

Einführung

Moderne Materialien müssen heute vielfältige Anforderungen erfüllen: hohe Leistungsfähigkeit bei geringem Energieaufwand, technologische Weiterentwicklung und eine möglichst einfache, minimalistische Umsetzung. Auch der Werkstoff Glas bleibt von diesen Entwicklungen nicht unberührt.

Längst dient Glas nicht mehr nur als transparenter Werkstoff. Durch verschiedene Veredelungsverfahren lassen sich Eigenschaften wie gute Wärmedämmung, Sonnenschutz, Entspiegelung oder eine sehr hohe

Spiegelung gezielt steuern. Doch welche weiteren Möglichkeiten bietet Glas?

Ein besonders interessantes Feld ist die elektrische Leitfähigkeit. Welche Potenziale ergeben sich daraus und wie lassen sie sich gezielt nutzen?

NSG **TEC**[™] - transparent leitfähiges Glas

NSG **TEC**[™] ist ein Glas mit einer transparenten, leistungsorientierten Beschichtung, die elektrische Leitfähigkeit ermöglicht. Die Beschichtung basiert auf fluordotiertem Zinnoxid und gehört zur Klasse der transparent leitfähigen Oxidschichten (TCO, Transparent Conductive Oxide). Sie wird durch einen pyrolytischen Prozess direkt in der Floatglasproduktion (Online-Verfahren) aufgebracht, wodurch sie besonders widerstandsfähig und korrosionsbeständig ist.

In der Verarbeitung verhält sich NSG **TEC**[™] weitgehend wie herkömmliches Floatglas: Es kann geschnitten, laminiert und vorgespannt werden. Aufgrund der hohen Härte der Beschichtung ist die Randenschichtung im Vergleich zu anderen Beschichtungen anspruchsvoller. Zudem lässt sich das Glas mit Lasertechnologie bearbeiten und bedrucken.

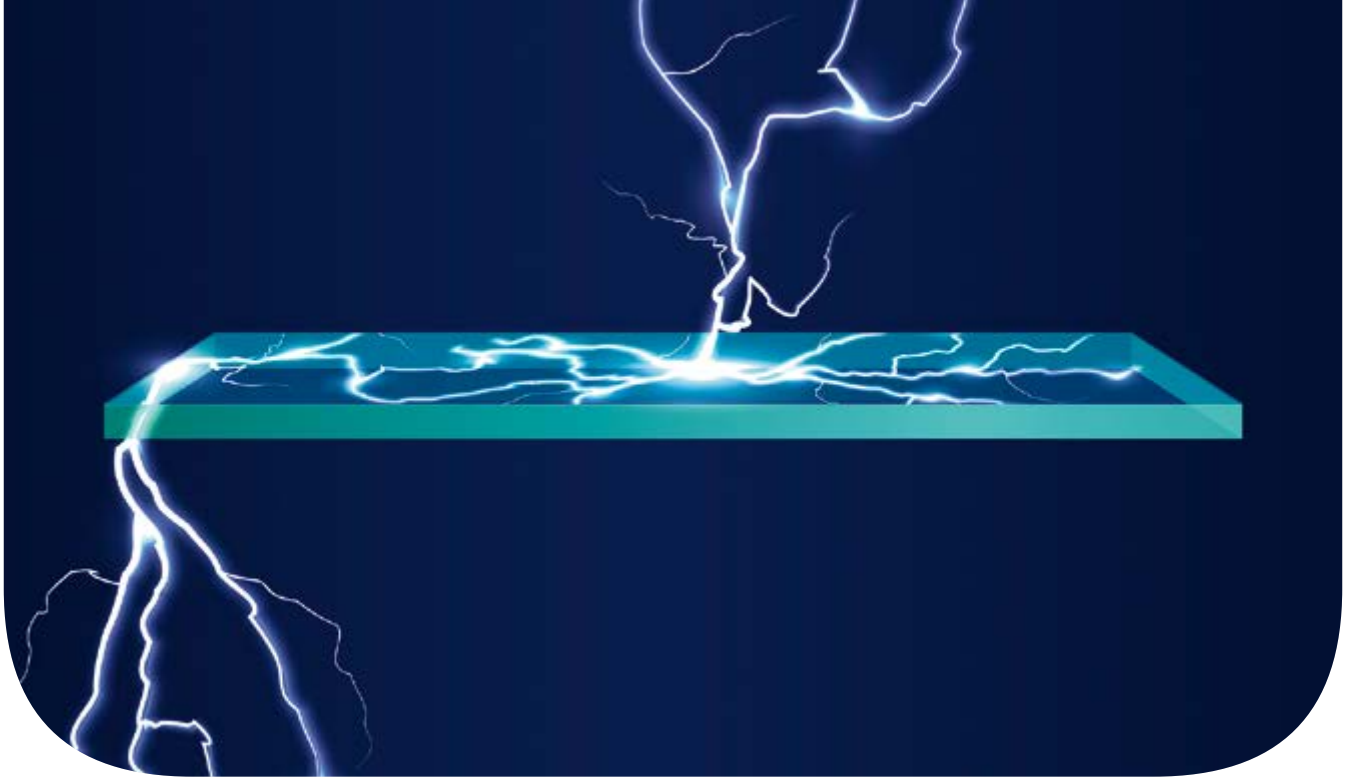
Die elektrische Leitfähigkeit entsteht durch die Fluor-Dotierung im Zinnoxid. Diese führt zu einem Überschuss an freien Elektronen, die bei angelegter Spannung als Ladungsträger fungieren. Technisch wird nicht die Leitfähigkeit selbst angegeben, sondern der Flächenwiderstand als reziproker Wert. Durch Anpassung der Dotierungskonzentration und Schichtdicke lässt sich dieser variieren, wodurch NSG **TEC**[™] sich für verschiedene Anwendungen mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften eignet.

