

CLIMA · SUISSE

Verband
Schweizerischer und
Liechtensteinischer
Heizungs- und
Lüftungsfirmen

Olgastrasse 6
Postfach 73
CH-8024 Zürich
Tel. +41(0)1 · 250 52 32
Fax +41(0)1 · 250 52 49
www.climasuisse.ch

Verband
Schweizerischer und
Liechtensteinischer
Heizungs- und
Lüftungsfirmen



Richtlinie Fühlermontage

© 2002 Alle Rechte vorbehalten

2. revidierte Auflage
November 2002

© 2002 Alle Rechte vorbehalten

CLIMA-SUISSE
Verband Schweizerischer und Liechtensteinischer
Heizungs- und Lüftungsfirmen

2. revidierte und ergänzte Auflage
November 2002

Liebe Leserin, lieber Leser

Mit sehr grossem Interesse haben wir an der 2. Auflage der vorliegenden Richtlinie «Fühlermontage» mitgearbeitet. Unser Verband fühlt sich davon in sehr starkem Mass betroffen, hat er es doch über seine Mitglieder in der Hand, in diesem Bereich wichtige und richtige Akzente zu setzen.

Sie erhalten in dieser Form eine neue, überarbeitete und erweiterte Richtlinie. Zum einen ist wiederum die Papierform als Arbeitshilfsmittel für den Installateur auf der Baustelle bestimmt. Neu ist eine CD-ROM als Nachschlagewerk für zu Hause oder im Büro beigelegt. Ab dieser CD können einzelne Bilder oder ganze Kapitel ausgedruckt und als Montagevorlage verwendet werden.

Wiederum hat dasselbe Autorenteam keinen Aufwand und keine Diskussion gescheut, das vorliegende Handbuch von Praktikern für Praktiker auf den neuesten Stand der Technik zu bringen. An dieser Stelle bedanken wir uns ganz herzlich bei allen, die in irgendeiner Weise an der Erarbeitung und Herstellung beteiligt waren.

Wir sind überzeugt, dass die Richtlinie Fühlermontage einem grossen Bedürfnis unserer Mitgliedsfirmen und generell der Haustechnikbranche entspricht.

CLIMA·SUISSE
Verband Schweizerischer und Liechtensteinischer
Heizungs- und Lüftungsfirmen



Lucius Dürr
Direktor



Bernhard Fischer
Leiter
Technik Energie Umwelt

Liebe Leserin, lieber Leser

Jede Regelung ist so gut wie der Messfühler, der die Regelgrösse (Temperatur/Feuchte/Druck usw.) erfasst und dem Regler als Istwert übermittelt. Es ist sehr wichtig, dass der Messfühler am Referenzort des Regelkreises die Regelgrösse exakt erfasst. Vielfach stellt man aber in der Praxis fest, dass sowohl dem Montageort als auch der Montageart des Messfühlers zu wenig Beachtung geschenkt wird. Dies führt dann in der Regel zu einem unbefriedigenden Regelergebnis und daraus folgend zu Kundenreklamationen.

Die Regelfirmen Landis & Gyr Building Control (Schweiz) AG, Steinhäusern, Fr. Sauter AG, Basel, und Staefa Control System AG, Stäfa, haben vor einiger Zeit beschlossen, einen Beitrag zu einer besseren Regeltechnik in der Form eines Handbuches «Fühlermontage» zu leisten. Dank der Mitarbeit der Sulzer Infra (Schweiz) AG, Zürich, ist das Know-how des kompetenten Anlagenerstellers in das Handbuch eingeflossen.

Das vorliegende Handbuch «Fühlermontage» ist ein Arbeitshilfsmittel, bestimmt für den Techniker und für den Installateur auf der Baustelle. Ausserdem gibt es dem Ingenieur in der Planungsphase wesentliche Informationen. Ein Handbuch, das von Praktikern für Praktiker erstellt wurde. Es leistet aber auch einen Beitrag zur Energieoptimierung.

Die Verfasser hoffen, dass mit der vorliegenden Broschüre das gesetzte Ziel erreicht wurde.

Mit freundlichen Grüssen



Landis & Gyr
Building Control (Schweiz) AG



Fr. Sauter AG, Basel



Staefa Control System AG



Sulzer Infra (Schweiz) AG
Filiale Zürich

Autoren:

René Bader
Schulungsleiter
Fr. Sauter AG, 4016 Basel

Willy Landolt
Siemens Building Technologies (Schweiz) AG

Ewald Senn
Ehemals: Sulzer Infra (Schweiz) AG

Paul Züger
Filialleiter Zentral
Siemens Building Technologies (Schweiz) AG

Montage

Allgemeines für alle Fühler		1
Temperatur	Stabfühler Wasser	5
	Kabelfühler Wasser	12
	Stabfühler Luft	13
	Patronenfühler mit Kapillarrohr	14
	Mittelwertfühler	17
	Frostschutzthermostat Luft	20
	Raumfühler	24
	Aussenfühler	27
	Aussenfühler/Kabelfühler	30
	Oberflächen-Anlegefühler	31
	Windfühler	33
	Sonnenfühler	34
Feuchte	Kanal	36
	Raum	42
Druck	Allgemein	44
	Luft	46
	Raum	50
	Aussen	50
	Flüssigkeiten	51
Geschwindigkeit/ Strömung	Luft	54
	Wasser	55
Luftqualität	Mischgas	56
	Selektivgas	56
Füllstand		58
Technik		ab Seite 61

Allgemeines für alle Fühler

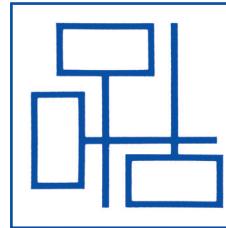
Montage- und Sicherheitsvorschriften von SUVA, SEV, SVTI (Schweizerischer Verein technischer Inspektion) und SVGW immer einhalten.



Fühler nicht vorstehend und nicht herunterhängend montieren. Vor Beschädigungen, Verletzungsgefahr und Vandalismus schützen.

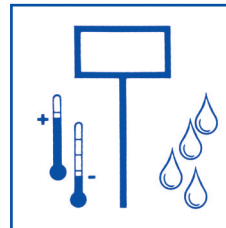


Lageabhängigkeit des Fühlers berücksichtigen.

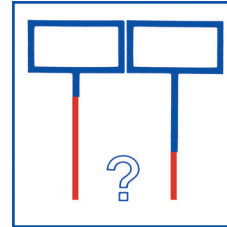


Vor jeder Montage klären:

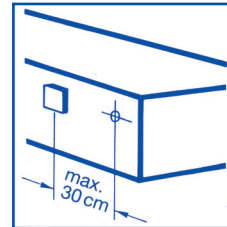
Umgebungstemperatur min./max.
Umgebungsfeuchte, Spritzwasser
Erschütterung
Ex-Sicherheit
Fremdeinflüsse



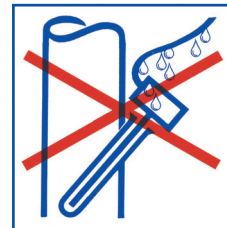
Aktive und inaktive Länge des Stabfühlers berücksichtigen.



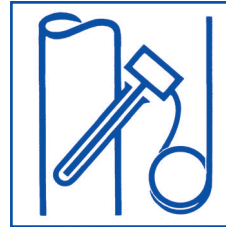
Zu jedem Fühler gehört eine dicht verschliessbare Messöffnung.



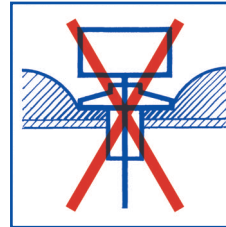
Kabelanschluss von unten, sodass kein Wasser in das Fühlergehäuse gelangen kann.



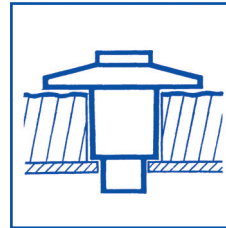
Kabel mit einer Reserveschleife versehen, um den Fühler jederzeit ohne Lösen des elektrischen Anschlusses ausfahren zu können.



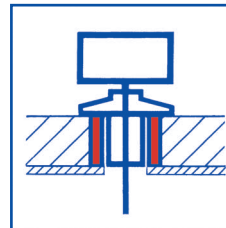
Aussenisolation bei der Montage des Fühlers nicht zusammendrücken.



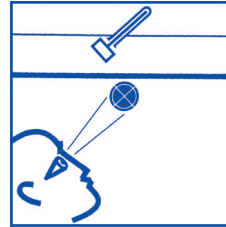
Montageflansch mit Abstufungen.



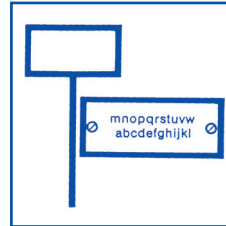
Falls der mitgelieferte Montageflansch nicht über entsprechende Abstufungen verfügt, Distanzhülsen unterlegen.



Bei verborgener Montage (z.B. Zwischendecken, Schächte usw.) Platzierungen ersichtlich kennzeichnen und in den Betriebsunterlagen eintragen.

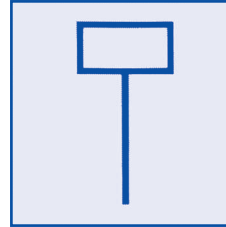


In unmittelbarer Nähe des Fühlers Bezeichnungsschild anbringen. Bezeichnungsschild muss Klartext und Pos. Nr. gemäss Schema enthalten. Das Schild nicht auf dem Apparat selbst anbringen.



Temperatur

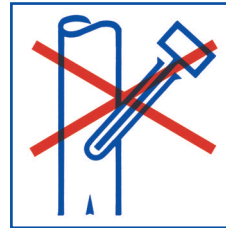
Stabfühler Wasser

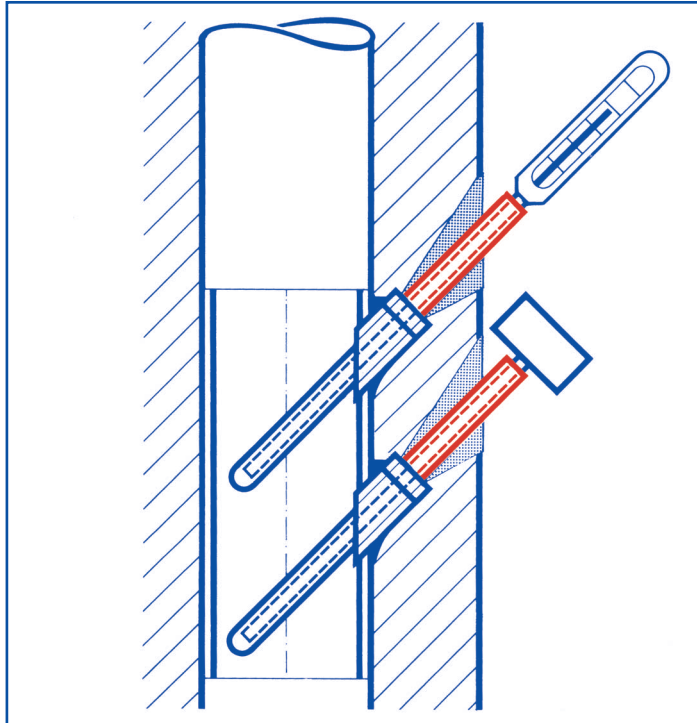


Fühler mit der ganzen aktiven Länge im Medium eintauchen.



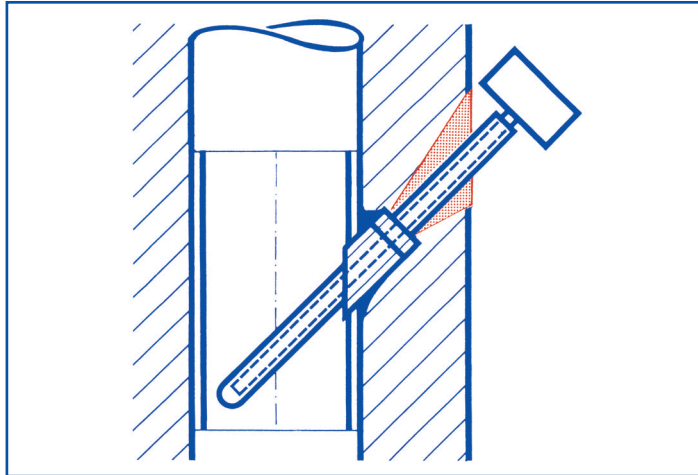
Falscher Einbau.





Kaltwasser- und Kälteleitungen

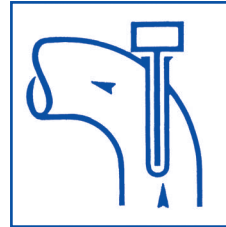
Um Kondenswasserbildung zu verhindern, Tauchhülsen innerhalb der Wärmedämmung (Isolation) mit einem Kunststoffnippel verlängern.



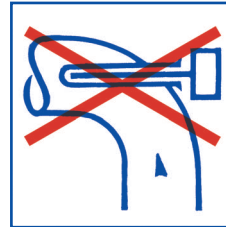
Kaltwasser- und Kälteleitungen

Um das Eindringen der Feuchtigkeit durch die Wärmedämmung zu verhindern, ist die Durchführung abzudichten. (Wasserdampfsperre)

Gegen die Flussrichtung einbauen.



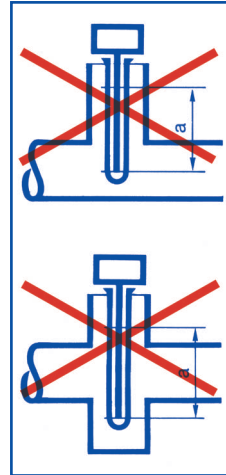
Falscher Einbau.



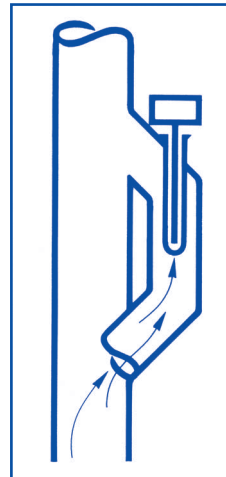
Neigung beachten.



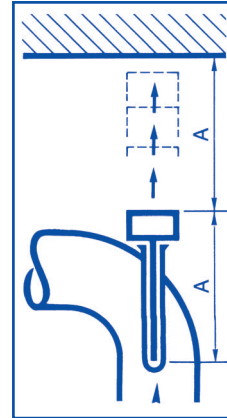
Wenn aktive Länge (a) des Stabfühlers länger als Durchmesser der Leitung, dann Einbau schräg oder in einem Bypassrohr.



