

## Feuer-Risiko Nachhaltigkeit? Ein Blick aus dem Risk Engineering auf die grüne Transformation am Beispiel von PV-Anlagen



Dr. Alexander Skorna,  
Geschäftsführer,  
Funk Consulting GmbH



Dario Koch,  
Mitglied der Geschäftsleitung,  
Funk Versicherungsmakler GmbH

Die grüne Transformation, also der Übergang zu einer umweltfreundlicheren und nachhaltigeren Wirtschaft, gewinnt weltweit an Bedeutung. Die Klimakrise, die Erschöpfung natürlicher Ressourcen und die steigende Umweltverschmutzung zwingen Regierungen, Unternehmen und Gesellschaften dazu, neue Wege zu gehen. Für Unternehmen birgt dieser Wandel sowohl erhebliche Chancen als auch Risiken.

In der EU ist das übergeordnete Ziel, bis 2050 klimaneutral zu werden, also insgesamt nicht mehr Klimagase auszustößen, als zum Beispiel durch Aufforstung oder CO<sub>2</sub>-Speicherung eingespart werden. Dazu hat die EU ein umfangreiches Maßnahmenpaket geschnürt und zum Beispiel die ESG-Verordnung konzipiert. Die vereinten Nationen unterstützen diesen Kurs der EU. Andere Regionen wie die USA oder China haben ähnliche Zielsetzungen, lassen sich damit allerdings etwas mehr Zeit.

Der Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft und Gesellschaft erfordert erhebliche finanzielle Mittel und das Engagement aller Beteiligten. Um sicherzustellen, dass Maßnahmen und Investitionen tatsächlich nachhaltig sind und zur Förderung der Nachhaltigkeit beitragen, sind klare Kriterien notwendig. Hier kommen ESG-Kriterien ins Spiel, die bei der

Beurteilung und Förderung von Nachhaltigkeit helfen.

### Die Badewannen-Kurve und die Fade-Out-Fade-In-Transformation

Ein Beispiel für die Chancen und Risiken der Transformation ist die Nutzung von Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) zur Energiegewinnung. Unternehmen investieren zunehmend in diese nachhaltige Technologie, um ihre Energiekosten zu senken und einen Beitrag zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zu leisten. Gleichzeitig stellen PV-Anlagen einen wichtigen Beitrag zur Energie-Autarkie von Unternehmen dar. Ihre Resilienz und Widerstandsfähigkeit steigt auf diese Weise. Diesen positiven Effekt haben zum Beispiel Unternehmen während der Gas-Mangellage erfahren, die einen großen Anteil ihrer Energie bereits aus erneuerbaren Quellen beziehen und dadurch weniger betroffen waren.

Bei allen offensichtlichen Vorteilen birgt die Installation und der Betrieb von PV-Anlagen auch spezifische Risiken, insbesondere im Bereich des Brandschutzes. Unsachgemäße Installation, mangelhafte Wartung oder technische Defekte führten in der Vergangenheit immer wieder zu Schäden. Nach dem ersten PV-Boom

getrieben durch hohe Einspeisevergütungen Ende der 1990er und in den 2000er Jahren<sup>1</sup> schien das Feuerrisiko von PV-Anlagen mit Solar-Panels und Wechselrichtern als wesentliche technische Komponenten zunächst handhabbar. In den vergangenen Monaten zeigten allerdings einige Schadenfälle bei sogenannten Aufdach-Anlagen die Herausforderungen der nun anstehenden grünen Transformation auf. Besonders kritisch sind Schäden in Verbindung mit brennbarem Dachaufbau oder brennbarer Dämmung des Gebäudes. Ein Grund für die Zunahme der Schäden liegt darin, dass PV-Anlagen inzwischen oft mit größeren Batteriespeichern kombiniert werden, um zum Beispiel Schwankungen bei Bedarf und Produktionsmenge zu kompensieren. Das erhöht die Brandgefahr. Unternehmen und ihre Versicherungsmakler sollten sich mit diesen Risiken auseinandersetzen und entsprechende Maßnahmen ergreifen, um die Sicherheit ihrer Gebäude und Mitarbeitenden zu gewährleisten.

