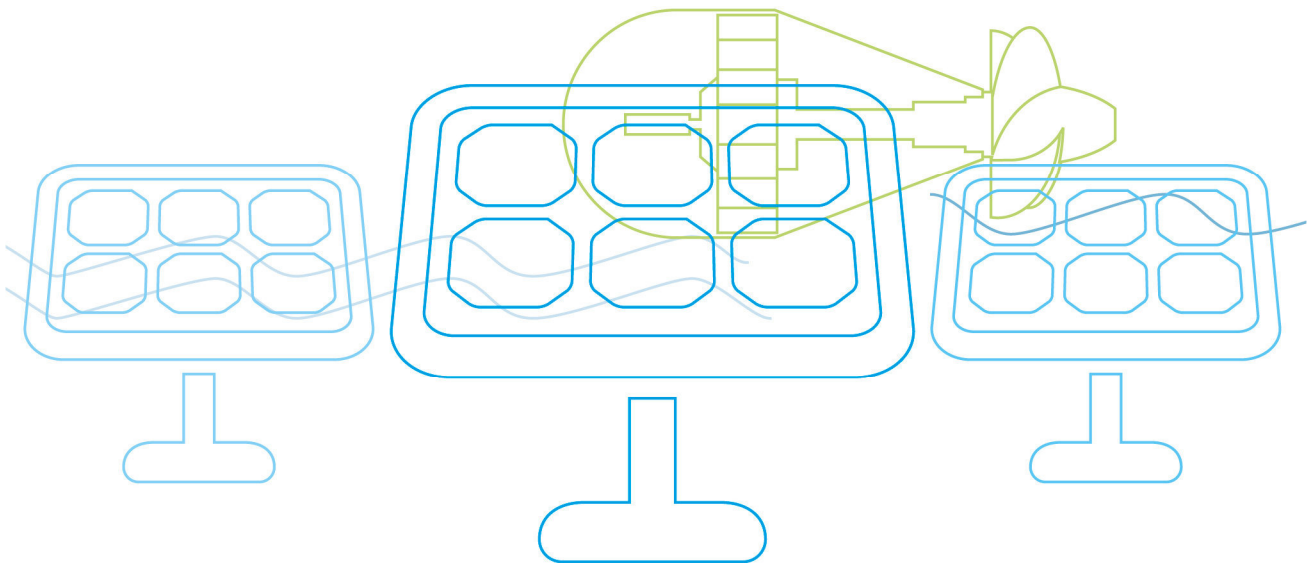




PA-Rückseitenfolie

Polyamid als neuartiger
Witterungsschutz für PV-Module



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

Inhalt

Kurzfassung.....	2
Abstract	3
1 Einleitung.....	4
1.1 Aufgabenstellung	4
1.2 Schwerpunkte des Projektes.....	5
1.3 Einordnung in das Programm.....	6
1.4 Verwendete Methoden	8
1.5 Aufbau der Arbeit.....	8
2 Inhalt	10
3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen des Projektes	12
4 Ausblick und Resumee	14

Kurzfassung

Ziel des Projekts war es, Polyamid (PA) als Werkstoff so weiterzuentwickeln, dass eine Erweiterung der Anwendungen als Einkapselungsmaterial für Photovoltaikmodule möglich wird, bzw. dass das vorhandene Potenzial in PV-Modulen signifikant besser genutzt werden kann. Mit weißer modifizierter PA-Folie hat die ISOVOLTAIC AG dabei bereits eine Folie entwickelt, die den grundsätzlichen Ansprüchen an ein Einkapselungsmaterial für PV-Module gerecht wird. Es galt nun zusätzlich diese Folie so weiterzuentwickeln, dass sie den zukünftigen Anforderungen der PV-Modulproduzenten ebenfalls genügt und Modulweiterentwicklungen möglich macht. Diese Anforderungen beinhalteten vielfältige technische Herausforderungen, die auf Grundlage bestehender und neuer Konzepte für Einkapselungsmaterialien gelöst wurden.