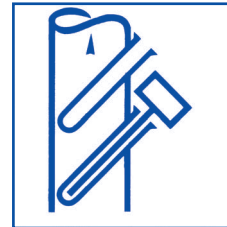
Wassereintrittseite des Bypassrohres muss ins Hauptrohr hineinragen.



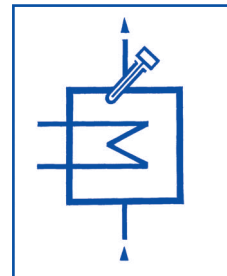
Die Distanz A bis zum nächsten Hindernis freihalten, damit Fühler aus Tauchhülse ausgefahren werden kann.



Bei jeder Messstelle zusätzlich einen Kontrollstutzen anbringen.

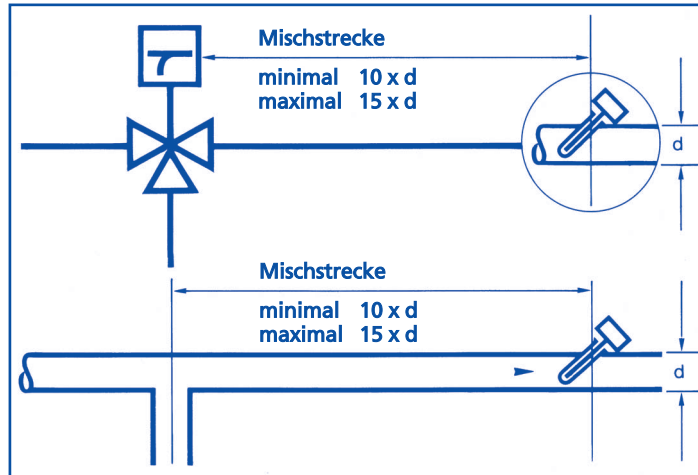


Austritts-Temperaturfühler direkt beim Wärmeaustauscher-Umformeraustritt montieren.

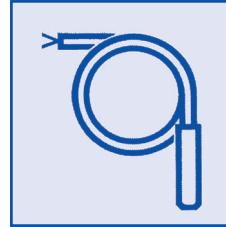


Ohne Tauchhülse eingebaute Föhler,
oder Föhler mit geschlitzten resp.
gelochten Tauchhülsen, speziell kenn-
zeichnen.

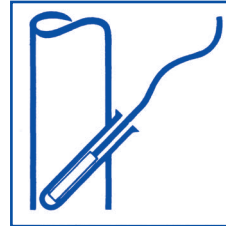
Plakette montieren: Keine Tauchhülse
vorhanden.



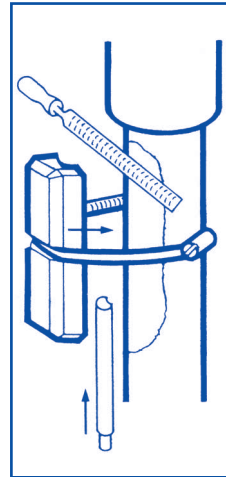
Nach Mischung zweier Wasserströme mit unterschiedlichen
Temperaturen (wegen Schichtung) eine genügend grosse
Distanz Mischer-Föhler einhalten.

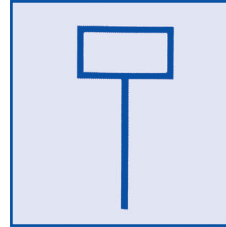


Das Fühlerelement ist lageunabhängig, muss aber in seiner ganzen Länge vom zu messenden Medium (Wasser–Luft) umspült sein.

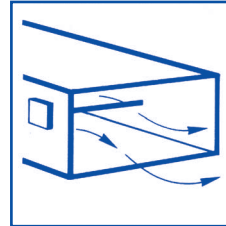


Kontaktfläche blank feilen und Hohlraum zwischen Fühler und Rohr mit Wärmeleitpaste ausfüllen, um Wärmeleitung zu verbessern.

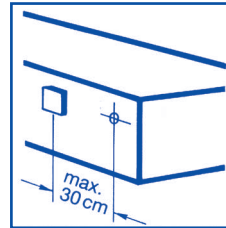




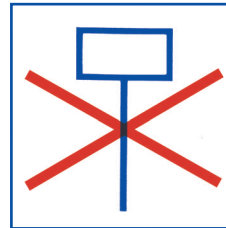
Stabfühler muss auf der ganzen Länge von Luft umströmt werden.

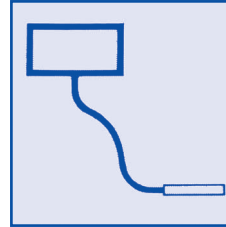


Zu jedem Fühler gehört ein Kontrollmessloch.

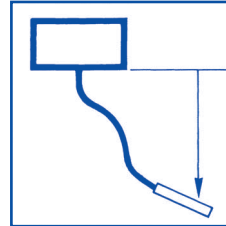


Wo Schichtungen möglich sind (z.B. nach Mischklappen, Luftherhitzer, Kühler oder WRG) keine Stabfühler verwenden (Einsatz Mittelwertfühler prüfen).

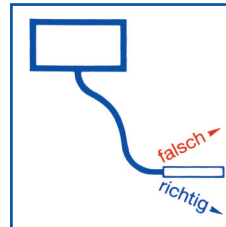




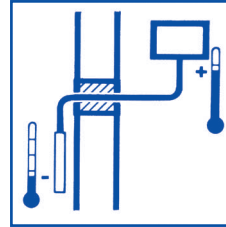
Gerätekopf höher als Fühlerpatrone installieren.



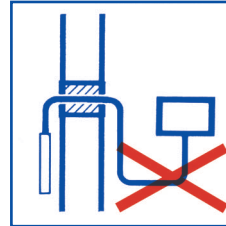
Fühlerpatrone nach unten neigen.



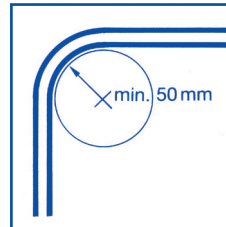
Umgebungstemperatur am Apparatkopf muss immer höher sein als jene der Fühlerpatrone.



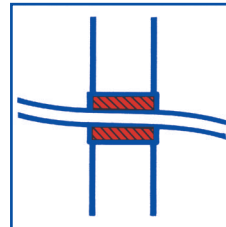
Fühlerelement immer abwärts; mit Kapillarrohr keinen Sack bilden.



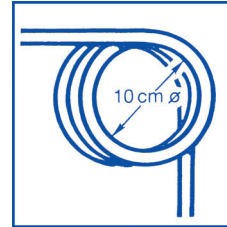
Kapillarrohr nicht zu eng biegen
(Biegeradius nicht kleiner als 50 mm).



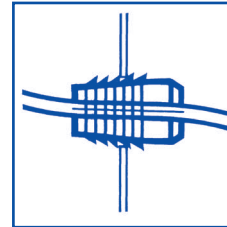
Durchführung (Wände, Mauern) immer mit Futterrohr und Isolation.



Nicht benötigte Kapillarrohrlänge
geordnet aufrollen.

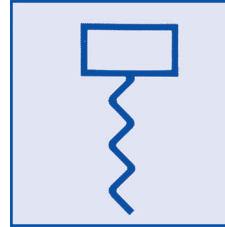


Bei Blechdurchführungen Gummitülle
verwenden (Durchscheuergefahr).

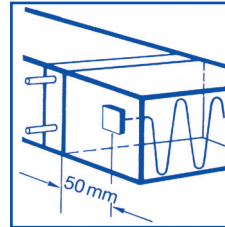


Temperatur

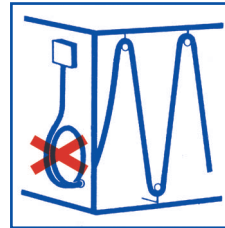
Mittelwertfühler



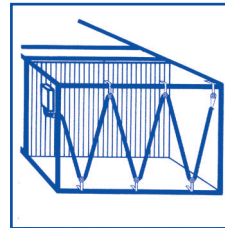
Distanz zwischen Wärmetauscher und Fühler mindestens 50 mm.

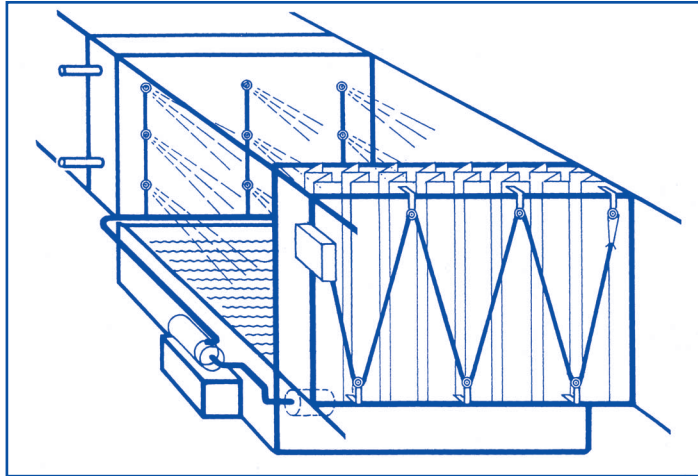


Beim Mittelwertfühler muss die ganze Fühlerlänge in den Luftkanal.



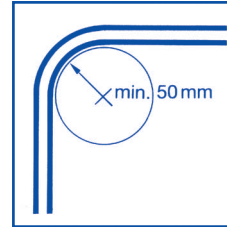
Fühlerelement gleichmässig über den gesamten Querschnitt verteilen.



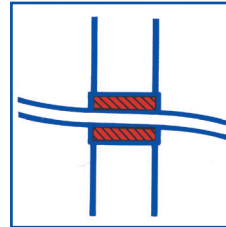


Bei Befuchtung mit Wäschersystem Fühlerelement in Luftrichtung nach Tropfenabscheider installieren.

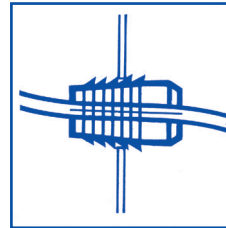
Kapillarrohr nicht zu eng biegen
(Biegeradius nicht kleiner als 50 mm).



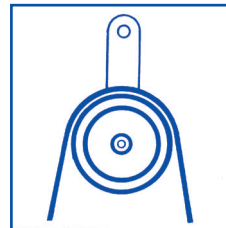
Durchführung (Wände, Mauern) immer
mit Futterrohr und Isolation.

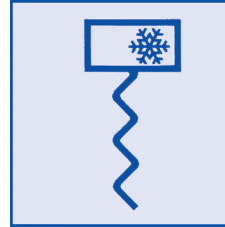


Bei Blechdurchführung Gummitülle
verwenden (Durchscheuergefahr).

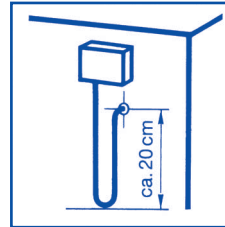


Fühlerelement mit Befestigungsrolle
installieren.

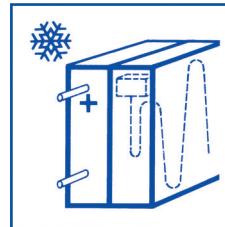




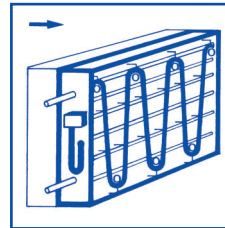
Zur Funktionsprüfung ausserhalb des Monoblocs eine Kapillarrohrschleufe von 20 cm vorsehen.



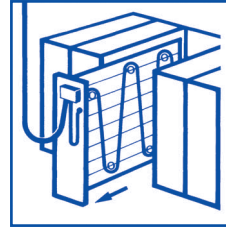
Befindet sich das Zuluftgerät im Freien oder in unbeheizten Räumen, dann Apparatkopf und Testschleife im Innern des Zuluftgerätes und nach dem Wärmetauscher platzieren.



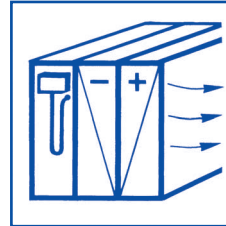
Kapillarrohr in Luftrichtung nach dem ersten wassergefüllten und frostgefährdeten Lufterwärmer installieren.
Kapillarrohr quer zu den Wärmetauscherrohren verlegen.



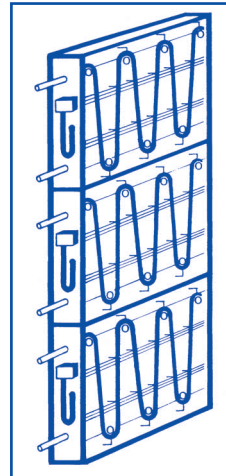
Bei Montage auf «Schubladen» muss die elektrische Zuleitung aus wartungstechnischen Gründen so lang sein, dass die Schublade noch ausgezogen werden kann.



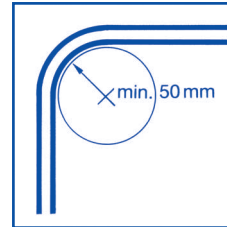
Wenn vor dem ersten Luftherhitzer ein wassergefüllter Kühler installiert ist, dann Frostschutz in Luftrichtung vor dem Kühler montieren.



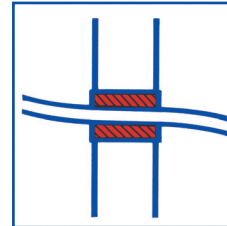
Bei grossen oder in mehrere Elemente unterteilten Wärmetauschern; mehr als einen Frostschutzthermostat installieren (pro Element min. 1 Frostschutz).



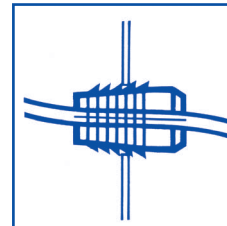
Kapillarrohr nicht zu eng biegen
(Biegeradius nicht kleiner als 50 mm).



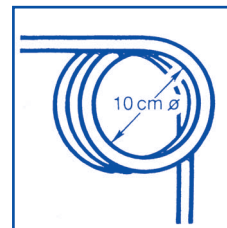
Durchführung (Wände, Mauern) immer
mit Futterrohr und Isolation.



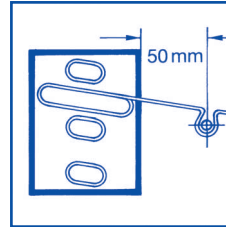
Bei Blechdurchführung Gummitülle
verwenden (Durchscheuergefahr).



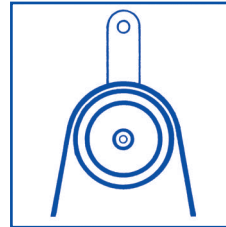
Nicht benötigte Kapillarrohrlänge
geordnet aufrollen.



Distanzhalteklammer verwenden,
um den Abstand von 50 mm zu
gewährleisten.