Typische Anwendungsbeispiele sind unter anderem Heizglas, Kondensationsschutz in gewerblichen Kühlgeräten, passiver Wärmeschutz in Öfen sowie Anwendungen in der Photovoltaiktechnologie.

Bild: On-line-Beschichtung

Titelbild:
Heizglas mit NSG **TEC**[™]





Elektrische Leitfähigkeit von Werkstoffen und beschichtetem Glas

Werkstoffe sind dann elektrisch leitfähig, wenn freie, bewegliche Ladungsträger vorhanden sind, die den Ladungstransport ermöglichen. Je nach Leitfähigkeit werden Materialien in drei Gruppen eingeteilt:

- Isolatoren (kein Stromfluss möglich)
- Leiter (hohe elektrische Leitfähigkeit)
- Halbleiter (Leitfähigkeit kann durch Dotierung oder äußere Einflüsse verändert werden)

Glas ist im Grundzustand ein elektrischer Isolator, folglich ist bei angelegter Spannung kein Stromfluss möglich. Denn aufgrund seiner kovalenten Bindungsstruktur sind die Elektronen fest gebunden und nicht frei beweglich, sodass kein Ladungstransport stattfinden kann.

Eine Möglichkeit, Glas elektrisch leitfähig zu machen, ist das Aufbringen einer speziellen Beschichtung. Neben der Leitfähigkeit können dabei auch weitere funktionale Eigenschaften wie Sonnenschutz oder Wärmedämmung integriert werden.

Beschichtungsmöglichkeiten für leitfähiges Glas

Es gibt zwei bekannte Methoden, um Glas elektrisch leitfähig zu machen:

1. Metallische Beschichtungen

Eine der häufigsten Varianten ist die Beschichtung mit Silber. Metalle sind sehr gute elektrische Leiter, da ihre äußeren Elektronen als frei bewegliches „Elektronengas“ vorliegen und so den Strom transportieren können.

Die Leitfähigkeit von Silberschichten hängt stark von der Schichtdicke ab: Je dicker die Schicht, desto geringer der elektrische Widerstand.

Allerdings sind metallische Schichten, insbesondere aus Silber, empfindlich gegenüber Umwelteinflüssen und mechanischer Beanspruchung. Daher werden auf Silber basierende Beschichtungen zu ihrem Schutz im Isolierglas zum Scheibenzwischenraum hin verbaut.

2. Transparent leitfähige Oxide (TCO – Transparent Conductive Oxide)

Eine zweite Möglichkeit ist die Beschichtung mit halbleitenden Metalloxiden, die durch eine gezielte Dotierung elektrisch leitfähig gemacht werden.

Ein Beispiel hierfür ist fluordotiertes Zinnoxid ($\text{SnO}_2 \cdot \text{F}$), wie es bei NSG **TEC™** verwendet wird. Erst durch die Dotierung mit Fluor (auch andere Elemente sind möglich) entsteht die elektrische Leitfähigkeit.

Funktionsweise der Dotierung bei TCO-Schichten

Reines Zinnoxid (SnO_2) ist zunächst kein guter elektrischer Leiter. Erst durch die Dotierung mit Fluor wird eine elektrische Leitfähigkeit erzeugt.

Dotierung bezeichnet das kontrollierte Einbringen von Fremdatomen in das Kristallgitter eines Halbleiters, um dessen elektrische Eigenschaften zu verändern.

Bei fluordotiertem SnO_2 besteht das Kristallgitter aus vierwertigen Sn^{4+} und O^{2-} -Ionen. Wird ein Sauerstoff-Ion durch ein Fluor-Ion ersetzt, bleibt ein Bindungselektron eines benachbarten Zinn-Atoms ungebunden und steht als freier, beweglicher Ladungsträger zur Verfügung.

