

Faktencheck: Erosion an Rotorblättern

Februar 2026

1. Aus welchen Materialien bestehen Rotorblätter von Windenergieanlagen und wie werden sie hergestellt?

Rotorblätter bestehen überwiegend aus Faserverbundstoffen, die auch im Boots-, Segel- und Kleinflugzeugbau zum Einsatz kommen. Sie bieten sehr gute mechanische Eigenschaften bei einem vergleichsweise geringen spezifischen Gewicht.

Die Blattschalen sind in Sandwichbauweise gefertigt. Dabei bestehen die Außenwände aus Glasfasern, die in eine Kunststoffmatrix – meist Epoxidharz – eingebettet sind (GFK). Anstelle von Glasfasern können auch andere Fasern eingesetzt werden. Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) kommen allerdings nur in deutlich geringerem Umfang zum Einsatz als GFK. Ihr Anteil von meist deutlich unter 30 Prozent wird in hochbelasteten Bereichen wie Gurten oder Tragholmen eingesetzt und reduziert das Gewicht im Verhältnis zu Glasfasern bei gleicher Stabilität. Diese Bereiche sind jedoch nicht von Erosion betroffen.

Zwischen den Wänden des Sandwichverbunds befindet sich ein leichtes, aber druckfestes Kernmaterial, zum Beispiel Balsaholz oder Kunststoffschaum (PET, PVC). Diese Bauweise ermöglicht eine hohe Stabilität bei geringem Gewicht.

Bei der Produktion wird nach dem Aushärten der Blatthälften die Oberfläche mit einem Decklack (z. B. Polyurethan oder Epoxidharz) oder einem Gelcoat beschichtet. Diese äußere Schicht dient dem Schutz vor Umwelteinflüssen und ist gleichzeitig diejenige, die primär von Erosion betroffen ist.

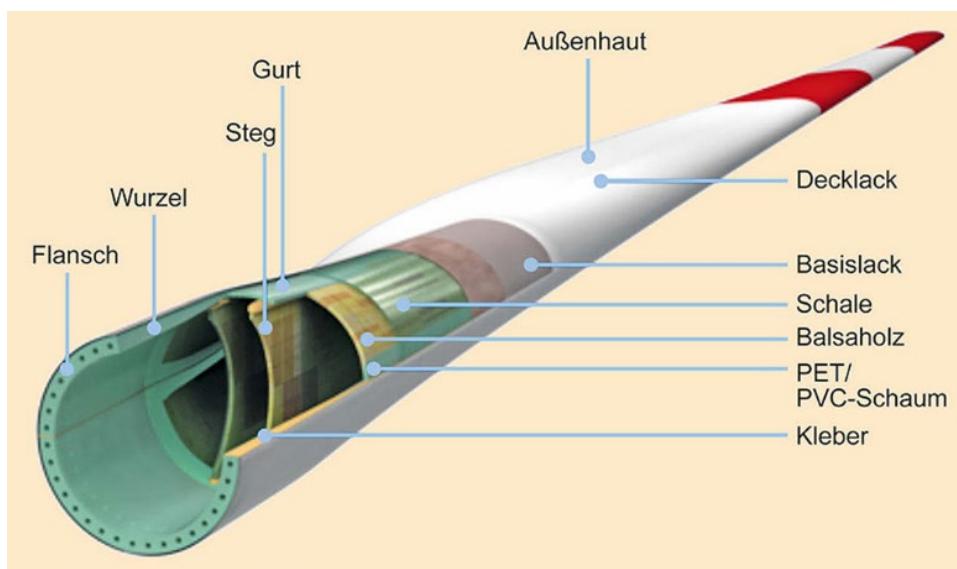


Abbildung 1: Aufbau eines Rotorblatts



2. Wodurch entsteht Erosion an Rotorblättern?

Als Erosion bezeichnet man den materialabtragenden Verschleiß der Blattoberfläche. Sie tritt insbesondere an der Blattvorderkante auf, überwiegend im äußeren Drittel des Rotorblattes. Dort erreichen die Blattspitzen im Betrieb Geschwindigkeiten von etwa 70 bis 100 m/s ($\approx 250\text{--}360$ km/h).