Fühlerelement mit Befestigungsrolle
installieren.



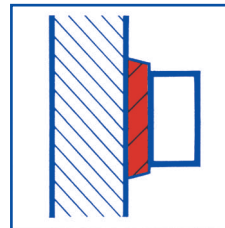
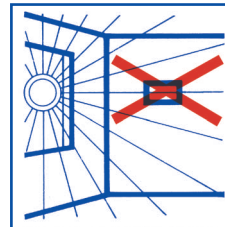
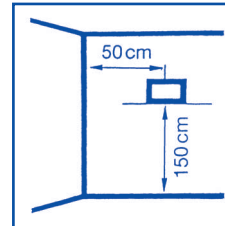
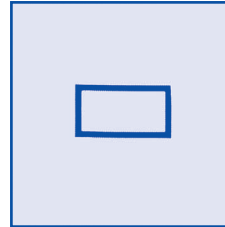
Temperatur

Raumfühler

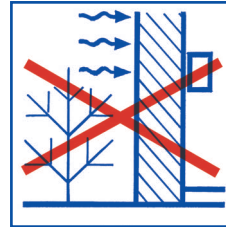
Fühler auf ca. 1,5 m Höhe in der Aufenthaltszone und min. 50 cm von der nächsten Wand entfernt montieren.

Nicht da, wo die Sonne den Fühler anstrahlen kann!

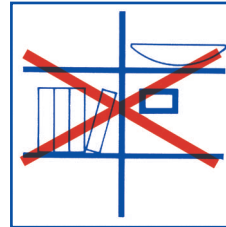
Bei Massivwänden (Stahl, Beton usw.) ist wärmedämmende Unterlage zwingend.



Nicht an eine Aussenwand!



Nicht in Nischen und Gestellen!



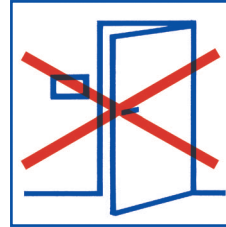
Nicht in der Nähe von Lampen oder über Heizkörpern!



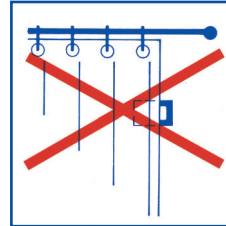
Nicht an Wänden, hinter denen sich ein Kamin befindet!



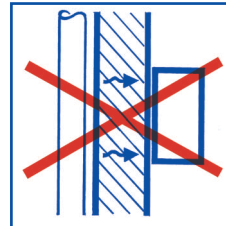
Nicht in unmittelbarer Nähe der Türe!



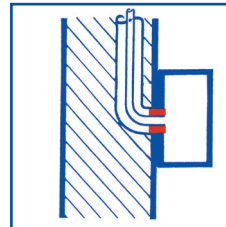
Nicht hinter Vorhängen!



Nicht an Wänden, hinter denen sich Warmwasserleitungen befinden!



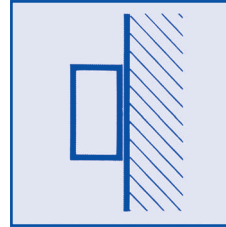
Zwischen Kabel oder Kunststoffschlauch und Installationsrohr abdichten.



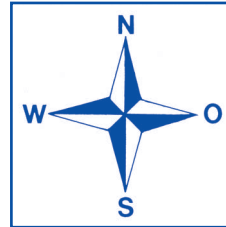
Sonst entsteht durch falsche Luftzirkulation eine fehlerhafte Messung.

Temperatur

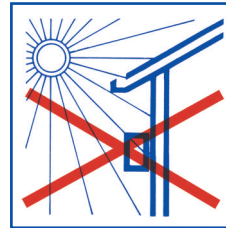
Aussenfühler



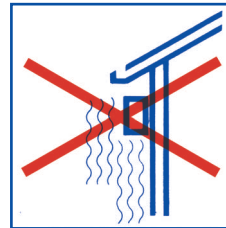
Der Montageort, bezogen auf die Himmelsrichtung, wird durch das Anlagekonzept bestimmt.



Nicht der direkten Sonnenbestrahlung aussetzen!



Nicht auf Fassaden mit grosser Auftriebswärme montieren!

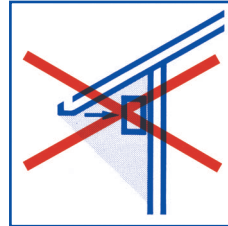


Nicht auf Fassaden, die durch Sonneneinstrahlung aufgeheizt werden!

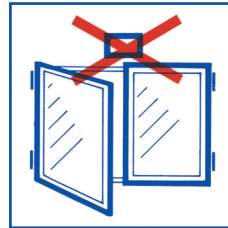
Nicht an Wänden, hinter denen sich ein Kamin befindet!



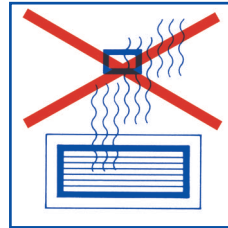
Nicht unter einem Dachvorsprung!



Nicht über den Fenstern!

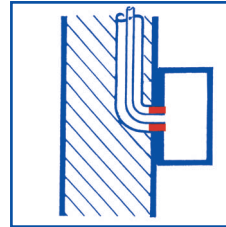


Nicht über Lüftungs-Austrittsschächten!

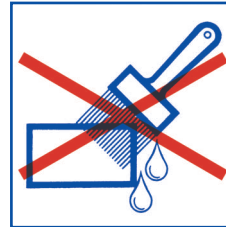


Zwischen Kabel oder Kunststoffschlauch und Installationsrohr abdichten.

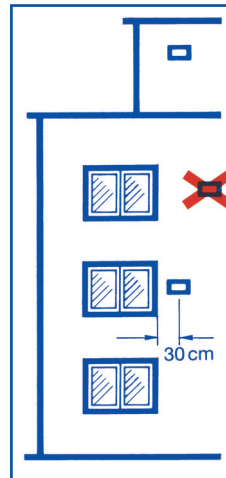
Sonst entsteht durch falsche Luftzirkulation eine fehlerhafte Messung.

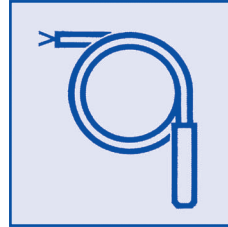


Fühler nicht mit Farbe überstreichen!

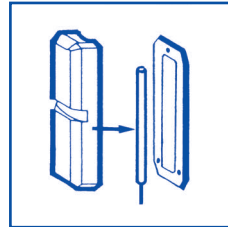


Zugänglichkeit beachten (Kontrolle)!





Kabelfühler (aussen) unterliegt gleichen Bedingungen wie übrige Aussenfühler. Kabelanschluss von unten (Tropfwasser)!



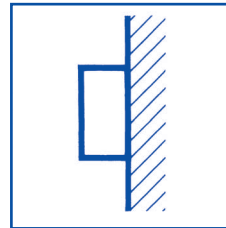
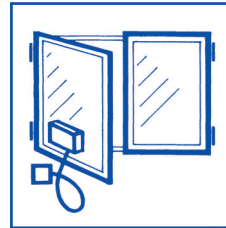
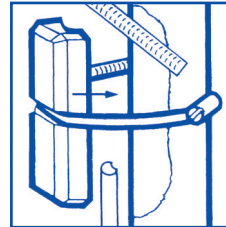
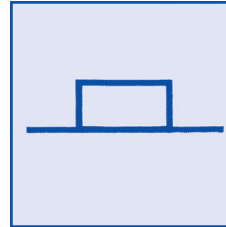
Temperatur

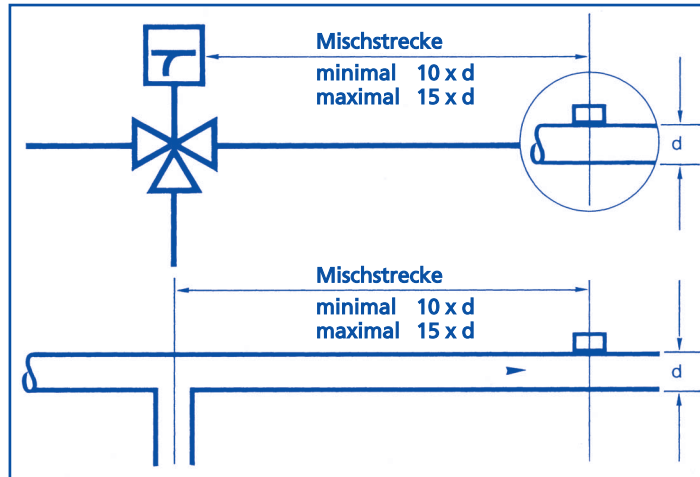
Oberflächen- Anlegefühler

Oberfläche muss blank sein (Farbe entfernt). Fühler muss fest an der Oberfläche anliegen.
Wärmepaste verwenden.
Achtung: Fremdwärmeeinflüsse vermeiden.

Wenn Fenster geöffnet werden können:
Kabellänge beachten! Fühler muss unmittelbar auf der Fensteroberfläche aufliegen.

Fühler muss unmittelbar auf der Oberfläche aufliegen.
Wärmeleitpaste verwenden!





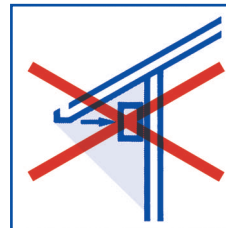
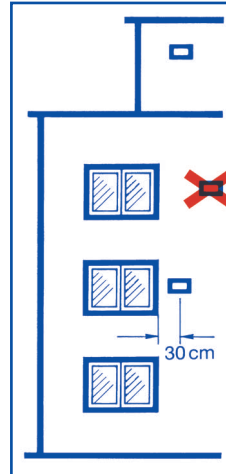
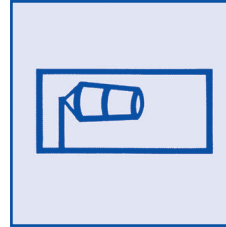
Nach der Mischung zweier Wasserströme mit unterschiedlichen Temperaturen (wegen der Schichtungen) eine genügend grosse Distanz Mischer-Fühler einhalten.

Temperatur

An die Fassade mit Hauptwindrichtung
(Zugänglichkeit beachten, Kontrolle)!

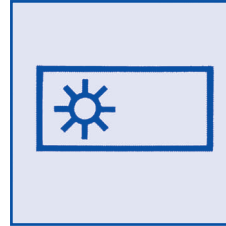
Nicht unter Dachvorsprüngen!
Nicht in Nischen.

Windfühler



Temperatur

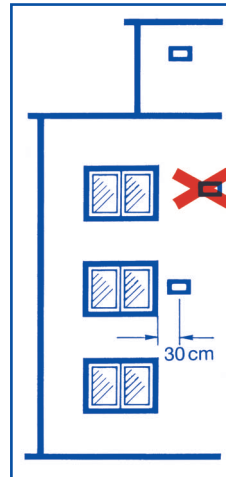
Sonnenfühler



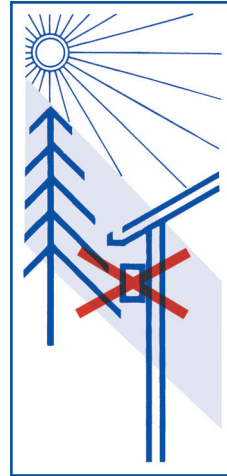
Sonnenfühler auf der Fassade montieren, hinter der die beeinflusste Regelung wirkt!



Fühler gut zugänglich montieren (Kontrollmöglichkeit)!



Beschattungen vermeiden (Bäume,
Nachbarhäuser usw.)!



Feuchte

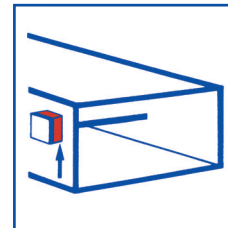
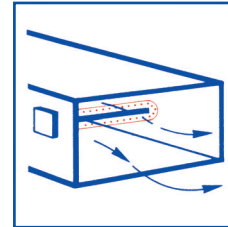
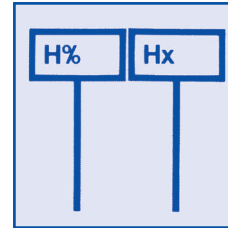
Kanal

Feuchtfühler werden von der Luftgeschwindigkeit beeinflusst! Sie darf am Fühler 10 m/s nicht überschreiten.

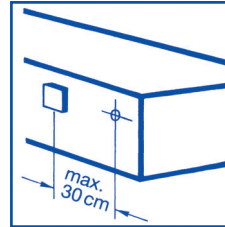
Massnahmen: Vor dem Fühler Abdeckung anbringen (z.B. Lochblech).

Fühler nicht in strömungstoten Zonen platzieren! (In diesen Zonen entstehen Übersättigungen.)

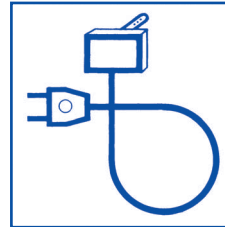
Achtung!
Bei Montage in Kanälen mit Unterdruck kann durch Gerät und Montageöffnung infolge Undichtheiten Falschlucht angesaugt werden!
(Fehlmessung → abdichten)



Zu jedem Feuchtefühler gehört eine Kontrollmessöffnung (nach dem Fühler).
Empfehlung: \varnothing 40 mm.



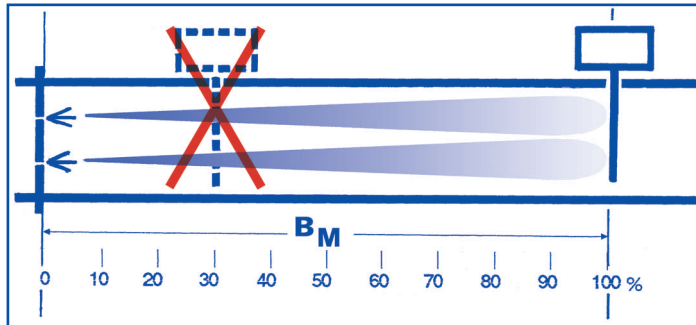
Elektrischen Anschluss aus
wartungstechnischen Gründen steckbar
ausführen (z.B. TT45...).



Befeuchtermessstrecke B_M

Die Befeuchtermessstrecke (B_M) ist die Distanz zwischen Befeuchter und Feuchtfühler, in der die Wasserzugabe in die Luft zu 100% gasförmig aufgelöst wird. Sie ist abhängig von der zugeführten Wassermenge, der Luftgeschwindigkeit und dem Befeuchtersystem.

Wird diese Distanz nicht eingehalten, misst der Feuchtfühler einen falschen Wert.



