

**TECHNISCHE INFORMATION**

**KONDENSATBILDUNG  
AUF INNEN- UND AUSSENFLÄCHEN  
VON GLAS**

<b>INHALTSANGABE</b>		<b>Seite</b>
<b>1.</b>	<b>Grundlagen der Kondensatbildung</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Arten der Kondensatbildung</b>	<b>4</b>
2.1	Kondensat auf raumseitiger Oberfläche	5
2.2	Kondensat nur im Randbereich	6
2.3	Kondensatfreiheit bei Einfachverglasungen	6
2.4	Kondensatverstärker	6
2.5	Kondensat im SZR	6
2.6	Kondensat auf außenseitiger Oberfläche	7
<b>3.</b>	<b>Formeln zur Errechnung der Oberflächentemperatur</b>	<b>8</b>
3.1	Temperatur der inneren Scheibenoberfläche	8
3.2	Temperatur der äußeren Scheibenoberfläche	8
<b>4.</b>	<b>Oberflächentemperaturen bei verschiedenen Glasarten</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Taupunkt diagramm</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>Kurven gleicher relativer Feuchte</b>	<b>11</b>
<b>7.</b>	<b>Maximaler Feuchtigkeitsgehalt der Luft in Abhängigkeit der Temperatur</b>	<b>11</b>
<b>8.</b>	<b>Taupunkttemperaturen</b>	<b>12</b>
<b>9.</b>	<b>Taupunktvergleich verschiedener Glasarten</b>	<b>13</b>
<b>10.</b>	<b>Anwenderhinweis</b>	<b>13</b>

### 1. Grundlagen der Kondensatbildung

Die uns umgebende Luft hat die Eigenschaft, Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf aufzunehmen. Diese Aufnahme von Wasserdampf geschieht sowohl bei Plus-, wie auch bei Minustemperaturen. Jedoch nimmt mit sinkender Temperatur die Fähigkeit der Luft, Feuchtigkeit (also Wasserdampf) zu binden, ab und steigt natürlich ebenso bei zunehmender Temperatur. Bei 0°C kann die Umgebungsluft maximal 5,0 g/m<sup>3</sup> an Wasser aufnehmen, bei 20°C sind dies bereits 17,3 g/m<sup>3</sup>. Die maximal aufnehmbare Wassermenge ist die Obergrenze der relativen Luftfeuchtigkeit und deshalb immer 100 % relative Feuchte. Diese Feuchtigkeitsmengen in Abhängigkeit der Temperatur sind in den „Kurven gleicher relativer Feuchte“ unter Punkt 6. dargestellt.

Wenn nun warme Luft an kältere Oberflächen gelangt, kühlt sie sich ab. Mit fallender Temperatur sinkt auch ihre Fähigkeit, Feuchte aufzunehmen. Dadurch steigt automatisch die relative Feuchte an, sofern die absolute Wassermenge pro m<sup>3</sup> Luft gleich bleibt, also keine zusätzliche Feuchtigkeit z.B. durch Kochen hinzugefügt oder Feuchtigkeit durch Kondensation entzogen wird.

#### **Beispiel:**

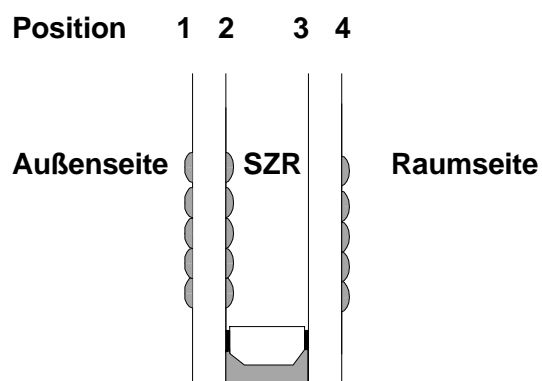
Bei 20°C und 50 % relativer Feuchte hat 1 m<sup>3</sup> Luft eine absolute Wassermenge von 8,65 g aufgenommen. Sinkt die Temperatur auf 10°C ab und die Wassermenge bleibt mit 8,65 g/m<sup>3</sup> Luft gleich, so steigt die relative Feuchte auf ca. 92 %. Bei weiterer Abkühlung auf unter 9 °C werden schnell 100 % relative Feuchte erreicht und damit kommt es zur Sättigung der Luft und zur Wasserabgabe an die kühlere Oberfläche. Dies wird als Kondensat oder Beschlag sichtbar. Je stärker die Luft nun abgekühlt wird, um so mehr Feuchtigkeit wird abgegeben, um so schneller und stärker tritt Kondensat auf. Diese Kondensation, die auch als Taupunkt bezeichnet werden kann, erfolgt so lange, bis die Sättigungsgrenze der Luft (100 % r.F.) wieder unterschritten wird.

