

**VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE**

Umweltmeteorologie
Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima
und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung
Teil I: Klima

Environmental meteorology
Methods for the human biometeorological evaluation of climate
and air quality for urban and regional planning at regional level
Part I: Climate

VDI 3787

Blatt 2 / Part 2

**Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English**

*Der Entwurf der Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this Guideline has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).
No guarantee can be given with respect to the English translation. The German version of this Guideline shall be taken as authoritative.*



Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
1 Formelzeichen und Abkürzungen	2
2 Einleitung	5
3 Human-biometeorologische Wirkungskomplexe	6
3.1 Thermischer Wirkungskomplex	6
3.2 Aktinischer Wirkungskomplex	19
4 Äußere Einflüsse auf die thermischen Bedingungen in Innenräumen	21
Anhang A Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur t_{mrt}	23
A1 Definition	23
A2 Berechnung von t_{mrt}	23
A2.1 Modellierung der Strahlungsflüsse	24
A2.2 Messung der einzelnen Strahlungsflüsse	25
A3 Bestimmung von t_{mrt} mit einem integralen Meßverfahren	25
Diskette	28
Schrifttum	29

Contents	Page
Preliminary note	2
1 Symbols and abbreviations	2
2 Introduction	5
3 Human biometeorological factors	6
3.1 Thermal factors	6
3.2 Actinic factors	19
4 External influences on thermal conditions indoors	21
Appendix A Determination of the mean radiation temperature t_{mrt}	23
A1 Definition	23
A2 Calculation of t_{mrt}	23
A2.1 Modeling the radiation fluxes	24
A2.2 Measurement of the individual radiation fluxes	25
A3 Determination of t_{mrt} using an integral measuring procedure	25
Disk	28
References	29

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN
Arbeitsgruppe Human-Biometeorologie – Grundlagen, Klima
im Ausschuß Angewandte Klimatologie

Frühere Ausgabe: 11/96 Entwurf, deutsch
Former edition: 11/96 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 1998

Lizenzierte Kopie von elektronischem Datenträger

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

Vorbemerkung

Diese Richtlinie verfolgt das Ziel, Bewertungsverfahren der Human-Biometeorologie als Standard für die auf Menschen bezogene Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene (Bioklima) bei der räumlichen Gesamtplanung bereitzustellen. Damit reiht sich die Human-Biometeorologie in die Reihe der Fachdisziplinen ein, die der räumlichen Gesamtplanung naturwissenschaftliches Grundlagenmaterial zur Verfügung stellen. Die räumliche Gesamtplanung ist in hohem Maße auf solche Zuarbeit angewiesen, wenn sie ihrer Aufgabe entsprechend sämtliche, zum Teil miteinander konkurrierende Gesichtspunkte der räumlichen Entwicklung untereinander abwägt und daraus ein umfassendes, aufeinander abgestimmtes Zielsystem für den vorgegebenen Planungszeitraum herleitet.

Die Verknüpfung von Human-Biometeorologie und räumlicher Gesamtplanung erfordert in jedem konkreten Fall die Prüfung, welche human-biometeorologischen Wirkungskomplexe für die Planung bedeutsam sind. Danach läßt sich über die human-biometeorologische Bewertung der atmosphärischen Umweltbedingungen nicht zuletzt auch klären, ob und welche Planungsinstrumente für eine Sicherung und Verbesserung der human-biometeorologischen Situation im Planungsbereich zur Verfügung stehen.

Im vorliegenden ersten Teil dieser Richtlinie werden die human-biometeorologischen Wirkungskomplexe zusammengestellt und die empfohlenen Bewertungsmethoden für den Bereich „Klima“ erläutert. Der zweite Teil wird Methoden zur planungsrelevanten Bewertung des Bereiches „Lufthygiene“ enthalten. Anwendungsbeispiele, ergänzt durch planerische Hinweise, werden den Schwerpunkt des dritten Teils dieser Richtlinie bilden. Bereits an dieser Stelle wird aber darauf hingewiesen, daß eine intensive Zusammenarbeit zwischen Meteorologen und Planern erforderlich ist, um die Belange der Human-Biometeorologie sachgerecht in den Planungsprozeß einzubringen.

1 Formelzeichen und Abkürzungen

Formelzeichen	Bedeutung	Maßeinheit
<i>A</i>	Wärmestrahlung der Atmosphäre	W
<i>A_{Du}</i>	Körperoberfläche des Menschen	m ²
<i>Adif</i>	der durch Gebäude eingeschränkte Raumwinkelanteil am oberen Halbraum	
<i>Adir</i>	der mittlere Schattenanteil am Boden innerhalb der angenommenen Bebauungsstruktur	

Preliminary note

The aim of this Guideline is to provide evaluation methods of human biometeorology as a standard for taking into account climate and air quality (bioclimate) in relation to man in overall physical planning. Human biometeorology thus takes its place among the disciplines that provide scientific basic material for overall physical planning. Overall physical planning is greatly dependent on such support in weighing up all the in some cases conflicting viewpoints of area development, and deriving from them, in fulfillment of its assignment, a comprehensive, coordinated target system for the given planning period.

