

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



MEYER BURGER

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Schlussbericht

## Verbundprojekt:

„Folie40 – PV-Folien für 40 Jahre Lebensdauer“

## Teilvorhaben:

„Entwicklung von PV-Modulen mit 40 Jahren Lebensdauer“

**Kennzeichen:** 03EE1173B  
**Geplante Projektlaufzeit:** 01.07.2023 – 30.06.2026  
**Tatsächliche Projektlaufzeit:** 01.07.2023 – 02.06.2025  
**Förderschwerpunkt:** Photovoltaik

**von Meyer Burger (Industries) GmbH**

Verbundpartner mit Teilvorhabenbeschreibung:

*Folienwerke Wolfen GmbH (FWG)*

*Aluminium Féron GmbH & Co. KG (Feron)*

*Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik (CSP)*

*Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)*

*Hochschule Anhalt (HSA)*

## Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung .....	3
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	3
3. Planung und Ablauf des Vorhabens .....	4
3.1. AP1 Management und Industrie-Kooperation .....	4
3.2. AP2 Beschleunigte Alterung und Freibewitterung der Polymerfolien.....	4
3.3. AP3 Etablieren neuer Messreihen .....	5
3.4. AP5 Etablierung der Folien für 40 Jahre Lebensdauer .....	5
3.5. AP6 Benchmarking und Testung der Materialkombinationen .....	5
3.6. AP7 Lebenszyklusanalyse .....	5
3.7. Zusammenarbeit der Partner .....	6
3.8. Einfluss externer Faktoren auf den Projektablauf.....	6
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	6
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	7
6. Erzielte Ergebnisse mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele.....	7
6.1. AP1 – Management und Industrie-Kooperation.....	7
6.2. AP2 – Beschleunigte Alterung und Freibewitterung der Polymerfolien .....	7
6.3. AP3 – Etablieren neuer Messreihen.....	8
6.4. AP5 – Etablierung der Folien für 40 Jahre Lebensdauer.....	8
6.5. AP6 – Benchmarking und Testung der Materialkombinationen.....	9
6.6. AP7 – Lebenszyklusanalyse.....	9
7. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....	9
8. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit .....	10
9. Voraussichtlicher Nutzen, insb. Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.....	11
10. Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	11
11. Veröffentlichungen der Ergebnisse.....	12

## 1. Aufgabenstellung

Das Teilvorhaben der Meyer Burger (Industries) GmbH (MBI) im Verbundprojekt *Folie40* verfolgte das Ziel, die industrielle Perspektive in die Entwicklung von Photovoltaik-Modulen mit einer Lebensdauer von 40 Jahren einzubringen. Die Kernaufgabe bestand darin, neue Folienmaterialien und Materialkombinationen hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Prozessfenstern, Alterungsstabilität und langfristiger Systemzuverlässigkeit zu bewerten und geeignete Prüfkörper und Minimodule für beschleunigte und reale Bewitterungsversuche herzustellen.

MBI sollte hierbei insbesondere:

- Folienmaterialien und Materialkombinationen prozesstechnisch bewerten,
- industriennahe Laminationsprozesse bereitstellen und weiterentwickeln,
- Prüfkörper und Minimodule für Teststände und Freibewitterung fertigen,
- relevante Prozess- und Charakterisierungsdaten für Simulationen und ökologische Analysen liefern,
- neue Messmethoden und Testreihen mitentwickeln,
- und Ergebnisse in die Auswahl von Folien für 40-Jahre-Module einfließen lassen.

Durch die industriepraktische Ausrichtung diente MBI als Bindeglied zwischen Forschungspartnern und anwendungsnaher Umsetzung. Die **Insolvenzanmeldung Ende Mai 2025** führte jedoch dazu, dass das Teilvorhaben **vorzeitig eingestellt** werden musste und einzelne Arbeiten nicht abgeschlossen werden konnten.

## 2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

MBI konnte auf ein breites Spektrum technischer und infrastruktureller Voraussetzungen zurückgreifen. Das firmeneigene Qualitäts- und Zertifizierungslabor (QCL) war bereits mit umfangreicher Messtechnik ausgestattet, wurde jedoch – passend zu den Zielen des Projektes – durch weitere Investitionen ergänzt:

- eine neue, für Zuverlässigkeitstests geeignete Klimakammer,
- ein UV-Teststand für beschleunigte Lichtalterung,
- zusätzliche Prüfeinrichtungen für mechanische und thermische Stressbelastungen.

