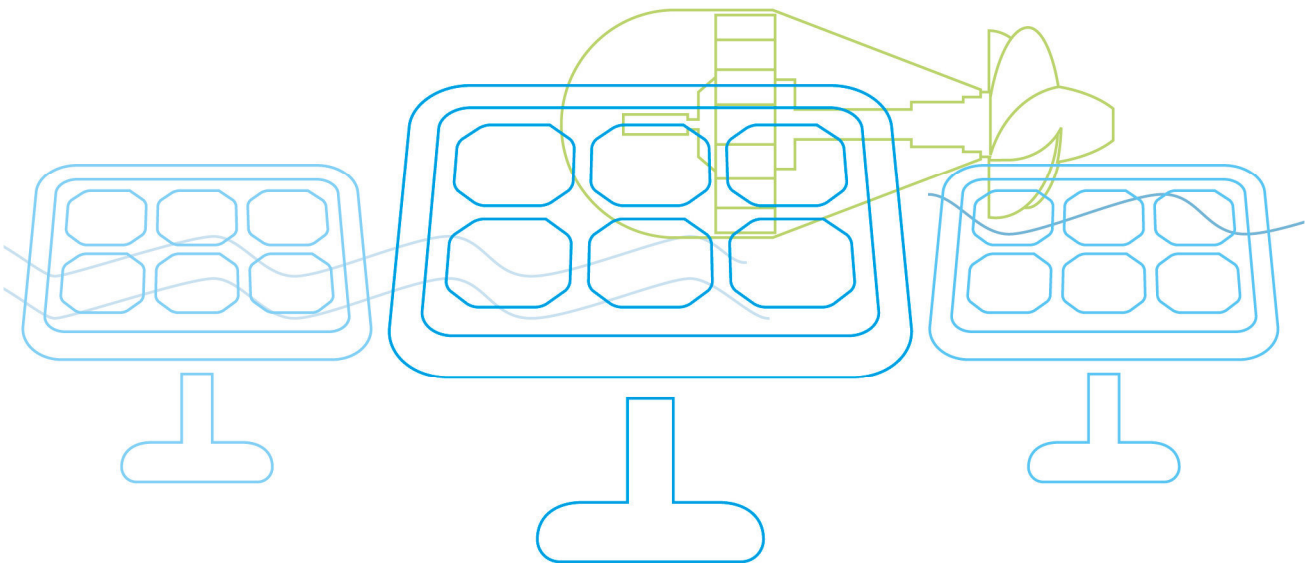




Solarwanne

Erforschung des werkstoffgerechten
Einsatzes von neuen Materialien für
solarthermische Kollektoren



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A handwritten signature in black ink, reading 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Inhaltliche Darstellung	5
3	Ergebnisse und Schlussfolgerungen	6
4	Ausblick und Empfehlungen	15

1 Einleitung

Die Solarthermie ist trotz des Photovoltaikboomes und der Finanzkrise ein Wachstumsmarkt. Solarthermie - als einer der regenerativen bzw. CO₂ neutralen Energiequellen - ist eine etablierte Heizungstechnologie speziell für Althausanierungen zur Warmwasserbereitung, Raumheizung und auch zur Bereitstellung von Niedrigtemperaturwärme. Durch die neuen europäischen Direktiven zur Energieeffizienz speziell im Bereich der Raumwärme wird die Solarthermie bevorzugt eingesetzt und mittels staatlicher Förderungen gestützt. Mit ca. 2 Dritteln der europäischen Kollektorfertigung und Vermarktung ist Österreich im EU-Raum führend. Um diese Position weiterhin zu besetzen und der Photovoltaik im Wettstreit um die Dachflächen Parole zu bieten, ist es notwendig, kostengünstigere solarthermische Kollektoren zu entwickeln.

In diesem Projekt wurde erforscht, inwieweit sich kostengünstigere Werkstoffe und im Besonderen Stahl zur Fertigung von solarthermischen Kollektorwannen eignen. Da die Metallpreise enormen Schwankungen unterliegen, wurden mehrere Optionen miteinander verglichen. Mit diesem Projekt wurde versucht eine Kostensenkung sowohl durch Minimierung des Materialeinsatzes als auch durch den Einsatz neuer Werkstoffe zu erreichen. So wurde untersucht, inwieweit sich durch geeignete Begleitmaßnahmen Wandstärkenreduktionen von derzeit eingesetzten Aluminiumwerkstoffen reduzieren lassen und ob mittels neuer Werkstoffe andere Bauteile und Geometrien verwirklichtbar sind. Diese Änderungen machten eine Entwicklung und Erprobung neuer Werkzeuge zur Kollektorgehäusefertigung notwendig.

Zusätzlich sind die sich zwangsläufig ergebenden Werkstoffkombinationen hinsichtlich korrosionstechnischer Lösungsansätze zu erforschen, denn die Beschichtungen am Werkstoff Stahl müssen dabei einerseits den Garantieansprüchen Rechnung tragen und andererseits dem Design und der Funktionalität entsprechen. Bei Verwendung von Stahl sind dessen Korrosionsschutzbeschichtungen auch im Hinblick auf Temperaturbeständigkeit und Verträglichkeit mit den in der Solarthermie verwendeten thermisch stabilen Klebern zu entwickeln. Zugleich ist ein Augenmerk auf die Gewichtsbeschränkungen in einigen Ländern zu legen und sehr dünne jedoch noch verarbeitbare Bleche einzusetzen die verarbeitungstechnisch neue Maßstäbe setzen.