Die Kondensatbildung ist ein physikalischer Vorgang, der genauen Gesetzmäßigkeiten und den örtlichen Gegebenheiten wie Außentemperatur, Raumtemperatur, U-Wert des Bauteils und relativer Feuchte der Luft unterliegt. Sie tritt nicht nur auf Glas, sondern auch auf anderen Oberflächen wie z.B. Fensterrahmen oder Mauerwerk auf.

Auch in der Natur kann man diese Kondensatbildung beobachten. Nebel bildet sich dann, wenn die Luft so stark abgekühlt wird, dass der Taupunkt erreicht wird, als 100 % relative Feuchte in der Luft vorhanden sind. Tau ist ebenfalls das Kondensieren von Wasserdampf auf den kälteren Umgebungsflächen und entsteht in der Regel nach klaren Nächten, wenn die Erdoberfläche aufgrund der fehlenden Wolken sehr viel Wärme an das Universum abstrahlt und deshalb stärker abkühlt. Der gleiche Vorgang geht bei Reifbildung vor sich, allerdings liegt dann der Taupunkt im Minusbereich und das kondensierende Wasser gefriert sofort zu Eis.

### 2. Arten der Kondensatbildung

Die verschiedenen Möglichkeiten der Kondensatbildung an den Oberflächen von Mehrscheiben-Isolierglas sind im folgenden Bild dargestellt und werden nachfolgend erläutert.



1. Kondensat auf der raumseitigen Oberfläche (Position 4), ganzflächig oder nur im unteren und seitlichen Randbereich
2. Kondensat im SZR des Isolierglases (Position 2, evtl. auch Position 3)
3. Kondensat auf der außenseitigen Oberfläche (Position 1)

## Kondensatbildung auf Innen- und Außenflächen von Glas

---

### 2.1 Kondensat auf der raumseitigen Oberfläche (Position 4)

Bei Einfachverglasungen im Fenster wird ein Beschlagen der Scheiben auf der Raumseite problemlos akzeptiert, sogar Eisblumenbildung kann hier sehr schnell bei Minustemperaturen erfolgen und wird hingenommen. Durch den sehr viel besseren U-Wert von Isolierglas wird dieses Kondensat auf der raumseitigen Oberfläche oft als Mangel angesehen, da es in vielen Fällen mit der Garantiezusage des Herstellers des Mehrscheiben-Isolierglases - Beschlagfreiheit im SZR (siehe Punkt 2.5) - verwechselt wird.

Die Kondensatbildung auf der raumseitigen Oberfläche von Mehrscheiben-Isolierglas hängt allein von 4 Parametern ab:

- U-Wert der Verglasung
- Raumtemperatur
- Außentemperatur
- relative Feuchte der Luft im Raum

Die Zusammenhänge sind relativ einfach zu erklären. Bei kalten Außentemperaturen kühlt die Isolierglasscheibe aufgrund des Energieflusses von der warmen Innenseite zur kalten Außenseite auch auf der raumseitigen Oberfläche ab. Je größer, bzw. schlechter der U-Wert dieser Verglasung, um so kälter wird die raumseitige Oberfläche, da mit schlechterem U-Wert mehr Wärme von innen nach außen abfließt. Die Raumluft kühlt sich nun ebenfalls an dieser kälteren Oberfläche ab. Bei hoher Luftfeuchtigkeit im Raum wie z.B. in Badezimmer, Küche u.ä. ergibt sich sehr schnell der Taupunkt an der Scheibenoberfläche und die Scheibe beschlägt. Je kälter die Außentemperatur und je schlechter der U-Wert, um so kälter ist die raumseitige Oberfläche und um so mehr Kondensat entsteht.

