



momac^{WIND}
Getriebe • Generatoren








Generatoren

Schadensbilder und Instandsetzung

Stefan Leske

momac Gesellschaft für Maschinenbau GmbH & Co. KG
Am Schürmannshütt 39, 47441 Moers / NRW, Tel. 02841-1802-0, Fax 02841-1802-50,
Mail: info@momac.de, www.momac.de

www.momac.de
© Copyright momac 2009



momac^{WIND}
Getriebe • Generatoren

Agenda

- momac-Steckbrief
 - Geschäftsbereiche
- Typische Schäden und Instandsetzungen an Windkraftgeneratoren
 - Befundung von Generatoren
 - Elektrische Schäden
 - Mechanische Schäden
- Beispiele von Modifikationen an Windkraftgeneratoren

www.momac.de
© Copyright momac 2009



„Steckbrief“



ca. 7.500 m² bekrante Hallen



ca. 90 qualifizierte Mitarbeiter



Umfangreicher Maschinenpark



Getriebe, Generator, SeaTec

Gegründet:
1969

Rechtsform:
GmbH & Co. KG

Standort:
Moers / NRW

www.momac.de © Copyright momac 2009



„Steckbrief“

<p><u>Mitarbeiter:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Zerspaner ✓ Schlosser ✓ Hydrauliker ✓ Schweißer ✓ Elektriker ✓ Elektromaschinenbauer ✓ Diagnostiker ✓ ca. 20% Overhead 	<p><u>Maschinen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ CNC / konv. Bohrwerke ✓ CNC-Bearbeitungszentrum ✓ CNC-/konv. Drehbänke ✓ Honen ✓ Schweißen (alle Verfahren) ✓ Stählen ✓ Lackieren ✓ Wuchten ✓ u.v.m 	<p><u>Zertifizierungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ DIN EN ISO 9001-2000 ✓ DIN ISO 18800-7 und 15018 (Krane) ✓ Zertifizierter Lieferant DB AG ✓ Fachbetrieb gem. WHG
--	--	---



www.momac.de © Copyright momac 2009

momac WIND
Getriebe • Generatoren

Unsere Windenergie - Fachgebiete

Offshore Access Getriebe

Condition Monitoring Generatoren

MetalSCAN
Online-Condition-Monitoring

www.momac.de © Copyright momac 2009

momac WIND
Getriebe • Generatoren

Getriebe (Auszug Leistungsspektrum)

- Austausch
- Diagnose
 - Endoskopie
 - Schwingungsmessung
- Ersatzteile
- GearProtect
- Instandsetzungen aller Art
 - auf der Anlage
 - im Werk in Moers
- Zustandsüberwachung
 - MetalSCAN

www.momac.de © Copyright momac 2009



Impressionen Instandsetzung Getriebe

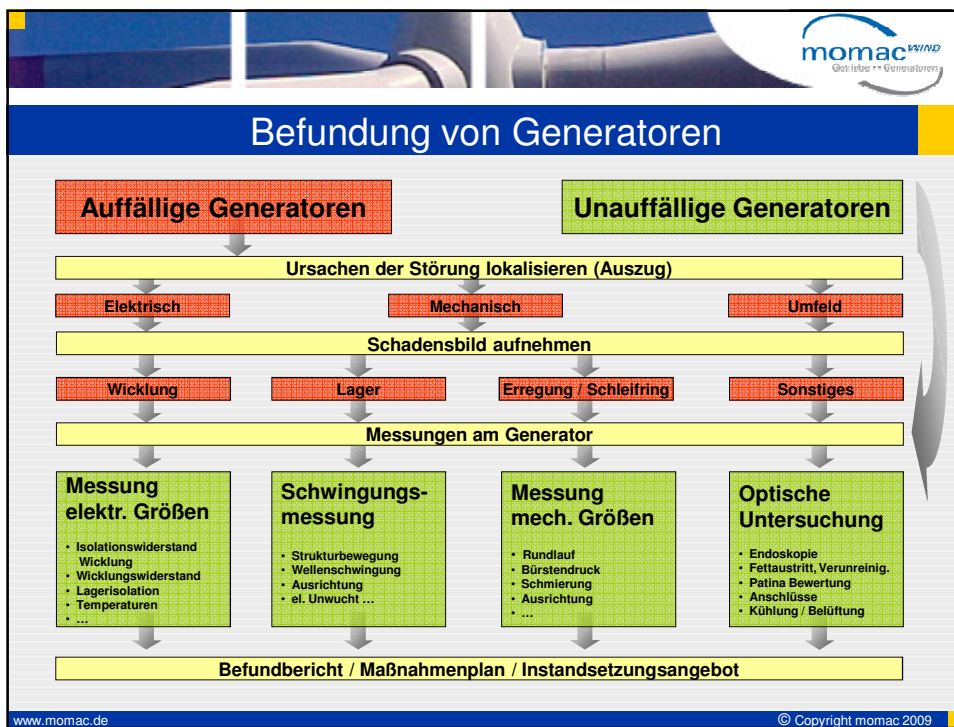
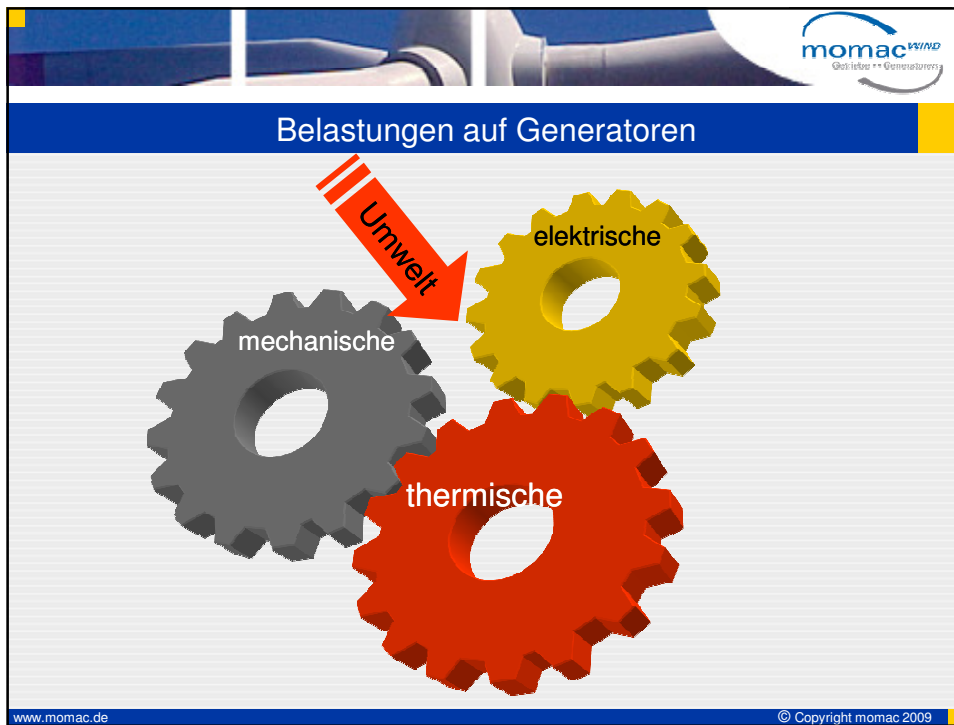