Als weiterer nicht unwesentlicher Aspekt sind im Laufe des Projektjahres die für den EU-Raum in Ausarbeitung befindlichen statischen Richtlinien für Kollektoren und Befestigungen in punkto Schnee- und Windlast hinzugekommen, welche auf Grund der Erhöhung der abzutragenden Lasten eine Projektanpassung notwendig machten.

Durch kooperative Workshoptätigkeiten von solarthermischen Kollektorbauern gemeinsam mit werkstofftechnischen Forschern konnten die relevanten Anforderungen der wesentlichen Einzelkomponenten erhoben werden und neue Materialkonzepte aufgestellt werden. Durch sich ändernde Anforderungen musste die Bauteilfertigung auch simulationstechnisch abgebildet werden, um einerseits bezüglich der Werkstoffdimensionierungen Vorgaben zu erhalten und andererseits für die Werkzeugfertigung Auslegungsgrundlagen zu schaffen. Weiters war die werkstoffgerechte Konstruktion der Werkzeuge zur Fertigung der Bauteile ein wesentlicher Arbeitsschritt.

Durch die gewichtssensitive Thematik des Kollektorenbaus kommen möglichst dünnwandige Vormaterialien zum Einsatz, die dennoch die geforderten statischen Bauteileigenschaften erbringen, aber auch den Umformbeanspruchungen des Herstellprozesses genügen müssen. Wesentlich ist, dass auch der Korrosionsschutz – z.B. in Form einer organischen Beschichtung am Werkstoff Stahl – auf die in der solarthermischen Branche vorherrschenden Umweltbedingungen und der verwendeten temperaturstabilen Kleber abgestimmt werden musste. Zu gewährleisten war jedoch eine bestmögliche Umformung ohne Beeinträchtigung der Beschichtung, um die Kollektorstandzeit nicht negativ zu beeinflussen. Durch die Kombination von unterschiedlichen Werkstoffen musste auch die Korrosionsbeständigkeit genauestens untersucht und Lösungswege zu dessen Vermeidung erhoben werden.

2 Inhaltliche Darstellung

Die durch die Finanzkrise hervorgerufenen strategischen Unsicherheit sowohl beim den Kollektorhersteller GREENoneTEC als auch bei voestalpine, machte es unmöglich die Marktattraktivität eines Stahlsolarthermiekollektors absolut zu bewerten.

Ursprünglich war das Ansinnen, das Kollektorgehäuse alternativ aus Stahl zu fertigen, äußerst attraktiv. Aufgrund der krisenbedingten Materialpreisschwankungen änderte sich die finanzielle Bewertung bei Stahl von kostengünstig zu kostenneutral und durch damit angeregte Mitbewerbsaktivitäten öffnete sich eine weitere strategische Option in Richtung Kunststoffkollektorfertigung, die sich jedoch aufgrund derzeit noch fehlender Produktions- & Verarbeitungskompetenzen als sehr schwierig aber interessant darstellte.

Auf Grund der ersten Ergebnisse und den höheren statischen Anforderungen, welche sich auf Basis der neuen technischen Richtlinie zur Berechnung der auf Kollektorsysteme einwirkenden Wind- und Schneelastanforderungen ergeben, wurde auch das Ansinnen der Materialstärkenreduktion obsolet. Die Stahlwannen konnten auch nicht mehr wie bei der ersten Prototypenfertigung mit einem weichen Tiefziehstahl gefertigt werden, sondern es musste auf einen höherfesten Stahl umgesattelt werden dessen Produktion in dieser „Dünne“ und dessen Tiefzieheignung noch ungewiss waren. Die erheblichen Vorlaufzeiten gepaart mit der strategischen Unsicherheit / Entscheidungsverzögerungen bewirkten ein Wettrennen mit der Projektlaufzeit.

Es konnte dennoch gezeigt werden, dass es möglich ist eine Kollektorwanne aus Stahl zu fertigen, die den korrosionstechnischen und statischen Anforderungen genügt, die sich jedoch bedingt durch die starken Materialpreisschwankungen nicht immer als kostengünstigere Lösung darstellt.

Des Weiteren wurde eine neue Aluminiumwanne entwickelt, die den neuen höheren statischen Anforderungen gerecht wird und dadurch eine Qualitätssteigerung an den solarthermischen Kollektoren erreicht.

Als neue Werkstoffoption für eine Kollektorwanne wurde in diesem Projekt ebenfalls Kunststoff untersucht, für den ein Konzept entwickelt wurde, das sowohl in statischer vor allen Dingen aber preislicher Hinsicht eine äußerst interessante Alternative darstellt.

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

a. Erhebungen

Für die preisliche Bewertung und Analyse der unterschiedlichen Kollektorwannenkonzepte wurde Kalkulationsvorlagen erstellt, deren Grundlagen die aktuellen Materialpreise laut der Rohstoffbörse in London (LME), die jeweiligen Bearbeitungspreise der Projektpartner, Transportkosten und dazugehörige Zusatzmaterialien beinhalteten.

