DIN EN 17887-2:2024-11 (D)

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - In-situ-Prüfung an fertiggestellten Gebäuden - Teil 2: Auswertung stationärer Daten für die Prüfung des Gesamtwärmeverlustes; Deutsche Fassung EN 17887-2:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 5
Einleitung 6
1 Anwendungsbereich 7
2 Normative Verweisungen 7
3 Begriffe und Symbole 7
3.1 Begriffe 7
3.2 Symbole 8
4 Kurzbeschreibung 10
5 Unsicherheit 11
6 Eingangsdaten 11
6.1 Rohdaten 11
6.2 Unregelmäßigkeiten und Lücken in den Daten 12
6.3 Bereinigen von Daten 12
6.4 Filterung (Mittelung) 13
6.5 Überprüfung von gemittelten Daten 13
7 Datenanalyse 14
7.1 Allgemeines 14
7.2 Einfache lineare Regression mithilfe des Siviour-Verfahrens 15
7.3 Verfahren der multiplen linearen Regression (MLR) 15
7.3.1 Allgemeines 15
7.4 Validierung: Restgrößenanalyse 16
7.5 Normalverteilung von Restgrößen 16
7.6 Autokorrelationsprüfung 17
8 Prüfbericht 18
8.1 Allgemeines 18
8.2 Daten bezüglich des zu prüfenden Gebäudes/der zu prüfenden Struktur 19
8.3 Beschreibung des Versuchsaufbaus 19
8.4 Bedingungen während der Messung 19
8.5 Vorverarbeitung von Daten 20
8.6 Gesamtwärmetransferkoeffizient und zugehörige Unsicherheitenabschätzung 20
8.7 Ergänzende und unterstützende Messungen 21
Anhang A (normativ) **Beschränkungen und Fehlerquellen** 22
A.1 Allgemeines 22
A.2 Beschränkungen und Fehler infolge experimenteller Unsicherheiten 22
A.2.1 Temperaturmessungen 22
A.2.2 Messung von Sonneneinstrahlung 22
A.2.3 Leistungsaufnahme 22
A.2.4 Fehlerhafter Wärmestrom durch unzureichende Schutzvorrichtungen 23
A.2.5 Interne Temperaturdrifts und -schwankungen 23
A.2.6 Temperaturgleichmäßigkeit 23
A.3 Einschränkungen und Fehler infolge von Modellunsicherheiten 23
A.3.1 Allgemeines 23
A.3.2 Speicherwärme 23
A.3.3 Messungen der Sonneneinstrahlung 24
A.3.4 Schwankungen infolge der Windgeschwindigkeit 24
A.3.5 Feuchteeinflüsse 24
A.3.6 Jahreszeitlich bedingte Schwankungen 24
A.3.7 Indirekter Wärmetransfer 24
A.3.8 Regressionsfehler 24
A.4 Vergleich zwischen berechneten und abgeschätzten Werten 25

Anhang B (normativ) **Prozess zur Abschätzung der experimentellen Unsicherheit** **26**
B.1 Allgemeines **26**
B.2 Prozess zur Unsicherheitenabschätzung **26**
B.3 Abschätzung der Beiträge zur Unsicherheit **28**
B.3.1 Unsicherheit in $T_i \pm u(T_i)$ **28**
B.3.2 Unsicherheit in $T_e \pm u(T_e)$ **29**
B.3.3 Unsicherheit in $P_h \pm u(P_h)$ **29**
B.3.4 Unsicherheit aufgrund von Wärmetransfer durch die Gebäudetrennwand **29**
B.3.5 Unsicherheit in q_{sw*} **30**
B.3.6 Weitere, nicht näher bestimmte Unsicherheiten **30**
B.3.7 Kombinieren von zusätzlichen Unsicherheitsquellen **31**
B.3.8 Kombinieren der experimentellen mit der statistischen Unsicherheit **31**
Anhang C (normativ) **Datenanalyseverfahren** **32**
C.1 Normalisierte Messunsicherheiten **32**
C.2 Normalisierte Messunsicherheiten **32**
C.3 Entscheidungsbaum (auf Grundlage normalisierter Messunsicherheitskriterien) **32**
C.3.1 Entscheidungsbaum **32**
C.3.2 OLS-Methoden mit vertikalen Restgrößen **33**
C.3.3 OLS-Methoden mit horizontalen Restgrößen **35**
C.3.4 RMA-Methode **37**
C.3.5 Statistiktabellen **39**
Anhang D (informativ) **Beispiel für die Analyse der Daten aus der Wärmeverlustprüfung an einem errichteten Gebäude** **42**
D.1 Allgemeines **42**
D.2 Beschreibung des Datensatzes **42**
D.3 Beispiel für die Abschätzung der Messunsicherheit **43**
D.4 Siviour-Verfahren **46**
D.4.1 Abschätzung von *H* mit dem Siviour-Verfahren und statistischer Unsicherheit **46**
D.4.2 Übertragen der Messunsicherheit (siehe Anhang B) **48**
D.4.3 Gesamtunsicherheit **48**
D.5 MLR-Analyse **49**
D.6 Validierungsprozess **49**
Anhang E (informativ) **Praktische Empfehlungen** **53**
E.1 Allgemeines **53**
E.2 Vorprüfung auf Restgrößen **53**
E.3 Bewertung auf Grundlage der Vertrauensbereiche **53**
E.4 Bewertung der charakteristischen Parameter und der einzelnen Parameter mit physikalischer Bedeutung **53**
E.5 Statistische Analyse von Restgrößen **54**
E.6 Kreuzvalidierung **54**
Literaturhinweise **55**

