

# 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 Regressionendiagramm mit vertikalen Residuen . . . . .	36
Bild C.3	— Beispiel für ein lineares Regressionendiagramm mit horizontalen Residuen . . . . .	38
Bild C.4	— Beispiel für ein lineares Regressionsdiagramm mit orthogonalen Residuen . . . . .	40
Bild D.1	— Ein Beispiel für eine Siviour-Regressionsskurve 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>