

DIN EN ISO 14505-2



ICS 13.180

**Ergonomie der thermischen Umgebung –
Beurteilung der thermischen Umgebung in Fahrzeugen –
Teil 2: Bestimmung der Äquivalenttemperatur (ISO 14505-2:2006);
Deutsche Fassung EN ISO 14505-2:2006**

Ergonomics of the thermal environment –
Evaluation of thermal environments in vehicles –
Part 2: Determination of equivalent temperature (ISO 14505-2:2006);
German version EN ISO 14505-2:2006

Ergonomie des ambiances thermiques –
Évaluation des ambiances thermiques dans les véhicules –
Partie 2: Détermination de la température équivalente (ISO 14505-2:2006);
Version allemande EN ISO 14505-2:2006

Gesamtumfang 34 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 14505-2:2006 wurde in der Internationalen Organisation für Normung (ISO) im Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet. Deutscherseits wurden die Arbeiten vom Arbeitsausschuss 5 NA 023-00-05 „Ergonomie der physikalischen Umgebung“ des Normenausschusses „Ergonomie“ begleitet.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden DIN-ISO-Normen verwiesen:

ISO 13731 siehe DIN EN ISO 13731

ISO 14505 *Ergonomie der thermischen Umgebung — Beurteilung der thermischen Umgebung in Fahrzeugen* besteht aus:

- *Teil 1: Grundlagen und Verfahren für die Bewertung der thermischen Belastung¹⁾*
- *Teil 2: Bestimmung der Äquivalenttemperatur*
- *Teil 3: Beurteilung der thermischen Behaglichkeit anhand von Personen*

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 13731, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Begriffe und Symbole*

1) Soll als ISO/TR veröffentlicht werden.

Deutsche Fassung

Ergonomie der thermischen Umgebung —
Beurteilung der thermischen Umgebung in Fahrzeugen —
Teil 2: Bestimmung der Äquivalenttemperatur
(ISO 14505-2:2006)

Ergonomics of the thermal environment —
Evaluation of thermal environments in vehicles —
Part 2: Determination of equivalent temperature
(ISO 14505-2:2006)

Ergonomie des ambiances thermiques —
Évaluation des ambiances thermiques dans les véhicules —
Partie 2: Détermination de la température équivalente
(ISO 14505-2:2006)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Dezember 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe	5
4 Beurteilungsprinzipien.....	6
4.1 Allgemeine Beschreibung der Äquivalenttemperatur.....	6
4.2 Allgemeines Bestimmungsprinzip der Äquivalenttemperatur.....	7
5 Bestimmte Äquivalenttemperaturen.....	7
5.1 Allgemeines.....	7
5.2 Äquivalenttemperatur für den gesamten Körper.....	8
5.3 Segmentbezogene Äquivalenttemperatur.....	8
5.4 Gerichtete Äquivalenttemperatur.....	9
5.5 Ungerichtete Äquivalenttemperatur.....	10
6 Messgeräte	11
7 Beurteilung.....	11
7.1 Bestimmung der Äquivalenttemperatur für den gesamten Körper	12
7.2 Bestimmung der lokalen Äquivalenttemperatur.....	12
Anhang A (informativ) Beispiele für Messgeräte	13
Anhang B (informativ) Merkmale und Festlegungen bezüglich der Messgeräte.....	17
Anhang C (informativ) Kalibrierung und weitere Bestimmungen	25
Anhang D (informativ) Auslegung der Äquivalenttemperatur	27
Anhang E (informativ) Beispiele	30
Literaturhinweise	32

