

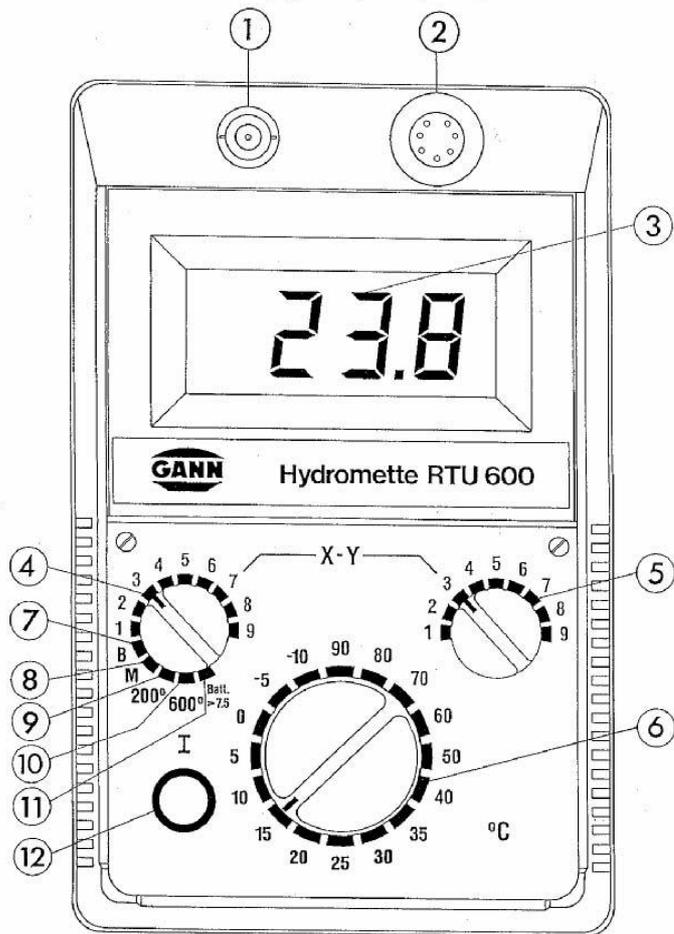
CE

GANN HYDROMETTE RTU 600

Bedienungsanleitung

DE





GERÄTEBESCHREIBUNG Hydromette RTU 600

- 1. BNC-Anschlussbuchse** für den Anschluss von Elektroden für Holz- und Baufeuchte-Messung
- 2. MS-Anschlussbuchse** für den Anschluss aller Aktiv-Elektroden bzw. Temperaturfühler
- 3. LCD-Digital-Anzeige** für alle Messungen
- 4. Schalterstellungen "X" 1 - 9** zur Einstellung der ersten Zahl der zweistelligen Holzsorten-Kennziffer gemäß beigefügter Holzsorten-Tabelle
- 5. Schalterstellungen "Y" 1 - 9** zur Einstellung der zweiten Zahl der zweistelligen Holzsorten-Kennziffer gemäß beigefügter Holzsorten-Tabelle
- 6. Schalter °C** zur Einstellung der Holz-Temperatur zur automatischen Temperatur-Kompensation bei der Holzfeuchtemessung
- 7. Schalter-Stellung "B"** zur Einstellung bei Baufeuchtenmessungen nach dem Widerstands-Messprinzip

8. Schalter-Stellung "M"

zur Einstellung bzw. Messung mit den Aktiv-Elektroden

- a) **MH 34** zur Holzfeuchtemessung an Nadelholz von 40 bis 200 %
- b) **MB 35** zur zerstörungsfreien Oberflächen-Feuchtemessung an Beton
- c) **B 50** und **B 60** zur zerstörungsfreien Feuchtemessung von Baustoffen (Estrich Beton etc.)
- d) **RF-T 28** zur Luftfeuchtemessung
RF-T 31 zur Luftfeuchtemessung
RF-T 32 zur Luftfeuchtemessung
RF-T 36 zur Luftfeuchtemessung
- e) **IR 33** zur Oberflächen-Temperaturmessung mittels Infrarot

9. Schalter-Stellung "200°"

zur Einstellung bei Temperaturmessung mit den Elektroden RF-T 28, RF-T 31, RF-T 32, RF-T 36 sowie mit PT 100-Fühler bis 200 °C

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 10. Schalter-Stellung "600°" | zur Einstellung bei Temperaturmessung mit PT 100-Fühler bis 600 °C |
| 11. Schalter-Stellung "Batt." | zur Batterie- bzw. Akku-Prüfung |
| 12. Messtaste | EIN/AUS |

Batteriekontrolle

Wahlschalter (11) auf Position "Batt." stellen und Messtaste (12) drücken. Bei ausreichender Batteriespannung muss der Anzeigewert über 7.5 liegen. Liegt die Anzeige bei oder unter 7.5 so ist die Batterie bzw. der Akku erschöpft und muss ausgewechselt bzw. aufgeladen werden. Zu diesem Zweck ist der Batteriedeckel auf der Rückseite des Geräts nach Lösen der Rastnase mittels einer Münze abzunehmen.

Wir empfehlen, den Batteriewechsel bzw. die Aufladung des Akkus schon bei einer zwischen 8.0 und 7.5 liegenden Anzeige vorzunehmen.

Batteriebestückung

Das Gerät ist serienmäßig mit einer Transistor-Blockbatterie 9 V Type IEC 6 F 22 oder IEC 6 LF 22 ausgestattet. Wir empfehlen, eine Alkali-Mangan-Batterie zu verwenden.

Das Gerät kann auch (wahlweise, als Sonderzubehör - auch nachträglich) mit einem wiederaufladbaren Akku gleicher Größe ausgestattet werden. Mit dem dazugehörigen Ladegerät kann der Akku an der Netzsteckdose (Wechselstrom) aufgeladen werden. Die Ladezeit beträgt bei 220 V ca. 12 Stunden.

Justierung

Alle Hydrometten ab Baujahr 1985 besitzen einen vollelektronischen Geräteabgleich, so dass eine manuelle Nachjustierung nicht erforderlich ist.

Geräte-Messbereiche

| | |
|---------------------------------------|---|
| Holzfeuchte 1, Stellung "X-Y": | 4 - 100 % |
| Holzfeuchte 2, Stellung "M": | 40 - 200 % an Nadelholz mit Aktiv-Elektrode MH 34 |
| Baufeuchte 1, Stellung "B": | 0 - 80 Digits nach dem Widerstands-Messprinzip, Feuchteumrechnung gem. Tabelle |
| Baufeuchte 2, Stellung "M": | 0 - 199 Digits zerstörungsfrei mit Aktiv-Elektrode B 50 0,3 - 8,5 Gew.% zerstörungsfrei mit B 50 über Umrechnungstabelle 0,3 - 6,5 CM% zerstörungsfrei mit B 50 über Umrechnungstabelle |
| Baufeuchte 3, Stellung "M": | 1 - 8 Gew.% an Betonoberflächen, zerstörungsfrei mit Aktiv-Elektrode MB 35 |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Luftfeuchte, Stellung "M": | 7 - 98 % r. F. mit den Aktiv-Elektroden RF-T 28, 31, 32 und 36 |
| Temperatur 1, Stellung "200°": | -199.9 bis +199,9 °C mit PT 100 Fühler |
| Temperatur 2, Stellung "600°": | -200 bis +600 °C mit PT 100 Fühler |
| Temperatur 3, Stellung "M": | -20,0 bis +199,9 °C mit Infrarot-Fühler IR 33 |

Wird der für den jeweiligen Messbereich genannte Maximalwert überschritten, so erscheint als Hinweis hierfür im linken Teil des Anzeigefeldes (3) die Zahl "1".

Maße

Kunststoffgehäuse L 180 x B 115 x H 53 mm ca. Gewicht 400 g ohne Zubehör.

Zulässige Umgebungsverhältnisse

Lagerung: +5 bis +40 °C, kurzzeitig -10 bis +60 °C

Betrieb: 0 bis 50 °C, kurzzeitig -10 bis +60 °C, nicht kondensierend

Gerät, Elektroden und Messkabel dürfen nicht in aggressiver oder lösungsmittelhaltiger Luft gelagert oder betrieben werden.

Allgemeiner Hinweis

Die Gebrauchsanweisung für Gerät und Elektroden sollte genau beachtet werden, da vermeintliche Handhabungsvereinfachungen häufig zu Messfehlern führen.

Achtung! Sicherheitshinweis

Überzeugen Sie sich unbedingt mit geeigneten Mitteln **bevor** Sie Löcher für Sonden bohren bzw. **bevor** Sie Elektrodenspitzen in Wände, Decken, Böden etc. schlagen, dass an dieser Stelle keine elektrischen Leitungen, Wasserrohre oder sonstige Versorgungsleitungen liegen.

Standard- und Sonderzubehör

Einschlag-Elektrode M 20 (Best.-Nr. 3300)



für Oberflächen- und Tiefenmessungen bis zu ca. 50 mm an Schnittholz, Furnieren, sowie Spanplatten und Faserplatten und zur Messung von weichen abgebundenen Baustoffen (z. B. Gipsputz etc.), bis ca. 70 mm Tiefe,

ausgestattet mit Elektrodenspitzen:

- 16 mm lang (Best.-Nr. 4610) mit 10 mm Eindringtiefe
- 23 mm lang (Best.-Nr. 4620) mit 17 mm Eindringtiefe.

Oberflächen-Messkappen M 20-OF 15 (Best.-Nr. 4315)



für Feuchtemessungen an Oberflächen (z. B. Furnier, Beton etc.) ohne Beschädigung des Messgutes (nur in Verbindung mit Elektrode M 20).



Ramm-Elektrode M 18 (Best.-Nr. 3500)

für Tiefenmessungen an starken Hölzern bis zu 180 mm Dicke,

mit Elektrodenspitzen ohne Isolation

- 40 mm lang (Best.-Nr. 4640) mit 34 mm Eindringtiefe,
- 60 mm lang (Best.-Nr. 4660) mit 54 mm Eindringtiefe,

oder

mit Elektrodenspitzen mit isoliertem Schaft

- 45 mm lang (Best.-Nr. 4550) mit 25 mm Eindringtiefe,
- 60 mm lang (Best.-Nr. 4500) mit 40 mm Eindringtiefe.



Einsteck-Elektrodenspitzen M 20-HW 200/300

zur Feuchtemessung in Spänen, Holzwolle, Furnierstapeln etc., mit nichtisolierten Spitzen (nur in Verbindung mit Elektrode M 20)

200 mm lang (Best.-Nr. 4350)

300 mm lang (Best.-Nr. 4355)



Einsteck-Elektroden spitzen M 20-Bi 200/300

zur Tiefenmessung in Altbauten, Flachdächern etc. mit isoliertem Schaft (nur in Verbindung mit Elektrode M 20 einsetzbar)

- 200 mm lang (Best.-Nr. 4360)
- 300 mm lang (Best.-Nr. 4365)



Einstech-Elektroden M 6 (Best.-Nr. 3700)

zur Messung von harten abgebundenen Baustoffen in Verbindung mit Kontaktmasse und vorgebohrten Löchern,

ausgestattet mit Elektroden spitzen

- 23 mm lang (Best.-Nr. 4620) mit 17 mm Eindringtiefe
- 40 mm lang (Best.-Nr. 4640) mit 34 mm Eindringtiefe
- 60 mm lang (Best.-Nr. 4660) mit 54 mm Eindringtiefe



Tiefen-Elektrode M 21-100/250

für Tiefenmessungen bis 100 bzw. 250 mm in abgebundenen Baustoffen in Verbindung mit Kontaktmasse und vorgebohrten Löchern.

- 100 mm lang (Best.-Nr. 3200)
- 250 mm lang (Best.-Nr. 3250)



Kontaktmasse (Best.-Nr. 5400)

zur Verbesserung der Kontaktgabe bei der Feuchtemessung in harten Baustoffen (Estrich, Beton etc.) in Verbindung mit den Messelektroden M 6 und M 21.

Aktiv-Elektroden

Aktiv-Elektrode MH 34 (Best.-Nr. 3370)



Aktive Sonde mit integrierter Elektronik für die Erfassung hoher Holzfeuchtwerte in Nadelholz, speziell bei der Nasslagerung und zur Vorsortierung frischer Schnittware bei der künstlichen Holz Trocknung.

Messbereich: 40 bis 200 % Holzfeuchte

Aktiv-Elektrode MB 35 (Best.-Nr. 3770)

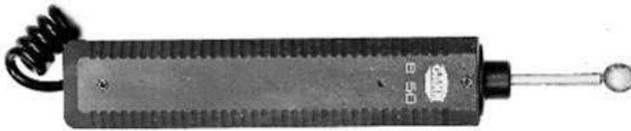


Aktive Sonde mit integrierter Elektronik für die Erfassung der Oberflächenfeuchte von Beton, besonders vor Beschichtungen oder dem Aufbringen von Klebstoffen.

Messbereich: 1 bis 8 Gewichtsprozent/Darrprobe

Aktiv-Elektrode B 50 (Best.-Nr. 3750)

Aktiv-Elektrode B 60 (Best.-Nr. 3760)



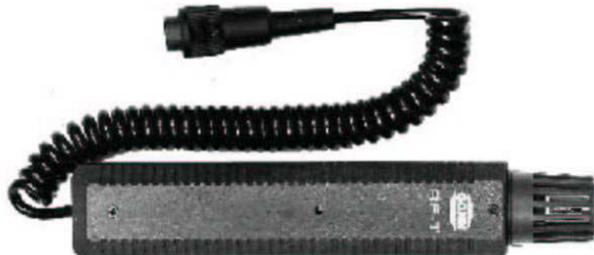
Aktive Sonde mit integrierter Elektronik zum zerstörungsfreien Aufspüren von Feuchtigkeit in Bauteilen aller Art sowie zur Erkennung der Feuchtigkeitsverteilung in Wänden, Decken und Fußböden. Die mit einem speziellen Messverfahren arbeitende Elektrode erzeugt ein konzentriertes Hochfrequenzfeld mit einer Tiefenwirkung bis zu 120 mm. Die Eindringtiefe ist von der jeweiligen Rohdichte des zu messenden Materials abhängig.



Messbereiche: 0 bis 199 Digits, Feuchtigkeitsqualifizierung über Tabelle

0,3 bis 8,5 Gew. %, Umrechnung je nach Baustoff über Tabelle

0,3 bis 6,5 CM %, Umrechnung je nach Baustoff über Tabelle.



Aktiv-Elektrode RF-T 28 (Best.-Nr. 3155)

Sekundenschnelle Messung der relativen Luftfeuchte und der Lufttemperatur. Komplett mit Anschlusskabel.

Messbereich: 7 bis 95 % rel. Feuchte, -10 bis +80 °C.

Einstellzeit bei bewegter Luft:

90 % der Feuchtedifferenz in ca. 20 Sekunden bei Raumtemperatur (20 °C) bzw. ca. 120 Sekunden für 90 % des Temperatursprunges.

**Filterkappe (Best.-Nr. 3156)**

aus Sinterbronze für RF-T 28 zum Schutz bei staubhaltiger Luft sowie zur Messung bei hohen Luftgeschwindigkeiten.

Aktiv-Elektrode RF-T 36 (Best.-Nr. 3136)

zur Lufttemperatur-, Luftfeuchte-, AW-Wert- bzw. Gleichgewichtsfeuchte-Messung in Räumen oder Feststoffen z. B. Mauerwerk, Estrich, Beton etc..



Messbereich: 5 bis 98 % r. F.
-5 bis +60 °C.

Maße: 82 x 80 x 55 mm

Fühlerrohrlänge: 55 mm

Fühlerrohr ø: 12 mm

Steckfühler RF-T 31



zur Lufttemperatur-, Luftfeuchte-, AW-Wert- bzw. Gleichgewichtsfeuchte-Messung in Schüttgütern und Feststoffen z. B. Mauerwerk und sonstigen Baustoffen. **Messbereich:** 7 - 98 % r. F., -10 bis +80 °C.
Durchmesser 10 mm. Sinterfilterspitze 32 mm lang.

Einstecklänge 250 mm Best.-Nr. 3131

Einstecklänge 500 mm Best.-Nr. 3132

Bohrloch-Adapter/Mauerwerkshülse



mit Verschlussstab. Zur Gleichgewichtsfeuchte-Messung in Mauerwerk bzw. Baustoffen mit Einsteckfühlern RF-T 31.

Für Bohrlochtiefe bis 150 mm Best.-Nr. 5615

Für Bohrlochtiefe bis 250 mm Best.-Nr. 5625

Für Bohrlochtiefe bis 500 mm Best.-Nr. 5650

Schwertfühler RF-T 32



zur Lufttemperatur-, Luftfeuchte-, AW-Wert- bzw. Gleichgewichtsfeuchte-Messung in Papier-, Leder-, Textil-, Tabakstapel etc..

Messbereich: 7 - 98 % r. F., -10 bis +80 °C. Flachovalrohr ca. 10 x 4 mm.

Einstecklänge 250 mm Best.-Nr. 3133

Einstecklänge 500 mm Best.-Nr. 3134



Sensorcheck

Prüf- und Abgleichnormal für verschiedene Luftfeuchtwerte

- für Elektrode RF-T 28 **Best.-Nr. 5728**
- für Elektrode RF-T 31 **Best.-Nr. 5731**
- für Elektrode RF-T 32 **Best.-Nr. 5732**



| | |
|-----------------|--------------|
| Prüf-temperatur | : 23 °C |
| Einstellzeit | : 10 Minuten |
| Sollwert | : 77 % r. F. |

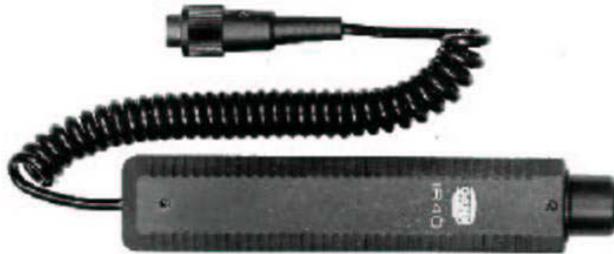
Bitte Bedienungsanleitung beachten!