Agenda

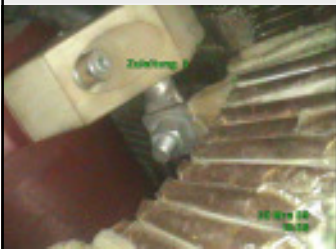
- momac-Steckbrief
 - Kapazitäten
 - Geschäftsbereiche

- Typische Schäden und Instandsetzungen an Generatoren
 - Befundung von Generatoren
 - Elektrische Schäden
 - Mechanische Schäden

- Beispiele von Modifikationen an Windkraftgeneratoren



Beispiele f. Zustandsuntersuchung Generator auf der Anlage

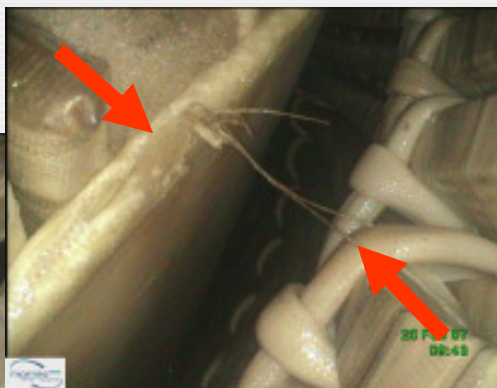


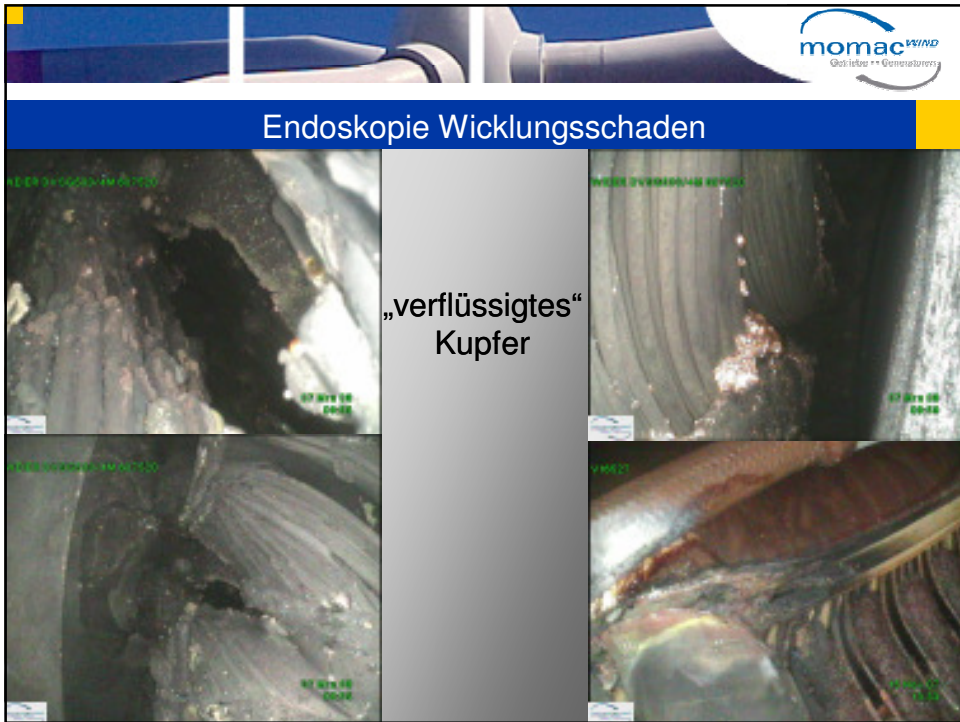
- Lagerschäden / Unwucht / Ausrichtung
 - Schwingungsmessung
 - Laserausrichtung

- Elektrische Probleme
 - Div. Messungen / Prüfungen vor Ort
 - Wicklungswiderstände
 - Isolationswiderstände
 - TE / PI / tanDelta – Messungen, Referenzwerte hilfreich
 - Stossspannungsprüfung