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 14505-2:2006) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2007 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 14505-2:2006 wurde vom CEN als EN ISO 14505-2:2006 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Die im Führerraum eines Fahrzeuges erfolgende Wechselwirkung zwischen dem Wärmeaustausch durch Konvektion, dem durch Strahlung und dem durch Wärmeleitung ist sehr komplex. Die Kombination aus äußeren thermischen Lasten und der im Fahrzeug befindlichen Heizungs- und Lüftungsanlage führt zu einem lokalen Klima, das örtlich und zeitlich erheblich schwanken kann. Es ergeben sich asymmetrische thermische Bedingungen, die häufig die Hauptursache für Klagen über thermisches Unbehagen ist. In Fahrzeugen ohne oder mit schlecht arbeitender raumluftechnischer Anlage (HVAC-Anlage) wird die thermische Belastung größtenteils durch den Einfluss der Umgebungsklimabedingungen auf den Führerraum des Fahrzeuges bestimmt. Die subjektive Beurteilung ist integrativ, da ein Individuum in einer Reaktion die kombinierten Auswirkungen verschiedener thermischer Stimuli vereint. Sie ist jedoch nicht ausreichend ausführlich oder genau, um wiederholt angewendet werden zu können. Technische Messungen bieten ausführliche und genaue Informationen, erfordern jedoch eine Integration, um die thermischen Auswirkungen auf den Menschen vorherzusagen. Da für den gesamten Wärmeaustausch einer Person mehrere Klimafaktoren eine Rolle spielen, ist ein integriertes Maß dieser Faktoren erforderlich, das deren relativen Einfluss berücksichtigt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 14505 enthält Leitlinien für die Beurteilung der thermischen Bedingungen in einem Fahrzeug. Er kann auch für andere geschlossene Räume mit asymmetrischen Klimabedingungen angewendet werden. Er ist in erster Linie für die Beurteilung der thermischen Bedingungen vorgesehen, wenn die Abweichungen von der thermischen Neutralität relativ klein sind. Eine geeignete Methodologie, wie sie in diesem Teil von ISO 14505 angegeben ist, kann ausgewählt werden, um in speziellen Anforderungsnormen zur Prüfung von HVAC-Anlagen für Fahrzeuge und ähnliche geschlossene Räume berücksichtigt zu werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 13731, *Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 13731 und die folgenden Begriffe.

3.1

Äquivalenttemperatur

t_{eq}

Temperatur eines homogenen Raumes mit einer mittleren Strahlungstemperatur gleich der Lufttemperatur und einer Luftgeschwindigkeit von null, in dem der Wärmeverlust einer Person durch Konvektion und Strahlung dem Wärmeverlust unter den tatsächlich beurteilten Bedingungen entspricht

3.2

Äquivalenttemperatur für den gesamten Körper

$t_{eq, whole}$

Temperatur eines gedachten umschlossenen Raumes mit gleicher Temperatur von Luft und umgebenden Oberflächen sowie mit einer Luftgeschwindigkeit von null, in dem ein beheizter Messwertaufnehmer in Gestalt einer menschengroßen Puppe die gleiche trockene Wärme durch Strahlung und Konvektion abgibt wie in der tatsächlichen nicht gleichförmigen Umgebung

3.3

segmentbezogene Äquivalenttemperatur

$t_{eq, segment}$

gleichförmige Temperatur eines gedachten umschlossenen Raumes mit gleicher Temperatur von Luft und umgebenden Oberflächen sowie mit einer Luftgeschwindigkeit von null, in dem eine oder mehrere ausgewählte Zone(n) einer beheizten Puppe die gleiche trockene Wärme durch Strahlung und Konvektion abgibt/abgeben wie in der tatsächlichen nicht gleichförmigen Umgebung

3.4

gerichtete Äquivalenttemperatur

$t_{eq, direct}$

gleichförmige Temperatur eines gedachten umschlossenen Raumes mit gleicher Temperatur von Luft und umgebenden Oberflächen sowie mit einer Luftgeschwindigkeit von null, in dem eine kleine, flache, beheizte Oberfläche die gleiche trockene Wärme durch Strahlung und Konvektion abgibt wie in der tatsächlichen nicht gleichförmigen Umgebung

3.5 ungerichtete Äquivalenttemperatur

$t_{eq, omni}$

gleichförmige Temperatur eines gedachten umschlossenen Raumes mit gleicher Temperatur von Luft und umgebenden Oberflächen sowie mit einer Luftgeschwindigkeit von null, in dem ein beheiztes Ellipsoid die gleiche trockene Wärme durch Strahlung und Konvektion abgibt wie in der tatsächlichen nicht gleichförmigen Umgebung

3.6 Segment

Teil eines Messwertaufnehmers mit menschlicher Gestalt, der in der Regel einem tatsächlichen Körperteil entspricht und aus einer oder mehreren vollständigen Zone(n) besteht, für die eine segmentbezogene Äquivalenttemperatur, $t_{eq, segment}$, angegeben wird

