

## STANDARDKLIMADATENSÄTZE (TESTREFERENZJAHRE) UND GEMESSENER LANGZEIT-KLIMADATENSATZ FÜR DEN STANDORT KASSEL IM VERGLEICH

Gerd Hauser<sup>1</sup>, Christoph Kempkes<sup>1,2</sup> und Stephan Schlitzberger<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fraunhofer - Institut für Bauphysik, Stuttgart, Germany

<sup>2</sup>Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH, Kassel, Germany

### KURZFASSUNG

Für einen innerstädtischen Standort in Kassel werden repräsentative TRY-Datensätze mit einem mess-technisch gewonnenen Langzeit-Klimadatensatz insbesondere in Hinblick auf die Verwendung bei der thermischen Gebäudesimulation verglichen. Grundlage dieser Untersuchungen stellen Klimamessungen der Wetterstation des Fachgebiets Bauphysik an der Universität Kassel von 1994 bis 2003 dar.

Der Vergleich von Simulationsergebnissen mit den verschiedenen Klimadatensätzen zeigt, dass die Abweichungen in den Klimadatensätzen auch zu deutlichen Unterschieden in den rechnerisch ermittelten Temperaturverhältnissen im Sommer und im Heizwärmebedarf führt. Die Untersuchung zeigt quantitativ auf, welche Fehlerbandbreite sich bei der Verwendung von Referenzklimadaten ergeben kann.

### ABSTRACT

**Comparative study of standard sets of climate data (test reference years) with measured long-term climate data for the location Kassel/Germany**

For an inner-city location in Kassel representative TRY (test reference year) data sets are compared with technical measurement results of long-term climatic data especially as regards their application for the simulation of a building's thermal performance. This research study was carried out on the basis of climate measurements which were recorded over the period from 1994 to 2003 by the climate station of building physics department at the University of Kassel.

The comparison of simulation results with various sets of climatic data shows that deviations in the sets of climatic data also lead to clear differences in the computed values of temperature conditions in summer and in the heating energy requirement.

The research study quantitatively shows the range of error which may result from the application of reference climatic data.

### HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Zur Bewertung des thermischen Zeitverhaltens von Gebäuden und beispielsweise zur genauen Bestimmung von Energiebedarfswerten werden in der Ingenieurpraxis heutzutage häufig dynamische Simulationsverfahren eingesetzt. Als Grundlage für die Durchführung derartiger Simulationsrechnungen werden Klimadatensätze benötigt, die den Verlauf einzelner Klimaelemente, wie beispielsweise Außentemperatur und Strahlungsintensitäten, meist in Form von Stundenmittelwerten bereitstellen. Unter Ansatz weiterer Randbedingungen, welche das Nutzungsverhalten beschreiben, kann das instationäre Zeitverhalten eines Gebäudes und/oder die zur Konditionierung erforderliche Heiz- oder Kühllast vorherbestimmt werden. Die auf diese Weise gewonnenen Daten dienen häufig der Auslegung und Optimierung des Betriebsverhaltens von Anlagen und Geräten zur Gebäudekonditionierung.

Entsprechend der Unterteilung des Bundesgebietes in 15 unterschiedliche Klimaregionen gemäß DIN 4710 (2003) werden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) für jede dieser Zonen (Kassel: TRY-Zone 7) drei repräsentative Klimadatensätze bereitgestellt (Christoffer et al., 2004). Ein Testreferenzjahr, welches für ein ganzes Jahr durchweg mittlere klimatische Verhältnisse beschreiben soll, und zwei Drei-Monats-Datensätze für jeweils einen extremen Sommer und einen extremen Winter. Die Datensätze für diese extremen Sommer- und Winterperioden sollen die derzeitigen standardisierten Extrembedingungen zur Anlagenauslegung für Winter nach DIN 4701 (2003) und Sommer nach VDI 2078 (1996) nicht ersetzen, aber bei Auslegungsberechnungen heiz- und raumlufttechnischer Anlagen vergleichende Analysen erlauben.