#### **Beispiel:**

Aus dem Taupunkt diagramm (siehe Punkt 5.) kann abgelesen werden, dass eine Isolierglasscheibe mit  $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , bei einer Raumtemperatur von  $20^\circ\text{C}$  und einer relativen Feuchte von 50 % bei Außentemperaturen ab ca.  $-9^\circ\text{C}$  und kälter beschlägt. Bei etwas höherer relativer Feuchte von 70 % im Raum und gleicher Raumtemperatur tritt dieser Beschlag bereits bei Außentemperaturen ab ca.  $+4^\circ\text{C}$  auf. Wenn nun ein Wärmeschutzglas mit einem U-Wert von  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  eingebaut ist und alle anderen Bedingungen gleich bleiben ( $20^\circ\text{C}$  und 50 % r.F.), tritt Kondensat auf der Scheibenfläche erst bei Außentemperaturen von unter  $-40^\circ\text{C}$  auf. Auch hierbei bewirkt eine höhere relative Feuchte im Raum (70 %) ein früheres Beschlagen, allerdings auch erst bei Außentemperaturen von unter  $-13^\circ\text{C}$ .

Diese Zusammenhänge sind in das Taupunkt diagramm (Punkt 5.) eingearbeitet, aus dem nahezu alle Kondensatbedingungen abgelesen werden können. Damit kann aber auch ebenso einfach ermittelt werden, wie hoch die relative Feuchte im Raum ist, wenn unter definierten Bedingungen Kondensat auftritt.

#### **Beispiel:**

Bei Isolierglas mit einem U-Wert von  $U_G = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  zeigt sich bei  $20^\circ\text{C}$  Raumtemperatur und  $-5^\circ\text{C}$  Außentemperatur auf der raumseitigen Oberfläche Kondensat. Aus dem Taupunkt diagramm kann abgelesen werden, dass damit die relative Feuchte im Raum bei mindestens 72 % oder größer liegen muss.

## **Kondensatbildung auf Innen- und Außenflächen von Glas**

---

### **2.2 Kondensat auf der raumseitigen Oberfläche nur im Randbereich**

Eine Besonderheit hierbei ist Kondensatbildung, die nur im unteren und seitlichen Randbereich von Mehrscheiben-Isolierglas, direkt an den Glashalteleisten des Fensters und nicht über die gesamte Scheibenfläche auftritt. Durch die modernen Fenstersysteme mit Glasfalzbelüftung zwecks Dampfdruckausgleichs entsprechend den einschlägigen Verglasungsrichtlinien und aufgrund des schlechteren U-Wertes von Isolierglas im Randbereich durch Abstandhalter und Verklebung kommt es zwangsläufig zu einer wesentlich stärkeren und schnelleren Abkühlung dieser ca. 30 mm - 50 mm breiten, sichtbaren Randzone der Verglasung. Dadurch entsteht nur in dieser Randzone erheblich früher Beschlag. Auch hierbei liegt kein rügefähiger Mangel vor, da Einbauvorschriften und systembedingte Herstellbedingungen für Mehrscheiben-Isolierglas dies festschreiben. Die Verwendung von Abstandhalterprofilen mit verbesserten Wärmedämmeigenschaften kann diesen Vorgang nicht verhindern, jedoch mehr oder weniger stark reduzieren. Auch ein etwas tiefere Falzeinstand (20 – 30 mm) des Isolierglases sorgt für eine Reduzierung dieser Kältebrücke, bei zu tiefem Einstand können jedoch Probleme mit Glasbruch entstehen.

### **2.3 Kondensatfreiheit bei Einfachverglasungen**

Bei der Betrachtung von einfachverglasten Schaufenstern im Winter kann man oft feststellen, dass auch solche Verglasungen nahezu kondensat- und eisfrei gehalten werden können. Dazu sind allerdings immer ein oder mehrere sehr starke Ventilatoren nötig, die dafür sorgen, dass die warme Raumluft an der kalten Scheibenoberfläche nicht abkühlen kann und schnell daran entlang streicht. Der Nachteil dabei ist allerdings der größere Wärmebedarf an dieser Oberfläche, da durch diese Luftzirkulation sehr viel Wärme an die Scheibenoberfläche abgegeben wird (Wärmeübertragung durch Konvektion).

