

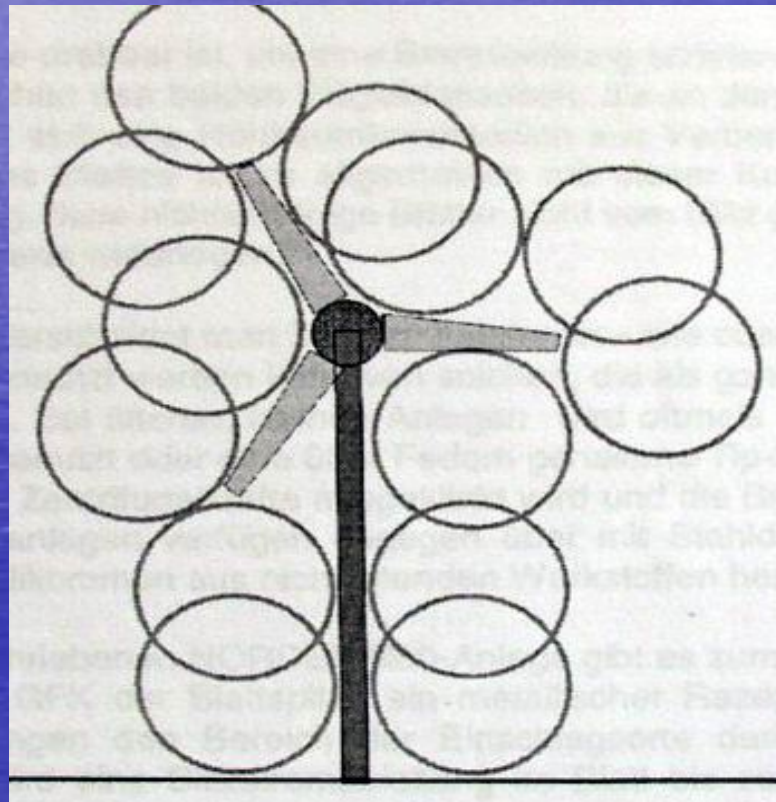
Beitrag zur
5. Veranstaltung der
“Qualitäts-Initiative Rotorblatt”
BWE AG Rotorblatt

Dr.-Ing. Wolfgang Holstein
HMS Technologie GmbH
ROTORBLADE ENGINEERING
INSPECTION
MAINTENANCE & REPAIR MANAGEMENT

Gliederung

- **Serienschäden durch Blitzschlag**
- Stilllegungskriterien
- Kriterien für Blatttausch / Rep. „vor Ort“
- Informelle Vernetzung
- Kennblatt und Befundberichte

Bestimmung potentieller Einschlagorte nach dem Blitzkugelverfahren



Annahmen:

Turmhöhe 100m

Rotordurchmesser 80m

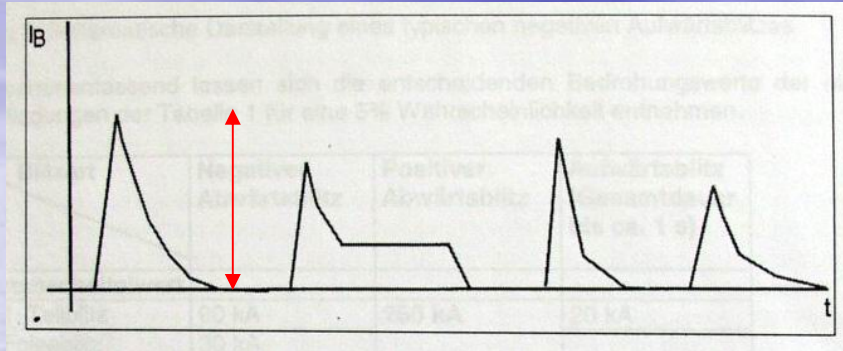
Blitzschutzklasse I

Blitzschutzklasse I

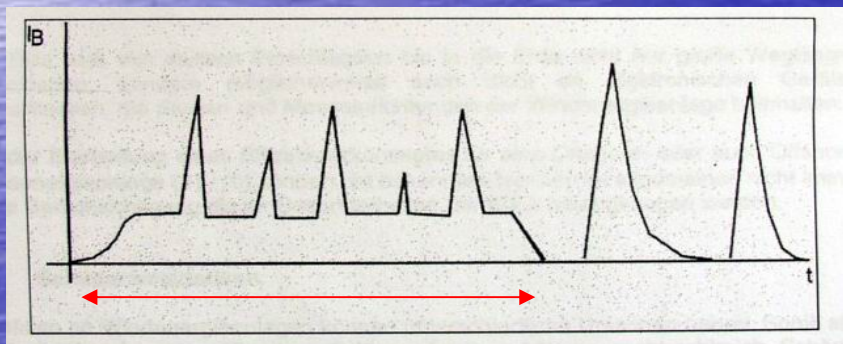
Kennwerte des Blitzes	Symbol	Einheit	Schutzklasse I
Scheitelwert	I	kA	200
Impulsladung	Q_{impuls}	C	100
Gesamtladung	Q_{ges}	C	300
Spezifische Energie	SE	kJ/Ω	10000
Mittlere Steilheit	di/dt	$\text{kA}/\mu\text{s}$	200