Die Einteilung des Gebietes der Bundesrepublik Deutschland in nur 15 repräsentative Zonen bedingt, dass jeder Datensatz für eine größere Spanne hinsichtlich der geographischen Gegebenheiten (Höhenlage, Windexposition etc.) Gültigkeit besitzt.

Berücksichtigungen von standortspezifischen Besonderheiten können daher auf der Grundlage von

den TRY-Datensätzen wenn überhaupt, dann nur bedingt erfolgen.

Am Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V. (ZUB) in Kassel wurde im Auftrag des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik der für Kassel repräsentative TRY-Datensatz mit einem von der Wetterstation des Fachgebiets Bauphysik an der Universität Kassel praktisch ausschließlich messtechnisch gewonnenen Langzeit-Klimadatensatz (1994-2003) insbesondere in Hinblick auf die Verwendung bei der thermischen Gebäudesimulation verglichen.

Die Klimastation befindet sich in städtischer und umbauter Lage und hat eine Ortshöhe von 152 Metern. Fehlende Daten aufgrund unvermeidlicher Messausfälle konnten mit den Daten nahegelegener Stationen mit annähernd vergleichbarer städtischer Lage aufgefüllt werden. Dem Institut für Solare Energietechnik in Kassel (ISET) sei an dieser Stelle für die freundliche Unterstützung und die zur Verfügung gestellten Datensätze gedankt.

Bereits die Lage der Klimastation des Referenzstandortes der TRY-Zone 7 am Stadtrand von Kassel in unverbauter Höhenlage (Höhe 231 m) gibt Anlass zu einer kritischen Bewertung der Verwendung des Referenzdatensatzes zur Bewertung von Gebäuden in innerstädtischer und umbauter Lage. Standortspezifische Einflüsse wie Wärmeinsel-Effekte und erheblich reduzierte Windgeschwindigkeiten im Vergleich zum Referenzstandort führen im direkten Vergleich der Klimatatsätze zu entscheidenden Abweichungen beispielsweise hinsichtlich des beschriebenen Temperaturniveaus.

Im Folgenden werden zunächst Referenzklimadatensatz und Langzeitdatensatz direkt miteinander verglichen. Anschließend erfolgt eine Gegenüberstellung des unter Ansatz dieser Datensätze mit dem Gebäudesimulationsprogramm HAUSer (Hauser 1977) rechnerisch ermittelten Temperaturverhaltens eines Einfamilienhauses der Holz-Leichtbauweise.

## VERGLEICHENDE BEWERTUNG DER KLIMADATEN

An dieser Stelle soll sich der direkte Vergleich auf die Darstellung der durch die einzelnen Datensätze beschriebenen Temperaturniveaus beschränken. Als Vergleichsgröße werden Übertemperaturgradstunden herangezogen. Im Gegensatz zur reinen Überschreitungshäufigkeit, also der Anzahl der Stunden, zu denen innerhalb eines Jahres eine bestimmte Temperatur überschritten wird, berücksichtigen sie nicht nur die Dauer, sondern auch die Höhe der Überschreitung (siehe Abb. 1). Für die Charakterisierung der Wärmemengen, die bei Gebäuden infolge Lüftung und Transmission mit der Umgebung ausgetauscht werden - und damit auch der auftretenden Lasten - ist diese Größe besser geeignet. Übertemperaturgradstunden werden

gebildet aus der Summe der positiven Differenzen der Stundenwerte der Außentemperatur minus einem vorgegebenen Grenzwert während des gesamten Jahres.