### **2.4 Kondensatverstärker**

Kochen, Baden und Duschen erhöhen die Luftfeuchtigkeit sehr schnell und sorgen so für ein frühzeitiges und starkes Kondensat auf den Scheibenoberflächen. Zierpflanzen direkt am Fenster und vor der Scheibe, eine größere Anzahl von Personen im Raum, die Lüftung von warmen Räumen in ungeheizte Räume, das Tapezieren von Wänden und selbst der schlafende Mensch erhöhen die Luftfeuchtigkeit unterschiedlich schnell und tragen so zu verstärkter Kondensatbildung bei. Behinderung der Luftzirkulation vor den Glasflächen durch Blumen, Jalousien, Rollos oder ähnliches lassen ebenfalls durch Abkühlung des ruhenden Luftpolsters verstärkte Kondensatbildung zu. Oft kann dann durch einfache Maßnahmen wie Umstellung von Blumen die Kondensatbildung auf den Scheiben vermieden, bzw. erheblich reduziert werden. Wo dies nicht hilft, ist kurzes, aber kräftiges Lüften (Stoßlüftung) sinnvoll, um die relative Feuchte im Haus zu reduzieren.

### **2.5 Kondensat im SZR vom Mehrscheiben-Isolierglas**

Bei Mehrscheiben-Isoliergläsern, die im Hochbau entsprechend den Verglasungsrichtlinien des Isolierglas-Herstellers eingebaut werden, übernimmt dieser für einen Zeitraum von in der Regel 5 Jahren eine Gewährleistung. Diese hat meist folgenden oder ähnlichen Wortlaut:

## Kondensatbildung auf Innen- und Außenflächen von Glas

---

*„Wir übernehmen gegenüber unseren Abnehmern für die Dauer von 5 Jahren, gerechnet vom Tag der Lieferung ab unserer Fabrik, die Garantie, dass die Durchsichtigkeit unserer Isolierglasscheiben unter normalen Bedingungen nicht durch Bildung von Kondensat an den Scheibenoberflächen im Scheibeninnenraum beeinträchtigt wird. Treten solche Mängel auf, liefern wir kostenlos Naturalersatz für die fehlerhaften Einheiten; andere Ansprüche sind ausgeschlossen. Diese Garantie gilt ausschließlich für unser Isolierglas bei Verwendung im Bereich des Hochbaus. Ausgenommen von dieser Garantie sind gebogene Isoliergläser.*

*Voraussetzung dieser Garantie ist, dass die Einbauvorschriften unserer Verglasungsrichtlinie für Isolierglas genau eingehalten und keinerlei Bearbeitung oder sonstige Veränderungen an den Scheiben vorgenommen werden und der Scheibenrandverbund nicht beschädigt worden ist.*

*Die Verjährung des Garantieanspruches für unsere Isolierglasscheiben beginnt mit der Entdeckung des Mangels innerhalb der fünfjährigen Garantiezeit und endet sechs Monate danach. Im übrigen gelten unsere allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen für Glaserzeugnisse für das Inland entsprechend.“*

Mit dieser Garantiezusage werden Herstellungsfehler erfasst, die in der Regel innerhalb der ersten 2 Jahre nach Herstellung auftreten. Aufgrund langjähriger Erfahrungen und vorliegender Schadensauswertungen kann gesagt werden, dass die Schadenshäufigkeit für solche Gewährleistungsfälle bei unter 0,01 % liegt. Allerdings ist neben qualitativ hochwertigem, sorgfältig produziertem Isolierglas eine korrekte Verglasung entsprechend den Verglasungsrichtlinien ebenso wichtig. Nur bei Zusammenwirken beider Bedingungen können frühzeitige Schadensfälle durch Kondensat im Scheibenzwischenraum von Isolierglas (SZR) vermieden werden.