Diese Technikinvestitionen erlaubten es MBI, Normtests der PV-Industrie mit erweiterten, projektspezifischen Prüfmethoden zu kombinieren. Gleichzeitig standen von den Partnern FWG und Feron verschiedene Folienmuster zur Verfügung, darunter sowohl etablierte als auch neuentwickelte Varianten.

Eine zusätzliche Voraussetzung war das prozesstechnische Know-how aus der industriellen Modulproduktion. Dieses Wissen wurde insbesondere genutzt, um praxisnahe

Laminationsprozesse für die Minimodule zu entwerfen – ein entscheidender Punkt, um Laborergebnisse realistisch auf spätere Serienprozesse übertragen zu können.

Externe Rahmenbedingungen beeinflussten das Projekt in unterschiedlicher Weise. Die verspätete Lieferung der Klimakammer führte zu einer Verschiebung einzelner Belastungsreihen, ohne die Zielerreichung grundsätzlich zu beeinträchtigen. Gravierender war jedoch die **Stilllegung der Modulproduktion in Freiberg (2024)** und die spätere **vorläufige Insolvenz ab Anfang Juni 2025**, die zur Unterbrechung der Arbeiten und zum Verlust von Kapazitäten führte. Dadurch konnten einige Arbeitspakete nicht vollständig beendet werden.

### **3. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Das Projekt folgte einer klar strukturierten Arbeitspaketsystematik. MBI arbeitete in den AP1, AP2, AP3, AP5, AP6 und AP7 mit und stimmte die technischen Inhalte eng mit den Partnern ab. Monatliche Projekttreffen, bilaterale Absprachen und gemeinsame Prüfpläne gewährleisteten bis ins Frühjahr 2025 einen kontinuierlichen Fortschritt.

Trotz operativer Einschränkungen ab Mitte 2024 konnten wesentliche industrielle Beiträge geleistet werden, insbesondere die Fertigung von Prüfkörpern, der Aufbau von Messreihen, die Prozessentwicklung und der Aufbau eines Benchmark-Testprozesses. Die Projektunterbrechung durch die Insolvenz verhinderte jedoch die vollständige Durchführung aller geplanten Zuverlässigkeitstests und Validierungsarbeiten.

#### **3.1. AP1 Management und Industrie-Kooperation**

MBI war bis zum Abbruch aktiv in die Konsortialkoordination eingebunden. Die Teilnahme an monatlichen Online-Meetings sowie an themenspezifischen Workshops gewährleistete einen kontinuierlichen Austausch zwischen industriellen und wissenschaftlichen Partnern. Bilaterale Absprachen, insbesondere zu Laminationsparametern, Prüfkörperdesign und Materialverfügbarkeit, konnten seitens MBI zuverlässig abgedeckt werden. Erst mit dem Einsetzen der Insolvenzprozesse kam es zu Unterbrechungen.

#### **3.2. AP2 Beschleunigte Alterung und Freibewitterung der Polymerfolien**

In diesem Arbeitspaket trug MBI einen zentralen Teil bei:

- **Herstellung der Prüfkörper:** MBI fertigte zwei unterschiedliche Materialkombinationen („BOM1“ und „BOM2“) zu jeweils 12 Minimodulen.
- **Prozessentwicklung:** Während BOM1 vergleichsweise stabil laminiert werden konnte, traten bei BOM2 anfangs Blasenbildungen in den Modulen auf. MBI analysierte diese Defekte prozesstechnisch und entwickelte angepasste Laminationsrezepte, welche die Blasenbildung erfolgreich reduzierten.
- **Inbetriebnahme neuer Testinfrastruktur:** Die Klimakammer wurde nach ihrer Lieferung qualifiziert und für Normprüfungen in Betrieb genommen.

- **Start der Freibewitterung:** Alle Minimodule wurden elektrisch charakterisiert und anschließend zur Freilandbewitterung nach Gran Canaria versendet.