Prüf- und Abgleichflüssigkeit für alle RF-T-Elektroden mittels Sensorcheck. Set besteht aus je 5 Ampullen mit Vlies, ausreichend für 5 Tests bzw. Justierungen.

- **SCF 30** für Feuchtebereich 10 bis 50 % r. F.
- Best.-Nr. 5753
- **SCF 70** für Feuchtebereich 50 bis 90 % r. F.
- Best.-Nr. 5757
- **SCF 90** für Feuchtebereich 80 bis 98 % r. F.
- Best.-Nr. 5759

Infrarot-Oberflächen-Temperaturfühler IR 33 (Best.-Nr. 3150)



zur berührungslosen Oberflächen-Temperaturmessung im Bereich von **-20,0 bis +199,9 °C**. Auflösung 0,1 °C. Ein idealer Fühler zur Taupunkt-Messung und Aufspürung von Wärmebrücken.

Mattschwarzer Aufkleber IR 30/E 95 (Best.-Nr. 5833)



mit 30 mm \varnothing und Emissionsfaktor 95 zur Messung von z. B. metallischen Oberflächen mit Infrarot-Fühler IR 33.

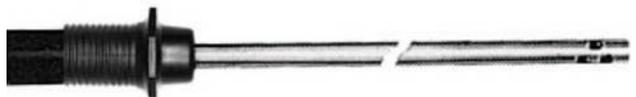
Pt-100 Temperaturfühler



Temperaturfühler ET 10 (Best.-Nr. 3165)
Robuster Einstech-Temperaturfühler für Feststoffe, Schüttgüter und Flüssigkeiten (-50 bis +250 °C).



Temperaturfühler TT 40 (Best.-Nr. 3180)
Robuster Tauch- und Rauchgas-Temperaturfühler mit langem Fühlerrohr (-50 bis +350 °C).



Temperaturfühler LT 20 (Best.-Nr. 3190)
Schnell reagierender Luft/Gas-Temperaturfühler mit langem Fühlerrohr (-20 bis + 200°C).



Temperaturfühler TT 30 (Best.-Nr. 3185)
Robuster Tauch- und Rauchgas-Temperaturfühler mit kurzem Fühlerrohr (-50 bis +350 °C).



Temperaturfühler ET 50 (Best.-Nr. 3160)
Schnell reagierender Luft/Gas-Temperaturfühler für weiche Feststoffe, Schüttgüter und Flüssigkeiten (-50 bis + 250 °C).



Temperaturfühler OTW 90 (Best.-Nr. 3175)
Abgewinkelter Spezial-Oberflächen-Temperaturfühler z. B. für Furnierpressen etc. (-50 bis +250 °C).



Temperaturfühler OT 100 (Best.-Nr. 3170) Gefederter Oberflächen-Temperaturfühler mit geringer Masse z. B. für Wand-Oberflächen etc. (-50 bis +250 °C).



Silikon-Wärmeleitpaste (Best.-Nr. 5500)

Zur Verbesserung der Wärmeübertragung bei rauen Oberflächen bzw. Kontaktschwierigkeiten. Zu OT 100 unbedingt zu empfehlen.

Flexible Temperaturfühler mit Teflonkabel für Schüttgüter, Feststoffe und Flüssigkeiten etc. bis 120 °C



FT 2 mit 2 m langem Teflonkabel
(Best.-Nr. 3192)

FT 5 mit 5 m langem Teflonkabel
(Best.-Nr. 3196)

FT 10 mit 10 m langem Teflonkabel
(Best.-Nr. 3197)

FT 20 mit 20 m langem Teflonkabel
(Best.-Nr. 3198)

(weitere Längen auf Anfrage)

Sonstiges Zubehör



Bereitschaftskoffer (Best.-Nr. 5081)

zur Aufbewahrung und zum Transport des Messgerätes mit Zubehör.



Messkabel MK 8 (Best.-Nr. 6210)

zum Anschluss der Messelektroden M 6, M 18, M 20, M 20-HW, M 20-Bi und M 21 an das Messgerät.



Akku 9 V mit Ladegerät (Best.-Nr. 5100)

zur Verwendung an Stelle der zur serienmäßigen Ausstattung gehörenden 9-V-Trockenbatterie.



Prüfadapter (Best.-Nr. 6070)

zur Kontrolle von Holz- und Baufeuchte-Messgeräten mit Zubehör.

Bedienungsanleitung zur Holzfeuchtemessung

mit den Elektroden M 20, M 20-OF 15, M 20 - HW und M 18

Schalterstellungen "X" 1 - 9 (4)

auf die in der Holzsorten-Tabelle für die zu messende Holzart angegebene erste Ziffer stellen.

Schalterstellungen "Y" 1 - 9 (5)

auf die in der Holzsorten-Tabelle für die zu messende Holzart angegebene zweite Ziffer stellen.

Schalter (6) auf die jeweilige Holztemperatur stellen.

Messelektrode mittels Messkabel an die Buchse (1) des Geräts anschließen.

Messelektrode entsprechend der nachfolgenden Anleitung in das Messgut einschlagen bzw. einstechen oder andrücken.

Messtaste (12) drücken und Messwert im Anzeigefeld (3) **sofort** ablesen, sobald sich die Anzeige stabilisiert hat. Messtaste nicht länger als 3 Sekunden gedrückt halten.

Holzsorten-Tabelle

In der beigefügten Holzsorten-Tabelle ist die zur automatischen Holzsortenkorrektur der Messwerte vorzunehmende Einstellung (X -Y) der Holzsortenwahlschalter (4 bzw. 5) angegeben.

Temperaturkompensation

Die eingebaute Vorrichtung für eine automatische Temperaturkompensation der Messwerte (Schalter 6) erlaubt es, auch kaltes oder erwärmtes Holz genau zu messen, ohne dass noch eine Tabellenkorrektur erforderlich ist.

Bei Messungen unter normalen Raumtemperaturen ist der Temperaturkorrektorschalter auf 20 °C zu stellen. Bei Holztemperaturen unter oder über 20 °C - z. B. bei Messungen während oder unmittelbar nach der Trocknung - ist die jeweilige Holztemperatur einzustellen. Gefrorenes Holz über 20 % Holzfeuchte ist nicht messbar.

Messung von nicht klassifizierten Holzarten

Wie allgemein bekannt, wird die Messgenauigkeit elektrischer Feuchtemesser durch Wachstums- und Sortenunterschiede beeinflusst. Auch in solchen Fällen ermöglicht die spezielle Universal-Holzsortenkorrektur der Hydromette RTU 600 eine rasche und bequeme Anpassung an veränderte Verhältnisse.

Um in solchen Fällen oder für in der beigefügten Tabelle nicht aufgeführte Holzarten die einzustellende Kennziffer zu ermitteln ist wie folgt zu verfahren:

Von einer sehr feuchten und einer trockenen Probe der betreffenden Holzart ist der genaue Feuchtigkeitsgehalt, falls dieser noch nicht bekannt sein sollte, anhand einer Darrprobe zu bestimmen.

Hierfür ist nur ein Teil der jeweiligen Probe zu verwenden. Der andere Teil wird luftdicht in Plastikfolie verpackt und bei 10 bis 20 °C zwischengelagert.

Die Darrprobe sollte bei 100 bis 105 °C bis zur Gewichtskonstanz durchgeführt werden. Der Feuchtigkeitsgehalt in % errechnet sich nach der Formel:

$$\frac{\text{Gewichtsverlust} \times 100}{\text{Trockengewicht}} = \text{Holzfeuchte in Gew.\% (atro)}$$

Nach Vorlage der Darrprobenergebnisse wird zuerst die feuchte zwischengelagerte Probe elektrisch gemessen. Der Schalter "Y" ist auf 5 zu stellen und der Schalter "X" schrittweise von 1 bis 9 durchzuschalten. Er ist dann auf der Stellung zu belassen, bei welcher der angezeigte Messwert am wenigsten von dem tatsächlichen, durch Darrprobe ermittelten, Feuchtigkeitsgehalt der Messprobe abweicht.

Sodann ist die trockene Probe zu messen und der Schalter "Y" schrittweise von Position 1 bis 9 durchzuschalten. Auch hier ist der Schalter auf der Stellung zu belassen, bei welcher das Messergebnis am wenigsten vom tatsächlichen Feuchtigkeitsgehalt der Probe abweicht. Falls dies die Stellung "5" sein sollte, kann auch die für den Schalter "X" gefundene Stellung als endgültig betrachtet werden.

Falls die geringste Abweichung bei einer anderen Stellung des Schalters "Y" gefunden wird, muss mit der feuchten Probe nochmals geprüft werden, ob die Anzeigegenauigkeit noch verbessert werden kann, wenn der Schalter "X" auf eine der beiden angrenzenden Positionen gestellt wird (z. B. wurde bei der ersten Kontrolle die größte Messgenauigkeit bei Stellung "4" erreicht, ist zu prüfen, ob bei Stellung "3" und "5" nun diese Anzeigegenauigkeit noch verbessert werden kann).

Sollte dies nicht der Fall sein, so kann auch die für den Schalter "Y" gefundene Einstellung als endgültig betrachtet werden; andernfalls ist nochmals mit der trockenen Probe zu prüfen, ob bei einer der beiden angrenzenden Einstellungen eine Verbesserung in der Anzeigegenauigkeit erreicht wird. Die auf diese Weise für die beiden Schalter gefundenen Einstellungen können nun für alle künftigen Messungen der betreffenden Holzart verwendet werden.

Bei Verzicht auf eine solche Ermittlung der richtigen Holzsorteneinstellung empfehlen wir, alle nicht klassifizierten Holzarten mit Schalterstellung 6 - 5 zu messen.

Anschluss der Messelektroden

Das Gerät kann je nach Messaufgabe in Verbindung mit unterschiedlichen Elektroden eingesetzt werden. Die Elektroden M 18, M 20, M 20-HW und M 20-Bi sind mittels dem dazu passenden Spezialkabel MK 8 an das Messgerät (Buchse 1) anzuschließen. Geräteseitig ist dieses Kabel mit einem BNC-Stecker versehen, dessen äußerer Rastring beim Anschluss nach rechts zu drehen ist, bis er einrastet. Beim Lösen des Kabels Rastring **nach links drehen** und Stecker abziehen. **Keine Gewalt anwenden - nicht am Kabel ziehen.**

Messen in der Trockenkammer

Bei Messung der Holzfeuchte in Trockenkammern während des Trocknungsprozesses ist ebenfalls die jeweilige Holzart und als Holztemperatur die Kammertemperatur einzustellen. Bei der Messung der Holzgleichgewichtsfeuchte ist der Holzsortenschalter "X" (4) auf Position 6 und der Schalter "Y" (5) auf Position 4 zu stellen.

Für Holzfeuchte- und Holzgleichgewichtsfeuchtemessungen in Trockenkammern sind Spezial-Elektroden und -Messfühler zu verwenden. Diese müssen mittels temperaturbeständiger und teflonisolierter Spezialkabel an den Messstellen-Umschalter TKMU angeschlossen werden.

An den Messstellen-Umschalter TKMU, der an der Außenwand des Trockners installiert wird, ist dann die Hydromette mittels des Messkabels MK 8 anzuschließen.

Bezüglich der Anordnung und des Anschlusses der Holzfeuchte- und Holzgleichgewichtsfeuchte-Messstellen wird auf die separate Anleitung hierzu verwiesen. Dies gilt gleichfalls für die Installation und den Anschluss von Holz- und Kammertemperatur-Messstellen.

Handhabung der Holzfeuchte-Messelektroden

Einschlag-Elektrode M 20

Elektrode mit den Nadeln quer zur Faserrichtung in das zu messende Holz einschlagen (Elektrodenkörper besteht aus schlagfestem Kunststoff). Beim Herausziehen können durch leichte Hebelbewegungen quer zur Faser die Nadeln gelockert werden.

Um die Kernfeuchte ermitteln zu können, müssen die Elektrodenspitzen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der gesamten Holzstärke eindringen.

Bei Erstauslieferung der Messgeräte mit Elektrode M 20 sind der Lieferung je 10 Ersatzspitzen mit 16 und 23 mm Länge beigelegt. Diese sind zur Messung von Holzstärken bis zu 30 bzw. 50 mm geeignet.

Sollen stärkere Hölzer zur Messung gelangen, so können die Elektrodennadeln durch eine entsprechend längere Ausführung ersetzt werden. Mit zunehmender Nadellänge muss jedoch mit einer erhöhten Bruch- und Verbiegegefahr (insbesondere beim Herausziehen) gerechnet werden. Es ist deshalb empfehlenswert, für dickere oder besonders harte Hölzer die Ramm-Elektrode M 18 zu verwenden.

Die Überwurfmutter sollten möglichst vor Beginn einer Messreihe mit einem Schlüssel oder einer Zange angezogen werden. Lockere Elektrodenspitzen brechen leicht ab.

Oberflächen-Messkappen M 20-OF 15

Oberflächenmessungen sollten nur bei Holzfeuchtwerten unter 30 % vorgenommen werden. Für Oberflächenmessungen an bereits bearbeiteten Werkstücken oder zur Messung von Furnieren sind die beiden Sechskant-Überwurfmutter an der Elektrode M 20 abzuschrauben und durch die Oberflächen-Messkappen zu ersetzen. Zur Messung sind die beiden Kontaktflächen quer zur Faserrichtung auf das zu messende Werkstück oder auf das Furnier aufzudrücken. Die Messtiefe beträgt ca. 3 mm, daher müssen zur Messung mehrere Furnierlagen aufeinandergelegt werden. Nicht auf Metallunterlagen messen! Bei der Messung in Furnierstapeln ist zu beachten, dass zur Freilegung der Messstelle das Furnier **abgehoben** und **nicht** über den Reststapel **gezogen** wird (**Reibung vermeiden, Elektrostatik!**). An der Messfläche festhaftende Holzpartikel müssen regelmäßig entfernt werden. Sollten die elastischen Kunststoff-Messwertempfänger beschädigt sein, so können sie nachbestellt (Nr. 4316) und mittels handelsüblichen Sekundenklebers auf Cyanatbasis aufgeklebt werden.

Einsteck-Elektrodenpaar M 20-HW 200/300

Sechskant-Überwurfmuttern mit Standard-Elektroden spitzen an der Elektrode M 20 abnehmen und durch Elektroden spitzen M 20-HW ersetzen. Fest anziehen!

Zur Messung in Spänen und Holzwolle ist es zweckmäßig, das zu messende Material etwas zu verdichten. Sägespäne sollten hierzu mit einem Gewicht von ca. 5 kg belastet (zusammengespreßt) werden. Bei Holzwolleballen ist keine Verdichtung notwendig.

Ramm-Elektrode M 18

Die beiden Nadeln der Ramm-Elektrode sind mit dem Gleithammer quer zur Faserrichtung bis in die gewünschte Messtiefe einzuschlagen. Um die Kernfeuchte ermitteln zu können, müssen die Elektroden spitzen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der gesamten Holzstärke eindringen.

Das Herausziehen der Nadeln erfolgt ebenfalls durch den Gleithammer, mit Schlagrichtung nach oben. Die Überwurfmuttern sollten möglichst vor Beginn einer Messreihe mit einem Schlüssel oder einer Zange angezogen werden. Lockere Elektroden spitzen brechen leicht.

Bei Erstauslieferung sind der Ramm-Elektrode M 18 je 10 Ersatzspitzen mit 40 und 60 mm Länge (nicht isoliert) beigelegt. Diese sind zur Messung von Holzstärken bis zu ca. 120 bzw. 180 mm geeignet.

Falls Hölzer mit stark unterschiedlicher Feuchtigkeitsverteilung (z. B. Wassernester) zur Messung gelangen, so empfehlen wir die Verwendung von teflonisolierten Elektroden spitzen, die eine sehr präzise Zonen- und Schichtmessung ermöglichen. Sie sind in 10-Stück-Packungen in Längen mit 45 mm (Best.-Nr. 4450) bzw. 60 mm (Best.-Nr. 4500) lieferbar.

Bedienungsanleitung für Aktiv-Elektrode MH 34

Die GANN Aktiv-Elektrode MH 34 wurde speziell zur Messung hoher Holzfeuchtwerte in Nadelholz (Fichte, Kiefer, Tanne) entwickelt. Sie ist besonders zur Vorsortierung von frischer Schnittware vor der Kammertrocknung oder z. B. zur Überwachung einer Nasslagerung geeignet.

Der Messbereich reicht von 40 - 199 % Holzfeuchte und wird auf dem Display des Messgerätes digital, d. h. direkt in Prozenten (%atmo) angezeigt. Feuchtwerte unter 40 % liegen außerhalb der Toleranzen, die für unsere übrigen Geräte gelten und sollten nicht berücksichtigt werden. Im Feuchtebereich **unter 40 %** sollte nur im normalen Holzfeuchte-Messbereich (**X-Y**) und mit den Elektroden M 20 bzw. M 18 gemessen werden.

Die Elektrode ist serienmäßig mit Spitzen von 23 mm Länge ausgestattet und auch auf diese Länge abgestimmt. Der angezeigte Feuchtwert bezieht sich auf den Mittelwert des von den Spitzen durchdrungenen Holzdickenbereiches. Bei Verwendung anderer Spitzenlängen, die wir nicht empfehlen können, ist mit einer entsprechenden Abweichung zu rechnen.

Elektroden spitzen bis zum **beiderseitigen Anschlag** an den Hutmuttern (**beide Hutmuttern müssen das Holz berühren**) in das zu messende Holz eindrücken oder vorsichtig einschlagen. Elektrode mit dem Messgerät verbinden, Schalter (8) auf Stellung "M" bringen, Einschalttaste drücken und den Messwert (%-Feuchte) ablesen.

Zum Herausziehen können die Elektrodennadeln durch leichte Hebelbewegungen in Spitzenrichtung gelockert werden. Vor den Messungen ist auf einen festen Sitz der Elektrodenspitzen zu achten, ggf. sind die Hutmutter nachzuziehen.