Diese Kondensation tritt immer dann auf, wenn das Trockenmittel im Abstandhalter des Isolierglases die eingedrungene Feuchtigkeit nicht mehr vollständig aufnehmen kann. Im Frühjahr oder Herbst schlägt sich diese Feuchtigkeit dann auf der äußeren Glasscheibe nieder, wenn die Luft im SZR durch Wärmeübertragung von der warmen Raumluft erwärmt und andererseits die Außenscheibe durch kalte Außentemperaturen stark abgekühlt wurde. Ein bis zwei Jahre nach dem erstmaligen Auftreten bleibt dieses Kondensat dann dauerhaft im SZR und führt zu Auslaugungen der Glasoberfläche, was sich durch weißliche Fleckenbildung zeigt.

### **2.6 Kondensat auf der außenseitigen Oberfläche (Position 1)**

Die gleichen physikalischen Grundgesetze, die für Kondensat auf der raumseitigen Oberfläche von Isolierglas gelten, sind auch für die Tauwasserbildung auf der Außenseite verantwortlich. Dabei muss die außenseitige Scheibenoberfläche kälter sein, als die Außenluft. Dies ist immer dann der Fall, wenn in klaren, kalten Nächten ohne Bewölkung eine sehr starke Wärmeabstrahlung der Erdoberfläche, der Gebäudeaußenfläche und natürlich auch der außenseitigen Scheibenoberfläche in den kälteren Raum (Weltraum) erfolgt, was im Frühjahr und Herbst sehr oft zutreffen kann. Während morgens mit Sonnenaufgang ein relativ schneller Anstieg der Lufttemperatur erfolgen kann, geschieht dies bei der Scheibenoberfläche von Isolierglas wesentlich langsamer, insbesondere wenn es sich um Wärmedämm-Isolierglas mit sehr gutem/niedrigem U-Wert und dadurch nahezu fehlender Wärmeabgabe von innen nach außen handelt, welches zudem noch windgeschützt und im Schatten liegt. Diese Tauwasserbildung beschränkt sich deshalb bei Isolierglas, wie auch in der Natur, auf die

## Kondensatbildung auf Innen- und Außenflächen von Glas

---

Morgenstunden und tritt hauptsächlich auf der Scheibenfläche auf, während der Randbereich davon verschont bleibt. Die Ursache hierfür liegt an der etwas schlechteren Wärmedämmung im Randbereich des Isolierglases (siehe Punkt 2.2) und des Fensterrahmens und der dadurch nachfließenden Wärmeenergie, die diesen Randbereich nicht so stark abkühlen lässt, wie die freie Scheibenfläche. In Gegenden mit hoher Luftfeuchtigkeit (Küste, Moor, See) und bei Energiesparisoliertgläsern mit extrem niedrigem U-Wert kann dies noch verstärkt auftreten.

Mit den Formeln zur Errechnung der Oberflächentemperaturen (siehe Punkt 3.) kann eine relativ genaue Abschätzung erfolgen. Allerdings ist hierbei die zusätzliche Abkühlung aufgrund erhöhter Wärmeabstrahlung an den Weltraum nicht mit einbezogen, sondern nur der Wärmefluss von innen nach außen aufgrund von U-Wert und Temperaturunterschied. Diese erhöhte Wärmeabstrahlung an klaren Nächten kann eine zusätzlich Abkühlung der außenseitigen Oberfläche um bis zu ca. 4 Kelvin (°C) bewirken.

Damit kann festgestellt werden, dass Kondensatbildung auf der äußeren Oberfläche von Mehrscheiben-Isolierglas oder anderen Gebäudeflächen morgens nach klaren Nächten ein Zeichen von sehr guter Wärmedämmung des Bauteils ist und damit keinen Mangel darstellt. Je besser die Wärmedämmung, um so kälter werden die äußeren Oberflächentemperaturen, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit von Tauwasserbildung auf diesen Oberflächen. Beeinflusst wird diese Beschlagsneigung zudem von der Lage der Scheiben zur Sonne und zur Windrichtung (Windschatten).