Mit Hilfe dieser Kalkulationen konnten die aktuellen Preisentwicklungen, die verursacht durch die Wirtschaftskrise stark schwankten, verfolgt werden und somit auch die Marktpotentiale bewertet und Entwicklungsrichtungen korrigiert werden.

Durch die Wirtschaftskrise und den damit verbundenen sehr niedrigen Rohstoffpreise ergaben sich in der ersten Phase des Projektes sehr geringe bis gar keine preislichen Vorteile bei einer Substitution des Werkstoffes Stahl gegenüber Aluminium. Dies resultierte vornehmlich aus dem an sich geringen Preisunterschied von Stahl zu Aluminium und aus dem doch höheren Materialeinsatz bei den eingesetzten Materialwandstärken in Folge der größeren Dichte von Stahl gegenüber dem von Aluminium.

Der ursprünglich angedachte preisliche Vorteil war im der ersten Projekthälfte nicht evident und die zukünftige Preisentwicklung nicht absehbar und zudem äußerst unsicher.

Vor diesem Hintergrund wurde das Marktpotential alleine schon aus preislicher Sicht als sehr gering eingestuft und es wurden daher neue Materialien in die Evaluierung einbezogen. Die Werkstoffgruppe der Kunststoffe zeigte ein hohes Potential. Nach einer Evaluierung der relevanten Kunststoffe/Verarbeitungsverfahren/Kosten und Restriktionen mit Experten und Lieferanten aus der Kunststoffbranche zeigt sich ein hohes Potential für ein Gehäuse aus spritzgegossenem Polypropylen.

In weiterer Folge wurde dieses Material in einer Feasibility Studie auf dessen Einsatzpotential im Bereich eines Kollektorgehäuses für thermische Sonnenkollektoren im Vergleich zu Aluminium und Stahl mit untersucht.

Bei der Gehäusevariante aus Kunststoff wurde als Fertigungstechnologie Spritzguß betrachtet, welche den wesentlichen Vorteil einer möglichen Funktionsintegration von mehreren Bauteilen ins Gehäuse aufweist. In unserem Falle einer Kollektorwanne konnten Kleinteile für die Befestigung und Abdichtung des Absorbers in und zur Wanne und deren Arbeitsschritte in den Bauteil integriert werden. In der Kalkulation für die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Materialvariationen wurden diese Komponenten mit berücksichtigt.

Die finanzielle Gegenüberstellung der Gehäuse aus Aluminium, Stahl und Kunststoff ergab eine Preisreduktion von max. 10% bei Stahl gegenüber Aluminium und max. 38% von Polypropylen gegenüber Aluminium, wobei sich die Einsparungspotentiale abhängig vom Rohstoffpreis bei Stahl auf null Prozent reduzieren könnten, wo hingegen bei Kunststoff eine minimale Einsparung von 25% dauerhaft zu erzielen wäre.

Das große Einsparungspotential bei Polypropylen allerdings ist mit hohen Investitionskosten verbunden, die nur bei hohen produzierten Stückzahlen pro Jahr rentabel sind und diese werden aufgrund von Kundenbefragungen bisher nicht erwartet. Die Kunststoffkollektoren mit ihren preislichen Vorteilen werden weiterhin als qualitativ minderwertig und nicht sehr langlebig

empfundener und erfreuen sich einer nicht sehr breiten Akzeptanz. Die Langzeitbeständigkeit einer solchen Kollektorwanne mit all ihren thermischen und witterungsbedingten Belastungen müssten erst in sehr aufwendigen Untersuchungsreihen nachgewiesen werden.

Weiters wurde in internen Workshops Bewertungskriterien erarbeitet, die es ermöglichten, neben den sehr konkreten finanziellen Betrachtungen, die Potentiale der einzelnen Materialien zu eruieren.

Diese Bewertungskriterien wurden auch mit potentiellen Kunden von GREENoneTECT diskutiert und deren Ergebnisse in die Auswertung aufgenommen.

Bei dieser Bewertung wurde das Kunststoffgehäuse aus Polypropylen klar favorisiert. Kollektoren mit Stahlwanne zeigten keine wesentlichen Vorteile gegenüber denen aus Aluminium.

Was sich allerdings aus allen Kundengesprächen und Workshops herausstellte war die Wichtigkeit der statischen Eigenschaften der Kollektoren aus neuen Materialien. Den neuen technischen Richtlinien zur Auslegung von Kollektorsystemen hinsichtlich der Wind- und Schneebelastungen zu entsprechen blieb (für Aluminium und Stahl) offener Projektschwerpunkt.

b. Prototypenfertigung

Die ersten beschichteten Stahlbleche mit einer Dicke von 0,5mm und den Festigkeitseigenschaften von DX56 wurden bei der Fa. Vogl Noot tiefgezogen, wobei ein Serientiefziehwerkzeug für Kollektorwannen aus Aluminiumblech verwendet wurde. Die Wannen wurden bei GREENoneTEC in der Fertigung zu Kollektoren verarbeitet, wobei bei den einzelnen Fertigungsschritten der Wannenbearbeitung oder bei den darauffolgenden Kollektorfertigungstechnologien dem mechanischen Verpressen und dem Verkleben keinerlei Auffälligkeiten auftraten.



