

# Ein Tag mit TiNOX

## Bericht über ein neues Produkt

von E. H. Langer

Ein neues Produkt ist auf dem Markt. Das ist für unsere schnellebige Zeit sicher nichts Besonderes. Aber, wenn es sich dabei um einen Absorber der „dritten“ Generation handelt, der konkurrenzlos in seiner Art ist, dann ist das für die Sonnenenergietechnik schon etwas Außergewöhnliches: nämlich der TiNOX-Höchstleistungsabsorber für Solaranlagen. Eine extrem hohe Selektivität der Absorberschicht und ihr gleichzeitig hoher Absorptionsgrad bedingen bei ihm seine einmalige Leistungsfähigkeit. Deshalb können Solarkollektoren mit diesem Absorber jetzt einfache Dinge, die es so bisher nicht gab.

TiNOX-Absorber haben mit  $\epsilon < 0,05$  einen sehr niedrigen Emissionsgrad. Dadurch werden die Abstrahlungsverluste im infraroten Wellenlängenbereich erheblich reduziert, während der mit  $\alpha_{\text{sol}} = 0,947$  hohe Absorptionsgrad im kürzeren Wellenbereich für eine gute Strahlungsabsorption sorgt.

### Herstellungsprozeß und Produzenten

TiNOX-Absorber werden in einem speziell entwickelten Vakuumverfahren auf ultraglatte Kupfer- oder Aluminiumbänder von 0,2 mm Dicke aufgedampft. Dabei bildet sich eine keramisch-harte Oberflächenschicht aus Titan-Nitrid-Oxid mit einer Dicke von 0,1  $\mu\text{m}$ , also kaum mehr als ein Hauch. Der aber hat es in sich. Denn die superdünne Schicht sitzt auf der Kupferfolie ungeheuer fest und hat nach den Alterungstests für übliche Kollektoren eine garantierte Langzeitstabilität von mehr als 25 Jahren. Mehr noch: Herstellungsprozeß und Produkt sind besonders umweltverträglich. Denn die Herstellung von TiNOX ist vollständig emissionsfrei. Die aus natürlichen Mineralien bestehende Schicht ist für Mensch und Umwelt ungiftig. Außerdem benötigt man bei ihrer Herstellung nur 1/10 des für galvanische Schichten erforderlichen elektrischen Stromes. Ein ungewöhnliches Material also in einem für die Solartechnik bisher ungewöhnlichen Veredelungsprozeß. Genauso abweichend von den normalen deutschen Verhältnissen ist auch die Geschichte der Hersteller. Denn da waren zwei Wissenschaftler der Münchener Ludwig-Maximilians-Universität, Michel Lazarow und Helmut Schellinger, die sich seit 1986 mit der Entwicklung selektiver Schichten befaßten. Eigentlich war das ein alter Hut, denn schließlich taten es andere vor ihnen bereits seit 1955. Aber einen entscheidenden Unterschied gab es doch dabei. Sie entwickelten ihre selektiven Schich-

ten ganz bewußt für die Solarenergie, die bei anderen kein Gewicht hatte. Das zeigte sich auch dann noch, als die Wissenschaftler ihr patentfähiges Ergebnis ihren Auftraggeber, der Münchener Universität zur Patentanmeldung abtreten wollten. Die aber legten keinen Wert darauf. Aber die beiden Wissenschaftler wollten nicht nur für den Aktenschrank gearbeitet haben, und so blieb ihnen nur das „Selbermachen“ übrig. Heute sagen sie: „Wir sind dabei durch ein Minenfeld gelaufen und haben glücklicherweise erst hinterher begriffen, durch welche Gefahren unser Weg führte“. Nun haben sie mit privater Initiative (und erheblichen privaten Opfern) vollbracht, was unsere Gesellschaft vollmundig von jeder Forschungseinrichtung fordert, aber im persönlichen Bereich nicht honoriert. Sie haben es geschafft, Forschungsergebnisse durch den Aufbau von Produktionslinien umgehend in die Praxis zu überführen.

### Produkt und Leistung

Der TiNOX-Absorber wird in eine Reibschweißverfahren mit einer Ultraschweißnaht auf das Trägerblech aufgebracht. Ein einfaches und zuverlässiges Verfahren, das einen optimalen Wärmeübergang gewährleistet.