Allgemeine Hinweise zur Holzfeuchtemessung

Die Hydromette RTU 600 arbeitet nach dem seit Jahren bekannten Verfahren der elektrischen Widerstands- bzw. Leitfähigkeitsmessung. Dieses Verfahren beruht darauf, dass der elektrische Widerstand stark von der jeweiligen Holzfeuchte abhängt. Die Leitfähigkeit von darrtrockenem Holz ist sehr gering bzw. der Widerstand so groß, dass kein nennenswerter Strom fließen kann. Je mehr Wasser vorhanden ist, umso leitfähiger wird das Holz bzw. umso geringer wird der elektrische Widerstand.

Oberhalb des Fasersättigungspunktes (ab ca. 30 % Holzfeuchte) verliert die Messung je nach Holzart, Rohdichte und Holztemperatur mit zunehmender Holzfeuchte an Genauigkeit. So zeigen insbesondere europäische Nadelhölzer und Exoten der Gattung Meranti/Lauan größere Messdifferenzen (ab 40 % Holzfeuchte), während z. B. die Holzarten Eiche, Buche, Limba bis in hohe Feuchtigkeitsbereiche (ca. 60 bis 80 % Holzfeuchte) relativ exakt gemessen werden können.

Um möglichst qualitativ gute Messergebnisse zu erzielen, sollten die zur Probe ausgewählten Hölzer an mehreren Stellen gemessen werden. Hierzu müssen die Elektrodenspitzen quer zur Faserichtung bis mindestens $\frac{1}{4}$, höchstens $\frac{1}{3}$ der Gesamtholzstärke eingetrieben werden. Die Messung von gefrorenem Holz über 20 % Holzfeuchte ist nicht möglich.

Für Messungen in Nadelholz mit hoher Feuchte (40 bis 200 %) wurde speziell die Aktiv-Elektrode MH 34 entwickelt.

Statische Aufladung

Bei niedrigen Holzfeuchten unter 10 % kann sich, begünstigt durch äußere Umstände (Reibungen beim Materialtransport, hoher Isolationswert des Umgebungsbereiches, niedrige relative Luftfeuchte, etc.), statische Elektrizität mit hoher Spannung aufbauen, die nicht nur zu starken Messwertschwankungen oder Minusanzeigen bei Holzfeuchte-Messgeräten, sondern teilweise auch zur Zerstörung von Transistoren und ICs dieser Geräte führen kann. Auch der Messgeräte-Bediener selbst kann - ungewollt - durch seine Bekleidung zum Aufbau einer statischen Ladung beitragen. Durch absolute Ruhestellung des Bedieners, des Messgerätes und des Kabels während des Messvorgangs ist eine deutliche Besserung zu erzielen.

Speziell am Ausgang von **Furniertrocknern** ist mit hohen statischen Aufladungen zu rechnen, weshalb Feuchtemessungen an getrockneten Furnieren erst vorgenommen werden sollten, wenn sich die statische Elektrizität abgebaut hat. Durch geeignete Erdungsmaßnahmen kann dies beschleunigt werden.

Holzfeuchtegleichgewicht - Ausgleichsfeuchtigkeit

Wird Holz über einen längeren Zeitraum in einem bestimmten Klima gelagert, so nimmt es eine diesem Klima entsprechende Feuchtigkeit an, die auch als Ausgleichsfeuchte oder Holzfeuchtegleichgewicht bezeichnet wird.

Bei Erreichen der Ausgleichsfeuchte gibt das Holz bei gleichbleibendem Umgebungsklima keine Feuchtigkeit mehr ab und nimmt auch keine Feuchtigkeit wieder auf.

Nachstehend einige Ausgleichsfeuchtwerte, die sich bei Holz unter den genannten Bedingungen einstellen.

| Holzfeuchtegleichgewicht | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Relative Luftfeuchte | Lufttemperatur in °C | | | | |
| | 10° | 15° | 20° | 25° | 30° |
| | Holzfeuchtigkeit | | | | |
| 20% | 4,7% | 4,7% | 4,6% | 4,4% | 4,3% |
| 30% | 6,3% | 6,2% | 6,1% | 6,0% | 5,9% |
| 40% | 7,9% | 7,8% | 7,7% | 7,5% | 7,5% |
| 50% | 9,4% | 9,3% | 9,2% | 9,0% | 9,0% |
| 60% | 11,1% | 11,0% | 10,8% | 10,6% | 10,5% |
| 70% | 13,3% | 13,2% | 13,0% | 12,8% | 12,6% |
| 80% | 16,2% | 16,3% | 16,0% | 15,8% | 15,6% |
| 90% | 21,2% | 21,2% | 20,6% | 20,3% | 20,1% |

Holzfeuchtegleichgewichtswerte, die hier nicht angegeben sind, können in Form eines Diagramms beim Hersteller angefordert werden.

Durchschnittliche Feuchtwerte bei der Holzverarbeitung

(Bearbeitungs- bzw. Ausgleichsfeuchtwerte)

| | | | |
|--|-----|------|----------|
| Sperrplatten und Schichtholz | ca. | 5 - | 7 % HF. |
| Holz, Parkett, Holzwerkstoffe und Möbel bei Zentralheizung | ca. | 6 - | 9 % HF. |
| Einrichtungsgegenstände bzw. Einbauten aus Holz in Wohnräumen mit normaler Ofenheizung | ca. | 8 - | 10 % HF. |
| Einrichtungsgegenstände bzw. Einbauten aus Holz in Schlafzimmern und Küchen mit normaler Ofenheizung | ca. | 10 - | 12 % HF. |
| Außenfenster und Außentüren | ca. | 12 - | 15 % HF. |
| Bauholz in durchlüfteten und schwach beheizten Räumen | ca. | 11 - | 14 % HF. |
| Bauholz in durchlüfteten, unbeheizten Räumen | ca. | 13 - | 16 % HF. |
| Bauholz unter offenen, aber überdachten Plätzen | ca. | 15 - | 20 % HF. |

Ungeschützte Holzwerkstoffe an gut belüfteter Stelle

ca. 16 - 24 % HF.

Ungeschützte Holzwerkstoffe an feuchten und unbelüfteten Stellen

ca. 24 - 32 % HF.

Wachstumsbereiche von Pilzen bei bestimmten Holzfeuchte-Werten

| | | | |
|---------------------|-------------|------|---------|
| Hausschwamm | 18 - 22 °C, | 20 - | 28 % HF |
| Kellerschwamm | 22 - 26 °C, | ca. | 55 % HF |
| Weißer Porenschwamm | 25 - 28 °C, | 40 - | 50 % HF |
| Tannenblättling | | 35 - | 45 % HF |
| Sägeblättling | | 40 - | 60 % HF |
| Bläuepilze | | über | 25 % HF |

Feuchtebereiche für Anstriche auf Holz

| | |
|--------------------------|----------------|
| Dispersionsfarben | unter ca. 25 % |
| Kunstharzlacke | unter ca. 15 % |
| Lack- und Ölfarben | unter ca. 15 % |
| Kautschukfarben | unter ca. 13 % |
| Lacke auf Cellulosebasis | unter ca. 12 % |
| Zweikomponentenlacke | unter ca. 11 % |
| UP-Lacke | unter ca. 11 % |

Empfehlung:

Informieren Sie sich bei den Farbherstellern. Ermitteln Sie mit vorstehender Tabelle die mittlere Holzgleichgewichtsfeuchte des zu streichenden Teiles unter Berücksichtigung des jeweiligen Standortes. Die Beschichtung sollte normalerweise nur in trockenem Zustand erfolgen.

Schwinden des Holzes

Schwindmaß q (%) in tangentialer und radialer Richtung bei Abnahme der Holzfeuchtigkeit im 1 % für verschiedene Holzarten:

| Holzart | q_{tang} | q_{rad} | Holzart | q_{tang} | q_{rad} |
|--------------|-------------------|------------------|----------|-------------------|------------------|
| Brasilkiefer | 0,33 | 0,19 | Linde | 0,30 | 0,23 |
| Fichte | 0,33 | 0,19 | Mahagoni | 0,20 | 0,15 |
| Hemlock | 0,25 | 0,13 | Makoré | 0,27 | 0,22 |
| Kiefer | 0,32 | 0,19 | Niangon | 0,36 | 0,19 |
| Abachi | 0,19 | 0,11 | Nussbaum | 0,30 | 0,20 |
| Abura | 0,29 | 0,18 | Okoumé | 0,24 | 0,16 |
| Afrommosia | 0,32 | 0,18 | Ramin | 0,39 | 0,19 |
| Azelia | 0,22 | 0,11 | Rotbuche | 0,38 | 0,22 |
| Ahorn | 0,30 | 0,20 | Rüster | 0,29 | 0,20 |
| Eiche | 0,32 | 0,19 | Sapelli | 0,26 | 0,19 |
| Esche | 0,38 | 0,21 | Teak | 0,26 | 0,16 |
| Iroko | 0,28 | 0,19 | Utile | 0,25 | 0,20 |
| Limba | 0,22 | 0,17 | Weide | 0,35 | 0,26 |

Ein 50 mm starkes Eichenholzstück, das mit 14 % Holzfeuchte verarbeitet wird und anschließend auf 8 % nachtrocknet, würde demnach in der Stärke 0,57 mm verlieren ($6 \% \text{ Feuchtedifferenz} \times 0,19 = 1,14 \% \text{ von } 50 \text{ mm Holzstärke} = 0,57 \text{ mm}$). Bei größeren Abmessungen des Holzstückes erhöht sich der Schwindverlust entsprechend. Feuchtigkeitsveränderungen im hygroskopischen Bereich des Holzes zwischen 0 % Holzfeuchte und dem Fasersättigungspunkt sind generell mit Formveränderungen verbunden.

Bedienungsanleitung zur Messung der Feuchtigkeit in Baustoffen

mit den Tiefensonden nach dem Widerstands-Messprinzip

Schalter (7) auf Position "B" stellen.

Buchse (1) mittels Messkabel MK 8 mit der gewählten Elektrode verbinden und Elektroden nach Vorschrift in das zu messende Gut einbringen.

Messtaste (12) drücken und Messwert (in Digits) im Anzeigefeld (3) ablesen.

Feuchtwert in % entsprechend dem abgelesenen Messwert aus den nachfolgenden Tabellen entnehmen.

Anschluss der Elektroden

Das Gerät kann je nach Messaufgabe in Verbindung mit unterschiedlichen Elektroden eingesetzt werden. Die Elektroden sind mit dem dazu passenden Messkabel MK 8 an das Messgerät anzuschließen. Geräteseitig ist dieses Kabel mit einem BNC-Stecker versehen, dessen äußerer Rast-ring beim Anschluss nach rechts zu drehen ist, bis er einrastet. Beim Lösen des Kabels Rastring nach links drehen und Stecker abziehen. **Keine Gewalt anwenden - nicht am Kabel ziehen!**

Messung von abgebundenen Baustoffen

Bei der Messung von abgebundenen anorganischen Baustoffen ist der dem Messergebnis (Digits) entsprechende tatsächliche Feuchtigkeitsgehalt (in Gewichtsprozenten, bezogen auf den Trocken-zustand) aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. In weichen Baustoffen sollte die Elektrode M 20 verwendet werden, in Estrich und Beton die Elektrodenpaare M 6 oder M 21/100 in Verbindung mit Kontaktmasse.

Für Tiefenmessungen in Beton oder Mauerwerk bis 25 cm steht das Elektrodenpaar M 21/250 zur Verfügung. Zur Messung an gedämmten Flachdächern, an hinterlüfteten Fassaden bzw. in Fachwerkbauten kann die Elektrode M 20-Bi mit 200 oder 300 mm langen, am Schaft isolierten Spitzen eingesetzt werden.

Für Oberflächen-Messungen (z. B. an Beton etc.) stehen spezielle Messkappen Typ M 20-OF 15 zur Verfügung. Sie sind nur in Verbindung mit der Elektrode M 20 einsetzbar.

Einschlag-Elektrode M 20

Für Tiefenmessungen in weichen abgebundenen Baustoffen (Gips, Putz, Ytong etc.) bis maximal 70 mm Tiefe Elektrode mit beiden Nadeln in das Messgut einschlagen (Elektrodenkörper besteht aus schlagfestem Kunststoff). Es ist darauf zu achten, dass beide Spitzen der Elektrode in ihrer vollen Länge nur den Baustoffteil erfassen, der gemessen werden soll.

Beim Herausziehen können durch leichte Hebelbewegungen die Nadeln gelockert werden. Die Überwurfmutter sollten möglichst vor einer Messreihe mit einem Schlüssel oder einer Zange angezogen werden. Lockere Elektrodenspitzen brechen leicht ab.

Bei Erstausslieferung des Messgerätes mit Elektrode M 20 sind je 10 Ersatznadeln mit 16 und 23 mm Länge beigelegt. Diese sind zur Messung bis in Tiefen von maximal 20 bzw. 30 mm geeignet. Sollen größere Tiefen erreicht werden, so können die Elektrodennadeln durch längere Ausführungen (40 und 60 mm) ersetzt werden. Dabei nimmt mit der Nadellänge auch die Bruchgefahr zu.

Oberflächen-Messkappen M 20-OF 15

Für Oberflächenmessungen an glatten Materialien sind die beiden Sechskant-Überwurfmutter abzuschrauben und durch die Oberflächen-Messkappen zu ersetzen. Zur Messung sind die beiden Kontaktflächen fest auf das zu messende Material aufzudrücken. Die Messtiefe beträgt ca. 3 mm. An der Messfläche festhaftende Partikel müssen regelmäßig entfernt werden. Sollten die elastischen Kunststoff-Messwertnehmer beschädigt sein, so können sie nachbestellt (Nr. 4316) und mittels handelsüblichen Sekundenklebers auf Cyanatbasis aufgeklebt werden.

Achtung:

Durch Verunreinigungen der Oberfläche (z. B. Schalöl) können Messfehler entstehen.

Einstech-Elektrode M 6

Die beiden nur zur Messung von abgebundenen Baustoffen bestimmten Elektroden sind im Abstand von ca. 10 cm in das Messgut einzudrücken. Beide Elektroden sind generell nur in das **gleiche** zusammenhängende Messgut einzubringen. Wo dies wegen der Härte des Messgutes (Estrich, Beton etc.) nicht möglich ist, sind Löcher im Durchmesser von ca. 6 mm vorzubohren und mit Kontaktmasse auszufüllen. In die Kontaktmasse sind dann die Spitzen der beiden Elektroden einzustechen.

Bei der Erstauslieferung der Einstech-Elektroden M 6 sind jeweils 2 Elektrodenspitzen mit 23, 40 und 60 mm Länge beigelegt. Diese sind zur Messung bis in Tiefen von 30, 50 und 70 mm geeignet.

Die Überwurfmutter sollten mit einem Schlüssel angezogen werden. Um eine einwandfreie Kontaktgabe zu gewährleisten, ist besonders darauf zu achten, dass die vorgebohrten Löcher kompakt und in voller Tiefe ausgefüllt werden.

Achtung:

Beim Einschlagen in harte Baustoffe (Estrich, Beton etc.) ohne Verwendung von Kontaktmasse) kann es zu einer erheblichen Messdifferenz (es wird ein zu niedriger Wert angezeigt) kommen.

Tiefen-Elektroden M 21-100/250

Die beiden nur zur Messung von abgebundenen Baustoffen bestimmten Elektroden erlauben eine Tiefenmessung bis maximal 100 bzw. 250 mm. Durch die isolierten Hülsen wird eine Verfälschung des Messergebnisses durch höhere Oberflächenfeuchtigkeit infolge von Tau oder Regen vermieden.

Im Abstand von ca. 10 cm sind zwei Sacklöcher mit 8 bzw. 10 mm \varnothing zu bohren (die Messstrecke muss zusammenhängend sein und aus dem gleichen Material bestehen).

Sehr wichtig ist ein scharfer Bohrer und niedrige Drehzahl. Bei starker Erwärmung des Bohrloches ist vor Einbringen der Elektroden bzw. der Kontaktmasse mindestens 10 Minuten zu warten. Rohrspitze 30 mm senkrecht in die Kontaktmasse einstecken und die mit Kontaktmasse gefüllte Spitze entnehmen. Elektrodenrohr zur Spitze hin säubern und bis zum Anschlag in das Sackloch einführen.

Das zweite Bohrloch ist auf gleiche Weise vorzubereiten. Elektrodenstab mit dem Büschelstecker des Messkabels verbinden und in das Elektrodenrohr einschieben. Durch Druck mit dem Stab ist die Kontaktmasse an das Ende des Bohrloches zu pressen. Messkabel mit dem Messgerät verbinden, Messtaste drücken und Messwert (Digits) ablesen.

Achtung:

Messwertverfälschungen können unter Umständen durch übermäßige Füllung des Elektrodenrohres mit Kontaktmasse sowie durch wiederholtes Aus- und Einführen eines mit Kontaktmasse behafteten Elektrodenrohres auftreten.

Kontaktmasse

Die Kontaktmasse wird in einer mit einem Schraubdeckel verschließbaren Plastikdose zu ca. 400/450 g geliefert. Sie dient zur Herstellung einer einwandfreien Kontaktgabe zwischen der Elektroden spitze und dem zu messenden Baustoff bzw. zur zusätzlichen Verlängerung der Elektroden spitzen (Elektrode M 6). Durch das in der hochleitfähigen Masse enthaltene Wasser wird dem zu messenden Material die durch den Bohrvorgang verdrängte Feuchtigkeit wieder zugeführt.

Aufgrund der hohen Leitfähigkeit ist darauf zu achten, dass die Kontaktmasse nicht an der Oberfläche des Messgutes verschmiert wird. Zweckmäßigerweise sollte bei Verwendung der Elektroden M 6 eine entsprechende Menge zu einem dünnen Strang geformt und mit der Rückseite des Bohrers in das Bohrloch gedrückt werden.

Die Kontaktmasse kann durch Beimengung von normalem Leitungswasser immer knetfähig gehalten werden. Die Menge reicht im Allgemeinen für ca. 30 bis 50 Messungen.