Alle diese weiterentwickelten Einkapselungsmaterialien auf PA-Basis wurden im Rahmen dieses Projekts in umfangreichen anwendungstechnischen Prüfungen charakterisiert, damit es den PV-Modulproduzenten ermöglicht wird, entsprechende Leistungsgarantien für bestehende und neue Modultechnologien abzugeben. Art und Umfang der Prüfungen wurden dabei ständig den aktuellen Erkenntnissen und Erfordernissen der Photovoltaikindustrie angepasst.

Abstract

The aim of the project was to further develop polyamide (PA) as material so that a widening of the applications as backsheet for photovoltaic modules would be possible, and respectively that the output of PV-modules could be improved. With white modified PA-film, ISOVOLTAIC AG has thereby already developed a film which fulfills the basic requirements towards a backsheet for PV-modules.

Moreover, it was essential to develop this film in order to comply with the future requirements of PV-module manufacturers and to allow for the advancement of PV-modules. These requirements comprised technical challenges, which could be solved on the basis of existing and new concepts for backsheets. All these enhanced backsheets based on PA were subject to comprehensive application engineering test procedures in order to allow the PV-module manufacturers to support their existing and new module technologies with respective output warranties. Type and extent of the test procedures were thereby adapted to active findings and requirements of the photovoltaic industry at anytime.

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Witterungsbeständige Folien, wie sie heute am Markt üblich sind, haben gute Basiseigenschaften, um den Schutz eines PV-Moduls vor Umwelteinflüssen zu gewährleisten. Eine Weiterentwicklung dieser Folien bezüglich technischer Eigenschaften und natürlich auch reduzierter Kosten, bei gleichzeitiger Erfüllung höchster Ansprüche an Witterungs- und UV-Stabilität, hat in den letzten Jahren nur eingeschränkt stattgefunden. Eine Möglichkeit für den Aufbau einer solchen Rückseitenfolie ist wie folgt:

