



## Produktspezifikation TiNOX robust

**TiNOX robust** ist eine hochselektive Absorber Beschichtung für Flachkollektoren, die in rauen Umweltbedingungen wie z. B. nahe der Küste oder in einem industriellen Umfeld eingesetzt werden. Im Vergleich zu anderen Absorberbeschichtungen für raue Umweltbedingungen wie Schwarzchrom oder Solarlack weist TiNOX robust nahezu die gleichen optischen Kennwerte wie die bewährte TiNOX energy Beschichtung auf. Das wird durch die komplexe im PVD Vakuumbeschichtungsprozess abgeschiedene Mehrlagenbeschichtung möglich. Durch eine spezielle keramische Deckschicht weist das Material einen guten Schutz gegen Korrosion auf und Fingerabdrücke sind nahezu unsichtbar.

### 1. Leistungskennwerte

Die Leistungsfähigkeit einer selektiven Absorberschicht wird durch die zwei Kennwerte „solare Absorption“ und „thermische Emission“ beschrieben. Dabei gibt der solare Absorptionsgrad den Anteil der Solarstrahlung an, der von der selektiv beschichteten Oberfläche aufgenommen (absorbiert) und in Wärme umgewandelt wird. Zur Bestimmung des solaren Absorptionsgrades wird die Reflexion der Beschichtung im Wellenlängenbereich der Solarstrahlung zwischen 300 und 2700 Nanometer gemessen. Durch Wichtung des Reflexionsspektrums mit dem Strahlungsspektrum der Sonne (AM 1.5 nach ASTM E 891-87 und ISO 9845-1) erhält man die solare Absorption.

Zur Bestimmung des thermischen Emissionsgrades wird die Reflexion der Beschichtung im Wellenlängenbereich zwischen 2,5 und 20 Mikrometern gemessen. Das ist der Wellenlängenbereich, in dem eine schwarze Fläche mit einer Oberflächentemperatur von 100°C abstrahlt. Das Verhältnis der Strahlung der selektiven Absorberfläche und der Strahlung einer schwarzen Fläche bei 100°C ergibt die thermische Emission.

TiNOX robust Al erfüllt das Kriterium für einen hochselektiven Absorber:

Solarer Absorptionsgrad:	$\alpha_{sol}$ : 94 % $\pm$ 2 %
Thermischer Emissionsgrad:	$\epsilon_{100^\circ C}$ : 4 % $\pm$ 2 %

### 2. Technische Farbdefinition

Almecco verwendet das L\*a\*b\* System nach DIN 5033 zur technischen Definition der Farbe. Für die Beleuchtung wird Normlicht D65, normiert auf einen 10° Beobachtungswinkel, angenommen. Die Farbwerte werden während der Produktion laufend gemessen und automatisch nachgeregelt.

Die Grenzwerte für die Farbe von TiNOX robust sind wie folgt definiert:

TiNOX robust:	a = 2 bis 14; b = -10 bis -30	dunkelblau
---------------	-------------------------------	------------



### 3. Trägermaterial - Abmessungen

**TiNOX robust** wird auf Aluminiumbändern mit einer Breite bis 1.250 mm abgeschieden (Kupfer- und Edelstahlblech auf Anfrage). Auf hauseigenen Schneidanlagen kann die Ware nach Kundenanforderung auf Breite und Länge konfektioniert werden.

Lieferform: Coil- und Plattenware  
(wahlweise mit Papier- oder Folienzwischenlage)

#### **Aluminium:**

Dicke : 0,30 - 0,60 mm, Dickentoleranz: +/- 0,03 mm  
Breite: bis 1.250 mm  
Breitentoleranz nach DIN 1791

### 4. Trägermaterial – Mechanische Eigenschaften

#### **Aluminium:**

Aluminiumband: 1050A oder reiner,  
Zusammensetzung und Eigenschaften nach EN 573/3 und EN485/2

Bruchdehnung:  $\geq 1 \%$   
Zugfestigkeit **R<sub>m</sub>**:  $\geq 140 \text{ N/mm}^2$   
Dehngrenze **R<sub>p 0,2</sub>**:  $\geq 120 \text{ N/mm}^2$   
zulässiger Biegeradius:  $\geq 10 \text{ mm}$   
Härte: hart  
Rauigkeit:  $\text{Ra} < 0,5 \mu\text{m}$

### 5. Trägermaterial – Physikalische Eigenschaften

#### **Aluminium:**

Dichte 2,71 g/cm<sup>3</sup>  
Wärmeleitfähigkeit:  $\geq 220 \text{ W/m K}$   
Wärmekapazität: 0.896 kJ/(kg·K)



## 6. Verarbeitung

Die hochselektiv beschichteten TiNOX robust Absorber sind das „Herzstück“ von Solarthermiekollektoren. Die Absorberbänder können gleichermaßen für verglaste Flach- und Luftkollektoren wie auch Vakuumröhrenkollektoren verwendet werden.

