

# 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

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

## Bilder

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

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

## **Tabellen**

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