### 3. Formeln zur Errechnung der Oberflächentemperatur

#### 3.1 Temperatur der inneren, raumseitigen Scheibenoberfläche (Position 4) :

$$T_{oi} = T_i + U_G \frac{T_a - T_i}{\alpha_i} \quad [^\circ\text{C}]$$

#### 3.2 Temperatur der äußeren Scheibenoberfläche (Position 1) :

$$T_{oa} = T_a + U_G \frac{T_i - T_a}{\alpha_a} \quad [^\circ\text{C}]$$

#### Begriffserläuterung:

$T_{oi}$	=	Oberflächentemperatur innen	[ °C ]
$T_{oa}$	=	Oberflächentemperatur außen	[ °C ]
$T_i$	=	Raumtemperatur	[ °C ]
$T_a$	=	Außentemperatur	[ °C ]
$U_G$	=	U-Wert der Verglasung	[ W/m <sup>2</sup> K ]
$\alpha_i$	=	Wärmeübergangswiderstand innen nach DIN 4108, Teil 4, Tabelle 5 ( $1/\alpha_i = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ )	[ W/m <sup>2</sup> K ]
$\alpha_a$	=	Wärmeübergangswiderstand außen nach DIN 4108, Teil 4 Tabelle 5 ( $1/\alpha_a = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )	[ W/m <sup>2</sup> K ]

