

# 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 Regressionsdiagramm mit vertikalen Residuen	36
Bild C.3	— Beispiel für ein lineares Regressionsdiagramm 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

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

## **Tabellen**

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