

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Meteorologische Grundlagen  
für die technische Gebäudeausrüstung  
 $t,x$ -Korrelationen und Windstatistiken  
für 122 europäische Orte

VDI 4710

Blatt 4 / Part 4

Meteorological data for the building services  
 $t,x$  correlations and wind statistics  
for 122 European cities

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
Einleitung . . . . .	2	Introduction . . . . .	2
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweise . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>2 Normative references . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3 Begriffe . . . . .</b>	<b>6</b>	<b>3 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>4 Formelzeichen . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>4 Symbols . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>5 Auswahl und Anwendung der meteorologischen Daten . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>5 Selection and use of meteorological data . . . . .</b>	<b>7</b>
5.1 Datenbasis . . . . .	7	5.1 Data base . . . . .	7
5.2 Räumliche Repräsentanz der Stationen . . . . .	8	5.2 Spatial representativeness of the stations . . . . .	8
5.3 Datendarstellung . . . . .	28	5.3 Representation of the data . . . . .	28
5.3.1 $t,x$ -Korrelationen . . . . .	28	5.3.1 $t,x$ correlations . . . . .	28
5.3.2 Erläuterungen zu den Auslegungspunkten für Temperatur und Enthalpie . . . . .	32	5.3.2 Explanations regarding the design points for temperature and enthalpy . . . . .	32
5.3.3 Windstatistiken . . . . .	32	5.3.3 Wind statistics . . . . .	32
<b>Anhang A In Europa auftretende Klimazonen . . . . .</b>	<b>36</b>	<b>Annex A European climate zones . . . . .</b>	<b>37</b>
<b>Anhang B Beispiel – <math>t,x</math>-Korrelationen ganzjährig (Brüssel) . . . . .</b>	<b>38</b>	<b>Annex B Example – Annual <math>t,x</math> correlations (Brussels) . . . . .</b>	<b>39</b>
<b>Anhang C Beispiel – Windstatistiken (Brüssel) . . . . .</b>	<b>40</b>	<b>Annex C Example – Wind statistics (Brussels) . . . . .</b>	<b>40</b>
Schrifttum . . . . .	42	Bibliography . . . . .	42

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Raumluftechnik  
VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umwelttechnik  
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

## 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 Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/4710](http://www.vdi.de/4710).

## Einleitung

Seit 1979 werden in der deutschen Normung die Basisdaten Außenlufttemperatur  $t$  und Wasserdampfgehalt  $x$  (meteorologisch: Mischungsverhältnis) in Form von  $t,x$ -Korrelationen zusammengestellt, vor allem in der DIN 4710. Dabei dienten zunächst die Daten von 1951 bis 1970 als Grundlage für Westdeutschland.

Als die Überarbeitung für Gesamtdeutschland anstand, publizierte man 2003 mit dem DWD (Deutscher Wetterdienst) die Daten für 15 Stationen von 1961 bis 1990, da der 30-Jahres-Zyklus alle wesentlichen Schwankungen der im Begriff „Klima“ zusammengefassten Einflussgrößen (z.B. Temperatur, Feuchte, Niederschlag, Wind) erfasst.

In Anbetracht der Problematik der Wahl der Referenzzeiträume hat die WMO (World Meteorological Organization) sogenannte Klimanormalperioden festgelegt, die jeweils 30 Jahre umfassen. Auf Basis umfangreicher Datenanalysen wurde festgestellt, dass dieser Zeitraum ausreicht, um überall auf der Erde die typische Variabilität der Wetterelemente, mithin also das Klima, zu erfassen. Einen wesentlichen weiteren Aspekt der Definition einer Klimanormalperiode stellt die Vergleichbarkeit der klimatischen Größen untereinander dar. Erst indem man einen einheitlichen Vergleichsmaßstab benutzt, werden darüber hinaus Angaben zu Entwicklungstrends im Klimageschehen eindeutig.

Das Konzept für die Erstellung der Korrelationstabellen von Lufttemperatur  $t$  und dem Wasserdampfgehalt der Luft  $x$ , die  $t,x$ -Korrelationen, bestand bisher darin, die entsprechenden stündlichen Messwerte des

## 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 can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/4710](http://www.vdi.de/4710).

