FH Salzburg

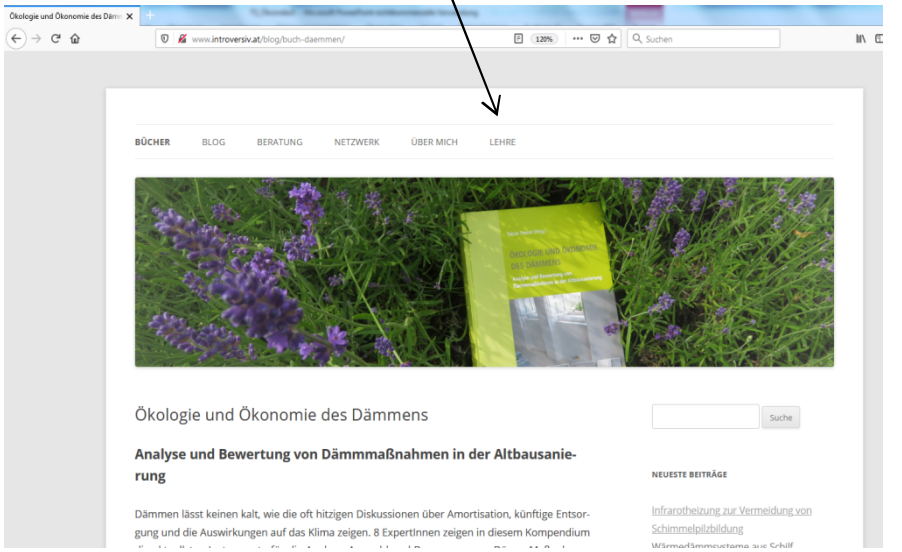
Monitoring von Plusenergie-Gebäuden

Smart Building Constructions 2

Technik
Gesundheit
Medien

Unterlagen
Smart Building Constructions 2

www.introversiv.at
http://www.introversiv.at/blog/lehre/smart-building-constructions-2/



Teil II: Messaufgabe, Messkonzept und Messtechnik

I. Messaufgabe

II. Messkonzept

III. Messtechnik

IV. Montage

Messaufgabe - Ziele

- Höchste Ansprüche an Energieeffizienz in Richtung Plusenergiehaus,
- Umweltverträgliche Gesamtkonzeption,
- NutzerInnenakzeptanz
- bei gleichzeitiger Wahrung wirtschaftlicher Bauweisen im Lebenszyklus sind von zentraler Bedeutung.

Messaufgabe - Ziele

- Die energetische Performance realisierter Gebäude kann durch die Gegenüberstellung der tatsächlichen Verbräuche bzw. Erträge mit den im Voraus berechneten Werten beurteilt werden.
- Voraussetzung für diese Bewertung ist die separate Erfassung der relevanten Energieverbräuche nach Energieträgern und Anwendungen.

Messaufgabe - Verbrauchserfassung

- dient u.a. der Überprüfung der Planungsziele und dem Kosten-Controlling.
- kann auch dazu genutzt werden, eventuelle Mängel, etwa an den technischen Systemen, aufzuspüren und ggf. zu beseitigen.
- durch eine genaue Kenntnis der Verbräuche kann das Nutzerverhalten (der Umgang mit Energie) hinterfragt und angepasst werden.

Messaufgabe - Energieeffizienz

- Konzepte und Strategien zur Erreichung hoher Energieeffizienz mit integrierter erneuerbarer Energieerschließung werfen in der Regel vielfältige Fragen auf.

Messaufgabe - Energieeffizienz

- In der Planungs- und Umsetzungsphase auftretende Fragen werden durch Berechnung und Simulation teilweise oder zur Gänze beantwortet.
- Messungen am realisierten Objekt geben Aufschluss über die sich im Betrieb tatsächlich einstellenden Bedingungen und erlauben Rückschlüsse auf die Qualität der Planung, der Umsetzung und des Gebäudebetriebs.

Messaufgabe - Erfolgskontrolle

- Im Regelfall steht das Interesse an der Gebäudeperformance des Gesamtgebäudes, als Erfolgskontrolle bzw. Überprüfung der Funktion des Gebäudes, im Vordergrund (vlg. [1]). Aber auch detaillierte, auf Teilbereiche und einzelne Aspekte des Gebäudes bezogene Fragestellungen sind zu erwarten.

Messaufgabe → Fragestellung → Messkonzept

- Die Klärung der Fragestellung bildet die Basis für die Entwicklung des Messkonzepts.

Messkonzept

- Bei der Entwicklung des Messkonzepts ist es hilfreich, sich an Definitionen und Vereinbarungen aus der Gebäudeberechnung (Bilanzierung) der Planungsphase zu orientieren.

Messkonzept

- Einige Bestandteile eines Messkonzepts, wie die Definition der Bilanzgrenzen, können von dort übernommen oder zumindest daran angelehnt werden.

  → Dadurch wird eine Gegenüberstellung von Berechnung und Messergebnis möglich.

Messkonzept - zu definieren sind ..

- Messgröße
- Messobjekt
- Messung (Messprinzip, Messmethode, Messverfahren)
- Messergebnis (Messwert, Korrektion, zulässige Messunsicherheit)
- Messeinrichtung (Messgeräte, zusätzliche Einrichtungen)
- Messgerät (Messbereich, Empfindlichkeit)
- Messdatenerfassung (Messdatenspeicher, Messintervalle)
- Dokumentation (Lage der Messpunkte, Bezeichnung der Messpunkte)

Messgröße

- Die für die Beantwortung der Messaufgabe zu erfassenden Messgrößen sind projektspezifisch festzulegen.
- Je nach Fragestellung ist der erforderliche Detaillierungsgrad (z.B. zeitlich, räumlich) zu definieren.

Messgröße

- Als Messgröße wird jene physikalische Größe (z.B. Raumlufttemperatur) verstanden, der die Messung gilt.
- Die Messgröße muss nicht unmittelbarer Gegenstand der Messung sein. Sie kann auch indirekt über bekannte physikalische oder festgelegte mathematische Beziehungen mit denjenigen Größen zusammenhängen.
- Eine Messgröße hängt im Allgemeinen von mehreren physikalischen Größen ab. Insbesondere kann sie zeit- oder ortsabhängig sein.

Messobjekt

- Unter Messobjekt ist der Träger der Messgröße zu verstehen.

  Messobjekt können z.B. sein

- Innenraumluft oder Wasser in einer Leitung,
- eine haustechnische Anlage,
- ein Raum oder ein Gebäude.

Messung

- Die Tätigkeiten beim Messen sind überwiegend praktischer Art, schließen jedoch theoretische Überlegungen und Berechnungen ein.

Messung - Unterscheidung

- Dynamischer Messung, bei der die Messgröße entweder zeitlich veränderlich ist, oder ihr Wert sich abhängig vom gewählten Messprinzip wesentlich aus zeitlichen Änderungen anderer Größen ergibt.
- Statischer Messung, bei der eine zeitlich unveränderliche Messgröße nach einem Messprinzip gemessen wird, das nicht auf der zeitlichen Veränderung anderer Größen beruht.

Messung - Messprinzip

- Als Messprinzip wird die physikalische Grundlage der Messung bezeichnet.
- Die vom Messprinzip unabhängige Art des Vorgehens bei der Messung ist die Messmethode.
- Das Messverfahren - die praktische Anwendung eines Messprinzips und einer Messmethode – wird nachfolgend als Messung bezeichnet.

Messung - Einflussgrößen

- In der Regel wird die Messgröße von anderen Größen beeinflusst, die nicht Gegenstand der Messung sind (z.B. Umgebungstemperatur, Feuchte, Luftdruck,).
- Diese Einflussgrößen sind bei oder nach der Messung im Ergebnis geeignet zu berücksichtigen.
- Gegebenenfalls sind diese Größen gesondert zu erfassen.

Messergebnis

- Der aus Messungen gewonnene Schätzwert für den wahren Wert einer Messgröße wird als Messergebnis definiert.
- Grundlage für das Schätzen des wahren Wertes sind die Messwerte, systematische Messabweichungen aber auch physikalische Beziehungen und sonstige Kenntnisse und Erfahrungen.

Messwert

Der Messwert x setzt sich zusammen aus:

$$\mathbf{x = x_w + e_r + e_s} \qquad \textbf{[Formel 1]}$$

x_w: Wahrer Wert.

e_r: Zufällige Messabweichung. Sie ist nicht genau bekannt.

e_s: Systematische Messabweichung. Sie ist im Allgemeinen nicht vollständig bekannt.

Vollständiges Messergebnis

Für die Darstellung des vollständigen Messergebnisses sind die quantitativen Angaben zur Genauigkeit erforderlich. Die anzugebenden Grenzen bedeuten, dass der wahre Wert der Messgröße zwischen ihnen erwartet wird oder jeder der von ihnen eingeschlossenen Werte als wahrer Wert in Frage kommt.

$$x = M \pm u \qquad \textbf{[Formel 2]}$$

x .. vollständiges Messergebnis, M .. Messergebnis, u .. Messunsicherheit

Messunsicherheit

- Die Messunsicherheit ist jener Kennwert, der aus den Messungen gewonnen wird und zusammen mit dem Messergebnis zur Kennzeichnung eines Wertebereiches für den wahren Wert der Messgröße dient.
- Relative Messunsicherheit bezieht sich auf den Betrag des Messergebnisses.

Messunsicherheit

- Die zulässige Messunsicherheit ist je nach Fragestellung festzulegen.
- Die Anforderung geringer Messunsicherheiten ist in der Regel mit erhöhtem messtechnischen Aufwand bzw. erhöhten Kosten verbunden.

Messgerät

- Das Messgerät ist allein oder in Verbindung mit anderen Einrichtungen für die Messung einer Messgröße vorgesehen.
- Bei der Auswahl eines für die Erfüllung der Messaufgabe geeigneten Messgerätes spielen nach DIN 1319-1 [3] folgende Eigenschaften eine wesentliche Rolle:

Messgerät - Messbereich

- Bereich derjenigen Werte der Messgröße, für die gefordert ist, dass die Messabweichungen eines Messgerätes innerhalb festgelegter Grenzen bleiben.

Messgerät - Übertragungsverhalten

- Beziehung zwischen den Werten der Eingangsgröße und den zugehörigen Werten der Ausgangsgröße eines Messgerätes unter Bedingungen, die Rückwirkung des Messgerätes ausschließen.

Messgerät - Ansprechschwelle

- Kleinste Änderung des Wertes der Eingabegröße, die zu einer erkennbaren Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes führt.

Messgerät - Empfindlichkeit

- Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes, bezogen auf die sie verursachende Änderung des Wertes der Eingangsgröße.

Messgerät - Auflösung

- Angabe zur quantitativen Erfassung des Merkmals eines Messgerätes, zwischen nahe beieinanderliegenden Messwerten eindeutig zu unterscheiden.

Messgerät - Rückwirkung

- Einfluss eines Messgerätes bei seiner Anwendung, der bewirkt, dass sich die vom Messgerät zu erfassende Größe von derjenigen Größe unterscheidet, die am Eingang des Messgeräts tatsächlich vorliegt.

Messgerät - Messgerätedrift

- Langsame zeitliche Änderung des Wertes eines messtechnischen Merkmals eines Messgerätes.

Messgerät - Einstelldauer

- Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt einer sprunghaften Änderung des Wertes der Eingangsgröße eines Messgerätes und dem Zeitpunkt, ab dem der Wert der Ausgangsgröße dauernd innerhalb vorgegebener Grenzen bleibt.

Messgerät - Messabweichung

- Langsame zeitliche Änderung des Wertes eines messtechnischen Merkmals eines Messgerätes.

Messgerät - Kalibrierung und Justieren

- Mit einer Kalibrierung wird der Zusammenhang zwischen Messwert oder Erwartungswert der Ausgangsgröße und dem zugehörigen wahren oder richtigen Wert der als Eingangsgröße vorliegenden Messgröße für eine betrachtete Messeinrichtung bei vorgegebenen Bedingungen ermittelt.

Messgerät - Kalibrierung und Justieren

- Ziel des Justierens ist das Einstellen oder Abgleichen eines Messgerätes, um systematische Messabweichungen so weit zu beseitigen, wie es für die vorgesehene Anwendung erforderlich ist.

Messdatenerfassung - Messintervall

- Das Messintervall ist abhängig von der zeitlichen Veränderung der Messgröße, den angestrebten Aussagen, den Möglichkeiten des Messgerätes, dem verfügbaren Messdatenspeicher und den damit verbundenen erforderlichen Ausleseintervallen.
- Je nach angestrebter Aussage sind Messintervalle von Jahres-, Monats-, Stunden- Minuten- oder manchmal auch Sekundenabständen erforderlich.

Messdatenerfassung - Messdatenspeicher

- Werden Messdaten direkt im Messgerät gespeichert (z.B. Datenlogger für die Aufzeichnung von Temperatur und relativer Feuchte), bevor sie ausgelesen werden, ist auf die verfügbare Speicherkapazität zu achten. Grundsätzlich sind Geräte mit nicht flüchtigem Speicher zu bevorzugen, da es bei diesen auch ohne Stromversorgung des Messgerätes zu keinem Verlust der Messdaten kommt.