Beispiel: Der falsch montierte Fühler erfasst hier nur den gasförmigen Anteil von 30% des zugeführten Wassers/Dampfes. Das Fühlerelement wird nass, misst falsch und kann Schaden nehmen.

Befeuchtungssysteme:

Luftwäscher	B_M nach Tropfenabscheider
Matte	B_M 3,5 m
Sprühen-Nachverdunstung	B_M 5,5 m

Sprühen siehe Diagramm Wasser (adiabatisch) Seite 39

Ultraschall

Zentrifuge

Zerstäubung

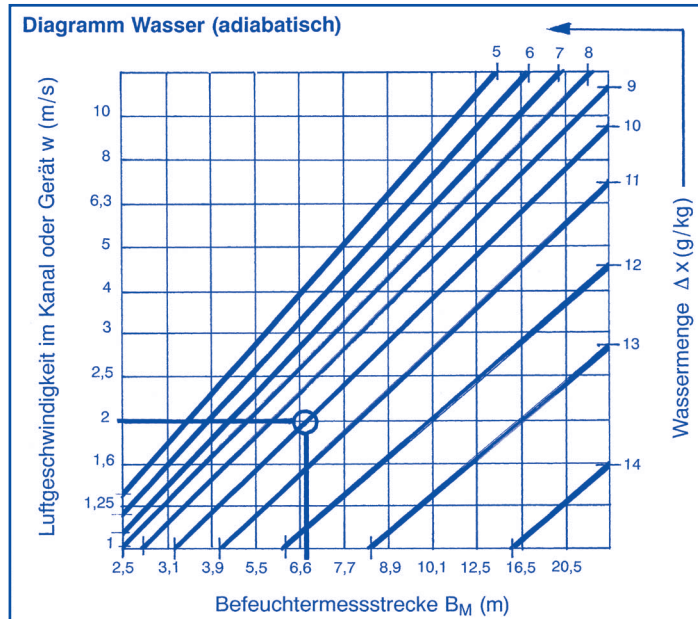
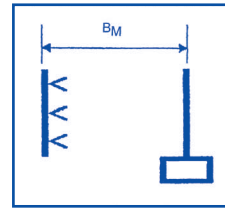
siehe Diagramm Dampf Seite 40

Druckdampf B_M = Isotherm

«Druckloser» Dampf B_M = Isotherm · 1,3

Befeuchtermessstrecke adiabatisch

Dieses Diagramm ist ausgelegt für den Winterfall, mit einem absoluten Feuchteintrittsgehalt von 1,5 g/kg und einer Zulufttemperatur von 18 °C.

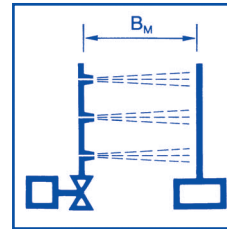


Am linken Diagrammrand die Luftgeschwindigkeit (m/s) eintragen (Beispiel 2,0 m/s). Eine Linie nach rechts auf Linie der Feuchteerhöhung ziehen (Beispiel: $\Delta x = 10$ g/kg).

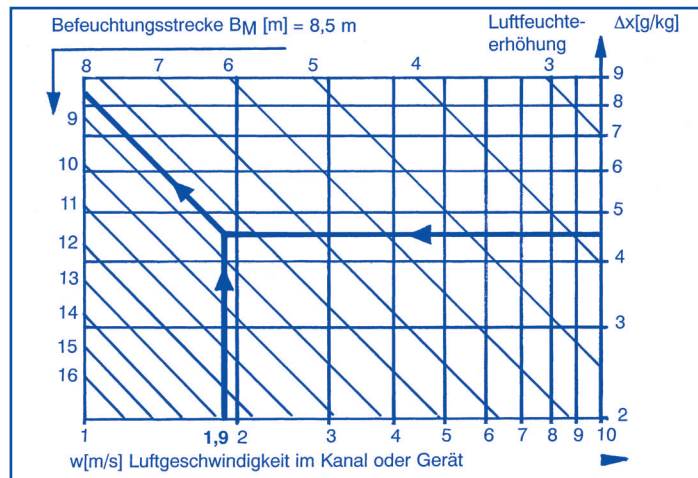
Vom Schnittpunkt aus eine senkrechte Linie ziehen, auf dem unteren waagrechten Diagrammrand die Befeuchtermessstrecke B_M ablesen (6,7 m)

Befeuchtungsmessstrecke B_M für Dampf

Damit die Luft nach einer Befeuchtung die zugeführte Wasser-(Dampf) Menge aufnehmen kann, wird eine gewisse Strecke benötigt. Diese Strecke heißt Befeuchtungsmessstrecke B_M . Die Distanz zwischen Befeuchter und Feuchtefühler muss mindestens B_M betragen.



Bestimmung von B_M

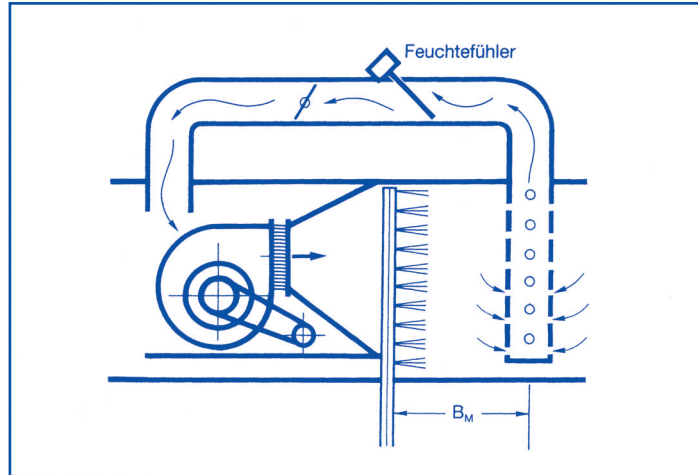


Am rechten Diagrammrand Feuchtezunahme in g Wasser/kg Luft eintragen (Beispiel 4,5 g/kg).

Eine waagrechte Linie nach links ziehen.

Am unteren Diagrammrand die minimale Luftgeschwindigkeit (m/s) im Kanal eintragen und eine senkrechte Linie nach oben ziehen (Beispiel 1,9 m/s).

Vom Schnittpunkt aus eine Linie parallel der schrägen Linien nach links oben ziehen und am Diagrammrand den Abstand B_M in Metern ablesen (Beispiel 8,5 m).



Durchschnittsbildende Feuchtemessung

Die Platzierung des Feuchtefühlers in einem Rückführkanal führt zur Verbesserung der durchschnittsbildenden, relativen oder absoluten Feuchtemessung und ist anzuwenden:

bei Temperatur oder Feuchteschichtung

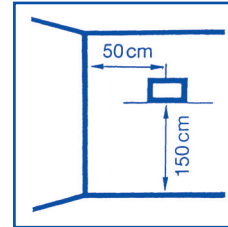
Befeuchtungsmessstrecke (B_M) auch hier einhalten.

Feuchte

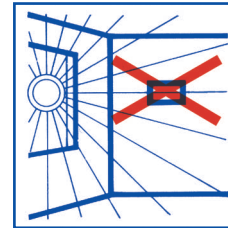
Raum

H%

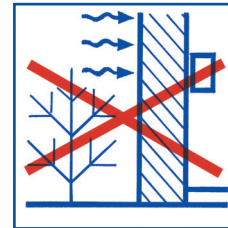
Fühler auf ca. 1,5 m Höhe in der Aufenthaltszone und min. 50 cm von der nächsten Wand entfernt montieren.



Nicht dort, wo die Sonne auf den Fühler strahlen kann!

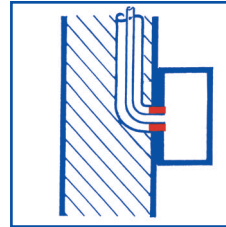


Nicht an eine Aussenwand!

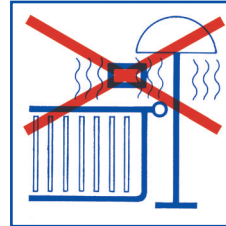


Zwischen Kabel oder Kunststoffschlauch und Installationsrohr abdichten.

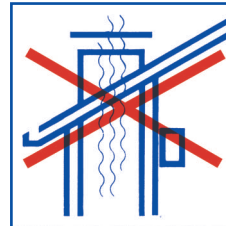
Sonst entsteht durch falsche Luftzirkulation eine fehlerhafte Messung.



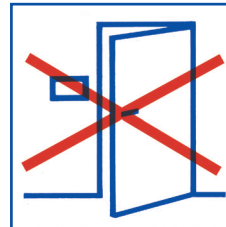
Nicht in der Nähe von Lampen und über den Heizkörpern!

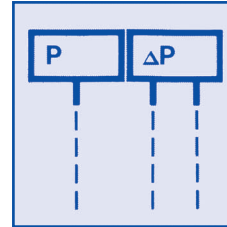


Nicht an Wänden, hinter denen sich ein Kamin befindet!

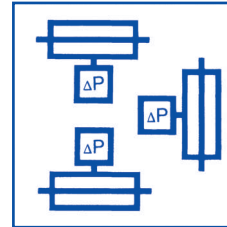


Nicht in unmittelbarer Nähe einer Türe!

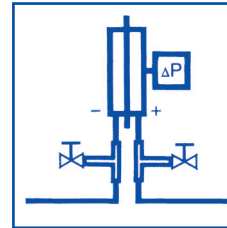




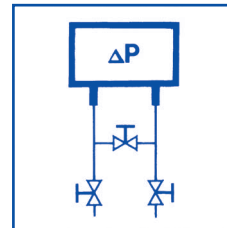
Druckfühler sind lageabhängig! (siehe Montagevorschrift des Herstellers)



Zu Kontrollzwecken Messleitungen beim Apparatkopf mit einem absperrbaren T-Stück ausrüsten.

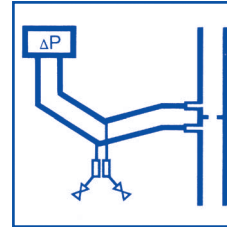


Um einseitige Überlastung des Fühlers bei der Manipulation zu verhindern, muss der Anschluss immer mit einem absperrbaren Bypass versehen werden.

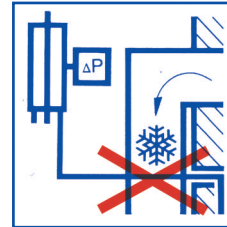


Besteht Gefahr der Kondensatbildung, dann Wirkdruckleitung mit einem Gefälle von 1 : 30 verlegen und mit Entwässerungsgefäß versehen.

Entwässerungsstelle tiefer legen als Apparatkopf und Entnahmestelle. Vor Frost schützen. Keine «Säcke» bilden!



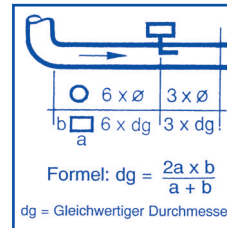
Messleitungen, in denen Luft zirkuliert, nicht im Freien oder durch kalte Räume resp. Kanäle führen. «Einfriergefahr des Kondenswassers» (z.B. pneumatisch abblasender Fühler).



Apparat auf erschütterungsfreiem Grund montieren.



Die Druckentnahmestelle muss an einem strömungsruhigen Ort sein. Vor und nach der Druckentnahmestelle müssen genügend lange Beruhigungsstrecken vorhanden sein. Die Beruhigungsstrecke besteht aus einem geraden, hindernisfreien Rohr- oder Kanalstück.



Druck

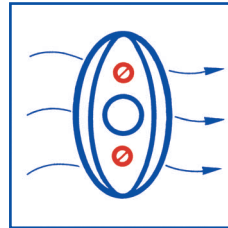
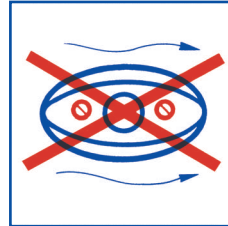
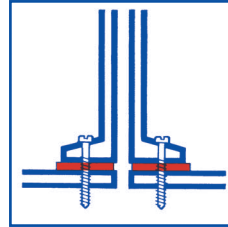
Messnippel wird auf Kanalwände geschraubt oder geklebt. Dichtung verhindert Falschlufteintritt. Evtl. Brauen auf der Kanalinnenseite entfernen.

Achtung

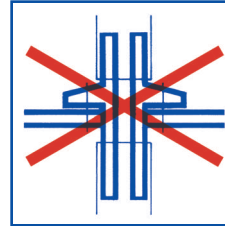
Vorstehende Befestigungsschrauben beeinflussen die Messung.

Korrekte Montage.

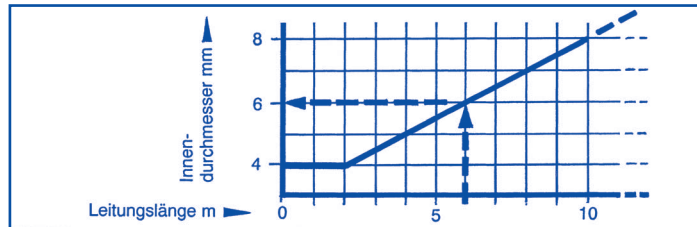
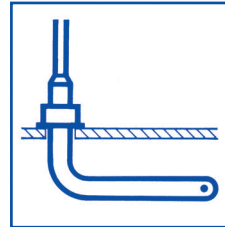
Luft



Mit diesem Nippel keine statischen Drücke messen!
(Nur für Leitungsdurchführungen verwenden.)

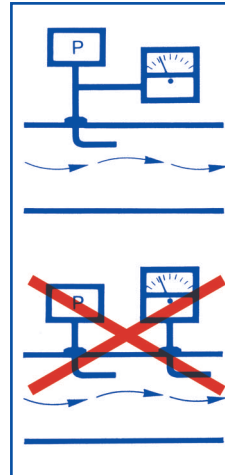


Schnabelsonde misst den statischen Druck im Kanal. Sonde parallel zur Strömung richten. Sonde kann sowohl mit wie auch gegen die Strömung eingebaut werden.

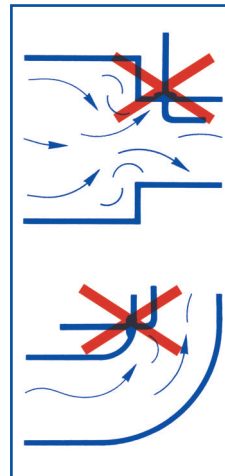


Dimensionierung der Wirkdruckleitung (genannt Messleitung) für Luft und Gase. Die Leitungslänge soll möglichst kurz sein. Für Messleitungen bis zu zwei Meter genügt ein Innendurchmesser von 4 mm. Für längere Messleitungen ist der Innendurchmesser gemäß Diagramm zu bestimmen. (Beispiel: 6 m Messleitung = 6 mm Innendurchmesser.)