## Introduction

Since 1979, it has been common practice in German standards, particularly in DIN 4710, to compile the basic data of outdoor-air temperature  $t$  and water vapour content  $x$  (meteorologically: mixing ratio) in the form of  $t,x$  correlations. Initially, the data from 1951 to 1970 served as the basis for West Germany.

When the standard was to be revised so as to make it applicable to the whole of Germany, the data gathered at 15 stations from 1961 to 1990 were published in 2003 in cooperation with the German Meteorological Service (DWD), given that the 30-year cycle covers all essential variations of the factors subsumed under the term “climate” (such as temperature, humidity, precipitation, wind).

Considering the difficulty of choosing the reference periods, the World Meteorological Organization (WMO) has specified so-called climate normal periods extending over 30 years in each case. Based on extensive data analyses, this period was found to be long enough for recording the typical variability of the weather elements, i.e. the climate, all over the world. A further essential aspect of the definition of a climate normal period is the comparability of the climatic quantities among one another. Moreover, it is only by using a harmonised standard of comparison that information regarding development trends in climate patterns becomes unambiguous.

The concept for the compilation of the correlation tables of air temperature  $t$  and water vapour content in air  $x$ , the so-called  $t,x$  correlations, so far consisted in using the respective hourly values measured over the

30-jährigen Zeitraums der aktuell abgeschlossenen Klimanormalperiode, also derzeit des Zeitraums 1961 bis 1990, zu verwenden. Nun ist jedoch seit Ende der 1980er-Jahre die mittlere Lufttemperatur angestiegen. Um den offensichtlichen Wandel im Regime der Lufttemperatur in den Planungen der technischen Gebäudeausrüstung besser berücksichtigen zu können, wurden die  $t,x$ -Korrelationen für den 15-Jahreszeitraum 1991 bis 2005, was der Hälfte der laufenden Klimanormalperiode (1991 bis 2020) entspricht, neu berechnet. Künftig wird sich aus der analogen Darstellung für die zweite Hälfte (2006 bis 2020) der laufenden Klimanormalperiode sofort erkennen lassen, inwieweit sich der Klimawandel hinsichtlich Temperatur und Feuchte fortsetzt.

Um den sich abzeichnenden Klimawandel bewerten zu können, erarbeitete der DWD für die 15 Stationen in Deutschland die zur DIN 4710 identischen Darstellungen für die  $t,x$ -Korrelationen aus diesem 15-Jahres-Zyklus.

Diese Grundinformation hinsichtlich Temperatur und Feuchte ist zwischenzeitlich für 15 deutsche Stationen in VDI 4710 Blatt 3 publiziert und mit Basisauswertungen für

- sommerliche Enthalpie
- Befeuchtungsgrammstunden
- Entfeuchtungsgrammstunden
- Gradtage

versehen worden, die es erlauben, für die Station sofort in einfachster Form Auswertungen für die Heizungs- und Klimatechnik vorzunehmen.

Neben diesen Auswertungen wurden für Deutschland Auslegungstemperaturen für Sommer und Winter sowie sommerliche Auslegungsenthalpien fixiert, die etwa die klassischen Auslegungsgrenzwerte treffen, aber erhebliche stationsbedingte Unterschiede aufzeigen. Das bedeutet, dass ein ganzzahliger Wert in °C oder kJ/kg gewählt wird, der zu ca. 0,1 % des Jahres im Sommer überschritten bzw. im Winter unterschritten wird und damit kein absoluter Extremwert ist. Diese Auslegung entspricht jahrzehntelanger Erfahrung in Deutschland.

Durch die Wahl der Ganzzahligkeit wird der prozentuale Wert nur ungefähr getroffen. Als Auslegungswert eingetragen ist die Zahl, die am dichtesten bei 0,1 % liegt (zwischen 0,06 % und 0,15 % Überschreitung können gegenüber dem Auslegungswert auftreten).