Einsteck-Elektrodenpaar M 20-BI 200/300

Zur Tiefenmessung an versteckt liegenden Balken in Altbauten und an Fachwerkhäusern, insbesondere zur Feuchtigkeitsfeststellung in isolierten (gedämmten) Flachdächern und an gedämmten bzw. hinterlüfteten Fassaden.

Um die Isolierung der Spitzen nicht zu beschädigen, sollte das Durchstoßen von härteren Baustoffen (Putz, Gipskartonplatten etc.) vermieden werden. Dämmstoffe wie Styropor, Steinwolle etc. können selbstverständlich durchstoßen werden. Ansonsten ist mit einem Bohrer mit 10 mm Ø vorzubohren. Durch die isolierten Spitzen sind verfälschende Einflüsse weitgehend ausgeschlossen.

Sechskant-Überwurfmuttern mit Standard-Elektroden spitzen an der Elektrode M 20 abnehmen und durch Elektroden spitzen M 20-Bi ersetzen. Fest anziehen!

Ausgleichsfeuchte/ Haushaltsfeuchte

Die allgemein genannten Ausgleichswerte beziehen sich auf ein Klima von 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte. Häufig werden diese Werte auch mit "Haushaltsfeuchte" oder als "lufttrocken" bezeichnet. Sie dürfen jedoch nicht mit den Werten verwechselt werden, bei denen eine Be- oder Verarbeitungsfähigkeit des Werkstoffes gegeben ist.

Bodenbeläge und Anstriche müssen in Verbindung mit der jeweiligen Diffusionsfähigkeit des eingesetzten Materials gesehen und beurteilt werden. So ist z. B. bei der Verlegung eines PVC-Belages die spätere mittlere Ausgleichsfeuchte zugrunde zu legen, d. h. in einem zentralbeheizten Raum mit Anhydrit-Estrich ist mit der Verlegung so lange zu warten, bis sich eine Feuchtigkeit von ca. 0,6 Gewichtsprozenten eingestellt hat.

Die Verlegung eines Holzparkettbodens auf einem Zementestrich bei normaler Ofenheizung kann dagegen noch im Feuchtebereich von 2,5 - 3,0 Gewichtsprozenten erfolgen.

Auch bei der Beurteilung von Wandflächen ist das jeweilige langfristige Umgebungsklima zu berücksichtigen. Der Kalkmörtelputz in einem älteren Gewölbekeller kann durchaus eine Feuchtigkeit von 2,6 Gewichtsprozenten enthalten, ein Gipsputz in einem zentralbeheizten Raum müsste aber bereits ab einer Feuchtigkeit von 1 Gewichtsprozent als zu feucht bezeichnet werden.

Bei der Beurteilung der Feuchtigkeit eines Baustoffes ist vorrangig, das umgebende Klima zu beachten. Alle Materialien sind ständig wechselnden Temperaturen und Luftfeuchten ausgesetzt. Die Beeinflussung der Materialfeuchte hängt wesentlich von der Wärmeleitfähigkeit, der Wärmekapazität, dem Wasserdampf-Diffusionswiderstand sowie der hygroskopischen Eigenschaft des Stoffes ab.

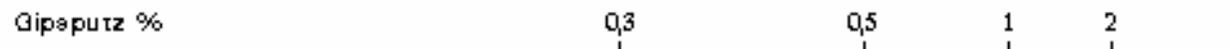
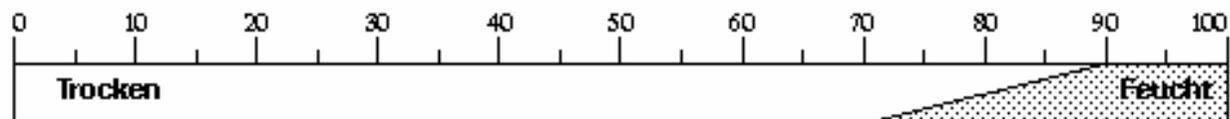
Die "Soll-Feuchte" eines Stoffes ist die Feuchte, die dem Mittelwert der Ausgleichs-feuchte unter wechselnden klimatischen Bedingungen entspricht, denen er dauernd ausgesetzt ist. Die Luftfeuchtwerte in Wohnräumen liegen im Sommer für Zentraleuropa bei ca. 45 - 65 % rel. Luftfeuchte und im Winter bei ca. 30 - 45 % rel. Luftfeuchte. Durch diese Schwankungen treten vor allem in zentralbeheizten Räumen im Winter verstärkt Schäden auf.

Es ist nicht möglich, allgemein gültige Werte festzulegen. Es bedarf vielmehr immer der handwerklichen und sachverständigen Erfahrung, um Messwerte richtig zu beurteilen.

Bei organischen Baustoffen wird der Wassergehalt allgemein in Gewichtsprozenten angegeben, da der hygroskopische Wassergehalt des jeweiligen Materials weitgehend proportional zur Dichte verläuft, d. h. für alle Rohdichten eines Baustoffes wird bei Angabe der Feuchte in Gewichtsprozenten der gleiche Wert angezeigt. In Volumenprozenten würde deshalb bei doppelter Rohdichte die Anzeige doppelt so groß werden.

Vergleichstabelle Luftfeuchte - Baufeuchte

Relative Luftfeuchte %



Ermittlung der Gewichtsprozente

$$\text{Gewichtsprozente} = \frac{(\text{Nassgewicht} - \text{Trockengewicht}) \times 100}{\text{Trockengewicht}}$$

Umrechnungen sind nach folgenden Formeln vorzunehmen:

$$\text{Volumenprozente} = \frac{\text{Rohdichte} \times \text{Gewichtsprozente}}{1\,000}$$

$$\text{Gewichtsprozente} = \frac{\text{Volumenprozente} \times 1\,000}{\text{Rohdichte}}$$

$$\text{Rohdichte} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Umrechnungstabellen für Baustoffe

Die Umrechnungswerte nachstehender Tabellen/Grafiken verstehen sich als Feuchtigkeitsgehalt in Gewichtsprozenten (Gew. %) bezogen auf den Trockenzustand. Teilweise sind auch Umrechnungen in CM-% möglich.

Die Grundlagen für die nachstehenden Tabellen wurden von verschiedenen Institutionen erstellt, u. a. von der

Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen an der
Universität Stuttgart,

Firma Elastizell, Hamburg-Wilhelmsburg,

Firma Bayerisches Duramentwerk, Nürnberg

sowie dem

Forschungs- und Untersuchungszentrum für Bauwerke und öffentliche
Arbeiten, F-Paris.

Ausgleichsfeuchtwerte

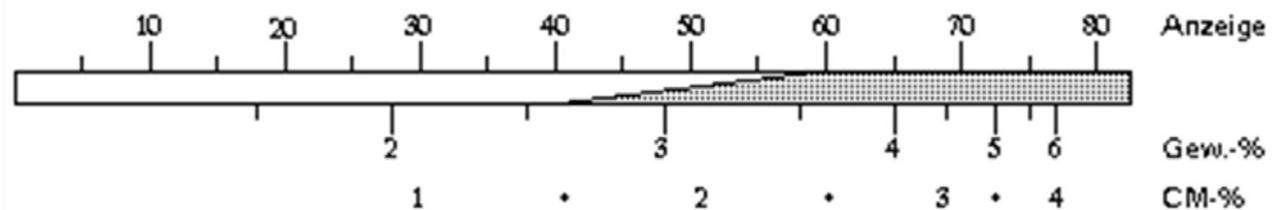
Die in folgender Grafik dargestellten Bereiche bedeuten:



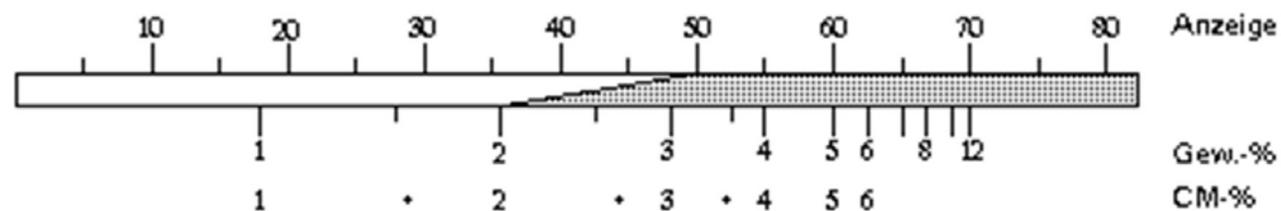
| | | |
|-------------------------|-------------------|--|
| Heller Bereich: | Trocken- | Ausgleichsfeuchte erreicht. |
| Hell-Dunkel: | Ausgleichsphase - | Vorsicht! Diffusionsunfähige Beläge oder Kleber sollten noch nicht verarbeitet werden! |
| Dunkler Bereich: | Feucht - | Be- oder Verarbeitung mit sehr hohem Risiko! |

Bitte beachten Sie, dass der vollständige Feuchteausgleich bei Baustoffen meist erst nach 1 - 2 Jahren eintritt. Entscheidend hierfür sind die direkte Abschottung (Dampfsperre) sowie die langfristig umgebende Feuchte.

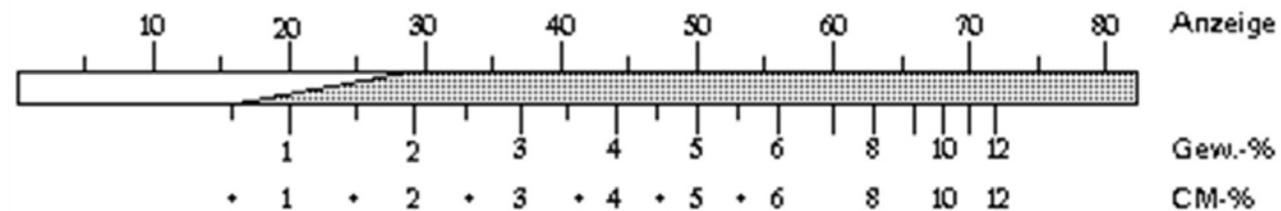
Zementmörtel ZM



Kalkmörtel KM



Gipsputz



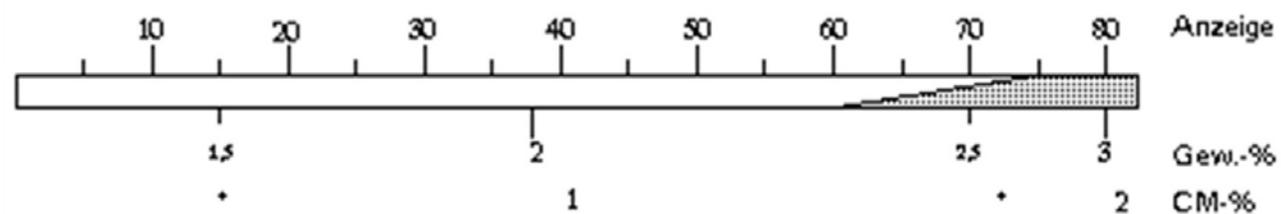
Beton B15



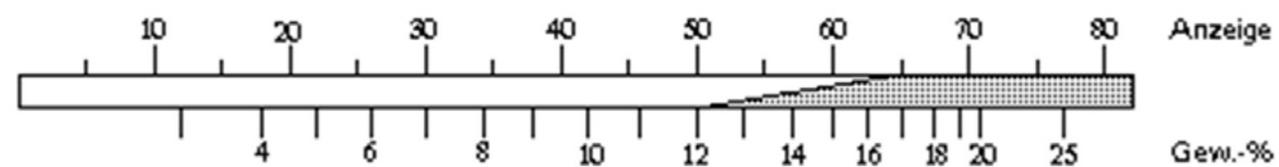
Beton B25



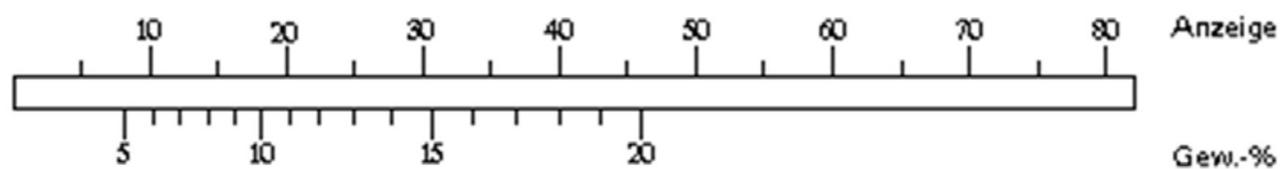
Beton B35



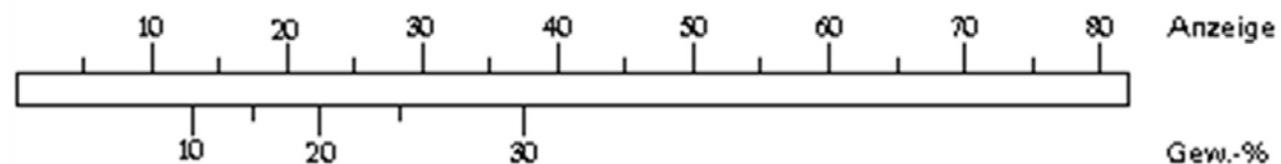
Gasbeton



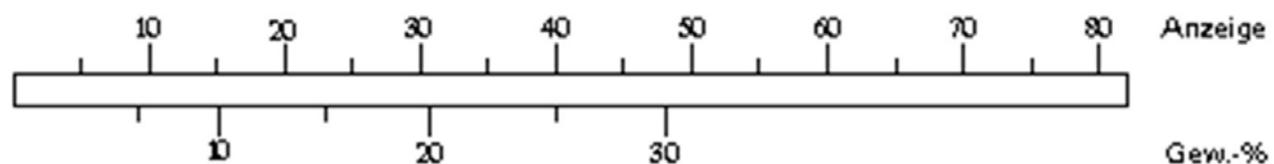
Zementgebundene Spanplatten



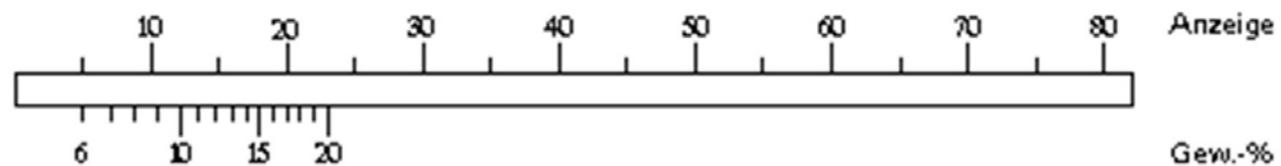
Holzweichfaserplatten, Bitum.