Damit legte MBI die Grundlage für einen umfassenden Vergleich zwischen verschiedenen Folienmaterialien unter realen und beschleunigten Alterungsbedingungen.

### **3.3. AP3 Etablieren neuer Messreihen**

MBI initiierte die Entwicklung eines Messverfahrens zur Kontaktfehlerdetektion und führte erste Vergleiche zwischen Labor- und industriellen Laminationsprozessen durch. Zudem wurden neue Prüfreihen vorbereitet, basierend auf acht zur Verfügung gestellten Encap-Folien. Die vollständig geplante Validierung dieser Methoden konnte nicht mehr abgeschlossen werden.

### **3.4. AP5 Etablierung der Folien für 40 Jahre Lebensdauer**

Gemeinsam mit Feron arbeitete MBI an der Entwicklung neuer SWCT-Folienvarianten mit angepasster Steifigkeit und Adhäsion. Die Standard-SWCT-Folie wurde in internen Zuverlässigkeitstests (u. a. DH2000) erfolgreich qualifiziert und lieferte wichtige Referenzwerte. Die Übertragung dieser Erkenntnisse in ein vollständiges Folien-Screening und die Auswahl finaler Kandidaten blieb aufgrund des Projektabbruchs unvollständig.

### **3.5. AP6 Benchmarking und Testung der Materialkombinationen**

Ziel war der Aufbau eines reproduzierbaren Prüfprozesses, mit dem sich unterschiedliche Folien klar vergleichen lassen.

MBI entwickelte einen standardisierten Benchmarkablauf:

1. Materialcharakterisierung
2. Laminationsprozess
3. Minimodulbau
4. definierte Zuverlässigkeitsprüfungen (UV, PC, Thermal Shock, Outdoor)

Dieser strukturierte Ansatz ermöglichte eine systematische Bewertung der Folienstabilität. Dabei zeigte sich, dass manche Folien, insbesondere einige POE-Varianten, im *Temperature Cycling* deutliche Leistungseinbußen aufwiesen, wohingegen andere Materialvarianten stabile Ergebnisse erzielten.

Diese Unterschiede lieferten wichtige Hinweise für die Auswahl von Folien, die langfristig verlässliche Materialeigenschaften aufweisen. Die vollständige Auswertung und Korrelation der Daten wurde durch die Insolvenzsituation unterbrochen.

### **3.6. AP7 Lebenszyklusanalyse**

MBI stimmte sich mit dem Partner ISE über die benötigten Prozess- und Materialdaten für das LCA-Modell ab. Es wurde vereinbart, Datensätze aus dem neu entstandenen US-Modulwerk zu verwenden. Aufgrund der strukturellen Veränderung und letztendlich auch der Stilllegung der

US-Fabrik kam es zu keinem weiteren Datenaustausch. Dem ISE standen jedoch ältere Produktionsdaten aus dem Modulwerk in Freiberg zur Verfügung. Die ökologische Gesamtbewertung konnte aufgrund des Projektabbruchs nicht mehr gemeinsam abgeschlossen werden.

### **3.7. Zusammenarbeit der Partner**

Die Zusammenarbeit im Konsortium war sehr vertrauensvoll und effektiv. Die Aufgaben verteilten sich klar:

Forschungspartner lieferten Analytik und wissenschaftliche Modelle, Materialpartner entwickelten Folienvarianten, und MBI bewertete diese aus Sicht der industriellen Modulherstellung.

Durch diesen Austausch wurde gewährleistet, dass wissenschaftliche Erkenntnisse unmittelbar mit industriellen Anforderungen abgeglichen werden konnten.

### **3.8. Einfluss externer Faktoren auf den Projektablauf**

Der Projektablauf wurde durch mehrere externe Faktoren beeinflusst. Zu Beginn führten verzögerte Lieferungen zentraler Prüftechnik – insbesondere der Klimakammer – zu Verschiebungen bei den geplanten beschleunigten Belastungstests. Diese Verzögerungen konnten teilweise kompensiert werden, reduzierten jedoch den zeitlichen Spielraum für Validierungsarbeiten.