- Bandagen- und Anschlusspunktprobleme
 - Endoskopie

Beispiel: Endoskopie Läuferbandage GE 1.5





Agenda

- momac-Steckbrief
 - Kapazitäten
 - Geschäftsbereiche
- Typische Schäden und Instandsetzungen an Windkraftgeneratoren
 - Befundung von Generatoren
 - Elektrische Schäden
 - Mechanische Schäden
- Beispiele von Modifikationen an Windkraftgeneratoren

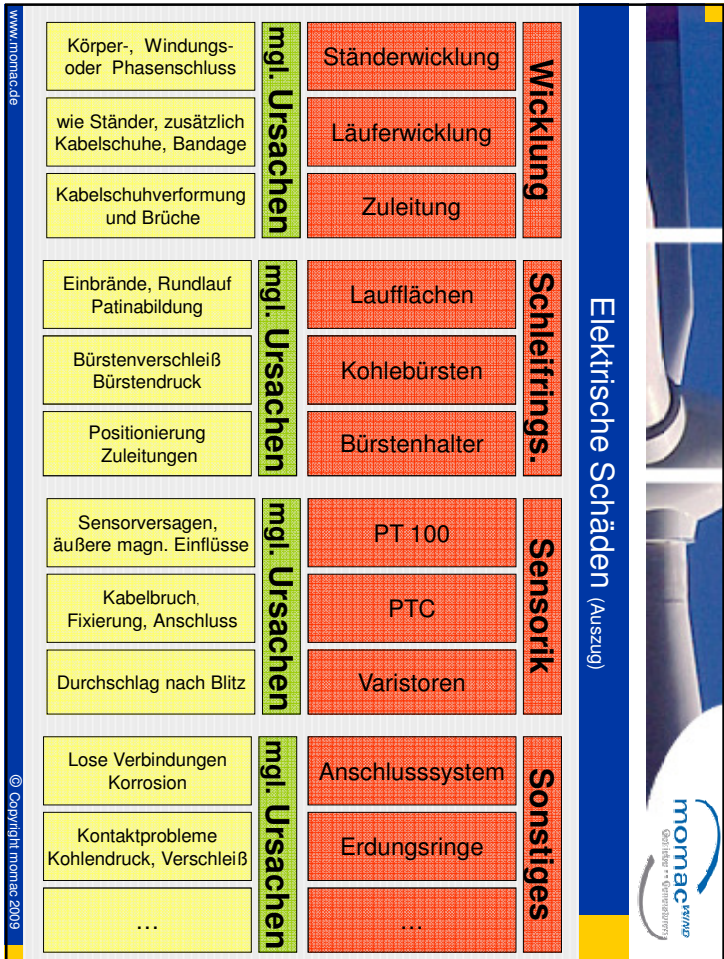
Schäden an Windkraftgeneratoren (Auszug)



- Elektrische Schäden



- Mechanische Schäden



Wicklungsschaden Ständer



Wicklungsschaden Ständer (2)



Wicklungsschaden Ständer (3)



Wicklungsschaden Schaltkranz



Zuleitungsschaden Läufer (1)



Bruch der Zuleitung durch Schwingungen

Zuleitungsschaden Läufer (2)



Bruch der Kabelschuhe durch Schwingungen, trotz nachträglicher Fixierung der Zuleitungen, Vorschädigung der Kabelschuhe nicht sichtbar!

