

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREUmweltmeteorologie  
Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung  
der thermischen Komponente des KlimasVDI 3787  
Blatt 2 / Part 2Environmental meteorology  
Methods for human-biometeorological evaluation of the  
thermal component of the climateAusg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.*

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

*The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	2
Einleitung.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Formelzeichen und Abkürzungen.....</b>	<b>4</b>
<b>4 Grundlagen des thermischen Wirkungskomplexes.....</b>	<b>12</b>
4.1 Energiehaushalt des Menschen.....	14
4.2 Bewertung des thermischen Empfindens.....	22
<b>5 Thermische Indizes.....</b>	<b>26</b>
5.1 Universal Thermal Climate Index (UTCI).....	27
5.2 Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) ...	31
5.3 Gefühlte Temperatur (GT).....	33
5.4 Standard-Effektivtemperatur (SET*).....	35
5.5 Vergleich der Bewertungsindizes.....	37
<b>6 Eingangsdaten.....</b>	<b>41</b>
6.1 Mess- und Beobachtungsdaten.....	42
6.2 Modelldaten.....	42
<b>7 Human-biometeorologische Bewertung der thermischen Umgebungsbedingungen.....</b>	<b>43</b>
<b>Anhang A Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur <math>T_{mrt}</math>.....</b>	<b>44</b>
A1 Definition und generelles Berechnungsschema.....	44
A2 $T_{mrt}$ -Bestimmung aus Messungen.....	45
A3 $T_{mrt}$ auf Basis modellierter Strahlungsflussdichten (keine Horizonteinschränkung).....	48
A4 $T_{mrt}$ -Bestimmung in mikroskaligen urbanen Umgebungen (mit Horizonteinschränkung).....	63
<b>Anhang B Berechnungsgrundlagen für die Indizes.....</b>	<b>74</b>
B1 Universal Thermal Climate Index (UTCI).....	74
B2 Physiologisch äquivalente Temperatur (PET).....	75
B3 Gefühlte Temperatur (GT).....	75
B4 Rationale Standard-Effektivtemperatur (SET*).....	75
Schrifttum.....	76

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction.....	2
<b>1 Scope.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Terms and definitions.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Symbols and abbreviations.....</b>	<b>4</b>
<b>4 Basics of the thermal effect complex.....</b>	<b>12</b>
4.1 Energy balance of the human being.....	14
4.2 Evaluation of the thermal sensation.....	22
<b>5 Thermal indices.....</b>	<b>26</b>
5.1 Universal Thermal Climate Index (UTCI).....	27
5.2 Physiologisch äquivalente Temperatur (PET) .	31
5.3 Temperature felt (GT).....	33
5.4 Standard effective temperature (SET*).....	35
5.5 Comparison of valuation indices.....	37
<b>6 Input data.....</b>	<b>41</b>
6.1 Measurement and observation data.....	42
6.2 Model data.....	42
<b>7 Human-biometeorological assessment of thermal environmental conditions.....</b>	<b>43</b>
<b>Annex A Determination of the mean radiation temperature <math>T_{mrt}</math>.....</b>	<b>44</b>
A1 Definition and general calculation scheme.....	44
A2 $T_{mrt}$ -determination from measurements.....	45
A3 $T_{mrt}$ based on modelled radiant flux densities (no horizon restriction).....	48
A4 $T_{mrt}$ -determination in microscale urban environments (with horizon restriction).....	63
<b>Annex B Basis for calculating the indices.....</b>	<b>74</b>
B1 Universal Thermal Climate Index (UTCI).....	74
B2 Physiologically equivalent temperature (PET).....	75
B3 Temperature felt (GT).....	75
B4 Rational Standard Effective Temperature (SET*).....	75
Bibliography.....	76

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
Fachbereich Umweltmeteorologie

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b: Umweltmeteorologie

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3787](http://www.vdi.de/3787).