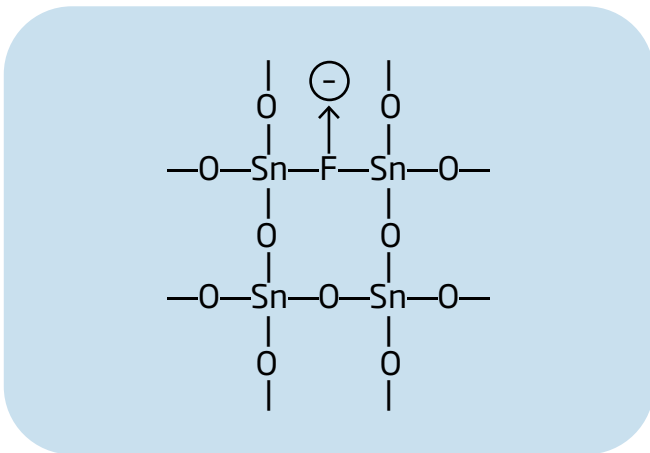


Abbildung 1: schematische Darstellung Fluor-Dotierung

Ersetzt man nun eines der Sauerstoffatome durch ein Fluoratom, ist danach eines der Bindungselektronen eines benachbarten Zinn-Atoms ungebunden. Ein beweglicher Ladungsträger ist entstanden. Diese Form der Dotierung wird n-Dotierung genannt, da sie auf der Erzeugung freier Ladungsträger (n) basiert.

Der umgekehrte Prozess ist ebenfalls möglich: Durch gezielte Modifikation des Kristallgitters können sogenannte „Löcher“ (p) – positiv geladene Elektronenfehlstellen – entstehen, was als p-Leitung bezeichnet wird. Die elektrische Leitfähigkeit hängt sowohl von der Anzahl als auch von der Beweglichkeit der freien Ladungsträger ab. Durch eine Erhöhung der Fluor-Dotierung kann dieser Effekt verstärkt werden. Allerdings gibt es eine obere Grenze für die Dotierungskonzentration, wodurch die maximale erreichbare Leitfähigkeit durch den Schichtwerkstoff begrenzt ist.

Einflussfaktoren auf die Leitfähigkeit

Die resultierende elektrische Leitfähigkeit einer TCO-Schicht hängt von mehreren Faktoren ab:

- **Dotierungskonzentration:** Bestimmt die Anzahl der freien Ladungsträger.
- **Schichtdicke:** Dickere Schichten können einen geringeren Widerstand aufweisen.
- **Umgebungstemperatur:** Höhere Temperaturen können die Beweglichkeit der Ladungsträger beeinflussen. Allerdings ist dieser Effekt bei den meisten Anwendungen (bei Raumtemperatur) vernachlässigbar gering.

Durch die gezielte Anpassung dieser Parameter lassen sich TCO-Schichten an verschiedene Anwendungen anpassen, von Heizglas über Kondensationsschutz bis hin zu Photovoltaiksystemen.

NSG TEC™ Varianten und ihre Eigenschaften

Da NSG **TEC™** je nach Anwendung unterschiedliche elektrische, optische oder auch thermische Eigenschaften erfüllen muss, ist die Beschichtung in verschiedenen Varianten (d.h. Dotierungsgraden und Schichtdicken) verfügbar. Diese Eigenschaften hängen voneinander ab.

Die folgende Grafik veranschaulicht den allgemeinen Zusammenhang zwischen der Kennzahl n im Produktnamen und den resultierenden Eigenschaften. Welche Variante für eine bestimmte Anwendung am besten geeignet ist, hängt von den spezifischen Anforderungen des jeweiligen Einsatzbereichs ab.

Tabelle 1: Tendenzielle Veränderung der Eigenschaften je nach Typ bei NSG TEC™

NSG TEC™ n	n ↑	n ↓
	Flächenwiderstand ↑	Flächenwiderstand ↓
	Leitfähigkeit ↓	Leitfähigkeit ↑
	Emmissivität ↑	Emmissivität ↓
	Haze-Level ↓	Haze-Level ↑
	Licht-Transmission ↑	Licht-Transmission ↓
Absorption ↓	Absorption ↑	

Tabelle 2: Allgemeine Eigenschaften von NSG TEC™

Eigenschaft	Spanne
Schichtwiderstand (Ω/\square)	5-550
Lichtdurchlässigkeit im sichtbaren Bereich (%)	80-87
Glasdicke (mm)	2-8