Messdatenerfassung - Messdatenspeicher

- Zu beachten ist, dass Messdaten nicht unbeabsichtigt überschrieben werden, wenn der Speicher voll ist.

Messdatenerfassung – Auslesen der Messdaten

- Werden Kurzzeit-Messungen (z.B. Messdauern bis zu 1 Tag) durchgeführt, wird in der Regel ein Messtechniker vor Ort das Messsystem einrichten, die Ergebnisse vor Ort auslesen und das Messsystem wieder abbauen.

Messdatenerfassung – Auslesen der Messdaten

- Bei Langzeit-Messungen - mehrere Tage, Wochen, Monate, Jahre - können die Messdaten in definierten Intervallen vor Ort ausgelesen werden. Dies ist in der Regel mit einem erhöhten Personal- und Koordinationsaufwand verbunden. Alternativ bietet sich eine Fernauslesung an, bei der - z.B. durch das mit der Messung beauftragte Unternehmen oder den Auftraggeber - auf die Daten zugegriffen werden kann.

Messdatenerfassung – Auslesen der Messdaten

- Für die technische Umsetzung einer Fernauslesung ist die Übertragung per Funk, GSM -Netz oder Internet möglich.
- Ausfälle des Messsystems können durch eingebaute ‚Alarm'-Meldungen oder regelmäßige Auslesung und Begutachtung schnell erkannt und behoben werden.

Dokumentation

- Die Dokumentation der messtechnischen Begleitung sollte – neben den für einen Bericht allgemeingültigen formalen Kriterien - folgende Punkte umfassen:

  ✓Projektkurzbeschreibung

  ✓Planliche Darstellung

  ✓Beschreibung der Messaufgabe

Dokumentation

- ✓ Beschreibung des Messkonzepts
- ✓ Informationen zur Messung
- ✓ Zusammenstellung der (aufbereiteten) Messdaten

- Je nach Messaufgabe und Projekt variiert die Relevanz einzelner Punkte der Dokumentation.
- Im Messbericht ist flexibel darauf zu reagieren.

Rechtliche Aspekte

- Von Messeinrichtungen dürfen keine gesundheitlichen und ähnlichen Gefahren für Menschen, den Gebäudebetrieb und die Bausubstanz ausgehen.
- Mögliche Gefahren sind im Vorfeld zu evaluieren und geeignete Maßnahmen zu treffen.

Rechtliche Aspekte

- Die hohe Anzahl an Projektbeteiligten mit unterschiedlichsten Zuständigkeitsbereichen macht es erforderlich, die mit dem Monitoring verbundenen Verantwortungsbereiche, Eigentums- und Besitzrechte sowie die Wartungs- und Geheimhaltungspflichten im Vorfeld schriftlich zu vereinbaren.

Rechtliche Aspekte

- Die Zugangsmöglichkeit zu Messgeräten zwecks Wartung, Auslesen und Demontage oder Rückbau ist von besonderer Bedeutung und sollte ebenfalls im Vorfeld abgeklärt und schriftlich vereinbart werden.

Rechtliche Aspekte

- Wird ein Messsystem erst nach Fertigstellung des Gebäudes installiert, ist vorab zu klären, ob Bauteil- oder andere Öffnungen erforderlich sind, wer diese durchführt und wer für eventuelle Schäden haftet.

Rechtliche Aspekte

- Messdaten sowie andere im Zuge des Monitorings erworbene Kenntnisse sind grundsätzlich als vertrauliche bzw. sensible Daten einzustufen.
- Speicherung, Auswertung und Veröffentlichung bedarf der Einverständniserklärung des Betroffenen und des Auftraggebers.
- Werden Daten per Funk, GSM-Netz oder Internet zwischen einzelnen Geräten oder zum Auslesen übertragen, sind geeignete sichere Verbindungen erforderlich.

Rechtliche Aspekte

- Grundsätzlich sind alle relevanten Projektbeteiligten in den Monitoring-Prozess miteinzubeziehen.
- Die damit verbundene Vorlaufzeit ist zu berücksichtigen.
- Eine gute Abstimmung, umfangreiche Information und Abklärung rechtlicher und organisatorischer Fragen im Vorfeld beugt späteren Streitigkeiten vor und stellt die Grundlage für ein erfolgreiches Monitoring dar.

Rechtliche Aspekte

- Gemäß Datenschutzgesetz [4] hat jedermann, insbesondere auch im Hinblick auf die Achtung seines Privat- und Familienlebens, Anspruch auf Geheimhaltung ihn betreffender personenspezifischer Daten, soweit ein schutzwürdiges Interesse daran besteht.

Rechtliche Aspekte

- Der Betroffene hat das Recht auf Auskunft darüber, wer welche Daten über ihn verarbeitet, woher die Daten stammen und wozu sie verwendet werden.

Rechtliche Aspekte

Benennung	Definition und Anmerkungen
Daten	
personenbezogene Daten	Angaben über Betroffene, deren Identität bestimmt oder bestimmbar ist.
nur indirekt personenbezogene Daten	sind Daten für einen Auftraggeber, Dienstleister oder Empfänger einer Übermittlung, wenn der Personenbezug der Daten derart ist, dass dieser Auftraggeber, Dienstleister oder Übermittlungsempfänger die Identität des Betroffenen mit rechtlich zulässigen Mitteln nicht bestimmen kann.
sensible Daten	Besonders schutzwürdige Daten; Daten natürlicher Personen über ihre rassische und ethnische Herkunft, politische Meinung, Gewerkschaftszugehörigkeit, religiöse oder philosophische Überzeugung, Gesundheit oder ihr Sexualleben.
Auftraggeber	Natürliche und juristische Personen, welche die Entscheidung getroffen haben, Daten zu verwenden, unabhängig davon ob sie die Daten selbst verwenden oder damit einen Dienstleister beauftragen.
Datenanwendung	Alle Verwendungsschritte, die zur Erreichung eines inhaltlich bestimmten Ergebnisses führen.
Verwenden von Daten	Jede Art der Handhabung von Daten
Verarbeiten von Daten	Ermitteln, Erfassen, Speichern, Aufbewahren, Ordnen, Vergleichen, Verändern, Verknüpfen, Benutzen u.ä.
Überlassen von Daten	Die Weitergabe von Daten zwischen Auftraggeber und Dienstleister.
Übermitteln von Daten	Weitergabe von Daten an andere Empfänger als den Betroffenen
Zustimmung	Die gültige, insbesondere ohne Zwang abgegebene Willenserklärung des Betroffenen, dass er in Kenntnis der Sachlage für den konkreten Fall in die Verwendung seiner Daten einwilligt.

Rechtliche Aspekte

Grundsätzlich dürfen Daten (vlg. [4]) nur

- nach Treu und Glauben und auf rechtmäßige Weise verwendet werden;
- für festgelegte, eindeutige und rechtmäßige Zwecke ermittelt und nicht in einer mit diesen Zwecken unvereinbaren Weise weiterverwendet werden; die Weiterverwendung für wissenschaftliche oder statistische Zwecke ist zulässig;

Rechtliche Aspekte

Grundsätzlich dürfen Daten (vlg. [4]) nur

- soweit sie für den Zweck der Datenanwendung wesentlich sind, verwendet werden und über diesen Zweck nicht hinausgehen;
- so verwendet werden, dass sie im Hinblick auf den Verwendungszweck im Ergebnis sachlich richtig sind;

Rechtliche Aspekte

Grundsätzlich dürfen Daten (vlg. [4]) nur

- solange in personenbezogener Form aufbewahrt werden, als dies für die Erreichung der Zwecke, für die sie ermittelt wurden, erforderlich ist; eine längere Aufbewahrungsdauer kann sich aus besonderen gesetzlichen, insbesondere archivrechtlichen Vorschriften ergeben.

Rechtliche Aspekte

Schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen sind bei Verwendung nicht-sensibler Daten dann nicht verletzt, wenn der Betroffene der Verwendung seiner Daten zugestimmt hat, wobei ein Widerruf jederzeit möglich ist und die Unzulässigkeit der weiteren Verwendung der Daten bewirkt oder überwiegende berechtigte Interessen des Auftraggebers oder eines Dritten die Verwendung erfordern.

Rechtliche Aspekte

- Bei der Verwendung von zulässigerweise veröffentlichten Daten oder von nur indirekt personenbezogenen Daten gelten schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen als nicht verletzt.
- Schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen sind insbesondere auch dann nicht verletzt, wenn die Verwendung der Daten zur Erfüllung einer vertraglichen Verpflichtung zwischen Auftraggeber und Betroffenem erforderlich ist.

Rechtliche Aspekte

Neben den Pflichten des Dienstleisters, Angaben zur Datensicherheit, Publizität der Datenanwendung, Informationspflicht des Auftraggebers werden die Rechte des Betroffenen und die Verwendung von Daten in der wissenschaftlichen Forschung in [4] geregelt.

Rechtliche Aspekte

- Bei Monitoring von Plusenergie-Gebäuden werden in der Regel nicht-sensible, bzw. nur indirekt personenbezogene Daten erfasst.
- Auch bei Erfassung der Anwesenheit von Personen zur Beurteilung der inneren Lasten handelt es sich - sofern die Identität der Betroffenen nicht bekannt oder bestimmbar ist – um indirekt personenbezogene Daten.

Messtechnik - Grundbegriffe

- Werden die allgemeinen Grundbegriffe der Metrologie (Wissensbereich der sich auf Messungen bezieht) angewandt, können Unklarheiten in der Kommunikation und Schwierigkeiten bei Auswertung und Interpretation der Messergebnisse reduziert werden.
- Die Aussagekraft von Ergebnissen und Erkenntnissen wird dadurch maßgeblich erhöht.

Messtechnik - Begriffe

Benennung	Definition und Anmerkungen
Messgröße	Physikalische Größe, der die Messung gilt. Die Messgröße muss nicht unmittelbarer Gegenstand der Messung sein. Sie kann auch indirekt über bekannte physikalische oder festgelegte mathematische Beziehungen mit denjenigen Größen zusammenhängen, denen unmittelbare Messungen gelten. Eine Messgröße hängt im Allgemeinen von mehreren physikalischen Größen ab. Insbesondere kann sie zeit- oder ortsabhängig sein.
Messobjekt	Träger der Messgröße. Messobjekt können z.B. Gebäude, Raum, haustechnische Anlage, Leitung, Innenraumluft sein.
Wahrer Wert	Wert der Messgröße als Ziel der Auswertung von Messungen. Nach Auswertung der Messungen ist der wahre Wert der Messgröße in aller Regel nicht genau bekannt. Er ist ein ideeller Wert, der aus den vorliegenden Messungen geschätzt wird.
Richtiger Wert	Bekannter Wert für Vergleichszwecke, dessen Abweichung vom wahren Wert für den Vergleichszweck als vernachlässigbar betrachtet wird.

Messungen	
Messung	Ausführung von geplanten Tätigkeiten zum quantitativen Vergleich der Messgröße mit einer Einheit Die Tätigkeiten beim Messen sind überwiegend praktischer (experimenteller) Art, schließen jedoch theoretische Überlegungen und Berechnungen ein.
Dynamische Messung	Messung, wobei die Messgröße entweder zeitlich veränderlich ist, oder ihr Wert sich abhängig vom gewählten Messprinzip wesentlich aus zeitlichen Änderungen anderer Größen ergibt.
Statische Messung	Messung, wobei eine zeitlich unveränderliche Messgröße nach einem Messprinzip gemessen wird, das nicht auf der zeitlichen Veränderung anderer Größen beruht.
Zählen	Ermitteln des Wertes der Messgröße. Anzahl der Elemente einer Menge.
Messprinzip	Physikalische Grundlage der Messung.
Messmethode	Spezielle, vom Messprinzip unabhängige Art des Vorgehens bei der Messung.
Messverfahren	Praktische Anwendung eines Messprinzips und einer Messmethode.
Einflussgröße	Größe, die nicht Gegenstand der Messung ist, jedoch die Messgröße beeinflusst. z.B. Umgebungstemperatur, Feuchte, Luftdruck. Bei der Messung vorkommende Abweichungen der Werte der Einflussgrößen von ihren vorgesehenen Werten sollen bei oder nach der Messung im Ergebnis geeignet berücksichtigt werden.