Kork

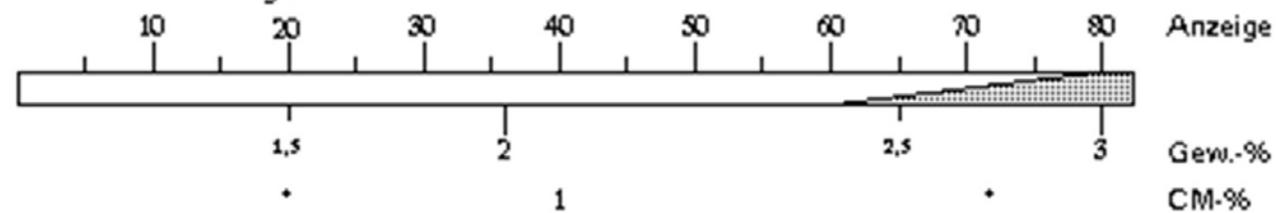


Styropor



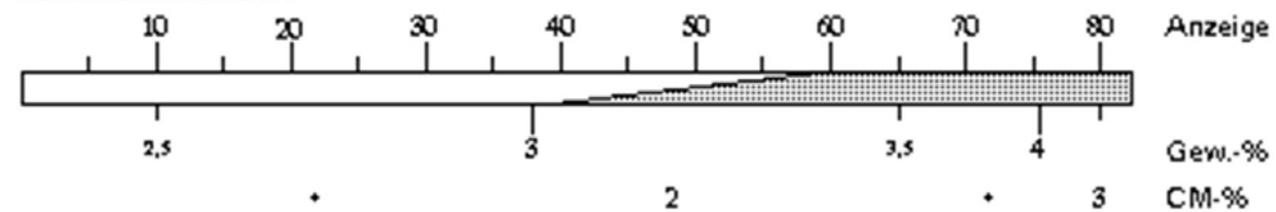
Zementestrich ZE

ohne Zusatz oder mit
Abbindebeschleuniger



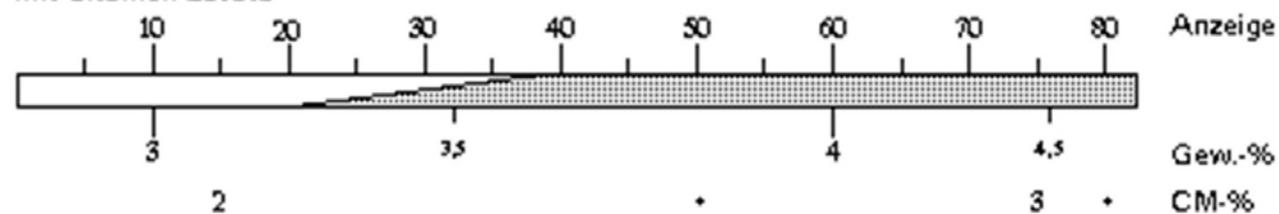
Zementestrich ZE

kunststoffmodifiziert

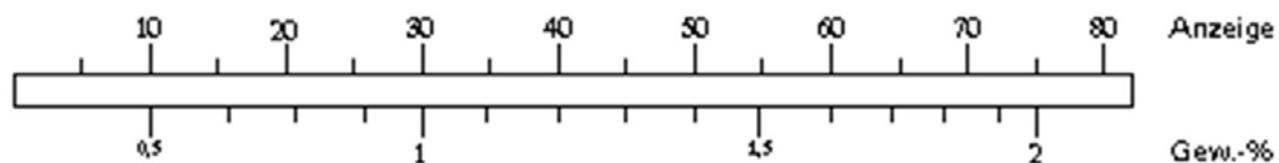


Zementestrich ZE

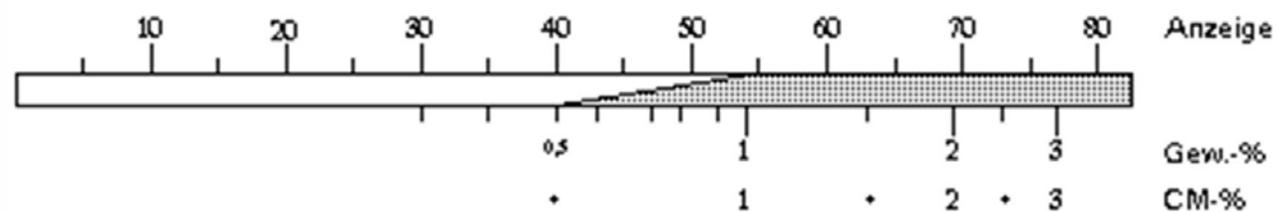
mit Bitumen-Zusatz



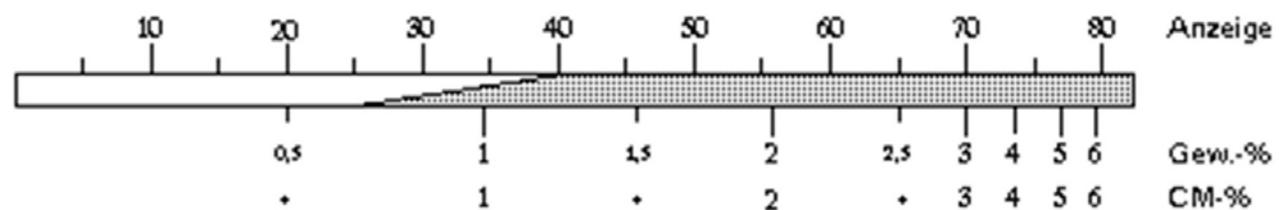
Ardurapid-Zementestrich



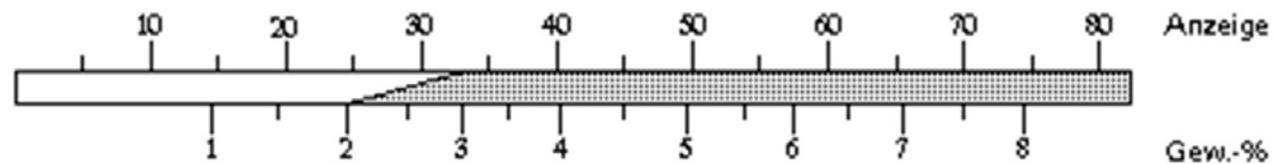
Anhydrit-Estrich AE, AFE



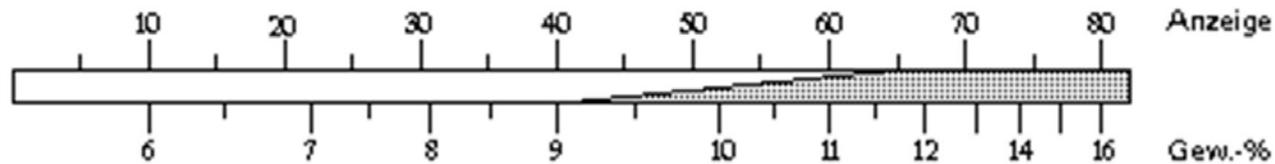
Gipsestrich



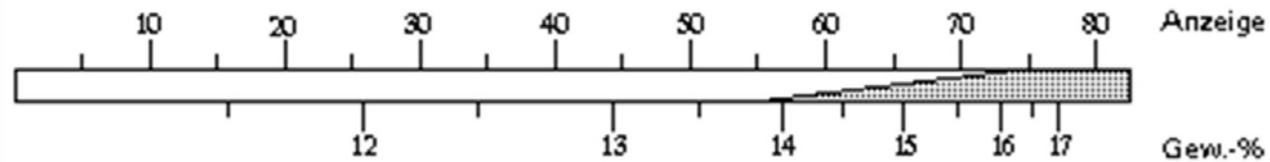
Elastizell-Estrich



Holzzementestrich



Steinholz nach DIN



In den Umrechnungstabellen nicht enthaltene Bau- oder Dämmstoffe

Baustoffe, wie z. B. Ziegelstein, Kalksandstein etc., können aufgrund ihrer unterschiedlichen Mineralbeimengungen oder Brenndauer nicht mit der üblichen Genauigkeit gemessen werden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass Vergleichsmessungen im gleichen Baustoff und am gleichen Objekt nicht aussagefähig sind.

Durch unterschiedlich hohe Anzeigewerte kann z. B. ein Feuchtigkeitsfeld (Wasserschaden) in seiner Ausdehnung lokalisiert oder durch vergleichende Messungen an trockenen Innenwänden und feuchten Außenwänden Austrocknungsfortschritte festgestellt werden.

Dämmstoffe, z. B. Stein-/Glaswolle, Kunststoffschäume, etc., können in trockenem Zustand aufgrund ihrer hohen Isolationsfähigkeit nicht genau gemessen werden. Meist werden hier Messwerte (ständig laufende Werte) durch körpereigene Statik vorgetäuscht bzw. Minuswerte angezeigt. Feuchte bis nasse Dämmstoffe werden relativ gut erkennbar im Bereich von 20 - 100 Digits angezeigt. Eine Umrechnung in Gewichts- oder Volumenprozent ist jedoch nicht möglich. Wichtig ist hierbei, dass der Dämmstoff nicht vollständig durchstoßen wird. Da der unter dem Dämmstoff liegende Baustoff meist bereits vorher durchfeuchtet ist, kann bei durchgestoßener Messelektrode ein falscher Wert angezeigt werden.

Empfehlung:

Bei festen Baustoffen mit unterschiedlichen Beimengungen (z. B. Zuschlagstoffe), bei denen die Rohwichte bekannt ist, empfehlen wir den Einsatz der Aktiv-Elektrode B 50 zur zerstörungsfreien Messung.

Bedienungsanleitung

zur zerstörungsfreien Feuchtigkeitsmessung in Baustoffen mit den

Aktiv-Elektroden MB 35 und B 50

Schalter (8) auf Position "M" stellen.

Buchse (2) mit dem Verbindungskabel der gewählten Elektrode verbinden und Elektroden nach Vorschrift auf das zu messende Gut aufdrücken.

Messtaste (12) drücken und Messwert im Anzeigefeld (3) ablesen.

GANN Aktiv-Elektrode MB 35

Die GANN Aktiv-Elektrode MB 35 wurde speziell zur Messung der **Oberflächenfeuchte** in Beton und Estrich-Beton entwickelt. Sie ist besonders für Kontrollmessungen vor einer Beschichtung oder dem Aufbringen von Klebstoffen geeignet.

Der Messbereich reicht von 1,0 bis 8,0 Gewichtsprozent (nach Darrprobe) und wird auf der Digital-Anzeige direkt in Prozenten (Gew.%) angezeigt. Eine Umrechnung in CM-Werte ist mit Hilfe der nachstehenden Tabelle möglich.

Die Elektrode ist serienmäßig mit den Oberflächen-Messkappen M 20-OF 15 mit elastischen Messführlern aus leitfähigem Kunststoff ausgestattet, die mit dem Sondenträger (Messkappen) verklebt sind. Die Oberflächen-Messkappen sind mit dem Elektrodenträger verschraubt, auf festen Sitz ist zu achten. Bei Verschleiß oder Beschädigung der elastischen Messwertnehmer sind diese auszutauschen. Die neuen Messfühler (Best.-Nr. 4315) müssen mit einem kleinen Tropfen Cyanat-Kleber in der Mitte der Pads auf den Messkappenteller geklebt werden.

Handhabung der Aktiv-Elektrode MB 35

Elektrode mit dem Messgerät verbinden und beide Messwertnehmer fest auf die Betonoberfläche drücken. Messtaste am Gerät drücken und Messwert (Gew.%) ablesen.

Um korrekte Messwerte zu erhalten, sollte die Betonoberfläche vor der Messung von Staub, Trennmittel und sonstigen Verunreinigungen gesäubert werden.

Umrechnungstabelle für Beton in Gewichtsprozente / CM-Prozente

| | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gew% | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 |
| CM % | 0,4 | 1,2 | 2,0 | 2,8 | 3,6 | 4,5 | 5,5 |

GANN Aktiv-Elektrode B 50 und B 60

Die GANN Aktiv-Elektrode B 50 ist ein dielektrischer Feuchtigkeits-Sensor zur Feststellung von Auffeuchtungen und der Feuchteverteilung in Baustoffen wie z. B. Mauerwerk, Beton, Estrich, Holz, Isolierstoffe usw..

Die Messung beruht auf dem Messprinzip des kapazitiven elektrischen Feldes. Das Messfeld bildet sich zwischen der aktiven Kugel an der Geräteoberseite und der zu beurteilenden Untergrundmasse aus. Die Veränderung des elektrischen Feldes durch Material und Feuchte wird erfasst und auf der Anzeige des Messgerätes digital angezeigt (0 - 199 Digits).

Die Messung ist eine relative Messung, d. h. es wird der Unterschied zwischen dem trockenen und dem feuchten Baustoff angezeigt.

Ein Rückschluss auf die absolute Feuchte in Gewichtsprozenten oder auf die Feuchte nach CM-Prozenten (siehe nachstehende Tabelle) ist nur bei normalem Austrocknungsverlauf möglich.

Eine zu beachtende Einflussgröße ist die Rohwichte des zu prüfenden Baustoffes. Grundsätzlich wird sich mit steigender Rohwichte der Anzeigewert beim trockenen und feuchten Baustoff entsprechend erhöhen (siehe auch beiliegende Anzeigetabelle).

Aktiv-Elektrode B 60

Die Aktiv-Elektrode B 60 erlaubt durch den eingebauten Grenzwerteinsteller und den akustischen Signalgeber eine Beurteilung der Materialfeuchte ohne direkte Sicht auf die LCD-Anzeige. Bei Überschreitung des eingestellten Grenzwertes ertönt ein Pfeifton. Die Signaltoleranz liegt im Bereich von 30 bis 70 Digits bei +/- 2 und im Bereich von 80 bis 140 Digits bei +/- 3 Digits.

Zur Orientierung über die zu erwartende Anzeige dienen folgende Hinweise als Anhaltspunkt:

| | | |
|-----------------------------|---------|------------------|
| Holz | trocken | 25 – 40 Digits |
| | feucht | 80 – 140 Digits |
| Wohnraum-Mauerwerk | trocken | 25 – 40 Digits |
| | feucht | 100 – 150 Digits |
| Kellerraum-Mauerwerk | trocken | 60 – 80 Digits |
| | feucht | 100 – 150 Digits |

Bei Anzeigen über 130 Digits ist je nach Rohwichte schon mit beginnendem Flüssigkeitswasser-Vorkommen zu rechnen.

Bei Metall im Untergrund (Betonstahl, Leitungen, Rohre, Putzschielen usw.) springt die Anzeige auf ca. 80 Digits (bei sehr geringer Überdeckung auch etwas höher) bei sonst trockener Umgebung. Dies ist bei der Beurteilung der Anzeigewert zu beachten.

Handhabung der Aktiv-Elektrode B 50

Um eine Beeinflussung durch die Hand des Messenden zu vermeiden, darf die Elektrode beim Mess- und Kontrollvorgang nur an der unteren Hälfte von der Hand bedeckt werden. Die obere Hälfte der Elektrode muss frei bleiben.

Kontrolle

Kugelstab in die Steckbuchse an der Kopfseite der Elektrode einstecken, Verbindungskabel an Messgerät anschließen, Elektrode in die Luft halten und Einschalttaste am Messgerät drücken. Der Anzeigewert muss sich zwischen -5,0 und 5,0 befinden.

Messen

Einschalttaste am Messgerät drücken und mit der Kugel die zu untersuchende Fläche abtasten, die Elektrode muss den Baustoff fest berühren. Die Aktiv-Elektrode ist dabei möglichst senkrecht zur Fläche zu halten. In Eck-/Winkelbereichen ist ein Abstand von ca. 8 - 10 cm zur Kante/Winkel einzuhalten.

Anzeigewerte (Digits) in Abhängigkeit von der Material-Rohwichte

| Rohwichte kg/m ³ | Entsprechende relative Luftfeuchte | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|--------------------|-------------|
| | 30 — 50 — 70 — 80 — 90 — 95 — 100 | | | | | |
| | Anzeige in Digits | | | | | |
| | sehr trocken | normal trocken | halb-trocken | feucht | sehr feucht | nass |
| bis 600 | 10 - 20 | 20 - 40 | 40 - 60 | 60 - 90 | 90 - 110 | über 100 |
| 600 bis 1200 | 20 - 30 | 30 - 50 | 50 - 70 | 70 - 100 | 100 - 120 | über 120 |
| 1200 bis 1800 | 20 - 40 | 40 - 60 | 60 - 80 | 80 - 100 | 110 - 130 | über 130 |
| über 1800 | 30 - 50 | 50 - 70 | 70 - 90 | 90 - 120 | 120 - 140 | über 140 |

Anzeigewerte (Digits) nach Gewichtsprozenten bzw. CM-Prozenten

| Anzeige (Digits) | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
|--|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| Zementestrich ZE | Gew % | 1,8 | 2,2 | 2,7 | 3,2 | 3,6 | 4,1 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 5,9 |
| | dto. CM % | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,9 | 3,2 | 3,6 | 4,0 |
| Anhydritestrich AE, AFE | Gew % | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,5 | 2,9 | 3,3 |
| | dto. CM % | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,5 | 2,9 | 3,3 |
| Beton B15, B 25, B 35 | Gew % | | 1,3 | 1,9 | 2,5 | 3,2 | 3,8 | 4,4 | 5,0 | 5,6 | 6,2 |
| | dto. CM % | | 0,3 | 0,8 | 1,3 | 1,7 | 2,2 | 2,7 | 3,2 | 3,7 | 4,2 |
| Zementmörtel ZM | Gew % | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 4,6 | 6,0 | 7,0 | 7,8 | | | |
| | dto. CM % | 0,6 | 1,5 | 2,3 | 3,1 | 4,0 | 4,8 | 5,6 | | | |
| Kalkmörtel KM | Gew % | 0,6 | 2,0 | 3,3 | 4,5 | | | | | | |
| | dto. CM % | 0,6 | 2,0 | 3,3 | 4,5 | | | | | | |
| Kalk-Zement- Putzmörtel | Gew % | 2,2 | 3,6 | 5,0 | 6,4 | 7,8 | 9,2 | 10,6 | 11,0 | | |
| | dto. CM % | 1,5 | 2,7 | 4,0 | 5,2 | 6,4 | 7,6 | 8,8 | 10,0 | | |
| Gipsputz | Gew % | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,5 | 6,5 | 10,0 | | | |
| | dto. CM % | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,5 | 6,5 | 10,0 | | | |

Die aus vorstehender Tabelle entnommenen Gewichts- bzw. CM-Prozente sind **Richtwerte**. Sie beziehen sich auf einen **normalen** Austrocknungsverlauf mit natürlichem Feuchtegefälle zwischen der Oberfläche und der je nach Rohwichte erreichbaren Tiefe. Bei zu schneller Abtrocknung des Baustoffes (z.B. durch Warmluft, Entfeuchter, Bodenheizung etc.) können durch die geringe Oberflächenfeuchte zu niedrige Messwerte angezeigt werden.

Zeile 1: Gewichtsprozente nach Darrprobe bei 105°C, bei Gips- und Anhydritbindern bei 40°C.

Zeile 2: Gewichtsprozente nach CM-Gerät.

Die **Tiefenwirkung** hängt im Wesentlichen von der jeweiligen Rohwichte und der Oberflächenfeuchte ab. Bei Erstellung der vorstehenden Tabellen wurde von normalen Putz- bzw. Estrichstärken ausgegangen.

Achtung:

Die in der Bedienungsanleitung enthaltenen Hinweise und Tabellen über zulässige oder übliche Feuchtigkeitsverhältnisse in der Praxis sowie die allgemeinen Begriffsdefinitionen wurden der Fachliteratur entnommen. Eine Gewähr für die Richtigkeit kann deshalb vom Hersteller des Gerätes nicht übernommen werden. Die aus den Messergebnissen für jeden Anwender zu ziehenden Schlussfolgerungen richten sich nach den individuellen Gegebenheiten und den aus seiner Berufspraxis gewonnenen Erkenntnissen.

Bedienungsanleitung zur Feuchtigkeitsmessung in Baustoffen

mit den Aktiv-Elektroden RF-T 31 und RF-T 36

in Abhängigkeit von der Luftfeuchte

Schalter (8) auf Position "M" stellen.

Buchse (2) mit dem Stecker des jeweiligen Luftfeuchtefühlers verbinden.

Messtaste (12) drücken und Messwert (in % r.F.) im Anzeigefeld (3) ablesen.

Technische Daten:

Messbereich: Kurzzeitig 5 bis 98 % r. F.
Bei Langzeit-/Dauermessungen über 80 % r. F. sollte der Sensor mit einer Sondereichung versehen werden.

Betriebstemperatur für
Gerät und Elektroden: Kurzzeitig -10 °C bis +60 °C
Langzeitig 0 °C bis +50 °C

Lagerung des Gerätes
und der Elektroden: Kurzzeitig -10 °C bis +60 °C
Langzeitig 5 °C bis +40 °C

Kurzzeitig 5 % bis 98 % r. F. (nicht kondensierend)
Langzeitig 35 % bis 70 % r. F. (nicht kondensierend)

Messung der relativen Luftfeuchte/ Wasseraktivität in Baustoffen

Diese Methode wird vorwiegend für Tiefenmessungen in alten Bausubstanzen eingesetzt, wo Messungen nach dem Widerstands-Messverfahren (Sandstein, Bruchstein, durchfeuchtete Mauern mit Ausblühungen etc.) keine reproduzierbaren Ergebnisse bringen. Hierfür wird die Aktiv-Elektrode RF-T 31 mit Sondenrohrlängen von 250 bzw. 500 mm eingesetzt. Bei Messungen über einen längeren Zeitraum an mehreren Stellen oder in verschiedenen Tiefen, sollten die Bohrlöcher mit Hilfe einer Mauerwerkhülse/Bohrloch-Adapter gesichert und geschlossen werden.