Erosiv wirken vor allem: Regentropfen, Hagel, Graupel, Staub, Sand und andere Partikel sowie Salze, Bioaerosole sowie andere Umweltchemikalien

Arten der Erosion

- **Partikelerosion:** Kleine feste Partikel treffen mit hoher Geschwindigkeit auf die Blattoberfläche. Abhängig vom Auftreffwinkel kommt es zu Furchenbildung oder zu Materialermüdung.
- **Regenerosion:** Beim Auftreffen von Regentropfen entsteht aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeit ein sehr hoher lokaler Druck. Der Tropfen zerplatzt und es bilden sich Druckwellen sowie seitlich abströmende Wasserstrahlen (sogenanntes Microjetting). Diese Effekte können sich mit bestehenden Vorschädigungen gegenseitig verstärken.

Aktuelle Forschungsarbeiten im Bereich der Offshore-Windenergie zeigen, dass Erosion nicht gleichmäßig über das Jahr verteilt auftritt, sondern stark von spezifischen Wetterereignissen abhängt. So zeigt eine Studie des niederländischen Forschungsinstituts TNO im Rahmen des Offshore-Forschungsprogramms PROWESS, dass rund 30 % des jährlichen erosiven Schadens an Rotorblättern innerhalb von weniger als 15 Stunden pro Jahr entstehen. Dabei sind Situationen mit Windgeschwindigkeiten über ca. 10 m/s, Starkregen von mehr als 7–8 mm/h und sehr hohe Rotorspitzengeschwindigkeiten von über 300 km/h besonders kritisch.¹

Offshore-Windenergieanlagen sind aufgrund höherer Windgeschwindigkeiten und häufigerer Starkregenereignisse stärker betroffen als Onshore-Anlagen.

3. Welche Materialien erodieren?

Von der Erosion betroffen ist die äußerste Schicht des Rotorblattes. Diese besteht aus dem in der Fertigung aufgetragenen Decklack, z. B. auf Basis von Polyurethan, Epoxidharz oder aus sogenannten Gelcoats auf Basis von ungesättigtem Poly-, Venylester- oder Epoxidharz. Polyurethan, Epoxid- und Polyesterharze sind Kunstharze. Wenn sie vollständig ausgehärtet sind, besitzen sie keine gesundheitsschädlichen Eigenschaften.² Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) stuft Polyurethane als gesundheitlich unbedenklich und lebensmittelsicher ein.³

Bei geringer Erosion ist nur die Oberflächenbeschichtung betroffen. Bei stärkerer Erosion hingegen werden auch weitere Materialschichten der Vorderkante angegriffen. Wenn die Aerodynamik der Blattprofile durch die Erosion beeinträchtigt ist, werden die Blätter instandgesetzt, bevor sich der

¹ TNO (2025): [Better damage prediction for wind turbine blades](#).

² BGI 655 / DGUV Information 201-007 - Epoxidharze in der Bauwirtschaft – Handlungsanleitung

³ Deutscher Bundestag (2024): [Sachstand: Rechtliche Vorgaben für Klebstoffe auf Lebensmitteletiketten](#).



Erosionsprozess fortsetzt. Im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfungen⁴ werden die Blätter eingehend untersucht, um Instandhaltungsmaßnahmen frühzeitig einleiten zu können.

Zum weiteren Erosionsschutz der besonders häufig beanspruchten Vorderkante des Blattes kann neben dem Decklack eine 10 bis 20 cm breite Schutzfolie oder eine spezielle Beschichtung aufgetragen werden. Diese kommt auch in der Konstruktion von Flugzeugen und vor allem Hubschraubern zum Schutz der Tragflächen bzw. Rotorblätter zum Einsatz. Die Folien bzw. Beschichtungen bestehen in der Regel aus Polyurethan.

4. Welche Folgen hat die Vorderkanten-Erosion?

Durch den Erosionsprozess lösen sich kleine Partikel aus den oberen Lagen der Blattbeschichtung ab. Schätzungen des Unternehmens Key Wind Energy GmbH zufolge beträgt der erosionsbedingte Materialverlust pro Windenergieanlage über deren gesamte zwanzigjährige Lebensdauer hinweg im Worst-Case-Szenario – also an stark belastenden Standorten – ca. 67,5 kg. Dies entspräche einem jährlichen Materialverlust von ca. 3,38 Kilogramm pro Windenergieanlage bzw. etwa 1,3 Kilogramm pro Rotorblatt.⁵

Ähnliche Ergebnisse liefern Schätzungen des Unternehmens Deutsche Windtechnik (DWT). Demnach verschleißt ein Rotorblatt in der Regel in einem Bereich von sechs bis zehn Metern von der Blattspitze aus entlang der Vorderkante. Dies entspräche ca. 500 g PU-Beschichtung je Blatt. Dazu kämen weitere 200 g je Blatt an weiteren Schichten. Somit ergäbe sich laut der DWT-Untersuchung bei drei Rotorblättern pro Jahr ein Materialverlust von 2,1 kg je WEA und Jahr.

