Gummiwerk KRAIBURG GmbH & Co. KG

KRAIBURG LEP

Leading Edge Protection

KRAIBURG LEP - Leading Edge Protection

Der langlebige Erosionsschutz für Rotorblätter von Windenergieanlagen

Immer mehr Energie wird durch Windkraftanlagen gewonnen. Die effiziente Nutzung der Naturkraft Wind durch innovative Technologien und Anlagen ist dabei eine spannende Herausforderung für Hersteller sowie für Service- und Wartungsunternehmen.

Die weltweit gesteckten Ziele zur Senkung des CO2 Ausstoßes können nur mit Ökostrom erreicht werden. Eine tragende Säule ist die Windenergie mit den Windenergieanlagen (WEA). Sie hat mittlerweile den größten Anteil an den erneuerbaren Energien und wächst weiterhin stetig.

Wir als Gummiwerk KRAIBURG sehen uns im Verständnis einer nachhaltigen Verantwortung in der Pflicht, soziale und ökologische Lösungen zu entwickeln, die eine Antwort auf die globalen Herausforderungen von morgen bieten.

Dem Einsatz von Elastomeren als High-Tech-Werkstoff kommt dabei eine wesentliche Bedeutung zu. Mit KRAIBURG LEP bieten wir ein Produkt an, das anspruchsvolle Anwendungen bedient und den Anforderungen eines effizienten Produktions- und Anwendungsprozesses von Rotorblättern gerecht wird.

So hat sich gezeigt, dass Elastomermischungen unseres Unternehmens in Verbindung mit ultrahochmolekularem PE ein hervorragender Schutz der Blattvorderkanten von Rotorblättern von Windenergieanlagen gegen Erosionsschäden sind.

KRAIBURG LEP ist ein Qualitätsprodukt, das über die letzten Jahre entwickelt und auf die Belange einer innovativen, hoch technisierten Industrie zugeschnitten wurde:

Unser Produkt zeichnet sich durch einen langlebigen Erosionsschutz der Blattnase bei gleichzeitigem UV-Schutz der Erosionsschutzfolie und einer einfachen Handhabung bei der Applikation aus. Die langjährige Zuverlässigkeit bei hoher dynamischer Belastbarkeit resultiert in einem geringen Wartungs- und Instandhaltungsaufwand der Anlagen.

Da sich unsere Materialien speziell für den Einsatz unter extremen Bedingungen eignen, profitieren unsere Kunden sowohl im Onshore als auch im Offshore Bereich von KRAIBURG LEP.

Branche und Einsatzbereich:
Windenergiegewinnung
On- und Offshore

Extreme Anforderungen

Haltbarkeit von Windkraftanlagen erhöhen

Die Off-Shore Windenergie etabliert sich immer mehr im Energiemix. Starke und gleichmäßig wehende Winde ohne geographische Hindernisse machen die Off-Shore Anlagen interessant. Im Verlauf der letzten Jahre sind die Anlagen nicht nur leistungsfähiger, sondern auch immer größer geworden. Längere Rotorblätter erreichen nun höhere Blattspitzengeschwindigkeiten.
Insbesondere auf hoher See sind die Rotorblätter extremen Wetterbedingungen ausgesetzt. Rauhe Winde sowie die Zusammenwirkung von Wasser mit Salz greifen diese stark an. Gerade an den Spitzen entstehen Risse und die Oberfläche wird erodiert.

KRAIBURG LEP verhindert durch seine besonders gute Erosionsbeständigkeit die vorzeitige Schädigung der ursprünglichen Oberflächenbeschaffenheit der Rotorblätter im hochbelasteten Blattspitzenbereich.

Quelle: blade care GmbH

KRAIBURG LEP schützt die Oberfläche

Bewährtes System

Vorreiter im Bereich Windenergie setzen KRAIBURG LEP seit einigen Jahren erfolgreich ein. Verfügte die erste Generation bereits über hervorragende Eigenschaften, so fokussierte sich die Weiterentwicklung des Erosionsschutzes auf spezielle re Bereiche. Heute können wir auf ein lang bewährtes System zurückgreifen, das sich mehrfach bewiesen hat.