Die Methode der Messung der relativen Luftfeuchte/Ausgleichsfeuchte in Estrichen wird vorwiegend in Großbritannien und den skandinavischen Ländern angewandt. Hierfür wurde speziell die Aktiv-Elektrode RF-T 36 entwickelt. Gegenüber der zerstörungsfreien Messung oder der Widerstandsmessung ist sie jedoch sehr zeitaufwendig und benötigt relativ große Bohrlöcher. Die Sicherheit für den Bodenleger/Bearbeiter ist dafür sehr gut, wenn ein Feuchteausgleich (rel. Luftfeuchte des Raumes gleich der des Bohrloches) abgewartet wird. Diese Methode erhöht auch dort die Sicherheit, wo keine ausreichenden Angaben über die Zusammensetzung des Estriches vorliegen.

Handhabung der Aktiv-Elektrode RF-T 31

Für Tiefenmessungen in Baustoffen mittels der rel. Luftfeuchte sollte außer der Sonde mit einer Fühlerrohrlänge von 250 bzw. 500 mm ein Bohrloch-Adapter/Mauerwerkhülse mit 150, 250 oder 500 mm Länge eingesetzt werden.

Zur Messung wird ein Sackloch mit 16 mm Ø bis zur gewünschten Messtiefe gebohrt. Sehr wichtig ist ein scharfer Bohrer, hohe Schlagzahl und niedrige Drehzahl. Bei starker Erwärmung des Bohrloches ist vor der Messung ein Temperatúrausgleich (30 - 60 Minuten) abzuwarten. Das Bohrloch ist von Staub (freiblasen) zu säubern. Danach ist der Bohrloch-Adapter bis zum Bohrlochende einzuführen, anzudrücken und gleichzeitig nach rechts zu drehen. Der Adapter ist so weit anzuziehen, dass die ganze Verschraubung fest im Mauerwerk, Beton etc. sitzt. Anschließend ist der Verschlussstab zur Abdichtung oder die Elektrode RF-T 31 einzustecken.

Die Ausgleichsfeuchte im Bohrloch stellt sich bei bestehendem Temperatúrausgleich (gleiche Temperatur von Bohrloch, Adapter und Fühlerrohr) nach ca. 30 Min. ein. Danach kann der Messwert abgelesen und zur Beurteilung in die nachfolgende Tabelle übertragen werden.

Handhabung der Aktiv-Elektrode RF-T 36

Zur Messung ist ein Sackloch mit 12 - 14 mm Ø und einer Tiefe von mind. 25 mm bzw. max. 50 mm zu bohren. Die Bohrtiefe richtet sich nach der gewünschten Messtiefe bzw. Estrichstärke. Bohrloch freiblasen und Temperatúrausgleich abwarten. Die beigefügten Schaumstoffstücke zur Distanzregulierung bzw. Abdichtung auf das Elektrodenrohr der Sonde stecken und das Rohr in das Bohrloch einführen.

Die Ausgleichsfeuchte im Bohrloch stellt sich bei bestehendem Temperatúrausgleich (gleiche Temperatur von Bohrloch, Adapter und Fühlerrohr) nach ca. 30 Min. ein. Danach kann der Messwert abgelesen und zur Beurteilung in die nachfolgende Tabelle übertragen werden.

Beschädigung des Sensors

Der Sensor kann durch diverse mechanische bzw. umweltbedingte Einflüsse in einen nicht mehr reparablen Zustand versetzt werden. Hierzu gehören insbesondere

- direkte Berührung des Sensors mit den Fingern
- direkte Kontaktierung mit festen oder klebrigen Materialien bzw. Gegenständen
- Messung in Atmosphären mit Lösungsmittelanteil, Öldämpfen bzw. sonstigem hohem Schadstoffanteil

Messfehler

Messungen unter 20 % r. F. und über 80 % r. F. sollten möglichst nicht über einen längeren Zeitraum erfolgen. Um eine Überschreitung des Messbereiches besonders leicht erkennbar zu machen, erscheint über 98 % r. F. statt des Messwertes auf der linken Seite des Anzeige-Displays eine 1. Weitere Messwertverfälschungen können durch eine Abschirmung mit Körperteilen (z. B. Hand) sowie das Anblasen oder Sprechen/Atmen in Richtung des Fühlers auftreten.

Achtung:

Der Sensor ist nicht für Dauermessungen über 80 % r. F. ausgelegt. Bei Dauermessungen in Extrembereichen sollte mittels Sensorcheck und Abgleichflüssigkeit eine spezielle Justierung vorgenommen werden.

Bedienungsanleitung zur Luftfeuchtemessung

mit den Aktiv-Elektroden RF-T 28, RF-T 31, RF-T 32 und RF-T 36

Schalter (8) auf Position "M" stellen.

Buchse (2) mit dem Stecker des jeweiligen Luftfeuchtefühlers verbinden.

Messtaste (12) drücken und Messwert (in % r. F.) im Anzeigefeld (3) ablesen.

Technische Daten:

| | | | |
|---|--|--------|--------------------------------------|
| Messbereich: | Kurzzeitig 5 bis 98 % r. F. Bei Langzeit-/Dauermessungen über 80 % r. F. sollte der Sensor mit einer Sondereichung versehen werden. | | |
| Betriebstemperatur für Gerät und Elektroden: | Kurzzeitig | -10 °C | bis+60 °C |
| | Langzeitig | 0 °C | bis+50 °C |
| Lagerung des Gerätes und der Elektroden: | Kurzzeitig | -10 °C | bis+60 °C |
| | Langzeitig | 5 °C | bis+40 °C |
| | Kurzzeitig | 5 % | bis 98 % r. F. (nicht kondensierend) |
| | Langzeitig | 35 % | bis 70 % r. F. (nicht kondensierend) |

Beschädigung des Sensors

Der Sensor kann durch diverse mechanische bzw. umweltbedingte Einflüsse in einen nicht mehr reparablen Zustand versetzt werden. Hierzu gehören insbesondere

- direkte Berührung des Sensors mit den Fingern
- direkte Kontaktierung mit festen oder klebrigen Materialien bzw. Gegenständen
- Messung in Atmosphären mit Lösungsmittelanteil, Öldämpfen bzw. sonstigem hohem Schadstoffanteil

Messfehler

Messungen unter 20 % r. F. und über 80 % r. F. sollten möglichst nicht über einen längeren Zeitraum erfolgen. Um eine Überschreitung des Messwertes besonders leicht erkennbar zu machen, erscheint über 98 % r. F. statt des Messwertes auf der linken Seite des Anzeige-Displays eine 1. Weitere Messwertverfälschungen können durch eine Abschirmung mit Körperteilen (z. B. Hand) sowie das Anblasen oder Sprechen/Atmen in Richtung des Fühlers auftreten.

Achtung:

Der Sensor ist nicht für Dauermessungen über 80 % r. F. ausgelegt. Bei Dauermessungen in Extrembereichen sollte mittels Sensorcheck und Abgleichflüssigkeit eine spezielle Justierung vorgenommen werden.

Allgemeine Hinweise zur Luftfeuchtemessung

Absolute Feuchte: Die in der Luft vorhandene Wasserdampfmenge g/m^3 bezeichnet man als absolute Feuchte. Die Wasserdampfmenge kann eine fest bestimmte Menge nicht überschreiten.

$$F \text{ abs.} = \frac{\text{Masse des Wassers (g)}}{\text{Luftvolumen (m}^3\text{)}}$$

Sättigungsfeuchte: Als Sättigungsfeuchte bezeichnet man die Wassermenge, die maximal in einem bestimmten Luftvolumen enthalten sein kann. Je höher die Temperatur, desto größer ist die Wassermenge in der Luft.

$$F \text{ satt.} = \frac{\text{Max. Masse des Wassers (g)}}{\text{Luftvolumen (m}^3\text{)}}$$

Relative Feuchte: Die relative Luftfeuchte ist das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen Wasserdampfgehalt (absolute Feuchte) und der Sättigungsfeuchte. Die relative Luftfeuchte ist stark temperaturabhängig.

$$F \text{ rel. \%} = \frac{F \text{ abs.}}{F \text{ satt.}} \times 100 \text{ (\%)}$$

Taupunkttemperatur:

Die Taupunkttemperatur ist die Temperatur, bei der die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Unterhalb dieser Temperaturgrenze tritt Kondensation ein. Die Taupunkttemperatur liegt generell niedriger als die Lufttemperatur, ausgenommen bei 100 % r. F. Hier sind beide Temperaturen gleich groß.

Die Taupunkttemperatur ist von der Lufttemperatur und von dem Wasserdampfdruck abhängig und gleich der Temperatur, deren Sättigungsdruck gleich dem vorhandenen Wasserdampfdruck ist. Der Wasserdampfdruck errechnet sich wie nachstehend:

$$\text{Wasserdampfdruck} = \frac{\text{relative Feuchte} \times \text{Wasserdampfsättigungsdruck}}{100}$$

Handhabung der Aktiv-Elektrode RF-T 28

Elektrode am Messort in die Luft halten bzw. an gewünschter Stelle mit Halterung befestigen und Messvorgang auslösen. Für besonders präzise Messungen, insbesondere bei Temperaturen unter Raumklima (20 - 25 °C) oder bei wesentlichen Temperaturunterschieden zwischen der Eigentemperatur der Elektrode bzw. des Messgerätes und des umgebenden Klimas sollte das Gerät mit Elektrode ca. 10 bis 15 Minuten lang bzw. bis zum Temperatúrausgleich dem Umgebungsklima ausgesetzt werden. Der Sensor passt sich auch im nicht eingeschalteten Zustand dem jeweiligen Klima an.

Ansprechzeiten des Luftfeuchtesensors in der Elektrode RF-T 28

Die Ansprechgeschwindigkeit des Sensors ist sehr hoch, so dass bereits geringe Luftströmungen (Türspalt, undichtetes Fenster etc.) die Messwertanzeige beeinflussen. Ein absoluter Stillstand der Anzeige ist deshalb nur in einer Klimabox erreichbar. Auch im Lagerzustand (Gerät nicht eingeschaltet) passt sich der Sensor dem Umgebungsklima an.

Die Ansprechzeit des Luftfeuchtesensors in leicht bewegter Luft beträgt bei einer Umgebungstemperatur von 20 bis 25 °C für

90 % der Feuchtedifferenz ca. 20 Sekunden und für
95 % der Feuchtedifferenz ca. 30 Sekunden.

Durch Schwenken der Elektrode (Belüftung des Sensors) kann die Einstellzeit bei Luftstillstand oder geringer Luftgeschwindigkeit verkürzt werden.

Filterkappe für Elektrode RF-T 28

Für Messungen in staubhaltiger Luft, bei Schadstoffemission oder hoher Luftgeschwindigkeit kann nach der Abnahme der geschlitzten Kunststoffkappe ein Filter (Best.-Nr. 3156) aus Sinterbronze aufgesteckt werden. Zum Schutz des Filters ist anschließend wieder die Kunststoffkappe zu montieren. Der Filter kann bei Verschmutzung in rückstandsfreien Reinigungsflüssigkeiten ausgewaschen und/oder mit Pressluft von innen nach außen freigeblasen werden. Bei Einsatz des Metallfilters verlängern sich die Ansprechzeiten erheblich.

Handhabung der Aktiv-Elektrode RF-T 31

Der Fühler RF-T 31 ist mit Einstecklängen von 250 bis 500 mm lieferbar und dient vorwiegend zur Messung der rel. Luftfeuchte bzw. des AW-Wertes an schwer zugänglichen Stellen, in Luftkanälen, in Schüttgütern sowie in Verbindung mit einem speziellen Adapter in Feststoffen (z.B. Mauerwerk, Beton etc).

Elektrode am Messort in die Luft halten bzw. einstecken oder an gewünschter Stelle mit Halterung befestigen und Messvorgang auslösen. Für besonders präzise Messungen, insbesondere bei Temperaturen unter Raumklima (20 - 25 °C) oder wesentlichen Temperaturunterschieden zwischen der Eigentemperatur der Elektrode bzw. des Messgerätes und des umgebenden Klimas sollte das Gerät mit Elektrode ca. 10 bis 15 Minuten lang bzw. bis zum Temperatenausgleich dem Umgebungsklima ausgesetzt werden. Der Sensor passt sich auch im nicht eingeschalteten Zustand dem jeweiligen Klima an.

Die Sinterfilterkappe kann bei Verschmutzung in rückstandsfreien Reinigungsflüssigkeiten ausgewaschen und/oder mit Pressluft von innen nach außen freigeblasen werden.

Ansprechzeiten des Luftfeuchtesensors in der Elektrode RF-T 31

Die Ansprechzeit wird durch die Sinterfilterkappe verzögert. In Ausnahmefällen kann sie abgeschraubt werden. Die Gefahr der Beschädigung des Sensors wird hierdurch allerdings wesentlich erhöht.

Die Ansprechzeit des Luftfeuchtesensors in bewegter Luft beträgt bei einer Umgebungs-temperatur von 20 bis 25 °C für

90 % der Feuchtedifferenz ohne Filter ca. 20 Sek., mit Filter ca. 5 Min.

und für

95 % der Feuchtedifferenz ohne Filter ca. 30 Sek., mit Filter ca. 15 Min..

Handhabung der Aktiv-Elektrode RF-T 32

Der Fühler RF-T 32 ist mit Einstecklängen von 250 und 500 mm lieferbar und dient vorwiegend zur Messung der rel. Luftfeuchte bzw. des AW-Wertes an schwer zugänglichen Stellen, bzw. in Papier-, Leder-, Textil-, Tabakstapeln etc..

Elektrode am Messort in die Luft halten bzw. an gewünschter Stelle platzieren und Messvorgang auslösen. Für besonders präzise Messungen, insbesondere bei Temperaturen unter Raumklima (20 - 25 °C) oder bei wesentlichen Temperaturunterschieden zwischen der Eigentemperatur der Elektrode bzw. des Messgerätes und des umgebenden Klimas sollte das Gerät mit Elektrode ca. 10 bis 15 Minuten lang bzw. bis zum Temperatúrausgleich dem Umgebungsklima ausgesetzt werden. Der Sensor passt sich auch im nicht eingeschalteten Zustand dem jeweiligen Klima an.

Achtung:

Das eingelegte Filtergewebe kann bei Verschmutzung nicht in Reinigungsflüssigkeiten ausgewaschen und/oder mit Pressluft von innen nach außen freigeblasen werden. Deshalb sollte der Einsatz in staubigen Medien vermieden werden. Die Reinigung sollte nur mittels eines weichen Pinsels von außen vorgenommen werden.

Ansprechzeiten des Luftfeuchtesensors in Elektrode RF-T 32

Die Ansprechzeit wird durch das Filtergewebe und das Metallrohr verzögert.

Die Ansprechzeit des Luftfeuchtesensors in bewegter Luft beträgt bei einer Umgebungstemperatur von 20 bis 25 °C für

90 % der Feuchtedifferenz ca. 3 Minuten und für
95 % der Feuchtedifferenz ca. 10 Minuten.

Handhabung der Aktiv-Elektrode RF-T 36

Die Elektrode RF-T 36 wurde u. a. zur halbstationären (Elektrode verbleibt am Messort - Anzeigerät ist mobil im Einsatz) Luftfeuchte- und Lufttemperaturmessung in Räumen, Lagerhallen etc. entwickelt.

Elektrode am Messort bzw. an gewünschter Stelle befestigen und Messvorgang auslösen. Für besonders präzise Messungen, insbesondere bei Temperaturen unter Raumklima (20 bis 25 °C) oder bei wesentlichen Temperaturunterschieden zwischen der Eigentemperatur der Elektrode und des umgebenden Klimas (Messung unmittelbar nach Montage) sollte die Elektrode ca. 10 bis 15 Minuten lang bzw. bis zum Temperatenausgleich dem Umgebungsklima ausgesetzt werden. Der Sensor passt sich auch im nicht eingeschalteten Zustand dem jeweiligen Klima an.

Ansprechzeiten des Luftfeuchtesensors in der Elektrode RF-T 36

Die Ansprechzeit wird durch die Filterkappe verzögert. In Ausnahmefällen kann sie abgeschraubt werden. Die Gefahr der Beschädigung des Sensors wird hierdurch allerdings wesentlich erhöht.

Die Ansprechzeit des Luftfeuchtesensors in bewegter Luft beträgt bei einer Umgebungstemperatur von 20 bis 25 °C für

90 % der Feuchtedifferenz ohne Filter ca. 20 Sek., mit Filter ca. 3 Min.

und für

95 % der Feuchtedifferenz ohne Filter ca. 30 Sek., mit Filter ca. 10 Min..

Achtung:

Das eingelegte Filtergewebe kann bei Verschmutzung nur in destilliertem Wasser ausgewaschen und/oder mit leichtem Überdruck von innen nach außen freigeblasen werden. Deshalb sollte der Einsatz in sehr staubigen Medien vermieden werden. Die Reinigung sollte möglichst nur mittels eines weichen Pinsels von außen vorgenommen werden.