TiNOX robust - Absorberbänder lassen sich mit allen üblichen Fügeverfahren weiterverarbeiten:

- Laserschweißen
- Ultraschallschweißen
- Plasmaschweißen
- Weichlöten
- Umformen
- Kleben

Auch Tiefzieh- und Prägeverfahren etc. sind möglich. Bearbeitungsvorgänge dieser Art sind jedoch zuvor mit Almecco abzustimmen.

Zum Schutz der Absorberoberfläche während der Verarbeitung kann das Material mit Schutzfolie geliefert werden (siehe 8).

Bei Verarbeitungstemperaturen über 40°C muss die Schutzfolie vor der Verarbeitung auf jeden Fall abgezogen werden!

Die TiNOX robust - Absorber dürfen nicht in direkten Kontakt mit stark oxidierenden oder reduzierenden Chemikalien kommen. Dies gilt besonders für das Weichlöten.

Die Temperaturbelastungsgrenze bei der Weiterverarbeitung liegt bei folgenden Werten:

an Luft: 300°C bis 2 Stunden

Vakuum: 400°C bis 2 Stunden

## 7. Transport und Lagerung

Während des Transportes und der Lagerung muss das TiNOX robust Absorbermaterial vor Schlägen, Stößen und mechanischer Belastung geschützt werden. Coilware ist bei Transport und Lagerung nicht stapelbar. Bei Transport und Lagerung darf das Material keinen extremen Klimabedingungen ausgesetzt werden: Die Materialtemperatur soll auf keinen Fall die Taupunkttemperatur unterschreiten, um Kondensation zu vermeiden. Die Luftfeuchtigkeit soll einen Wert von 75% RH nicht überschreiten. Das Absorbermaterial muss trocken, staubfrei und in geschlossenen Räumen gelagert werden. Bei Verpackung, Transport und Lagerung dürfen nur säure- und ausgasungsfreie Materialien (Isolation, Papier, Holz etc.) verwendet werden.

Das Absorbermaterial sollte spätestens 6 Monate nach der Anlieferung verarbeitet werden.



## 8. Schutzfolie

Mit einer speziellen Schutzfolie verhindert Almeco Beschädigungen der Absorberbeschichtung während der mechanischen Prozesse, der Lagerung und des Transports. Die Folie schützt den Absorber über die ganze Lieferkette hinweg vor Kratzern und Verunreinigungen. Sie besteht aus einem transparenten PE-Film, der mit einem Adhäsiv beschichtet ist. Das Adhäsiv zeichnet sich durch eine exakt abgestimmte Haftkraft sowie eine geringe Spannung aus und trennt sich nicht selbsttätig vom Absorber. Zugleich löst es sich sehr leicht vom Produkt, wenn die Folie entfernt wird.

Nach Vorgaben der Schutzfolienlieferanten sollte die Materialtemperatur während Transport und Lagerung einen Wert von 10°C nicht unter- und einen Wert von 40°C nicht überschreiten. Mit Folie geschütztes Absorbermaterial darf keiner direkten Sonnen- oder UV-Strahlung ausgesetzt werden.

## 9. Reinigung

Fingerabdrücke, organische Verunreinigungen und Staub können mit einem weichen Tuch unter der Verwendung von Alkohol (Isopropanol) leicht von der Absorberoberfläche entfernt werden.

## 10. Gewährleistung

Almeco gewährleistet einen optischen Wirkungsgrad des TiNOX Absorbermaterials von mindestens 95% des Wirkungsgrades bei Auslieferung über die Dauer von **Zehn Jahren**, sofern die Hinweise für die Lagerung und Weiterverarbeitung von hochselektiven beschichteten Absorberbändern nachweislich beachtet wurden und das Material unter den Arbeitsbedingungen die in der Norm ISO/EN 22975-3 für verglaste Flachkollektoren definiert sind, verwendet wurde.

Wenn und soweit die Art des beanstandeten Mangels dies zulässt, wird Almeco seiner Gewährleistungspflicht durch Nachbesserung oder Neulieferung nachkommen. Weitere Ansprüche sind ausgeschlossen.

Offensichtliche Mängel sind unverzüglich nach Lieferung an Almeco zu melden.