Stärker wirkten sich die strukturellen Veränderungen innerhalb der Meyer-Burger-Gruppe aus. Die Stilllegung der Modulproduktion in Freiberg 2024 verringerte verfügbare Industrieprozesse und erforderte organisatorische Anpassungen in der Prüfkörper- und Laminationsplanung. Der entscheidende Einschnitt war die **Insolvenzanmeldung von MBI Ende Mai 2025**, die zur Beendigung der Projektmitarbeit führte. Dadurch konnten mehrere geplante Langzeitprüfungen, Messreihenvalidierungen und gemeinsame Auswertungen nicht mehr abgeschlossen werden.

Trotz dieser Einschränkungen bleiben die bis zum Projektabbruch erzielten technischen Ergebnisse verwertbar und stehen dem Konsortium weiterhin zur Verfügung

## **4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

MBI knüpfte an bestehende internationale Normen (IEC 61215, IEC 62788, IEC/UL 61730), etablierte Prüfverfahren sowie bekannte Degradationsmechanismen polymerer Encapsulants und Backsheets an. Der wissenschaftliche Stand umfasste Kenntnisse über chemische Alterung, UV-Bedingte Additivverluste, Feuchteaufnahme, Delamination, sowie elektromechanische Fehlermodi.

In Bezug auf 40-Jahre-Prognosen existierten jedoch zu Projektbeginn keine ausreichenden Modelle. Das Vorhaben adressierte diese Lücke systematisch, insbesondere durch Beschleunigungsmodelle, kombinierte Stressverfahren und den Vergleich zwischen Labor- und Freibewitterung. MBI trug durch industrienahen Prozesse und Testdesigns zur Realitätsnähe dieser Ansätze bei.

## **5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Eine Zusammenarbeit außerhalb des Konsortiums war nicht erforderlich. Alle relevanten Materialtests, Simulationen und Bewitterungsversuche wurden durch die (z. T. assoziierten) Projektpartner abgedeckt.

## **6. Erzielte Ergebnisse mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele**

In diesem Kapitel werden für alle Arbeitspakete (AP1, AP2, AP3, AP5, AP6, AP7) die projizierten Ziele den tatsächlich erreichten Ergebnissen gegenübergestellt. Dabei wird jeweils erläutert, in welchem Umfang MBI die vorgesehenen Beiträge realisieren konnte und welche Arbeiten aufgrund des vorzeitigen Projektabbruchs unvollständig blieben. Trotz der Einschränkungen lassen sich für alle bearbeiteten Arbeitspakete wesentliche Erkenntnisse und methodische Fortschritte dokumentieren, die im Verbund weiter nutzbar sind.

### **6.1. AP1 – Management und Industrie-Kooperation**

#### **Vorgegebene Ziele**

AP1 sah vor, dass MBI aktiv an der Koordination des Verbunds teilnimmt, monatliche Konsortialmeetings begleitet, bilaterale Abstimmungen mit den Material- und Forschungspartnern durchführt und industrielle Anforderungen in die Projektplanung einbringt. Ziel war eine kontinuierliche Übertragung industrieller Prozessrealitäten in die wissenschaftlichen Arbeitspakete und umgekehrt.

#### **Erzielte Ergebnisse**

MBI erfüllte die Ziele bis zum Frühjahr 2025 vollständig. Es fand ein stabiler Austausch mit allen Partnern statt, insbesondere zu Laminationsparametern, Prüfkörperdesign und Verfügbarkeiten von Folienmaterialien. Die Meetings ermöglichten eine frühzeitige Synchronisation der Arbeiten in AP2, AP3 und AP6. Auch bei organisatorischen Fragestellungen erfolgte ein zuverlässiger Beitrag. Erst mit Beginn des Insolvenzprozesses im Mai 2025 kam es zur Unterbrechung der Teilnahme und zur vorzeitigen Beendigung des AP1-Beitrags.

### **6.2. AP2 – Beschleunigte Alterung und Freibewitterung der Polymerfolien**

#### **Vorgegebene Ziele**

In AP2 war MBI verantwortlich für den Prüfkörperbau, den Minimodulbau in definierten BOM-Kombinationen, die Entwicklung geeigneter Laminationsrezepte, die Ausgangscharakterisierung der Module sowie die Bereitstellung von Proben für die Freibewitterung. Zusätzlich sollte MBI die neue Klimakammer und den UV-Teststand in Betrieb nehmen und für beschleunigte Testreihen vorbereiten.