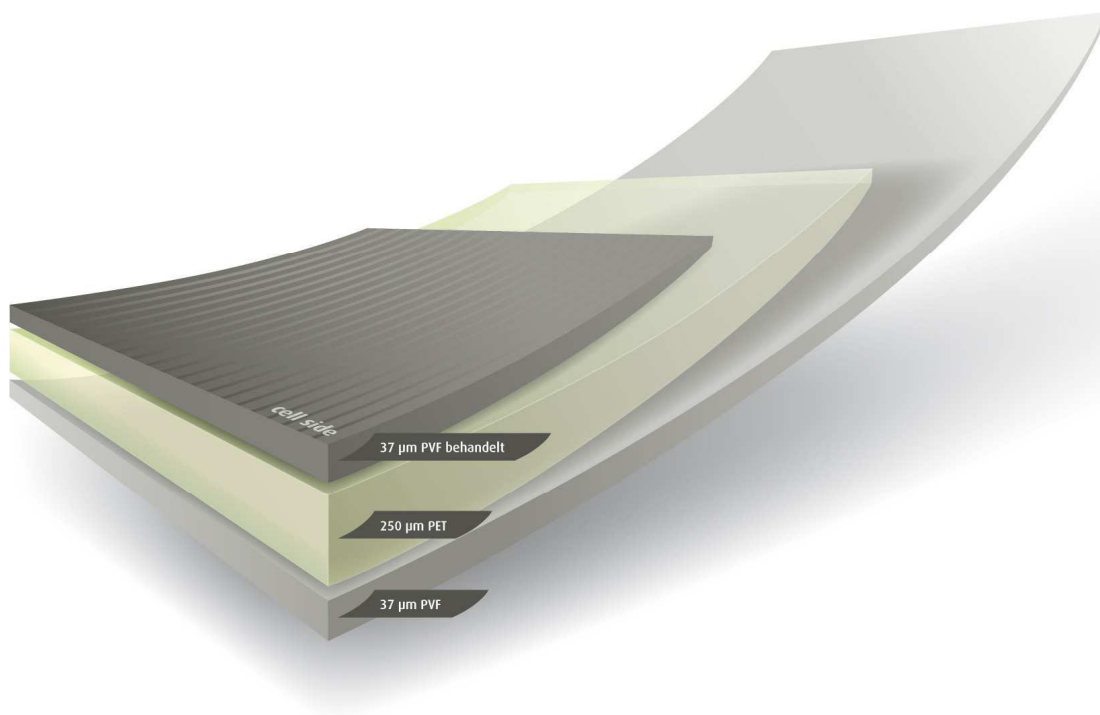


Abbildung 1: Schematischer Aufbau Rückseitenfolie (ICOSOLAR® 2442)

Die typische Verwendung in PV-Modulen ist nachfolgend dargestellt

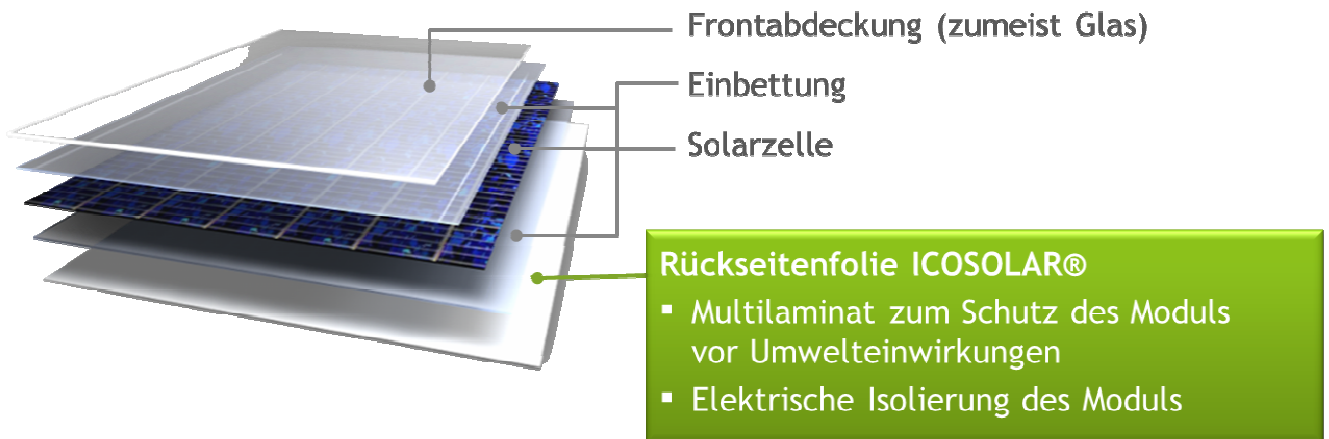


Abbildung 2: Schematischer Aufbau Modul

Aus dem zuvor genannten Grund sollten Weiterentwicklungen von modifiziertem Polyamid und seinen Verbunden durchgeführt werden, um den aktuellen und zukünftigen Anforderungen der Produzenten von PV-Modulen gerecht zu werden.

1.2 Schwerpunkte des Projektes

Ziel des Projekts war es, Polyamid (PA) als Werkstoff so weiterzuentwickeln, daß eine Erweiterung der Anwendungen als Einkapselungsmaterial für Photovoltaikmodule möglich wird, bzw. daß das vorhandene Potenzial in PV-Modulen signifikant besser genutzt werden kann. Mit weißer modifizierter PA-Folie hat die ISOVOLTAIC AG bereits eine PA-Folie im Markte eingeführt, die den grundsätzlichen Ansprüchen an ein Einkapselungsmaterial für PV-Module gerecht wird. Es galt nun, diese Folie so weiterzuentwickeln, dass sie den aktuellen Anforderungen der PV-Modulproduzenten genügt und Modulweiterentwicklungen möglich macht.

