

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 Feuchteinflüsse	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 Statistiktabelle	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 Studentisches 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 — Shapiro-Wilk-Test: Prüfung der zweidimensionalen Normalverteilung für OLS (Siviour-RMA)-Methoden	50
Tabelle D.10 — Shapiro-Wilk-Test: Homoskedastizität und Restgrößen-Normalverteilung für OLS (Siviour-RMA)-Methoden	50
Tabelle D.11 — Shapiro-Wilk-Test: Homoskedastizität und Restgrößen-Normalverteilung für MLR (unverzerrtes Modell)	51