Tabelle 3: Tabelle mit technischen Eigenschaften

	NSG TEC™ 6	NSG TEC™ 10		NSG TEC™ 15		NSG TEC™ 20		NSG TEC™ 25	NSG TEC™ 70	NSG TEC™ 250	NSG TEC™ 550
	4 mm	4 mm	6 mm	4 mm	6 mm	4 mm	6 mm	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm
Emmissivität, ϵ (EN 12898)	0,10 (±0,01)	0,11 (±0,01)	0,11 (±0,01)	0,13 (±0,01)	0,13 (±0,01)	0,19 (±0,01)	0,19 (±0,01)	0,22 (±0,01)	0,43 (±0,02)	0,71 (±0,01)	0,80 (±0,01)
Lichttransmission, % (EN 410)	81,0 (±1,2)	83,2 (±1,2)	82,7 (±1,2)	83,4 (±1,2)	82,6 (±1,2)	84,0 (±1,2)	83,5 (±1,2)	83,7 (±1,2)	85,1 (±1,2)	86,0 (±1,2)	85,0 (±1,2)
Haze, %	<1,5	<1,0	<1,0	<0,8	<0,8	<0,5	<0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Typischer Haze, %	1,2	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,25	0,25	0,25	0,25
Flächenwiderstand, Ω/\square	<7,0	<11,0	<11,0	<14,0	<14,0	<20	<20	<26	<75	<325	<600
Typischer Flächenwiderstand, Ω/\square	6	10	10	13,0	13,0	19	19	23	65	240	550
Energietransmission, %	66	71	68	74	71	75	73	78	80	78	78
Energireflexion (außen), %	10	11	10	11	11	11	11	11	11	12	13
Energireflexion (innen), %	11	12	11	12	12	12	12	12	13	14	14
Energieabsorption, %	24	18	22	15	18	14	16	10	9	10	8
g-Wert, %	70	75	72	76	74	78	75	80	81	79	80
Mittlerer Durchlassfaktor, TSC	0,81	0,85	0,82	0,87	0,85	0,9	0,88	0,92	0,93	0,92	0,92
UV-Transmission, %	46	54	49	57	51	56	52	60	56	55	56
Farbwiedergabeindex, R_s	99	99	99	99	99	98	98	99	99	99	99
U_g -Wert, W/m^2K	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,8	3,8	3,9	4,6	5,3	5,5

Die Daten beziehen sich auf die europäischen Normen, insbesondere DIN EN 410, DIN EN 673 und DIN EN 12898.

Die oben genannten technischen Daten sollten als repräsentativ angesehen werden. Es kann Unterschiede innerhalb eines einzelnen Produktionslaufs oder von einem Produktionslauf zum anderen geben, diese liegen aber innerhalb der Fertigungstoleranzen.

Die in diesem Datenblatt angegebenen Daten beziehen sich auf das gelieferte Produkt. Einige Werte, wie z. B. der Flächenwiderstand können sich, abhängig von den Vorspannbedingungen, nach dem Vorspannen ändern.

Flächenwiderstand und seine Bedeutung

Die verschiedenen NSG **TEC**™ Produkte unterscheiden sich in ihrem Flächenwiderstand und decken einen Bereich von 6Ω (NSG **TEC**™ 6) bis 550Ω (NSG **TEC**™ 550) ab.

Was ist der Flächenwiderstand?

Der Flächenwiderstand R_{\square} beschreibt den elektrischen Widerstand einer quadratischen Schichtfläche. Anhand der Geometrie des Glases lässt sich der elektrische Widerstand aus dem Flächenwiderstand ermitteln:

$$R = R_{\square} \frac{L}{B}$$

Dabei gilt: B ist die Kante, an der der Strom kontaktiert wurde. Das heißt der Strom fließt parallel zur Länge L.

Bei einer quadratischen Fläche ist der Flächenwiderstand gleich dem Widerstand:

$$R_{\square} = R$$

Das bedeutet: Wenn die Länge der Scheibe verdoppelt wird, verdoppelt sich auch der Widerstand.

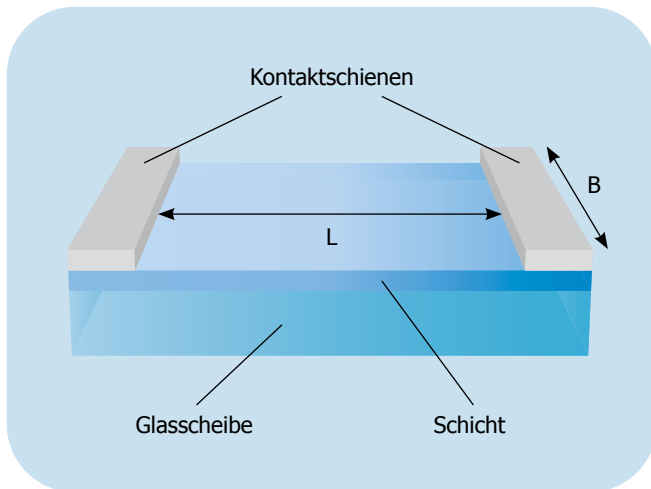


Abbildung 2: schematische Darstellung einer Widerstandsmessung

Beispielrechnung zum Flächenwiderstand

NSG **TEC**™ 15 hat einen typischen Flächenwiderstand von $R_{\square} = 13 \Omega$