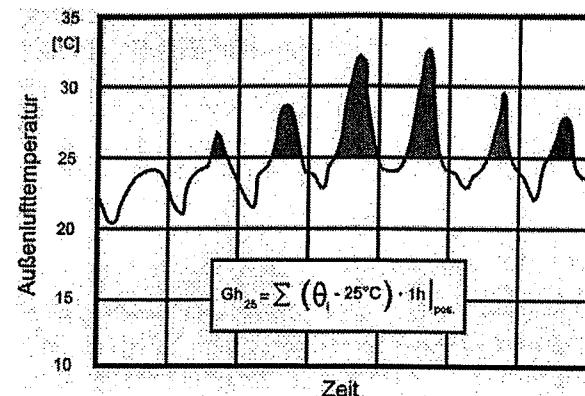


Abbildung 1 Schema Übertemperaturgradstunden

Abb. 2 stellt für die Periode des meteorologischen Sommers die Monatswerte der einzelnen Jahre und den Durchschnittswert des Langzeitdatensatzes den Werten des Testreferenzjahres sowie des Datensatzes für einen extremen Sommer gegenüber. Aus dieser Darstellung geht hervor, dass selbst der Extremdatensatz des DWD noch nicht einmal die mittleren Kasseler Verhältnisse während der 10-jährigen Messperiode beschreibt.

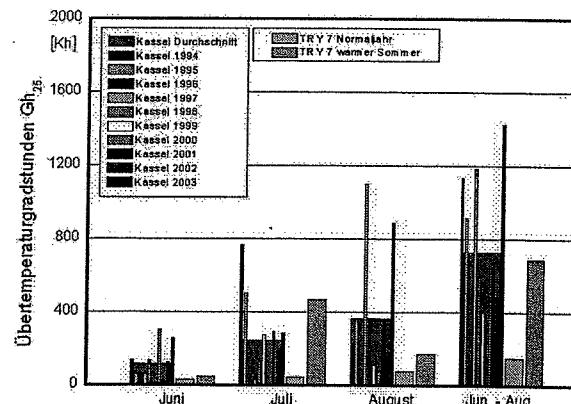


Abbildung 2 Übertemperaturgradstunden  $Gh_{25}$  für die meteorologischen Sommer von 1994 bis 2003

Analog zu der Verwendung der Übertemperaturgradstunden für den Sommerfall können zur Bewertung des Winterfalls auch Untertemperaturgradstunden herangezogen werden. So geht aus Abb. 3 hervor, dass der Datensatz des Testreferenzjahrs recht gut die mittleren klimatischen Verhältnisse für Kassel beschreibt. Der Datensatz für einen extremen Winter kann jedoch keineswegs als repräsentativ angesehen werden, er beschreibt ein deutlich zu niedriges Temperaturniveau im Vergleich zu dem gemessenen Langzeitdatensatz.

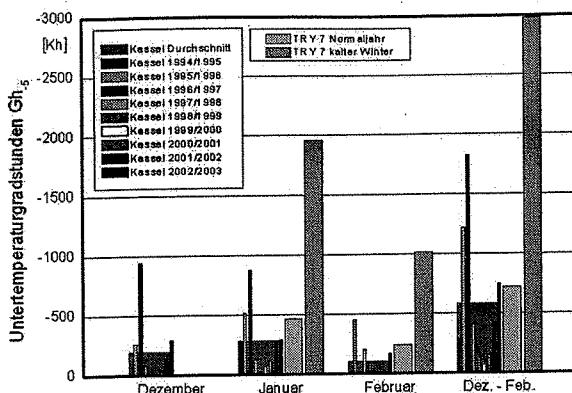


Abbildung 3 Untertemperaturgradstunden Gh<sub>5</sub> für die meteorologischen Winter von 1994 bis 2003

### VERGLEICHENDE BEWERTUNG DER SIMULATIONSERGEBNISSE

Zur Bewertung des Sommerfalls werden hier ebenfalls Auswertungen von Übertemperaturgradstunden dargestellt. Als Grenztemperatur wird jedoch eine operative Temperatur von 26°C gewählt. Abb. 4 stellt die thermischen Belastungen einzelner Räume des Einfamilienhauses dar, woraus deutlich hervorgeht, dass erst die Verwendung des DWD-Datensatzes für einen extremen Sommer in etwa mit den durchschnittlichen Belastungen der Räume aus der 10-jährigen Messperiode vergleichbar sind.