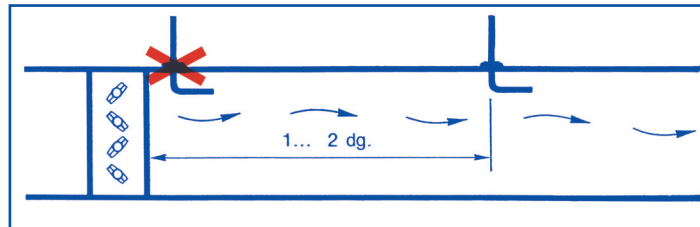
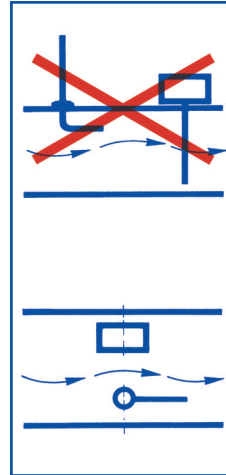
Fühler und Messinstrument an gleiche Leitung anschliessen!



Druckentnahmestelle darf nicht durch strömungstechnische Hindernisse beeinflusst werden.



Mehrere Fühler nicht hintereinander,
sondern nebeneinander montieren!



Abstand nach Hindernis beachten!

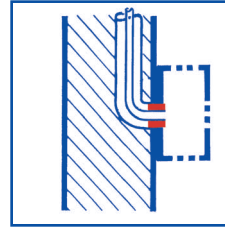
Druck

Die in den Raum geführte Messleitung an ihrem Ende mit einer luftdurchlässigen Abdeckung schützen.

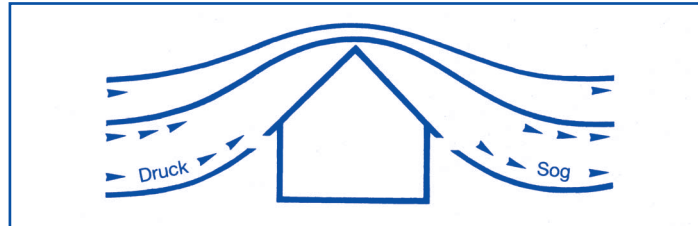
Zwischen Kabel oder Kunststoffschlauch und Installationsrohr abdichten.

Sonst entsteht durch falsche Luftzirkulation eine fehlerhafte Messung.

Raum



Druck



Aussen

Druck an einem windgeschützten Ort messen. Einzelne Fassaden sind als Messort nicht geeignet, da der Druck je nach Windrichtung ändert.

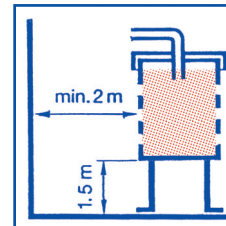
Der richtige Messort ist eine Stelle, wo die Luft frei zirkulieren kann, z.B. auf einem Flachdach. Allerdings muss die Druckentnahmestelle mit einem Windschutz versehen werden.

Möglichkeiten:

Mittelwertbildung aus Druckmessungen an mehreren Fassaden.

Druckmessung auf freiem Feld (min. 1,5 m ab Grund).

Mehrfachmessstelle auf Flachdach.

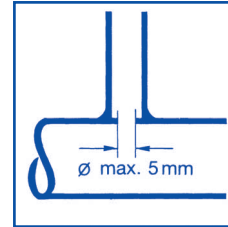


Druck

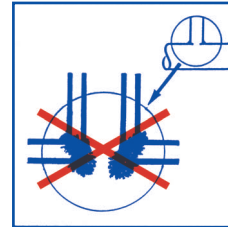
Druckentnahmestelle

Messloch \varnothing 5 mm gebohrt und entgratet.

Flüssigkeiten

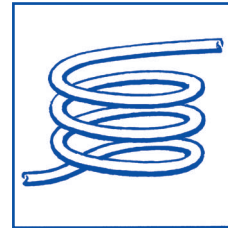


Innen plan (gratfrei).

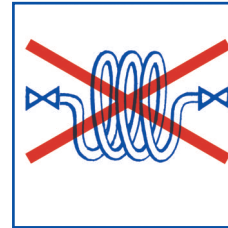


Dämpfungsschleife, damit Vibrationen nicht übertragen werden.

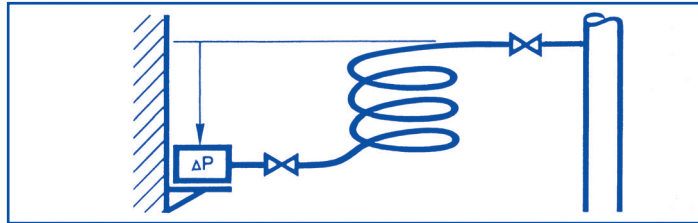
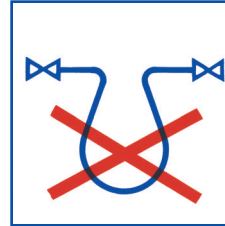
Ein Kupferrohr von 4 mm bis 6 mm \varnothing und 1 m Länge zu einer Spirale mit 15 cm Schlaufendurchmesser formen.



Falsch: Luftblasen und Kondensat können nicht entleert werden.

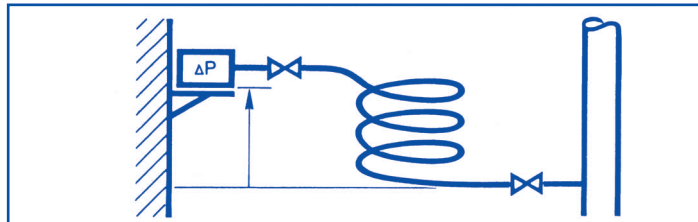


Falsch: Kondensat kann nicht abgelassen werden.



Montage bei Flüssigkeit

Den Druckfühler immer tiefer montieren als die Druck-
erfassung. (Entlüftung)

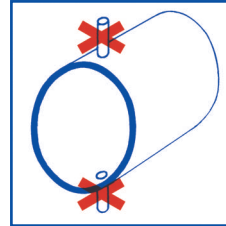


Montage bei Dampf-Gase

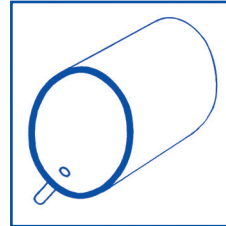
Den Druckfühler immer höher montieren als die Druck-
erfassung. (Entlüftung)

Druckerfassung bei Flüssigkeiten

Druckerfassung nicht oben (Lufteinschlüsse, Blasen) und nicht unten (Schmutz) anbringen.

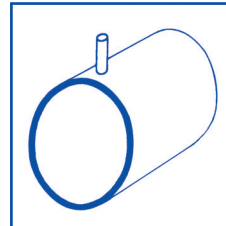


Druckerfassung seitlich unten anbringen.



Kondensierende Gase

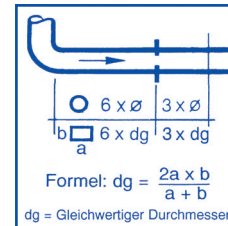
Entnahme oben, damit kein Kondensat in die Messleitung gelangen kann.



Geschwindigkeit Strömung

Die Druckentnahmestelle muss an einem strömungsruhigen Ort sein. Vor und nach der Druckentnahmestelle müssen genügend lange Beruhigungsstrecken vorhanden sein. Die Beruhigungsstrecke besteht aus einem geraden, hindernisfreien Rohr- oder Kanalstück.

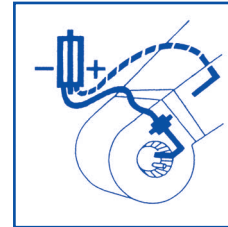
Luft



Keilriemenüberwachung

Druckdifferenz über dem Ventilator gilt nur als Keilriemenüberwachung.

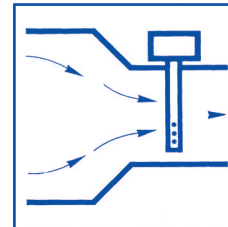
Anschluss – im Laufrad mit Kupferrohr
Anschluss + im Druckstutzen mit Schnabelsonde



Strömungsüberwachung

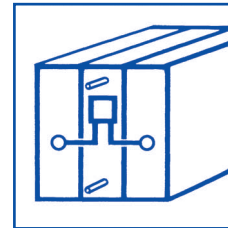
Strömungswächter (elektrothermisch)

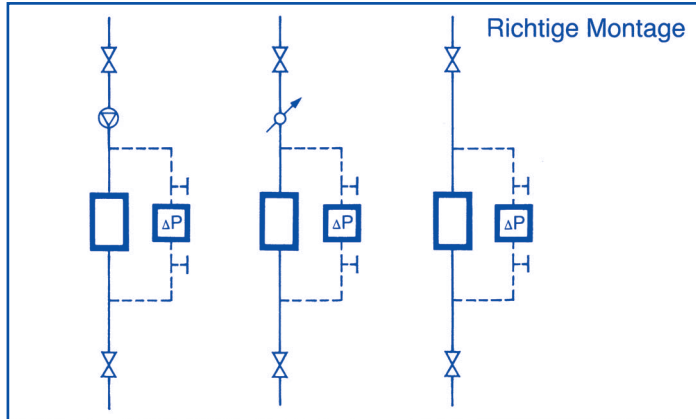
Elektrothermische Strömungswächter unbedingt an einem Ort mit einer hohen Strömungsgeschwindigkeit montieren, z.B. in Verengungen.



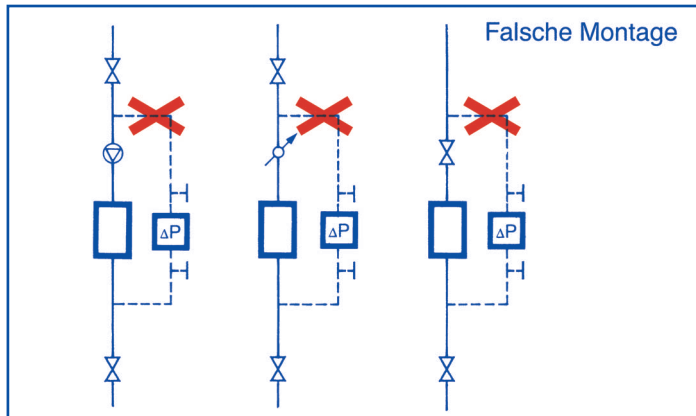
Druckdifferenz

Die Strömung resp. die Druckdifferenz nicht an einem variablen Widerstand wie Filter, Kühler, Ventilator usw. überwachen. Geeignete Elemente: Luftwärmer, Schalldämpfer, Staubleche.





Wird die Druckdifferenz zur Strömungsüberwachung eingesetzt, so dürfen zwischen den Druckabnahmestellen keine Absperr- bzw. Abgleichorgane vorhanden sein.



Luftqualitätsfühler

Es gibt zwei Arten von Luftqualitätsfühlern.

Mischgas

Aus der Umgebungsluft wird die Anreicherung von bis zu 24 verschiedenen Gasen erfasst. (Mengenerfassung)

Selektivgas

Aus der Umgebungsluft wird nur ein Gas (z.B. CO₂) gemessen. (Selektiv)

Fühler für Temperatur und Feuchte nicht über oder unter dem AQ-Fühler montieren.

Das beheizte Messelement bewirkt eine starke Eigenerwärmung des Gerätes. In unmittelbarer Nähe darf wegen dieser Eigenart keine Raumtemperatur oder Raumfeuchte gemessen werden.

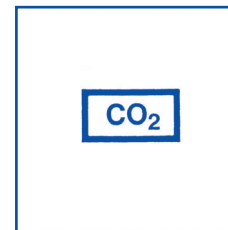
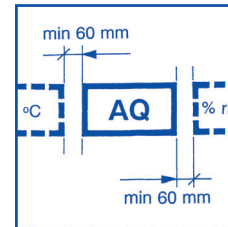
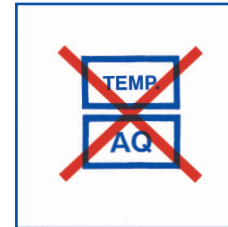
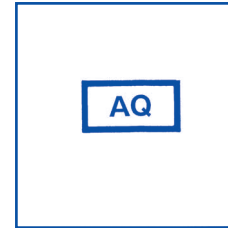
Seitliche Abstände – minimum 60 mm einhalten.

Selektivgas

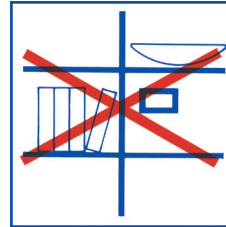
Diese Geräte benötigen in zeitlichen Abständen Wartungsarbeiten. Je nach Gas und dessen Messmethode sind die Intervalle different und die Wartungsarbeiten verschieden.

Beachten Sie die Herstellerangaben! (Zugänglichkeit beachten)

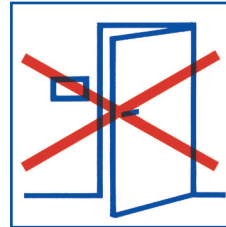
Raumfühler



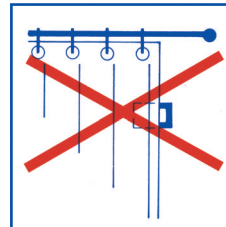
Nicht in Nischen und Gestellen!



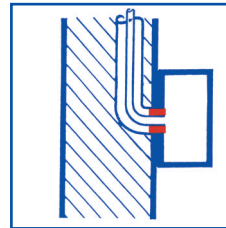
Nicht in unmittelbarer Nähe der Türe!



Nicht hinter Vorhängen!



Zwischen Kabel oder Kunststoffschlauch und Installationsrohr abdichten.



Sonst entsteht durch falsche Luftzirkulation eine fehlerhafte Messung.

Füllstandsmessungen (Niveau)

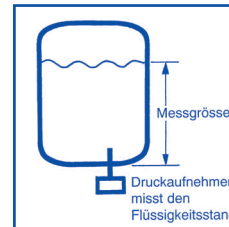
Folgende Systeme werden unterschieden:

- Kapazitive Messsonden
- Druck/Druckdifferenz (hydrostatisch)
- Ultraschall
- Behälterwägung
- Elektromechanisch

Druckmessung:

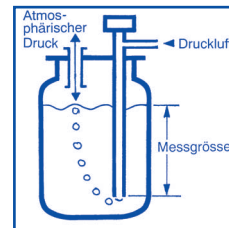
Die Höhe des Flüssigkeitsstandes über dem Fühlermessort ergibt die Druckmessung.

Montage des Druckfühlers unkritisch.
Das Material des Fühlers muss mit der Flüssigkeit verträglich sein!