Ergebnisse von Messungen	
Ausgabe	Durch ein Messgerät oder eine Messeinrichtung bereitgestellte und in einer vorgesehenen Form ausgegebene Information über den Wert einer Messgröße.
Messwert	Wert, der zur Messgröße gehört und der Ausgabe eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung eindeutig zugeordnet ist. Der Messwert x setzt sich zusammen aus: x_w: Wahrer Wert. e_r: Zufällige Messabweichung. Sie ist nicht genau bekannt. e_s: Systematische Messabweichung. Sie ist im Allgemeinen nicht vollständig bekannt. $x = x_w + e_r + e_s$
Messergebnis	Aus Messungen gewonnener Schätzwert für den wahren Wert einer Messgröße. Grundlage für das Schätzen des wahren Wertes sind Messwerte und bekannte systematische Messabweichungen, auch bekannte physikalische Beziehungen und sonstige Kenntnisse und Erfahrungen. Wird der wahre Wert nicht durch das arithmetische Mittel berichtigter Messwerte geschätzt, sondern z.B. durch deren Median, so ist dies anzugeben.
Berichtigen	Beseitigen der im unberichtigten Messergebnis enthaltenen bekannten systematischen Messabweichung.
Korrektion	Wert, der nach algebraischer Addition zum unberichtigten Messergebnis oder zum Messwert die bekannte systematische Messabweichung ausgleicht. Abhängig von den Bedingungen bei der Messung können zu unterschiedlichen Messwerten derselben oder einer sich

Korrektion	Wert, der nach algebraischer Addition zum unberichtigten Messergebnis oder zum Messwert die bekannte systematische Messabweichung ausgleicht. Abhängig von den Bedingungen bei der Messung können zu unterschiedlichen Messwerten derselben oder einer sich ändernden Messgröße unterschiedliche Korrektionen gehören.
Messabweichung	Abweichung eines aus Messungen gewonnenen und der Messgröße zugeordneten Wertes vom wahren Wert.
Zufällige Messabweichung	Abweichung des unberichtigten Messergebnisses vom Erwartungswert.
Systematische Messabweichung	Abweichung des Erwartungswertes vom wahren Wert.
Messunsicherheit	Kennwert, der aus Messungen gewonnen wird und zusammen mit dem Messergebnis zur Kennzeichnung eines Wertebereiches für den wahren Wert der Messgröße dient.
Relative Messunsicherheit	Messunsicherheit, bezogen auf den Betrag des Messergebnisses.
Vollständiges Messergebnis	Messergebnis mit quantitativen Angaben zur Genauigkeit. $x = M \pm u$ x .. vollständiges Messergebnis, M .. Messergebnis, u .. Messunsicherheit Die anzugebenden Grenzen bedeuten, dass der wahre Wert der Messgröße zwischen ihnen erwartet wird oder jeder der von ihnen eingeschlossenen Werte als wahrer Wert in Frage kommt.

Messgeräte	
Messgerät	Gerät, dass allein oder in Verbindung mit anderen Einrichtungen für die Messung einer Messgröße vorgesehen ist.
Messeinrichtung	Gesamtheit aller Messgeräte und zusätzlicher Einrichtungen zur Erzielung eines Messergebnisses.
Messkette	Folge von Elementen eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung, die den Weg des Messsignals von der Aufnahme der Messgröße bis zur Bereitstellung der Ausgabe bildet.
Kalibrierung	Ermitteln des Zusammenhangs zwischen Messwert oder Erwartungswert der Ausgangsgröße und dem zugehörigen wahren oder richtigen Wert der als Eingangsgröße vorliegenden Messgröße für eine betrachtete Messeinrichtung bei vorgegebenen Bedingungen.
Justieren	Einstellen oder Abgleichen eines Messgerätes, um systematische Messabweichungen so weit zu beseitigen, wie es für die vorgesehene Anwendung erforderlich ist.
Messbereich	Bereich derjenigen Werte der Messgröße, für die gefordert ist, dass die Messabweichungen eines Messgerätes innerhalb festgelegter Grenzen bleiben.
Übertragungsverhalten eines Messgerätes	Beziehung zwischen den Werten der Eingangsgröße und den zugehörigen Werten der Ausgangsgröße eines Messgerätes unter Bedingungen, die Rückwirkung des Messgerätes ausschließen.

Übertragungsverhalten eines Messgerätes	Beziehung zwischen den Werten der Eingangsgröße und den zugehörigen Werten der Ausgangsgröße eines Messgerätes unter Bedingungen, die Rückwirkung des Messgerätes ausschließen.
Ansprechschwelle	Kleinste Änderung des Wertes der Eingabegröße, die zu einer erkennbaren Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes führt.
Empfindlichkeit	Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes, bezogen auf die sie verursachende Änderung des Wertes der Eingangsgröße.
Auflösung	Angabe zur quantitativen Erfassung des Merkmals eines Messgerätes, zwischen nahe beieinanderliegenden Messwerten eindeutig zu unterscheiden.
Rückwirkung eines Messgerätes	Einfluss eines Messgerätes bei seiner Anwendung, der bewirkt, dass sich die vom Messgerät zu erfassende Größe von derjenigen Größe unterscheidet, die am Eingang des Messgeräts tatsächlich vorliegt.
Messgerätedrift	Langsame zeitliche Änderung des Wertes eines messtechnischen Merkmals eines Messgerätes.
Einstelldauer	Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt einer sprunghaften Änderung des Wertes der Eingangsgröße eines Messgerätes und dem Zeitpunkt, ab dem der Wert der Ausgangsgröße dauernd innerhalb vorgegebener Grenzen bleibt.
Messabweichung eines Messgerätes	Langsame zeitliche Änderung des Wertes eines messtechnischen Merkmals eines Messgerätes.

Messinstrumente

- Für die Ermittlung wesentlicher Messgrößen werden geeignete Messinstrumente vorgestellt und Anwendungs-Hinweise gegeben.
- Folgende, besonders für den thermischen Komfort relevante Messgrößen werden behandelt (vgl. [5]):

Lufttemperatur

- Die Lufttemperatur ist die Temperatur der den Menschen umgebenden Luft.

Mittlere Strahlungstemperatur

- Die mittlere Strahlungstemperatur ist die gleichmäßige Temperatur eines gedachten Hüllraumes, in dem die strahlungsbedingte Wärmeübertragung vom menschlichen Körper weg ebenso groß ist wie die in dem realen inhomogenen Hüllraum.

Flächenstrahlungs-Temperatur

- Die Flächenstrahlungs-Temperatur ist die gleichmäßige Temperatur eines Hüllraumes, in dem die Bestrahlungsstärke auf einer Seite eines kleinen ebenen Elements gleich derjenigen in der tatsächlichen heterogenen Umgebung ist.

Strahlungstemperatur-Asymmetrie

- Der Unterschied zwischen den Werten der Flächenstrahlungstemperatur von zwei gegenüberliegenden Seiten eines kleinen ebenen Elements.

Absolute und relative Feuchte

- Die absolute Luftfeuchte macht eine Aussage über den tatsächlichen Wasserdampfgehalt der Luft.
- Demgegenüber beschreiben Größen wie die relative Luftfeuchte oder der Sättigungsgrad die Wasserdampfmenge in der Luft bezogen auf die maximal mögliche Wasserdampfmenge, die die Luft bei gegebener Temperatur und gegebenem Druck aufnehmen kann.

Luftgeschwindigkeit

- Die Luftgeschwindigkeit ist eine Größe, die durch ihre Stärke und Richtung definiert ist.

Oberflächentemperatur

- Die Oberflächentemperatur ist die Temperatur einer gegebenen Oberfläche.

Messung der Lufttemperatur - Beschreibung

- Die Messung der Lufttemperatur erscheint zwar einfach, führt aber zu beträchtlichen Fehlern wenn relevante Aspekte nicht beachtet werden.
- Eine Temperatur wird über die Messung physikalischer Größen, wie Länge von festen Körpern, Volumen von Flüssigkeiten, elektrischer Widerstand, elektromotorische Kraft u.ä. erfasst.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Thermometer

Minderung des Strahlungseinflusses

- Ist das Thermometer der Strahlung benachbarter Wärmequellen ausgesetzt ist die gemessene Temperatur nicht die wirkliche, sondern eine zwischen der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur liegende Temperatur.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Thermometer

Der Strahlungseinfluss auf das Thermometer kann reduziert werden durch:

• Reduzierung des Emissionsgrades des Messwertaufnehmers, durch Anwendung eines polierten Messwertaufnehmers oder durch Aufbringen eines reflektierenden Farbanstrichs.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Thermometer

Der Strahlungseinfluss auf das Thermometer kann reduziert werden durch:

• Anordnung reflektierender Schirme aus dünnen, reflektierenden Metallfolien (z.B. Aluminium-Folie) zwischen Messwertaufnehmer und Wänden.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Thermometer

Der Strahlungseinfluss auf das Thermometer kann reduziert werden durch:

- Erhöhung des Wärmeübertragungskoeffizienten durch Konvektion beispielsweise über eine Zwangsbelüftung des Messwertaufnehmers mittels Ventilator oder durch Verringerung der Größe des Messwertnehmers (Thermistor, Thermoelement).

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Thermometer

Thermische Trägheit des Messwertaufnehmers

- Wird ein Thermometer einem Umgebungsklima ausgesetzt, benötigt es zum Erreichen des Beharrungszustandes und dem anzeigen der Temperatur eine gewisse Zeit.
- Je kleiner und leichter der Messwertnehmer und je geringer die spezifische Wärmekapazität ist desto schneller spricht ein Thermometer an. Ebenso je besser der Wärmeaustausch mit der Umgebung ist.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Zur Messung der Lufttemperatur in Innenräumen werden folgende Geräteeigenschaften empfohlen.

Lufttemperatur	**t_a**
Messbereich	10 °C bis 40 °C
Fehlergrenzen	Mindestwert: ± 0,5 °C Idealwert: ± 0,2 °C Diese Werte müssen mindestens für eine Differenz $\lvert t_r - t_a \rvert < 10$ °C eingehalten werden.
Einstellzeit (90%)	So kurz wie möglich. Muss als Kennwert für das Instrument angegeben werden.
Bemerkung	Der Temperatur-Messwertaufnehmer muss wirksam vor Strahlung von warmen oder kalten Wänden geschützt werden. Der Mittelwert über 1 min sollte angegeben werden.

Messung
der mittleren Strahlungstemperatur - Beschreibung

- Der Betrag an Wärmestrahlung, der vom menschlichen Körper abgegeben oder aufgenommen wird, ist die algebraische Summe aller Strahlungsflüsse, die von den der Strahlung ausgesetzten Teilen der Körpers mit den verschiedenen in der Umgebung befindlichen Wärmequellen ausgetauscht wird.

Messung
der mittleren Strahlungstemperatur - Beschreibung

- Jeder dieser Strahlungsflüsse lässt sich aus den Maßen, den thermischen Eigenschaften (Oberflächentemperatur, Emissionskoeffizient) und der Anordnung der Strahlungsquelle und des ihr ausgesetzten Körpers oder Bekleidungsteils ermitteln. Die mittlere Strahlungstemperatur kann mit Hilfe eines Kugel-Thermometers anhand der Kugeltemperatur und der Temperatur sowie Geschwindigkeit der die Kugel umgebenden Luft zu beschreiben werden (detailliert in [5]).

Messung
der mittleren Strahlungstemperatur - Beschreibung

- Das Kugel-Thermometer besteht aus einer geschwärzten Kugel, in deren Mittelpunkt sich ein Thermometer (z. B. Quecksilberthermometer, Thermoelement, Widerstandsthermometer) befindet.
- Der Einfluss von Lufttemperatur und -geschwindigkeit ist umso größer je kleiner der Kugeldurchmesser ist, wodurch sich die Genauigkeit der Messung verringert.

Messung
der mittleren Strahlungstemperatur - Beschreibung

- Um die Absorption der von den Wänden des umgebenden Raumes ausgehenden Strahlung durch die Kugeloberfläche sicherzustellen, muss diese geschwärzt sein.
- Die Kugel wird in dem Raum angeordnet, in dem die mittlere Strahlungstemperatur gemessen werden soll.

Messung
der mittleren Strahlungstemperatur - Beschreibung

- Unter der Wirkung des Wärmeaustausches durch Strahlung von den Wärmequellen im Raum und des Wärmeaustausches durch Konvektion erreicht die Kugel ein thermisches Gleichgewicht.
- Mit dem Thermometer im Innern der Kugel kann deren mittlere Temperatur gemessen werden, da die Temperatur an der Innenfläche der Kugel und die Lufttemperatur direkt außerhalb der Kugel praktisch gleich der mittleren Außentemperatur der Kugel sind.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Kugel-Thermometer

- Bei heterogener Strahlung sind drei geschwärzte Kugeln zu verwenden.
- Die geschwärzten Kugeln sind in festgelegten Punkten anzuordnen.
- Die mittlere Strahlungstemperatur ist dann gleich dem anhand definierter Faktoren gewichteten Mittel der Messwerte.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Kugel-Thermometer

- Die Einstellzeit eines Kugel-Thermometers beträgt etwa 30 Minuten.
- Ob sich das thermische Gleichgewicht bereits eingestellt hat kann durch mehrfaches Ablesen festgestellt werden.
- Bei sich schnell änderndem Umgebungsklima ist das Kugel-Thermometer nicht zur Bestimmung der Strahlungstemperatur geeignet.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Kugel-Thermometer

- Die Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur mittels Kugel-Thermometer kann nur näherungsweise erfolgen.
- Die von einer Decke oder dem Boden kommende Strahlung wird von der Kugel, im Vergleich zu der Strahlung, die ein stehender oder sitzender Mensch empfängt, überbewertet.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Kugel-Thermometer

- Wird das Kugel-Thermometer für kurzwellige Strahlung (z. B. Sonnenstrahlung) eingesetzt muss die Kugel mit einem Farbanstrich versehen sein, der annähernd das gleiche Absorptionsvermögen für kurzwellige Strahlung hat wie die Außenfläche einer bekleideten Person.