Durch den niedrigen Emissionsgrad, den hohen Absorptionsgrad und die optimale Wärmeleitfähigkeit ermöglicht der TiNOX-Absorber zwei Richtungen neue Anwendungsmöglichkeiten. Zum einen können nun auch in der kühleren Jahreszeit bis hinein in den Winter erhebliche Solargewinne erzielt werden. Das zeigt sich besonders deutlich bei dem in Abb. 1 dargestellten Temperaturvergleich für einen TiNOX- bzw. einen Schwarzkörperabsorber. Denn ein Tag mit „TiNOX“ liefert besonders dort, wo man die Wärme dringend braucht und weder noch zarten Sonnenstrahlung nicht im Überfluß hat, einen um ca. 30 % höheren Ertrag in den Übergangsjahreszeiten. Insgesamt steigt der Jahresenergieertrag auf diese Weise um bis zu 15 %. Ergebnisse übrigens, die offiziell zertifiziert sind. Das hat inzwischen auch schon zwei renommierte Hersteller der Solarbranche dazu veranlaßt, den überwiegenden Teil ihrer Kollektoren mit TiNOX auszustatten. Aber der Vorteil der TiNOX-Absorber erstreckt sich

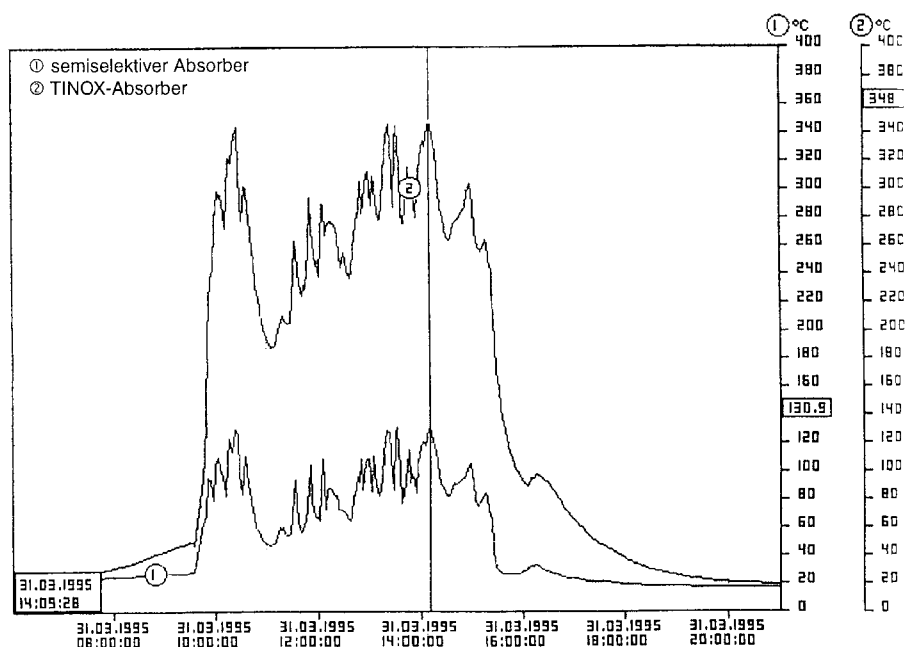


Abb. 1: Temperaturvergleich für einen TiNOX- und einen semiselektiven Absorber an einem Tag im März (Grafik: Linde AG; Werksgr. Verfahrenstechnik u. Anlagenbau)

nicht nur auf den Anwendungsbereich üblicher Sonnenkollektoren. Denn die bisher auf 150 °C begrenzten Einsatztemperaturen der normalen, nichtkonzentrierenden Systeme können mit diesem Absorbertyp deutlich überschritten werden. Durch die selektiven Hochleistungsschichten sind jetzt auch mit Sonnenenergie problemlos Temperaturen von mehr als 250 Grad erreichbar. Und das immerhin bei einem Wirkungsgrad von 50 %. Damit wird für die verglasten Flachkollektoren auch ohne die bei solchen Temperaturen kritischen TWD-Abdeckungen das weite Anwendungsfeld der Prozeßwärme für die Papier-, Le-

bensmittel- und Textilindustrie eröffnet. Materialprobleme oder Fragen der vollen Betriebssicherheit spielen praktisch keine Rolle mehr. Trocknungs- und Heizungsprobleme oberhalb von 150 °C oder Kühlvorgänge durch konventionelle Absorptionsprozesse oberhalb von 180 °C werden auf diese Weise mit Sonnenenergie möglich.

Mehr Leistung löst immer die Frage nach dem Mehrpreis aus. Und da gibt es von den Produzenten eine recht beruhigende Antwort: Eine selektive Beschichtung macht den Kollektor höchsten um 5 % teurer. Das Gesamtsystem kostet am Ende vielleicht 1 bis 2 % mehr. Aber man

hat eine Kollektortechnologie von morgen und nicht die morgen veraltete Technik von heute.