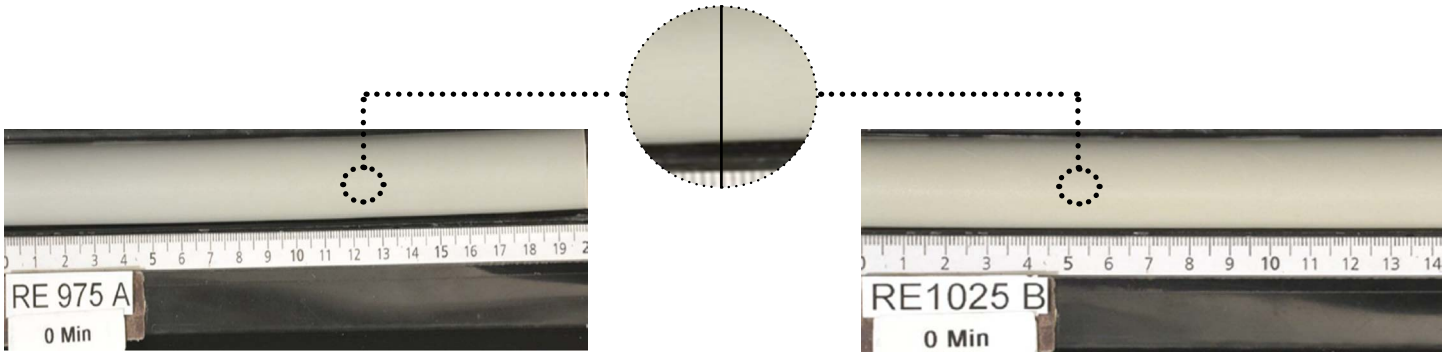
Fatigue Test

In einem Fatigue Test wurde der Einsatz von KRAIBURG LEP getestet. Der Fatigue Test wurde sowohl in Schwenk- als auch in Schlagrichtung mit jeweils zwei Millionen Zyklen durchgeführt. Dieser Test sollte einen Zeitraum von 20 Jahren simulieren. KRAIBURG LEP hat in diesem Test durch seine solide Ausdauer/Widerstandsfähigkeit überzeugt. Nach der Prüfung war die Haftung zwischen KRAIBURG LEP und dem Rotorblatt immer noch hervorragend. Die Verbindung zwischen Erosionsschutzfolie und dem Rotorblatt wies keinerlei Beanstandungen auf.

Regenerosionstest nach 2000 h UV-B Belastung

Die Regenerosion stellt eine der größten Belastungen für Rotorblätter dar. In umfangreichen und voneinander unabhängigen Testreihen erfolgte eine Simulation von Regenerosion. Dabei wurden partiell und in kleinen Schritten die Schichten der KRAIBURG LEP abgetragen. Es zeigte sich, dass die LEP Folie von KRAIBURG unter der UV-B Belastung und Regenerosion nur leicht erodiert bzw. angeraut wurde. Bei gleichen Voraussetzungen versagten gängige Folien, deren Oberflächen beim Test beschädigt und in Stückchen abgetragen wurden.

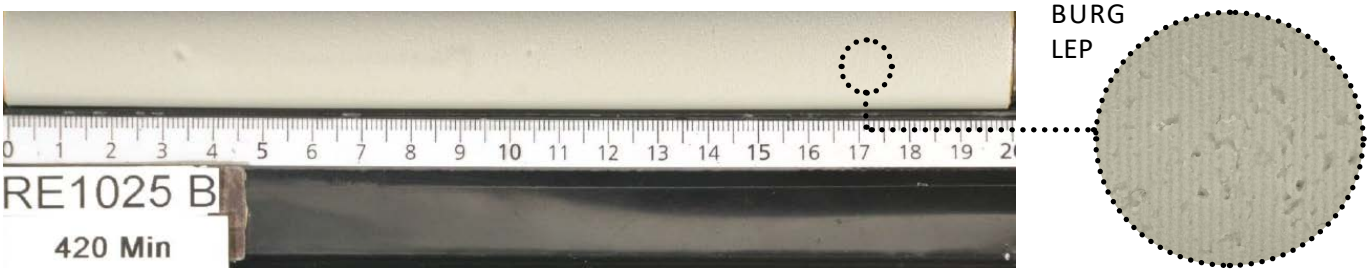
Im direkten Vergleich zu anderen Beschichtungsfolien hält KRAIBURG LEP bei UV-B Belastungen bis zu 28 Mal länger. Der Zustand nach 2000 h Dauertest im Vergleich zur Ausgangssituation lässt auf einen langlebigen Blattkantenschutz schließen, der auch in Feldtests bestätigt wird.