Den technischen und werkstofflichen Anforderungsänderungen (s. Kapitel Kollektorentwicklung), die im Rahmen eines Kooperationsworkshops erhoben und ausgetauscht wurden, wurde bei der 2. Prototypenfertigung durch Umschwenken auf eine höherfeste Stahlgüte und geometrische Änderungen genüge getragen.

Die zweite Prototypenfertigung erfolgte nicht mehr bei Vogel und Noot in Ungarn sondern bei der voestalpine Tochter Polynorm Grau in Schwäbisch Gmünd. Sie konnte trotz erheblich engerer Toleranzen und anspruchsvollerer Geometrien sowie Werkstoffe sehr zufrieden stellend durchgeführt werden.

Die von GREENoneTEC und Polynorm Grau entwickelte Wanne die ursprünglich für ca. 0,6 mm Aluminiummaterial angedacht war, musste jedoch aufgrund der EU-weiten Erhöhung der statischen Anforderungen punkto Schnee- und Windlast, wieder auf 0,8mm umgeändert werden und erhielt zusätzlich zahlreiche Versteifungssicken die jedoch beim Tiefzug problematischer sind.

In Bezug auf die Stahlwanne musste aber nach wie vor 0,5mm Material verwendet werden um einerseits das Gewicht der Wanne nicht unzulässig zu erhöhen und andererseits damit auch die Materialkosten steigen zu lassen. Um den statischen Anforderungen mit diesen geringen Materialdicken dennoch zu genügen, wurde ein höherfesterer Stahl (H280YD) mit dennoch akzeptablen Tiefzieheigenschaften – die aus Laboruntersuchungen eruiert wurden – herangezogen.

Da die organische Beschichtungsauswahl aus der ersten Prototypenfertigung exzellente Ergebnisse brachte, erfolgte auch die zweite Produktion mit beidseitig 25µm PVDF Lack. Dieser Lack hatte zudem den Vorteil, dass er bereits auf das Assembling der Kollektoren d.h. auf den Kleber abgestimmt war wie Laboruntersuchungen bei voestalpine zeigten.

Nach anfänglichen Schwierigkeiten und einigen notwendigen Anpassungen im Fertigungsprozess konnten letztendlich einwandfreie Gutteile tiefgezogen werden.

Die bei Polynorm tiefgezogenen und beschichteten Wannen wurden bei GREENoneTEC zu Kollektoren weiterverarbeitet, wobei das zu fertigende Produkt auf einer automatisierten Kollektorfertigungsanlage produziert wurde. Da diese Anlage für die Serienproduktion von Kollektoren mit Aluminiumwanne im Einsatz ist, waren alle Fertigungsschritte, Werkzeuge und Sensoren auf dieses Material abgestimmt und es musste in einem ersten Versuch eruiert werden inwieweit eine automatisierte Produktion mit beschichteten Stahlwannen überhaupt durchführbar ist. Auch hier konnten nach anfänglichen Schwierigkeiten – lediglich der Stanzprozess konnte nicht mit den in der Serie auf Aluminium ausgelegten Stanzwerkzeugen nicht durchgeführt werden – durchwegs Gutteile gefertigt werden.