Quelle: Blitzschutzmassnahmen an einer Windenergieanlage der 2,5 MW-Klasse
Prof. Dr.-Ing. Klaus Scheibe, Fachhochschule Kiel

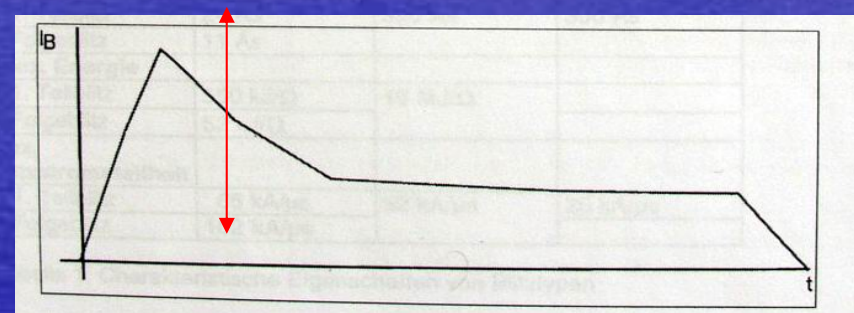
Unterschiedliche Entladungsarten



Negativ abwärts



Negativ aufwärts

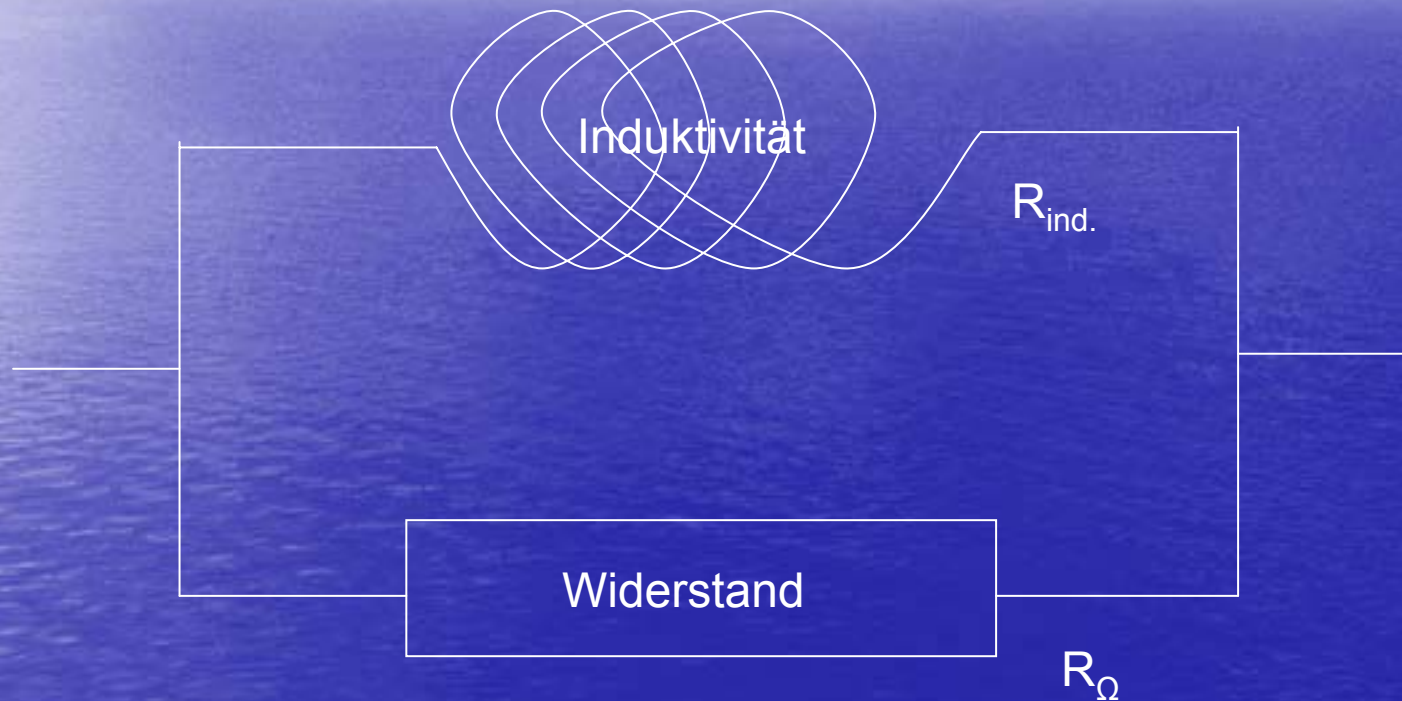


Positiv abwärts

Charakteristische Eigenschaften von Blitztypen

Blitzart	Negativer Abwärtsblitz	Positiver Abwärtsblitz	Aufwärtsblitz (Gesamtdauer bis ca. 1 s)
Stromscheitelwert			
---1. Teilblitz	90 kA	250 kA	20 kA
---Folgeblitz	30 kA		
Ladungsmenge			
---1. Teilblitz	24 As	350 As	300 As
---Folgeblitz	11 As		
Spez. Energie			
---1. Teilblitz	550 kJ/Ω	15 MJ/Ω	
---Folgeblitz	52 kJ/Ω		
Max. Blitzstromsteilheit			
---1. Teilblitz	65 kA/μs	32 kA/μs	20 kA/μs
---Folgeblitz	162 kA/μs		