### **Erzielte Ergebnisse**

MBI fertigte insgesamt 24 Minimodule aus zwei Materialkombinationen (BOM1, BOM2) und überführte diese nach vollständiger Charakterisierung in die Freibewitterung. Bei BOM2 wurden prozessbedingte Blasenbildungen identifiziert und durch Anpassung der Laminationsparameter erfolgreich mitigiert – ein wichtiges Ergebnis für die spätere Materialbewertung.

Die neue Klimakammer sowie der UV-Teststand wurden in Betrieb genommen und qualifiziert, sodass erste beschleunigte Belastungsprüfungen im Projektverlauf stattfinden konnten.

Die vollständige Durchführung der geplanten, mehrstufigen Bewitterungsreihen (kombinierte Stresszyklen, Langzeit-UV und DH-Sequenzen) konnte aufgrund des Projektabbruchs jedoch nicht abgeschlossen werden.

## **6.3. AP3 – Etablieren neuer Messreihen**

### **Vorgegebene Ziele**

MBI sollte neue Testreihen definieren und bestehende Verfahren anhand der Erkenntnisse aus AP2 erweitern. Vorgesehen waren ein Verfahren zur Kontaktfehlerdetektion, Vergleiche zwischen Labor- und industrieller Lamination sowie Materialtestreihen auf Basis von acht Encap-Folien.

### **Erzielte Ergebnisse**

MBI entwickelte ein Konzept zur Kontaktfehlerdetektion, das gezielt auf Laminations- und Verbundfehler ausgelegt ist. Die ersten Vergleiche zwischen industriellen Prozessparametern und Labormaßstäben wurden durchgeführt, wodurch Unterschiede im Prozessfenster sichtbar wurden.

Die Testreihen mit den acht Encap-Folien wurden eingeleitet, jedoch nicht vollständig validiert. Insbesondere die zweite Validierungsphase – die geplante Korrelation mit erweiterten Bewitterungsdaten aus AP2 – konnte durch den Projektabbruch nicht mehr realisiert werden.

## **6.4. AP5 – Etablierung der Folien für 40 Jahre Lebensdauer**

### **Vorgegebene Ziele**

MBI sollte gemeinsam mit Feron neue SWCT-Folienvarianten entwickeln und analysieren, die höhere thermomechanische Stabilität für eine Lebensdauer von 40 Jahren bieten. Dazu gehörten interne Tests, Bewertung der Verbundqualität sowie die Durchführung belastungsintensiver Zuverlässigkeitstests.

### **Erzielte Ergebnisse**

MBI arbeitete eng mit Feron an der Definition neuer SWCT-Varianten mit gezielt variiertes Steifigkeit und Adhäsion. Die Standard-SWCT-Folie wurde erfolgreich in großformatigen Modulen getestet und zeigte im DH2000-Test eine sehr gute Stabilität (nur geringe Degradation). Diese Ergebnisse dienen als wichtige Referenz für die Weiterentwicklung der neuen Folienvarianten.

Die finale Auswahl und umfangreiche Screening-Tests der neuen Folienkombinationen konnten aufgrund des abrupten Projektabbruchs jedoch nicht abgeschlossen werden. Die erarbeiteten Grundlagen stehen den Partnern weiterhin zur Verfügung.

## **6.5. AP6 – Benchmarking und Testung der Materialkombinationen**

### **Vorgegebene Ziele**

Ziel war die Etablierung eines reproduzierbaren Benchmarkprozesses, mit dem unterschiedliche Encap- und Folienkombinationen objektiv verglichen werden können. Dazu sollten Minimodule und Coupons unter definierten Belastungen (UV, PC, Thermal Cycling, Outdoor) getestet und die Stabilitätsmechanismen analysiert werden.

### **Erzielte Ergebnisse**

MBI entwickelte einen umfassenden Benchmarkprozess mit standardisierten Prüfsequenzen (Materialcharakterisierung → Laminierung → Minimodulbau → Test). Insgesamt wurden 18 Encap-Folien getestet. Die Ergebnisse zeigten teils deutliche Unterschiede, vor allem im Temperature Cycling, wo einige Folien erhebliche Degradation (> 35 %) aufwiesen.