3.7 Zone

physikalische Unterteilung einer Puppe, die unabhängig geregelt wird und für die die Oberflächentemperatur und der Wärmeaustausch gemessen werden

3.7 HVAC-Anlage

Heizungs-, Ventilations- und Klimaanlage in einem Fahrzeug und/oder einer Kabine

4 Beurteilungsprinzipien

Die Beurteilung beruht auf der Messung der Äquivalenttemperatur. Die Äquivalenttemperatur bietet ein einheitliches, physikalisches Maß für die klimatischen Auswirkungen auf den trockenen Wärmeaustausch des menschlichen Körpers. Mit Hilfe des tatsächlichen Wertes und des Schwankungsbereichs der Äquivalenttemperatur ist es möglich, die Bedingungen für die Wärmebilanz im thermoneutralen Bereich oder in dessen Nähe vorherzusagen. Das menschliche thermische Empfinden wird in erster Linie durch den gesamten und örtlich unterschiedlichen Wärmestrom auf der Hautoberfläche sowie durch dessen Schwankungen beeinflusst. Es wurde festgestellt, dass die Werte der Äquivalenttemperatur einer definierten Umgebung eng damit zusammenhängen, wie Menschen, die denselben Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, die thermischen Bedingungen wahrnehmen. Dies kann für die Auslegung des t_{eq} -Wertes und die Beurteilung der Umgebungsqualität genutzt werden.

Das Klima wird in Form einer *Gesamtäquivalenttemperatur* beurteilt, die den Grad der *thermischen Neutralität* beschreibt.

Außerdem wird das Klima im Hinblick auf lokale Auswirkungen auf bestimmte Teile der Körperoberfläche des Menschen beurteilt. Die *lokalen Äquivalenttemperaturen* bestimmen, bis zu welchem Grad die betreffenden Körperteile im Bereich annehmbarer Niveaus des Wärmeverlusts (*lokale Unbehaglichkeit*) liegen.

4.1 Allgemeine Beschreibung der Äquivalenttemperatur

Die Äquivalenttemperatur ist eine rein physikalische Größe, die auf physikalisch sinnvolle Weise die voneinander unabhängigen Wirkungen von Konvektion und Strahlung auf den Wärmeaustausch des menschlichen Körpers zusammenfasst. Dieser Zusammenhang ist am besten belegt für den Gesamtwärmeaustausch (Wärmeaustausch des ganzen Körpers). Begrenzte Erfahrung liegt für den Zusammenhang zwischen dem lokalen trockenen Wärmeaustausch und der lokalen Äquivalenttemperatur vor. Die genormte Definition von t_{eq} gilt nur für den gesamten Körper. Für diesen Teil von ISO 14505 ist es daher erforderlich, die Definition anzupassen. Die Temperatur t_{eq} berücksichtigt weder Wahrnehmung und Empfinden des Menschen noch die übrigen subjektiven Aspekte. Empirische Studien zeigen jedoch, dass ein guter Zusammenhang zwischen den t_{eq} -Werten und der subjektiven Wahrnehmung der thermischen Auswirkungen besteht.

4.2 Allgemeines Bestimmungsprinzip der Äquivalenttemperatur

Die Bestimmung von t_{eq} beruht auf Gleichungen für den Wärmeübergang von bekleideten Personen durch Konvektion und Strahlung. Der Wärmeaustausch durch Wärmeleitung wird als klein angenommen und ist in der Konvektion und Strahlung berücksichtigt.

$$R = h_r \cdot (t_{sk} - \bar{t}_r) \quad (1)$$

$$C = h_c \cdot (t_{sk} - t_a) \quad (2)$$

Dabei ist

- R der Wärmeaustausch durch Strahlung, in Watt je Quadratmeter (W/m^2);
- C der Wärmeaustausch durch Konvektion, in Watt je Quadratmeter (W/m^2);
- h_r der Strahlungswärmeübergangskoeffizient, in Watt je Quadratmeter und Grad Celsius ($W/m^2^\circ C$);
- h_c der konvektive Wärmeübergangskoeffizient, in Watt je Quadratmeter und Grad Celsius ($W/m^2^\circ C$);
- t_{sk} die Hauttemperatur, in Grad Celsius ($^\circ C$);
- $\bar{t}_r$ die mittlere Strahlungstemperatur, in Grad Celsius ($^\circ C$);
- t_a die Temperatur der Umgebungsluft, in Grad Celsius ($^\circ C$).