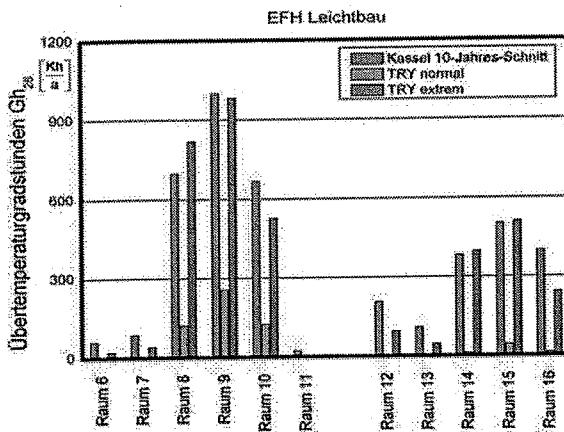


Abbildung 4 Übertemperaturgradstunden Gh<sub>26</sub> EFH Leichtbau nach Räumen

Das sehr niedrige Temperaturniveau, welches sich unter Zugrundelegung des als repräsentativ geltenden Testreferenzjahrs in den Räumen einstellt, kann für den betrachteten innerstädtischen Standort keinesfalls als durchschnittlich bezeichnet werden.

Die Bewertung der Simulationsergebnisse für den Winterfall erfolgt anhand des für das EFH berechneten spezifischen Heizwärmebedarfs. Aus Abb. 5 geht hervor, dass unter Ansatz des Testreferenzjahrs ein im Vergleich zum Kasseler Durchschnitt um 15 Prozent zu hoher Bedarf

berechnet wird. Der DWD-Datensatz für einen extremen Winter beschreibt die Verhältnisse hinsichtlich des berechneten Heizwärmebedarfs recht gut.

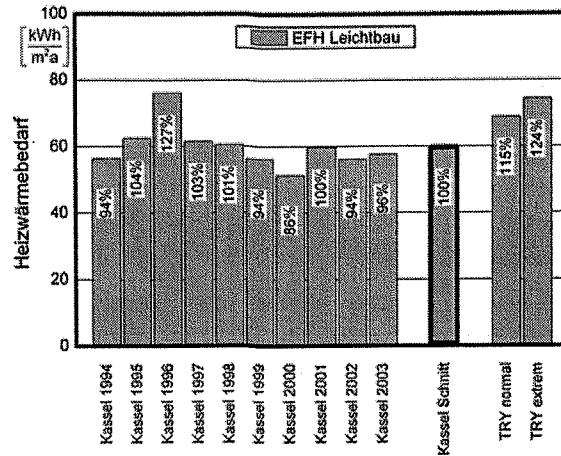


Abbildung 5 Spezifischer jährlicher Heizwärmebedarf Einfamilienhaus Leichtbau

### ZUSAMMENFASSUNG

Der zuvor beschriebene Teil einer umfassenden Untersuchung der Klimadatensätze zeigt quantitativ auf, welche Fehlerbandbreite sich unter Verwendung von Referenzklimadatensätzen ergeben kann. Die Dekade von 1990 bis 2003 ist bekanntermaßen eine der wärmsten Dekaden seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Ob die dargestellten Abweichungen hierauf oder eher auf die stark unterschiedliche Topographie des Referenzstandortes gegenüber der Messstation zurückzuführen ist, kann anhand der Untersuchung nicht geklärt werden, vermutlich liegt eine Überlagerung beider Einflüsse vor. Ein künftiger Schwerpunkt bei der Erstellung von zusätzlichen Klimadatensätzen für die thermische Gebäudesimulation sollte daher eine möglichst umfassende Erweiterung hinsichtlich regionaler und mikroklimatischer Gegebenheiten sein. Hierfür ist ein dichtes Netz an Messstandorten erforderlich. Die heute zur Verfügung stehende Rechnerleistung erlaubt bei thermisch/hygrischen Simulationen ohne Weiteres die Verwendung von aktuellen Langzeitklimadatensätzen auf der Basis von Realdaten. Für den Standort Kassel/ Innenstadt liegt ein solcher jetzt vor.

### LITERATUR

Christoffer, J.; Deutschländer, T.; Webs, M.: Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse. Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima und Umweltberatung, Offenbach a. Main, 2004.

Hauser, Gerd: Rechnerische Vorbestimmung des Wärmeverhaltens großer Bauten. Dissertation, Universität Stuttgart, 1977.