Übersichtstabelle für Taupunkttemperaturen in Abhängigkeit von der Lufttemperatur und der rel. Luftfeuchte zur Kondensationsberechnung

| Luft- temperatur | Taupunkttemperatur in °C bei einer relativen Luftfeuchte von | | | | | | | Sättigungsfeuchte = Wassermenge in g/m ³ |
|---------------------|--|-------|------|------|------|------|------|---|
| | 30 % | 40 % | 50 % | 60 % | 70 % | 80 % | 90 % | |
| °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | |
| +30 | 10,5 | 14,9 | 18,5 | 21,2 | 24,2 | 26,4 | 28,5 | 30,4 |
| +28 | 8,7 | 13,1 | 16,7 | 19,5 | 22,0 | 24,2 | 26,2 | 27,2 |
| +26 | 7,1 | 11,3 | 14,9 | 17,6 | 19,8 | 22,3 | 24,2 | 24,4 |
| +24 | 5,4 | 9,5 | 13,0 | 15,8 | 18,2 | 20,3 | 22,2 | 21,8 |
| +22 | 3,6 | 7,7 | 11,1 | 13,9 | 16,3 | 18,4 | 20,3 | 19,4 |
| +20 | 1,9 | 6,0 | 9,3 | 12,0 | 14,3 | 16,5 | 18,3 | 17,3 |
| +18 | 0,2 | 4,2 | 7,4 | 10,1 | 12,4 | 14,5 | 16,3 | 15,4 |
| +16 | -1,5 | 2,4 | 5,6 | 8,2 | 10,5 | 12,5 | 14,3 | 13,6 |
| +14 | -3,3 | -0,6 | 3,8 | 6,4 | 8,6 | 10,6 | 12,4 | 12,1 |
| +12 | -5,0 | -1,2 | 1,9 | 4,3 | 6,6 | 8,5 | 10,3 | 10,7 |
| +10 | -6,7 | -2,9 | 0,1 | 2,6 | 4,8 | 6,7 | 8,4 | 9,4 |
| +8 | -8,5 | -4,8 | -1,6 | 0,7 | 2,9 | 4,8 | 6,4 | 8,3 |
| +6 | -10,3 | -6,6 | -3,2 | -1,0 | 0,9 | 2,8 | 4,4 | 7,3 |
| +4 | -12,0 | -8,5 | -4,8 | -2,7 | -0,9 | 0,8 | 2,4 | 6,4 |
| +2 | -13,7 | -10,2 | -6,5 | -4,3 | -2,5 | -0,8 | 0,6 | 5,6 |
| 0 | -15,4 | -12,0 | -8,1 | -5,6 | -3,8 | -2,3 | -0,9 | 4,8 |

An allen Teilen in einem Raum mit bestimmter Luftfeuchte, die kühler sind als die Taupunkttemperatur, tritt Kondensation ein.

Taupunktwerte, die hier nicht angegeben sind, können mittels einer beim Hersteller anforderbaren Wasserdampfsättigungsdruck-Tabelle ermittelt werden.

Prüf- und Justieranleitung für den Luftfeuchte-Messteil der Elektroden

RF-T 28, RF-T 31 und RF-T 32 mittels Sensorcheck

I. Allgemeine Hinweise

Generell muss zwischen einer Überprüfung, einer evtl. notwendigen Nachjustierung und einem Sonderabgleich für Dauermessungen in Luftfeuchten über 80 % r. F. unterschieden werden. Für die o. g. Vorgänge stehen drei verschiedene Prüf- und Abgleichflüssigkeiten für die Feuchtebereiche 10 bis 50 %, 50 bis 90 % und 80 bis 98 % r. F. zur Verfügung. Die letztgenannte Flüssigkeit ist speziell für den Sonderabgleich im hohen Feuchtebereich gedacht und sollte möglichst nicht für allgemeine Überprüfungen bzw. Nachjustierungen verwendet werden. Für Standard-Überprüfungen bzw. -Nachjustierungen sollte nur die Flüssigkeit SCF 70 verwendet werden. Während einer Überprüfung oder Nachjustierung dürfen Sensorcheck, Flüssigkeit und Elektrode keinen Temperaturunterschieden ausgesetzt werden. Temperaturschwankungen können z. B. an einem zugigen Arbeitsort auftreten, durch ständiges Beatmen oder Anblasen, sowie längeres In-der-Hand-halten von Sensorcheck, Flüssigkeit oder Elektrodenrohr. Ideal ist das Einpacken in Styropor oder anderes Isoliermaterial.

Bitte beachten Sie unbedingt die auf der jeweiligen Ampullenverpackung angegebenen Prüf-, Einstell- und Sollwert-Daten sowie die nachstehende Bedienungsanleitung.

II. Prüfung

Für die Überprüfung einer der vorgenannten Elektroden sind unterschiedliche Sensorcheck-Oberteile notwendig. Der nachstehende Ablauf der Überprüfung sollte möglichst nicht verändert werden.

- 1) Sensorcheck auseinander schrauben.
- 2a) Schutzkappe der Elektrode RF-T 28 vorsichtig abziehen.
Eine evtl. aufgesteckte Filterkappe ebenfalls abnehmen.
- 2b) Sinterfilterkappe der Elektrode RF-T 31 vorsichtig durch Linksdrehung abschrauben.
Vorsicht beim Abschrauben bzw. anschließendem Abziehen. Die Filterkappe nur in der Rohrverlängerungsachse bewegen. Ein seitliches Verkanten kann zur Beschädigung des Luftfeuchtesensors führen.
- 2c) Die Elektrode RF-T 32 wird unverändert verwendet. Nichts abmontieren!
- 3a) Sensorcheck-Oberteil auf Elektrode RF-T 28 aufstecken (konische Passung) und leicht festdrücken.
- 3b) Sensorcheck-Oberteil vorsichtig über den Fühler der Elektrode RF-T 31 stecken und in das am Elektrodenrohr befindliche Gewinde eindrehen. Keine Gewalt anwenden und nicht zu fest anziehen!

- 3c)** Ovalrohr der Elektrode RF-T 32 mit der gelochten Seite nach unten waagrecht in das Sensorcheck-Oberteil einführen. Darauf achten, dass sich die Öffnungen innerhalb des Prüfbehälters befinden. Metallrohr der Elektrode möglichst nicht mehr mit der Hand berühren (Temperaturschwankungen).
- 4)** Elektrode, Sensorcheck und Prüfflüssigkeit in einem temperaturstabilen Raum oder Behälter so lange lagern, bis alle Teile die auf der Ampullenverpackung genannte Prüftemperatur (z. B. $23^{\circ} \pm 2^{\circ}$) angenommen haben.
- 5)** Ein Zellstoffvlies dem Plastikbeutel entnehmen und in das Sensorcheck-Unterteil einlegen. Die Vliespackung wieder gut schließen.
- 6)** Eine Ampulle mit der gewünschten Prüfflüssigkeit entnehmen und evtl. im Hals befindliche Flüssigkeit durch leichtes Klopfen in den unteren Ampullenteil vollständig zurückfließen lassen. Ampulle senkrecht stellen, gut festhalten und Ampullenhals an der Sollbruchstelle (weißer Ring) abbrechen. Die Flüssigkeit auf das im Sensorcheck-Unterteil liegende Vlies leeren. Es ist wichtig, dass die gesamte Flüssigkeit vollständig entleert wird.
- 7)** Sensorcheck-Unterteil in das Oberteil einschrauben. Alle Teile möglichst nur kurzzeitig in der Hand halten. Durch tragen von Handschuhen kann eine Temperaturbeeinflussung vermieden werden.
- 8)** Elektroden mittels Messkabel mit dem jeweiligen Messgerät verbinden.
- 9a)** Elektrode RF-T 28 für die auf der Ampullenverpackung genannte Einstellzeit (z. B. 10 Min \pm 1 Min.) ruhen lassen. Temperaturschwankungen vermeiden!
- 9b)** Für die Elektrode RF-T 31 gilt ebenfalls Punkt 9 a.

- 9c)** Für die Elektrode RF-T 32 ist die auf der Ampullenverpackung genannte Einstellzeit sowie die Toleranzangabe zu verdoppeln, (z. B. 20 Min. +/- 2 Min.). Auf stabile Temperaturverhältnisse achten!
- 10)** Nach Ablauf der jeweiligen Einstellzeit Messtaste drücken und Messwert ablesen. Für den auf der jeweiligen Ampullenverpackung angegebenen Sollwert ist bei Überprüfungen eine Toleranz von +/- 2 % r. F. zulässig.

III. Nachjustierung

Bei dem von uns verwendeten Sensor sind Nachjustierungen nur selten notwendig. Meistens beruhen Abweichungen auf nicht richtiger Lagerung oder Dauermessungen in zu trockener oder sehr feuchter Luft. Deshalb sollte generell vor jeder Nachjustierung die jeweilige Elektrode einer Konditionierung unterzogen werden. Hierzu wird die Elektrode einer mittleren Luftfeuchte zwischen 45 und 65 % r. F. ausgesetzt. Die Dauer einer solchen Konditionierung sollte möglichst 24 Stunden betragen. Bei einem zu niedrigen Messwert ist es empfehlenswert, die Konditionierfeuchte in den ersten 12 Stunden möglichst hoch (ca. 70 bis 75 % r. F.) anzusetzen und bei einem zu hohen Messwert empfehlen wir eine vergleichbare Konditionierung bei trockenem (40 bis 45 % r. F.) Umgebungsklima. Nach einer solchen Konditionierung ist eine Nachjustierung meist nicht mehr notwendig, da die Abweichung lediglich auf einem Sorptionseffekt beruhte.

Die Nachjustierung wird mit einem kleinen Schraubenzieher mit einer maximalen Klingenbreite von 2 mm an einem Potentiometer vorgenommen. Dieser befindet sich hinter einer Öffnung in der Mitte des schwarzen Kunststoffrohres (Griffstück). Diese Öffnung ist bei den Elektroden RF-T 31 und RF-T 32 generell vorhanden, die Elektrode RF-T 28 wird serienmäßig seit April 1987 damit ausgestattet. Elektroden älteren Datums können nachträglich im Werk umgebaut werden.

Durch vorsichtiges und langsames Drehen im Uhrzeigersinn kann der Wert höher und gegen den Uhrzeigersinn niedriger einjustiert werden. Eine ganze Umdrehung entspricht einer Änderung des Anzeigewertes von ca. 8 % r. F.. Die Nachjustierung ist möglichst exakt nach Ablauf der jeweiligen Einstellzeit von 10 bzw. 20 Min. zu beginnen und sollte nicht länger als die angegebene Toleranzzeit dauern.

IV. Sonderabgleich

Ein Sonderabgleich ist generell nur dann notwendig, wenn kontinuierliche Dauermessungen in hoher Feuchte (über 80 % r. F.) oder in sehr trockener Luft (unter 30 % r. F.) durchgeführt werden. Hierfür stehen die Flüssigkeiten SCF 90 und SCF 30 zur Verfügung. Um Mess- bzw. Abgleichfehler durch den Sorptionseffekt auszuschließen, ist es notwendig, für die Elektroden RF-T 28 und RF-T 31 eine Einstellzeit von ca. 6 bis 7 Stunden und für die Elektrode RF-T 32 von ca. 8 bis 9 Stunden unbedingt einzuhalten. Der Sonderabgleich ist unter Berücksichtigung der längeren Einstellzeit nach den Anweisungen in den Abschnitten "Prüfung" bzw. "Nachjustierung" vorzunehmen.

Um eine Elektrode mit Sonderabgleich wieder für normale Messaufgaben (kurzzeitige Messungen über den gesamten Messbereich) einsetzen zu können, muss entsprechend dem Abschnitt "Nachjustierung" unter Einhaltung einer 24-stündigen Konditionierzeit neu abgeglichen werden.

Bedienungsanleitung zur Temperaturmessung

mit den Aktiv-Elektroden RF-T 28, RF-T 31 und RF-T 32

Temperaturmessung

Schalter (9) auf Position "200 °C" stellen.

Buchse (2) mit dem Stecker der jeweiligen Elektrode verbinden.

Messtaste (12) drücken und Messwert in °C im Anzeigefeld (3) ablesen.

Temperaturmessung mit Pt 100-Sensoren

Schalter (9 bzw. 10) auf Position "200 °C" bzw. "600 °C" stellen.

Buchse (2) mit dem Stecker des jeweiligen Temperaturfühlers verbinden.

Messtaste (12) drücken und Messwert in °C im Anzeigefeld (3) ablesen.

Temperaturmessung mit der Aktiv-Elektrode IR 33

Schalter (8) auf Position "M" stellen.

Buchse (2) mit dem Stecker des Sensors IR 33 verbinden.

Messtaste (12) drücken und nach 10 - 15 Sekunden Wartezeit Oberflächentemperatur in °C im Anzeigefeld (3) ablesen.

Allgemeine Hinweise zur Temperaturmessung

Zur korrekten Temperaturmessung muss zwischen Messfühler und Messobjekt ein Temperaturausgleich hergestellt werden. Dies ist bei der Messung von Flüssigkeiten in größerer Menge oder an großkörperigen Objekten mit hohem Wärmeinhalt leicht möglich. Zu beachten ist hierbei, dass der Fühler (gesamtes Metallrohr, Messkopf, Fühlerplatte etc.) nicht an Teilstellen durch eine andere Temperatur (Umgebungs-Lufttemperatur) beeinflusst wird.

Wir empfehlen deshalb, unbedingt darauf zu achten, dass die Fühler vollständig eingetaucht werden oder eine Abschirmung angebracht wird. Hierzu sollte ein Styroporstück mit mindestens 30 mm Durchmesser und entsprechender Länge oder ein gleiches Schaumstoffstück guter (dichter) Qualität verwendet werden. Für den Oberflächentaster OT 100 reicht ein entsprechender Quader von mindestens 30 mm Kantenlänge, um z. B. Konvektionswärme oder -kälte bei Wandtemperaturmessungen abzuhalten.

An ungenügend wärmeleitenden Stoffen bzw. Materialien mit geringem Wärmeinhalt (z. B. Styropor, Steinwolle, Glas etc.) ist eine korrekte Temperaturmessung mit mechanischen Fühlern häufig aus technischen Gründen nicht möglich. Um verwertbare Ergebnisse zu erzielen, muss entweder die Umgebungstemperatur herangezogen oder es müssen Näherungsmessungen durchgeführt werden.

Bei der Messung von Dämmstoffen oder Materialien mit geringem Wärmeinhalt sollte generell die Infrarot-Sonde IR 33 benutzt werden. Für Innen- bzw. Tiefenmessungen kann hilfsweise auch der Fühler ET 50 eingesetzt werden.

Handhabung der Aktiv-Elektroden RF-T 28, RF-T 31 und RF-T 32

Sonde am Messort in die Luft halten und Messvorgang auslösen. Die Elektroden RF-T 28, RF-T 31 und RF-T 32 sind nur zur Messung der Lufttemperatur (sowie der rel. Luftfeuchte), nicht zur Erfassung von Festmaterial-Temperaturen und Flüssigkeiten, geeignet. Für besonders präzise Messungen, insbesondere bei Temperaturen unter +10 °C bzw. über +40°C oder bei wesentlichen Temperaturunterschieden zwischen der Eigentemperatur der Elektrode bzw. des Messgerätes und des umgebenden Klimas sollte die Elektrode ca. 10 - 15 Minuten lang bzw. bis zum Temperatúrausgleich dem Umgebungsklima des Messortes ausgesetzt werden. Der Messbereich von -10 °C bis +80 °C gilt nur für die Fühlerspitze (Länge der Schutzkappe) der Elektroden. Das Elektrodenrohr mit Elektronikteil sowie das Messgerät dürfen Temperaturen **über 50 °C** höchstens **kurzzeitig** ausgesetzt werden. Für Gerät und Sonden sollen die Betriebstemperaturen von 0 bis +50 °C möglichst nicht über- bzw. unterschritten werden. Messwertverfälschungen können durch eine Abschirmung mit Körperteilen (z. B. Hand) sowie das Anblasen oder Sprechen/Atmen in Richtung des Fühlers auftreten.

Die Einstellzeit des Lufttemperatur-Sensors für 90 % des Temperatursprunges beträgt in bewegter Luft bei der Sonde RF-T 28 ca. 120 Sekunden, bei den Sonden RF-T 31 und RF-T 32 ca. 5 Minuten.

Auch im Lagerzustand (nicht eingeschaltet) passt sich der Lufttemperatur-Sensor der Umgebungstemperatur an.

Handhabung des Oberflächen-Temperaturfühlers OT 100

Der OT 100 ist ein Spezialfühler mit besonders geringer Masse zur Messung von Temperaturen an Oberflächen. Bei rauer Oberfläche den Fühlerkopf (Messwert-Aufnehmerplättchen) mit etwas Silikon-Wärmeleitpaste bestreichen und gegen das zu messende Objekt drücken. Die Fühlerplatte muss vollständig aufliegen und Kontakt haben. Zwischen der Fühlerplatte und dem Messobjekt darf keine Luft (nur eine ganz dünne Schicht Wärmeleitpaste) sein. Messvorgang wie beschrieben auslösen.

Die Ansprechzeit liegt je nach zu messendem Material zwischen ca. 10 und 40 Sekunden (T^{90}). Um gute Messergebnisse erzielen zu können, muss das zu messende Material einen ausreichenden Wärmeinhalt und gute Wärmeleitfähigkeit besitzen.

Achtung: Eine Beschädigung ist durch übermäßig starkes Aufdrücken oder durch Abknicken der federnd gelagerten Spitze möglich.

Handhabung des Oberflächen-Temperaturfühlers OTW 90

Der OTW 90 ist ein abgewinkelter Spezialfühler mit geringer Masse zur Messung von Oberflächentemperaturen. Er wurde speziell zur Messung in Plattenpressen entwickelt. Die Öffnung muss mindestens 17 mm betragen. Bei rauer Oberfläche den Fühlerkopf (Messwert-Aufnehmerplättchen) mit etwas Silikon-Wärmeleitpaste bestreichen und gegen das zu messende Objekt drücken. Die Fühlerplatte muss vollflächig aufliegen und Kontakt haben. Zwischen Fühlerplatte und dem Messobjekt darf keine Luft (nur eine ganz dünne Schicht Wärmeleitpaste) sein. Messvorgang wie beschrieben auslösen.

Die Ansprechzeit liegt je nach zu messendem Material zwischen ca. 20 und 60 Sekunden (T^{90}). Um gute Messergebnisse erzielen zu können, muss das zu messende Material einen ausreichenden Wärmeinhalt und gute Wärmeleitfähigkeit besitzen.

Silikon-Wärmeleitpaste

Die Wärmeleitpaste wird in Packungseinheiten á 2 Tuben zu je 30 g geliefert. Sie dient zur besseren Wärmeübertragung zwischen Fühler und Messobjekt. Temperaturmessungen mit den Fühlern OT 100 und OTW 90 an rauen Materialien sollten generell in Verbindung mit Wärmeleitpaste durchgeführt werden. Die Paste soll Luftpolster zwischen Fühler und Messobjekt verhindern und ist möglichst dünn aufzutragen.