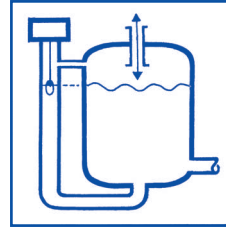
Perlmethode:

Die Höhe des Flüssigkeitsstandes über dem Perlrohraustritt ergibt den zu messenden Druck.



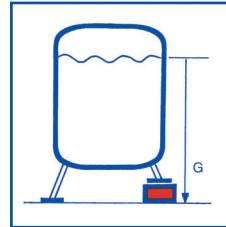
Schwimmer:

Sie werden in offenen und in geschlossenen Systemen eingesetzt.
Der Apparatkopf muss oberhalb des maximal zu erwartenden Füllstandes montiert werden.



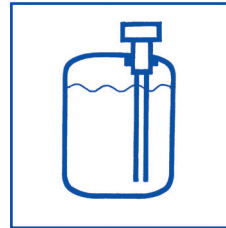
Gewicht/Wägesystem:

Der Inhalt (das Massegewicht) bestimmt das Messergebnis.
Die Montage des Fühlers wird durch den Hersteller bestimmt.



Kapazitive Messsonden:

Sie werden in offenen und geschlossenen Behältern eingesetzt.
Montage: die Distanz zum nächsten el. leitenden Bauteil bestimmt der Hersteller.



Leitfähigkeitssysteme:

Sie werden in offenen und geschlossenen Behältern eingesetzt.
Das Messergebnis wird durch die Länge der eingetauchten Elektroden bestimmt.
Montage: die Distanz zum nächsten el. leitenden Bauteil bestimmt der Hersteller.

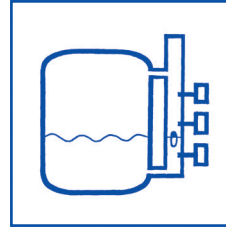


Magnetschalersysteme:

Sie werden in offenen und geschlossenen Behältern eingesetzt.

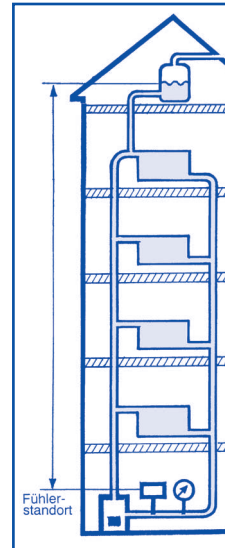
Montage:

Das Füllstandsrohr und der Montageort der Niveauschalter werden durch den Hersteller bestimmt. Die Niveauschalter werden auf die geforderte Füllstandshöhe montiert.



Hydrostatische Füllstandsmessung:

Die Messung wird durch den höchsten Punkt der Füllung sowie den Füllstandort bestimmt.



Technik

Funktion	Allgemein	61
	Übertragungsverhalten	63
	Schaltende Apparate	64
	Stetige Apparate	65
Temperatur	Kraft–Weg–Systeme	66
	Elektrische Widerstandsfühler	69
	Thermoelemente	71
Feuchte	Längenänderung	72
	Elektrische Fühler	73
Druck	Kraft–Weg	74
	Elektronische Fühler	75
Geschwindigkeit	Luft	76
	Wasser	77
Auswahlhilfe		78
Kontrolle	Frostschutz	81
	Filter	82
Tipps	Frostschutz	83
	Druck VVS	87
	Durchschnittsmessung	88

Funktion der Fühler

Allgemein

Jedes Messsystem überträgt physikalische Größen (z.B. Temperatur, Feuchte, Druck usw.) mit einem Übertragungsverhalten. Darunter versteht man die Reaktionen der Messsysteme (z.B.: $T_t = \text{Totzeit} / T = \text{Zeitkonstante}$).

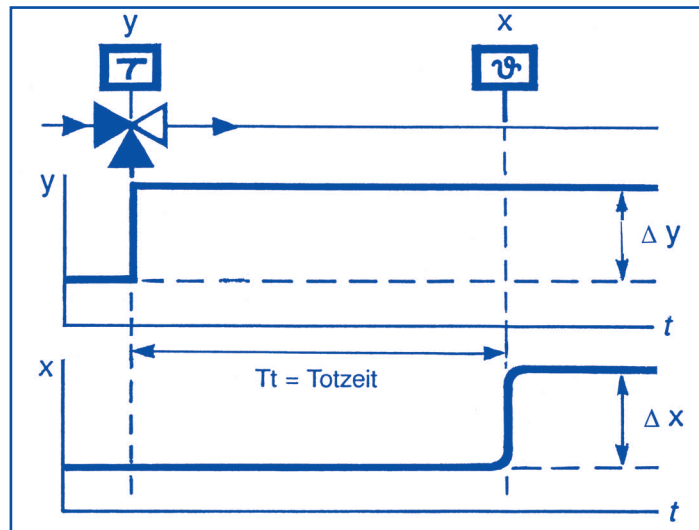
Übertragung mit Totzeit = T_t

z.B. Mischwassertemperatur

Wird das Stellorgan um einen bestimmten Hub geändert, so verändert sich auch verzögerungsfrei die Mischwassertemperatur im Ventil.

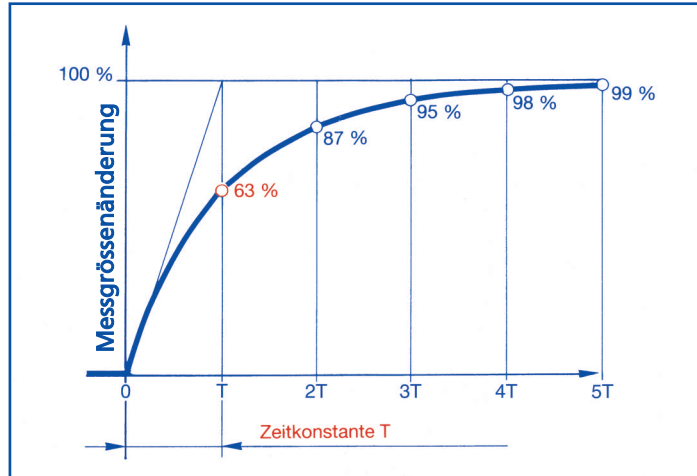
Zwischen Stellorgan und Messfühler «Temperatur» besteht eine Distanz. Diese muss das Mischwasser zuerst zurücklegen, bis der Messfühler die Änderung erfasst.

Diese Transportzeit wird als Totzeit bezeichnet.



Übertragung mit Zeitkonstante = T

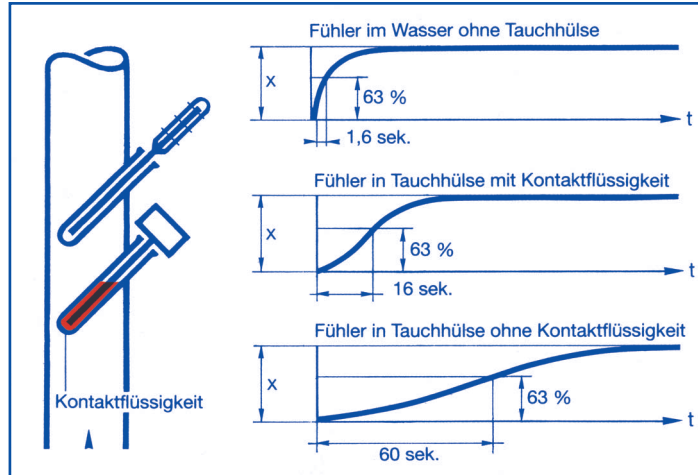
Jedes Messsystem überträgt die Änderungen einer Messgröße verzögert. Die Verzögerung der Übertragung (Zeitkonstante T) kann grafisch dargestellt werden.



Die Zeit, welche verstreicht, bis 63% der Messgrößenänderung übertragen sind, wird Zeitkonstante T genannt.

Erst nach Ablauf einer Zeit, die 5 Zeitkonstanten entspricht, ist die Messgrößenänderung zu ca. 99% übertragen.

Beispiel von Übertragungsverhalten



Fühler in Rohrleitung

Ausgangssignale

Die erfasste Messgröße wird vom Fühler in ein Ausgangssignal umgewandelt. Je nach Ausgangssignal werden die Fühler (Apparate) in zwei Hauptgruppen unterteilt:

Schaltende Apparate

zum Beispiel:

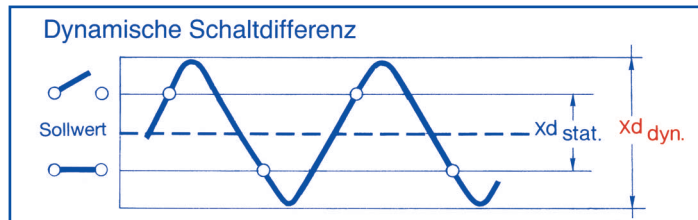
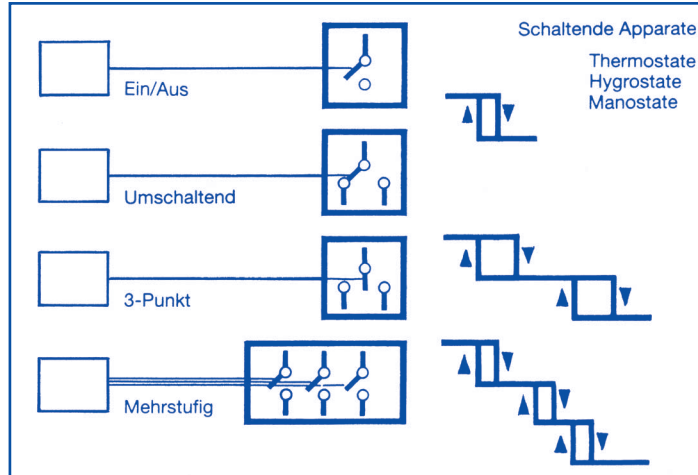
Thermostate, Hygrostate, Manostate

Stetige (stufenlose) Signale

zum Beispiel:

Temperaturfühler, Feuchtfühler, Druckfühler

Schaltende Apparate



Wird ein schaltender Apparat (Thermostat) in der Anlage eingebaut, ergibt sich eine grössere Temperaturschwankung als die Schaltdifferenz des Thermostaten. Er schaltet zwar bei den im Datenblatt genannten Schaltpunkten (stat. Schaltdiff.), aber durch die anlagenbedingten Trägheiten (Restwärme, Regelzeiten) ergibt sich ein Über- resp. Unterschwingen der Regelgrösse. Die schlussendlich messbare Temperaturschwankung (dyn. Schaltdiff.) ist daher immer grösser als die stat. Schaltdifferenz des Thermostaten.

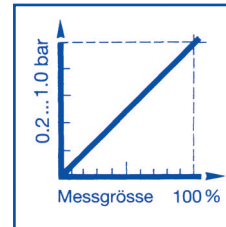
Stetige Apparate

Bei den stetigen Apparaten (Fühler) ist das Ausgangssignal stufenlos. Jeder Messgröße (Temperatur, Feuchte, Druck usw.) ist ein bestimmter Ausgangswert zugeordnet. Die Ausgangssignale sind genormt.

Üblicherweise werden dafür Druck-, Strom-, Spannungs- oder Widerstandssignale verwendet:

Pneumatisches Regelsystem

Ausgangssignal Druck: 0,2–1,0 bar



Fühler für elektronische Regelsysteme arbeiten mit verschiedenen Ausgangssignalen.

Ausgangssignal

Strom:

0–20 mA/4–20 mA

Ausgangssignal

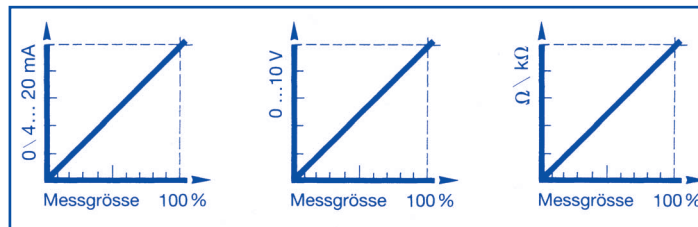
Spannung:

0–10 V/0–1 V

Ausgangssignal

Widerstand:

verschiedene
Ohm-Werte



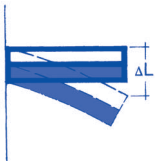
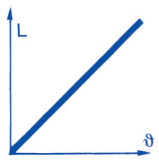
Temperatur


Weg Übertragung von Metallen:

Metalle reagieren auf Temperaturänderungen mit einer entsprechenden Ausdehnung (Weg). Es gibt verschiedene Konstruktionen, dieses Verhalten in einem Fühler umzusetzen.

Bimetalle:

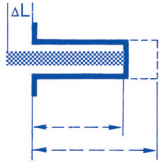
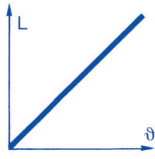
Als Bimetall bezeichnet man zwei aufeinander gewalzte Metallstreifen mit unterschiedlicher Ausdehnung. Bei einer Temperaturänderung dehnt sich das Material A mehr aus, was eine Durchbiegung zur Folge hat. Diese Biegung kann in ein Ausgangssignal umgewandelt werden.

Material	Konstruktion	Funktion	System
Bimetall Stahl-Messing Invar-Messing			-Weg

 Metall A = grosse Ausdehnung

 Metall B = kleinere Ausdehnung

Dehnungsrohr


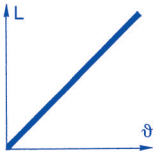

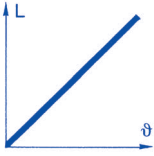


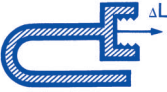
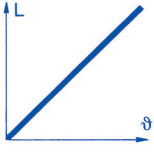
Material	Konstruktion	Funktion	System
Dehnungsrohr Stahl-Messing Invar-Messing			-Weg

Das Dehnungsrohr (Metall A) verlängert sich bei steigender Temperatur. Der Invarstab (Metall B) verändert seine Länge nicht und überträgt somit die Längenänderung des Rohres als Weg. Diese Längenänderung kann wiederum in ein Ausgangssignal umgewandelt werden.

- Metall A
- ▨ Metall B (Invar)

Kraft-Weg Übertragungen von Flüssigkeiten und Gasen:


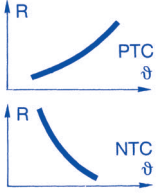
Flüssigkeiten und Gase dehnen sich bei einer Temperaturänderung ebenfalls aus. Diese Ausdehnung kann durch unterschiedliche Konstruktionen in eine Wegänderung gewandelt werden. Aus der Wegänderung wird das Ausgangssignal gebildet (Potentiometer, Induktive Auslenkung, Prallplatten usw.).