Diese Richtlinie entstand in Analogie zu VDI 4710 Blatt 3 in Zusammenarbeit mit REHVA, um für Europa insgesamt eine einheitliche meteorologische Bewertung auf neuestem Stand (unter Berücksichtigung des Klimawandels) zu erreichen.

30 years of the currently completed climate normal period, i.e. presently from 1961 to 1990. However, since the end of the nineteen-eighties, the average air temperature has kept rising. To give better consideration to the obvious changes in the air-temperature regime when planning building services, the  $t,x$  correlations have been re-calculated for the 15-year period from 1991 to 2005, i.e. half of the current climate normal period (1991 to 2020). In the future, it will become immediately evident from the analogous representation for the second half (2006 to 2020) of the current climate normal period to which extent climate continues to change in terms of temperature and humidity.

To allow assessing the climate change that is becoming apparent, the DWD has compiled  $t,x$  correlation tables, identical to those in DIN 4710, from the above-mentioned 15-year cycle for the 15 stations in Germany.

This basic information regarding temperature and humidity has meanwhile been published in VDI 4710 Part 3 for 15 German stations and has been supplemented by basic analyses for

- summertime enthalpy
- humidification gram-hours
- dehumidification gram-hours
- degree days

allowing to make heating and air-conditioning assessments for the respective station immediately and very easily.

In addition to these analyses, summertime and wintertime design temperatures as well as summertime design enthalpies have been specified for Germany, which approximately meet the typical design limit values but reveal considerable station-related differences. This means that an integer value in °C or kJ/kg is chosen which is exceeded, positively in summer and negatively in winter, each during approximately 0,1 % of the year, and is thus not an absolute extremal value. This design corresponds to decades of experience gained in Germany.

Since the values chosen are integers, the percentage value is met but approximately. That design value has been entered which is closest to 0,1 % (exceedances between 0,06 % and 0,15 % can occur compared to the design value).

This standard was developed in analogy to VDI 4710 Part 3 in cooperation with REHVA to create for the whole Europe a homogeneous meteorological validation based on new developments (climatic change).

Auf Anregung von REHVA wird hier die Zusammenstellung von Daten von 122 Stationen in Europa auf Basis des gleichen Zeitraums wie für Deutschland (1991 bis 2005) (vgl. VDI 4710 Blatt 3) vorgelegt, mit denen stationsnah dieselbe Bearbeitungsqualität erreicht wird wie mit den deutschen Stationen.

Für diese 122 europäischen Stationen wurde die gleiche Vorgehensweise und Grundauswertung gewählt. Es handelt sich um einen einheitlichen Vorschlag, der sicher nicht alle nationalen Vorgehensweisen bei der Anlagenauslegung trifft, der aber einen guten Gesamtüberblick über die jeweilige Klimasituation vermittelt.

In VDI 4710 Blatt 1 sind die wesentlichen Daten für 20 außereuropäische Stationen zusammengefasst, die exemplarisch zeigen, wie man die für die technische Gebäudeausrüstung wesentlichen Klimadaten darstellen kann, u. a. mit den Korrelationen von Außenlufttemperatur und Wasserdampfgehalt ( $t,x$ -Korrelationen).

Das meteorologische Datenmaterial wird zur Verfügung gestellt, ohne Anwendungskriterien zu beschreiben, die national festgelegt werden müssen.

Mit den Vorgaben der  $t,x$ -Korrelationen steht gerade für die Anlagenauslegung eine sehr genaue Methode zur Verfügung.

Mit einer derartigen Darstellung kann für bestimmte Anlagentypen (Konstantvolumenstrom-Systeme) die Luftbehandlung genauer berechnet werden als mit den heute zumeist verwendeten Testreferenzjahr-Verfahren (TRY-Verfahren), da diese nur ein Teilkollektiv der  $t,x$ -Korrelationen für ihre Berechnungen verwenden.

Für die ausgewählten Orte werden die relevanten meteorologischen Daten (Temperatur, Wasserdampfgehalt, Wind) angegeben.