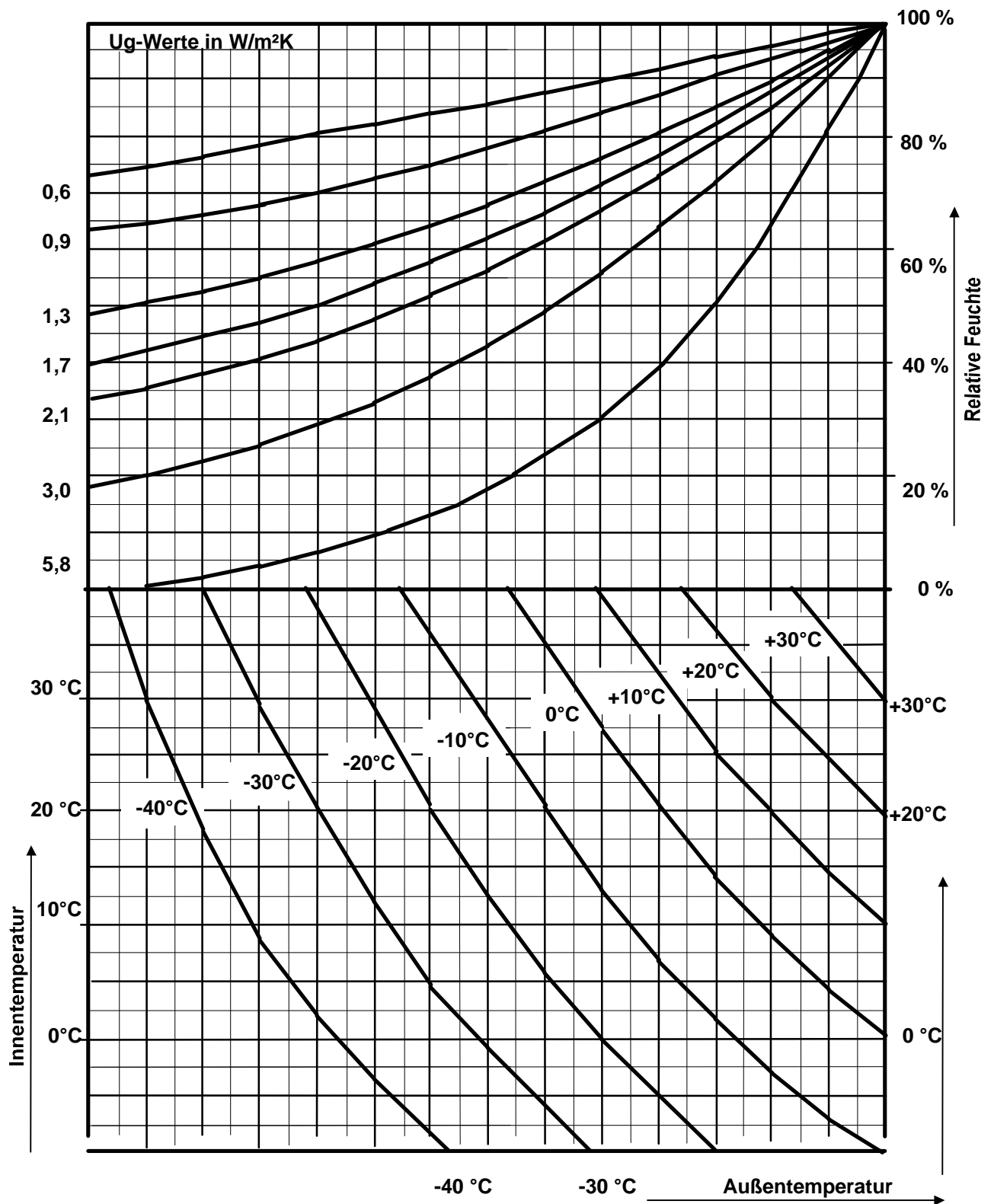


### 4. Vergleich der Oberflächentemperaturen bei Gläsern mit unterschiedlichen $U_G$ -Werten:

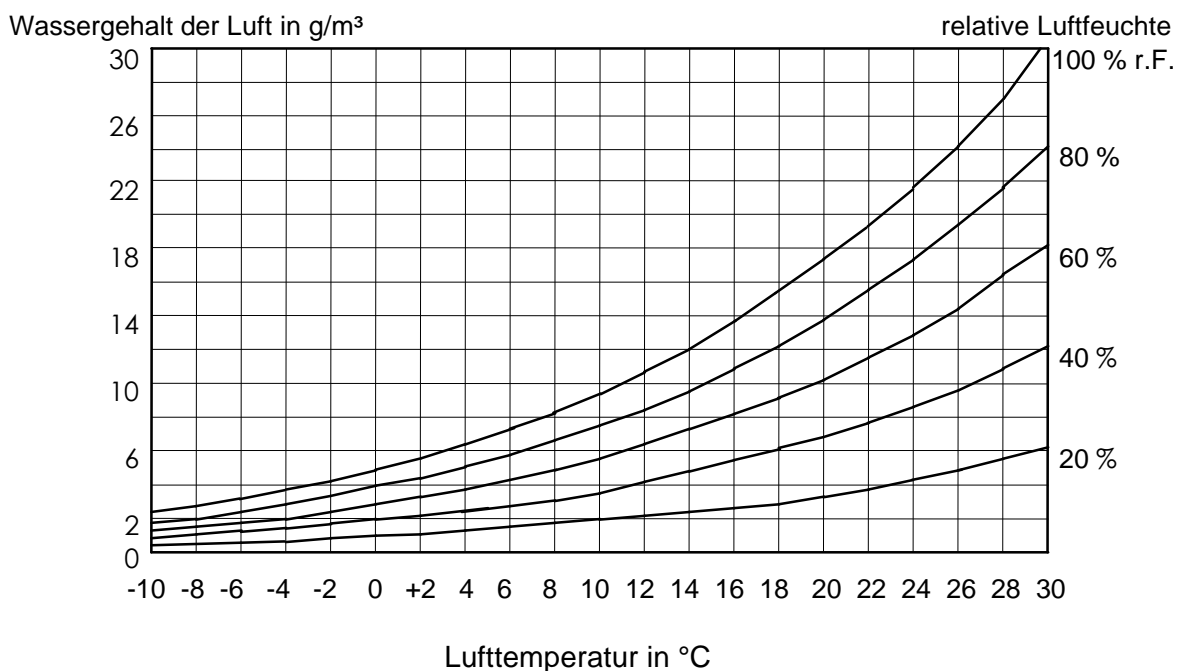
Glasart	Außentemperaturen						
	$\pm 0^\circ\text{C}$	$-5^\circ\text{C}$	$-10^\circ\text{C}$	$-15^\circ\text{C}$	$-20^\circ\text{C}$	$-25^\circ\text{C}$	$-30^\circ\text{C}$
<b>Einfachglas</b> $U_G = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	5,5 °C	2 °C	-2 °C	-5,5 °C	-9 °C	-12,5 °C	-16 °C
<b>Isolierglas</b> $U_G = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	12,5 °C	10,5 °C	9 °C	7 °C	5 °C	3 °C	1 °C
<b>Wärmeschutz- Isolierglas</b> $U_G = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	17 °C	16 °C	15 °C	14 °C	13 °C	12,5 °C	12 °C
<b>Wärmeschutz- Isolierglas</b> $U_G = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	17 °C	16 °C	15 °C	14 °C	13 °C	12,5 °C	12 °C
<b>Super-Wärme- schutz-Isolierglas</b> $U_G = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	18 °C	18 °C	17,5 °C	17 °C	16,5 °C	16 °C	15,5 °C