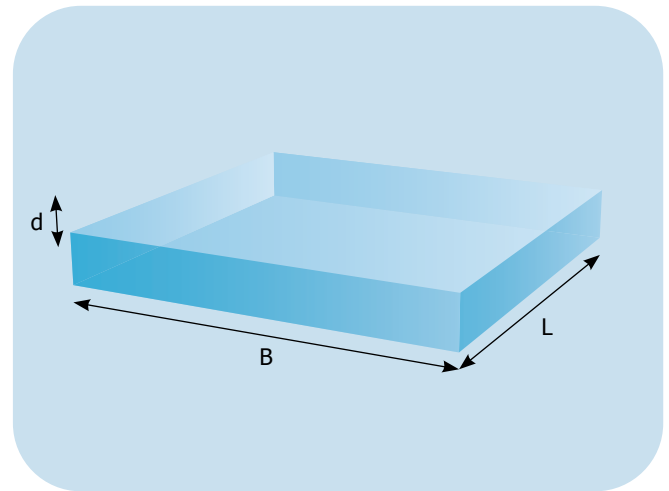


Abbildung 3: Charakteristische Größen einer Scheibe

1. Fallbeispiel

Größe der Scheibe: $L = 150 \text{ cm}$; $B = 100 \text{ cm}$

$$R = R_{\square} \frac{L}{B} = 13 \Omega \cdot \frac{150 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} = 19,5 \Omega$$

2. Fallbeispiel

$L = 300 \text{ cm}$; $B = 100 \text{ cm}$

$$R = R_{\square} \frac{L}{B} = 13 \Omega \cdot \frac{300 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} = 39 \Omega$$

Ergebnis:

Wenn die Länge der Scheibe verdoppelt wird ($L = 300 \text{ cm}$ statt 150 cm), verdoppelt sich auch der ohmsche Widerstand von $19,5 \Omega$ auf 39Ω .

Heizbares Glas - wichtige physikalische Größen

Um NSG **TEC**™ als heizbares Glas zu nutzen, müssen mehrere physikalische Größen berücksichtigt werden. Die Wahl des geeigneten NSG **TEC**™ Produkts (und damit des Flächenwiderstands) hängt von folgenden Faktoren ab:

- Geometrie der Scheibe (Länge L und Breite B)
- Vorgegebene Heizspannung U
- Art der Kontaktierung
- Erforderliche Heizleistung P
- Stromstärke I

Die Funktionsweise von NSG **TEC™** basiert auf dem Ohmschen Gesetz, das den Zusammenhang zwischen Spannung U, Stromstärke I und ohmscher Widerstand R beschreibt:
 $U = R \cdot I$

Die elektrische Leistung ergibt sich durch:
 $P = U \cdot I$

Daraus folgt für den ohmschen Widerstand:
 $R = \frac{U^2}{P}$

Beispielrechnung mit vorgegebenen Parametern:

Heizleistung: $0,06 \frac{W}{cm^2}$

Heizspannung: 230 V

Scheibengröße: L = 115 cm und B = 90 cm

Berechnung der Gesamtheizleistung:

$$P = 0,06 \frac{W}{cm^2} \cdot (115 \cdot 90) cm^2 = 621 W$$

Berechnung des Flächenwiderstands:

$$R_{\square} = \frac{B}{L} \cdot \frac{U^2}{P} = \frac{90 cm}{115 cm} \cdot \frac{230 V^2}{621 W} = 66,7 \Omega$$

Ergebnis:

Ein geeignetes Produkt wäre NSG **TEC™** 70, da es einen typischen Flächenwiderstand von 65 Ω aufweist.

Verschiedene Anwendungen von NSG **TEC™**

NSG **TEC™** findet Verwendung in zahlreichen Anwendungen, die von kommerziellen Kühlschränken über beheizbare Trennwände bis hin zu Photovoltaikmodulen reichen. Dabei spielt die Anpassung des Flächenwiderstands an die spezifischen Anforderungen eine entscheidende Rolle.

Beheizbares Glas

Wegen der elektrischen Leitfähigkeit und des zugehörigen Widerstandes kann NSG **TEC™** zum gezielten Aufheizen des Glases genutzt werden.

Je nach Anwendung und Produkttyp lassen sich unterschiedliche Temperaturen erzielen.

Diese Eigenschaft eröffnet zahlreiche Einsatzmöglichkeiten. Beispielsweise kann ein geringes Aufheizen der Scheiben im Winter verhindern, dass sich Eis auf der Glasoberfläche bildet. Besonders im Wintersport sorgt dies für eine klare Sicht, unabhängig von der Außentemperatur, etwa in Skiliften oder an Bergstationen.

Auch in der Innenarchitektur bietet die beheizbare Glasfläche neue Gestaltungsmöglichkeiten. Statt massiver Wände können transparente, beheizbare Raumteiler eingesetzt werden, die den Raum offen wirken lassen, gleichzeitig isolieren und eine angenehme Atmosphäre schaffen. Dank vielseitiger Veredelungsmöglichkeiten wie Bedrucken, Lasern und Laminieren sind kreative Designs grenzenlos umsetzbar. Wird das Glas an der Wand angebracht, kann es zudem als dekoratives Heizelement dienen.

Ein weiterer Vorteil der beheizbaren Oberfläche ist das Verhindern von Kondensat. So bleibt auch bei großen Temperaturunterschieden die Transparenz der Scheibe erhalten. Das ist vor allem bei kommerziellen Kühlschränken interessant.