Linking human biometeorology and overall physical planning requires checking, in every specific case, to ascertain which human biometeorological factors are significant in the planning process. The human biometeorological evaluation of the atmospheric environmental conditions can then also be used, for example, to clarify whether, and if so which, planning instruments are available for maintaining and improving the human biometeorological situation in the planning area.

In this first part of the Guideline, the human biometeorological factors are defined and the recommended evaluation methods for the sector "climate" are explained. The second part will contain methods for the evaluation of the sector "air quality" as it relates to planning. Examples of application, supplemented by planning indications, will form the main emphasis of the third part of this Guideline. However, it should be emphasised from the outset that intensive cooperation between meteorologists and planners is necessary to incorporate the requirements of human biometeorology in the planning process in an appropriate way.

1 Symbols and abbreviations

Symbol	Definition	Unit
<i>A</i>	atmospheric thermal radiation	W
<i>A_{Du}</i>	surface area of the human body	m ²
<i>Adif</i>	the proportion of the angle restricted by buildings in the upper half-space	
<i>Adir</i>	the mean proportion of shade on the ground within the assumed building structure	

a	Kantenlänge	m	a	edge length	m
a_k	Absorptionskoeffizient für kurzwellige Strahlung		a_k	absorption coefficient for short wave radiation	
a_l	Absorptionskoeffizient für langwellige Strahlung		a_l	adsorption coefficient for long wave radiation	
C	Wärmeverlust durch Konvektion	W/m ²	C	convective heat flux	W/m ²
D	diffuse Himmelsstrahlung	W	D	diffuse solar radiation	W
d	Abstand	m	d	distance	m
D_i	diffuse kurzwellige Strahlung	W/m ²	D_i	diffuse short wave radiation	W/m ²
E	Wärmestrahlung der Umschließungsflächen	W	E	thermal radiation of surrounding surfaces	W
E_d	Wasserdampfdiffusion durch die Haut	W/m ²	E_d	water vapour diffusion through the skin	W/m ²
E_i	langwellige Strahlung der Umgebung	W/m ²	E_i	long wave radiation of the environment	W/m ²
E_{KM}	Wärmestrahlung des Menschen	W	E_{KM}	thermal radiation of the human body	W
E_{re}	latenter Wärmeverlust durch Atmung	W/m ²	E_{re}	latent heat loss through respiration	W/m ²
E_{SW}	Verdunstung von Schweiß auf der Hautoberfläche	W/m ²	E_{SW}	evaporation of sweat on the surface of the skin	W/m ²
e	Wasserdampfdruck	hPa	e	water vapour pressure	hPa
F_i	Raumwinkelanteile (= „Winkelfaktoren“)		F_i	solid angle proportions (= "angle factors")	
f_p	Flächenprojektionsfaktor		f_p	area projection factor	
f_{cl}	Vergrößerungsfaktor der Körperoberfläche durch die auftragende Wirkung der Kleidung ($f_{cl} = 1,0 + I_{cl} \cdot 0,15$)		f_{cl}	incremental factor for the surface area of the body due to the additional effect of clothing ($f_{cl} = 1.0 + I_{cl} \cdot 0.15$)	
gv	der Anteil des Gebäudevolumens am Gesamtvolumen (Bebauungsdichte) = $a^2/(d+a)^2$		gv	the proportion of building volume in the total volume (building density) = $a^2/(d+a)^2$	
H	innere Wärme(produktion)	W	H	internal heat (production)	W
h	Höhe	m	h	height	m
h_c	konvektiver Wärmeübergangskoeffizient	W/m ² K	h_c	heat transfer coefficient	W/m ² K
I	direkte Sonnenstrahlung	W	I	direct solar radiation	W
I^*	Bestrahlungsstärke der Sonne auf eine Fläche senkrecht zur Einstrahlungsrichtung	W/m ²	I^*	radiation intensity of the sun on a surface perpendicular to the incident radiation direction	W/m ²
i	Laufindex		i	index	
I_{cl}	Wärmedurchgangswiderstand der Bekleidung (1 clo = 0,155 m ² K/W)	clo	I_{cl}	heat transfer resistance of the clothing (1 clo = 0.155 m ² K/W)	clo
$IMEM$	Instationäres Münchner Energiebilanz-Modell für Individuen		$IMEM$	Institutionary Munich Energy Balance Model for Individuals	
K_i	kurzwellige (solare) Strahlungsflüsse	W/m ²	K_i	short wave (solar) radiation fluxes	W/m ²
L	fühlbarer Wärmeverlust durch Atmung	W/m ²	L	sensible heat loss through respiration	W/m ²
L_i	langwellige (terrestrische) Strahlungsflüsse	W/m ²	L_i	long wave (terrestrial) radiation fluxes	W/m ²
M	Gesamtenergieumsatz (Metabolische Rate)	W	M	metabolic rate	W