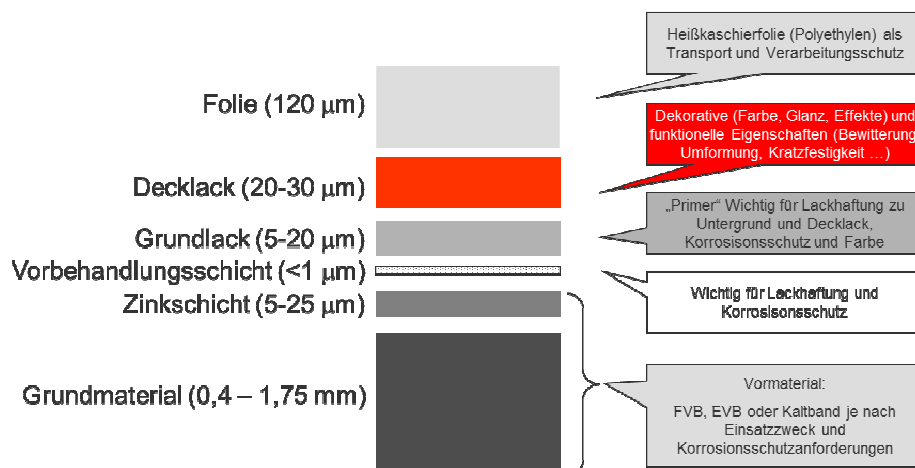
c. Korrosionstechnische Untersuchungen

Neben den Labortests wurden beschichtete Bleche in Kollektoren unter realen extremen Betriebsbedingungen (auf Gran Canaria und in St. Veit) ausgelagert, um die Temperaturbeständigkeit der organischen Beschichtung abzuprüfen. Trotz einiger Stillstandsbedingungen (das Wärmeträgermedium stagniert da keine Wärmeanforderung des Heizsystems vorliegt – damit erfolgt auch kein Wärmeabtransport und es treten somit die höchst möglichen Betriebstemperaturen auf) bei denen Absorbertemperaturen von bis zu 250°C erreicht werden, erreicht die Kollektorwanne am seitlichen Umfangsbereich (rückseitig ist der Absorber in ca. 5cm hitzebeständiger Isolierung in die Wanne eingebettet) lediglich knapp 90°C wie Temperaturindikatoren zeigten. Temperaturen unter 100 bis 120°C beeinträchtigen die organische Beschichtung – wie auch die Auslagerung nach einem ganzen Jahr zeigte – nicht. Dieser Umstand ist aufgrund des Einsatzes von beschichtetem Stahl bei Dach und Fassadenpaneelen bereits Langzeiterprobt und nachgewiesen. Ungewiss war lediglich die Höhe der thermischen Belastung – die jedoch nur durch die indirekte Erwärmung über Strahlung vom überhitzten Absorber und nicht durch direkte Sonneneinstrahlung nicht über 90°C hinausgeht.

Für die Stahlthermiewannen kamen in Anlehnung an die Fassaden und Blechdacheinkleidungen folgende witterungsbeständige organische Beschichtungen in Betracht: Polyurethan-Polyamid (PUR-PA) bzw. Polyvinylidenfluorid (PVDF). Die Polyesterlacke bieten zusätzlich auch hinsichtlich der Umformbarkeit nicht die gewünschten Eigenschaften und wurden nicht in Betracht gezogen.

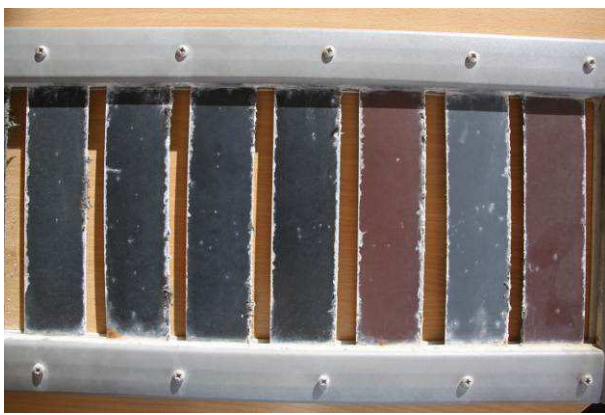
Die PUR-PA Schichtsysteme sind eine kostengünstigere Alternative zu den aufgrund der Fluoridbasis doch etwas besseren PVDF Lacken und werden zur Erreichung eines ähnlichen Eigenschaftsspektrums bis zur doppelten Lackdicke von ca. 50µm angewendet, was der Umformbarkeit auch nicht zuträglich ist.

Die Wahl des für solarthermischen Anwendungen optimalen Lacksystems wurde daher mit 25µm PVDF festgelegt und hat wie alle Standardlacksysteme folgenden Aufbau (von außen nach innen):



Die Bilder der Realproben zeigen sogar an einer vordefinierten Beschädigung (Ritz) keinerlei Korrosionsangriff. Zusätzlich wurden auch Proben mit blanken Schnittkanten ungeschützt exponiert. Die in Gran Canaria der Meeresluft ausgesetzten Proben zeigen nach einem Jahr wie im unteren ersten Bild ersichtlich ist bereits eine Unterwanderung des Lackes von der Schnittkante her, die sich mit den diversen Laborergebnissen decken. Diese Korrosion kann wie auch in der Automobilindustrie mit versteckten Kanten durch z.B. Umbördelungen oder Kleber bzw. Versiegelungen vermieden werden. Die in St. Veit exponierten Proben weisen dieses Erscheinungsbild nicht auf, sondern zeigen nach 1 Jahr keinerlei Degradationserscheinungen auf, somit scheint ein Einsatz im Binnenland als möglich.

Gran Canaria



St. Veit/Glan



Wesentlich ist, dass die Proben in der Fläche der Beschichtung keine Korrosionserscheinungen zeigen, wie z.B. Bläschenbildung usw.

Durch den völlig neuen Stahleinsatz bei Kollektorwannen wurden neben herkömmlicher Korrosionstests, die vor allem die für die Automobil- bzw. Baubranche üblichen Freigabeproofungen (VDA, Klimawechseltest, UV-test, Umformbarkeit der Beschichtung ...) in Anlehnung an mögliche Realbedingungen weitere neue Laborkorrosionstests konzipiert und entwickelt sowie dann auch ausgeführt. Diese sind:

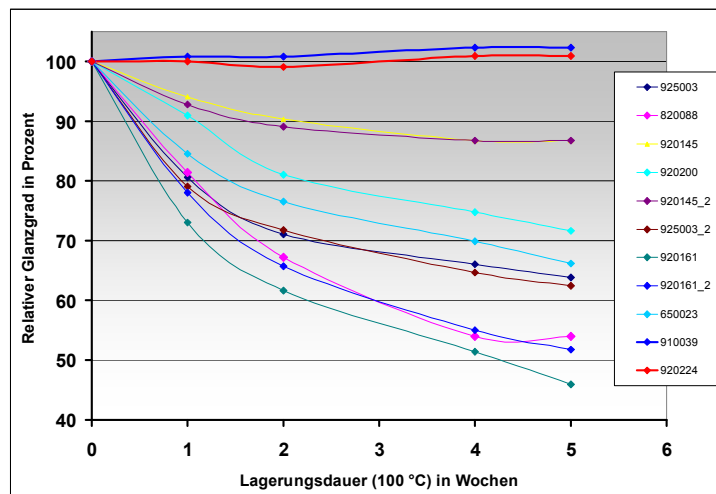
- Prüfung der Bindemittelbeständigkeit bei erhöhten Temperaturen
- Beschichtungsverhalten in Dampf (100 °C) / Kälte (-20 °C) Wechselzyklus