Material	Konstruktion	Funktion	System
Flüssigkeit z.B. Quecksilber, Alkohol			Kraft-Weg
Gas z.B. Helium			Kraft-Weg
Dampf für kleine Messbereiche			Kraft-Weg unlinear wegen latenter Wärme bei der Aggre- gatzustands- änderung
Flüssigkeit «Durchschnitt- bildend» Kapillarrohr ist auf der ganzen Länge aktiv			Kraft-Weg

Elektrische Widerstandsfühler

Metalle ändern mit der Temperatur ihren elektrischen Widerstand (Ohm).

Die Widerstandsänderung pro Kelvin (Grad Celsius) ist für jedes Metall verschieden und wird direkt als Ausgangssignal verwendet.

Material	Konstruktion	Funktion	System
Platin Nickel			el. Widerstand R in Ohm Ω

Es gibt zwei Arten der Widerstandsänderung:

PTC: Positiver-Temperatur-Koeffizient

Steigende Temperatur = steigender Widerstand

Sinkende Temperatur = sinkender Widerstand

NTC: Negativer-Temperatur-Koeffizient

Steigende Temperatur = sinkender Widerstand

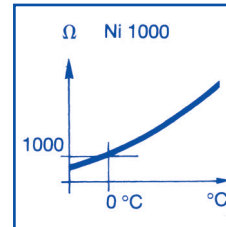
Sinkende Temperatur = steigender Widerstand

Der Zusammenhang zwischen Messgröße (Temp.) und Widerstandswert wird in Diagrammen dargestellt. Die Bezeichnung der verschiedenen PTC-Messelemente sind genormt und enthalten:

- a) Material des Messelementes
- b) Widerstandswert bei 0 Grad Celsius

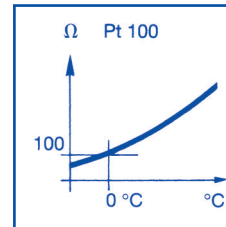
z.B. Ni 1000

Nickel Messelement
1000 Ohm Widerstand bei 0 Grad Celsius



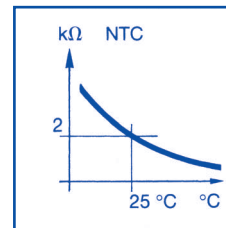
z.B. Pt 100

Platin Messelement
100 Ohm Widerstand bei 0 Grad Celsius



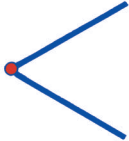
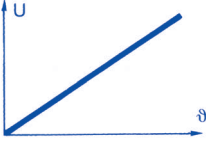
NTC-Fühler

Die Kennlinie des NTC-Fühlers ist unlinear. Die Messbereiche werden vom Hersteller definiert.



Thermoelemente

Es besteht aus zwei verschiedenen Metalldrähten, die am Ende zusammengeschweisst sind.

Konstruktion	Funktion	System
		Spannung U in mV

zum Beispiel:

Kupfer (Cu)-Constantan, Eisen (Fe)-Constantan, Chrom
(Cr)-Constantan, Nickel (Ni)-Constantan usw.

An der Schweissstelle entsteht in Abhängigkeit der Temperatur
eine Spannung (mV).

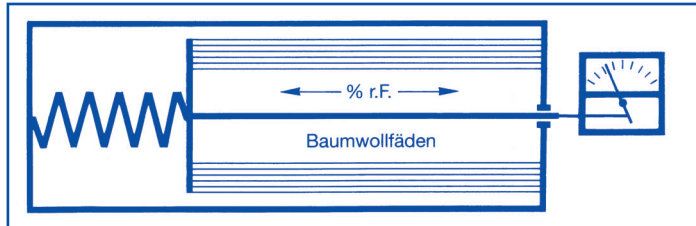
Feuchtemessung

Die Feuchte wird vorwiegend mit hygroskopischen Materialien gemessen. Das heisst, sie reagieren auf Feuchteänderungen.

Relative Feuchte (r.F. % = φ)

Prinzip mechanische Längenänderung

In Abhängigkeit der relativen Feuchte reagieren Textilfasern und -bänder (Baumwolle, Nylon usw.) mit Ausdehnung (Weg).

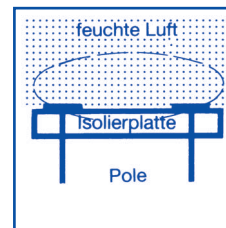


Diese Wegänderung kann:

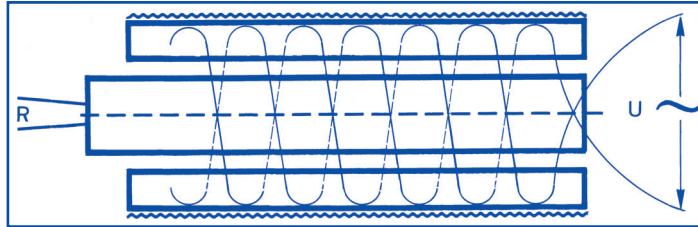
Zeiger bewegen (Hygrometer), Schalter betätigen (Hygrostat), Potentiometer verändern, Düsen/Prallplatten verstellen (Pneumatik), Induktivitäten ändern (elektr. Grösse)

Prinzip: Elektrische Kapazitätsänderung

In Abhängigkeit der relativen Feuchte reagieren kapazitive Elemente mit Ändern der elektrischen Speicherfähigkeit. Auf einer Isolierplatte sind zwei elektrische Pole. Die Pole und die feuchte Luft bilden den elektrischen Speicher. Der Wert der Speicherfähigkeit zwischen den beiden Polen ist abhängig von der Umgebungsfeuchte.



Absolute Feuchte x gr H₂O/kg trockene Luft



Salze (z.B. LiCl) haben hygroskopische Eigenschaften. In Abhängigkeit des Wassergehaltes im Salz ändert sich die elektrische Leitfähigkeit.

Auf einem Temperaturfühler ist ein Gewebe. Das Gewebe bildet den Träger des Salzes. Um das Gewebe sind zwei berührungsfreie elektrische Drähte aufgewickelt. Die beiden Drähte sind an Wechselspannung angeschlossen. Mit steigender Feuchtigkeit in der Luft steigt der Wassergehalt des Salzes und verringert den elektrischen Widerstand zwischen den Drähten. Kleiner Widerstand bewirkt einen grossen elektrischen Strom. Die beiden Drähte bilden eine elektrische Heizung. Durch das Heizen verdampft Wasser. Weniger Wasser bedeutet grosser Widerstand = kleine Heizleistung. Dieser wechselnde Vorgang wiederholt sich solange, bis die verdampfte Wassermenge der aufgenommenen Wassermenge entspricht. Damit stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein (konstante Temperatur). Diese Temperatur (Umwandlungstemperatur) ist das Mass der absoluten Feuchte.

Kombinierte Feuchtefühler

Im Handel gibt es kombinierte Feuchtefühler, die mit den vorgängig beschriebenen Temperatur- und Feuchtemessprinzipien gleichzeitig arbeiten. Auf rechnerischem Weg basierend, können solche Fühler durch Erfassen der Temperatur und der relativen Feuchte den Taupunkt (°Tp) oder den Wassergehalt (gr H₂O) erfassen. Mit Fühlen von Temperatur und Wassergehalt (gr H₂O) oder Taupunkt (°Tp) kann umgekehrt die relative Feuchte (ϕ) errechnet werden.

Druckmessung

Weg-Kraft-System:

Bei diesen Druckfühlern wird der Druck in eine Weg- bzw. Kraftänderung umgesetzt. Diese Wegänderung kann:

Zeiger bewegen
Schalter betätigen
Potentiometer verändern usw.

Wir kennen verschiedene Arten, den Druck in eine Wegänderung umzuformen.

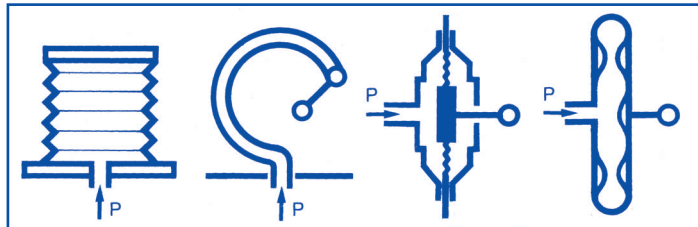
Die wichtigsten Konstruktionen sind:

Faltenbalg: Pressostat, Manostat für höhere Drücke

Rohrfeder (Bourdon): Manometer

Membran-Messwerk: Feindruck-Messgeräte

Barometerdose (Aneroid): Feindruck-Messgeräte



Faltenbalg

Rohrfeder

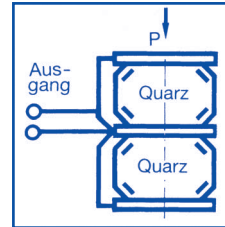
Membran-
Messwerk

Barometerdose

Elektronische Systeme

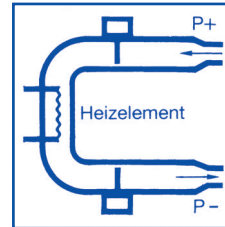
Piezo-Element:

Die Krafteinwirkung auf die Quarze erzeugt eine elektrische Ladung. Diese Ladung wird in ein dem Druck entsprechendes Ausgangssignal umgewandelt.



Thermo-Dynamischer Druckfühler:

Je nach der Druckdifferenz strömt durch das Messrohr mehr oder weniger Luft. Die Luft wird durch ein Heizelement mit konstanter Heizleistung erwärmt. Strömt nun infolge einer hohen Druckdifferenz viel Luft, fällt die Erwärmung geringer aus. Die Erwärmung wird durch zwei Messelemente gemessen und ist ein Maß für die anstehende Druckdifferenz.



Achtung:

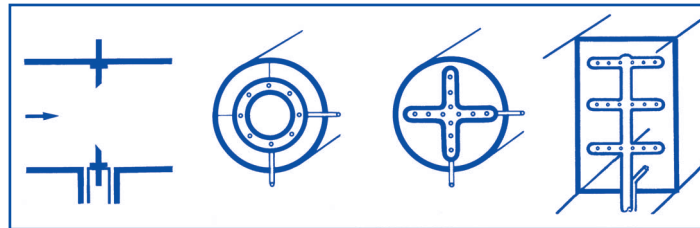
Wirkdruckleitung richtig dimensionieren.
(siehe Seite 47)

Geschwindigkeits- und Strömungsmessung in der Luft

(Messgrösse $w = \text{m/s}$)

Geschwindigkeitsmessung mittels Wirkdruckdifferenz

Je nach Strömungsgeschwindigkeit entsteht bei einem festen Widerstand (Blende, Messkrenz usw.) eine Druckdifferenz. Durch Messung dieser Druckdifferenz und entsprechender Umwandlung kann die Geschwindigkeit ermittelt werden. Für diesen Zweck wurden spezielle Messaufnehmer konstruiert:



Blende

Messring

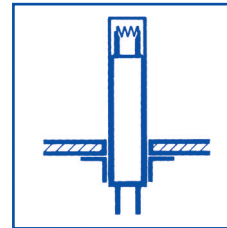
Messkrenz

Messrechen

Hitzdrahtanemometer (thermoelektrisch)

Ein Hezelement wird auf eine bestimmte Temperatur erwärmt. Je nach Strömungsgeschwindigkeit wird mehr oder weniger Heizleistung benötigt, um diese bestimmte Temperatur zu halten. Die benötigte Heizleistung wird gemessen und in die Strömungsgeschwindigkeit umgerechnet.

Achtung: Das Hitzdrahtanemometer misst immer nur **punktförmig!**

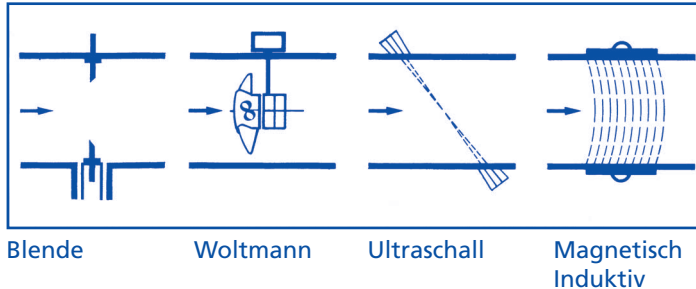


Geschwindigkeits- und Strömungsmessung im Wasser

Wie in der Luft kann auch im Wasser die Strömungsgeschwindigkeit mittels Blenden gemessen werden. Zur Hauptsache jedoch wird die Geschwindigkeit zur Bestimmung der Wärmemenge benötigt.

Im Handel sind verschiedene Wärmezähler mit unterschiedlichen Systemen zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit erhältlich.

Beispiel:



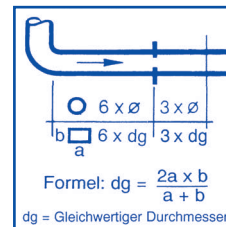
Achtung:

Ein- und Auslaufstrecken müssen eingehalten werden!

Geschwindigkeit Strömung

Zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit wird die Druckdifferenz an einem Messaufnehmer (Blenden, Messrechen usw.) gemessen. Generell gelten dieselben Montagevorschriften wie für die Druckdifferenzfühler!

Wichtig: Ein- und Auslaufstrecken vorsehen.



Auswahlhilfe

Temperaturmessung in Rohrleitungen

- Tauchfühler:** In den meisten Fällen bietet der Tauchfühler die grössten Vorteile. Die aktive Messlänge muss im Rohr voll eintauchen.
- Anlegefühler:** Wird verwendet, wenn die Einbaubedingungen für den Tauchfühler nicht gegeben sind. Für nachträglichen Einbau (Sanierungen). Für Heizungen im Wohnungsbau.
- Kabelfühler:** Für Kälteleitungen hat der Kabelfühler entscheidende Vorteile (z.B. Abdichtung).

Temperaturmessung in Behältern

- Messungen in der Randzone (20cm) müssen vermieden werden!
- Patronenfühler/
Kabelfühler:** Muss aus Gründen von Vibration, Platzverhältnissen oder Temperaturbedingungen eine Distanz zwischen Fühler und Apparatkopf eingehalten werden, eignen sich diese Fühler.
- Stabfühler:** In der Regel geeignet.

Temperaturmessung in Kanälen

- Stabfühler:** Misst punktförmig und soll nur in Kanälen ohne Schichtungen verwendet werden.
- Mittelwertfühler:** Für alle Anwendungen empfohlen. Ruten- bzw. Kapillarrohrlänge muss dem Kanalquerschnitt angepasst sein (pro m² ca. 4 m Länge), evtl. mehrere Fühler verwenden. Direkt nach Elektrolufterhitzer dürfen keine Fühler mit kunststoffummantelten Mess-elementen eingesetzt werden oder nur nach einem Strahlungsschutz.