 momac WIND
Windkraft-Service

Einbau neuer Zuleitungen, auch auf der Anlage möglich



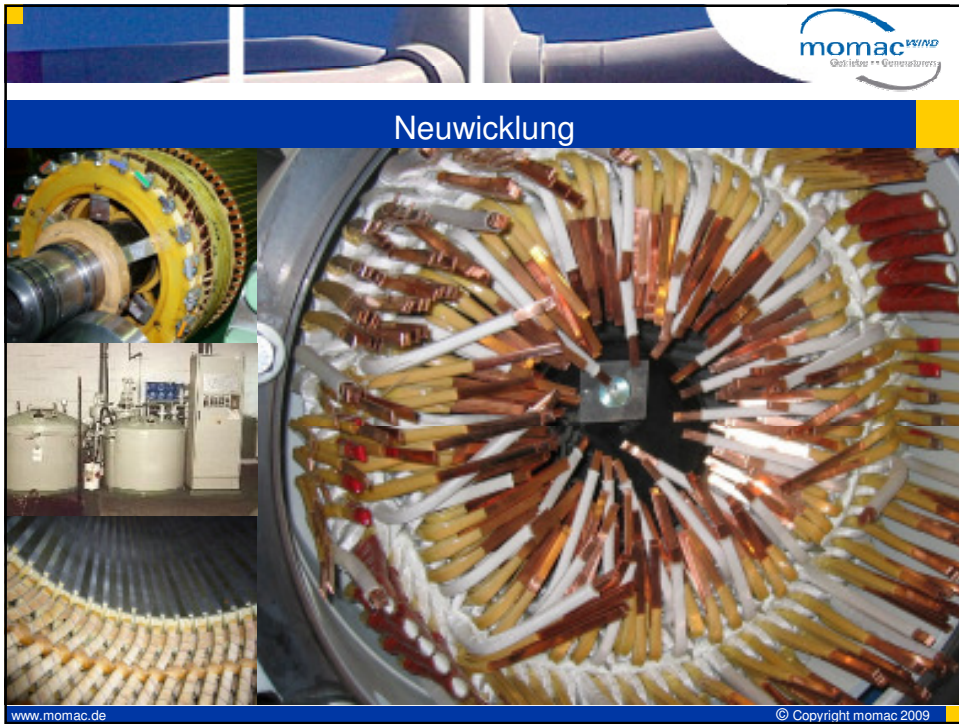
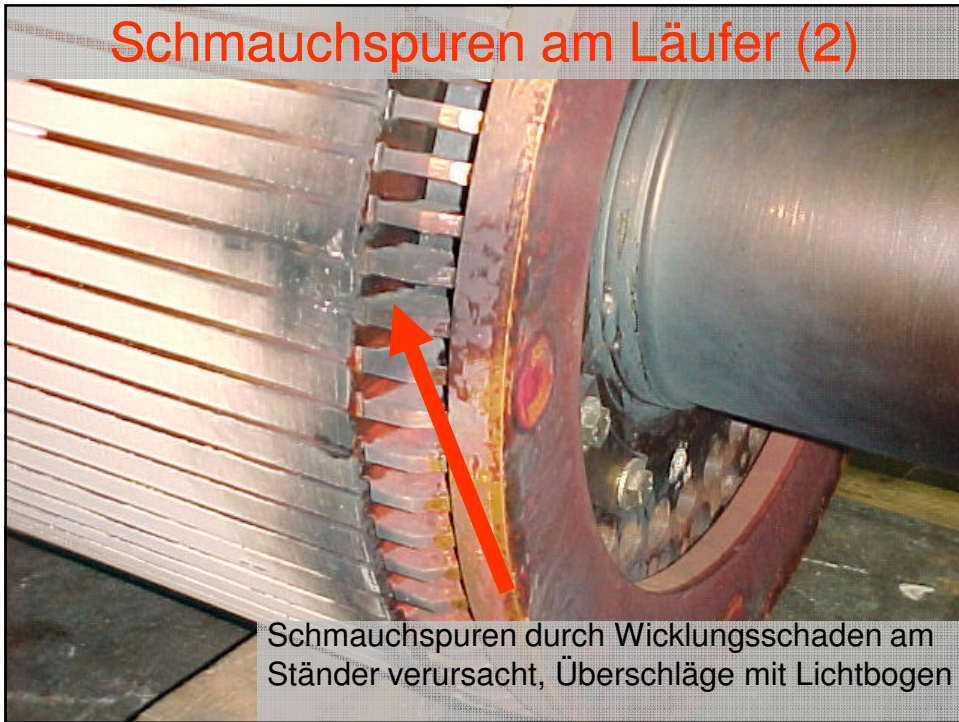
www.momac.de © Copyright momac 2009

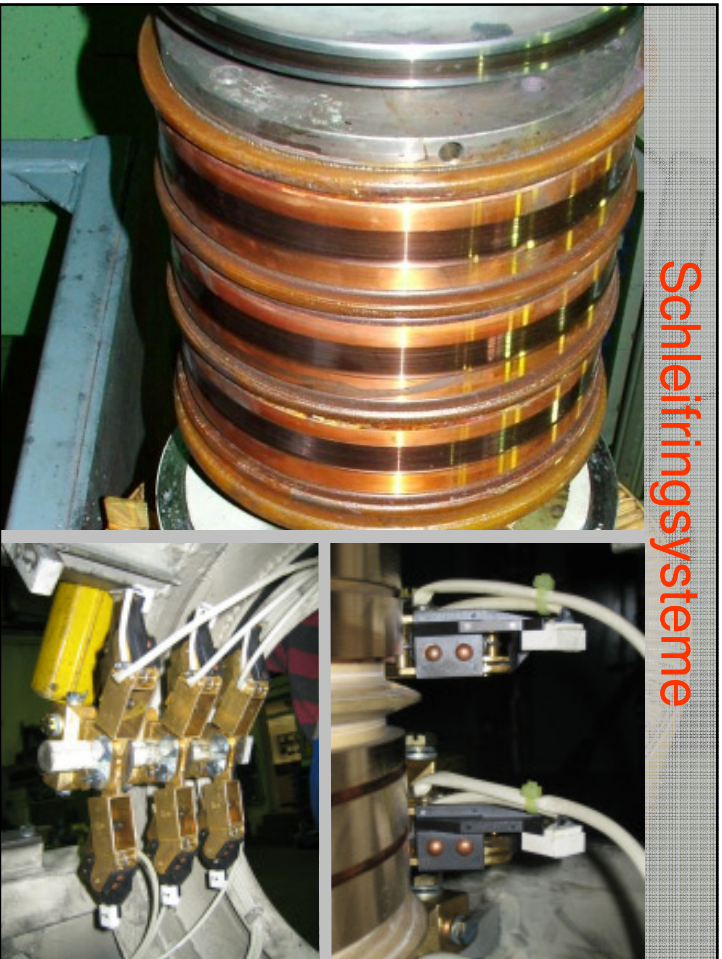
Wicklungsschaden Läufer (1)



Durch Endoskopie
frühzeitig feststellbar!

Schmrauchspuren am Läufer (2)





Schleifringssysteme

<p>Körper-, Windungs- oder Phasenschluss</p> <p>wie Ständer, zusätzlich Kabelschuhe, Bandage</p> <p>Kabelschuhverformung und Brüche</p>		mgl. Ursachen	Ständerwicklung	Wicklung
			Leutenwicklung	
			Zuleitung	
<p>Einbrände, Rundlauf Patinabildung</p> <p>Bürsterverschleiß Bürstendruck</p> <p>Positionierung Zuleitungen</p>		mgl. Ursachen	Laufflächen	Schleifrings.
			Kohlebürsten	
			Bürstenhalter	
<p>Sensorversagen, äußere magn. Einflüsse</p> <p>Kabelbruch, Fixierung, Anschluss</p> <p>Durchschlag nach Blitz</p>		mgl. Ursachen	PT 100	Sensorik
			PTC	
			Verstören	
<p>Lose Verbindungen Korrosion</p> <p>Kontaktprobleme Kohlendruck, Verschleiß</p> <p>...</p>		mgl. Ursachen	Anschlusssystem	Sensoren
			Erdungsringe	
			...	