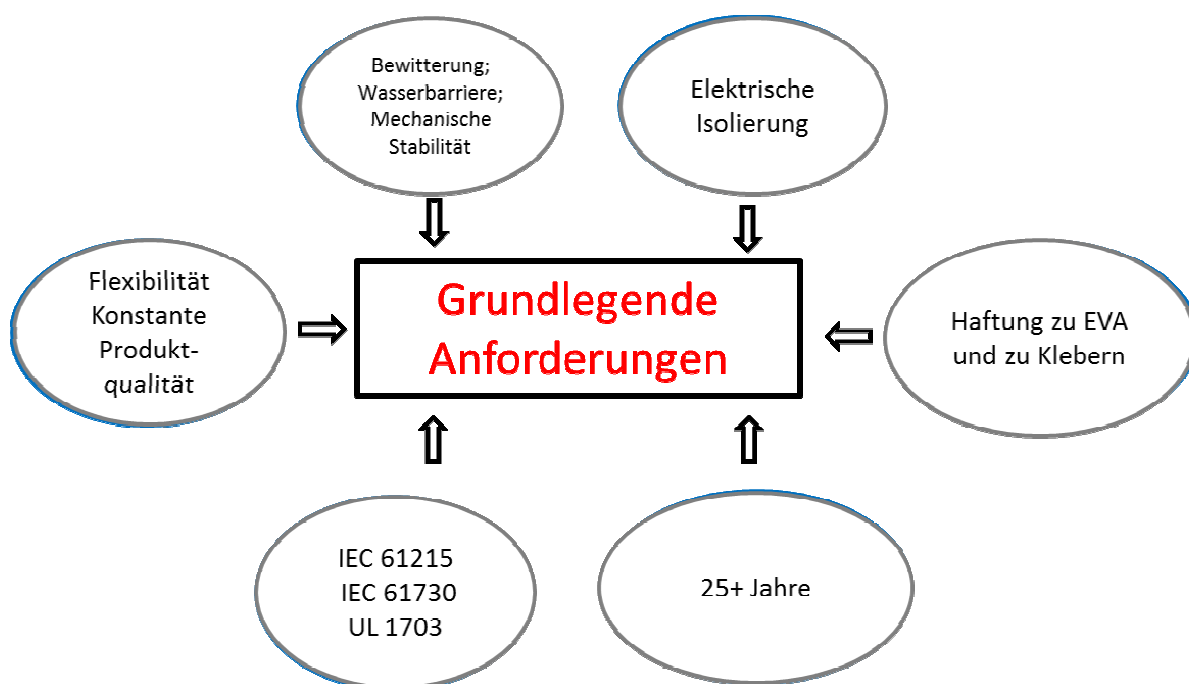


Abbildung 3: Grundlegende Anforderungen an eine Rückseitenfolie

Diese Anforderungen der PV-Modulproduzenten beinhalteten unterschiedlichste technische Herausforderungen, welche bei starkem Kostendruck bei PV-Modulen realisiert werden müssen.

Je nach geforderter Eigenschaft sollte ein Verbund PA-PET-PA oder ein PA-Coextrudat entwickelt werden.

1.3 Einordnung in das Programm

Passend zu den energiestrategischen Zielen des Programms ist das Ziel der Weiterentwicklung von Polyamid die Erhöhung der Ressourcen- und Energieeffizienz. Die Polyamid-Extrudate und Polyamid-Dünnsfolien, die in diesem Projekt entwickelt wurden, sollen der verbesserten Ausnutzung der Leistungsfähigkeit photovoltaischer Module und der Ermöglichung von Weiterentwicklungen derselben dienen.