Diese Erkenntnisse bilden eine wichtige Grundlage für die spätere Auswahl von 40-Jahre-Folien. Die geplante vollständige Korrelation aller Testdaten – insbesondere zwischen Coupon- und Minimodulverhalten – wurde durch den Projektabbruch unterbrochen.

## **6.6. AP7 – Lebenszyklusanalyse**

### **Vorgegebene Ziele**

MBI sollte prozessrelevante Daten zur Materialverarbeitung bereitstellen, die in die ökologische Gesamtbewertung der Folienkonzepte einfließen. Dazu gehörten Energieverbrauchsdaten, Materialflussinformationen und prozessnahe Parameter.

### **Erzielte Ergebnisse**

MBI konnte keine weiteren Datensätze liefern, die über die bereits am ISE vorhandenen hinausgingen. Die LCA konnte somit nicht mit aktuellen Daten aus dem Freiburger bzw. dem US Modulwerk vom Projektpartner ISE durchgeführt werden.

## **7. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Der zahlenmäßige Nachweis des Teilvorhabens MBI zeigt, dass die wesentlichen projektgeplanten Ressourcen nur teilweise ausgeschöpft wurden. Ursache hierfür waren

Personalumschichtungen innerhalb der Meyer-Burger-Gruppe ab Mitte 2024 und die Insolvenzsituation ab Mai 2025, die die operative Tätigkeit erheblich eingeschränkt haben.

Die wichtigsten Kostenpositionen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Investive Maßnahmen (Pos. 0847):**  
MBI tätigte wesentliche Investitionen in die Prüfinfrastruktur, darunter die Klimakammer (CW-60/6.2) sowie den UV-Teststand (SOBT08). Diese Investitionen bildeten die Grundlage für alle nachfolgenden Bewitterungs- und Zuverlässigkeitsprüfungen.
- **Materialkosten (Pos. 0813):**  
Die Ausgaben für Zellen, Folienvarianten, Glas, Backsheets und weitere Komponenten für die Prüfkörper- und Minimodulherstellung fielen zwar an, wurde aber aus internen buchungsgründen nicht auf das Projekt abgerechnet.
- **Personalaufwand (Pos. 0837):**  
Der geplante Personaleinsatz konnte ab 2024 nicht mehr in vollem Umfang abgedeckt werden. Der Wechsel von Mitarbeitenden zu MBG, interne Restrukturierungen und die Insolvenzsituation führten zu einer deutlichen Unterauslastung der für das Projekt vorgesehenen Kapazitäten.
- **Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten (Pos. 0850):**  
Dienstleistungen, insbesondere Leistungen von MBCH (Lamination, Prozessunterstützung, Minimodulbau), wurden genutzt, jedoch nicht über das Verbundvorhaben abgerechnet.

Insgesamt ergibt sich ein Bild, in dem die tatsächlichen Ausgaben zwar deutlich unter den ursprünglich kalkulierten Mittelbedarfen lagen, die aber der real durchgeführten und dokumentierten Projektarbeit entsprechen.

## **8. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Die durchgeführten Arbeiten waren für die Zielsetzung des Verbundvorhabens eindeutig notwendig und fachlich angemessen. MBI übernahm diejenigen Aufgaben, die zur industriellen Validierung der entwickelten Folienkonzepte entscheidend waren. Insbesondere die Prüfkörper- und Minimodulherstellung, die Prozessentwicklung im Laminationsbereich sowie die Durchführung von Zuverlässigkeitstests stellten Beiträge dar, die nur ein industrieller Partner in dieser Form leisten konnte.

Bis zum Zeitpunkt des Projektausscheidens wurden alle Kernbereiche der industriellen Validierung adressiert, sodass:

- die im Projekt benötigten Prüfkörper und Minimodule gefertigt wurden,
- wesentliche Erkenntnisse zu Materialkompatibilitäten vorlagen,
- neue Mess- und Testmethoden entwickelt oder vorbereitet wurden,
- und erste Ergebnisse der Folienbewertung vorlagen.