Durch die Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten eignen sich je nach Fall alle NSG **TEC™** Produkte. Die Auswahl ist von den gegebenen Parametern abhängig. Besonders etabliert haben sich NSG **TEC™** 15 und NSG **TEC™** 70. In Tabelle 4 sind die ungefähr benötigten Heizleistungen für die oben erläuterten Anwendungen eingetragen. Diese sollen eine erste Einschätzung liefern. Die exakten Daten hängen von der Größe der verwendeten Scheibe, der genauen Einbausituation und der gewünschten Verwendung ab.

Tabelle 4: Exemplarische Heizleistungen und zugehörige Temperaturen je nach Anwendung

Funktion	Heizleistung [W/m²]	Oberflächentemperatur [°C]
Anti-Kondensation	100-200	20-30
Heizbar zur Komfortsteigerung	150-250	25-35
Primäre Heizung	150-400	45-65
Frost-Schutz	300-600	30-60



Beheizbares Isolierglas

Beheizbares NSG **TEC**™ als Isolierglas

Beheizbares Isolierglas – bekannt als HeatComfort™ – stellt eine innovative Möglichkeit dar, den Wärmekomfort in Gebäuden zu verbessern. In einer Dreifachverglasung wird die Beschichtung auf Position 5, der inneren Scheibe zum Scheibenzwischenraum hin, aufgebracht, wodurch bis zu 90% der Wärme nach innen abgestrahlt wird. Dies trägt dazu bei, Wärmeverluste auszugleichen und die gesamte Gebäudehülle besser zu isolieren. Zudem erfüllt das HeatComfort™ die Normen für elektrische Sicherheit und Bauanforderungen.

HeatComfort

Das heizbare Isolierglas bietet zahlreiche Vorteile. Durch die Wärmeerzeugung hauptsächlich mittels Strahlung anstelle von reiner Konvektion heizen sich Räume schneller auf und die Wärme kann auf Knopfdruck reguliert werden. Nutzer empfinden diese Art der Beheizung als besonders angenehm, was durch Studien mit einem hohen PMV (Predicted Mean Vote) bestätigt wurde. Zudem arbeitet das System vollkommen lautlos.

Beheizbares Isolierglas kann je nach Einbausituation als alleinige Heizquelle oder in Kombination mit anderen Heizsystemen wie Fußbodenheizungen genutzt werden. Der Energieverbrauch ist dabei nachhaltiger als bei herkömmlichen Heizkörpern, die mit Gas oder Wasser betrieben werden, und besonders gut für Allergiker geeignet. Gerade bei Neubauten lohnt sich die Kombination mit Photovoltaik, um eine umweltfreundliche und energieeffiziente Lösung zu schaffen. Ein zusätzlicher Vorteil ist die Platzersparnis, da keine sperrigen Heizkörper mehr benötigt werden, die Raumfläche beanspruchen und regelmäßig gereinigt werden müssen.

Für beheizbares Isolierglas eignen sich die Typen NSG **TEC**™ 15 und NSG **TEC**™ 70 besonders gut.

Für weitere Informationen und Ansprechpartner den QR-Code scannen:





Fahrzeuge / Schifffahrt

Auch in Fahrzeugen wird NSG **TEC**[™] eingesetzt, um Scheiben von Eis zu befreien und Kondensation zu verhindern. Durch die elektrische Leitfähigkeit des Glases kann eine schnelle und effiziente Beheizung erfolgen, wodurch die Sicht des Fahrers verbessert wird.

Kommerzielle Kühlschränke

NSG **TEC**[™] kann sowohl als aktive als auch als passive Komponente in industriellen und gewerblichen Kühlschränken eingesetzt werden, um eine verbesserte Durchsicht und eine effiziente Kühlung zu gewährleisten.

Passive Komponente zur Kühlung:

Bei der Nutzung als passive Komponente in Kühlgeräten werden die wärmedämmenden Eigenschaften von NSG **TEC**[™] genutzt, um eine gute Isolierung auch bei transparenten Bauteilen zu ermöglichen. Durch den geringen Wärmeübergang durch das Doppelisolierglas lässt sich für die Kühlung verwendete Energie sparen. Bei geringeren Temperaturunterschieden lässt sich durch die Beschichtung zudem die Kondensatbildung vermeiden. Geeignete Sorten sind die niederohmigen Beschichtungen, beispielsweise NSG **TEC**[™] 6, NSG **TEC**[™] 10, NSG **TEC**[™] 15.

Aktive Kühlung:

Bei der Nutzung als aktive Komponente in gewerblichen Kühlsystemen herrschen häufig größere Temperaturunterschiede. Die passive Wirkung von NSG **TEC**[™] zur Wärmedämmung zwischen Außen- und Innenbereich bleibt bestehen, jedoch kann die Schicht nun zusätzlich elektrisch kontaktiert werden. Hierdurch lässt sich die Scheibe kontrolliert erwärmen, was zu einer aktiven Vermeidung von Kondensat auf der Scheibe führt. Auch bei großen Temperaturunterschieden kann so die Transparenz der Scheibe ohne Verlust der wärmedämmenden Eigenschaften beibehalten werden.