## 11. Qualitätsmanagement und Zertifikate

### Prüfung der Langzeitstabilität und Gewährleistung der Beständigkeit:

Um die Beständigkeit selektiver Beschichtungen ohne langjährige Feldversuche kontrollieren zu können, haben verschiedene Forschungsinstitute im Rahmen des sogenannten Task X der IEA („Qualification of solar absorber surface durability“) ein besonderes Prüfverfahren entwickelt, das nun zur Norm ISO/EN 22975-3 geworden ist. Dieses Verfahren simuliert, wie sich Umwelteinflüsse, etwa wechselnde Temperaturbelastung oder Feuchtigkeit im Kollektor, über viele Jahre hinweg auf die selektiven Schichten auswirken. Schichten, welche die Prüfung nach ISO/EN 22975-3 bestehen, erreichen nach einer simulierten Nutzungsdauer von 25 Jahren noch mindestens 95% des Wirkungsgrades, der im Neuzustand gemessen wurde.

TiNOX robust wird regelmäßig von renommierten Solarinstituten wie dem Institut für Solartechnik (SPF) der Hochschule Rapperswill in der Schweiz oder dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg nach ISO/EN 22975-3 („Task X“ – Verfahren) geprüft.

Die aktuellen Testzertifikate können auf der Almeco Webseite abgerufen werden.

### Lückenlose Qualitätskontrolle

Um jederzeit eine gleichbleibend hohe Produktqualität gewährleisten zu können, überwacht Almeco während des Beschichtungsprozesses kontinuierlich sämtliche relevanten Prozessparameter. Dabei erfassen und dokumentieren Zeiss-Spektrometer lückenlos die optischen Kennwerte (Absorptionsgrad, Emissionsgrad, Farbwerte).

Nach dem Beschichtungsprozess wird das Absorberband zusätzlich einer visuellen Begutachtung unterzogen. An Stichproben führt Almeco folgende Tests durch:

- Die optischen Kennwerte (Absorption und Emission) der Schicht werden an den Rändern und in der Mitte des Bandes vermessen.
- Die Alterungsstabilität der Beschichtung wird an Stichproben mittels der in der ISO/EN 22975-3 definierten Testmethode bestimmt. Da diese Untersuchungen über sehr lange Zeiträume laufen, wird die TiNOX robust Schicht zusätzlich einem vereinfachten, an die ISO/EN 22975-3 angelehnten Verfahren, unterzogen, das bereits nach einer Woche ein Ergebnis liefert. Die optischen Kennwerte Absorptions- und Emissionsgrad müssen dabei nach der Alterung noch in den spezifizierten Toleranzen liegen.
- Haftfestigkeitstests nach DIN 58196-6. Diese Prüfung auf Haftfestigkeit umfasst Biegeversuche am beschichteten Blech.

Die hier beschriebenen Maßnahmen zur Qualitätskontrolle werden auf Basis detaillierter Arbeitsanweisungen durchgeführt.



### Warenausgangskontrolle

Die Qualitätskontrolle von Verpackung und Versand stellt sicher, dass

- die Produkte nicht beschädigt oder in ihrer Leistung beeinträchtigt werden.
- die notwendigen Kennzeichnungen vorgenommen wurden, die die Rückverfolgbarkeit der Ware gewährleisten.

Die Verpackung und Kennzeichnung der Ware sind Bestandteil der Planungs- und Vertragsunterlagen. Detaillierte Verpackungsvorschriften legen den Umgang mit der Ware und den Transportbehältern genau fest.

Bei der Auswahl externe Speditionen legt Almecco strenge Maßstäbe an deren Termintreue, Lieferqualität und Kosten an.

### Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9001:2015.

Almecco arbeitet zudem gemäß den Qualitätsrichtlinien der DIN EN ISO 9001: 2015. Dieses Zertifikat bestätigt die hohen Qualitätsansprüche von Almecco.

## **12. Einsatz in Solar-Keymark-getesteten Kollektoren**

Die TiNOX robust - Produkte sind nach eingehenden Tests in Flachkollektoren von der Solar-Keymark-Organisation als gleichwertig mit anderen hochselektiven Absorberschichten anerkannt worden. Somit können sie in „Solar Keymark“-getesteten Kollektoren diejenigen Schichten ersetzen, die in der „Decision List“ der Solar-Keymark-Organisation aufgeführt sind.

Siehe:

[http://www.estif.org/solarkeymark/Links/Internal\\_links/network/sknwebdoclist/SKN\\_N0137R14\\_EqAbs.pdf](http://www.estif.org/solarkeymark/Links/Internal_links/network/sknwebdoclist/SKN_N0137R14_EqAbs.pdf)

Version 4 vom 05. November 2024