Die Arbeitstiefe war somit angemessen und dem Projektziel inhaltlich klar zugeordnet. Der Abbruch führte allerdings dazu, dass wichtige Anschlussarbeiten – insbesondere die Auswertung der Freibewitterung und ausführliche Datenauswertung – nicht fertiggestellt werden konnten. Dennoch ist der bis dahin geleistete Beitrag ein wertvoller Bestandteil des Gesamtprojekts und bildet eine Grundlage für die weitere Arbeit der Partner.

## **9. Voraussichtlicher Nutzen, insb. Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans**

Trotz des Insolvenzereignisses bleibt die Verwertbarkeit der Ergebnisse grundsätzlich erhalten. Der Nutzen verteilt sich auf **indirekte** und **konsortiale** Verwertungspfade:

### **Indirekter Nutzen**

- Die von MBI entwickelten Prozessparameter, Laminationsrezepturen und Erkenntnisse über Materialkombinationen können in der Branche weiterverwendet werden.
- Die gewonnenen Daten zur Stabilität der Folien – insbesondere der SWCT-Varianten – sind für Folienhersteller und Modulproduzenten von großem Interesse.
- Der Benchmarkprozess aus AP6 hat Modellcharakter und bietet eine skalierbare Grundlage für zukünftige Produktqualifizierungen in der PV-Industrie.

### **Direkter Nutzen**

Da MBI selbst aufgrund der Insolvenz keine direkte Verwertung vornehmen kann, gehen die technischen und wissenschaftlichen Potenziale in die Meyer-Burger-Unternehmensgruppe bzw. das Konsortium über. Die relevanten Daten, Prüfkörper und Dokumentationen stehen weiterhin zur Verfügung und wurden den Projektpartnern zugänglich gemacht.

### **Übergeordnete Verwertbarkeit**

Aus Sicht des Gesamtprojektes leisten die MBI-Ergebnisse einen wichtigen Beitrag für:

- kommende Foliengenerationen mit verlängerten Garantielaufzeiten,
- reduzierte Ausfallraten und Qualitätskosten,
- ökologische Bewertung zukünftiger Materialalternativen,
- und die Stärkung der europäischen PV-Wertschöpfungskette.

Trotz des Abbruchs bleibt die Anschlussfähigkeit für weitere Forschungstätigkeiten gewährleistet.

## **10. Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Im projektbegleitenden Zeitraum wurden keine maßgeblichen externen Entwicklungen identifiziert, die die Zielsetzung des Vorhabens grundlegend verändert oder wesentlich

beeinflusst hätten. Die methodische Ausrichtung der Folienqualifizierung, die Teststrategien zur beschleunigten Alterung sowie die wissenschaftlichen Grundlagen zur Polymerdegradation entsprechen weiterhin dem aktuellen Forschungsstand.

Einige externe Forschungsaktivitäten befassten sich parallel mit erweiterten kombinierten Belastungstests und neuen Materialklassen für PV-Module. Diese Arbeiten bestätigten die Relevanz der im Projekt Folie40 gewählten Ansätze, ohne diese zu obsolet zu machen.

## **11. Veröffentlichungen der Ergebnisse**

MBI selbst veröffentlichte im Projektzeitraum keine eigenen wissenschaftlichen Beiträge zu Folie40. Die Gründe hierfür liegen zum einen im industrieorientierten Charakter der Arbeiten (Laminationsprozesse, Modultests), zum anderen im organisatorischen Wandel innerhalb des Unternehmens ab 2024.

Die wissenschaftlichen Konsortialpartner (CSP/ISE, HSA) haben jedoch angekündigt, ausgewählte Ergebnisse der Materialcharakterisierung, Bewitterung und Lebenszyklusanalyse in geeigneten Formaten (Konferenzen, Journals, Workshops) aufzubereiten. Die von MBI gelieferten Daten werden dabei teilweise als Grundlage dienen.

Im Rahmen der üblichen Veröffentlichungspflichten wird dieser Schlussbericht über das Fördervorhaben *Folie40* der Technischen Informationsbibliothek (TIB) Hannover zur Verfügung gestellt und dort öffentlich zugänglich gemacht. Damit wird sichergestellt, dass die erzielten Ergebnisse langfristig dokumentiert und der wissenschaftlichen Gemeinschaft zugänglich bleiben.