Anwendungshinweise
für Messung mit einem Kugel-Thermometer

- Der Emissionsgrad des Farbstrichs für langwellige Strahlung sollte etwa 0,95 sein.
- Alternativ kann eine geschwärzte Kugel verwendet und die mittlere Strahlungstemperatur unter Berücksichtigung des Absorptionsvermögens der getragenen Kleidung errechnet werden.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Zur Messung der mittleren Strahlungstemperatur in Innenräumen werden folgende Geräteeigenschaften empfohlen.

Mittlere Strahlungstemperatur	**t_r**
Messbereich	10 °C bis 40 °C
Fehlergrenzen	Mindestwert: ± 2 °C Idealwert: ± 0,2 °C Bei handelsüblichen Instrumenten sind diese Werte z.T. nicht eingehalten. In diesem Fall ist die erreichte Messgenauigkeit anzugeben.
Einstellzeit	So kurz wie möglich. Muss als Kennwert für das Instrument angegeben werden.
Bemerkung	Bei Messung mit einer schwarzen Kugel kann je nach Umgebungsklima und der Fehlergrenzen für v_a, t_a und t_g die Messgenauigkeit ± 5 °C betragen.

Messung
der Flächenstrahlungstemperatur - Beschreibung

- Die Flächenstrahlungstemperatur kann mittels eines erwärmten Messwertaufnehmers aus einer reflektierenden (vergoldeten) Scheibe und einer absorbierenden (mattschwarz angestrichenen) Scheibe gemessen werden.

Messung
der Flächenstrahlungstemperatur - Beschreibung

- Die reflektierende Scheibe gibt ihre Wärme fast vollständig durch Konvektion, die schwarze Scheibe durch Konvektion und Strahlung ab. Werden beide Scheiben auf die gleiche Temperatur gebracht, so ist die Wärmezufuhrdifferenz zu den beiden Scheiben gleich der Wärmeübertragung durch Strahlung zwischen der absorbierenden Scheibe und der Umgebung.

Messung der Flächenstrahlungstemperatur Effektivradiometer

- Das Effektivradiometer besteht aus einem kleinen schwarzen Flächenelement mit einem integrierten Wärmestrommesser zwischen den beiden Seiten des Elements. Der effektive Wärmestrom zwischen den beiden Seiten des Flächenelements ist gleich dem Unterschied in der übertragenen Strahlungswärme im Bereich der beiden Seiten des Flächenelements. Zur Verminderung des Einflusses der Luftgeschwindigkeit ist das Flächenelement im Allgemeinen von einer dünnen Kugel aus Polyethylen umgeben.

Messung der Flächenstrahlungstemperatur Konstantlufttemperaturscheibe

- Beim diesem Verfahren der Konstantlufttemperatur-Scheibe wird ein kleines Flächenelement auf der Temperatur der umgebenden Luft gehalten.
- Die erforderliche Wärmezufuhr zum Flächenelement ist gleich dem Wärmeaustausch durch Strahlung.

Messung
der Flächenstrahlungstemperatur - Beschreibung

- Der Mensch ist in der Regel einer asymmetrischen Wärmestrahlung ausgesetzt. Diese Strahlungs-Asymmetrie, kann u.a. mittels Effektivradiometer anhand der Differenz zwischen den Flächenstrahlungstemperaturen der gegenüberliegenden Seiten eines kleinen ebenen Elements beurteilt werden.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Zur Messung der Flächenstrahlungs-Temperatur in Innenräumen werden folgende Geräteeigenschaften empfohlen.

Flächenstrahlungs-Temperatur	**t_{pr}**
Messbereich	0 °C bis 50 °C
Fehlergrenzen	Mindestwert: ± 0,5 °C Idealwert: ± 0,2 °C Diese Werte müssen mindestens für eine Differenz $\lvert tp_r - t_a \rvert < 10$ °C eingehalten werden.
Einstellzeit	So kurz wie möglich. Muss als Kennwert für das Instrument angegeben werden.
Bemerkung	-

Messung der Luftfeuchte - Beschreibung

- Bei einer bestimmten Temperatur kann Luft nur eine bestimmte Menge Wasserdampf aufnehmen. Bei weiterer Erhöhung des Wasserdampfgehalts kondensiert er.
- Mit steigender Lufttemperatur erhöht sich auch die Wasserdampfmenge, die die Luft aufnehmen kann.

Messung der Luftfeuchte - Beschreibung

- Feuchtegehalt - das Verhältnis der Masse an Wasserdampf zur Masse der trockenen Luft - und der Partialdruck des Wasserdampfs - der Druck des Wasserdampfs in feuchter Luft, den der Wasserdampf ausüben würde, wenn er das Volumen der feuchten Luft bei gleicher Temperatur einnähme – dienen zur Beschreibung der absoluten Luftfeuchte.

Messung der Luftfeuchte - Beschreibung

- Die relative Luftfeuchte ist das Verhältnis zwischen Partialdruck des Wasserdampfs in feuchter Luft und dem Sättigungsdampfdruck bei gleicher Temperatur und dem gleichem Gesamtdruck.

Bauarten von Hygrometern

Bauart	Funktionsprinzip
Taupunkthygrometer	Kondensation von in der Luft enthaltenen Wasserdampf an einem Spiegel, der auf den Taupunkt des Wasserdampf-Luftgemisches abgekühlt wird.
Lithiumchlorid-Hygrometer (zur Messung der absoluten Luftfeuchte)	Bestimmung der absoluten Luftfeuchte durch Messung der Temperaturänderung als Folge einer Änderung der elektrischen Leitfähigkeit des Messwertaufnehmers.
Kapazitives Hygrometer (zur Messung der relativen Luftfeuchte)	Bestimmung der relativen Feuchte durch Messung der Änderung der elektrischen Kapazität des Messwertaufnehmers.
Absorptionshygrometer (Haarhygrometer)	Verformung oder Dehnung bestimmter organischer Materialien als Folge der Oberflächenspannung von Wasser in den Poren dieser Materialien. Dieser Hygrometertyp ist häufig zu kalibrieren.
Psychrometer	Kühlung eines Feuchtthermometers durch Verdunstung in einem Luftstrom

Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie - Beschreibung

- Ein Psychrometer besteht aus zwei Thermometern und einer Einrichtung zu deren Belüftung.
- Das eine Thermometer misst die Trocken-Lufttemperatur, das Andere die Feuchttemperatur.
- Das letztgenannte Thermometer ist mit einem feuchten Strumpf überzogen, der im Allgemeinen aus engmaschigem Baumwollgewebe besteht, und dessen unteres Ende in einen Behälter mit Wasser getaucht ist.

Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie - Beschreibung

- Durch Kapillarwirkung steigt das Wasser aus dem Behälter zum Thermometer und verdunstet mit einer von der Luftfeuchte abhängigen Geschwindigkeit. Die dabei entstehende Abkühlung ist desto stärker je trockener die Luft ist.
- Die absolute Luftfeuchte wird aus der gemessenen Trocken- und Feuchttemperatur bestimmt.

Anwendungshinweise zur Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie

- Das Feuchtthermometer ist ausreichend (Luftgeschwindigkeit von 4 m/s bis 5 m/s) zu belüften.
- Trocken- und Feuchtthermometer sollten gegen Wärmestrahlung abgeschirmt werden.

Anwendungshinweise zur Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie

- Ist die mittlere Strahlungstemperatur höher oder niedriger als die Lufttemperatur, sollte das Thermometer für die Lufttemperatur mit einer oder mehreren Abschirmungen geschützt werden. Gleiches gilt für das Feuchtthermometer.

Anwendungshinweise zur Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie

- Der Strumpf um das Feuchtthermometer sollte über dessen messwertaufnehmenden Teil hinausreichen.
- Zum Befeuchten des Strumpfs sollte destilliertes Wasser verwendet werden.

Anwendungshinweise zur Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie

- Der Strumpf des Feuchtthermometers sollte so beschaffen sein, dass das Wasser leicht durch Kapillarwirkung zirkulieren kann, insbesondere bei niedriger absoluter Luftfeuchte.
- In diesem Fall erfordert die verstärkte Verdunstung von Wasser am Thermometer einen verstärkten Nachfluss an Wasser aus dem Behälter. Verunreinigte Strümpfe sind zu ersetzen.

Anwendungshinweise zur Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie

- Der Barometerdruck muss, wenn er von 101,3 kPa merklich (2 %) abweicht, gemessen werden, da die Verdunstung vom atmosphärischen Druck abhängt.

Messung der Feuchte mittels Lithiumchloridhygrometer - Beschreibung

- Die Messung der Feuchte mittels Lithiumchloridhygrometer basiert auf der Erscheinung, dass der Sättigungsdruck über gesättigten hygroskopischen Salzlösungen, insbesondere Lithiumchloridlösungen, kleiner ist als derjenige über Wasser gleicher Temperatur.

Messung der Feuchte mittels Lithiumchloridhygrometer - Beschreibung

- Der Taupunkt über einer gesättigten Lithiumchloridlösung, wie der Dampfdruck, liegt in weiten Bereichen über der Umgebungstemperatur und kann deshalb durch Erwärmen der Lösung erreicht werden.
- Dies ermöglicht eine Erwärmung und Einstellung der Erwärmungsleistung mit einfachen Mitteln.

Messung der Feuchte mittels Lithiumchloridhygrometer - Beschreibung

- Der wirksame Teil des Messwertaufnehmers besteht im Allgemeinen aus einem dünnen Isolierrohr, das von mit Lithiumchlorid-Lösung getränkter Glaswolle umhüllt ist.
- Zwei nebeneinander verlaufende Elektroden aus Edelmetall werden spiralförmig über die Glaswolle geführt, das Ganze wiederum ist mit einer gelochten Schutzhülle überzogen.

Messung der Feuchte mittels Lithiumchloridhygrometer - Beschreibung

- Die beiden Elektroden sind mit einer Niedervoltwechselspannungsquelle verbunden.
- Durch den Stromfluss erwärmt sich die Lithiumchlorid-Lösung, und das vorher absorbierte Wasser verdampft.
- Nach dem Verdampfen kristallisiert die Lösung. Dadurch vermindert sich die elektrische Leitfähigkeit und damit auch die Stromstärke erheblich, und die Temperatur sinkt wieder.

Messung der Feuchte mittels Lithiumchloridhygrometer - Beschreibung

- Die Lithiumchlorid-Lösung kann dann den Wasserdampf in der Luft absorbieren, wodurch sich die Leitfähigkeit der Lösung erhöht.
- Die Stromstärke steigt und führt wieder zur Verdampfung des Wassers.

Messung der Feuchte mittels Lithiumchloridhygrometer - Beschreibung

- Zwischen dem Wasserdampfgehalt der Luft, der Heizleistung und der Temperatur des Hygrometers stellt sich schnell ein Gleichgewicht ein. Dabei hängt die Gleichgewichtstemperatur, die mit einem Thermometer gemessen wird, ausschließlich vom Wasserdampfdruck der Luft ab, wodurch sich der Taupunkt oder die absolute Luftfeuchte direkt messen lässt. Dies ist einer der Vorteile bei der Anwendung eines Lithiumchlorid-Hygrometers.

Anwendungshinweise zur Messung der Feuchte mittels Lithiumchlorid-Hygrometer

- Die Geschwindigkeit der auf das Hygrometer auftreffenden Luft sollte je nach Art der Abschirmung des Messwertaufnehmers einen bestimmten Wert nicht überschreiten, da sonst das Hygrometer zu niedrige Werte anzeigt. In diesem Zusammenhang sind die Herstellerhinweise zu beachten.

Anwendungshinweise zur Messung der Feuchte mittels Lithiumchlorid-Hygrometer

- Nach Inbetriebnahme des Hygrometers sollte die elektrische Leistung konstant gehalten werden.
- Nach dem Abschalten des Geräts absorbiert das Lithiumchlorid Wasserdampf aus der Luft, was bei erneuter Inbetriebnahme zu Spannungen in den Elektroden führen kann.

Anwendungshinweise zur Messung der Feuchte mittels Lithiumchlorid-Hygrometer

- Leitfähige Verunreinigungen (z. B. Staub) auf dem aktiven Teil des Messwertaufnehmers kann zu Verzerrungen der Anzeige führen.
- Die Lithiumchloridläsung sollte regelmäßig erneuert werden, wobei auf eine vorhergehende Reinigung des Hygrometers zu achten ist.
- Das Ablesen des Hygrometers sollte erst erfolgen, nachdem der Messwertaufnehmer sein thermisches Gleichgewicht erreicht hat. Die Einstellzeit des Lithiumchloridhygrometers liegt bei 6 min.

Messung der Luftgeschwindigkeit - Beschreibung

- Im Allgemeinen ist es schwierig, die genaue Luftgeschwindigkeit in Räumen zu bestimmen, da die Luftströmung in der Regel turbulent ist, d. h. die Luftgeschwindigkeit ebenso wie die Windrichtung ändern sich häufig und zufällig.

Messung der Luftgeschwindigkeit - Beschreibung

- Bei der Messung der Luftgeschwindigkeit sind v.a. die Empfindlichkeit des Messwertaufnehmers hinsichtlich der Strömungsrichtung, die Empfindlichkeit hinsichtlich Schwankungen der Luftgeschwindigkeit und die Fähigkeit des Messinstrumentes sowohl mittlerer als Luftgeschwindigkeit, als auch Standardabweichung über ein Messintervall auszugeben.