Bilder

Bild 1 — Beispiel für die Analyse mit linearer Regression **15**
Bild 2 — Zweidimensionale Punktwolke: a) „idealer“ Fall, b) „annehmbarer“ Fall und c) „pathologischer“ Fall **17**
Bild 3 — Restgrößen als Funktion der Zeit: a) Homoskedastizität (konstante Varianz), b) Heteroskedastizität (nicht konstante Varianz) und c) Heteroskedastizität (nichtlineare Daten/falsches Modell) **17**
Bild 4 — Autokorrelationsfunktion für jede Verzerrung und 95 %-Vertrauensbereich **18**
Bild C.1 — Entscheidungsbaum **33**
Bild C.2 — Beispiel für die Darstellung der linearen Regression unter Verwendung vertikaler Restgrößen **33**
Bild C.3 — Beispiel für die Darstellung der linearen Regression unter Verwendung horizontaler Restgrößen **35**

Bild C.4 — Beispiel für die Darstellung der linearen Regression unter Verwendung orthogonaler Restgrößen . . . 37
Bild D.1 — Ein Beispiel für eine Darstellung der Siviour-Regression mit Unsicherheitsschätzwerten . . . 49
Bild D.2 — Beispiel für die Darstellung der Homoskedastizität und Restgrößen-Normalverteilung für OLS (Siviour-RMA)-Methoden . . . 50
Bild D.3 — Beispiel für die Darstellung der Autokorrelationsprüfung: für OLS (Siviour-RMA)-Methoden . . . 51
Bild D.4 — Beispiel für die Darstellung der Homoskedastizität und Restgrößen-Normalverteilung für MLR (unverzerrtes Modell) . . . 51
Bild D.5 — Shapiro-Wilk-Test: Darstellung der Autokorrelationsprüfung für MLR (unverzerrtes Modell) . . . 52

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten . . . 9
Tabelle 2 — Verfahren der Regression . . . 14
Tabelle C.1 — Beispiel für die lineare Regression unter Verwendung vertikaler Restgrößen . . . 34
Tabelle C.2 — Lineare Regression unter Verwendung horizontaler Restgrößen . . . 36
Tabelle C.3 — Beispiel für die lineare Regression unter Verwendung orthogonaler Restgrößen . . . 38
Tabelle C.4 — Koeffizient für ein bilaterales Studentsches Gesetz . . . 39
Tabelle C.5 — Fisher-Koeffizient . . . 40
Tabelle D.1 — Für die Analyse verwendete Tagesmittelwerte . . . 43
Tabelle D.2 — Typ-A- und Typ-B-Unsicherheiten für Eingangsvariablen . . . 44
Tabelle D.3 — Messunsicherheiten in Eingangsvariablen . . . 44
Tabelle D.4 — Fälle mit Fehlern, Sensitivitätskoeffizienten und Beiträge zur Unsicherheit für Eingangsvariablen . . . 45
Tabelle D.5 — Tagesdaten für das Siviour-Analyseverfahren . . . 46
Tabelle D.6 — Tageswerte, Unsicherheiten und normalisierte Unsicherheiten in X- und Y-Richtung . . . 47
Tabelle D.7 — Schätzwerte und Unsicherheiten der Regression . . . 47
Tabelle D.8 — Vergleich der Ergebnisse der Siviour- und der MLR-Analyse . . . 49
Tabelle D.9 — Sahpiro-Wilk-Test: Prüfung der zweidimensionalen Normalverteilung für OLS (Siviour-RMA)-Methoden . . . 50
Tabelle D.10 — Sahpiro-Wilk-Test: Homoskedastizität und Restgrößen-Normalverteilung für OLS (Siviour-RMA)-Methoden . . . 50
Tabelle D.11 — Sahpiro-Wilk-Test: Homoskedastizität und Restgrößen-Normalverteilung für MLR (unverzerrtes Modell) . . . 51