffoxid	3-9-17
Störspannung	6-56
Strahldichte	3-8-2
Strahlstärke	3-8-2
Strahlungsintensität	3-4-11
Strahlungsleistung	3-8-2
Strahlungsstromdichte	3-4-11
Streulicht	3-8-5
Strommessung	4-15
Strommessungen	4-6

Strömungsgeschwindigkeiten	3-5-1
Stromwandler	3-7-1
Stromzählerabtastung	3-7-4
Summenbildung	6-32
<b>T</b>	
Tabellenformat	6-26
Tabellenkalkulation	6-4
Tastkopf	3-7-4
Taupunkt-Spiegelmethode	3-3-51
Taupunkt diagramm für Druckluft	3-3-55
Taupunktsensor Typ FHA 646 DTC1	3-3-53
Taupunktsensoren	3-3-51
Technische Daten	2-8
Technische Daten	5-6
Technische Daten der Schnittstellenmodule	5-23
Teilerstecker	4-7
Temperatur und Feuchte im Außenbereich	3-4-14
Temperaturdrift	5-6
Temperaturfühler	3-1-1
Temperaturkompensation	6-7
Temperaturkompensation	7-2
Temperaturkompensation für Luftgeschwindigkeit	3-5-17
Temperaturkompensierte Druckaufnehmer FD 8214	3-6-4
Temperaturmessbereiche für Kältemittel	3-6-8
Tensiometer	3-3-44
Tensiometer-Elektronik	3-3-44
Terminal	6-4
Thermoanemometer	3-10
Thermoanemometer	3-5-1, 3-5-4
Thermoanemometer FV A605 TA	3-5-7
Thermoanemometer FVA 935 THx	3-5-5
Thermoanemometer MT 84x5	3-5-12
Thermoelement	4-2
Thermoelemente	3-1-2
Thermoelemente	3-7
Thermostecker	4-6
Tischgeräte	2-2
Transmissionsgrad	3-8-5
Triggereingänge	5-6
Triggereingänge	6-53
Triggerfunktion	6-29
Triggerkabel	1-4
Triggerkabel	5-3
Trockenmasseanteil	3-3-26
True-RMS-Wandler	4-12
Turbinen-Durchflussmesser	3-6-32
Turbinen-Durchflußmesser	3-10

**U**

U- Wert	3-2-5
Überabtastung	6-56
Überdruck	3-6-1
Uhrzeit	6-8
Umrechnung von Dimensionen	6-13
Umschaltverzögerung	5-12
USB-ALMEMO®-Datenkabel	5-9
USB-Lesegerät	6-44
USB-Treiber	5-21
UV-Index	3-8-7
UV-Sonde FLA 613 UV	3-8-10
UVA - Messkopf FLA 603 UV 22 / 24	3-8-38
UVA - Messkopf FLA603UV 12/14	3-8-36
UVA-Messkopf FLA 613 UVA	3-8-22
UVA-Messkopf FLA 623 UVA	3-8-11
UVA-Messkopf mit Kugelcharakteristik	3-8-27
UVA-Strahlung	3-8-6
UVB-Messkopf FLA 613 UVB	3-8-23
UVB-Messkopf FLA 623 UVB	3-8-12
UVB-Strahlung	3-8-7
UVC-Messkopf FLA 623 UVC	3-8-14

**V**

V5-Ausgangskabel	5-3
V5-Ausgangsmodule	6-51
V5-Gerät	2-8
V6-Ausgangskabel	5-4
V6-Geräte	2-8
Vergleichsstelle	3-1-3
Vergleichsstellenkompensation	4-6
Vergleichsstellentemperaturfühler im Stecker	6-33
Vergleichsstellentemperaturmessung	6-33
Verlängerung der Anschlusskabel	3-10-1
Vernetzung von Messgeräten	5-11
Volumenstrommessung	1-5, 1-6
Volumenstrommessung	3-5-21
Volumenstrommessung	6-37

**W**

Wandlungsrate	1-4
Wandlungsrate	6-25
Wärmedurchgangskoeffizient	3-2-1
Wärmedurchgangswiderstand	3-2-2
Wärmedurchlasskoeffizient	3-2-5
Wärmedurchlasswiderstand	3-2-2

Wärmeeindringkoeffizient	3-2-1
Wärmeflussmessung	3-2-1
Wärmeflussplatten	3-2-2
Wärmekoeffizient	3-2-5
Wärmeleitfähigkeit	3-2-1
Wärmestrahlung	3-2-1
Wärmestromdichte	3-2-2
Wärmeübergangskoeffizienten	3-2-5
Wärmeübergangswiderstand	3-2-1
Wasserdetektorsonde	3-3-49
Watchdog	6-54
Wechselspannung	4-17
Wechselspannungsmodul	4-12
Wechselstrom	4-17
Wegaufnehmer	3-6-28
Wegtaster	3-6-28
Wet-Bulb-Globe-Temperatur-Messung	3-1-7
Wetterschutzgehäuse ZB 9510 AG	3-4-26
Widerstands-Fühler	4-3
Widerstands-Temperaturfühler	3-7
Widerstandsfühler	3-1-5
Windbezeichnung	3-4-3
Windgeschwindigkeitsgeber	3-4-3
Windmessung	3-4-17
Windrichtungsgeber	3-4-6
Windstärke	3-4-3
Wirbel-Durchflussmesser FV A645 GVx	3-6-39

## Z

ZA 9610-AKY4	3-9-3
ZA 9612-FS	3-6-23
ZA9020VK	3-10-1
ZA9020VKP	3-10-2
ZA9060VK	3-10-1
ZA9090-VKC	3-10-1
ZA9105FSx	3-6-24
Zangenstromwandler	3-7-1
ZB9600SKx	3-3-4
ZB 9602 TMxx	3-3-48
Zeitausschnitt	6-43
Zug- und Druckkraft-Sensor	3-6-27
Zuordnung der Alarmrelais	6-51
Zusatzfunktionen	1-4
zusätzliche Wärmekoeffizienten	3-2-10
Zyklische Ausgabe	6-24
Zyklische Messtellenabfrage und Ausgabe starten	7-5
Zyklische Mittelwertbildung über den Druckzyklus	6-36