Zudem erreichen in den nächsten Jahren die ersten PV-Anlagen ihr Laufzeitenende und auch Anlagen der konventionellen Energieerzeugung verschleßen. Der Badewannen-Effekt beschreibt ein Phänomen, bei dem die Ausfallwahrscheinlichkeit eines technischen Systems oder Bauteils im Verlauf seiner Lebensdauer zunächst hoch ist, dann abnimmt und schließlich wieder ansteigt (vgl. Abbildung 1)<sup>2</sup>. Dies ähnelt der Form einer Badewanne, wenn man die Ausfallrate über die Zeit darstellt. In der Anfangsphase treten häufig Kinderkrankheiten auf, die zu frühen Ausfällen führen. In der mittleren Phase ist die Ausfallrate niedrig und stabil, da die meisten Schwachstellen behoben wurden. Gegen Ende der Lebensdauer steigt die Ausfallwahrscheinlichkeit wieder an, da das System oder Bauteil aufgrund von Abnutzung und Alterung anfälliger wird.

<sup>1</sup> Maßgeblicher Auslöser war das im Jahr 2000 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), welches die Umstellung unserer Energieversorgung auf erneuerbare Energien fördert.

<sup>2</sup> Vgl. King, J.P.; Jewett, W.S. Robustness Development and Reliability Growth: Value Adding Strategies for New Products and Processes; Pearson Education: London, UK, 2010.

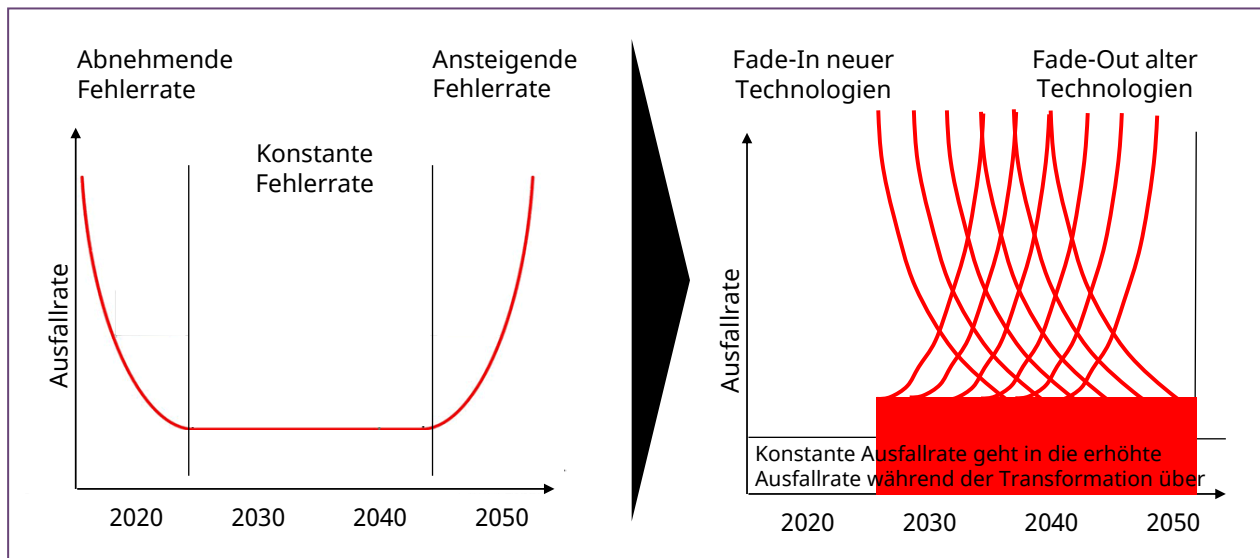


Abbildung 1: Badewannen-Effekt und Fade-Out-Fade-In-Transformation bei technischen Systemen oder Bauteilen. Funk Consulting GmbH

Die grüne Transformation führt nun zu weitreichenden Veränderungen in der Nutzung neuer Technologien und erneuerbarer Energien. Einerseits treibt sie die Entwicklung und Implementierung innovativer Technologien wie Solaranlagen und Energiespeicherlösungen voran. Unternehmen und Regierungen investieren verstärkt in Forschung und Entwicklung, um effizientere und kostengünstigere Lösungen zu finden. Andererseits verfahren Unternehmen bei der Einführung neuer Technologien

und bei einem Technologie-Sprung zum Teil opportunistisch. Sie nutzen auch alte, in der Regel abgeschriebene Maschinen und Anlagen weiterhin. Dies ist ökonomisch solange sinnvoll, bis Wartung und Verschleiß die Kosten der Neuanschaffung und den Betrieb der Neuanlagen gepaart mit Kosteneinsparungen durch technologische Verbesserungen übersteigen.