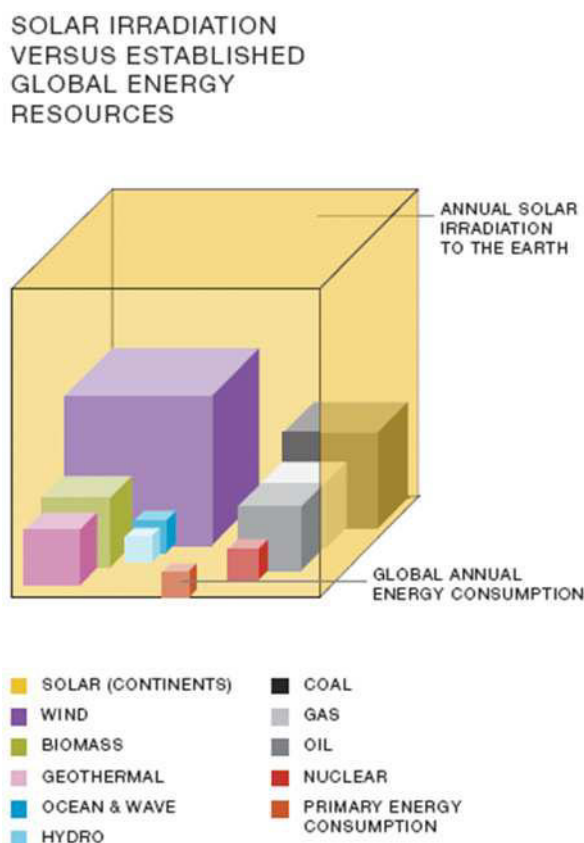


Abbildung 4: Globaler Vergleich der verfügbaren Energiemengen

Die systembezogenen Ziele dieses Entwicklungsprojekts sind die Verbesserung der Umwandlungseffizienz des Sonnenlichtes in photovoltaischen Modulen durch Nutzung vorteilhafter Eigenschaften der Rückseitenfolie aus Polyamid, sowie die Herstellung einer Optionenvielfalt bei den PV-Modultechnologien.

Bei den technologiestrategischen Zielen ergeben sich folgende Ansätze:

- Unterstützung von Innovationssprüngen bei PV-Modulproduzenten durch hochentwickelte Rückseitenfolien.
- Erhöhung des inländischen Wertschöpfungsanteils bei PV-Modulen durch den Ersatz von Fluorpolymerfolien (Monopol einer US-Firma im Bereich PVF)
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch verbesserte Ressourceneffizienz
- Ausbau der internationalen Führungsrolle der ISOVOLTAIC AG im Bereich Rückseitenfolien
- Know-How Auf- und Ausbau im Bereich Polymere, Extrusion und Compoundierung
- Ausbau und Erhalt des Forschungsstandortes der ISOVOLTAIC AG in Österreich
- Stärkung der Technologie- und Klimakompetenz österreichischer Unternehmungen

Durch das dargestellte Projekt wurde speziell das Themenfeld 3.6.2 PV-Module der Ausschreibung adressiert. Die Optimierung der Modulherstellungsprozesse im Bereich der Rückseitenfolien durch

gezielte Weiterentwicklungen derselben war das Entwicklungsziel. So wurde z.B. durch Modifikationen der Rückseitenfolien eine Möglichkeit zur Verbesserung der Effizienz von PV-Modulen geschaffen. Im Speziellen soll durch die Entwicklungen dieses Projekts auch das Langzeitverhalten und die Lebensdauer von PV-Modulen positiv beeinflusst werden.

1.4 Verwendete Methoden

Als Methoden in diesem Projekt wurden die Compoundierung, die Extrusion und die Fertigung von Laminaten verwendet. Die auf diese Art und Weise hergestellten Produkte wurden umfangreichen Alterungsprüfungen wie z.B. der Damp-Heat Prüfung oder UV-Tests unterzogen.