Um die jährliche Abrasion an allen deutschen WEA zu berechnen, wird im Folgenden ein Mittelwert aus den beiden Schätzungen von 2,74 kg Materialverlust pro WEA und Jahr angenommen. Ausgehend von dieser Zahl ergibt sich folgende Rechnung für die jährliche Abrasion aller WEA in Deutschland:

$$2,74 \text{ kg} \times 29.226 \text{ [Anzahl installierter WEA an Land im Dezember 2025]} = 80.079,24 \text{ kg / p.a.}$$

Zum Vergleich: Die jährlichen Abriebwerte von Reifen belaufen sich auf 102.090.000 Kilogramm pro Jahr, die von Schuhsohlen auf 9.047.000 Kilogramm pro Jahr.⁶

Systematische und vor allem langfristige Untersuchungen zum Materialverlust infolge von Abrasion an der Blattvorderkante liegen nicht vor. Je nach Standort der WEA können bestimmte Umweltfaktoren (z. B. größere Niederschlagsmengen, besonders dicke Regentropfen) zu einer stärkeren Erosion führen.

Die Erosion der Vorderkante verschlechtert die Aerodynamik des Rotorblattes. Dadurch entsteht ein Ertragsverlust. Wenn nicht eingegriffen und nachgebessert wird, summiert sich dieser Ertragsverlust im Laufe der Jahre stetig. Darüber hinaus können eindringende Feuchtigkeit und wachsende Haarrisse die

⁴ BWE (2025): [Grundsätze für die Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen](#)

⁵ Key Wind Energy

⁶ Deutscher Bundestag (2020): Kurzinformation - [Zu einem Einzelaspekt der Erosion von Rotorblättern von Windrädern](#).



Lebensdauer der Blätter verkürzen. Unvorhergesehene Schäden können häufiger auftreten und höhere Reparaturkosten verursachen.⁷

5. Erosionsschutzmaßnahmen

Rotorblätter befinden sich fast ständig in Bewegung. Diese Bewegung führt zu starken Spannungen im Material. Darüber hinaus wird die Oberfläche der Blätter von Erosion und wechselnden Umweltbedingungen angegriffen.

Um ihre uneingeschränkte Funktion zu gewährleisten, sind daher regelmäßige, fachgerechte Inspektionen und Instandhaltungsarbeiten notwendig. Dabei können verschiedene Maßnahmen zum Einsatz kommen. Schutzlacke (sogenannte Top-Coats) können auch nachträglich auf die Blätter aufgetragen werden, um eventuell bereits entstandene Oberflächenschäden erneut zu versiegeln. Ebenso können von Erosion betroffene Vorderkanten reprofiliert und mit Schutzfolien oder -lacken versiegelt werden. Besonders schwer beschädigte Blätter können auch vollständig ausgetauscht werden.

Windenergieanlagen werden regelmäßig sorgfältigen Prüfungen (WKP) unterzogen.⁸ Da Erosionsschäden zu einem hohen jährlichen Ertragsverlust führen würden, liegt es im ureigenen Interesse der betreibenden Unternehmen, diese Schäden an den Blättern möglichst frühzeitig und sorgfältig auszubessern.

Bei sachgemäßer und sorgfältiger Wartung können die Anlagen auch über ihre reguläre Entwurfslebensdauer hinaus noch gut weiterbetrieben werden und saubere Energie produzieren.

6. Fazit

Erosion an Rotorblättern ist ein bekanntes und technisch beherrschbares Phänomen. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass der Verschleiß stark von kurzzeitigen Extremwetterereignissen abhängt und durch intelligente Betriebsstrategien sowie verbesserte Schutzsysteme deutlich reduziert werden kann. Die bestehenden Wartungs- und Reparaturkonzepte haben sich in der Praxis bewährt. Sie tragen dazu bei, die Lebensdauer von Windenergieanlagen langfristig zu sichern und die Erosion der Rotorblätter zu verringern.

Ansprechpartner

Team Technik & Betrieb im Bundesverband WindEnergie e.V.

fachgremien@wind-energie.de

⁷ Vgl. hierzu Liersch, Jan (2021): [Erosion am Rotorblatt](#). Vortrag auf den Windenergietagen Potsdam am 11. November 2021

⁸ BWE (2025): [Grundsätze für die Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen](#).