Messung der Luftgeschwindigkeit - Beschreibung

- Eine genaue Messung der mittleren Geschwindigkeit hängt von der Kalibrierung des Instrumentes ab. Die Messgenauigkeit der Standardabweichung, d. h. der Intensität der Turbulenzen, hängt von der Einstellzeit ab.
- Ein Gerät mit einer langen Einstellzeit wird keine schnellen Geschwindigkeitsänderungen messen können.

Messung der Luftgeschwindigkeit - Beschreibung

- Für Messungen eines Luftstroms mit starker Turbulenz und langsamen Geschwindigkeitsänderungen benötigt man eine längere Messzeitperiode als für Luftströme mit einer niedrigen Turbulenz und raschen Geschwindigkeits-Änderungen.

Messung der Luftgeschwindigkeit - Beschreibung

- Die Luftgeschwindigkeit kann entweder mit einer richtungsunempfindlichen Messsonde (z.B. Heizkugel), die nur von der Höhe der Geschwindigkeit - unabhängig von deren Richtung - beeinflusst wird oder mittels drei richtungsempfindlichen Messwert-Aufnehmern, die die Komponenten der Luftgeschwindigkeit in drei zueinander senkrecht stehenden Ebenen messen können ermittelt.

Messung der Luftgeschwindigkeit - Beschreibung

- Zu beachten ist, dass eine genaue Messung in einer Richtung in der Praxis sehr schwierig zu realisieren ist. Im Fall einer gerichteten Luftströmung kann auch eine einzelne richtungsempfindliche Sonde eingesetzt werden (Blatt-Anemometer, Hitzdrahtanemometer usw.).

Anemometer für den Einsatz in Räumen

Bauart	Beschreibung
Flügelradanemometer	richtungsempfindlich
Hitzdraht-Anemometer	richtungsempfindlich
Pulsdraht-Anemometer	richtungsunempfindlich
Heißkugel- und Thermistor-Anemometer	richtungsunempfindlich
Ultraschall-Anemometer	richtungsunempfindlich
Laser-Doppler-Anemometer	richtungsunempfindlich

Heißkugel-Anemometer

- Das Prinzip des Heißkugelanemometers basiert - wie bei allen beheizten Messwert-Aufnehmern zur Messung der Luftgeschwindigkeit - auf der Messung der Wärmeübertragung zwischen einem erhitzten Feststoff und der Umgebungsluft.
- Eine der Messung vorausgehende Kalibrierung des Instruments erlaubt eine Umrechnung der Wärmeübertragung in die Luftgeschwindigkeit.

Heißkugel-Anemometer

- Das Anemometer besteht aus einer elektrisch auf eine die Umgebungslufttemperatur übersteigende Temperatur beheizten Kugel. Das Heizelement verliert vorrangig durch Konvektion Wärme an seine Umgebung.
- Mit Hilfe der Angaben zur Heizleistung, zur Temperatur des Elements und zur Lufttemperatur kann die Luftgeschwindigkeit berechnet werden, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient durch Konvektion berücksichtigt wird.

Anwendungshinweise für die Messung der Luftgeschwindigkeit mittels Heißkugel-Anemometer

- Das Heißkugel-Anemometer weist eine reduzierte Empfindlichkeit, das Heitzdraht-Anemometer eine hohe Empfindlichkeit für die Richtung des Luftstroms auf.
- Die bauliche Ausführung des Messwertaufnehmers sollte den Luftstrom nicht beeinflussen.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Zur Messung der Luftgeschwindigkeit in Innenräumen werden folgende Geräteeigenschaften empfohlen.

Luftgeschwindigkeit	**v_a**
Messbereich	0,05 m/s bis 1 m/s
Fehlergrenzen	Mindestwert: ± (0,05 + 0,05 v_a) m/s Idealwert: ± (0,02 + 0,07 v_a) m/s Diese Werte sind unabhängig von der Strömungsrichtung für einen Raumwinkel von 3πsr einzuhalten.
Einstellzeit	Mindestwert: 0,5 s Idealwert: 0,2 s
Bemerkung	Außer bei einer gerichteten Luftströmung muss der Messwertaufnehmer unabhängig von der Strömungsrichtung die Effektivgeschwindigkeit messen. Der Mittelwert und die Standardabweichung über ein Messintervall von 2 min sollten angegeben werden.

Messung
der Oberflächen-Temperatur - Beschreibung

- Die Oberflächen-Temperatur ist die Temperatur einer gegebenen Oberfläche.
- Die Oberflächen-Temperatur kann entweder mit einem, mit der Oberfläche in Kontakt stehenden Messwertaufnehmer (Kontaktthermometer) oder berührungslos mit einem Infrarot-Messwertaufnehmer gemessen werden.

Messung
der Oberflächen-Temperatur - Beschreibung

- Die Anwendung eines Kontaktthermometers verändert den Wärmeaustausch zwischen der Oberfläche und der Umgebung.
- Dies kann bei Oberflächen mit einer geringen thermischen Leitfähigkeit problematisch sein.
- Messungen mit Infrarot-Messwertaufnehmern werden maßgeblich durch das Emissionsvermögen der zu messenden Oberfläche beeinflusst.

Kontaktthermometer

- Ein Kontaktthermometer besteht aus einem Temperatur-Messwertaufnehmer, der mit der Oberfläche in Kontakt gebracht werden kann. Dabei ist wichtig, dass der Wärmeaustausch zwischen dem Messwertaufnehmer und der Oberfläche deutlich höher ist als der Wärmeaustausch zwischen dem Messwertaufnehmer und der Umgebung.
- Dies kann durch eine Erhöhung des Anpressdruckes, Einsatz von Wärmeleitpasten u. Ä. erreicht werden.

Infrarot-Radiometer

- Infrarot-Radiometer ermöglichen eine berührungslose Messung von Oberflächentemperaturen. Die meisten dieser Geräte arbeiten passiv und erfordern die Beleuchtung des zu messenden Objektes mit Infrarotstrahlung.
- Mittels abtastender Messgeräte können Temperaturschwankungen über eine Fläche angezeigt werden.

Infrarot-Radiometer

- Bei allen passiven Strahlungsmessern wird die Strahlungsenergie des zu messenden Objekts mittels eines optischen Systems auf einen Infrarotempfänger fokussiert.
- Das resultierende Ausgangssignal ist proportional zur auftreffenden Strahlung.

Infrarot-Radiometer

- Radiometer werden in der Regel über die verwendeten Empfänger - thermische oder photoelektrische Detektoren - klassifiziert.
- Bei thermischen Detektoren wird eine Änderung der elektrischen Eigenschaften durch die strahlungsbedingte Erwärmung verursacht.

Infrarot-Radiometer

- Bei photoelektrischen Detektoren verändern sich die elektrischen Eigenschaften durch Absorption der auftreffenden Photonen an der Oberfläche.
- Da diese Detektoren keiner Temperaturänderung zur Aktivierung bedürfen, ist die Einstellzeit dieses Typs deutlich kürzer als bei thermischen Detektoren.

Infrarot-Radiometer

- Ein Radiometer misst naturgemäß nur die auf den Detektor auftreffende Strahlung.
- Diese setzt sich zusammen aus der Strahlung, die durch das Objekt ausgesendet wird, sowie der Strahlung, die an der Oberfläche des zu messenden Objektes reflektiert wird.

Infrarot-Radiometer

- Eine genaue Messung der Oberflächentemperatur erfordert daher die Kenntnis über das Langwellen-Emissionsvermögen des zu messenden Objektes und Kenntnis über das Strahlungsfeld in der Objektumgebung.
- Um absolute Oberflächentemperaturen messen zu können ist eine Bezugstemperatur erforderlich.
- Die Temperaturauflösung eines Radiometers nimmt mit der Objekttemperatur ab.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Zur Messung der Oberflächentemperatur in Innenräumen werden folgende Geräteeigenschaften empfohlen.

Oberflächen-Temperatur	**t_s**
Messbereich	0 °C bis 50 °C
Fehlergrenzen	Mindestwert: ± 1 °C Idealwert: ± 0,5 °C
Einstellzeit	So kurz wie möglich. Muss als Kennwert für das Instrument angegeben werden.
Bemerkung	-

Messung
der operativen Raumtemperatur - Beschreibung

- Die operative (wirksame) Raumtemperatur ist definiert als die einheitliche Temperatur einer Umhüllung, in der eine Person die gleiche Wärmemenge durch Strahlung und Konvektion austauschen würde wie in der bestehenden nicht-einheitlichen Umgebung.

Direkte Messung der operativen Raumtemperatur

- Zur direkten Messung der operativen Raumtemperatur ist es erforderlich, dass das Verhältnis zwischen Wärmeaustauschkoeffizient durch Strahlung und Konvektion gleich dem einer Person ist.

Direkte Messung der operativen Raumtemperatur

- Bei der Messung der operativen Raumtemperatur sind die Hinweise für die Messung der mittleren Strahlungstemperatur unter Einsatz eines Kugel-Thermometers zu beachten.
- Die Form des Messwertaufnehmers ist, allem bei nichteinheitlichen Strahlungsverhältnissen wichtig.
- Im Falle kurzwelliger Strahlung ist die Farbe des Messwertaufnehmers von Bedeutung.

Messung der solaren Einstrahlung - Beschreibung

- ÖNorm M 9490-7 Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung Teil 7: Strahlungsmessung und Messung der Sonnenscheindauer.
- Die Definition ausgewählter Grundbegriffe der meteorologischen Strahlungs-Messung erfolgt in Anlehnung an [6].

Benennung	Definition und Anmerkungen
Albedo	Verhältnis von reflektierter zu einfallender Strahlung, in %
Diffuse Himmelsstrahlung	Auf eine horizontale Fläche fallende Strahlung (Differenz aus Globalstrahlung und direkter Sonnenstrahlung)
Direkte Himmelstrahlung	Direkt von der Sonne zum Beobachtungspunkt gelangende Strahlung
Globalstrahlung	Auf eine horizontale Fläche fallende kurzwellige Strahlung (Summe von direkter Sonnenstrahlung und diffuser Himmelsstrahlung)
Kurzwellige Reflexstrahlung	im Wellenlängenbereich von 0,3 µm bis 3,0 µm von der Erdoberfläche reflektierte Strahlung
Sonnenstrahlung	Elektromagnetische Strahlung der Sonne
Sonnenscheindauer	Zeitraum in s, während die direkte Sonneneinstrahlung einen Schwellwert von 120 W/m² überschreitet
Strahlung	Von der Sonne erhaltene oder von der Erde abgestrahlte Energie in Form elektromagnetischer Wellen Flächenbezogene Einheiten W/m² für die Strahlungsleistung J/m² für die Strahlungsenergie
Terrestrische Strahlung	Die von der Erdoberfläche und der Atmosphäre emittierte Strahlung ab einer Wellenlänge > 3,0 µm. Terrestrische Strahlung wird als langewellige Strahlung bezeichnet.

Messung der solaren Einstrahlung - Beschreibung

- Die beschriebenen Messverfahren beruhen im Allgemeinen auf Messungen der Temperaturerhöhung einer von der einfallenden Strahlung erwärmten geschwärzten, horizontalen Fläche.

Bezeichnung	Messbereich – Wellenlängenbereich
Pyranometer	0,3 µm bis 3 µm
Pyrradiometer	0,3 µm bis 50 µm
Pyrgeometer	3 µm bis 50 µm
Pyrheliometer	0,2 µm bis 4 µm, gegen Himmelstrahlung abgeschirmt

Messung der Sonnenscheindauer

- Die Messung der Sonnenscheindauer basiert auf der Ermittlung des Zeitraumes, in dem die direkte Sonneneinstrahlung einen Schwellenwert von 120 W/m² überschreitet.
- Dafür stehen verschiedene Messprinzipien zur Verfügung:

Messung der Sonnenscheindauer

- Kontinuierliche Messung der direkten Sonnenstrahlung mit einem Pyrhelimeter mit automatischern Sonnennachführung und Auswertung der Zeit, während der Schwellenwert überschritten wird.

Messung der Sonnenscheindauer

- Messgeräte mit rotierendem Abschattring: Ein zylindrisches Sensorelement, bestehend aus mehreren Fotozellen in Kombination mit einem rotierenden Abschattring, liefert ein periodisches Ausgangssignal, dessen Amplitude der direkten Sonnenstrahlung proportional ist. Im Winterbetrieb ist eine Beheizung des Gerätes notwendig.

Messung der Sonnenscheindauer

- Messgeräte mit unterschiedlich ausgerichteten Fotozellen: Aug geeigneter Differenzberechnung der Signale der einzelnen Sensorelement kann ein der direkten Sonneneinstrahlung proportionaler Wert ermittelt werden.
- Diese Messgeräte kommen ohne mechanisch bewegte Teile aus.
- Im Winterbetrieb ist eine Beheizung des Gerätes notwendig.

Pyranometer

- Zur Messung der Strahlungsleistung für den Wellenlängenbereich von 0,3 µm bis 3 µm werden Pyranometer eingesetzt.

