DIN EN 17888-2:2024-11 (D)

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - In-situ-Prüfung an Bauwerksprüfkörpern - Teil 2: Auswertung stationärer Daten für die Prüfung des Gesamtwärmeverlustes; Deutsche Fassung EN 17888-2:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort . . . 5
Einleitung . . . 6
1 Anwendungsbereich . . . 7
2 Normative Verweisungen . . . 7
3 Begriffe, Symbole und Einheiten . . . 7
3.1 Begriffe . . . 7
3.2 Symbole . . . 8
4 Kurzbeschreibung . . . 10
5 Unsicherheit . . . 11
6 Eingabedaten . . . 12
6.1 Rohdaten . . . 12
6.2 Unregelmäßigkeiten und Unvollständigkeiten in den Daten . . . 12
6.3 Bereinigung der Daten . . . 12
6.4 Filterung (Mittelwertbildung) . . . 13
6.5 Überprüfung der gemittelten Daten . . . 13
7 Datenanalyse . . . 14
7.1 Allgemeines . . . 14
7.2 Einfache lineare Regression nach dem Siviour-Verfahren . . . 15
7.3 Techniken der multiplen linearen Regression (MLR) . . . 15
7.3.1 Allgemeines . . . 15
7.4 Validierung: Analyse der Residuen . . . 16
7.5 Normalverteilung der Residuen . . . 16
7.6 Autokorrelationstest . . . 17
8 Prüfbericht . . . 18
8.1 Allgemeines . . . 18
8.2 Daten über das gemessene Gebäude/Bauwerk . . . 19
8.3 Beschreibung des Versuchsaufbaus . . . 19
8.4 Bedingungen während der Messung . . . 19
8.5 Vorverarbeitung der Daten . . . 20
8.6 Schätzung des Gesamtwärmetransferkoeffizienten und der zugehörigen Unsicherheiten 20
8.7 Ergänzende und unterstützende Messungen . . . 21
Anhang A (normativ) **Grenzen und Fehlerquellen** . . . 22
A.1 Allgemeines . . . 22
A.2 Grenzen und Fehler aufgrund von Unsicherheiten des Versuchs . . . 22
A.2.1 Temperaturmessungen . . . 22
A.2.2 Messungen der Sonneneinstrahlung . . . 22
A.2.3 Leistungsaufnahme . . . 22
A.2.4 Falscher Wärmefluss durch unzureichenden Schutz . . . 23
A.2.5 Innere Temperaturabweichungen und -schwankungen . . . 23
A.2.6 Temperaturgleichmäßigkeit . . . 23
A.3 Grenzen und Fehler aufgrund von Modellunsicherheiten . . . 23
A.3.1 Allgemeines . . . 23
A.3.2 Gespeicherte Wärme . . . 23
A.3.3 Messungen der Sonneneinstrahlung . . . 24
A.3.4 Schwankungen aufgrund von Windgeschwindigkeit . . . 24
A.3.5 Auswirkungen der Luftfeuchte . . . 24
A.3.6 Jahreszeitliche Schwankungen . . . 24
A.3.7 Nicht-direkter Wärmedurchgang . . . 24
A.3.8 Regressionsfehler . . . 24

A.3.9 Vergleich von berechneten und abgeschätzten Werten 25
Anhang B (normativ) **Verfahren zur Abschätzung der experimentellen Unsicherheit** 26
B.1 Allgemeines 26
B.2 Verfahren zur Abschätzung der Unsicherheit 27
B.3 Abschätzung der Beiträge zur Unsicherheit 30
B.3.1 Unsicherheit in $T_i \pm u(T_i)$ 30
B.3.2 Unsicherheit in $T_e \pm u(T_e)$ 30
B.3.3 Unsicherheit in $P_h \pm u(P_h)$ 31
B.3.4 Unsicherheit aufgrund des Wärmeübergangs zwischen Trennwänden 31
B.3.5 Unsicherheit in q_{sw} 32
B.3.6 Weitere unbestimmte Unsicherheiten 32
B.3.7 Zusammenfassung zusätzlicher Quellen der Unsicherheit 33
B.3.8 Zusammenfassung von experimenteller und statistischer Unsicherheit 33
Anhang C (normativ) **Verfahren zur Datenanalyse** 34
C.1 Normalisierte Messunsicherheiten 34
C.2 Normalisierte Messunsicherheiten 34
C.3 Entscheidungsbaum (basierend auf den Kriterien der normalisierten Messunsicherheiten) 34
C.3.1 Entscheidungsbaum 34
C.3.2 OLS-Methode mit vertikalen Residuen 35
C.3.3 OLS-Methode mit horizontalen Residuen 36
C.3.4 RMA-Methode 38
C.3.5 Statistische Tabellen 40
Anhang D (informativ) **Beispiel für die Analyse der Prüfdaten zum Wärmeverlust von Gebäuden** 43
D.1 Allgemeines 43
D.2 Beschreibung des Datensatzes 43
D.3 Beispiel für die Abschätzung der Messunsicherheit 44
D.4 Siviour-Methode 47
D.4.1 Schätzung von H mit der Siviour-Methode und statistischer Unsicherheit 47
D.4.2 Übertragung der Messunsicherheit (siehe Anhang B) — Gesamtunsicherheit 49
D.5 Multiple lineare Regressionsanalyse (MLR) 50
D.6 Validierungsverfahren 51
Anhang E (informativ) **Praktische Empfehlungen** 54
E.1 Allgemeines 54
E.2 Vorläufige Überprüfung der Residuen 54
E.3 Auswertung auf der Grundlage von Vertrauensintervallen 54
E.4 Bewertung der charakteristischen Parameter und einzelner Parameter mit physikalischer Bedeutung 54
E.5 Statistische Analyse der Residuen 55
E.6 Kreuzvalidierung 55
Literaturhinweise 56