Hintergrund der Prüfung auf Bindemittelbeständigkeit ist die mögliche erhöhte Temperaturbelastung, die z.B. zum „Ausdampfen“ von Lackbestandteilen und somit zu einem Abbau/Schwächung des Bindemittels führt. Ein Bindemittelabbau macht das System auch deutlich anfälliger für eine etwaige UV-Schädigung, welche eine Initiation einer Totalschädigung sein kann.

Mit einem Bindemittelabbau geht eine Aufrauhung der Oberfläche bis hin zu möglichen Lackdefekten einher und beeinträchtigt den Glanzgrad der Beschichtung, der für die Labortests gemessen wurde.

Vorgangsweise beim Bindemittelabbau Korrosionstest:

- Lagerung im Trockenschrank bei 100 °C
- Wöchentliche Messung des Glanzgrades (60 °)
- Gegenüberstellung unterschiedlichster Lacksysteme und Auswahl des geeignetsten.



Aus der Grafik ist ersichtlich, dass die Probe des schlussendlich ausgewählten PVDF-Lackes (Blaue Linie) keine Veränderung des Glanzgrades zeigt. Ähnlich gut verhält sich der PUR-PA Lack (rote Linie) der eine mögliche Alternative zum relativ teuren PVDF-Lack zumindest aus Bindemittelsicht her darstellt.

Als weiterer Korrosionstest wurde das Beschichtungsverhalten unter Wasserdampfbelastung untersucht. Hintergrund der Prüfung ist die reale Nachstellung der Belastung auf die geklebte Verbindung zwischen Organisch beschichteter Wanne und der Kollektorscheibe, die sich auf keinen Fall – auch nicht durch Korrosionsbeeinflussung – lösen darf!

Im Kollektor entsteht bei hoher Luftfeuchte und hohen Temperaturen tagsüber (schwüler Sommertag) und einer starken Abkühlung nachts eine Kondenswasserbildung, die morgens an der Scheibeninnenseite in Form von Wassertropfen sichtbar ist. Dieses Kondenswasser läuft dann teils über die Klebeverbindung Glas-Wanne ab und verdampft anschließend beim raschen Temperaturanstieg durch die Sonneneinstrahlung.

Das Fazit der an den Proben durchgeführten Beschichtungsuntersuchung ist, dass durch die im Sonnenkollektor hohen auftretenden Temperaturen ein Standardpolyestersystem nicht zu empfehlen ist. Sehr gute thermische Beständigkeit hingegen zeigen PVDF und PUR-PA Systeme.

Im Vergleich zu den bisherigen Anwendungen in der Baubranche als z.B. Blechdach oder Fassadenelement sind bei diesen Beschichtungstypen keine wesentlichen Unterschiede sowohl in der Verarbeitung als auch in der Anwendung zu erkennen. Zu achten ist auf die Unversehrtheit der Beschichtung und auf die Vermeidung von offen liegenden Schnittkanten durch bauliche Maßnahmen. Bei Beachtung steht einer mehrere Jahrzehnte lange Nutzung einer Stahlthermiewanne nichts im Wege.

d. Kollektorentwicklung

Das ursprünglich verfolgte Ziel mittels einer Stahlwanne eine signifikante Kostenreduktion an einem thermischen Solarkollektor zu erzielen, konnte bedingt durch die Wirtschaftskrise und den damit einhergehenden Preisverfall der Rohstoffpreise anfangs nicht erreicht werden. Die Stahlwanne mit einem 0,5mm Blech stellt sich zwar als kostengünstigere Variante zum 0,8mm Aluminiumblech jedoch nicht günstiger als eine 0,6mm Aluminiumwanne dar.

Der Ansatz eine Einsparung durch eine Wandstärkenreduktion beim Aluminium von 0,8mm auf 0,6mm zu erlangen, führte aus den sich innerhalb der Projektlaufzeit ergebenden neuen statischen Vorgaben mit den erhöhten Belastungswerten bei Schneelast von ca. 400kg/m² und Windlasten von ca. 300kg/m² bei den durchgeführten Belastungstests ebenfalls zu keinem positivem Ergebnis.

Auch eine Substitution des Wannenmaterials von Aluminium auf Stahl zeigte in den bei GREENoneTEC intern durchgeführten Belastungstest der ersten Prototypenserie keine Verbesserung der Belastungsgrenzen, wobei anzumerken ist, dass hier noch extrem weicher Stahl (DX56) verwendet wurde und eine Verbesserung bei höher festem Stahl (H280) in der zweiten Prototypenserie zu erwarten war.