Bezeichnung	Beschreibung
Schwarzflächen-Pyranometer	Geräte mit einer doppelten Glasabdeckung über einer geschwärzten Empfängerfläche. Bei einer durch Strahlung verursachten Temperaturänderung dieser Empfängerfläche wird mittels einer Thermosäule die Temperaturdifferenz zu einem thermisch trägen Gehäuseteil gemessen. Die Temperaturdifferenz ist der auftreffenden Strahlungsleistung proportional.
Schwarzweißflächen-Pyranometer	Der zu messende Wellenlängenbereich wird durch die spektralen Absorptionseigenschaften der geschwärzten und geweißten Empfängerflächen bestimmt. Die auftretenden Temperaturunterschiede zwischen den schwarzen und weißen Flächen werden mittels Thermoelementen bestimmt und sind der zu messenden Strahlungsleistung proportional.
Silizium-Pyranometer	Die auf photovoltaischem Prinzip basierenden Strahlungsmessgeräte zeigen grundsätzlich eine spektrale Abhängigkeit der Ausgangsspannung. Durch geeignete Filter kann annähernd eine Wellenlängenunabhängigkeit in einem eingeschränkten Bereich erzielt werden.

Anwendungshinweise für die Messung mit einem Pyranometer

- Aufstellungsort sollte wegen regelmäßig durchzuführender Wartungs- und Kontrollarbeiten leicht zugänglich sein.
- Werden Messeinrichtungen durch Objekte (z.B. durch Masten, Bäume, Gebäude, Berge während des Tages beschattet ist auf die Repräentativität des Standorts für Messaufgabe und Messort zu achten. Auf jeden Fall muss die Horizontüberhöhung von 0° bis 360° Azimut für jeden Gerätestandort ermittelt und protokolliert werden.

Anwendungshinweise für die Messung mit einem Pyranometer

- Um Messfehler durch Beschlag der Geräte zu reduzieren wird empfohlen die Geräte zu beheizen und zu ventilieren.
- Die Beheizung ist so durchzuführen, dass die Messwerte nicht verfälscht werden.

Anwendungshinweise für die Messung mit einem Pyranometer

- Bezüglich der Durchführung des Messprogramms wird eine Abtastrate von mindestens 10s, ein Halbstunden-Mittelwert als Kennwert, bzgl. Sonnenscheindauer die Summe der Minuten innerhalb einer halben Stunde sowie eine Qualitätssicherung mit Plausibilitätskontrolle entsprechend [6] empfohlen.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Zur Messung der solaren Einstrahlung werden folgende Geräteeigenschaften empfohlen.

Solare Einstrahlung	
Messbereich	Globalstrahlung: 0 W/m² bis 1500 W/m²
Fehlergrenzen	Strahlungsmessung: ± 10 % bis zu einer Sonnenscheindauer von 5 h/d: ± 6 min/d Sonnenscheindauer über 5 h/d: ± 2 % der Tagessumme
Zeitkonstante	≤ 20 s
Auflösung	1 W/m² Sonnenscheindauer: 1 min
Bemerkung	Bei der Messung der Strahlungsbilanz müssen die Spezifikationen für alle Komponenten eingehalten werden (kurzwellig- und langwellig).

Messung Wechselstrom

- Gemäß [7] wird zwischen Zählern die zum Einsatz in Innenräumen und im Freien vorgesehen sind und Zählern der Schutzklasse I und II unterschieden.
- Die jeweiligen Angaben werden als Mindestwerte angesehen um die sichere Funktion des Zählers unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen zu gewährleisten.

Messung Wechselstrom

- In [7] werden Angaben zu elektromechanischen und elektronischen Zählern für die innenraum- und Freiluftanwendung gemacht, die aus einem Messwertgeber und Anzeigestellen bestehen, die zusammen in einem Gehäuse untergebracht sind.

Messung Wechselstrom

- Weiters können im Zähler Messwertgeber für mehr als eine Energieart oder andere Fuktionselemente wie Maximumanzeigen, elektronische Tarifanzeigespeicherm Schaltuhren, Schnittstellen für die Datenübertragung u.ä. integriert sein.

Bezeichnung	Definition und Beschreibung
Elektromechanischer Zähler	Zähler, in dem Ströme durch feststehende Spulen mit Strömen wechselwirken, die in dem leitenden, sich bewegenden Bauelement (eine oder mehrere Scheiben), induziert werden. Dadurch entsteht einer zur gemessenen Energie proportionale Bewegung
Elektronischer Zähler	Zähler, in dem Stom und Spannung auf statische (elektronische) Bauelemente einwirken, um ein der gemessenen Energie proportionales Ausgangssignal zu erzeugen
Wirkverbrauchszähler	Gerät zur Messung von Wirkverbrauch durch Integration der Wirkleistung über der Zeit
Blindverbrauchszähler	Zähler zur Messung von Blindenergie durch Integration der Blindleistung über der Zeit
Blindleistung	Blindleistung für sinusförmige Kurvenformen bei einer einzelnen Frequenz in einem einphasigen Stromkreis ist definiert als das Produkt der Effektivwerte von Stromstärke und Spannung und dem Sinus ihres Phasenverschiebungswinkels
Wirkleistung	Bei periodischen Bedingungen der Mittelwert der Momentanleistung p über eine Periode T.
Scheinleistung	Produkt von Effektivwert der elektrischen Spannung U zwischen den Polen eines zweipoligen Netzwerkelements oder Zweipols mal Effektivwert der elektrischen Stromstärke I in dem Element oder dem Zweipol
Wirkarbeit Wirkenergie	Elektrische Energie, die in eine andere Energieart umgewandelt werden kann
Leistungsfaktor	Bei periodischen Bedingungen Verhältnis des Betrags der Wirkleistung P zur Scheinleistung S

Bezeichnung	Definition und Beschreibung
Impuls	Welle, die sich von ihrem ursprünglichen Niveau für eine begrenzte Zeitdauer entfernt und wieder zu ihrem Anfangsniveau zurückkehrt
Impulseinrichtung (für Elektrizitätszähler)	Funktionseinheit zum Aussenden, Übertragen oder Empfangen von elektrischen Impulsen, die festgelegte Mengen repräsentieren, z.B. Energiemengen, die üblicherweise vom Zähler zu einer Empfangseinheit übertragen werden
Optischer Prüfausgang	Optische Impulsausgabe die zur Prüfung des Zählers eingesetzt wird
Elektrischer Prüfausgang	Elektrische Impulsausgabe, die zur Prüfung des Zählers eingesetzt wird
Register	Teil des Zählers, der die Bestimmung des gemessenen Wertes ermöglicht
Konstante für elektromechanische Zähler	Wert, der die Relation zwischen der vom Zähler angezeigten Energie und dem entsprechenden Wert am Prüfausgang herstellt. Wenn dieser Wert einer Impulszahl entspricht, kann die Konstante entweder Impulse je Kilowattstunde (imp/kWh) oder Wattstunden je Impuls (Wh/imp) sein

Bezeichnung	Definition und Beschreibung
Nennstrom	
Anlaufstrom(stärke)	Der kleinste Wert des Stromes, bei dem der Zähler anläuft und fortfährt, die Energie zu registrieren
Basisstrom(stärke)	Wert des Stromes, für den ein direkt angeschlossener Zähler konstruiert und ausgelegt bzw. bemessen ist
Grenzstrom(stärke)	Höchster Wert des Stromes, für den der Zähler die Genauigkeitsanforderungen dieser Norm erfüllen soll
Nennspannung	Wert der Spannung, für den ein Zähler konstruiert und ausgelegt bzw. bemessen ist
Nennfrequenz	Wert der Spannung, für den ein Zähler konstruiert und ausgelegt bzw. bemessen ist
Festgelegter Messbereich	Wertebereich einer gemessenen Größe, für den die Messabweichungen des Zählers in spezifizierten Grenzen liegen müssen
Genauigkeitsklasse	Kennzahl, die die Grenzen für die zulässige prozentuale Messabweichung für alle Stromwerte zwischen 0,1 I_b und I_{max} oder zwischen 0,05 I_n und I_{max} bei Leistungsfaktor 1 (und bei mehrphasigen Zählern mit symmetrischen Strömen) festgelegt, wenn der Zähler unter Referenzbedingungen geprüft wird

Bezeichnung	Definition und Beschreibung
Einflussgröße	Jede Größe, die im Allgemeinen von außen auf den Zähler einwirkt und sein Betriebsverhalten beeinflussen kann
Referenzbedingungen	Geeignete Gruppe von Einflussgrößen und charakteristischen Eigenschaften, mit ihren Referenzwerten, ihren Toleranzen und Referenzbereichen; auf diese wird Bezug genommen bei der Definition der Messabweichung bei Referenzbedigungen
Änderung der Messabweichung durch Einwirken einer Einflussgröße	Differenz zwischen den pronzentualen Messabweichungen des Zählers, wenn nur eine Einflussgröße nacheinander zwei festgelegte Werte annimmt, von denen einer der Referenzwert ist
Klirrfaktor	Verhältnis des Effektivwertes des Gehaltes an Harmonischen (den man durch Subtraktion der Grundschwingung von der nicht sinusförmigen Wechselgröße erhält) zum Effektivwert der nicht sinusförmigen Größe. Der Klirrfaktor wird üblicherweise in Prozent angegeben
Elektromagnetische Störung	Leitungsgebundene oder eingestrahlte elektromagnetische Beeinflussungen, die die Funktionsweise oder Messfähigkeit des Zählers beeinträchtigen
Thermische Stabilität	Wenn die Änderung der Messabweichung als Folge von thermischen Effekten in 20 Minuten nicht mehr als das 0,1 fache der höchstzulässigen Messabweichung für die betreffende Messung erreicht ist der Zähler als thermisch stabil anzusehen

Messung Wechselstrom

- Die wesentlichen Begriffe der Wechselstrom-Messung sind in den vorangegangenen Tabellen beschrieben.
- Bei der Anwendung sind je nach Gegebenheit vor Ort und Ziel der Messung die Geräte-Anforderungen und die damit verbundenen Eisatzgrenzen und Genauigkeiten festzulegen.

Messung Wechselstrom – Empfohlene Geräteeigenschaften

- Besondere Anforderungen und Grenzwerte wie maximale Messabweichung, Auswirkung von Störungen, Beständigkeit, Zuverlässigkeit und Schutz gegen Manipulation werden für Elektromechanische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklasse A und B werden in Teil 2 der ÖNorm EN 50470,Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen A, B und C in Teil beschrieben.

Messung
Wärmemenge - Beschreibung

- Messung der Wärmemenge, die in einem Wärmetauscher-Kreislauf durch eine als Flüssigkeit aufgenommen oder abgegeben wird (vgl. [8]).

Messung
Wärmemenge - Beschreibung

- Ein, entweder im Vor- oder im Rücklauf montierter Durchflusssensor gibt ein Signal in Abhängigkeit des Volumen- oder Massendurchflusses der Wärmeträgerflüssigkeit ab.
- Zusammen mit den erfassten Vor- und Rücklauf-Temperaturen der Wärmeträgerflüssigkeit wird im Rechenwerk die ausgetauschte Wärmemenge bestimmt.

Anwendungshinweise
für die Messung von Wärmemengen

- Kriterien für die Auswahl eines Wärmezählers - Typ, Größe, Genauigkeits- und Umgebungsklasse - werden u.a. durch die Betriebs- und Umgebungsbedingungen am Einbauort und Berücksichtigung folgender Punkte bestimmt [9]:

  ✓Druck der Wärmeträgerflüssigkeit

  ✓Physikalische und chemische Eigenschaften der Wärmeträgerflüssigkeit

Anwendungshinweise
für die Messung von Wärmemengen

- ✓Zulässiger Druckverlust im Wärmezähler
- ✓Genauigkeitsanforderungen
- ✓Temperaturbereiche in Vorlauf- und Rücklaufleitungen des Heizungssystems und die Temperaturdifferenz im System
- ✓Erwarteter maximaler und minimaler Durchfluss der Wärmeträgerflüssigkeit
- ✓Erforderliche Wärmeleistung des Heizungssystems
- ✓Art des Durchflusses durch den Wärmezähler

Empfohlene Geräteeigenschaften

- Entsprechend Punkt 9 und 10 von 1434 -1 [8]

Temperatursensorpaar

$$E_t = \pm(0{,}5 + 3\ \frac{\Delta_{\theta min}}{\Delta\theta})$$

- Dabei ist der Fehler E_t auf den angezeigten Wert zum konventionell wahren Wert des Verhältnisses zwischen dem Ausgangssignal des Temperatursensorpaares und der Temperaturdifferenz bezogen.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Durchflusssensor

- Klasse 1: $E_f = \pm (1 + 0{,}01\ q_p/q)$, aber nicht mehr als ± 3,5 %
- Klasse 2: $E_f = \pm (2 + 0{,}02\ q_p/q)$, aber nicht mehr als ± 5 %
- Klasse 3: $E_f = \pm (3 + 0{,}05\ q_p/q)$, aber nicht mehr als ± 5 %
- Dabei bezieht die Fehlergrenze E_f den angegebenen Wert zum konventionell wahren Wert des Verhältnisses zwischen dem Ausgangssignal des Durchflusssensors und der Masse oder des Volumens.