Natürlich kann man damit keinen auch nur annähernden Überblick über die klimatischen Variationen, zeitlich wie räumlich, in Europa gewinnen.

Entsprechende Daten für nicht in dieser Richtlinie erfasste Regionen oder Zeiträume können beim Deutschen Wetterdienst (DWD) oder beim jeweiligen nationalen Wetterdienst erfragt werden.

## 1 Anwendungsbereich

Diese VDI-Richtlinie ermöglicht die Festlegung von Auslegungspunkten (Sommer und Winter) der Lufttemperatur  $t$ , des Wasserdampfgehalts  $x$  und der Enthalpie  $h$  für die Berechnung von heizungs- und raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) in Europa und kann als Basis für die Jahresanalyse des Energie-

At the suggestion of REHVA, a compilation of data from 122 stations in Europe, allowing the same processing quality in the vicinity of the stations as for the German stations, is presented here on the basis of the same time period as for Germany (1991 to 2005), cf. VDI 4710 Part 3.

For these 122 European stations, the same procedure and basic analysis have been chosen. It is a harmonised proposal which, although surely not meeting all national procedures of system design, provides a good synopsis of the respective climatic situation.

In VDI 4710 Part 1, the essential data for 20 non-European stations are compiled, giving an example of how to represent the climate data relevant to the building services by means of, among other things, the correlations of outdoor-air temperature and water vapour content ( $t,x$  correlations).

The meteorological data stock is made available without describing criteria for application. These have to be specified at the national level.

Use of the specified  $t,x$  correlations affords a very accurate procedure, especially for system design.

For certain system types (constant-volume-flow systems), this representation allows the air-conditioning to be calculated more accurately than by means of the nowadays mostly used test-reference-year (TRY) methods, the latter using but a partial collective of the  $t,x$  correlation for their calculations.

For the selected locations, the relevant meteorological data (temperature, water vapour content, wind) are stated.

Of course, this does not provide even an approximate overview of the temporal and spatial variations in climate across Europe.

Pertinent data for regions or periods not covered by this standard can be obtained from the German Meteorological Service (DWD) or from the respective national meteorological service.

## 1 Scope

This VDI Standard allows to specify design points (summer and winter) for air temperature  $t$ , water vapour content  $x$ , and enthalpy  $h$ , to be used in the calculation of heating, ventilating and air-conditioning (HVAC) systems in Europe, and can serve as a basis for the analysis of annual energy consumption ac-

verbrauchs nach der Einzelhäufigkeitsmethode dienen.

Neben den Informationen zu den  $t,x$ -Korrelationen wird für jede Station eine Windstatistik angegeben mit Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen, sodass ein Überblick über zu erwartende eventuell vom Standard abweichende Wärmeübergangsverhältnisse gegeben wird.

In jedem Fall sind die Daten wichtig für CFD-Simulationen, z.B. für Untersuchungen der Gebäudeumströmung.

Die meteorologischen Daten in dieser Richtlinie gelten streng genommen nur für die unmittelbare Umgebung der angegebenen Stationen.

Zu beachten ist, dass die Ortsnamen sich auf die Nähe zur geografischen Lage der Station beziehen. Eventuelle meteorologische Unterschiede an einem Gebäude gegenüber der Station sind örtlich zu prüfen.

Inwieweit die jeweiligen Messstationen auf zu untersuchende Standorte anwendbar sind, ist unter Berücksichtigung der Ausführungen in Abschnitt 5.2 zu prüfen. Hilfestellung gibt hierbei die Möglichkeit der Anzeige der tatsächlichen Stationslage auf dem beiliegenden Datenträger.

according to the single-frequency method.

In addition to information regarding the  $t,x$  correlations, a wind statistic including wind speeds and wind directions is provided for each station, thus delivering insight into any non-standard heat transfer conditions to be expected.

At any rate, the data are important for CFD simulations, e.g. of airflows around buildings.

Strictly speaking, the meteorological data in this standard only apply to the immediate vicinity of the stations stated.

Note that the place names refer to the closeness to the geographical location of the station. Any meteorological differences near a building as compared to the station are to be examined locally.