Elektrische Schäden (Auszug)



momac WIND
Getriebe • Generatoren

Beschädigte Schleifringe / Bürstenhalter

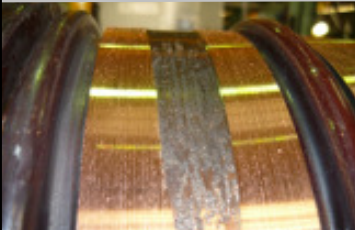


Mangelnde Wartung führt zu Überschlagen am Kohlenhalter




Schleifringraum muss regelmäßig gereinigt werden






Schleifring mit Einbränden



Wartungsintervalle sind anlagenspezifisch!



www.momac.de © Copyright momac 2009

momac WIND
Getriebe • Generatoren

Elektrische Schäden (Auszug)

Wicklung	Schleifrings.	Sensorik	Sonstiges
<ul style="list-style-type: none"> Statorwicklung Läuferwicklung Zuleitung 	<ul style="list-style-type: none"> Laufflächen Kohlebürsten Bürstenhalter 	<ul style="list-style-type: none"> PT 10V PT0 Varistorien 	<ul style="list-style-type: none"> Anschlussystem Erdungsringe ...
mgf. Ursachen			
<ul style="list-style-type: none"> Lose Verbindungen Korrosion Kontaktprobleme Kohlendruck, Verschleiß ... 			

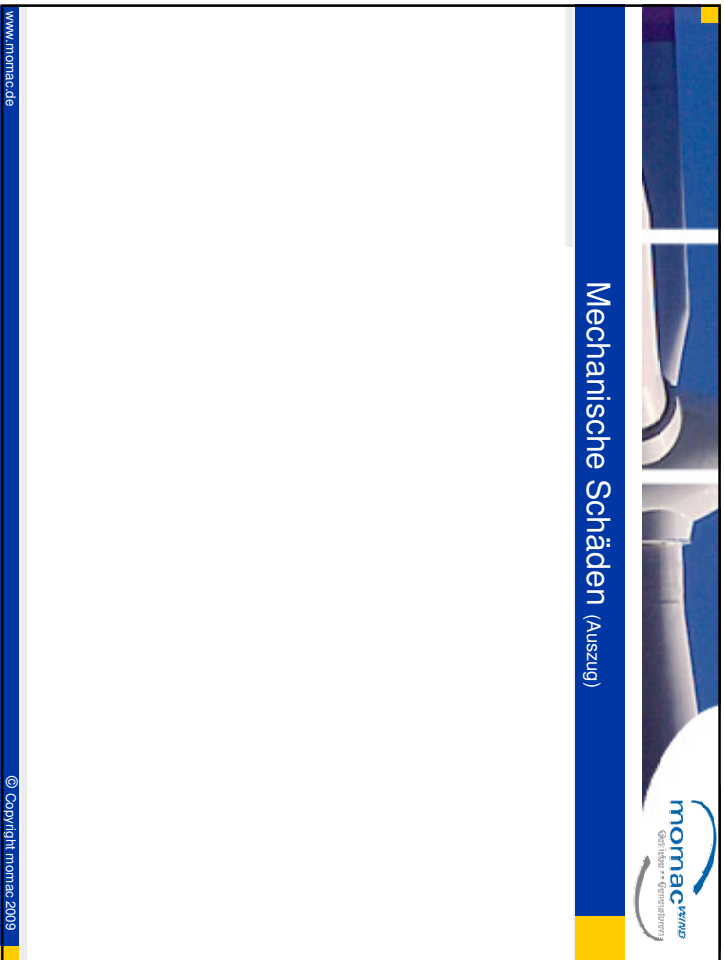
www.momac.de © Copyright momac 2009

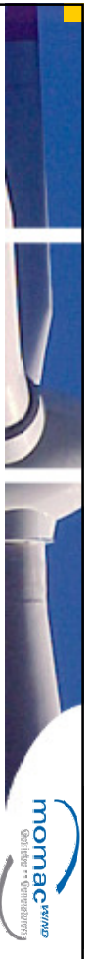


Schäden an Windkraftgeneratoren (Auszug)

- Elektrische Schäden
 - Wicklung
 - Schleifring
 - Sensorik
 - Sonstiges
- Mechanische Schäden