Empfohlene Geräteeigenschaften

- Hinsichtlich der Umgebungsbedingungen können die Geräte nach [8] entsprechend Tabelle 21 klassifiziert werden.
- Der Anbieter hat dem Anwender Spezifikationen entsprechend bekannt zu geben.
- Die erforderlichen Angaben für Durchflusssensor, Temperaturfühlerpaar, Rechenwerk und vollständigen Wärmezähler sind in [8] detailliert zusammengefasst.

Empfohlene Geräteeigenschaften

Klassifikation	Beschreibung
Umgebungsklasse A **Haushaltsgebrauch, Innenraum-Installation**	Umgebungstemperatur +5 °C bis +55 °C Geringe Feuchtigkeitsbeanspruchung Übliche elektrische und elektromagnetische Beanspruchung Niedrige mechanische Beanspruchung
Umgebungsklasse B **Haushaltsgebrauch, Außeninstallation**	Umgebungstemperatur -25 °C bis +55 °C Übliche Feuchtigkeitsbeanspruchung Übliche elektrische und elektromagnetische Beanspruchung Niedrige mechanische Beanspruchung
Umgebungsklasse C **Industrielle Anwendungen**	Umgebungstemperatur +5 °C bis +55 °C Übliche Feuchtigkeitsbeanspruchung hohe elektrische und elektromagnetische Beanspruchung Niedrige mechanische Beanspruchung

Messung der Innenraumluftqualität - Beschreibung

- Vor der Festlegung der Probenahmestrategie von Innenraumluftuntersuchungen ist es notwendig Zweck, wann, wo, wie oft und über welche Dauer Proben genommen werden sollen.
- Nach [10] werden Luftuntersuchungen in Innenräumen hauptsächlich aus einem der folgenden Gründe durchgeführt:

Messung der Innenraumluftqualität - Beschreibung

- Raumnutzer beschweren sich über eine schlechte Luftqualität.
- Exposition der Raumnutzer gegenüber bestimmten Stoffen soll ermittelt werden.
- Die Einhaltung vorgegebener Grenz- oder Richtwerte soll untersucht werden.
- Die Effektivität einer Sanierung ist zu prüfen.
- Gesundheitliche Beeinträchtigungen der Raumbenutzer durch die Innenraumluft werden beobachtet oder vermutet.

Messung der Innenraumluftqualität - Beschreibung

- Planung von Probenahme und Messstrategie hat bei Innenraumluftuntersuchungen kommt eine besondere Bedeutung zu, da sich die Stoffkonzentration der zu untersuchenden Substanzen durch die Quellstärke, menschliche Aktivität, Lüftungsrate, klimatische bzw. raumklimatische Bedingungen u.ä. laufend verändern kann.

Messung der Innenraumluftqualität - Beschreibung

- Die Art des zu messenden Stoffes und seine Wirkung auf den Menschen hat einen erheblichen Einfluss auf die für die Messung zu wählenden Randbedingungen.

Messung der Innenraumluftqualität - Beschreibung

- Nachfolgend werden die Verfahren zur Messung von Formaldehyd, VOC und CO_2-Konzentration beschrieben sowie Hinweise zur Anwendung und weiterführende Regelwerke angeführt.
- In der Regel wird bei der kontinuierlichen messtechnischen Begleitung die CO_2-Konzentration als Indikator für die Innenraum-Luftqualität herangezogen.

Formaldehyd-Messung

- Verfahren zur Messung von Formaldehyd lassen sich in Kurzzeitmessverfahren (< 1 h) mit aktiver Probenahme, Langzeitmessverfahren mit aktiver oder passiver Probenahme, kontinuierliche Messverfahren und Verfahren zur Vorprüfung mit direkt ablesbaren Prüfröhrchen unterscheiden.

Formaldehyd-Messung

- Als Kurzzeitmessverfahren wird bei EN ISO 16000-3 ein Mehrkomponenten-Verfahren beschrieben, bei dem Formaldehyd mit Dinitrophenylhydrazin zu dem entsprechenden Hydrazon reagiert welches mittels HPLC qualitativ und quantitativ bestimmt wird.
- Für Langzeitmessungen bietet sich die Probenahme mittels Passivsammerln an, die nach dem Prinzip der Diffusion eines Schadstoffes an ein reaktives Medium arbeitet.

VOC-Messung

- Ein definiertes Probengasvolumen wird aus der Raumluft gezogen und über ein oder mehrere Sorptionsröhrchen geführt.
- Die flüchtigen organischen Verbindungen werden in dem Sorptionsröhrchen zurückgehalten. Die Analyse erfolgt anschließend im Labor.
- Die gesammelten VOC werden thermisch vom Röhrchen desorbiert und in einem Gaschromatographen ausgewertet. (Prinzip detailliert in [11] beschrieben).

CO_2-Konzentration der Luft

- Das meist verbreitete Messprinzip ist nach [12] die nicht-dispersive Infrarot-Spektrometrie.
- Daneben wird auch die photoakustische Spektroskopie eingesetzt.
- Bei diesem Verfahren wird die im infraroten Bereich absorbierte Anregungsenergie in ein Signal umsetzt.
- Die CO_2-Messung erfolgt mit einem schmalbandigen IR-Filter.

CO_2-Konzentration der Luft

- Beide Verfahren erfordern bei der Kalibrierung einen Abgleich gegen Quereinflüsse, insbesondere Wasserdampf.
- Die nach diesen Verfahren arbeitenden Messgeräte ermöglichen eine zuverlässige und kontinuierliche CO_2-Bestimmung im Konzentrationsbereich von 1 bis 5000 ppm.

CO_2-Konzentration der Luft

- Für eine erste Abschätzung im Innenraum können auch Prüfröhrchen eingesetzt werden, bei denen die Luft mittels einer Pumpe durch ein Prüfröhrchen gesaugt wird.
- Die für die im Innenraum interessierende Konzentration eingesetzten Prüfröhrchen sollen einen Einsatzbereich von 100 ppm bis 3000 ppm abdecken.

CO_2-Konzentration der Luft

- In der Lüftungs- und Klimatechnik werden neben Kohlendioxid-Fühlern die auf dem 2-Kanal-Infrarot-Absorptionsprinzip arbeiten, auch elektrochemische Sensoren und Halbleiter-Gassensoren eingesetzt.

Anwendungshinweise
für die Messung der Innenraumluftqualität

- EN ISO 16000-1 [10] fasst die Allgemeinen Aspekte der Probenahmestrategie zur Messung von Innenraumluftverunreinigungen zusammen.
- Nachfolgend sind wesentliche Punkte zu Probenahmetechnik, Zeitpunkt der Probenahme, Dauer der Probenahme und Häufigkeit der Messungen, Ort der Messung angeführt.

Messung der Innenraumluftqualität	Wesentliche Aspekte
Probenahmetechnik	- Zeitauflösung - Das stündliche Probenahmevolumen muss kleiner sein als das Volumen das 10% der Luftwechselrate entspricht - Einsatz von Passivsammlern bei Messungen über längere Zeiträume (z.B. 8h). Bei Sammler mittels Diffusionsprinzip ist auf ausreichende Anströmgeschwindigkeit zu achten.
Zeitpunkt der Probenahme	- Zeitliche Veränderung der Konzentration ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen - Luftwechsel, Art der Quelle, Raumnutzer und Ihre Aktivitäten, Raumgeometrie, Temperatur und relative Luftfeuchte sind bei der Wahl des Messzeitpunktes zu beachten - Empfehlungen bzgl. Lüftung im Vorfeld der Messung formulieren - Bei Emissionen aus diskontinuierlichen Quellen definieren ob Spitzenbelastung oder Durchschnittsbelastung erfasst werden soll - Bei Räumen mit lüftungstechnischen Anlagen sind u.a. Betriebsparameter der Anlage anzugeben
Dauer der Probenahme und Häufigkeit der Messungen	Dauer der Probenahme ist abzustimmen auf: - Art der betrachteten Stoffe - Wirkungseigenschaften der betrachteten Stoffe - Emissionscharakteristik der Quelle - Grenzen des Verfahrens - Ziel der Messung

Dauer der Probenahme und Häufigkeit der Messungen	Dauer der Probenahme ist abzustimmen auf: - Art der betrachteten Stoffe - Wirkungseigenschaften der betrachteten Stoffe - Emissionscharakteristik der Quelle - Grenzen des Verfahrens - Ziel der Messung
Ort der Messung	- Berücksichtigung der örtlichen Abhängigkeit der Konzentration - Geeignete Stelle zur Messung ist in der Regel Raummitte - Abstand Probenahmesammelgerät zu Wand > 1 m - Höhe 1 m - 1,5 m über dem Fußboden - Herrschende Luftbewegung im Raum ist bei der Wahl des Messortes zu berücksichtigen
Parallele Außenluftmessung	- Infolge permanenten Luftaustausches zwischen Innenraum- und Außenluft aufgrund von Infiltration und Lüftungsprozessen ist es sinnvoll die Innenraumluftmessungen durch zeitgleiche Außenluftmessungen zu ergänzen.

Empfohlene Geräteeigenschaften

- Beschreibung der einzelnen Verfahren zur Messung der Innenraumluftqualität sowie Angaben zu den damit verbundenen erforderlichen Geräteeigenschaften sind u.a. in EN ISO 16000-1 bis 17 sowie in den VDI-Richtlinien 2100 Blatt 1-5, 3484 Blatt 1 u. 2, 3492, 3498 und 4300 Blatt 1-9 zusammengestellt.

Montage

- Nachfolgend werden Hinweise für die sachgemäße und messtechnisch richtige Montage ausgewählter Temperaturfühler, für die Messung der Lufttemperatur in Räumen und im Freien, in Rohrleitungen und Kanälen, die Messung der gefühlten Temperatur in Räumen und im Freien, die Messung der Temperatur von Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Behältern und die Messung der Temperatur von Abgasen geben (vgl. [13]).

Bauform	Gefühlte Temperatur	Raumluft-temperatur/ Außenluft-temperatur	Luft-temperatur im Kanal	Flüssigkeits-temperatur in Behältern und Rohr-leitungen	Abgas-temperatur
Gehäusefühler	BTF, Witterungs-fühler	Raumtempe-raturfühler, Außentempe-raturfühler			
Stabfühler Einbaufühler			Kanalfühler	Rohrleitungs-fühler	Abgasfühler
Anlegefühler				Rohrleitungs-fühler	
Kapillarfühler			Kanalfühler		
Patronenfühler mit Kapillarrohr			Kanalfühler	Rohrleitungs-fühler	
Kabelfühler			Kanalfühler		
Mittelwert-/Rutenfühler			Kanalfühler		

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Lufttemperatur in Räumen

- Fühler müssen frei von der Raumluft umströmt werden können, das heißt, in Raumecken ist ein Abstand von 50 cm von der nächsten Wand einzuhalten. Montage in Nischen und Gestellen sowie hinter Vorhängen ist zu vermeiden.
- Sofern sich aus der Raumnutzung keine andere sinnvolle Montagehöhe ergibt, ist eine Montagehöhe von ca. 1,5 m über dem Fußboden zu wählen.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Lufttemperatur in Räumen

- Falls es bei größeren Räumen nicht einen einzelnen repräsentativen Ort für die Temperatur in der Aufenthaltszone gibt, sind mehrere Fühler zu installieren, deren Messwert durch eine – gegebenenfalls gewichtete – Mittelwertbildung zusammengefasst wird.
- Für Fühler im Inneren von Unterputzgehäusen sind zur Messung der Lufttemperatur wenig sinnvoll und daher zu vermeiden.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Lufttemperatur in Räumen

- Fühler dürfen nicht oberhalb von Wärmequellen (z. B. Heizkörper, Leuchten) angebracht werden.
- Fühler dürfen nicht der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt werden.
- Die Montage von Fühlern an Außenwänden ist nur dann fachgerecht, wenn aufgrund der Wärmedämmung der Wand an deren innerer Oberfläche keine Erniedrigung der lokalen Lufttemperatur zu erwarten ist.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Lufttemperatur in Räumen

- Fühler sind auf Massivbauteilen (Stahl, Beton usw.) nur mit wärmedämmender Unterlage zu montieren.
- In oder auf der Wand hinter dem Montageort dürfen sich keine Fremdwärmequellen (Kamin, Heizungsrohre, Warmwasserrohre usw.) befinden.
- Wird die elektrische Zuleitung in das Gehäuseinnere durch Installationsrohre geführt, so sind diese abzudichten; ansonsten ist hier Zugluft möglich.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Lufttemperatur in Räumen

- Fühlergehäuse dürfen nicht mit Farbe überstrichen werden.
- Behaglichkeitsfühler sind vom Grundsatz her ebenfalls Gehäusefühler zur Messung der gefühlten Temperatur. Die Sensorspitze kann zur besseren Erfassung der Raumumgebungsparameter aus dem Gehäuse herausgeführt werden. Ziel muss auch hier ein geeigneter Messort sein, der den Raumumgebungs-und Raumnutzungsbedingungen am Referenzort möglichst umfassend ausgesetzt ist.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Außenlufttemperatur

- Fühler dürfen nicht der direkten Sonnen-strahlung ausgesetzt werden. Abschattungsmaßnahmen, die zu einem Wärmestau führen (z. B. Montage unter einem Dachvorsprung) sind zu vermeiden.
- Außenfühler dürfen nicht auf Fassaden mit großer Auftriebswärme, z. B. Metallfassaden, und auf Fassaden, die durch Sonneneinstrahlung aufgeheizt werden, montiert werden.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Außenlufttemperatur

- In der Wand hinter dem Montageort dürfen sich keine Fremdwärmequellen (Kamin, Heizungsrohre, Warmwasserrohre usw.) befinden.
- Am Montageort darf keine Luft aus dem Gebäudeinneren vorbeiströmen.
- Dies ist der Fall z. B. über Fenstern, über Lüftungs-Austrittsschächten sowie an der Laibung von Lüftungs-Austrittsöffnungen.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Außenlufttemperatur

- Fühlergehäuse dürfen nicht mit Farbe über-strichen werden.
- Wird die elektrische Zuleitung in das Gehäuseinnere durch Installationsrohre geführt, so sind diese abzudichten; ansonsten ist hier Zugluft möglich.
- Der Montageort muss ohne größeren Aufwand zugänglich bleiben.