In der Praxis wird die Äquivalenttemperatur bestimmt und definiert durch:

$$t_{eq} = t_s - \frac{Q}{h_{cal}} \quad (3)$$

Dabei ist

- t_s die Oberflächentemperatur;
- t_{eq} die Temperatur der genormten Umgebung;
- Q der unter den tatsächlichen Bedingungen gemessene Wärmeverlust durch Konvektion und Strahlung;
- $Q = R + C$ (4)
- h_{cal} der bei Kalibrierung in einer genormten Umgebung bestimmte kombinierte Wärmeübergangskoeffizient.

Die genormte Umgebung umfasst homogene, einheitliche thermische Bedingungen, wobei $t_a = \bar{t}_r$ und die Luftgeschwindigkeit $< 0,1$ m/s ist. Ein geeignetes Kalibrierverfahren ist in Anhang C beschrieben.

5 Bestimmte Äquivalenttemperaturen

5.1 Allgemeines

Da kein Verfahren zur Messung der tatsächlichen gesamten oder lokalen t_{eq} zur Verfügung steht, werden, wie unter 5.2 bis 5.5 beschrieben, nach verschiedenen Prinzipien vier bestimmte Äquivalenttemperaturen berechnet. Abhängig von unterschiedlichen Messprinzipien sind diese wie folgt definiert:

- a) Äquivalenttemperatur für den gesamten Körper;
- b) segmentbezogene Äquivalenttemperatur;

- c) gerichtete Äquivalenttemperatur;
- d) ungerichtete Äquivalenttemperatur.

5.2 Äquivalenttemperatur für den gesamten Körper

5.2.1 Bestimmungsprinzip

Das Bestimmungsprinzip besteht darin, den gesamten Wärmestrom einer menschengroßen Messpuppe zu messen, deren Körper aus mehreren Zonen besteht, von denen jede eine bestimmte gemessene Oberflächentemperatur aufweist, die ähnlich der betreffenden Oberflächentemperatur eines Menschen ist. Theoretisch kann die Äquivalenttemperatur für den gesamten Körper mit beheizten Puppen gemessen werden oder mit einer großen Anzahl von flachen beheizten Messwertaufnehmern, die an einer nicht beheizten Puppe befestigt sind. Die Genauigkeit des Ergebnisses hängt von der Oberflächentemperatur, der Körpergröße, der Anzahl und Verteilung der Zonen, der Körperhaltung usw. ab. Ein geeignetes Verfahren ist die Anwendung einer beheizten Puppe, die in separate, einzeln beheizte Zonen unterteilt ist, die über den gesamten Körper verteilt sind und deren Oberflächentemperaturen denen eines Menschen gleichen. Mit einer menschengroßen Messpuppe, die nur eine einzige Zone aufweist, lässt sich keine realistische t_{eq} für den gesamten Körper ermitteln, da die thermischen Bedingungen über die Oberfläche zu unterschiedlich sind. Je mehr Zonen die Puppe aufweist, desto genauer ist der Messwert.

5.2.2 Berechnung

$$t_{eq, whole} = t_{sk, whole} - \frac{Q_{whole}}{h_{cal, whole}} \quad (5)$$

$$t_{sk, whole} = \frac{\sum (t_{sk, n} \times A_n)}{\sum A_n} \quad (6)$$

$$Q_{whole} = \frac{\sum (Q_n \times A_n)}{\sum A_n} \quad (7)$$

Dabei ist

- $h_{cal, whole}$ wird durch Kalibrierung in einer genormten Umgebung (siehe Anhang C) bestimmt;
- n die Anzahl der Körperzonen ist ($0 \leq n \leq N$).

Um einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Puppen durchführen zu können, sollten die gemessenen t_{eq} -Werte zusammen mit den Festlegungen der jeweils verwendeten Puppe angegeben werden, wie zum Beispiel Regelungsprinzip, Hauttemperatur, Anzahl der Zonen usw. (siehe Anhänge A und B).