Die Angaben der Tabelle gelten nur für 20 °C Raumtemperatur

5. Taupunkt diagramm



### 6. Kurven gleicher relativer Feuchte



### 7. Maximaler Feuchtigkeitsgehalt der Luft ( 100 % r.F. ) in Abhängigkeit der Temperatur

Temperatur °C	Feuchtigkeitsgehalt g/m³
- 20	1,05
- 15	1,58
- 10	2,30
- 8	2,69
- 6	3,13
- 4	3,64
- 2	4,22
± 0	4,98
2	5,60
4	6,39

Temperatur °C	Feuchtigkeitsgehalt g/m³
6	7,28
8	8,28
10	9,39
12	10,64
14	12,03
16	13,59
18	15,31
20	17,22
22	19,33
24	21,68

Temperatur °C	Feuchtigkeitsgehalt g/m³
25	22,93
26	24,24
28	27,09
30	30,21
32	33,64
34	37,40
36	41,51
39	46,00
40	50,91

### 8. Taupunkttemperaturen $T_s$ der Luft in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Feuchte nach DIN 4108

Taupunkttemperatur $T_s$ der Luft in Abhängigkeit der Lufttemperatur $T_L$ in °C und der relativen Luftfeuchtigkeit r.F. in %														
$T_L$ °C	Taupunkttemperatur $T_s$ in °C bei einer relativen Feuchte von													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,3	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,1	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,0	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

Ablesebeispiel: Bei z.B. 20 °C und 70 % r.F. kann aus der Tabelle abgelesen werden, dass bei Abkühlung der Luft auf 14,4 °C der Taupunkt ( 100 % r.F. ) erreicht ist und bei weiterer Abkühlung Kondensat anfällt.

### 9. Taupunktvergleich

	Außentemperaturen						
	$\pm 0$ °C	-5 °C	-10 °C	-15 °C	-20 °C	-25 °C	-30 °C
Einfachglas $U_G = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	<39% - 0,55	<30% - 0,99	<23% - 1,34	<18% - 1,62	<14% - 1,84	<10% - 2,01	<8% - 2,15
Isolierglas $U_G = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	- >62% -	- >55% -	<49% - 0,06	<43% - 0,35	<38% - 0,62	<33% - 0,85	<29% - 1,06
Wärmeschutz- Isolierglas $U_G = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	- >82% -	- >78% -	- >74% -	- >70% -	- >67% -	- >63% -	- >60% -
Wärmeschutz- Isolierglas $U_G = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	- >82% -	- >78% -	- >74% -	- >70% -	- >67% -	- >63% -	- >60% -
Super-Wärme- schutz-Isoliergl. $U_G = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	- >91% -	- >88% -	- >85% -	- >83% -	- >81% -	- >79% -	- >77% -

Tabelle gilt für

- 50 % relative Feuchte im Raum
- 20 °C Raumtemperatur

Angaben in Tabelle  
Scheiben-

1. Zeile: relative Feuchte, bei der kein Kondensat mehr auf der oberfläche auftritt
2. Zeile: relative Feuchte, ab der Kondensat auftritt
3. Zeile: Kondensatanfall innerhalb von 24 h in l/m<sup>2</sup>

### 10. Anwenderhinweis

Der Inhalt dieser Technischen Information wurde nach bestem Wissen erstellt. Rechtliche Ansprüche können daraus nicht abgeleitet werden. Bei allen Anwendungen sind die zum Anwendungszeitpunkt gültigen gesetzlichen Vorschriften und Normen zu beachten. Sofern nichts anderes angegeben, beruhen alle Angaben auf entsprechende, zum Zeitpunkt des Erstellens gültigen Normen sowie internen und externen Richtlinien.

Der Verfasser behält sich jede Änderung der technischen Angaben vor. In Zweifelsfällen bitten wir um Rücksprache.