Montage von Gehäusefühlern
Messung der Außenlufttemperatur

- Bei der Auswahl eines geeigneten Montageort für einen Witterungsfühler gelten sinngemäß ähnliche Überlegungen wie sie oben für Gehäusefühler erörtert wurden. Besonderheit der Witterungsfühler ist, dass sie zusätzlich auch der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sein sollen. Ziel muss sein, einen geeigneten Messort zu finden, der den Witterungsbedingungen am Referenzort möglichst umfassend ausgesetzt ist.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Allgemeines

Grundsätzlich resultieren die folgenden Einbauhinweise für den Einbau von Stab- und Kabelfühlern in Luftkanäle und flüssigkeitsführende Rohrleitungen aus ähnlichen Überlegungen wie im Fall der Gehäusefühler für Lufttemperatur:

- Der Messort muss repräsentativ sein für die zu messende Temperatur;
- Fehler durch Fremdwärmeeintrag bzw. Wärmeableitung müssen vermieden werden.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Allgemeines

- Weitere Hinweise ergeben sich bei dieser Bauform aus der Tatsache, dass ihr temperaturempfindlicher (aktiver) Bereich häufig keine Punktform besitzt, sondern eine Ausdehnung von mehreren cm Länge entlang der Fühlerachse.
- Bei Kabelfühlern ist darauf zu achten, dass die Sensoren herstellerseits in Wärmeleitpaste eingebettet sind.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Messung der Temperatur von Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Behältern

- Für Stab- und Kabelfühler sind grundsätzlich Tauchhülsen vorzusehen.
- Beim Einbau der Fühler ist dabei auf einen guten thermischen Kontakt zwischen Tauchhülse und Messeinsatz zu achten, der in erster Linie durch engen mechanischen Kontakt, gegebenenfalls unterstützt durch Wärmeleitpaste, sichergestellt werden kann.
- Tauchhülsen mit einer Länge von weniger als 100 mm sind in Edelstahl auszuführen.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Messung der Temperatur von Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Behältern

- Fühler müssen auf ihrer ganzen aktiven Länge vom Medium angeströmt werden, das heißt, sie sind gegen die Flussrichtung in einem 45°-Stutzen, einem Rohrbogen oder einem Bypassrohr einzubauen.
- T-Stücke oder Kreuzstücke sind in keinem Fall geeignet.
- Die Mitte des aktiven Bereichs muss im Mittelpunkt des Leitungsquerschnitts liegen.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Messung der Temperatur von Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Behältern

- Rohrleitung und Stutzen der Tauchhülse müssen auf einer Länge von ±30 cm ab Messstelle ausreichend wärmegedämmt sein.
- Sofern das Schutzrohr eines Fühlers aus der Tauchhülse herausragt, ist auch hier eine ausreichende Wärmedämmung erforderlich.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Messung der Temperatur von Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Behältern

- Bei Kaltwasser- oder Kältemittelleitungen ist der Durchfeuchtung der Rohrdämmung infolge Kondensation entgegenzuwirken.
- Aus diesem Grund müssen Tauchhülsen innerhalb der Wärmedämmung mit einem Kunststoffnippel verlängert werden;
- die Unterbrechung der Dampfsperre im Bereich der Durchführung ist durch Abdichtung zu beseitigen.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Messung der Temperatur von Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Behältern

- Nach Mischung zweier Flüssigkeitsströme mit unterschiedlichen Temperaturen darf die Entfernung zum Messort das Fünffache des Rohrleitungsdurchmessers nicht unterschreiten, um Messfehler infolge Strähnenbildung zu vermeiden.
- Der Einbauort ist so zu wählen, dass ein späteres Herausziehen des Fühlers aus der Tauchhülse zu Wartungszwecken ohne Demontage von Teilen der Anlage möglich ist.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Messung der Temperatur von Luft und Abgasen in Kanälen und Rohrleitungen

- Der Fühler muss auf seiner gesamten aktiven Länge von Luft umströmt sein.
- Die Mitte des aktiven Bereichs muss im Mittelunkt des Leitungsquerschnitts liegen.
- Hinter Einbauten darf die Entfernung zum Messort das Fünffache des Rohrleitungsdurch-messers nicht unterschreiten, um Messfehler infolge Strähnenbildung zu vermeiden.

Montage von Stab- und Kabelfühlern
Messung der Temperatur von Luft und Abgasen in Kanälen und Rohrleitungen

- Wo Schichtungen möglich sind (z. B. nach Mischklappen oder Registern), sind übliche Stab- oder Kabelfühler zur Temperaturmessung nicht geeignet. Hier ist der Einsatz von Mittelwertfühlern zu prüfen.
- Für den Einsatz in Abgasen sind Schutzrohre aus speziellen Werkstoffen erforderlich.

Montage von Anlegefühlern

Bei der Montage von Anlegefühlern zur Messung der Temperatur von Flüssigkeiten in Rohrleitungen sind folgende Einbauhinweise zu beachten:

- Die Oberfläche der Rohrleitung muss blank sein (keine Farbe, kein Rost).
- Der Fühler muss dauerhaft fest und möglichst großflächig an der Oberfläche anliegen.
- Es ist Wärmeleitpaste unter Beachtung des Temperatureinsatzbereichs zu verwenden.

Montage von Anlegefühlern

- Wärmeaustausch mit der Umgebung ist durch ausreichend dicke Wärmedämmung des Fühlers und der angrenzenden Rohrleitung auf einer Länge von ±30 cm ab Messstelle zu minimieren.
- Die Zuleitung zum Fühler ist über eine Länge von ca. 30 cm auf der Rohrleitung entlang einer Isotherme zu verlegen.

Montage von Kapillarfühlern

- In gebäudetechnischen Anlagen werden Kapillarfühler zur Messung der Lufttemperatur in Lüftungskanälen eingesetzt - entweder als Mittelwertfühler zur Messung einer repräsentativen Temperatur über einen größeren Kanalquerschnitt oder in Verbindung mit Frostschutzthermostaten. Beim Einbau sind bauformbedingt folgende Punkte zu beachten:

Montage von Kapillarfühlern

- Das Kapillarrohr darf nicht zu eng gebogen werden (Biegeradius > 50 mm).
- Durchführung durch Wände mittels thermisch entkoppeltem Hüllrohr.
- Befestigung im Kanals mittels geeigneter mechanische Hilfsmittel.
- Das Fühlerelement ist über seine gesamte Länge entsprechend dem Strömungsprofil über den gesamten Querschnitt des Kanals zu verteilen.
- Mindestabstand (ca. 5 cm) zwischen Wärmeaustauscher und Fühler.

Montage von Kapillarfühlern

Beim Einbau von Patronenfühler mit Kapillarrohr sind folgende Hinweise für die generelle Funktionsfähigkeit zu beachten:

- Der Gerätekopf ist höher als die Fühlerpatrone zu installieren.
- Die Führung des Kapillarrohrs muss vom Gerätekopf ausgehend abwärts gerichtet sein.
- Die Fühlerpatrone muss nach unten geneigt sein.

Montage von Wärmezählern

Bei Einbau und Inbetriebnahme von Wärmezählern sind entsprechend [9] u.a. folgende wesentliche Anforderungen und Hinweise zu beachten:

• Durchspülen und Beseitigen von Verunreinigungen des Kreislaufes in den der Durchflusssensor eingebaut werden soll.

• Schutz des Wärmezählers vor Beschädigungen, Stöße, Schwingungen und Spannungen

Montage von Wärmezählern

- Wärmezähler mit Netzversorgung sind entsprechend der gültigen elektrischen Vorschriften anzuschließen
- Es sind Maßnahmen zu treffen um den Wärmezähler vor ungünstigen hydraulischen Einflüssen (Rückströmung, Druckstöße, u.a.) zu schützen
- Nach Einbau des Wärmezählers hat eine Kontrolle und Abnahme zu erfolgen.

Literatur

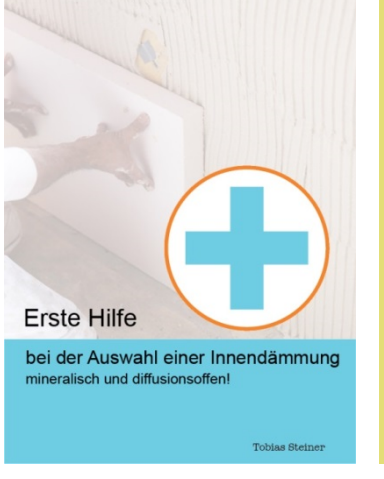
1. Feist, W., et al., *Richtig messen in Energiesparhäusern*, in *Protokollband Nr. 45* P.I.D.W. Feist, Editor 2012, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase V: Darmstadt.
2. DIN, *DIN EN 15603 Entwurf Energieeffizienz von Gebäuden - Gesamtenergiebedarf und Festlegung der Energiekennwerte.* 2013.
3. DIN, *DIN 1319-1 Grundlagen der Meßtechnik Teil 1: Grundbegriffe*, 1995.
4. *Datenschutzgesetz.* 2014.
5. DIN, *DIN EN ISO 7726 Umgebungsklima - Instrumente zur Messung physikalischer Größen.* 2002.
6. ÖNorm, *ÖNorm M 9490-7 Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung Teil 7: Strahlungsmessung und Messung der Sonnenscheindauer.* 2009.

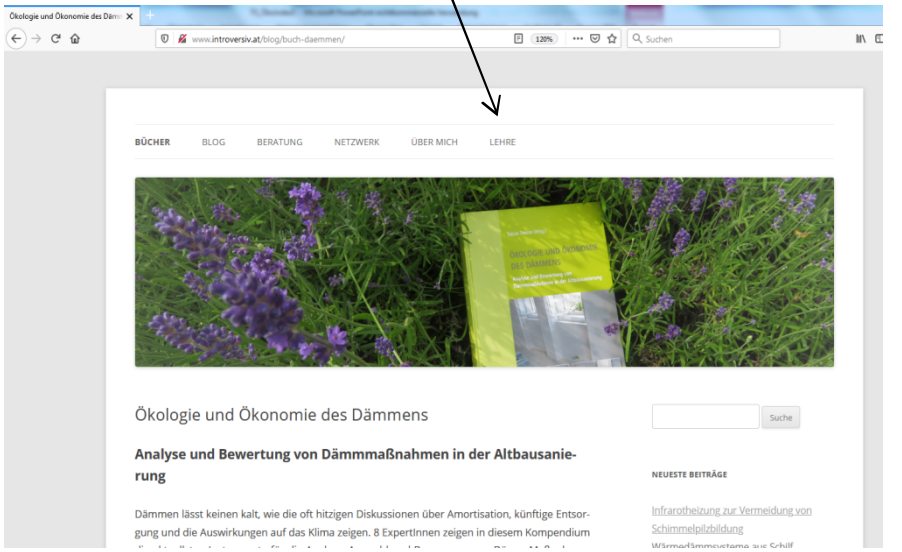
Literatur

7. ÖNorm, *ÖVE/ÖNorm EN 62052-11 Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Allgemeine Anforderungen, Prüfungen und Prüfbedingungen Teil 11: Messeinrichtungen.* 2004.
8. DIN, *DIN EN 1434-1 Wärmezähler - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.* 2007.
9. DIN, *DIN EN 1434-6 Wärmezähler - Teil 6: Einbau, Inbetriebnahme, Überwachung und Wartung.* 2007.
10. DIN, *DIN EN ISO 16000-1 Innenraumluftverunreinigungen - Teil 1: Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie* 2006.
11. ISO, D., *DIN ISO 16000-6 Innenraumluftverunreinigungen – Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID*, 2004.
12. VDI, *VDI 4300 Blatt 9 Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Messstrategie für Kohlendioxid (CO_2)*, 2005.
13. VDE, V., *VDI VDE 3512 Blatt 3 Temperaturmessung für die Gebäudeautomation Montage von Temperaturfühlern*, 2009.

Literaturempfehlung
Smart Building Constructions 2

Ökologie und Ökonomie des Dämmens
Analyse und Bewertung von Dämmmaßnahmen in der Altbausanierung
Fraunhofer IRB Verlag, 2018, 306 Seiten EUR 69,00



Unterlagen
Smart Building Constructions 2

www.introversiv.at
http://www.introversiv.at/blog/lehre/smart-building-constructions-2/