Ausgangszustand

Zustand nach 2000 h UV-B Belastung

Ergebnis: Fast kein farblicher Unterschied zum Ausgangsmaterial RE975 A mit nahezu gleichbleibenden mechanischen Ausgangswerten beim Material RE1025 B zu erkennen.



Die KRAIBURG LEP

Zustand nach 2000 h UV-B Belastung und 7 h Regenerosionstest

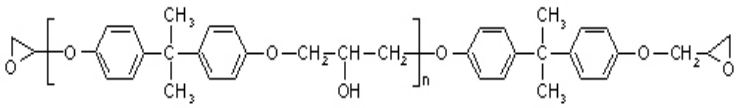
Ergebnis: KRAIBURG LEP weist eine gleichbleibende Performance auf. Die Oberfläche ist lediglich leicht angeraut.

Anwendungen

Folie lässt sich in einem Zwei-Schichten System bequem auf das Rotorblatt auftragen. Die Applikation ist sowohl in einer kontrollierten Fertigungsumgebung als auch im Feld unter Servicebedingungen bequem anwendbar. Hierzu stehen zwei Verbindungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Applikation mit Harz

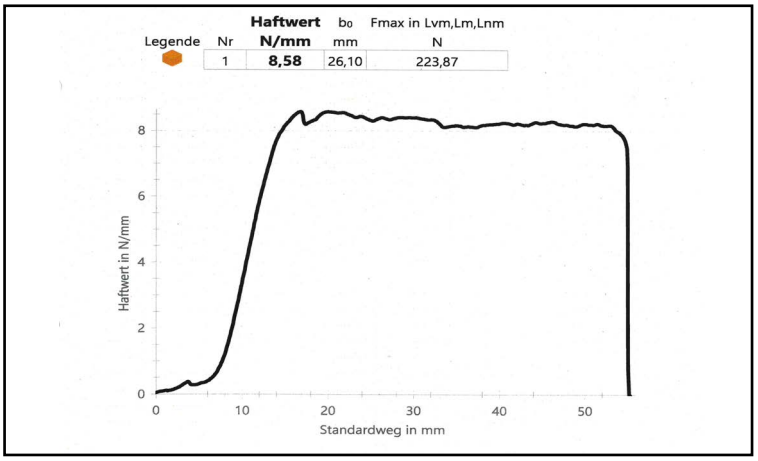
KRAIBURG LEP lässt sich direkt in den Infusionsprozess integrieren, da das Harz eine kovalente Verbindung mit dem Elastomer eingehen kann. Als Spezialist für Elastomere hat KRAIBURG eine besondere Elastomerschicht entwickelt, die sich bereits bei Raumtemperatur mit dem Infusionsharz im Aushärtungsprozess verbindet. Diese Verbindung zeigte auch nach einer dreimonatigen Testphase keine Verschleißerscheinungen.



ein Epoxidharz

Applikation mit Klebstoff

Im Falle einer Beschädigung der Oberfläche durch äußere Einflüsse ist es auch möglich, KRAIBURG LEP partiell zu ersetzen. KRAIBURG empfiehlt hier die Verwendung eines entsprechenden Klebstoffs, der zusammen mit dem Klebstoffhersteller getestet wurde.