Bilder

Bild 1 — Beispiel einer linearen Regressionsanalyse 15
Bild 2 — Zweidimensionales Streudiagramm 17
Bild 3 — Residuen als Funktion der Zeit 17
Bild 4 — Autokorrelationsfunktion (Y) für jede Verzögerung (X) und 95 % Vertrauensintervall . 18
Bild C.1 — Entscheidungsbaum 35
Bild C.2 — Beispiel für ein lineares Regressiondiagramm mit vertikalen Residuen 36
Bild C.3 — Beispiel für ein lineares Regressiondiagramm mit horizontalen Residuen 38
Bild C.4 — Beispiel für ein lineares Regressionsdiagramm mit orthogonalen Residuen 40
Bild D.1 — Ein Beispiel für eine Siviour-Regressionskurve mit Unsicherheitsabschätzungen . . . 50
Bild D.2 — Homoskedastizitäts- und Diagramm der Normalverteilung der Residuen für die OLS-Methode (Siviour-RMA) 51
Bild D.3 — Autokorrelationstestdiagramm für die OLS-Methode (Siviour-RMA) 52

Bild D.4 — Ein Beispiel für die Darstellung der Homoskedastizität und der Normalverteilung der Residuen für MLR (unverzerrtes Modell) 52
Bild D.5 — Shapiro-Wilk-Test: Autokorrelationstestdiagramm für MLR (unverzerrtes Modell) . . 53

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten 9
Tabelle 2 — Regressionsverfahren 14
Tabelle C.1 — Lineare Regression mit vertikalen Residuen 35
Tabelle C.2 — Lineare Regression mit horizontalen Residuen 37
Tabelle C.3 — Lineare Regression mit orthogonalen Residuen 39
Tabelle C.4 — Koeffizient für bilaterale Student Verteilung für den Zweistichproben-t-Test 40
Tabelle C.5 — Fisher-Koeffizient 41
Tabelle D.1 — Für die Analyse verwendete Tagesmittelwerte 44
Tabelle D.2 — Unsicherheiten vom Typ A und Typ B für Eingangsvariablen 44
Tabelle D.3 — Messunsicherheiten bei Eingangsvariablen 45
Tabelle D.4 — Fehlerfälle, Empfindlichkeitskoeffizienten und Beitrag zur Unsicherheit von Eingangsgrößen 46
Tabelle D.5 — Tagesdaten zur Verwendung in der Siviour-Analyse 47
Tabelle D.6 — Tageswerte, Unsicherheiten und normalisierte Unsicherheiten in X und Y 48
Tabelle D.7 — Regressionsschätzungen und Unsicherheiten 49
Tabelle D.8 — Vergleich der Ergebnisse von Siviour- und MLR-Analyse 50
Tabelle D.9 — Sahpiro-Wilk-Test: Bivariater Test der Normalverteilung für die OLS-Methode (Siviour-RMA) 51
Tabelle D.10 — Shapiro-Wilk-Test: Homoskedastizität und Normalverteilung für die OLS-Methode (Siviour-RMA) 51
Tabelle D.11 — Shapiro-Wilk-Test: Homoskedastizität und Normalverteilung der Residuen für MLR (unverzerrtes Modell) 52