www.momac.de © Copyright momac 2009





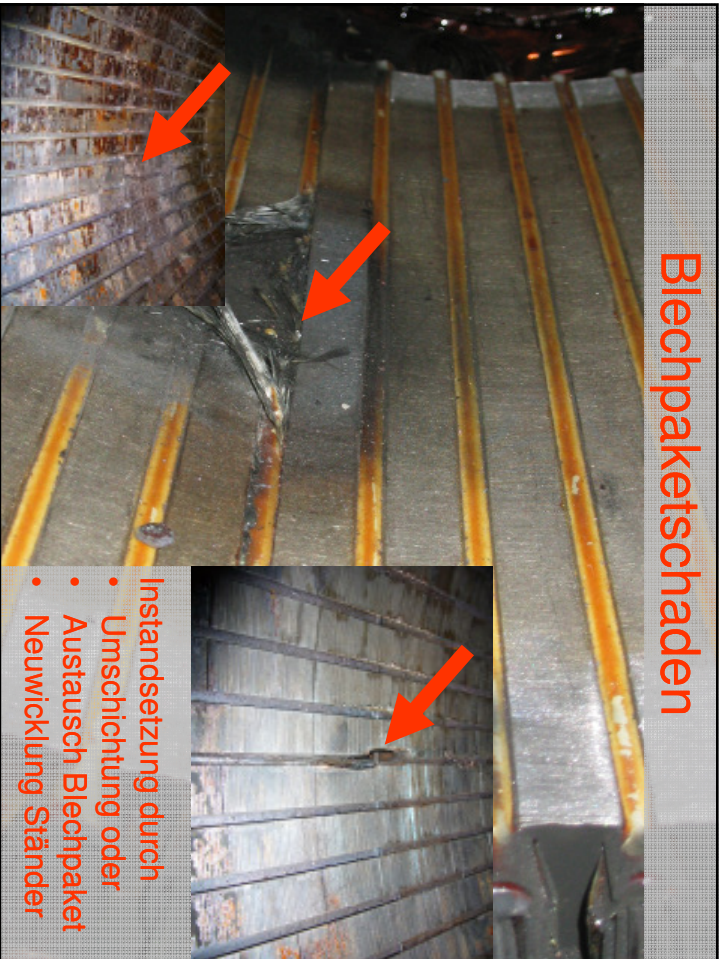
Mechanische Schäden (Auszug)

Ursachen		Blechkpaket	
Mangelnde Isolation, Erwärmung d. Wirbelstr.		Heißpunkte	
Folge v. Lagerschaden und Aufsetzen d. Läufers		Läuferspuren	
Konstruktion, Isol.-Mat.		Körperschluss	
Ursachen		Lager	
Fehlerhafte Isolation des Lagers / Lagersitz, kapazitive Ströme		Stromdurchgang	
Mangelschmierung Lagerluft		Erhöhter Verschleiß	
Verschleiß, Schmierung Fertigungs- Einbauteiler		Bauteilversagen	
Ursachen		Kühlung	
Schwingungen Korrosion		Undichtigkeiten	
Mangelnde Wartung Fremdkörpereintrag		Verschmutzung	
Komponentenausfall		Fremdbelüftung	
Ursachen		Sonderfall	
Materialschwäche Konstr.- und Fert. Probl.		Wickelpolbandage	
Ausrichtproblem, Einbau Materialermüdung		Kuppung	
Passungen		Loch-Läuferwellen	

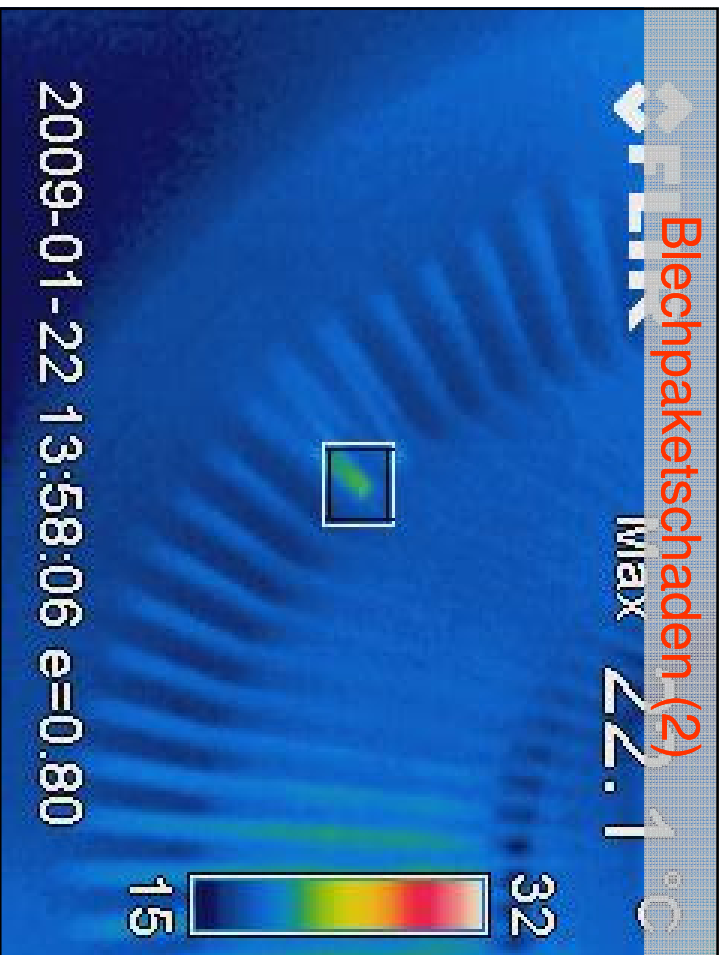
www.momac.de

© Copyright momac 2009

Blechkpaketschaden



- Instandsetzung durch
- Umschichtung oder
 - Austausch Blechkpaket
 - Neuwicklung Ständer



Mechanische Schäden (Auszug)