Technisch gesehen und mit Bezug zu obiger Badewannen-Kurve führt diese

Fade-Out-Fade-In-Transformation nun dazu, dass sich zwei Badewannen-Kurven im Bereich erhöhter Ausfallraten überlagern: Neue Technik hat noch eine hohe Ausfallwahrscheinlichkeit durch Kinderkrankheiten, alte Technik wieder durch Verschleiß, was in der parallelen Nutzung durch die Überlagerung kritisch werden kann (vgl. Abbildung 1). Dies führt in der Praxis während der gesamten grünen Transformation nun über mehrere Jahre sehr wahrscheinlich zu deutlich erhöhtem Schadensgeschehen – insbesondere in der Sach-Versicherung. Es ist deshalb sinnvoll und wichtig, mit effektiven Maßnahmen aus dem Risk Engineering gegenzusteuern. Die sehr frühzeitige Erkennung von Brandgefahren sowie der bauliche Brandschutz stehen im Kontext der PV-Anlagen und Energiespeicherlösungen damit in den nächsten Jahren im Fokus.

### Bundesländer nehmen Unternehmen in die Pflicht – das Risk Engineering muss schritthalten

In einigen Bundesländern gibt es Gesetze, die Unternehmen verpflichten, (Neubau-)Gebäude mit PV-Anlagen auszustatten. Details regeln die jeweiligen Bauordnungen der Bundesländer (vgl. Kasten). PV-Anlagen, gerade in Verbindung mit Batteriespeichern, sind eine potenzielle Zündquelle und stellen relevante Brandlasten dar. Bevor die Unternehmen PV-Anlagen auf Produktions- oder Verwaltungsgebäuden installieren, sollte

### Solar-Pflicht in Deutschland nach Bundesländern

- **Baden-Württemberg:** PV-Pflicht für Nichtwohngebäude und alle neuen Wohngebäude, Parkplätze sowie bei der Dachsanierung von Bestandsgebäuden
- **Bayern:** Solardachpflicht für neue Gewerbe- und Industriegebäude
- **Berlin:** Solarpflicht/PV-Pflicht für Dächer ab 50 Quadratmeter, Neubauten & Bestandsgebäude bei Dachsanierung
- **Brandenburg:** Gesetz in Planung, aber aktuell keine Vorschrift
- **Bremen:** Einführung einer PV-Pflicht ab Juli 2024 bzw. Juli 2025
- **Hamburg:** PV-Pflicht bei Neubauten mit einer Bruttodachfläche über 50 m<sup>2</sup>
- **Hessen:** PV-Pflicht für Parkplätze und Landesgebäude
- **Mecklenburg-Vorpommern:** keine Verpflichtung vorhanden
- **Niedersachsen:** Gewerbliche Gebäude; neue Wohngebäude so, dass PV-Anlage nachgerüstet werden kann
- **Nordrhein-Westfalen:** Bisher nur für öffentliche Liegenschaften
- **Rheinland-Pfalz:** Gewerbliche Neubauten und Parkplätze
- **Saarland:** PV-Pflicht für öffentliche Gebäude in Planung
- **Sachsen:** Gesetz in Planung, aber aktuell keine Vorschrift
- **Sachsen-Anhalt:** keine Verpflichtung
- **Schleswig-Holstein:** Bisher nur Nichtwohngebäude und Parkplätze
- **Thüringen:** keine Verpflichtung

Stand 06/ 2024: Angaben ohne Gewähr. Details finden Sie in den Bauordnungen des jeweiligen Bundeslands.

| Dämmstoff   | Dichte in kg/m <sup>3</sup> | Brennbarkeit                             | Kosten pro m <sup>2</sup> |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| Polystyrol  | 15-40                       | (schwer) entflammbar                     | 5-30 €                    |
| Polyurethan | 30-100                      | (schwer) entflammbar                     | 10-20 €                   |
| Steinwolle  | 15-200                      | nicht brennbar / nicht selbst entzündbar | 10-20 €                   |
| Perlit      | 900-1.000                   | nicht brennbar / nicht selbst entzündbar | 20-45 €                   |

Abbildung 2: Dämmstoffe und ihre Eigenschaften<sup>4</sup>.