Handhabung des Einsteck-Temperaturfühlers ET 10

Der Einsteckfühler ET 10 ist ein einfacher Fühler zur Messung von Temperaturen in Flüssigkeiten und halbfesten Werkstoffen (z.B. Gefriergut) sowie zur Messung von Kerntemperaturen in einem Bohrloch.

Fühlerspitze mindestens 4 cm tief in die zu messende Flüssigkeit eintauchen bzw. in das zu messende Gut einstecken und Messvorgang (wie beschrieben) auslösen. Bei der Messung von Kerntemperaturen Bohrloch möglichst klein halten. Bohrloch entstauben und Temperatúrausgleich (wegen der durch das Bohren entstandenen Wärme) abwarten. Fühlerspitze mit Silikon-Wärmeleitpaste bestreichen und einstecken. Kleine Bohrlöcher können direkt mit etwas Wärmeleitpaste gefüllt werden.

Die Ansprechzeit liegt je nach zu messendem Material zwischen ca. 20 (Flüssigkeiten) und 180 Sekunden (T^{90}).

Handhabung des Einsteck-Temperaturfühlers ET 50

Der Einsteckfühler ET 50 ist ein Spezialfühler zur Messung von Temperaturen in Flüssigkeiten und weichen Werkstoffen sowie zur Messung von Kerntemperaturen in einem Bohrloch.

Fühlerspitze mindestens über erste Verdickung (bzw. ca. 6 cm tief) in die zu messende Flüssigkeit eintauchen bzw. in das zu messende weiche Gut einstecken und Messvorgang (wie beschrieben) auslösen. Bei der Messung von Kerntemperaturen Bohrloch möglichst klein halten. Bohrloch entstauben und Temperatenausgleich (wegen der durch das Bohren entstandenen Wärme)abwarten. Fühlerspitze mit Silikon-Wärmeleitpaste bestreichen und einstecken. Kleine Bohrlöcher können direkt mit Wärmeleitpaste gefüllt werden.

Die Ansprechzeit liegt je nach zu messendem Material zwischen ca. 10 (Flüssigkeit) und 120 Sekunden (T^{90}).

Handhabung des Luft-/Gas-Temperaturfühlers LT 20

Der Luft-/Gasfühler LT 20 ist ein Spezialfühler zur Messung von Temperaturen in Luft- bzw. Gasgemischen.

Fühlerspitze mindestens 4 cm tief in das zu messende Medium halten und Messvorgang (wie beschrieben) auslösen. Aufgrund der Länge von 480 mm eignet sich der Fühler besonders zur Messung in Luftkanälen.

Die Ansprechzeit liegt je nach Luft-/Gasgeschwindigkeit zwischen ca. 10 und 30 Sekunden je 10 °C Temperaturänderung (T^{90}).

Handhabung des Tauch- und Rauchgas-Temperaturfühlers TT 30

Der Tauchfühler TT 30 ist ein Sonderfühler zur Messung von Temperaturen in Flüssigkeiten und Kerntemperaturen in einem Bohrloch sowie in Rauch-/Abgasen von Brennern. Die Länge des Fühlerrohres beträgt 230 mm.

Fühlerspitze mindestens 6 cm tief in das zu messende Medium eintauchen und Messvorgang (wie beschrieben) auslösen. Bei der Messung von Kerntemperaturen Bohrloch möglichst klein halten. Bohrloch entstauben und Temperatúrausgleich (wegen der durch das Bohren entstandenen Wärme) abwarten. Fühlerspitze mit Silikon-Wärmeleitpaste bestreichen und einstecken.

Die Ansprechzeit liegt je nach zu messendem Medium zwischen ca. 10 (Flüssigkeiten) und 180 Sekunden (T^{90}).

Handhabung des Tauch- und Rauchgas-Temperaturfühlers TT 40

Der Tauchfühler TT 40 ist ein Sonderfühler zur Messung von Temperaturen in Flüssigkeiten und Kerntemperaturen in einem Bohrloch sowie in Rauch-/Abgasen von Brennern. Die Länge des Fühlerrohres beträgt 480 mm.

Fühlerspitze mindestens 6 cm tief in das zu messende Medium eintauchen und Messvorgang (wie beschrieben) auslösen. Bei der Messung von Kerntemperaturen Bohrloch möglichst klein halten. Bohrloch entstauben und Temperatúrausgleich (wegen der durch das Bohren entstandenen Wärme) abwarten. Fühlerspitze mit Silikon-Wärmeleitpaste bestreichen und einstecken.

Die Ansprechzeit liegt je nach zu messendem Medium zwischen ca. 10 (Flüssigkeiten) und 180 Sekunden (T^{90}).

Handhabung der flexiblen Temperaturfühler der Typenreihe FT

Zur korrekten Temperaturmessung muss zwischen Messfühler und Messobjekt ein Temperaturausgleich hergestellt werden. Dies ist bei der Messung von Flüssigkeiten in größerer Menge oder an großkörperigen Objekten mit hohem Wärmegehalt leicht möglich. Zu beachten ist hierbei, dass der Fühler (Länge des Schrumpfschlauches) nicht an Teilstellen durch eine andere Temperatur (Umgebungs-Lufttemperatur) beeinflusst wird. Wir empfehlen deshalb, unbedingt darauf zu achten, dass die Fühler bei Temperaturen unter 60 °C vollständig (min. 6 cm) in das jeweilige Medium eingetaucht werden.

Zur Messung von Raumtemperaturen (Lagerhallen, Trockenkammern etc) sollte der Fühler an einer gut belüfteten Stelle befestigt werden.

Bei der Messung in Schüttgütern ist darauf zu achten, dass die komplette Fühlerspitze (Schrumpfschlauch mit mindestens 10 cm Kabel) eingetaucht wird.

Die Temperaturfühler FT sind bis +120 °C einsetzbar. Durch das Teflonkabel ist auch ein Einsatz in leicht aggressiven Medien möglich.

Handhabung des Infrarot-Oberflächen-Temperaturfühlers IR 40

Technische Daten:

Messbereich: 0 °C bis +170,0 °C, **Auflösung:** 0,1 °C

Emissionsfaktor: 95 % fest eingestellt

Maße: Länge 180 mm, Ø 33/36 mm, Spiralkabel 300/1200 mm lang

Zulässiges Umgebungsklima:

Lagerung: +5 °C bis +40 °C; max. 80 % rel. Luftfeuchte, nicht kondensierend

Betrieb: 0 °C bis +50 °C; max. 90 % rel. Luftfeuchte, nicht kondensierend

Allgemeines zur Infrarot-Temperaturmesstechnik

Alle Körper mit einer Temperatur über dem "absoluten Nullpunkt" ($= 0 \text{ °K}$ oder -273 °C) emittieren Infrarot-Strahlung, die auch als Wärmestrahlung bezeichnet wird. Die Intensität dieser Wärmestrahlung gilt unter Berücksichtigung des Emissionsgrades als Maß für die Oberflächentemperatur. Der Infrarot-Messkopf empfängt berührungslos die emittierte Wärmestrahlung und setzt sie in ein Spannungssignal um. Im Anzeigergerät wird dieses Signal in die Maßeinheit "Grad Celsius" umgerechnet.

Vorteile gegenüber der Kontaktmessung mittels mechanischem Fühler

- Sehr schnelle Ansprech- bzw. Messzeit
- Kein Wärmeentzug am Messobjekt
- Keine Beschädigung oder Verunreinigung der Messfläche
- Messung stromführender oder sich bewegender Teile

Messen

Stecker des Verbindungskabels in die Gerätebuchse (2) stecken und durch eine leichte Rechtsdrehung einrasten. Beim Lösen ist in umgekehrter Reihenfolge zu verfahren. Keine Gewalt anwenden und das Kabel nicht überdehnen.

Nach jedem Drücken der Messtaste bzw. vor jeder Einzel- oder Dauermessung führt das Gerät für ca. 10 bis 15 Sekunden einen Selbsttest durch. Danach erscheint ein Messwert in °C auf der LCD-Anzeige. Je nach Höhe des Temperatursprunges wird der Messwert sofort angezeigt bzw. stellt sich innerhalb von Sekunden ein. Schwankungen der letzten Anzeigestelle (Zehntel °C) im Bereich von +/- 0,2 °C sind völlig normal. Selbst ein Hin- und Herspringen der zweiten Stelle (1 °C) ist durch die Feinfühligkeit des Sensors und die extrem schnelle Reaktionsfähigkeit möglich. Auf eine Dämpfung der Anzeige wurde absichtlich verzichtet.

Der Messfühler sollte während der Messung nur an der unteren Hälfte angefasst werden. Bei Messungen über 10 Sekunden Dauer in unmittelbarer Nähe heißer oder kalter Teile (Abgasrohr, Heizstrahler bzw. Eis-/Kälteaggregat) kann der Messwert verfälscht werden. Nach einer Wartezeit von ca. 10 Minuten (Temperaturausgleich des Sensorgehäuses mit der Umgebungstemperatur) kann erneut gemessen werden. Zur Erzielung genauer Messungen ist ein Temperaturangleich des Messfühlers an die jeweilige Umgebungstemperatur erforderlich. Die Genauigkeit der Messung hängt von der Temperaturgleichheit des Messgerätes, des Messfühlers (alle Teile z. B. auf Raumtemperatur) sowie von jeweiligen Emissionsgrad des Messobjektes ab.

Um Messfehler zu vermeiden und das Gerät vor Beschädigung zu schützen, sollten Sie nicht

- die Sensoröffnung des Messfühlers direkt auf das zu messende Gut aufdrücken
- in dampfhaltiger oder stark verschmutzter Luft messen
- durch stark aufgeheizte Luft (flimmern) hindurch messen
- direkt mit starkem Sonnenlicht bestrahlte Objekte messen (abschatten)
- Objekte in unmittelbarer Nähe von stark wärme- oder kälteabstrahlenden Geräten messen (Wärme-/Kältestrahlung unterbrechen)
- das hochwertige Messgerät starker Hitze- oder Kälteeinwirkung (Gerätetransport im Kofferraum) aussetzen
- das Gerät hoher Luftfeuchtigkeit (kondensierend) aussetzen
- am Verbindungskabel ziehen oder das Spiralkabel überdehnen
- einen Messvorgang mehrfach kurz hintereinander auslösen (zwischen jeder Messung ca. 5 Sekunden warten)
- in unmittelbarer Nähe von elektromagnetischen oder elektrostatischen Quellen messen

Emissionsgrad

Der Messfühler ist auf einen Emissionsgrad von 95 % eingestellt. Dieser Wert trifft für die meisten Baustoffe, Kunststoffe, Textilien, Papiere und nichtmetallische Oberflächen zu. Die nachstehende Aufstellung dient der Abschätzung des Emissionsfaktors, der u. a. durch Glanz und Rauheit des zu messenden Gutes beeinflusst wird. Plane und glänzende Oberflächen senken, raue und matte erhöhen den Emissionsgrad. Da bei Metallen der Emissionsfaktor je nach Oberfläche (glänzend, oxydiert oder verrostet) von 10 % bis 90 % reicht, ist ein exaktes Messen nicht möglich. Wir empfehlen deshalb für Metalle oder metallisch glänzende Oberflächen und Objekte mit abweichenden Emissionsfaktoren spezielle Aufkleber aus Papier mit einem Faktor von 95 % zu verwenden.

Eine Korrektur des Temperatur-Messwertes mit dem Emissionsfaktor erfordert die Kenntnis der Umgebungstemperatur und den Temperatúrausgleich des Messfühlers mit der Umgebungstemperatur.

Für die Korrektur gilt:

$$\frac{(T_{\text{Anzeige}} - T_{\text{Umgeb.}}) \times 100}{\text{Emissionsgrad (\%)}} + T_{\text{Umgeb.}} = T_{\text{Messobjekt}}$$

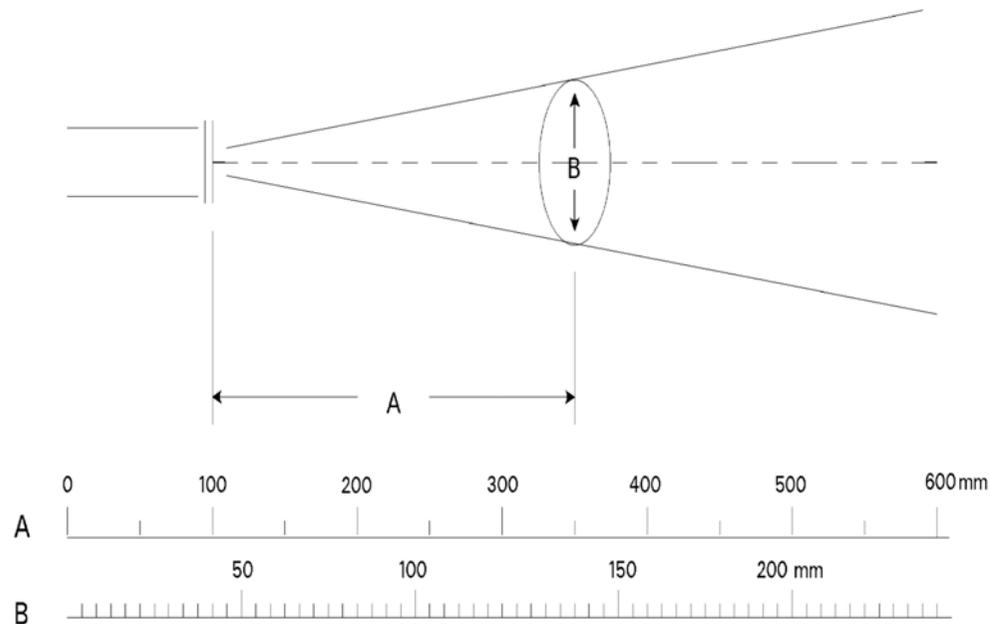
Emissionsgrad-Tabelle (%) für den Bereich 0 - 200 °C

| | | |
|--------------|--------|-----|
| Asbest | | 95 |
| Asphalt | 90 bis | 95 |
| Beton | | 95 |
| Bitumen | 98 bis | 100 |
| Dachpappe | | 95 |
| Erde | | 95 |
| Farbe* | | 95 |
| Gips | 90 bis | 95 |
| Glas | 85 bis | 90 |
| Holz | 90 bis | 95 |
| Kalkstein | | 95 |
| Keramik | 90 bis | 95 |
| Kunststoffe | | 90 |
| Marmor | 90 bis | 95 |
| Papier* | | 95 |
| Putz | 90 bis | 95 |
| Sand | | 90 |
| Tapeten* | | 95 |
| Textilien* | | 95 |
| Ton | | 95 |
| Wasser | | 93 |
| Zement | 90 bis | 95 |
| Ziegel (rau) | 90 bis | 95 |

*) nichtmetallisch

Größe des Messflecks

Der Messfleck-Durchmesser ist entfernungsabhängig und hat unmittelbar vor der Messfühleröffnung eine Größe von 5 mm. Durch eine größere Entfernung des Messfühlers vom Messobjekt vergrößert sich der Messfleck-Durchmesser proportional im Verhältnis von ca. 2,5 : 1. Bei einem Abstand von 100 mm beträgt der Messfleck-Durchmesser 45 mm. Als Messabstand zwischen Messgut und Sensor empfehlen wir 20 bis 50 mm. Der jeweilige Durchmesser kann mittels nachstehender Abbildung ermittelt werden.



Allgemeine Schlussbemerkung

Die in der Bedienungsanleitung enthaltenen Hinweise und Tabellen über zulässige oder übliche Feuchtigkeitsverhältnisse in der Praxis sowie die allgemeinen Begriffsdefinitionen wurden der Fachliteratur entnommen. Eine Gewähr für die Richtigkeit kann deshalb vom Hersteller des Messgerätes nicht übernommen werden.

Die aus den Messergebnissen für jeden Anwender zu ziehenden Schlussfolgerungen richten sich nach den individuellen Gegebenheiten und den aus seiner Berufspraxis gewonnenen Erkenntnissen. In Zweifelsfällen, z. B. in bezug auf die zulässige Feuchtigkeit in Anstrichuntergründen oder für Estrich-Untergründe bei der Verlegung von Fußbodenbelägen, wird empfohlen, sich an den Hersteller des Anstrichmittels bzw. des Bodenbelages zu wenden.

- Technische Änderungen vorbehalten –

Literaturhinweise und empfehlenswerte Lektüre

Wir möchten ausdrücklich darauf hinweisen, dass die von uns genannte Literatur nur einen Auszug darstellt und nicht vollständig ist. Die einzelnen Titel sind auch unter Berücksichtigung des jeweiligen Bedarfsfalles zu sehen.

| | | | |
|---|--|---------------|--------------------------|
| 1 | Wärmeschutz - Feuchteschutz mit Knauf | Gebr. Knauf | 8715 Iphofen |
| 2 | Schnittholztrocknung | Klaus Hustede | Deutsche Verlags-Anstalt |
| 3 | Trocknungstechnik ISBN 3-540-082808 | Erster Band | Springer-Verlag, Berlin |
| 4 | Wassertransport durch Diffusion in Feststoffen Wiesbaden | H. Klopfer | Bauverlag GmbH, |
| 5 | Holzschutz | D. Knöfel | Bauverlag GmbH |

Fortsetzung Literaturhinweise

| | | | |
|----|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 6 | Kommentar zur VOB DIN 18 356 | Parkettarbeiten | Bauverlag GmbH |
| 7 | Kommentar zur VOB DIN 18 365 | Bodenbelagarbeiten | Bauverlag GmbH |
| 8 | Bautechnische Zahlentafeln | Wendehorst/Mutz | B. B. Teubner, Stuttgart |
| 9 | Temperaturmessung in der Technik | Kontakt + Studium Band 9 | expert verlag |
| 10 | Schall, Wärme, Feuchte | Gösele/Schüle | Bauverlag GmbH |

Die Bedienungsanweisung sowie die Tabellen in der vorliegenden Form sind urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdruckes, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege (Fotokopie, Mikrokopie) und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Copyright by GANN Mess- und Regeltechnik GmbH Gerlingen 10.99