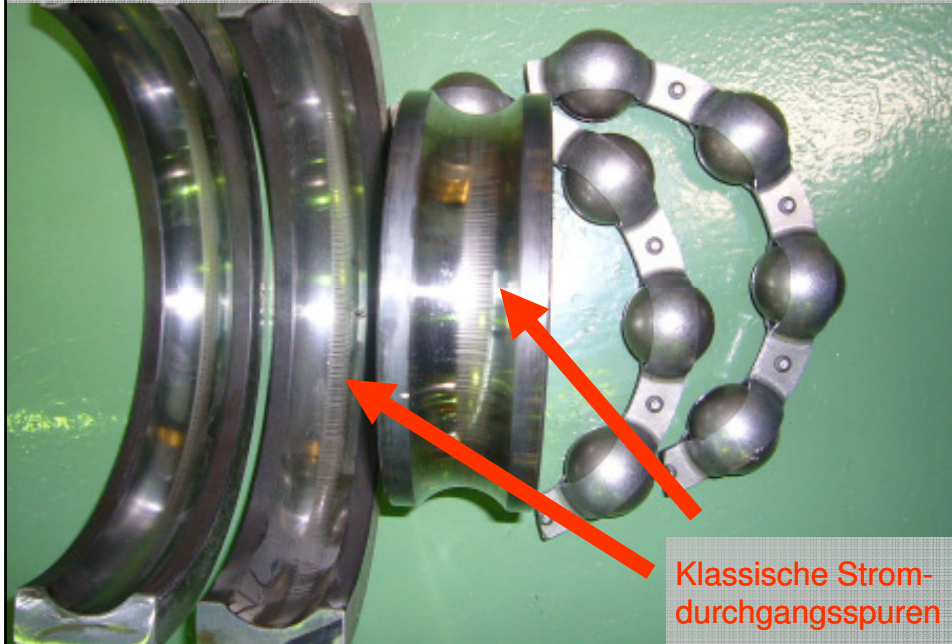
<p>Mangelnde Isolation, Erwärmung d. Wirbelstr.</p> <p>Folge v. Lagerschaden und Aufsetzen d. Läufers</p> <p>Konstruktion, Isol.-Mat.</p>		<p>Heißpunkte</p> <p>Läufergeräusche</p> <p>Körperschluss</p>	<p>Strompaket</p>
<p>Ursachen</p> <p>Fehlerhafte Isolation des Lagers / Lagersitz, kapazitive Ströme</p> <p>Mangelschmierung Lagerluft</p> <p>Verschleiß, Schmierung Fertigungs- Einbaufehler</p>		<p>Lager</p> <p>Stromdurchgang</p> <p>Erhöhter Verschleiß</p> <p>Bauteilversagen</p>	
<p>Schwingungen Korrosion</p> <p>Mangelnde Wartung Fremdkörpereintrag</p> <p>Komponentenausfall</p>		<p>Undichtigkeiten</p> <p>Verschmutzung</p> <p>Fremdbelastung</p>	<p>Kühlung</p>
<p>Materialschwäche Konstr.- und Fert. Probl.</p> <p>Ausrichtproblem, Einbau Materialermüdung</p> <p>Passungen</p>		<p>Wickelpolständer</p> <p>Kuppung</p> <p>Induktorenwellen</p>	<p>Sonstiges</p>

© momac wino
Gestaltung + Kommunikation

www.momac.de

© Copyright momac 2009

Lagerschaden durch Stromdurchgang



Mechanische Schäden (Auszug)		
Mangelnde Isolation, Erwärmung d. Wirbelstr.	Ursachen	Holzbohrer
Folge v. Lagerschaden und Aufsetzen d. Läufers		Läuferspuren
Konstruktion, Isol.-Mat.		Körperanschlüsse
Fehlerhafte Isolation des Lagers / Lagersitz, kapazitive Ströme	Ursachen	Stromkürzungsgang
Mangel schmierung Lagerluft		Erhöhter Verschleiß
Verschleiß, Schmierung Fertigungs- Einbaufehler		Parteierversagen
Schwingungen Korrosion	Ursachen	Unrichtigkeiten
Mangelnde Wartung Fremdkörpereintrag		Verschmutzung
Komponentenaustausch		Fremdwartung
Materialschwäche Konstr.- und Fert. Probl.	Ursachen	Wickelkopfbandage
Ausrichtproblem, Einbau Materialermüdung		Kupplung
Passungen		Loose Läuferwellen
		Sonstiges

www.momac.de

© Copyright momac 2009

Defekte Wickelkopfbandagen

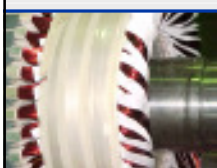
Unerkannte Bandagenschäden können zu großen Folgeschäden führen!



Agenda

- momac-Steckbrief
 - Kapazitäten
 - Geschäftsbereiche
- Typische Schäden und Instandsetzungen an Windkraftgeneratoren
 - Befundung von Generatoren
 - Elektrische Schäden
 - Mechanische Schäden
- Beispiele von Modifikationen an Windkraftgeneratoren

Modifikationen von Generatoren (Auszug)



- Modifizierte Wickelköpfe
- Modifizierte Läuferbandagen
- Modifizierte Zuleitungen
- Einbringung von Stillstandsheizungen
- Nachträglicher Einbau von Sensorik
- Modifikation der Lagersitze
- Änderung der Wellenpassungen
- Einbringung von Stromableitungen
- Erhöhung der Isolationsklasse von F auf H, Dauertemperaturfestigkeit von 150 auf 180 Grad Celsius
- Einsatz höherwertiger Isolationsmaterialien für den Umrichterbetrieb
- Modifikation der Kühlung




Modifikationen von Generatoren (Auszug)