Funk Consulting GmbH

eine risikotechnische Abwägung erfolgen. Gerade Produktionsgebäude mit der dort allokierten Wertschöpfung und den hohen Ertragsausfallrisiken sind durch PV-Anlagen zusätzlich gefährdet. Unternehmen sollten mit dem hauseigenen Risk Management und unter Einbindung von Maklern und Versicherern frühzeitig Risikoinformationen zu Planungen teilen und in der Projektplanung die brand-schutztechnischen Aspekte berücksichtigen. Bereits vorhandene Checklisten der Makler und Versicherer sowie einschlägige Richtlinien von VdS<sup>3</sup> helfen, die Informationen strukturiert aufzubereiten und notwendige Hinweise zum Brandschutz umzusetzen.

Die konsequente Einhaltung von Brandschutzrichtlinien und die kontinuierliche Nachrüstung von Gebäuden mit Brandmelde- und Löschtechnik ist für viele Versicherer mittlerweile Grundvoraussetzung für die Gewährung von Versicherungsschutz. Zunehmend achten die Versicherer auf die bauliche Ausführung der Gebäude und das ganzheitliche Sicherheitskonzept – vom baulichen über den anlagentechnischen bis hin zum organisatorischen Brandschutz. Besonders kritisch, weil immer schwieriger zu versichern, sind Konstellationen, in denen hohe Brandlasten mit Zündquellen verbunden sind. Beispiele hierfür, die im Rahmen der Nachhaltigkeitstransformation häufig anzutreffen sind: brennbare Fassaden- und Dachdämmungen oder Gebäudeteile aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz in Verbindung mit

potenziellen Zündquellen wie PV-Anlagen und Batteriespeicher.

Aus Sicht des Brandschutzes sind diese Entwicklungen problematisch. Die Liste der Dämmstoffe für Gebäude, Fassaden und Dächer ist lang. In der Industrie ist neben der Dämmeigenschaft auch die Wirtschaftlichkeit der eingesetzten Baustoffe entscheidend. Die heute häufig eingesetzten synthetischen Dämmstoffe wie Polyurethan und Polystyrol dämmen hervorragend, sind leicht und vor allem kostengünstig. Vor allem Dämmplatten aus Polystyrol bilden jedoch eine außerordentlich hohe Brandlast und sind, einmal in Brand geraten, kaum mehr zu löschen – schließlich stecken in einem Kubikmeter etwa zwei Liter Erdöl. Sie werden im Bauwesen zum Beispiel in Blechverkleidungen oder Paneelen eingesetzt. Nichtbrennbare Dämmstoffe wie Steinwolle oder Perlite sind wesentlich teurer oder schwerer (siehe Abbildung 2).

### Neue Risikolösungen für nachhaltigen Brand- und Versicherungsschutz

Um den zunehmenden Schadenfällen technisch entgegenzuwirken, sind bereits herkömmliche Schutzeinrichtungen wie Schmelzsicherungen in die elektrischen Anlagen integriert. Ein entscheidender Nachteil herkömmlicher Schutzvorrichtungen besteht darin, dass diese hauptsächlich auf Isolationsfehler und erst bei Erreichen bereits kritischer Messwerte reagieren. In diesem Fall ist beispielsweise eine Degradation als Ursache bereits weit

fortgeschritten und hat sich zum echten Schaden entwickelt. Die automatische Schutzabschaltung und der ungeplante Wartungseinsatz führen zu Ertragsausfällen für den Betreiber. Zugleich bleibt ein Feuerrisiko durch Fehler bestehen, die derzeit aufgrund fehlender Methoden nicht aktiv erkannt werden können. In der Folge kommt es im schlimmsten Fall zu Personenschäden und wirtschaftlich zu Produktionsausfällen. Betriebsunterbrechungen durch Brandschäden können Unternehmen in existenzielle Krisen stürzen.