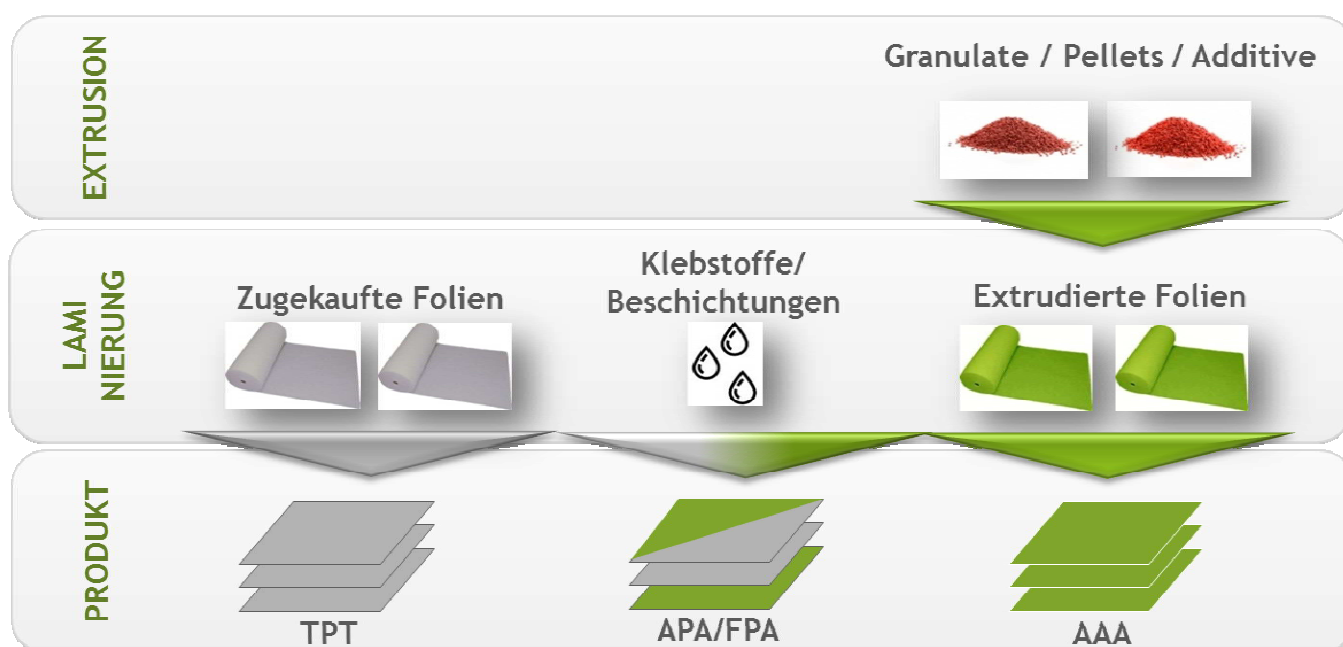


Abbildung 5: Vom Granulat zum Produkt

1.5 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit erfolgte über genau definierte Arbeitspakete, welche die nachfolgend genannten Entwicklungsinhalte in Pakete mit vergleichbaren Arbeitsschritten zusammengefasst haben. So wurde zum Beispiel die Herstellung aller Compounds für PA-Dünnsfolie in einem Arbeitspaket zusammengefasst.

Die nachfolgende Abbildung zeigt, wie die Arbeitspakete und die Entwicklungsinhalte zusammengehören. Die Arbeitspakete 8 und 9 sind dabei für alle Entwicklungen relevant.



Abbildung 6: Schematischer Zusammenhang Arbeitspakete / Entwicklungsinhalte

2 Inhalt

Das Projekt verfolgte, wie bereits erwähnt, insgesamt 9 Entwicklungsthemen, welche den jeweiligen Arbeitspaketen zugeordnet und mit den Zielsetzungen des Projektes abgestimmt waren. Folgende Entwicklungsthemen sollen hier beispielhaft genannt werden:

- 1) Weiterentwicklung von Polyamid in Weiß
- 2) Produktion von Polyamid in Schwarz
- 3) Produktion von transparentem Polyamid

Im Rahmen des Projekts wurde die Compoundierung von Polyamid mit verschiedenen Füllstoffen und in transparenter Form durchgeführt. Die Compoundierung erfolgte angepaßt an die jeweilige Problemstellung. Eine höchste Gleichmäßigkeit bei der Verteilung von Füllstoffen im Compound war dabei der wichtigste Aspekt.