Temperaturmessung in Räumen

- Raumfühler:** Bei grösseren Räumen ist die Verwendung von mehreren Raumfühlern empfehlenswert (Mittelwertbildung).
Bei grossen internen Lasten und bei Absaugung über Leuchten sind Messungen in der Abluft nicht zulässig.
Achtung: Nachwärmung im Kanal!
- Luftqualitätsfühler:** Nicht neben Wärmequellen montieren.

Temperaturmessung aussen

- Aussenfühler:** Für Heizung geeignet.
Für Lüftung erfolgt die Messung unmittelbar nach dem Wetterschutz in der Aussenlufterfassung.

Feuchtemessung

Die Zeitkonstante der Feuchtfühler beträgt je nach Fühlertyp 10 sec ... 5 Min. Bei Messungen in der Zuluft sind generell Fühler mit kurzer Zeitkonstante (weniger als 1 Minute) einzusetzen!

Zusammenstellung der Zeitkonstanten einiger Fühlerelemente:

Fühlerelement:	ca. Zeitkonstante:
Kunstfaser	1 ... 3 Min.
Baumwolle	3 Min.
Lithium-Chlorid	110 sec.
Elektr. Kapazität	75 sec.
Elektronisch	10 sec.

Schnelle Befeuchterstrecken: Zuluft, Dampf-Befeuchter, Nebel-Befeuchter

Achtung: Lösungsmittel bei Labors, Chlor in Schwimmbädern, Desinfektionsmittel bei Krankenhäusern usw. beeinträchtigen die Lebensdauer und Funktion der Feuchtefühler!

Luftgeschwindigkeit: Die für einen Feuchtefühler maximal zulässige Luftgeschwindigkeit darf am Messort nicht überschritten werden.

Druck- und Druckdifferenz-Messung für Gase (Luft) und Flüssigkeiten

Der Nenndruck PN des Druckfühlers muss dem Sicherheitsdruck der Anlage entsprechen.

Die maximale, einseitige Belastung darf nicht überschritten werden.

Der Druckfühler muss für das zu messende Medium zugelassen sein (Wasser, Dampf, Kältemittel, Lebensmittel, Gase usw.). Der Messbereich soll so gewählt werden, dass der Einstellwert nicht am Anfang resp. Ende der Skala zu liegen kommt.

Geschwindigkeit, Volumenstrom-Messung

Für die Messung der Geschwindigkeit resp. des Volumenstroms sind verschiedene Messsysteme vorhanden. Als wichtigste Kenngrösse muss dabei die Frage gestellt werden, ob man eine punktförmige oder eine durchschnittsbildende Messung verlangt.

Messsysteme:

<u>Punktförmige Messung:</u>	Eignung für:
Staurohr	Gas, Flüssigkeit
Hitzdrahtanemometer	Gas
Flügelradanemometer	Gas, Flüssigkeit
<u>Durchschnittsbildende Messung:</u>	Eignung für:
Blenden	Gas, Flüssigkeit
Messkreuze	Gas
Messringe	Gas
Ultraschall	Flüssigkeit
magnetisch-induktiv	Flüssigkeit
Voltmann	Flüssigkeit
Ringkolben	Flüssigkeit

Bei punktförmiger Messung ist das Messresultat stark vom Strömungsprofil abhängig. Daher wird empfohlen, für die Messung von Geschwindigkeit und Volumenstrom vor allem Messsysteme mit durchschnittsbildender Charakteristik zu verwenden.

Kontrolle von Messfühlern

Eine Kontrolle ist immer ein Vergleich.

Um Fühler kontrollieren zu können, muss ein Messgerät hoher Güteklasse verwendet werden. Die Überprüfung ist nur sinnvoll, wenn die Messgrösse während des Kontrollvorganges konstant ist.

Achtung: Fremdeinflüsse vermeiden (eigene Körperwärme usw.).

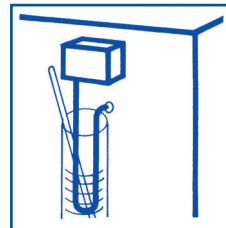
Die Kontrolle muss beim Fühler erfolgen.

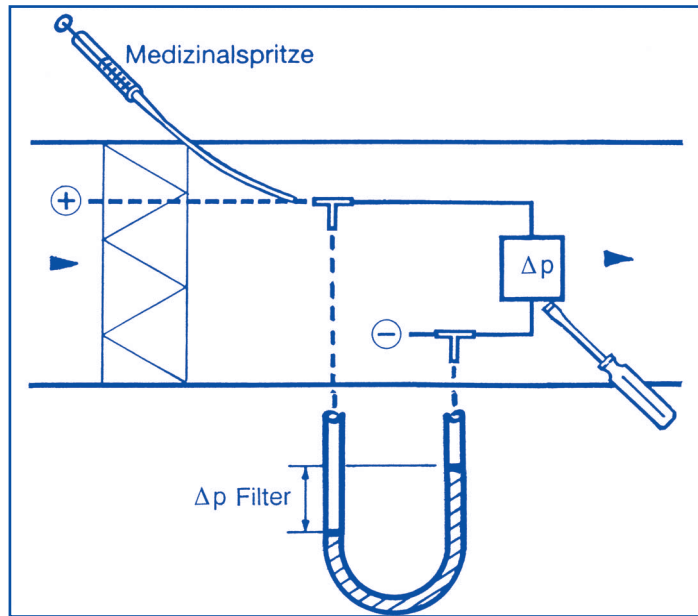
Die Überprüfung der Fühler im Zusammenhang mit der Installation (elektr.) darf nur durch ausgebildetes Fachpersonal erfolgen (siehe Vorschriften).

Kontrolle Frostschutzthermostat

Die Kapillarrohrschlaufe (20 cm) wird in einen mit Wasser und Eiswürfeln gefüllten Behälter getaucht. Dieses «Eiswasser» wird mit dem Thermometer gemessen. Den FS-Thermostaten auf die gemessene Temperatur einstellen. Der FS-Thermostat muss nun bei dieser Temperatur schalten (evtl. nacheichen!).

Anschliessend FS-Thermostat auf Sollwert + 2 °C einstellen.





Kontrolle Filterwächter

Mit Medizinalspritze Filterwächter überprüfen

Vorgehensweise:

Anlage ausschalten

Wirkdruckleitungen (+ und -) an den Messstellen abhängen
 Medizinalspritze und Anzeigemanometer (U-Rohr) am ⊕
 anschliessen

Anlage einschalten

Langsam mit der Medizinalspritze den Druck erhöhen,
 bis auf dem Anzeigemanometer der Schwellwert erreicht
 ist. Die Alarmanlage muss auslösen, ansonsten ist
 sie nachzueichen.

Anlage ausschalten

Wirkdruckleitungen an den Messstellen wieder anschliessen

Anlage wieder einschalten

Tipps aus der Praxis

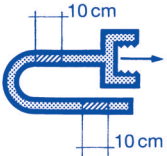
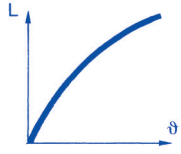
Frostschutzthermostat

Aufgabe:

Der Frostschutzthermostat muss die wassergefüllten Wärmetauscher vor dem Einfrieren schützen.

Funktion:

Die luftseitige Frostüberwachung muss mit einem Kapillarrohr erfolgen.

Konstruktion	Funktion	System
		Kraft – Weg

Die Kapillarrohrfrostschutz-Fühler arbeiten nach dem Prinzip der Dampfdruckkondensation. Unterschreitet die Temperatur an irgendeiner Stelle, auf einer Länge von ca. 10 cm, den eingestellten Schwellwert von 2 °C, so bricht der Dampfdruck im Fühlersystem zusammen und löst den Frostalarm aus.

Grundschaltung:

Sinkt die Lufttemperatur nach dem Wärmetauscher unter den Einstellwert, so werden:

Die ZUL-ABL-Ventilatoren ausgeschaltet

Die AUL-FOL-Klappen geschlossen

Das Lufterhitzerventil geöffnet

Die Internpumpe eingeschaltet

Der Frostalarm signalisiert

Um ein automatisches Wiedereinschalten der Anlage durch den Frostschutzthermostaten zu verhindern, wird der Frostalarm in Selbsthaltung gebracht. Er muss örtlich quittiert werden (Fernquittierung verboten!).

Um Überhitzungen im Monobloc zu verhindern, wird das Lufterhitzerventil während der Haltung des Frostalarmes vom Frostschutzthermostaten reguliert.

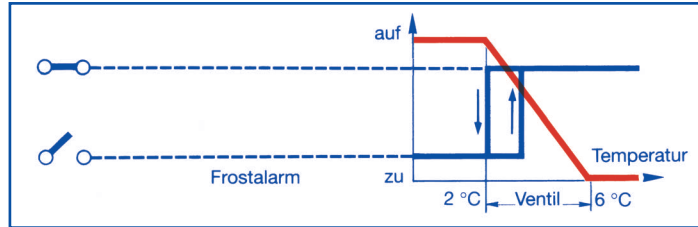
Tipps zur Verhinderung des Frostalarms:

Die Hauptursache für die Auslösung des Frostalarms ist Wärmemangel. Es kann aber vorkommen, dass der Frostschutzthermostat anspricht, obwohl die Wärmeversorgung in Ordnung ist. Dafür kennen wir folgende Gründe:

- a) Laständerungen wie Umschaltung Ventilatorstufen, zu- bzw. wegschalten von WRG
- b) Temperaturschichtungen
- c) Anfahren der Anlage aus dem Stillstand

Um ein Ansprechen des Frostschutzthermostaten trotz genügender Wärme zu verhindern, haben sich in der Praxis folgende Grundschaltungen bewährt:

- Präventiver Frostschutzthermostat
- Anfahrhilfe
- Geführte Anfahrregulierung



Präventiver Frostschutzthermostat:

Der präventive Frostschutzthermostat arbeitet in zwei Phasen.

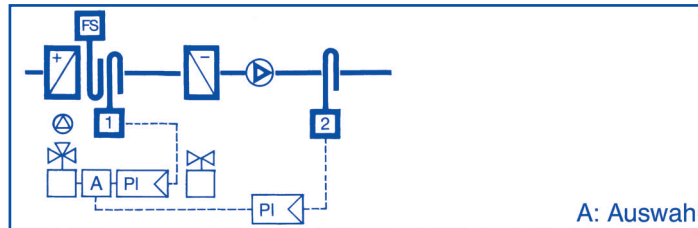
Beispiel:

1. Sinkt die Lufttemperatur beim Frostschutzthermostat unter 6 °C, übernimmt er die Regelung des Wärmetauscherventils und regelt die Lufttemperatur auf einen Wert zwischen 2 °C und 6 °C.
2. Sinkt die Lufttemperatur trotzdem unter den Ausschalt-punkt von 2 °C, z.B. infolge fehlender Wärme, wird der Frostalarm ausgelöst.

Die Anfahrlilfe und die geführte Anfahrregulierung kommen zur Anwendung, wenn nach dem Vorwärmer noch weitere Wärmetauscher (Speichermassen) vorhanden sind.

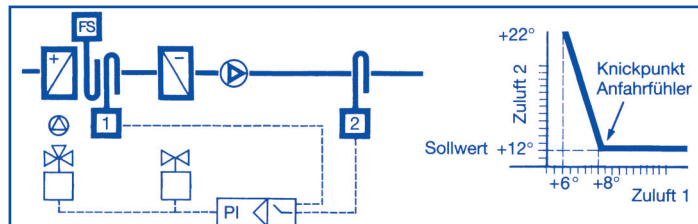
Anfahrlilfe:

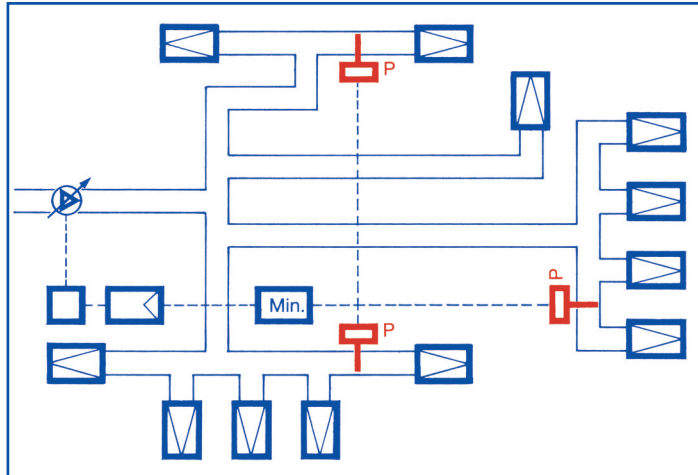
Die Anfahrlilfe regelt auf eine minimale Lufttemperatur nach dem Lufterhitzer. Dazu muss ein durchschnittsbildender Fühler direkt beim Kapillarrohr des Frostschutzthermostaten verlegt werden. Der Minimalregler kann unabhängig vom Frostschutzthermostaten eingestellt werden und greift direkt aufs Vorwärmventil ein.



Geführte Anfahrregulierung:

Für die geführte Anfahrregulierung muss ein durchschnittsbildender Fühler direkt beim Kapillarrohrfühler des Frostschutzthermostaten verlegt werden. Sinkt diese Temperatur unter den am Störwertgeber eingestellten Wert, verschiebt dieser den Sollwert der Zuluftregulierung.





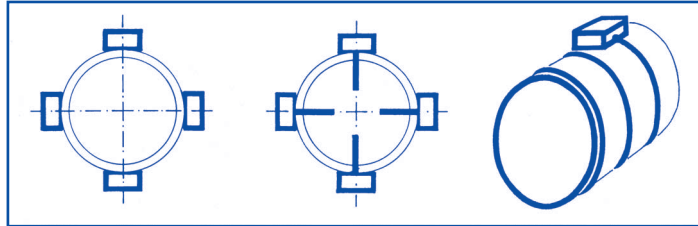
Druckregulierung in VVS-Anlagen

Die Messstelle muss im Netz am weitest entlegenen Ort montiert werden. Bei stark verzweigten Kanalnetzen werden mehrere Messstellen empfohlen (der kleinste Druck reguliert). Werden einzelne Netzteile (Zonen) durch Klappen ausgeschaltet, so sind die entsprechenden Fühler zu schalten.

Der Sollwert kann nur am Messort eingehalten werden.

Durchschnittsmessung im Wasserrohr

Wenn im Rohr Schichtungen auftreten, z.B. nach einem Mischpunkt, und der Fühler möglichst nahe am Mischpunkt montiert werden muss (Totzeit), empfiehlt sich eine Durchschnittsmessung. Dazu werden vier Fühler auf dem Umfang des Rohres verteilt oder ein Mittelwertfühler um das Rohr gewickelt.



Diese Schaltungen sollen in Anlagen mit grossen Rohrdurchmessern und variablen Wassermengen angewandt werden.

Elektrischer Anschluss von durchschnittsbildender Temperaturmessung mit 4 Fühlern.