## Einleitung

Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit der Menschen sind über ihren Wärmehaushalt eng mit den thermischen Umweltbedingungen verknüpft. Die Bedeutung dieses Themas für die Vorsorgeplanung ist damit offensichtlich. Betroffen sind Stadt- und Regionalplanung sowie Gebäude-design, öffentliches Gesundheitswesen, Tourismus und Erholung, Wettervorhersage, Klimawirkungsforschung und andere. Aufgrund der Bedeutung dieses Problems werden Verfahren beschrieben, die die komplexen thermischen Umweltbedingungen thermophysiologisch relevant beschreiben und auf Basis der Wärmebilanz des Menschen beurteilen können. Dadurch sind räumliche und zeitliche Bewertungen möglich.

Um diese Forderungen zu erfüllen, wurden Indizes eingeführt [12; 67; 138], die auf eine thermische Bewertung ausgerichtet sind. In dieser Richtlinie können Klimabewertungen sowohl über räumliche/zeitliche Mittelung als auch meteorologische Bewertungen (aktuelle Wettersituationen) vorgenommen werden.

Die Richtlinie soll

- praktische Anwendungen sowie die thermophysiologische Modellierung erläutern,
- aktuelle thermische Indizes einführen, über die die thermische Belastung (Stress) und/oder die physiologische und pathologische Reizantwort (Strain) des Körpers/Organismus sowie das thermische Empfinden als „Belastungsgefühl in Abweichung von Neutralwerten (Komfort)“ ausdrücken,

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/3787](http://www.vdi.de/3787).

## Introduction

The health, well-being and performance of people are closely linked to thermal environmental conditions via their heat balance. The importance of this topic for precautionary planning is thus obvious. Urban and regional planning as well as building design, public health, tourism and recreation, weather forecasting, climate impact research, and others are affected. Because of the importance of this problem, methods are described that can describe the complex thermal environmental conditions in a thermophysiologically relevant way and assess them on the basis of the human heat balance. Thus, spatial and temporal assessments are possible.

To meet these requirements, indices have been introduced [12; 67; 138] that focus on thermal assessment. In this standard, climate assessments can be made using both spatial/temporal averaging and meteorological assessments (current weather situations).

The standard is intended to

- explain practical applications and thermophysiological modelling,
- introduce current thermal indices, via which the thermal load (stress) and/or the physiological and pathological stimulus response (strain) of the body/organism as well as the thermal sensation are expressed as “feeling of strain in deviation from neutral values (comfort)”,

- den Umgang mit unterschiedlichen meteorologischen Eingangsdaten – hier insbesondere mit der Parametrisierung der mittleren Strahlungstemperatur – ermöglichen,
- die Interpretation von Rechenergebnissen bezüglich thermischer Belastung (Stress) sowie physiologischer und pathologischer Reizantwort (Strain) oder Komfort/Diskomfort darstellen,
- eine vergleichende thermische Bewertung in Raum und Zeit aufzeigen.

Um diese Forderungen zu erfüllen, sind thermische Indizes notwendig. In Abschnitt 7 werden darüber hinaus Hinweise für eine planerische Umsetzung und Bewertung der thermischen Bedingungen gegeben.

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie stellt Bewertungsverfahren der Human-Biometeorologie als Standard für die auf Menschen bezogene Berücksichtigung von Klima (Bioklima) für Belastungssituationen und räumlichen Planungen bereit.

Der Anwendungsbereich erstreckt sich auf die Gesundheitsvorsorgeplanung, Gesundheitsprävention, Stadt- und Freiraumplanung, Regionalplanung, die Bereiche „Tourismus und Erholung“ sowie „Klimawirkungsforschung“. Die entsprechenden Planungsgesetze der Raumordnung, das Baugesetzbuch und die Hygiene sind betroffen.

- enable the handling of different meteorological input data – here in particular with the parameterisation of the mean radiation temperature,
- represent the interpretation of computational results in terms of thermal load (stress) as well as physiological and pathological stimulus response (strain) or comfort/discomfort,
- show a comparative thermal evaluation in space and time.

In order to meet these requirements, thermal indices are necessary. Section 7 also provides information on the implementation and evaluation of thermal conditions in planning.

## 1 Scope

The standard provides assessment procedures of human biometeorology as a standard for the human-related consideration of climate (bio-climate) for stress situations and spatial planning.

The scope of application extends to preventive health planning, preventive health care, urban and open space planning, regional planning, the fields of “tourism and recreation”, and “climate impact research”. The relevant planning laws of spatial planning, the Building Code and hygiene are affected.