Auch transparente Materialien benötigen dabei eine sehr hohe Compoundqualität, da nur so optische Unregelmäßigkeiten vermieden werden können.

Die Herstellung von Extrusionsfolien auf Basis Polyamid mit verschiedenen Füllstoffen und in transparenter Form wurde mit den speziell gefertigten Compounds durchgeführt. Je nach gewünschten Eigenschaften kann die Prozessführung dabei in weiten Bereichen angepasst werden.

In weiterer Folge wurden die entsprechenden anwendungstechnischen Prüfungen der PA-Extrusionsfolien durchgeführt. Die anwendungstechnische Prüfung von PA-Extrusionsfolien war dabei wesentlich umfangreicher als durch Normen vorgeschrieben. Desweiteren wurde speziell der Modulherstellungsprozeß nachgestellt, um zu prüfen ob die Eignung der Folie dafür gegeben war. Nahezu alle Effekte können in speziellen beschleunigten Alterungsprüfungen, wie z.B. dem Dampf-Heat Test bei 85°C und 85%r.h., geprüft werden. Aufgrund der Leistungsgarantien von >25 Jahren auf PV-Module, wie sie aktuell gegeben werden, liegt die Dauer solcher beschleunigten Alterungsprüfungen bei drei bis sechs Monaten.

In speziellen Arbeitsschritten wurde die Compoundierung von Polyamid für die Herstellung von PA-Dünnsfolie durchgeführt. Bei der Compoundierung von Polyamid für die Herstellung von Dünnsfolie mit allen notwendigen Additiven und Füllstoffen ist eine noch höhere Homogenität des Compounds erforderlich als bei Extrudaten in größerer Dicke. Da aus diesen Compounds Folien mit vergleichsweise geringer Dicke hergestellt werden sollen, wären sonst auch kleinste Agglomerate und Unregelmäßigkeiten erkennbar.

Nächster Schritt in der Verarbeitung war die Extrusion von Polyamid-Dünnsfolien aus den entsprechenden Compounds. Die Anpassung der Extrusionsparameter an den jeweiligen Füllstoff stellte hier die besondere Herausforderung dar.

Danach wurden aus den hergestellten Polyamid-Dünnsfolien die witterungsbeständigen Lamine gefertigt, worin eine Kernkompetenz der ISOVOLTAIC AG liegt. In diesem Arbeitspaket waren die Maschinenparameter an die neuentwickelten Folien und die entsprechenden Klebesysteme anzupassen. Aufgrund der hohen Erfahrung in diesem Bereich konnten die Eigenschaften der Folien und Klebesysteme maximal ausgenutzt werden.

Auch für diese Lamine waren die anwendungstechnischen Prüfungen in vollem Umfang durchzuführen. ISOVOLTAIC AG ist hier Vorreiter in der Produktion von Rückseitenfolien und setzt regelmäßig Maßstäbe bei Art und Dauer der Prüfungen. Solcher Art geprüfte Neuentwicklungen sind somit für den Endkunden problemlos einsetzbar und für jede weiterführende Prüfung geeignet.

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen des Projektes

Für die Verbesserung der Eigenschaften von Rückseitenfolien wurden verschiedenste Muster gefertigt. Besondere Verbesserungen konnten dabei durch den Einsatz neuer Additive erreicht werden. Es konnten hochqualitative Compounds für schwarze, modifizierte weiße und auch transparente Extrusionsfolien hergestellt werden.

Diese Compounds wurden dann in speziell abgestimmten Extrusionsprozessen für die Fertigung von Rückseitenfolien für PV-Module verwendet. Vor der Bemusterung von Kunden mußten diese Extrusionsfolien noch umfangreiche anwendungstechnische Prüfungen durchlaufen, welche allesamt erfolgreich bestanden wurden.