Diese beiden etwas unerwarteten Ergebnisse führten zur Aufstellung eines Kollektor- und Belastungsmodell, um über FEM - Simulationen die Kollektorgeometrien, unterschiedliche Materialien und deren Wandstärken variieren und abbilden zu können, um damit eine statisch und preislich optimale Lösung zu finden.

Mit diesem Berechnungsmodell wurden am Aluminiummaterial mit 0,6mm geometrische Optimierungen durchgeführt und zusätzliche Versteifungen integriert und eine komplett neue Kollektorwanne entwickelt, jedoch konnten die statischen Zielwerte nicht erreicht werden. Aus diesem Grunde wurde das 0,6mm Aluminiummaterial wieder verworfen und ein Umstieg auf 0,8mm vollzogen, wodurch das Belastungsziel jedoch auch nur annähernd erreicht werden konnte.

Für den Belastungsfall Schneelast konnten die Vorgaben von 400 kg/m² erreicht werden (Druckbelastung von 320kg/m² bedeutet mit allen Beiwerten umgerechnet eine Schneelast von 400kg/m²), wohingegen die Windbelastung mit 230 kg/m² noch zu gering ausfällt.

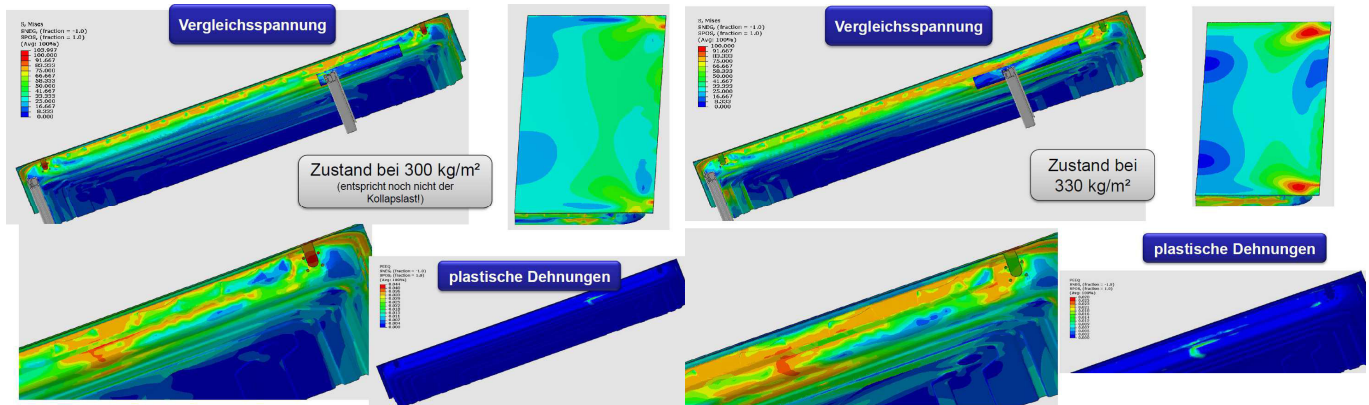
Dies eröffnete einer Kollektorwanne aus Stahl wieder neue Perspektiven, da zum einen ein geringer Preisvorteil gegeben ist und zum anderen durch den Werkstoff Stahl mit seinen höheren Festigkeitswerten das Erreichen der statischen Ziele vielversprechender erschien.

Aus diesem Grunde wurde entschieden, weitere Optimierung an der Aluminiumwanne zu entwickeln, um dann gegebenenfalls die Erkenntnisse auch auf Stahl zu übernehmen.

In zahlreichen Entwicklungsschritten wurden Änderungen an der Wannengeometrie vorgenommen und simulationstechnisch ausgewertet. Es stellte sich dabei heraus, dass die Wannengeometrie in dieser Wandstärke alleine nicht mehr weiter optimiert werden konnte und dass eine Verbesserung zur Erreichung einer höheren Zuglast nur über Anpassung des Befestigungssystems erlangt werden könnte. Dieser erweiterte Entwicklungsansatz führte dann auch zu Erreichung der Ziellast im Zugbelastungsfall von 300 kg/m².

Zug

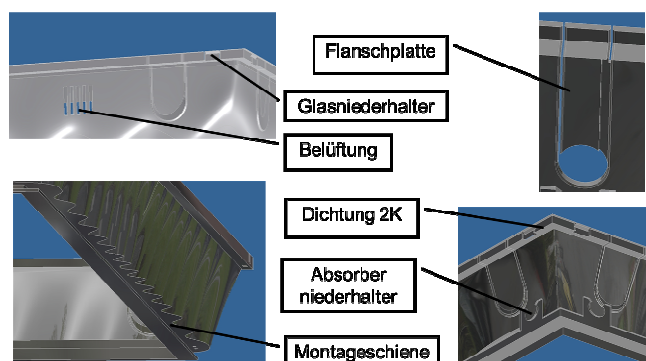
Druck



Um das Ziel einer signifikanten Kostenreduktion weiter zu verfolgen, wurde zudem eine weitere Materialoption in die Betrachtungen mit einbezogen und eine Machbarkeitsstudie für eine Kollektorwanne aus Kunststoff gestartet.