Elektrisches Ersatzschaltbild Blitzableiter



Schadensszenario

- Blitzströme, in der Phase steil ansteigender Stromgradienten werden über den induktiven Pfad abgeleitet (langwellige Entladungsstromanteile über den Ohmschen Pfad)
- Elektrische Leiter, auch solche mit nur geringer Stromleitungseigenschaft, wie Steuer- und Messleitungen, können zu Beginn des Entladungsvorgangs deshalb Potentialdifferenzen von mehreren Millionen Volt zum eigentlichen Blitzschutzsystem aufbauen
- Die Folge ist ein mehr oder weniger starker Funke (-> ionisierende Plasmabildung -> explosionsartige Zerstörung der lokalen Rotorblattstruktur)

Nach hinten umgeklappte Schalensegmente an der Blattspitze



Schadensbild nach explosionsartiger Sprengung des Schalensegments an der Blattspitze



Bruchbild an der Kante zu den Abgesprengten Schalensegmenten



Gliederung

- Serienschäden durch Blitzschlag
- **Stilllegungskriterien**
- Kriterien für Blatttausch / Rep. „vor Ort“
- Informelle Vernetzung
- Kennblatt und Befundberichte

Stilllegungskriterien

Im Zusammenhang mit den Leistungen aus der Betriebsunterbrechungsversicherung ist es notwendig die Grenze zwischen kosmetischer und struktureller Beschädigung zu definieren

Gliederung

- Serienschäden durch Blitzschlag
- Stilllegungskriterien
- **Kriterien für Blatttausch / Rep. „vor Ort“**
- Informelle Vernetzung
- Kennblatt und Befundberichte

Logistische und technische Faktoren der Reparaturenentscheidung

Blattaustausch

Neues Blatt wird mit Transportfahrzeug geliefert, gleichzeitig kann dieses Fahrzeug das beschädigte Blatt abtransportieren.

On-Site-Repair

Kran zur Demontage wird genauso wie beim Blattaustausch benötigt, muss aber während des Reparaturzeitraums vor Ort vorgehalten werden. Zur Reparatur muss witterungsbedingt ein Einhausen des Blattes, bzw. der Reparaturstelle vorgenommen werden. Dies wird i.d.R. mit einem Zelt bewerkstelligt.

Gliederung

- Serienschäden durch Blitzschlag
- Stilllegungskriterien
- Kriterien für Blatttausch / Rep. „vor Ort“
- **Informelle Vernetzung**
- Kennblatt und Befundberichte

Vernetzte Geschäftsprozesse des Anlagenherstellers mit dem Beauftragten der Versicherung zur Minimierung des Risikos der eingeschränkten Versicherungsleistung



Gliederung

- Serienschäden durch Blitzschlag
- Stilllegungskriterien
- Kriterien für Blatttausch / Rep. „vor Ort“
- Informelle Vernetzung
- **Kennblatt und Befundberichte**

QIR-Forderung eines Kennblatts für Rotorblätter

- Vermasste Zusammenbauzeichnung des Blattes, aus der die Lage und Ausprägung der wichtigsten Strukturelemente erkennbar sind, wie Stege, Flansche, Sandwichversteifungen, Klebeflächen, Krafteinleitungen, Tippmechanismus usw.
- Gewicht, Schwerpunktlage und Momentenverteilung des Rotorblatts, Schlag- und Schwenkfrequenzen, Wuchtprotokoll
- Beschreibung, Prüf- und Wartungsvorschrift des Blitzschutzsystems, Auflösung der Blitzregistrierkarte, Aufnahmefähigkeit (max. ableitbare Stromstärke) vom Rezeptor bis zum Fundament
- Beschreibung, Prüf- und Wartungsvorschrift des Entwässerungssystems
- Verwendete Matrixwerkstoffe und Faserqualitäten mit Datenblatt der Hersteller
- Klebeschichtstärken und Datenblatt des Kleberherstellers
- Temperschrieb und Barcol-Härte des Blattes zum Zeitpunkt der Auslieferung.

Befundberichte

- sollten mehr beschreibenden Text enthalten als z.B. „Schaden repariert“
- sollten mit Fotos der wichtigsten Reparaturschritte ergänzt werden
- sollten dem unabhängigen Sachverständigen vorgelegt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