Schältest nach DIN ISO 813

VORTEILE beim Einsatz von KRAIBURG LEP

- Hohe Impact-Dämpfung: Schutz der darunterliegenden Schicht des Laminataufbaus vor auftreffenden Wassertropfen oder anderen Partikeln
- Möglichkeit der direkten Integration durch Harzinfusion bei der Rotorblattherstellung – ohne zusätzliche Haftvermittler
- Möglichkeit der nachträglichen Aufbringung unter Einsatz von geeignetem Klebstoff (z. B. beim Service an Rotorblättern)
- Nachweislich bessere Ableitung von Wassertropfen durch geringe Oberflächenspannung
- Hervorragende UV-Beständigkeit

Dämpfung

Auf dem Markt erhältliche und eingesetzte Folien lassen die Energie des auftretenden Regens ungehindert auf das Laminat durch. Umfangreiche Untersuchungen mittels Röntgen-Computertomographie zeigen, dass Schädigungen des Faserverbundaufbaus an der Impactstelle durch den Einsatz von KRAIBURG LEP erheblich herabgesetzt werden.

Hohe dynamische Belastbarkeit und Lebensdauer, UV-B Beständigkeit, Abrieb

Partielle Reparatur

Der Fokus bei der Entwicklung von KRAIBURG LEP lag auf praxisnahen Anforderungen. Dabei wurde die Möglichkeit zu partiellen Reparaturen (Splicing) berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wurde eine Reparaturstelle mit einem Aufschlag im Winkel von 45° und 90° getestet. Eine zehnstündige Regenerosionssimulation ergab keinen Unterschied zur unbeschädigten Folie. Das bestätigt die hohe Belastbarkeit von KRAIBURG LEP.

Servicekosten

Regelmäßige Wartung und Service spielen eine entscheidende Rolle im Zyklus einer Windkraftanlage. Eine beschädigte Oberfläche führt zu einer schlechteren Leistung der Rotorblätter und zieht hohe Reparaturkosten nach sich. Dank der Möglichkeit zu partiellen Reparaturen verringern sich mit dem Einsatz von KRAIBURG LEP die Service- und Reparaturkosten.

Geringere Service- und Reparaturkosten

Technische Daten

Eigenschaften	Norm	Prüfwerte
Foliendicke (mm)		1,0
Folienbreite (mm)		120,0
Foliengewicht (g/m²)		990,0
Zugfestigkeit (Mpa)	DIN 53504	22,5
Reißdehnung (%)	DIN 53504	399,0
Schälhaftung (N/mm)	ISO 813	9,0
Kataplasmatest Schälhaftung (N/mm)	5 Zyklen: 12h @ 70°C + 12h @ -25°C 100% rel. Feuchte, ISO 813	8,8
Regenerosionstest (h)	ASTM G73, V_{tip}max: 157 m/s Regendichte: 450 mm/h Tropfen Größe: 2 - 3 mm	> 10
Splicing: 45° und 90° Regenerosions-test (h)	ASTM G73, V_{tip}max: 157 m/s Regendichte: 450 mm/h Tropfen Größe: 2 - 3 mm	> 10
2000 h UV-B Belastung	ASTM G154-16 Kreislauf ASTME13-15e	sehr gut
Regenerosionstest nach 2000 h UV-B Belastung (h)	ASTM G73, V_{tip}max: 157 m/s Regendichte: 450 mm/h Tropfen Größe: 2 - 3 mm	>7
Fatigue Test	Schwingung in Schwenk- und Schlag-richtung Zyklus: $2x10^6$	Haftung: gut Oberfläche: keine Risse Verbindung zwischen der Folie und Spachtelmasse: keine Rissbildung

KRAIBURG LEP
Leading Edge Protection

ein Produkt der:

Gummiwerk KRAIBURG GmbH & Co. KG
Teplitzer Str. 20
84478 Waldkraiburg
Germany
lep@kraiburg.de
www.kraiburg-rubber-compounds.com

© Gummiwerk KRAIBURG GmbH & Co. KG, 01/2020
Die vorstehenden Informationen und unsere anwendungstechnische Beratung erfolgen nach bestem Wissen, gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise. Die Beratung befreit Sie nicht von einer eigenen Prüfung – insbesondere unserer Produkte im Hinblick auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung unserer Produkte und der aufgrund unserer anwendungstechnischen Beratung von Ihnen hergestellten Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich in Ihrem Verantwortungsbereich.