Delamination-Diagnosebogen: Schweregrad einstufen und Austauschkosten berechnen

Schweregrad einstufen, Wirtschaftlichkeit berechnen, richtig handeln

Ein Praxisbogen von photovoltaik.info — Ihr unabhängiges Informationsportal für Photovoltaik-Wissen, Anbietervergleich und fundierte Entscheidungshilfen.

Für wen dieser Bogen ist – und wie Sie ihn nutzen

Dieser Diagnosebogen richtet sich an Betreiber von Photovoltaik-Anlagen, die bei einem oder mehreren Modulen eine optische Veränderung festgestellt haben und wissen möchten, ob es sich um Delamination (das Ablösen der Schichten innerhalb eines Solarmoduls) handelt – und was das für ihren Ertrag bedeutet.

Sie durchlaufen vier Schritte: Sichtprüfung, Einstufung des Schweregrads, eine wirtschaftliche Berechnung und die Vorbereitung eines möglichen Garantiefalls. Am Ende wissen Sie, ob Sie beobachten, einen Garantieantrag stellen oder den Austausch einleiten sollten.

Drucken Sie den Bogen aus oder füllen Sie ihn digital aus. Führen Sie ihn bei jeder Kontrolle erneut aus – so erkennen Sie Veränderungen über die Zeit.

Der zentrale Zusammenhang: Delamination ist einer der häufigsten schleichenden Defekte an Solarmodulen. Weil sie sich langsam entwickelt und anfangs harmlos wirkt, wird sie oft zu lange ignoriert. Genau hier setzt dieser Bogen an: Er hilft Ihnen, fundiert zu entscheiden, ob sich eine Maßnahme wirtschaftlich lohnt – damit Ihre Anlage dauerhaft den Ertrag liefert, den sie liefern soll.

Schritt 1: Sichtprüfungs-Protokoll

Füllen Sie dieses Protokoll bei Tageslicht und möglichst trockenem Wetter aus. Prüfen Sie jedes auffällige Modul einzeln.

Datum der Prüfung: _____

Betroffenes Modul / String-Nummer: _____

Wetterbedingungen bei Prüfung: _____

Prüfpunkt	Ja	Nein	Anmerkung
Milchige oder trübe Stellen sichtbar (Eintrübung der normalerweise klaren Glasoberfläche oder der Einbettungsfolie)	☐	☐	
Blasenbildung zwischen Glas und Zellen (sichtbare Lufttaschen unter der Glasoberfläche)	☐	☐	
Ablösung nahe der Anschlussdose (Rückseitenfolie oder Zellverbund löst sich dort, wo die elektrischen Anschlüsse sitzen)	☐	☐	
Ablösung am Modulrand (Schichtentrennung an den Kanten des Moduls)	☐	☐	
Verfärbung im Vergleich zu Nachbarmodulen (z. B. gelblich, bräunlich oder deutlich heller)	☐	☐	
Sichtbare Schäden an Verkabelung oder Rückseitenfolie (Risse, Aufwölbungen, Verfärbung der Rückseitenfolie)	☐	☐	
Auffällige Erwärmung bei Berührung – nur prüfen, wenn das Modul gefahrlos erreichbar ist und Sie geeignete Handschuhe tragen	☐	☐	

Foto-Dokumentation: ☐ Übersichtsfoto gemacht ☐ Nahaufnahme(n) gemacht

Fotos immer mit Datum, Modulnummer und einem Maßstabshinweis (z. B. Lineal, Münze) speichern. Diese Dokumentation ist später für einen Garantieantrag essenziell.

Typischer Fehler: Verwechslung mit anderen Defekten

Nicht jede optische Veränderung ist Delamination. Verwechslungsgefahr besteht vor allem mit:

Erscheinungsbild	Mögliche Ursache	Unterscheidungsmerkmal
Silbrig-weiße Linien auf den Zellen	Schneckenspuren (Snail Trails – chemische Reaktion an Mikrorissen)	Linienförmig, folgen Rissverläufen, keine Blasen
Punktuelle dunkle Flecken	Hotspot (lokale Überhitzung einer Zelle)	In Thermografie als isolierter Wärmepunkt sichtbar, keine flächige Ablösung
Gleichmäßige Braunfärbung der Einbettungsfolie	EVA-Browning (Alterung des Einbettungsmaterials EVA durch UV-Strahlung)	Gleichmäßig über die Fläche verteilt, keine Blasen oder Ablösungen
Blasen oder Ablösungen unter der Oberfläche	Delamination	Flächig, oft nahe Rändern oder Anschlussdose, mit sichtbarer Schichttrennung

Wenn Sie sich unsicher sind, markieren Sie das Modul und lassen Sie einen Fachbetrieb mit Thermografie (Wärmebildkamera zur Erkennung von Temperaturunterschieden) oder EL-Messung (Elektrolumineszenz-Messung – ein Verfahren, das Zellschäden sichtbar macht, die mit bloßem Auge nicht erkennbar sind) prüfen.

Schritt 2: Schweregrad einstufen

Kreuzen Sie die Beschreibung an, die am besten zu Ihren Beobachtungen passt. Im Zweifelsfall wählen Sie die höhere Stufe.

☐ Level 1: Kosmetisch – Beobachten

- Kleine, vereinzelte Blasen ausschließlich am äußersten Modulrand
- Kein messbarer Leistungsabfall im Monitoring (Überwachungssystem Ihrer Anlage)
- Keine Schäden an Verkabelung oder Rückseitenfolie
- **Empfehlung:** Dokumentieren, Fotos archivieren, alle 3 bis 6 Monate erneut prüfen. Delamination kann sich über Monate oder Jahre ausbreiten – gerade deshalb ist die regelmäßige Wiederholung dieses Bogens wichtig.

☐ Level 2: Leistungsrelevant – Garantie prüfen

- Blasen oder Ablösung auf geschätzt mehr als 10 Prozent der Modulfläche
- Messbarer Leistungsverlust im String-Vergleich (ein String ist eine Reihenschaltung mehrerer Module; fällt ein Modul ab, liefert der gesamte String weniger)
- Milchige Trübung beeinträchtigt sichtbar die Lichtdurchlässigkeit
- **Empfehlung:** Leistungsdaten exportieren und sichern, mit Schritt 3 (Wirtschaftlichkeits-Rechner) die finanzielle Auswirkung berechnen, Garantieunterlagen heraussuchen, Fachbetrieb kontaktieren.

☐ Level 3: Kritisch – Sofort handeln

- Ablösung reicht bis an stromführende Bauteile (Zellverbinder, Anschlussdose) heran
- Beschädigte Isolierung, Verfärbung an der Anschlussdose oder ungewöhnlicher Geruch
- Auffällige Hotspots (lokal stark erhitzte Stellen) bei Berührung oder in der Thermografie
- **Empfehlung:** Modul umgehend vom Fachbetrieb prüfen und bei Bedarf abschalten lassen. Bei Geruch oder sichtbarer Beschädigung der Isolation besteht potenziell Brand- oder Stromschlaggefahr.

Mein Ergebnis Schweregrad: ☐ Level 1 ☐ Level 2 ☐ Level 3

Was die meisten Betreiber unterschätzen

Ein Modul in Level 1 kann innerhalb von ein bis zwei Jahren zu Level 2 oder 3 fortschreiten – besonders bei Modulen, die extremen Temperaturschwankungen, hoher Luftfeuchtigkeit oder starker UV-Belastung ausgesetzt sind. Wer bei Level 1 aufhört zu prüfen, riskiert, dass der optimale Zeitpunkt für einen Garantieantrag verstreicht, weil die Garantiefrist in der Zwischenzeit abläuft.

Schritt 3: Wirtschaftlichkeits-Rechner

Dieser Rechner liefert eine vereinfachte Abschätzung, ob ein Modultausch sich finanziell lohnt. Er berücksichtigt nicht alle Faktoren (siehe Hinweise unten), gibt Ihnen aber eine solide Grundlage für Ihre Entscheidung.

Füllen Sie die Felder mit Ihren Werten aus der Anlagen-Software und einem Angebot Ihres Fachbetriebs aus.

Ihre Werte

Zeile	Feld	Ihr Wert
1	Nennleistung des betroffenen Moduls (Wp, steht auf dem Typenschild oder im Datenblatt)	_____ Wp
2	Volllaststunden Ihrer Region (typischer Bereich in Deutschland: ca. 850–1.050 h/Jahr, je nach Standort und Ausrichtung; entnehmen Sie den genauen Wert Ihrem Monitoring oder fragen Sie Ihren Installateur)	_____ h/Jahr
3	Geschätzter Leistungsverlust durch Delamination in Prozent (bei Unsicherheit: Fachbetrieb oder Monitoring-Vergleich mit gesunden Modulen heranziehen)	_____ %
4	Jährlicher Ertragsverlust in kWh = (Zeile 1 ÷ 1.000) × Zeile 2 × (Zeile 3 ÷ 100)	_____ kWh/Jahr
5	Ihr aktueller Strompreis (bei Eigenverbrauch) oder Einspeisevergütung (Ct/kWh gemäß Ihrem EEG-Vertrag oder aktuellem Strompreis)	_____ Ct/kWh
6	Jährlicher finanzieller Verlust in Euro = Zeile 4 × (Zeile 5 ÷ 100)	_____ €/Jahr
7	Kosten für Ersatzmodul inklusive Montage, Anfahrt und ggf. Gerüst (Angebot Ihres Fachbetriebs einholen)	_____ €
8	Verbleibende Jahre der Produkt- oder Leistungsgarantie (siehe Garantieunterlagen)	_____ Jahre

Zeile	Feld	Ihr Wert
9	Kritischer Vergleichswert in Euro/Jahr = Zeile 7 ÷ Zeile 8	_____ €/Jahr

Auswertung

Vergleichen Sie Zeile 6 (jährlicher finanzieller Verlust) mit Zeile 9 (kritischer Vergleichswert):

- ☐ **Zeile 6 ist deutlich größer als Zeile 9** → Ein Austausch ist wirtschaftlich sinnvoll. Je größer der Abstand, desto klarer die Entscheidung.
- ☐ **Zeile 6 und Zeile 9 liegen nah beieinander** → Grauzone. Berücksichtigen Sie zusätzliche Faktoren (siehe unten). Holen Sie ein zweites Angebot ein.
- ☐ **Zeile 6 ist deutlich kleiner als Zeile 9** → Beobachten ist vorerst die wirtschaftlichere Wahl. Prüfen Sie in 6 Monaten erneut.

Was diese Rechnung vereinfacht

Diese Berechnung ist eine Näherung. Folgende Faktoren sind nicht einberechnet und können das Ergebnis verändern:

- **Degradation (altersbedingte Leistungsabnahme):** Auch ohne Delamination verlieren Module typischerweise ca. 0,4–0,8 % Leistung pro Jahr. Ein neues Ersatzmodul startet auf höherem Niveau – der reale Vorteil des Tauschs kann daher etwas größer sein als berechnet.
- **Steigende Strompreise:** Wenn Ihr Strompreis über die Jahre steigt, wächst auch der jährliche Verlust durch ein defektes Modul. Die hier berechnete Summe ist konservativ.
- **String-Effekte:** In einer Reihenschaltung kann ein leistungsschwaches Modul den gesamten String bremsen. Der tatsächliche Verlust kann dadurch höher sein als der hier berechnete Modulverlust allein.
- **Kosten bei Garantie-Erfolg:** Wird der Austausch vom Hersteller getragen, entfallen die Kosten in Zeile 7 ganz oder teilweise. In diesem Fall ist der Austausch fast immer sinnvoll.

Geschätzte Abweichung: Je nach Konstellation kann der tatsächliche Verlust ca. 10–30 % über dem hier berechneten Wert liegen.

Rechenbeispiel

Ein Modul mit 400 Wp an einem Standort mit ca. 950 Volllaststunden verliert durch Delamination geschätzt 15 % Leistung. Der Eigenverbrauchspreis beträgt 30 Ct/kWh.

- Ertragsverlust: (400 ÷ 1.000) × 950 × 0,15 = ca. 57 kWh/Jahr
- Finanzieller Verlust: 57 × 0,30 = ca. 17 €/Jahr
- Kosten Austausch (Angebot): z. B. 350 € bei noch 15 Jahren Garantie → Vergleichswert: ca. 23 €/Jahr
- Ergebnis: Zeile 6 (17 €) ist kleiner als Zeile 9 (23 €) → Beobachten ist vorerst sinnvoller

Dieses Beispiel zeigt: Bei einem einzelnen Modul mit moderatem Verlust lohnt sich ein sofortiger Austausch oft noch nicht. Bei mehreren betroffenen Modulen oder höherem Verlust kippt die Rechnung schnell. Und falls die Garantie greift, entfallen die Austauschkosten.

Schritt 4: Checkliste für den Garantiefall

Bevor Sie den Hersteller oder Ihren Installateur kontaktieren, sollten Sie folgende Unterlagen zusammenstellen. Unvollständige Anträge sind einer der häufigsten Gründe für Verzögerungen oder Ablehnungen.

Dokumente und Nachweise

- ☐ Kaufbeleg (Rechnung mit Kaufdatum und Modultyp)
- ☐ Modul-Seriennummer (auf dem Typenschild an der Modulrückseite oder im Datenblatt Ihrer Anlage)
- ☐ Datierte Fotos der betroffenen Stellen – Übersichtsfoto und mindestens eine Nahaufnahme mit Maßstabsreferenz
- ☐ Exportierte Leistungsdaten des betroffenen Strings über mindestens die letzten 6 Monate (CSV oder PDF aus Ihrem Monitoring-System)
- ☐ Kurze schriftliche Problembeschreibung mit Datum der Erstfeststellung und Beschreibung der Entwicklung
- ☐ Kopie der Produkt- und Leistungsgarantiebedingungen (meist im Kaufvertrag oder auf der Website des Herstellers)
- ☐ Angebot eines Fachbetriebs für Prüfung und ggf. Austausch vor Ort

Garantie-Fallstrick: Produkt- vs. Leistungsgarantie

Diese Unterscheidung ist entscheidend und wird häufig verwechselt:

Produktgarantie (typische Laufzeit: je nach Hersteller ca. 10–15 Jahre, teilweise bis 25 Jahre) deckt Material- und Herstellungsfehler ab. Delamination fällt in der Regel unter diese Kategorie, weil sie auf fehlerhafte Verklebung, mangelhafte Materialien oder Produktionsfehler zurückzuführen ist.

Leistungsgarantie (typische Laufzeit: häufig 25–30 Jahre) greift erst, wenn die Gesamtleistung des Moduls unter einen vertraglich zugesicherten Schwellenwert fällt. Dieser Schwellenwert variiert je nach Hersteller und Vertrag – prüfen Sie Ihre konkreten Garantiebedingungen.

Prüfen Sie daher immer beide Klauseln getrennt. Es kann sein, dass die Produktgarantie bereits abgelaufen ist, die Leistungsgarantie aber noch greift – oder umgekehrt. In vielen Fällen ist der Weg über die Produktgarantie einfacher und schneller.

Garantie-Fallstrick: Dokumentationslücken

Hersteller lehnen Ansprüche häufig ab, wenn:

- Keine zeitnahen Fotos vorliegen, die den Beginn des Schadens innerhalb der Garantiefrist belegen
- Leistungsdaten fehlen oder nicht dem betroffenen Modul zugeordnet werden können
- Die Anlage nicht gemäß den Installationsrichtlinien des Herstellers montiert wurde (z. B. fehlende Hinterlüftung)
- Eingriffe durch nicht autorisierte Personen dokumentiert sind

Merksatz: Je lückenloser Ihre Dokumentation, desto schwerer kann ein Hersteller den Anspruch abweisen. Beginnen Sie mit der Dokumentation beim ersten Verdacht – nicht erst, wenn der Schaden offensichtlich ist.

Warum das für Ihren Solarertrag entscheidend ist

Delamination ist kein Schönheitsfehler. Sie ist ein fortschreitender Defekt, der Ihre Anlage still und leise um einen relevanten Teil ihres Ertrags bringen kann. Der wirtschaftliche Schaden entsteht nicht durch den einzelnen Defekt an einem Tag, sondern durch die Summe der Verluste über Jahre – gerade wenn die Garantiefrist ungenutzt verstreicht. Dieser Diagnosebogen gibt Ihnen das Werkzeug, um frühzeitig zu erkennen, ob Sie handeln müssen, und um mit konkreten Daten statt mit einem vagen Gefühl in das Gespräch mit Ihrem Fachbetrieb oder Hersteller zu gehen.

Wiedervorlage

Nächster Prüftermin	_____
Verantwortliche Person	_____
Ergebnis dieser Prüfung (Level 1 / 2 / 3)	_____
Veränderung gegenüber letzter Prüfung	☐ Unverändert ☐ Verschlechtert ☐ Verbessert
Nächste Maßnahme	☐ Beobachten ☐ Garantie prüfen ☐ Austausch einleiten

---

Ihre nächsten Schritte

Angebote vergleichen: Sie möchten wissen, was ein Modultausch oder eine professionelle Prüfung in Ihrer Region kostet? Nutzen Sie den kostenlosen Angebotsvergleich von photovoltaik.info – Sie erhalten bis zu 3 Angebote von geprüften Fachfirmen.

Fachbetrieb kontaktieren: Mit dem ausgefüllten Diagnosebogen in der Hand sind Sie optimal vorbereitet für das Gespräch mit einem Solarteur oder Installateur vor Ort. Schildern Sie das eingestufte Level und legen Sie Ihre Fotos und Leistungsdaten vor – das beschleunigt die Bewertung erheblich.

Speichern oder drucken Sie diesen Bogen, damit Sie ihn bei der nächsten Prüfung erneut ausfüllen und die Ergebnisse vergleichen können.

photovoltaik.info — Ihr unabhängiges Informationsportal rund um Photovoltaik, Solarstrom und wirtschaftliche Entscheidungen für Anlagenbetreiber und Eigenheimbesitzer.
→ https://www.photovoltaik.info

Weitere kostenlose PDFs und Praxisbögen finden Sie im Download-Bereich:

Konzeption und AI-Visibility-Architektur: JvGLabs

Kostenloser Angebotsvergleich

Viele weitere PDFs kostenlos im Download-Bereich