5.3 Segmentbezogene Äquivalenttemperatur

5.3.1 Bestimmungsprinzip

Das Bestimmungsprinzip besteht darin, den gesamten Wärmestrom zu messen, der von einem aus einer oder mehreren *Zone(n)* bestehenden *Segment* ausgeht, wobei jede Zone eine bestimmte gemessene Oberflächentemperatur aufweist, die ähnlich der betreffenden Oberflächentemperatur eines Menschen ist.

Die segmentbezogene t_{eq} beruht auf dem Wärmestrom, der von einem bestimmten Körperteil, d. h. einem Segment, wie etwa Hand, Kopf oder Brust, ausgeht. Die segmentbezogene t_{eq} kann nur an einem maßstabsgetreuen beheizten Messwertaufnehmer mit menschlicher Gestalt gemessen werden, z. B. an einer beheizten Puppe. Die Anzahl der Zonen sowie deren Unterteilung müssen mindestens derart sein, dass sie dem eigentlichen Segment entsprechen, für das die segmentbezogene t_{eq} gemessen werden sollte. Einige Segmente, z. B. der Oberschenkel, müssen in mindestens zwei Zonen unterteilt werden, da die thermischen Bedingungen auf der Vorder- und Rückseite (Kontakt mit Sitzfläche) beim Oberschenkel unterschiedlich sind.

5.3.2 Berechnung

$$t_{\text{eq, segment}} = t_{\text{sk, segment}} - \frac{Q_{\text{segment}}}{h_{\text{cal, segment}}} \quad (8)$$

$$t_{\text{sk, segment}} = \frac{\sum (t_{\text{sk, n}} \times A_n)}{\sum A_n} \quad (9)$$

$$Q_{\text{segment}} = \frac{\sum (Q_n \times A_n)}{\sum A_n} \quad (10)$$

Dabei ist

$h_{\text{cal, segment}}$ wird durch Kalibrierung in einer genormten Umgebung (siehe Anhang C) bestimmt;

n die Anzahl der Zonen des Segments ist ($0 \leq n \leq N$).

Das Segment ist frei wählbar, muss jedoch aus einer oder mehreren vollständigen Zone(n) bestehen. Üblicherweise werden Körperteile wie Kopf, Hände, Arme, Füße, Beine, Brust, Rücken und Gesäß gewählt. Um einen Vergleich mit den Ergebnissen anderer Messungen durchführen zu können, sollten die gemessenen t_{eq} -Werte zusammen mit den Festlegungen für das jeweils verwendete Segment angegeben werden, wie zum Beispiel Regelungsprinzip, Oberflächentemperatur, Körperteil, Anzahl, Größe und Unterteilung der Zonen des Segments (siehe Anhänge A und B).

5.4 Gerichtete Äquivalenttemperatur

5.4.1 Bestimmungsprinzip

Das Bestimmungsprinzip besteht darin, den gesamten Wärmestrom zu messen, der von einer kleinen, flachen Oberfläche mit einer gemessenen Oberflächentemperatur ausgeht. Die *gerichtete* t_{eq} kann als ein normaler Vektor zur Messebene in jedem Punkt beschrieben werden, der durch Größe und Richtung definiert ist. Sie bezieht sich auf den Wärmeaustausch im Halbraum vor der Infinitesimalfläche. Die gerichtete t_{eq} kann nur mit einem flachen Messwertaufnehmer gemessen werden, der an einer nicht beheizten Puppe oder einer anderen der Ausrichtung dienenden Vorrichtung befestigt sein kann. Mehrere Messwertaufnehmer können gleichzeitig eingesetzt werden, um gerichtete t_{eq} an weiteren Stellen oder in andere Richtungen zu ermitteln, vorausgesetzt, sie sind so angeordnet, dass sie sich nicht gegenseitig beeinflussen.

5.4.2 Berechnung

$$t_{\text{eq, direct}} = t_{\text{sk, direct}} - \frac{Q_{\text{direct}}}{h_{\text{cal, direct}}} \quad (11)$$

Dabei ist

$t_{\text{sk, direct}}$ die Oberflächentemperatur des Messwertaufnehmers;

Q_{direct} der vom Messwertaufnehmer ausgehende Wärmestrom;

$h_{\text{cal, direct}}$ wird durch Kalibrierung des Messwertaufnehmers in einer genormten Umgebung bestimmt (siehe Anhang C).