### Kollektorabsorber im Vergleich

„Der Absorptionsgrad ist heute eigentlich bei allen Absorbiersystemen gleich; da sind wir auch nicht viel besser“ sagt Helmut Schellinger in einem Gespräch. „Ein Absorptionsgrad von ca. 90 bis 95 %, das ist normal. Was aber in den Angaben darüberliegt, ist gewöhnlich an speziell ausgesuchten Absorberstücken ermittelt. Wir richten unser Augenmerk darauf, unser  $\alpha$  in der Produktion konstant zu halten“. Das realisiert TiNOX mit mehreren direkt in den Produktionsprozeß integrierten Kontrollsystemen.

Um reproduzierbare  $TiN_xO_y$ -Schichten herzustellen, müssen dabei die Herstellungsparameter kontrolliert eingestellt und während des gesamten Herstellungsvorganges konstant gehalten werden. Druck, Aufdampfrate und Plasmaström sind dabei eng miteinander gekoppelt. Kleine Störungen bei einem der Parameter können sich über die gekoppelten Wirkmechanismen verstärken. Die Meßwerterfassung beinhaltet die Aufdampfrate, Schichtdicke, Partialdrücke, Substrattemperatur und den Flächenwiderstand. Die Schichtdicke und -dichte wird mittels Röntgenstrahl-Interferenzanalyse bestimmt.

Im Vergleich mit anderen Produkten zeigen sich die deutlichen Qualitätsunterschiede bei den Emissionsgraden, für die man heute – von den Lacken abgesehen – drei Klassen beobachten kann. Da sind zunächst einmal die Ni-pigmentierten Aluminiumschichten. Ihr Emissionsgrad liegt in der Größenordnung von 20 %. . Dann kommen die Schwarzschrömschichten mit ca. 12 bis 16 %. Emissionsgrade unter 10 % sind aber galvanisch nicht erreichbar. Unterhalb von dieser Schwelle liegt der Bereich der im Vakuum erzeugten Schichten. Und hier findet sich TiNOX mit seinen Absorbieren wieder, denen schwedische Labore schon vor Jahresfrist einen Emissionsgrad von 5 % zertifizierten.

*Gesellschaft für Energieforschung und Entwicklung* nennt sich TiNOX im Untertitel. Das klingt ganz so, als ob diese Uni-Leute zwar wollten, aber noch nicht so recht könnten. Doch das täuscht. Denn bei genauem Hinsehen zeigt sich, daß sie sehr Praktisches und Nützlichliches produzieren. Dabei hat die Firma TiNOX die Phase der Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet längst hinter sich gelassen. Und die Markteroberung läuft bereits seit einiger Zeit auf Hochtouren.

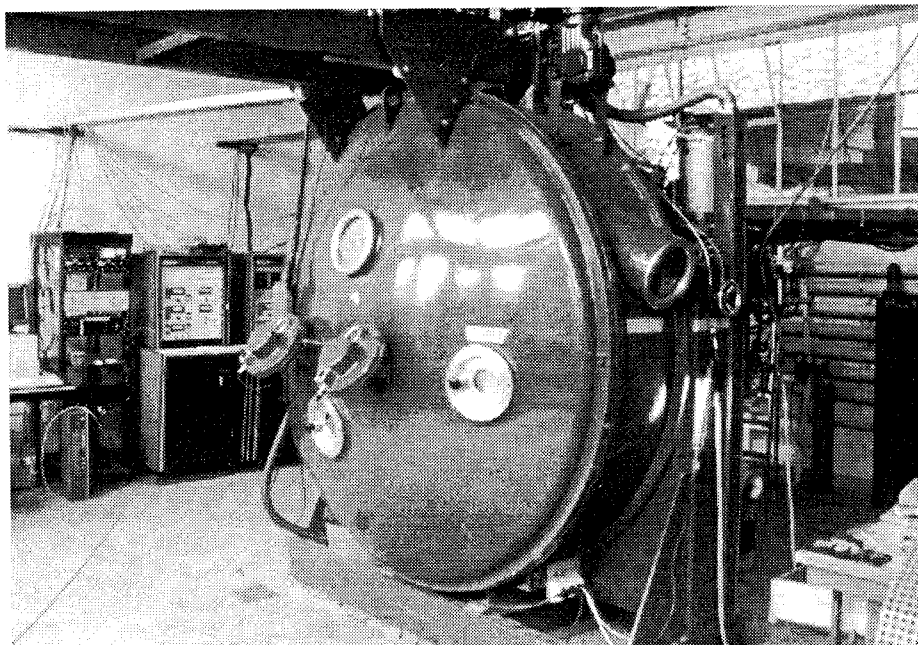


Abb. 2: Die Vakuumblocke mit Widerstandsverdampfer und Elektronenkanone zur Beschichtung der Absorbierstreifen



Abb. 3: Während der Produktion erfolgt bereits eine automatische Qualitätskontrolle