The applicability of the respective measuring stations to the sites under investigation is to be checked taking into account the information in Section 5.2. The attached data carrier is helpful in that it allows to show the actual location of the station.

---

## 2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN 4710:2003-01 Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland (Statistics on German meteorological data for calculating the energy requirements for heating and air conditioning equipment)

DIN EN ISO 15927-1:2004-02 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung und Darstellung von Klimadaten; Teil 1: Monats- und Jahresmittelwerte einzelner meteorologischer Elemente (ISO 15927-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 15927-1:2003 (Hygrothermal performance of buildings; Calculation and presentation of climatic data; Part 1: Monthly and annual means of single meteorological elements

(ISO 15927-1:2003); German version EN ISO 15927-1:2003)

DIN EN ISO 15927-2:2009-07 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung und Darstellung von Klimadaten; Teil 2: Stundendaten zur Bestimmung der Kühllast (ISO 15927-2:2009); Deutsche Fassung EN ISO 15927-2:2009 (Hygrothermal performance of buildings; Calculation and presentation of climatic data; Part 2: Hourly data for design cooling load (ISO 15927-2:2009); German version EN ISO 15927-2:2009)

DIN EN ISO 15927-3:2009-08 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung und Darstellung von Klimadaten; Teil 3: Berechnung des Schlagregenindex für senkrechte Oberflächen aus stündlichen Wind- und Regendaten (ISO 15927-3:2009); Deutsche Fassung EN ISO 15927-3:2009 (Hygrothermal performance of buildings; Calculation and presentation of climatic data; Part 3: Calculation of a driving rain

- index for vertical surfaces from hourly wind and rain data (ISO 15927-3:2009); German version EN ISO 15927-3:2009)
- DIN EN ISO 15927-4:2005-10 Wärme- und feuchte-technisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung und Darstellung von Klimadaten; Teil 4: Stündliche Daten zur Abschätzung des Jahresenergiebedarfs für Heiz- und Kühlsysteme (ISO 15927-4:2005); Deutsche Fassung EN ISO 15927-4:2005 (Hygrothermal performance of buildings; Calculation and presentation of climatic data; Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling (ISO 15927-4:2005); German version EN ISO 15927-4:2005)
- DIN EN ISO 15927-5:2012-03 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung und Darstellung von Klimadaten; Teil 5: Daten zur Bestimmung der Norm-Heizlast für die Raumheizung (ISO 15927-5:2004 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 15927-5:2004 + A1:2011 (Hygrothermal performance of buildings; Calculation and presentation of climatic data; Part 5: Data for design heat load for space heating (ISO 15927-5:2004 + Amd 1:2011); German version EN ISO 15927-5:2004 + A1:2011)
- DIN EN ISO 15927-6:2007-11 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung und Darstellung von Klimadaten; Teil 6: Akkumulierte Temperaturdifferenzen (Gradtage) (ISO 15927-6:2007); Deutsche Fassung EN ISO 15927-6:2007 (Hygrothermal performance of buildings; Calculation and presentation of climatic data; Part 6: Accumulated temperature differences (degree-days) (ISO 15927-6:2007); German version EN ISO 15927-6:2007)
- VDI 4700 Blatt 1:2013-10 (Entwurf / Draft) Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services)
- VDI 4710 Blatt 1:2013-03 Meteorologische Grundlagen für die Technische Gebäudeausrüstung; Außereuropäische Klimadaten (Meteorological data for building-services purposes; Non-European climatic data)
- VDI 4710 Blatt 2:2007-05 Meteorologische Daten in der technischen Gebäudeausrüstung; Gradtage (Meteorological data for technical building services purposes; Degree days)
- VDI 4710 Blatt 3:2011-03 Meteorologische Grundlagen für die technische Gebäudeausrüstung;  $t,x$ -Korrelationen der Jahre 1991 bis 2005 für 15 Klimazonen in Deutschland (Meteorological data for the building services;  $t,x$  correlations from 1991 to 2005 for 15 climatic zones in Germany)
-