Ausgehend von $\sim 70-80 \text{ W/m}^2$ können abhängig von der Glasscheibengröße NSG **TEC**[™] 15, NSG **TEC**[™] 70, NSG **TEC**[™] 250 oder sogar NSG **TEC**[™] 550 verwendet werden.





Ofentüren

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet sind Ofentüren, bei denen eine hohe Wärmedämmung gefragt ist. Hier soll die Wärme im Ofen gehalten werden, um den Energieverbrauch zu senken und gleichzeitig eine Aufheizung des Raums zu vermeiden. Die geringe Emissivität des Glases trägt dazu bei, dass sich die Tür nicht übermäßig aufheizt, wodurch das Risiko von Verbrennungen reduziert wird. Gleichzeitig bleibt die Sicht auf den Innenraum des Ofens erhalten.

NSG **TEC™** 6, NSG **TEC™** 10 und NSG **TEC™** 15 eignen sich besonders für diese Anwendung, da sie eine gute Isolierwirkung bieten.

Zudem lässt sich das Glas durch Laserbearbeitung und Bedruckung individuell gestalten, was eine Anpassung an klassische Ofendesigns ermöglicht.

Glas als Leiter

Auch als direkter elektrischer Leiter kann NSG **TEC™** Anwendung finden. Der Strom wird hierbei durch das Anlegen einer Spannung über die gesamte Beschichtungsfläche hinweg verteilt. Über gezielte elektrische Kontaktierung, zum Beispiel mittels Bohrungen durch das Glas, können dann elektronische Geräte mit der Fläche verbunden und betrieben werden. Dies kann großflächig verlegte Kabel und Leitungsnetze vermeiden. Bei geschickter Verdeckung der Kontaktierungen wird auf diese Weise beim Verbraucher der als besonders ästhetisch empfundene Eindruck von aus dem Nichts kommenden Strom kreiert. Um dafür zu sorgen, dass die Anwendung, beispielsweise eine Glasplatte, trotzdem nach außen hin isoliert bleibt, kann NSG **TEC™** hierzu laminiert werden. Von beiden Seiten eingeschlossen bleibt die elektrische Leitfähigkeit vorhanden, jedoch sind die beiden äußeren Glasflächen elektrisch isoliert. Beispiele für diese Anwendung

sind in Geschäften verwendete Induktionsladetische für Smartphones oder aber LEDs in Vitrinen. Eine indirektere Verwendung der Leitfähigkeit von NSG **TEC™** bietet sich bei der Nutzung als elektronisches Steuerelement, beispielsweise zur Detektion von Glasbrüchen. Durch einen Glasbruch, und damit auch einem Bruch der Beschichtung, wird die elektrische Leitfähigkeit des Bauteils physisch unterbrochen. Dies kann genutzt werden, um je nach Anwendung einen Alarm auszulösen oder bestimmte Komponenten abzuschalten (beispielsweise bei einem heizbaren Glas, sodass der Anwender vor Strom geschützt ist).

Touchscreens / Digital Signage

Im Bereich der Touchscreen-Technologie gibt es Möglichkeiten, kapazitive und resistive Touchscreens mit leitfähigen Beschichtungen zu realisieren. Auch bei Technologien, die nicht auf transparenten leitfähigen Beschichtungen basieren und bei anderen interaktiven Displayformen bietet NSG **TEC™** viele nutzbare Vorteile:

- **Antistatische Wirkung:**

Dank seiner leitfähigen Beschichtung reduziert NSG **TEC™** die Ansammlung von Staub und Schmutz auf der Bildschirmoberfläche. Dies sorgt für eine klare Anzeige und eine längere Lebensdauer der Touchscreens.

- **Beheizte Verglasung:**

Durch die Möglichkeit, elektrischen Strom durch die leitfähige Schicht zu leiten, kann NSG **TEC™** als beheiztes Glas eingesetzt werden. Dies verhindert Kondensation und sorgt für eine zuverlässige Funktion in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit, etwa bei Outdoor-Displays oder Fahrzeug-Touchscreens.

- **Aktive Komponente in Touchscreens:**

NSG **TEC™** kann als funktionale Schicht in kapazitiven und resistiven Touchscreens verwendet werden. Die leitfähige Beschichtung ermöglicht eine präzise Steuerung und Reaktion auf Berührungen, was für moderne, hochauflösende Displays essenziell ist.



Busbahnhof Lublin, Polen
4 mm NSG **TEC**™ 250

Diese Eigenschaften machen NSG **TEC**™ Glas zu einer idealen Lösung für innovative Touchscreen-Technologien in verschiedenen Anwendungsbereichen, von industriellen Steuerungssystemen bis hin zu interaktiven Werbedisplays.