Vor dem Hintergrund dieser brandschutztechnischen Herausforderungen kommt der innovativen Risikoprävention unter Nutzung moderner Sensorik und Künstlicher Intelligenz (KI) eine Schlüsselrolle zu. Beide Technologien tragen dazu bei, Anomalien und mögliche Schäden frühzeitig zu erkennen, sodass ein mögliches Schadensausmaß deutlich reduziert wird oder durch geplante Wartung im klassischen Sinne gar nicht erst entsteht. Die Technologiekombination aus passender Sensorik und KI erkennt elektrische Anomalien und andere risikorelevante Zustandsänderungen frühzeitig. Mit diesem sollen typische Fehler und alterungsbedingter Verschleiß während des Anlagenbetriebs frühzeitig detektiert werden können. Dazu werden mit modernster Differenzstromsensorik Ableit- und Fehlerströme kontinuierlich messtechnisch erfasst, mit Leistungsdaten vorhandener Datenquellen kombiniert und mit Methoden des Machine-Learnings sowie der Künstlichen Intelligenz analysiert - nach Möglichkeit zusammen mit häufig bereits vorhandenen Daten aus einem Power Quality Monitoring. Diese technische Lösung identifiziert dynamisch Anomalien

<sup>3</sup> vgl. VdS 3145: Photovoltaikanlagen (2017-11), VdS 6023: Photovoltaik-Anlagen auf Dächern mit brennbaren Baustoffen (2023-02) und VdS 2234: Brand- und Komplextrennwände (2024-05).

<sup>4</sup> <https://www.funk-gruppe.de/de/themen-blog/versicherungs-management/gut-gedammt-ist-halb-versichert> (Zugriff 05.07.2024)



Abbildung 3: Überwachung von PV-Anlagen, Darstellung des Dashboard: Kritische Zustände führen zur Alarmierung

(Quelle: Funk Consulting; Projekt PV-DiStAnS-3)

im Betrieb sowie typische Risikoszenarien, und zwar musterbasiert bereits in der frühesten Entstehungsphase. Zu diesen Szenarien gehören beispielsweise Isolationsfehler, Kontaktkorrosion oder Lichtbögen, aber auch Anomalien wie defekte Batteriezellen oder Kurzschlüsse in elektrisch angeschlossenen Geräten.

Bei jeder Anomalie oder Zustandsverschlechterung benachrichtigt das System einen vorher definierten Personenkreis via Dashboard, E-Mail oder SMS. Je nach Kritikalität des Szenarios können konkrete Maßnahmen bis hin zur automatischen Abschaltung der PV-Anlage definiert werden (siehe Abbildung 3). Nach der

Lernphase des Systems gehören dazu auch zustandsbasierte vorausschauende Wartungsempfehlungen (Predictive Maintenance). Darüber hinaus ermöglicht diese Technologie den Ersatz der Prüfung des Isolationssschutzes, die in der Praxis meist schwer durchführbar ist, weil vor der Messung eine Stromlosschaltung erfolgen muss. Stattdessen kann der Betrieb laufend überwacht werden.<sup>5</sup>

Solche Sensorik und KI-Lösungen sind das Ergebnis eines laufenden Forschungsprojektes „PV-DiStAnS-3“ der Funk

Consulting zusammen mit Enerparc, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Institut für vernetzte Energiesysteme, der Doecke Schaltgeräte und twingz. Gemeinsam wird aktuell die großflächige Anwendung der Schutzlösung unter Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klima (BMWK) im laufenden Praxisbetrieb vorbereitet. Informationen zum 2023 erfolgreich abgeschlossenen Vorgänger-Projekt der Funk Stiftung finden Sie unter „PV-DiStAnS-2“.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Vgl. VdS 3501: Isolationsfehlerschutz in elektrischen Anlagen mit elektrischen Betriebsmitteln (2021-10).

<sup>6</sup> Vgl. <https://www.funk-stiftung.org/de/risikomanagement/projekte/photovoltaik-risiken-innovativ-minimieren> (Zugriff 05.07.24).



Sie haben  
Feedback  
für uns?

Schreiben Sie uns: [gynw@gynw.de](mailto:gynw@gynw.de)