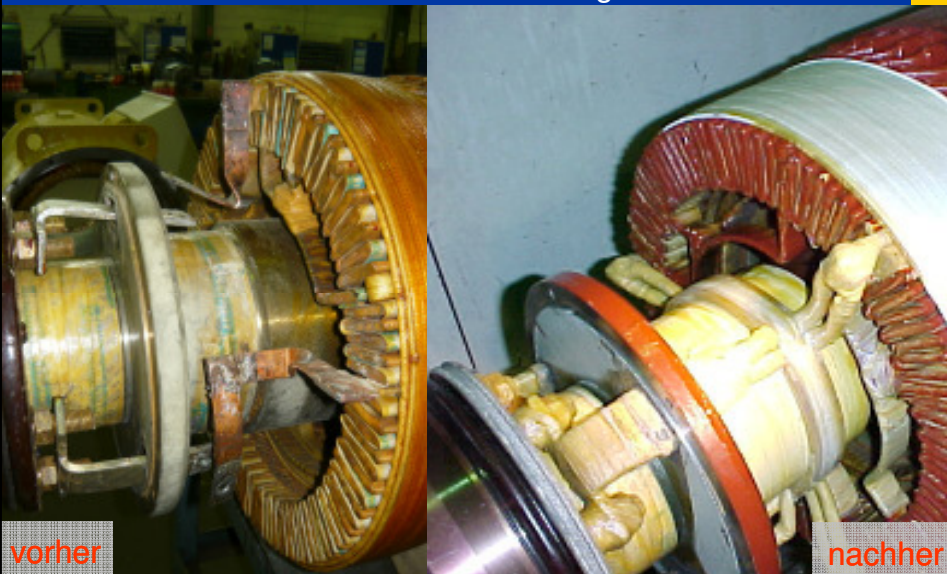
- Modifizierte Wickelköpfe
- Modifizierte Läuferbandagen
- Modifizierte Zuleitungen




www.momac.de © Copyright momac 2009



Modifizierte Zuleitungen



vorher nachher



momac WIND
Getriebe • Generatoren


Modifikationen von Generatoren (Auszug)





- Modifizierte Wickelköpfe
- Modifizierte Läuferbandagen
- Modifizierte Zuleitungen
- Einbringung von Stillstandsheizungen
- Nachträglicher Einbau von Sensorik
- Modifikation der Lagersitze
- Änderung der Wellenpassungen

www.momac.de © Copyright momac 2009




momac WIND
Getriebe • Generatoren

Modifizierte Läuferwelle




04 Aug 08
1.000



Durchgeführte Modifikationen:

- Verbesserte Passungen
- Verbesserte Oberflächen am Bleckpaket
- Wickelkopfmodifikation





Modifikationen von Generatoren (Auszug)

- Modifizierte Wickelköpfe
- Modifizierte Läuferbandagen
- Modifizierte Zuleitungen
- Einbringung von Stillstandsheizungen
- Nachträglicher Einbau von Sensorik
- Modifikation der Lagersitze
- Änderung der Wellenpassungen
- Einbringung von Stromableitringen



www.momac.de © Copyright momac 2009



Modifizierte Lagerdeckel mit Stromableitungen



Hier z.B. an GE 1.5 (Loher)
Erhöhter Schutz vor
Lagerschäden aufgrund von
Stromdurchgang.
WARTUNGSFREI !

Isolationsschaden





Nach jeder Instandsetzung kommt das Prüffeld

„Wünsche“ des Instandsetzers

- Transportsicherung verwenden
- Kupplungshälfte Generator zur Instandsetzung mitschicken, dadurch wird auch das Auswuchten der Geno-Kupplungshälfte möglich
- Ausrichtprotokoll nach Einbau verlangen (Vorgaben vorhanden und korrekt?)
- Wenn möglich Ausrichtung auch im Betriebe überprüfen lassen, z.B. durch Schwingungsmessung (Vorgabeüberprüfung)
- Bitte das verwendete Fett angeben (wenn kein Fettschild am Generator vorhanden ist)

www.momac.de © Copyright momac 2009

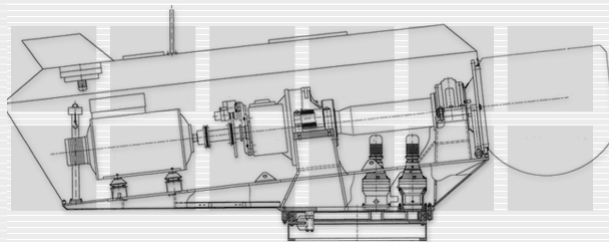
Zusammenfassung



- Windkraftgeneratoren unterliegen erheblichen thermischen, elektrischen und mechanischen Belastungen und „altern“.
- Rechtzeitige Zustandüberprüfungen schützt vor Folgeschäden (Bandagenschaden oder Zuleitungsverformungen im CMS nicht erkennbar!)
- Endoskopie ist nicht nur bei Getrieben sinnvoll, sollte aber wie die elektrischen Messungen vom erfahrenen Elektromaschinenbauer mit gemacht werden.
- Einige Reparaturen können auch vor Ort gemacht werden (Lagerwechsel, Zuleitungen, Schleifringe etc.)
- Es gibt zum Teil erhebliches Modifikationspotential bei Generatoren, was zumeist aus Preisgründen in der Serienfertigung nicht darstellbar ist.
- Achten Sie bei der Instandsetzung insbesondere auf die Qualität und den Umfang der durchgeführten Arbeiten, dann erst auf den Preis.

momac – der Instandsetzer für Ihre Generatoren und Getriebe

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



momac Gesellschaft für Maschinenbau GmbH & Co. KG

Am Schürmannshütt 39, 47441 Moers / NRW, Tel. 02841-1802-0 , Fax 02841-1802-50,
Mail: info@momac.de, www.momac.de