Für die Weiterentwicklung von weißem Polyamid wurden dabei auch modifizierte Polyamide mit Füllstoffen herangezogen. Dadurch konnte eine gezielte Modifizierung der Oberflächeneigenschaften erreicht werden.

Polyamid in Schwarz wurde als PA-Dünnsfolie und auch als Extrudat erfolgreich produziert und geprüft. Eine ausreichende Opazität unter gleichzeitiger Beibehaltung der elektrischen Isolationsfähigkeit konnte dabei durch entsprechende Prozessierung des Basiscompounds erreicht werden.

Transparentes Polyamid wurde als Extrusionsfolie produziert. Hervorragende UV- und Witterungsbeständigkeit bei gleichzeitig hoher optischer Qualität konnte erreicht werden.

Für die Fertigung von dünnen Folien mußten bei der Qualität der zugrundeliegenden Compounds noch höhere Maßstäbe angelegt werden. Kleinste Inhomogenitäten bzw. Einschlüsse wären bei dünnen Folien in der Oberfläche sofort ersichtlich. Auch hier konnten im Projektverlauf deutliche Fortschritte erzielt werden.

Die Highlights im Projekt stellen sich wie folgt dar:

- Polyamid Extrusionsfolie in Schwarz als universell einsetzbare Rückseitenfolie für die Verwendung in Photovoltaikmodulen. Die schwarze Extrusionsfolie zeigt höchste Beständigkeit in allen Alterungsprüfungen.
- Schwarze PA-Dünnsfolie für die Fertigung von Laminaten ermöglicht es, den Hochleistungswerkstoff PA auch für PV-Module zu verwenden, bei denen diese Farbe und auch der Einsatz von Laminaten als Rückseitenfolie gefordert ist.
- Weiße Dünnsfolie mit speziell modifizierter Oberfläche für die erleichterte Fertigung von PV-Modulen

Die wesentlichste Erkenntnis aus dem Projekt war, daß mit Polyamid ein Werkstoff gefunden worden ist, der in vielfältiger Weise kundenspezifisch modifiziert werden kann ohne die technischen

Grundeigenschaften wesentlich zu beeinflussen. Bezüglich Hydrolysestabilität stellt ein Extrudat aus PA dabei überhaupt den Maßstab im Bereich der Rückseitenfolien dar.

Basierend auf den bereits vorhandenen Erkenntnissen bezüglich weißem Polyamid (Produkte ICOSOLAR® APA 3552 und ICOSOLAR® AAA 3554) konnten zahlreiche neuen Produktmodifikationen entwickelt werden, für die ein entsprechender Erfolg am Markt für Rückseitenfolien vorausgesehen wird.

4 Ausblick und Resumee

Alle wesentlichen Projektziele konnten im Verlauf des Projekts auch erreicht werden. Aufgrund der herausfordernden Problemstellungen haben sich Schwerpunkte und Zeitpläne innerhalb des Projekts zwar teilweise verschoben. Dies ging jedoch nicht zu Lasten des Projektfortschritts.

Die weitere Arbeit des Projektteams nach Abschluß des Projekts betrifft die Implementierung der entwickelten Produkte in die Standardproduktion. Darin beinhaltet ist das entsprechende Scale-Up aller Entwicklungen und die noch weitere Verbesserung auf Basis laufender Erkenntnisse.

Nachfolgend zu diesem Projekt soll die nächste Generation modifizierter Polyamide entwickelt werden. Diese sollen weitere technische und Wettbewerbsvorteile mit sich bringen.

IMPRESSUM

Verfasser

ISOVOLTAIC AG

Isovoltaicstraße 1 , 8403 Lebring

Tel: +43 / 5 9191-0

Fax: +43 / 5 9191 - 9900

Email: info@isovoltaic.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