Photovoltaik

Ein weiteres wichtiges Einsatzgebiet ist die Photovoltaik. Hier dient NSG **TEC**™ als Substrat für verschiedene Dünnschicht-Solarzellentechnologien wie Perowskit-, Cadmiumtellurid- oder Farbstoffsolarzellen. Die Transparenz, die Lichtstreuung (Haze) und die Leitfähigkeit können gezielt optimiert werden, um die Effizienz der Module zu maximieren. Zudem kann NSG **TEC**™ vorgespannt werden, was für diese Anwendung und damit bei den Sorten NSG **TEC**™ 7, NSG **TEC**™ 8 und NSG **TEC**™ 15 besonders relevant ist.

Kombination Photovoltaik und beheiztes Glas

Eine Kombination von Photovoltaik und beheiztem Glas ermöglicht es, im Winter Schnee auf den Modulen zu schmelzen, wodurch eine sogenannte Defrosting-Funktion entsteht. Dies trägt dazu bei, die Leistungsausbeute der Solarmodule auch bei niedrigen Temperaturen aufrechtzuerhalten.

EMI-Abschirmung

EMI-Strahlung (elektromagnetische Interferenz) kann zu Störungen elektronischer Geräte führen. Die Strahlung kann natürlich, zum Beispiel durch Blitze bei Gewitter, oder künstlich, über Smartphones oder W-Lan-Router entstehen. Bei den möglichen Störungen kann es sich um Fehlfunktionen, Störungen in der Datenübertragung, Datenverlust oder sogar den Ausfall des Gerätes handeln. Gerade bei besonders sensibler, wichtiger Elektronik, beispielsweise aus dem Bereich der Medizintechnik, ist es daher wichtig, diese abzuschirmen.

Hierbei wird häufig das Prinzip eines sogenannten Faraday'schen Käfigs angewendet.

Ein idealer Faraday-Käfig ist eine in sich geschlossene, leitfähige Hülle um einen Raum. Ein populäres Beispiel aus dem Alltag ist die Karosserie eines Autos. Trifft nun elektromagnetische Strahlung auf diese Hülle, so entstehen auf der Oberfläche Wechselwirkungen durch die Leitfähigkeit. Durch diese wird die Strahlung abgelenkt und kann nicht ins Innere vordringen. Gegenteilig funktioniert dies auch auf der Innenseite, es kann also auch keine elektromagnetische Strahlung von innen nach außen dringen. Der Bereich ist elektromagnetisch abgeschirmt. In der Realität ist meist keine hundertprozentige Abschirmung möglich, daher wird der nötige quantitative Grad der Abschirmung in Dezibel (dB) angegeben, um die elektromagnetischen Wellen zu beschreiben. Zu beachten ist auch, in welchem Wellenlängenbereich die Abschirmung liegen soll.

Durch seine Leitfähigkeit kann NSG **TEC**™ im Aufbau eines solchen Faraday-Käfigs zur EMI-Abschirmung verwendet werden. Es ermöglicht so das Installieren von Sicht- und Kontrollfenstern bei elektronischen Geräten oder besonders geschützten Einrichtungen. Besonders hervorzuheben sind Anwendungen in der Medizintechnik, beim Datenschutz, empfindlicher Computerelektronik (z.B. Serverschränke), aber auch im Auto, um Steuerelemente zu schützen.

Weitere Informationen zu NSG **TEC**™
finden sie auf unserer Webseite
www.pilkington.com/powerd-by-nsg-tec



Powered by

NSG TEC™

Diese Veröffentlichung bietet lediglich eine generelle Beschreibung der Produkte. Weitere und detailliertere Informationen können Sie unter der unten angegebenen Adresse anfordern. Es obliegt dem Produktnutzer sicherzustellen, dass die Produkte für ein spezifisches Vorhaben geeignet sind und die jeweilige Nutzung mit allen gesetzlichen Anforderungen, den einschlägigen Normen sowie dem Stand der Technik und etwaigen weiteren Anforderungen in Einklang steht. Nippon Sheet Glass Co., Ltd. und deren Konzerngesellschaften haften nicht für etwaige Fehler oder Auslassungen in dieser Veröffentlichung sowie ggf. daraus entstehende Schäden. Pilkington und „TEC“ sind Marken der Nippon Sheet Glass Co., Ltd. oder deren Konzerngesellschaften.



Die CE-Kennzeichnung bestätigt, dass ein Produkt die Anforderungen der entsprechenden harmonisierten europäischen Norm erfüllt und in der EU in Verkehr gebracht werden kann. Die Leistungserklärung für die CE-Kennzeichnung für jedes Produkt finden Sie unter www.pilkington.com/ce



Pilkington Deutschland AG

Hegestraße 45966 Gladbeck

Telefon +49 (0)2043 4 05 56 51 Telefax +49 (0)2043 4 05 56 66

E-Mail: marketingDE@nsg.com

www.pilkington.de

November 2025