Aufbauend auf einer Technologie- und Materialanalyse, bei der alle relevanten Fertigungstechnologie für Kunststoffe und die damit zu verarbeitenden Materialien gegenübergestellt wurden, wurde die Spritzgußtechnologie für das Grundmaterial Polypropylen, welches preislich und technisch interessant erschien, ausgewählt.

Zusammen mit einem der führenden Hersteller und Verarbeiter von Polypropylen, wurde in zahlreichen Workshops darauf ein Kollektorwannenkonzept aus Kunststoff erarbeitet. Grundidee dieses Konzeptes ist es, einen Rahmen aus Polypropylen mit Spritzgußtechnologie zu fertigen und mit einer dünnen vorgefertigten Bodenplatte in einem Fertigungsschritt zu verbinden. Wesentlicher Vorteil dieses Konzeptes ist die Möglichkeit der Funktionsintegration von weiteren Kollektorbauteilen wie Absorberniederhalter, Flanschplatten, Durchführungs- und Belüftungsöffnungen, Dichtungen und Befestigungselemente, die in der Kollektorfertigung eine erhebliche Vereinfachung ermöglichen würden, da sich der Kollektor und nunmehr 4 Bauteilen, der Wanne, der Isolierung dem Absorber und dem Glas leicht automatisierbar fertigen ließe.



Ein weiterer und sehr wichtiger Vorteil dieses Konzept ist, das durch die Spritzgußtechnologie eine freie Formgestaltung besteht, die es relativ leicht ermöglicht Versteifungen in die Rahmengeometrie zu integrieren. Damit könnte es, trotz der Verwendung eines Kunststoffes mit erheblich niedrigeren Festigkeitseigenschaften verglichen zu Aluminium und Stahl, möglich sein die vorgegeben Belastungswerte zu erreichen.

Erste statische Simulationen zeigten bei Belastungen bis 400 kg/m² nur geringe mechanische Verformungen, die daraufhin deuten liesen, dass das Kunststoffwannenkonzept auch statisch betrachtet realisierbar ist.

4 Ausblick und Empfehlungen

Bedingt durch die Verzögerungen im Projektablauf wurden die ersten Prototypen erst zum Ende der Projektlaufzeit gefertigt und konnten daher im Rahmen des Projektes in den angedachten Umfang nicht getestet werden.

Es werden aber die gefertigten Prototypen nach Projektende seitens GREENoneTEC und voestalpine in funktionsfähigen Solaranlagen installiert und somit ein Langzeitscreening gestartet, um daraus noch weitere Erkenntnisse zur Einsatzfähigkeit zu erlangen.

Kollektoren aus Stahlwannen sind mit den im Projekt eruierten Materialien und Produktionsbedingungen produzierbar und stehen den bisherigen Produkten nicht nach.

Ein Restrisiko besteht nach wie vor in Bezug auf Korrosion durch Beschädigung der Schutzschichten im Zuge des Handlings bzw. im Bereich der blanken Schnitt/Stanzkanten.

Inwiefern Maßnahmen, die eine Beschädigung verhindern können, den Kostenvorteil wieder aufwiegen bzw. auf mangelnde Akzeptanz beim Kunden stoßen, ist erst nach einem Versuch am freien Markt festzustellen.

Zudem könnte das höhere Gewicht einer Stahlwanne (ca. 5 kg) im Vergleich zur Aluminiumwanne speziell bei den Installateuren zu einem Markthemmnis führen, da sich das Handling am Dach dadurch zunehmend erschwert.

Aus Sicht von voestalpine ist es einen Versuch wert, ein derartiges Produkt auf den Markt zu bringen und sind bereit, interessante Kundenanfragen durch Materiallieferungen zu befriedigen.

Weiters fließen die Erfahrungen und speziell die Korrosionstechnischen Untersuchungsergebnisse als zusätzlicher Eckpfeiler in die Materialeignungsdaten ein und können möglicherweise für künftige Anwendungen (z.B. Fassaden & Dach oder Photovoltaik ...) relevant werden.

Produktionstechnisch hat auch unsere Tochter Polynorm Grau einiges an Erfahrungen gesammelt, um etwaige zukünftige Anfragen effizient abzuarbeiten und zufrieden stellend zu bedienen.

Sollte sich materialpreisbedingt ein signifikanter Preisvorteil beim Einsatz einer Stahlwanne ergeben, so könnte sich GREENoneTEC vorstellen, sofort ein dementsprechendes Produkt in den Markt zu bringen.

Die Erkenntnisse aus der Kurzstudie zur Einsatzmöglichkeit von Kunststoff im Kollektorbau haben GREENoneTEC motiviert in ein Entwicklungsprojekt zur Entwicklung eines Kunststoffkollektors einzusteigen, in dem die bereits erarbeiteten Erkenntnisse genutzt und einfließen werden.

IMPRESSUM

Verfasser

GREENoneTEC
Solarindustrie GmbH

Industriepark St. Veit
Energieplatz 1, 9300 St. Veit
Tel.: +43 (0)4212 28 136-0
Fax: +43 (0)4212 28 136-250
E-Mail: info@greenonetec.com
Web: www.greenonetec.com

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH