

Die Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren: Wellenlager schützen, Motor-Lebensdauer verlängern, Betriebskosten senken



Überblick

Drehstrom-Asynchronmotoren werden heute weltweit in zahlreichen Anwendungen eingesetzt. Sie sind günstig im Einkauf und zeichnen sie sich durch eine robuste Bauweise sowie verschleißarmen Betrieb aus. In Verbindung mit einer Drehzahlregelung können in vielen Anwendungen bis zu 30 % Energiekosten eingespart werden.

Allerdings können Frequenzumrichter (FU) auf der Motorwelle Spannungen induzieren, die sich über die Motorlager entladen und diese per Elektro-Erosion (EDM) beschädigen. Wenn Vibrationen auftreten und der Motor Geräusche macht, ist es für eine Rettung oft schon zu spät.

Durch den Einsatz von AEGIS®-Wellenerdungsringen können solche Schäden und dadurch bedingte Maschinenausfälle wirksam verhindert werden. Dieses White Paper erläutert anhand von praktischen Beispielen den Einbau und die Funktionsweise der AEGIS®-Wellenerdungsringe.

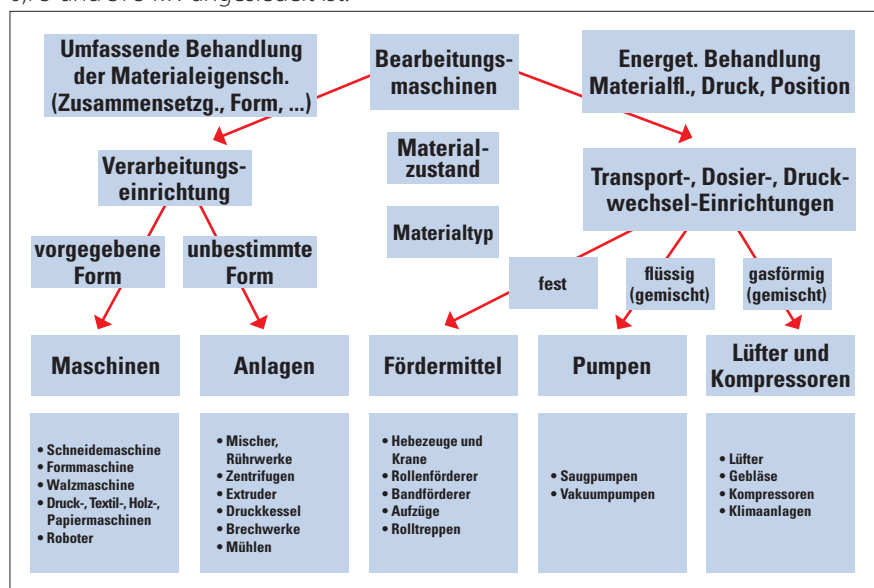


Drehstrom-Asynchronmotoren: Seit über 100 Jahren die „Arbeitspferde der Industrie“

Der dreiphasige Drehstrom-Asynchronmotor ist heute der weltweit am häufigsten eingesetzte Elektromotor und wird mit Leistungen von bis zu mehreren Megawatt hergestellt. Die größten Vorteile des Drehstrom-Asynchronmotors (auch Drehstromkäfigläufermotor oder Drehstrommaschine genannt) liegen sicherlich in seinem sehr einfachen mechanischen Aufbau begründet, der ohne teure Magnete (der Magnetfluss wird wie der Strom elektrisch in den Statorwicklungen erzeugt) und ohne Kommutator und Bürsten auskommt. Bürsten verschleiben und können Funken erzeugen (das sogenannte „Bürstenfeuer“), wodurch das Leitungsnetz mit hochfrequenten Schwingungen gestört wird. Außerdem dürfen Maschinen mit Bürstenmotoren wegen möglicher Wirkung des Bürstenfeuers als Zündquelle nicht in explosionsgeschützten Bereichen eingesetzt werden. Der bürstenlose Aufbau macht den Drehstromkäfigläufermotor sehr robust, so dass er dauerhaft Drehzahl erhöhungen von 5 bis 20 %, kurzzeitig auch deutlich höhere Überbelastungen gut verkraftet. Zudem ist er dank seiner verschleißfreien Bauweise komplett wartungsfrei.

Die Anwendungsgebiete solcher Motoren sind vielfältig. AC-Antriebe werden in sehr vielen Bereichen eingesetzt, sei es zur Materialbehandlung als auch zum Materialtransport (siehe Abb. 1). Ihr Marktanteil bei industriellen Anwendungen beträgt über 80 %, wobei das Gros der Motoren im mittleren Leistungsbereich zwischen 0,75 und 375 kW angesiedelt ist.

Abb. 1: Einsatzgebiete von Drehstrom-Asynchronmotoren (Käfigläufermotoren)



Für einen kosteneffizienten, lastunabhängigen Betrieb müssen Drehstrom-Asynchronmotoren geregelt werden. Die Drehzahlregelung erfolgt meist per Frequenz-Umrichter, auch FU oder VFD (engl. variable frequency drive) genannt. Der FU erzeugt durch Pulsweitenmodulation (PWM) eine veränderliche Spannung, die genauso wie die Frequenz in weiten Grenzen geregelt werden kann. Gerade bei Pumpen- und Lüfterapplikationen, die in Deutschland mehr als 50 % der eingesetzten Drehstrom-Asynchronmotoren ausmachen, kann hier durch die Reduzierung der Motordrehzahl auf das absolut notwendige Maß sehr viel Energie gespart werden. Halbiert man die Laufgeschwindigkeit eines Lüftermotors, so reduziert sich die für den Betrieb benötigte Leistung (kW) um das Achtfache!

Auch in anderen Anwendungen können die Motoren durch den Einsatz von Frequenzumrichtern präzise gesteuert und dadurch Prozesse optimal geregelt

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

werden, was zu einer besseren Produktivität, einer höheren Prozessqualität und dadurch wiederum zu einer weiteren Kostenersparnis führt.

Dies verbessert jedoch nicht nur die Rentabilität der betroffenen Betriebe. Der weltweit sich weiter verstärkende Einsatz von Frequenzumrichtern hat auch eine direkte Auswirkung auf unser Klima: 40 % des weltweiten Stromverbrauchs werden durch Elektromotoren verursacht, und sie sind verantwortlich für mehr als 70 % des Strombrauchs der globalen Industrie. Allein in Deutschland können jährlich durch den Einsatz energieeffizienter Elektromotoren (und hier vor allem Drehstrom-Asynchronmotoren mit Frequenzumrichtern) bis zu 6 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden¹ – weltweit sprechen andere Studien bei einem Einsparpotential von 30 % über ein Einsparpotential von über 45 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr². Leider gibt es immer noch zu viele Motoren, die ohne elektronische Drehzahlregelung laufen und so unnötig viel Strom verbrauchen.

Übersicht: Stromverbrauch und indirekte Emissionen durch Elektromotoren weltweit im Jahr 2011

Quelle:

Waide, Brunner, 2011: Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems.

Leistung	Ø Betriebsstunden	Ø Last	Stromverbrauch pro Jahr		
			Absolut	Anteil	CO ₂ -Emissionen
< 0,75 kW	1.500	40 %	650 TWh	9 %	544 Mt
0,75 - 377 kW	3.000	60 %	4.900 TWh	68 %	4.107 Mt
> 375 kW	4.500	70 %	1.650 TWh	23 %	1.389 Mt
Insgesamt	-	-	7.200 TWh	100 %	6.040 Mt

Für die neuen Motor-Effizienzklassen IE1 bis IE3 gibt es seit 2009 innerhalb der EU gesetzliche Regelungen³. Es dürfen nur noch Elektromotoren (im Bereich 0,75 kW bis 375 kW) verkauft werden, die ab 01.01.2015 mindestens die Leistungsklasse IE3 (oder eben IE2 mit VSD/Frequenzumrichter) für Motoren im Leistungsbereich 7,5 – 375 kW (ab dem 01.01.2017 auch für solche ab 0,75 kW) aufweisen.

Allerdings haben Frequenzumrichter neben den genannten Vorteilen auch einen gravierenden Nachteil, der die erreichte Kostenersparnis binnen kurzer Zeit zunichtemachen kann: Sie induzieren Spannungen auf die Motorwelle, die sich über die Motorlager entladen und diese per Elektro-Erosion (EDM) beschädigen können.

AC-Motoren, die mit FUs betrieben werden, steuern die Geschwindigkeit des Motors mithilfe der Pulsweitenmodulation (PWM). Dies bedeutet, dass Gleichtaktspannungen vorhanden sind, die auf die Welle des Motors kapazitiv induziert werden. Man beschreibt dieses Phänomen mit Begriffen wie Oberschwingungsanteil, parasitäre Kapazität, kapazitive Kopplung, elektrostatische Aufladung und Gleichtaktspannung. Ist die Lastimpedanz größer als die Leitungsimpedanz, wird Strom zum FU zurückreflektiert und es entstehen Spannungsspitzen am Motoranschluss, die doppelt so hoch sein können wie die Zwischenkreisspannung. Unabhängig von der Bezeichnung können hohe Spannungsspitzen und schnelle Taktzeiten in den Motorlagern Funkenerosionen (EDM) verursachen, die Pitting-, Mattierungs- und Riffelschäden erzeugen, was zu ungeplanten Ausfällen und Reparaturkosten führt.

Darüber hinaus können größere AC-Motoren über 75 kW auch hochfrequente Zirkulationsströme aufweisen, die ebenfalls zu Pitting-, Mattierungs- und Riffelschäden führen. Auch Gleichstrommotoren am Stromrichter können kapazitiv induzierte Wellenspannungen aufweisen, die sich in den Motorlagern entladen können, während Motoren über 7,5 kW zudem eventuell Zirkulationsströme aufweisen.

Gefahr von Lagerschäden beim Betrieb von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Frequenzumrichtern

¹ Wietschel et al: Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung: Technologiebericht. Fraunhofer Irb Stuttgart, Februar 2010.

² Almeida et al: EUP Lot 11 Motors - Final Report, 2008. http://www.eupnetwork.de/fileadmin/user_upload/Produktgruppen/Lots/Final_Documents/Lot11_Motors_FinalReport.pdf.

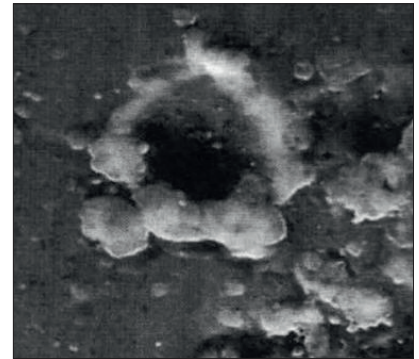
³ Verordnung (EG) Nr. 640/2009 vom 22. Juli 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren.

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

Abb.2: EDM-Grübchen im Elektronen-Mikroskop bei 1000-facher Vergrößerung

Der durch FU-induzierte Ströme verursachte Schaden wird häufig übersehen, bis es zu spät ist, um den Motor zu retten. Ohne einen wirksamen Schutz fließen Wellenspannungen über die Motorlager ab und verursachen unerwünschte elektrische Entladungen. Lager, die normalerweise eine spiegelglatte Lauffläche aufweisen, können durch elektrische Entladungen beschädigt werden. Nahezu während eines jeden FU-Schaltzyklus entlädt sich die Wellenspannung von der Motorwelle über die Lager auf den Rahmen und hinterlässt einen kleinen Schmelzkrater (EDM-Grübchen) auf der Lagerlauffbahn.



Diese Entladungen sind so häufig (möglicherweise Millionen pro Std.), dass bereits nach kurzer Zeit die gesamte Lagerlauffbahn mit zahllosen Grübchen – Mattierung genannt – übersät ist. Mit der Zeit bilden sich Riffel, also waschbrettartige Rillen quer zur Lagerlauffbahn. Diese Riffel erzeugen exzessive Geräusche sowie Vibrationen und sind ein Zeichen für einen Totalausfall des Lagers. Unabhängig vom Typ der auftretenden Lager- oder Laufbahnschäden kosten die daraus entstehenden Motorausfälle häufig mehrere Tausend Euro, verursacht vor allem durch längere Ausfallzeiten.

Abb. 3: Mattierte Lagerlauffbahn

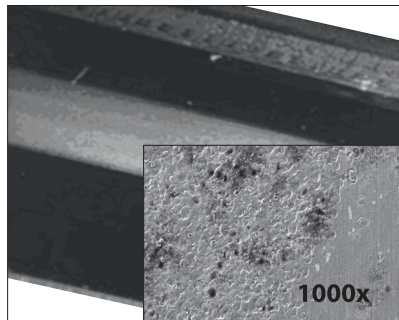
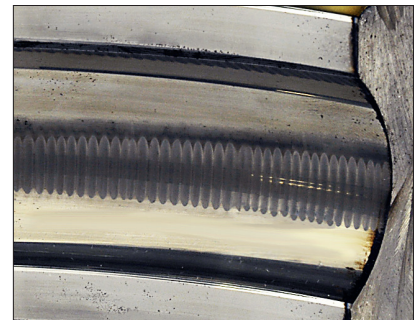


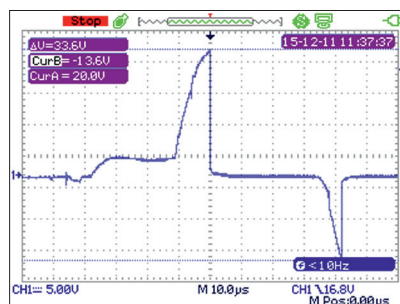
Abb. 4: Geriffelte Lagerlauffbahn



Beim Einsatz isolierter Lager sucht sich der schädliche Strom einen anderen Pfad zur Erde, in der Regel durch angeschlossene Aggregate wie Getriebe, Pumpe, Tacho, Encoder etc. Dadurch werden die Lager dieser Geräte geschädigt.

Messung der Wellenspannung zum Nachweis der Schadströme

Abb. 5:
EDM-Entladungsmuster bei hohen Amplituden mit typischer Spannungsspitze von 10 bis 40 V



Typische Wellenspannungen können abhängig vom Motor, dem Lagertyp, dem Alter des Lagers und anderen Faktoren 20 bis 80 V Spitze/Spitze betragen. Die Abbildung der Kurvenform zeigt einen Spannungsanstieg und dann eine steile vertikale Linie, die eine Spannungsentladung darstellt. Dies kann abhängig von der Trägerfrequenz des Antriebs tausende Male pro Sekunde auftreten. Die steile vertikale Flanke der Spannung erfolgt mit einem sehr hohen dU/dt Wert und mit einer typischen „Entladungsfrequenz“ von 1 bis 125 MHz (basierend auf die Testergebnisse in vielen Anwendungen).

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

Ein besonders extremes Beispiel für ein solches Entladungsmuster konnte bei einer auf dem Dach eines Kaufhauses in Michigan/USA installierten Klima- und Lüftungsanlage festgestellt werden, deren AC-Motoren regelmäßig ausfielen. Der FU-geregelte Motor treibt hier mittels eines Riemens den Lüfter der Anlage an. Solche Anlagen finden sich auf nahezu allen großen Gewerbe- und Bürogebäuden auf der ganzen Welt.

Mit Hilfe eines Oszilloskops wurden bei einer Drehzahl von 3.600 Umdrehungen pro Minute und bei einer Frequenz von 80 Hz Entladungsspitzen in einer Höhe von 44,8 Volt Spitze/Spitze gemessen werden – genug, um die Motorlager per Elektro-Erosion binnen kurzer Zeit ernsthaft zu beschädigen (s. Abb. 6 und 7).

Abb. 6: HVAC-Anlage auf dem Dach eines Kaufhauses



Abb. 7: An der Motorwelle gemessene Spannungsspitzen

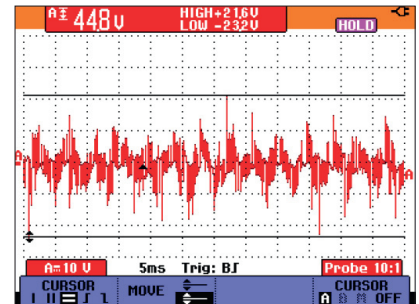


Abb. 8 und 9: Ohne AEGIS® SQR - links Spannungsspitzen von 74,8 Volt bei einem per FU-gesteuerten Motor in einem Ski-Resort, rechts Spannungsspitzen von 21,1 Volt bei einem 20 PS starken, per FU gesteuerten Motor in einem Schlachthof.

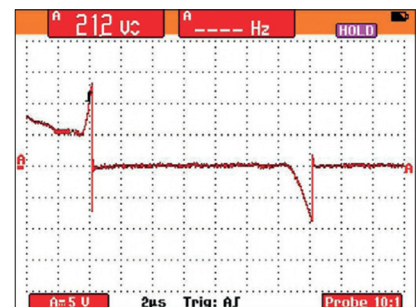
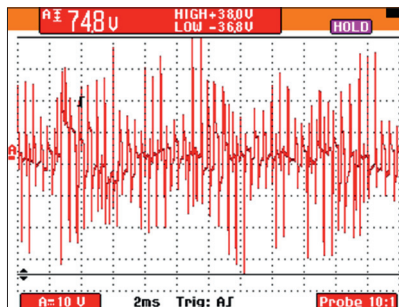
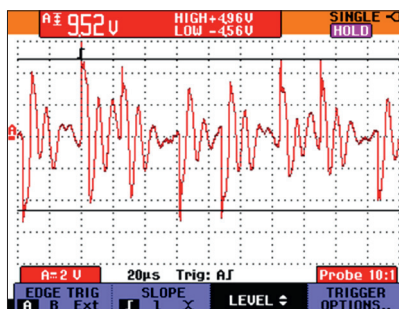


Abb. 10: Spannungs-Entladung bei niedrigen Amplituden mit typischer Spannungsspitze von 2 bis 8 V



Doch auch niedrige Amplituden können FUGesteuerten Motoren gefährlich werden, indem sie das Lagerfett vorzeitig altern lassen undes mit Kohle- und Metallpartikeln verschmutzen. Bei Spannungen von 4 bis 15 V Spitze/Spitze zeigt die Kurvenform ein kontinuierlicheres Entladungsmuster mit niedrigeren dU/dt Werten. Die geringere Spannung entsteht durch höheren Stromfluss in den Lagern, wenn die Lagerschmierung leitend wird. Sie hängt ab von der Drehzahl des Motors, seiner Belastung, der Funktionsweise des FUs sowie weiteren Faktoren. Durch die in den Lagern entstehenden Entladungen wird die Schmierung langfristig mit Kohle- und Metallpartikeln kontaminiert, so dass auch hier mit der Zeit Lagerschäden auftreten. Durch diesen schleichenden Prozess werden die Schäden oft erst nach Monaten oder Jahren diagnostiziert und nicht selten als normaler Verschleiß abgetan. Durch die Messung mittels Oszilloskop können diese Ströme jedoch rechtzeitig identifiziert und der Motor gerettet werden.

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

Einsatz von Wellenerdungsringen in AC-Motoren mit Frequenzumrichter zur Vermeidung von Lagerschäden

Es gibt zwei Arten von schädlichen Lagerströmen, die durch den Betrieb mit Frequenzumrichter verursacht werden, den kapazitiven EDM-Strom und den hochfrequenten Zirkulationsstrom.

1. Kapazitiver EDM-Strom: Die Spannung wird auf der Motorwelle kapazitiv eingekoppelt und kann sich über die Motorlager oder über die Lager von angeschlossenen Einrichtungen entladen und Funkenerosionen verursachen.

2. Hochfrequente Zirkulationsströme können in Motoren über 75-100 kW durch einen durch Gleichtaktströme erzeugten hochfrequenten Fluss erzeugt werden. In der Regel gilt, je größer der Motor, desto größer die Auswirkungen der hochfrequenten Zirkulationsströme. Bei Motoren über 75-100 kW sollte zusätzlich zum Wellenerdungsring auch ein isoliertes Wellenlager zum Einsatz kommen, damit der Strompfad für die Zirkularströme unterbrochen ist.

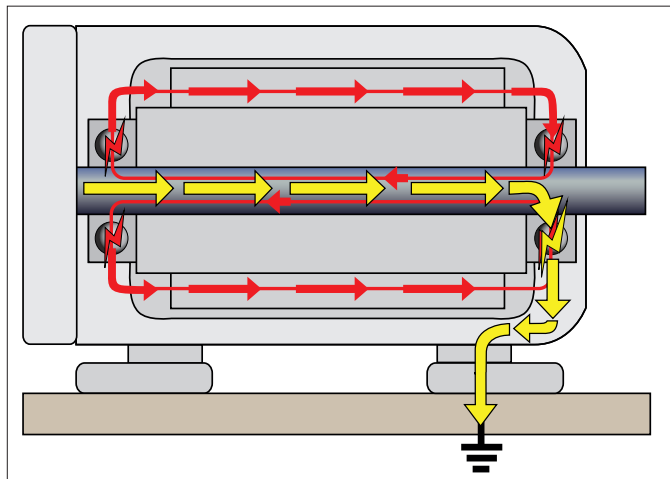


Abb. 11: Kapazitive EDM-Ströme (gelb) und hochfrequente Zirkulationsströme (rot) entladen sich über das Motorlager

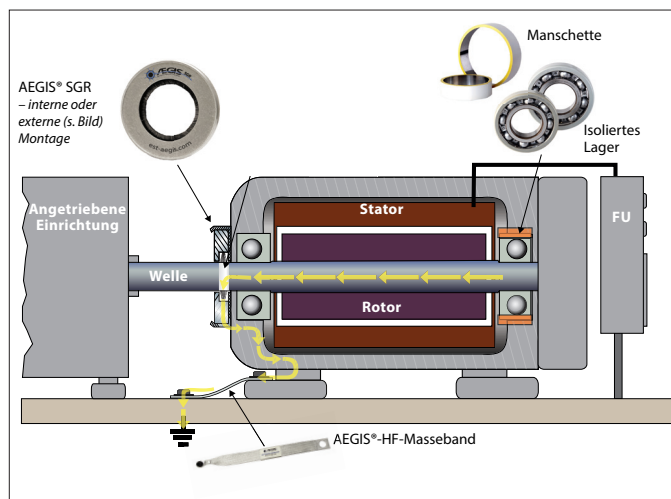


Abb. 12: Bei Motoren über 75-100 kW sollte an der Nicht-Antriebsseite ein isoliertes Motorlager montiert werden, um die Hochfrequenz-Zirkulationsströme sicher zu unterbrechen.

Beide Arten von Strömen entladen sich – so kein anderer Erdungsweg vorhanden ist – entweder über das Motorlager oder über das Lager der an den Motor angeflanschten Maschine. Um hier dauerhaft Abhilfe zu schaffen, müssen diese Ströme über einen sicheren Erdungsweg abgeleitet werden. AEGIS®-Wellenerdungsringe sind einfach zu installieren und bieten einen wirksamen Schutz.

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

Kontaktlose Erdung durch die patentierte Electron Transport Technology™

Abb.13:
Der AEGIS®-Wellenerdungsring
passt sich im Gebrauch dem
Wellen-Ø exakt

Herkömmliche Erdungs-Systeme funktionieren in der Regel mit auf der Welle laufenden Kohlebürsten, die im Laufe der Nutzung verschleifen. Sobald kein Kontakt mehr mit der Motorwelle besteht, müssen die Bürsten ausgetauscht werden, da sonst keine sichere Erdung mehr gewährleistet werden kann.

Die patentierte Electron Transport Technology™ der AEGIS®-Wellenerdungsringe dagegen gewährleistet einen wirksamen Erdungsschutz selbst dann, wenn der physikalische Kontakt unterbrochen wurde. Mehrere hunderttausend bis zu einer Million speziell entwickelter hochleitfähiger Mikrofasern umschließen die Motorwelle und passen sich exakt dem Wellendurchmesser an. Fasern ohne direkten Kontakt sind dank ihrer einzigartigen Ausführung im Nanogap-Abstand und durch die patentierte Electron Transport Technology™ bleibt der elektrische Kontakt bestehen. Somit ist ein dauerhafter Schutz der Motorlager immer gewährleistet.

Der patentierte schützende FiberLock™-Channel der AEGIS®-Wellenerdungsringe hält die hochleitfähigen Mikrofasern sicher an ihrem Platz rund um die Motorwelle und ermöglicht eine Biegung ohne Bruch. Zudem werden die Mikrofasern so vor Schmutz, Öl, Fett und anderen Verunreinigungen sicher geschützt.

Im Test wurden 2 Millionen Richtungswechsel (bei 1800 U/min) ohne Ermüdung oder Bruch der Fasern erzielt. Während 10.000 Stunden konnte ein Verschleiß von lediglich 0,025 mm gemessen werden. Somit können die AEGIS® Wellenerdungsringe theoretisch über 200.000 Stunden ununterbrochen laufen und sind damit de facto wartungsfrei.

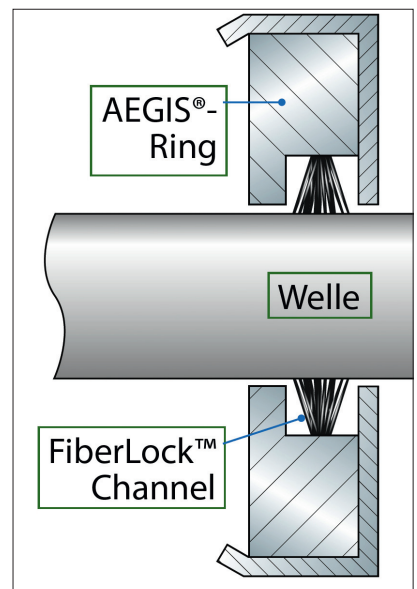
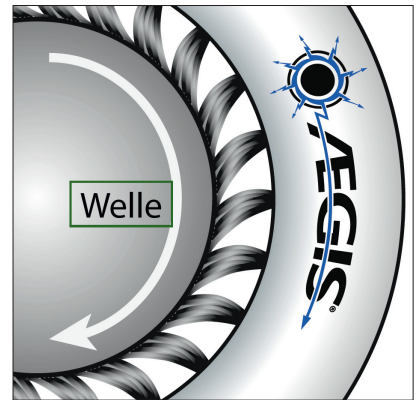
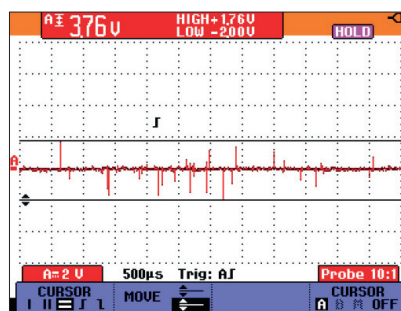


Abb.14: Der patentierte Fiberlock-
Channel schützt die Mikrofasern vor
Verschmutzungen

Abb. 15: Die an der Motorwelle
gemessenen Spannungsspitzen
konnten um 92 % vermindert
werden (vgl. Abb. 7).



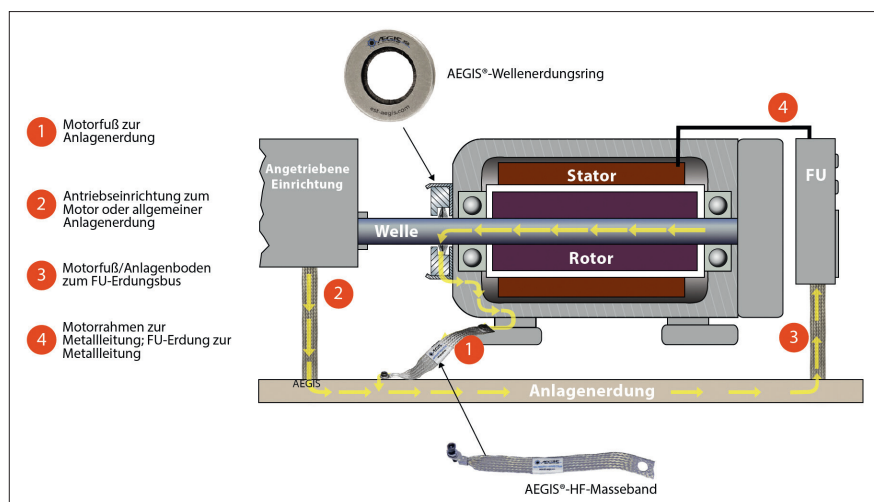
Die Wirksamkeit der Wellenerdungsringe kann wiederum durch die Messung der Wellenspannung mittels Oszilloskop nachgewiesen werden – hier wieder am Beispiel des AC-Motors der Klima- und Lüftungsanlage auf dem Kaufhaus in Michigan (vgl. dazu Seite 5, Abbildungen 6 und 7). Ohne Wellenerdung betrug die Spannung 44,8 V Spitze/Spitze; nach dem Einbau des AEGIS® Wellenerdungsringes konnte lediglich eine Spannung in Höhe von 3,76 V Spitze/Spitze gemessen werden, ein Wert, der deutlich unter dem Level liegt, bei dem die EDM-Ströme das Motorlager schädigen können.

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

AEGIS®- Wellenerdungsringe: Zwei mögliche Einbau- situationen für verschie- dene Motorbaugrößen

Abb. 16: FU-geregelter AC-Motor mit AEGIS®-Wellenerdungsring. Der Abfluss der EDM-Ströme ist hier gelb dargestellt. Ein spezielles Masseband sorgt für eine sichere Erdung.



Grundsätzlich können die Wellenerdungsringe innerhalb oder außerhalb des Motors montiert werden. Die externe Montage ist einfacher, zumal es zweigeteilte Ringe gibt, die ohne weiteren Aufwand am Motorgehäuse montiert werden können. Eine interne Montage empfiehlt sich immer dann, wenn der Motor für den Antrieb von Maschinen in rauen Umgebungen eingesetzt wird, um den Wellenerdungsring vor exzessiver Verschmutzung zu schützen (vgl. Abb. 17 und 18) oder beim Neubau von Motoren.

Abb. 17: Externe Montage am Beispiel von AEGIS® PRO

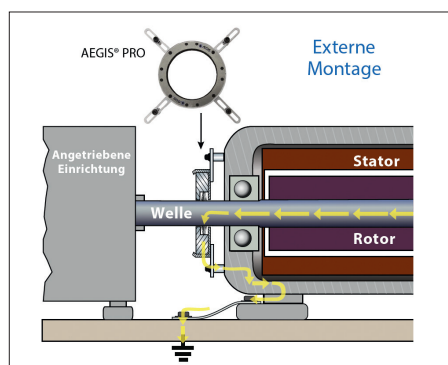
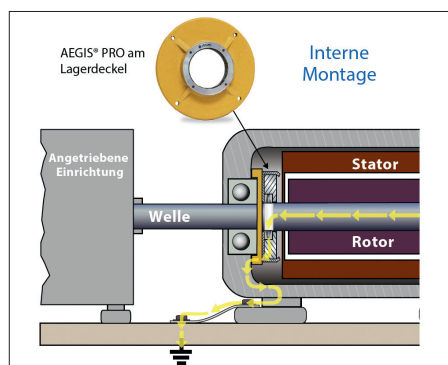


Abb. 18: Die interne Montage schützt vor Verschmutzung



WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

Fazit

Um einen Elektromotor problemlos am FU zu betreiben, genügt es nicht, sich ausschließlich auf die Aussagen der Hersteller zu verlassen. Die Isolationen sind zwar nach den neuesten Standards ausgeführt, aber oftmals wird kein Augenmerk auf eine wirksame Wellenerdung gelegt, die Motorlager vor schädlichen hochfrequenten Strömen schützt. AEGIS®-Wellenerdungsringe (in Kombination mit einem isolierten Lager bei Motoren größer 75-100 kW) stellen dafür eine kostengünstige und effektive Möglichkeit dar.

Denn auch wenn AC-Motoren vergleichsweise preisgünstig sind, so können doch die durch Funktionsausfälle entstehenden Schäden hohe Kosten verursachen: Produktionsstillstände oder durch Unterbrechung der Kühlung verdorbene Waren können schnell mehrere Zehntausend Euro kosten. Selbst die einfachen Wartungsaufwände können in den meisten Anwendungen durch den Einsatz von AEGIS®-Wellenerdungsringen dauerhaft um 60 bis 80 % gesenkt werden. Frequenzumrichter bieten hohe Einsparungspotentiale, aber nur dann, wenn die Motoren auch wirklich dafür ausgelegt worden sind.

Anwendungsbeispiele und Kundenstimmen aus weiteren Branchen



Straßen- und Schnellbahnen

Früher wurden Straßen- und Schnellbahnen vor allem von großen, schwerfälligen Gleichstrommotoren angetrieben. Seit einigen Jahren werden nun verstärkt leichtere und effizientere AC-Motoren eingesetzt, die per Frequenzumrichter geregelt werden. Diese Motoren sparen viel Energie und durch das geringere Gewicht sinken auch die Wartungskosten. Um nun die Standdauer der Motorlager zu verbessern, haben z. B. die Verkehrsbetriebe in Halle an der Saale/Deutschland und Zürich/Schweiz bereits vor einigen Jahren begonnen, alle Motoren mit AEGIS®-Wellenerdungsringen auszurüsten. Seither weisen die Motorlager einen signifikant geringeren Verschleiß auf und die Wartungsintervalle konnten deutlich verlängert werden.



Ladekräne in Container-Häfen

In Ladekränen werden oft große AC-Motoren eingesetzt, die mit einer konstanten, per Frequenzumrichter geregelten Drehzahl laufen. Solche Motoren haben mehr als 600 kW und wiegen mehrere Tonnen. Bei Schäden an den Motorlagern muss der Motor mit Hilfe eines anderen Krans ausgebaut werden, was bis zu 18 Stunden dauern kann. „Keine Ahnung, warum sie ständig kaputt gingen“, erinnert sich Robert Martinez, Field Service Manager bei Reed Electric in Los Angeles, die als Motor-Spezialisten für die Wartung der Kranmotoren im Containerhafen von Long Beach/Kalifornien zuständig sind. „Alle zwei Monate mussten wir die Motorlager austauschen, bei dem hohen Gewicht ein echter Kraftakt.“ Seit 2012 sind nun die Kranmotoren mit AEGIS® PRO Wellenerdungsringen ausgerüstet: „Am Anfang war ich skeptisch. Tatsächlich haben wir aber seitdem keine Schäden mehr an den Motorwellenlagern feststellen können. Die Wellenerdungsringe funktionieren immer noch einwandfrei.“

WHITE PAPER:

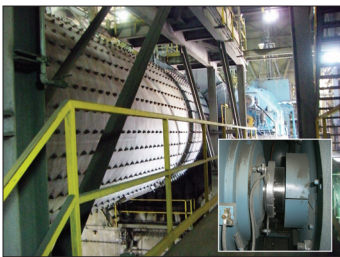
Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren



Umwälzpumpen für Kühlwasser in Kernreaktoren

Die Umwälzpumpe in einem Kernreaktor fördert eine große Menge an hochreinem heißem Wasser aus dem Reaktordruckgefäß zurück zum Reaktorkern. Die Umwälzung erfolgt mittels Strahldüsen im Innern des Behälters; auf diese Weise kann die Kühlmittelmenge exakt reguliert werden. Die Umwälzpumpen werden i. d. R. mit AC-Motoren angetrieben, die per FU geregelt werden, weil sich diese Regelung bewährt hat. Bei Motorausfällen z. B. aufgrund einer defekten Gleitringdichtung muss im Extremfall das gesamte Kraftwerk heruntergefahren werden, um die Reparatur sicher ausführen zu können.

2010 wurden in einem Schweizer Kernkraftwerk die bisherigen Antriebsmotoren der Pumpen durch solche mit Frequenzumrichter ersetzt. Die Drehzahlregelung der Pumpen konnte dadurch signifikant verbessert werden. Allerdings zeigte sich bald ein deutlich erhöhter Verschleiß der Gleitringdichtungen, die nun alle drei Monate getauscht werden mussten. Eine erste Veränderung der Dichtungsoberflächen (Direktgesintertes Silikonkarbid anstatt Wolframkarbid) brachte nur einen Teilerfolg. Erst durch die Installation von AEGIS®-Wellenerdungsringen konnte das Verschleißproblem dauerhaft gelöst werden.



Kugelmühle im Zementwerk

In Zementwerken werden die Rohmaterialien Kalkstein, Sand und Eisenerz gebrannt und anschließend zu feinem Pulver vermahlen. Dies erledigen i.d.R. sog. Kugelmühlen, riesige, sich drehende Trommeln, in denen schwere Stahlkugeln die Gesteinsmischung förmlich zertrümmern.

In einem Zementwerk der Fa. Monarch in Kansas/USA zermalmt eine solche Kugelmühle mehr als 100 Tonnen Gestein pro Stunde. Sie wird von einem 3,7 MW-Motor angetrieben, dessen Motorwellenlager in regelmäßigen Abständen getauscht werden mussten: Ein schwieriges und zeitraubendes Unterfangen, bei dem der komplette Motor mit einer Schwerlastwinde auf einen LKW gehievt und in der Werkstatt neu aufgebaut werden musste. Scott Wilkins von der Wartungsfirma IEMCO und empfahl den Einbau eines AEGIS® PRO-Wellenerdungsring, um schädliche EDM-Ströme sicher ableiten zu können. Die Installation des Wellenerdungsring konnte in eingebautem Zustand erfolgen, da ein zweigeteilter Ring verwendet wurde. Seither (der Einbau erfolgte im Jahr 2009) läuft der Motor der Kugelmühle einwandfrei. Aufgrund dieser positiven Erfahrung werden inzwischen bei jeder Motorwartung im Zementwerk – zuletzt bei einem 1,7 MW-Motor in einem Lüfter – grundsätzlich AEGIS®-Wellenerdungsringe installiert.



Papierfabrik

Bei der Papierherstellung kommen verschiedene Mühlen zum Einsatz, in denen Zellstoff unter Beigabe von Wasser zu einem Brei zermahlen wird. Aus diesem Papierbrei entstehen schließlich tonnenschwere, bis zu mehrere Meter breite Papierrollen, die dann auf das benötigte Maß zugeschnitten werden.

In einem Papierwerk im mittleren Westen der USA wurde eine solche Papiermühle von einem 740 kW-Motor angetrieben, dessen verschlissene Motorlager alle zwei Jahre getauscht werden mussten. Eine solche Überholung kostet bis zu 10.000 \$, von den Kosten für den Produktionsausfall (die ganze Aktion dauert rund 15 Stunden) ganz zu schweigen. Auch hier konnte durch die Installation eines AEGIS® PRO-Wellenerdungsring dauerhaft Abhilfe geschaffen werden. Zuvor hatte der Service-Techniker bereits mehrfach versucht, die Schadströme auf andere Weise unschädlich zu machen, so z. B. durch die Isolierung der Wellenlager und den Einbau einer Wellenerdung über herkömmliche Kohlbürsten. Keine dieser Maßnahmen erzielte jedoch den gewünschten Effekt. Schließlich wurde ein AEGIS® SGR-Ring installiert und danach die Spannung mit dem Oszilloskop gemessen. Wider Erwarten lag diese immer noch deutlich über der Schadgrenze von 5 Volt, da der

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

Ring zu klein dimensioniert war, um die gesamte Schadschaltung abzuleiten. Der dazu befragte AEGIS®-Gebietsverkaufsleiter empfahl daraufhin den Einbau eines AEGIS® PRO-Wellenerdungsring, den er dem Service-Techniker kostenlos zur Testzwecken zur Verfügung stellte.

Nach zweieinhalb Jahren (also 6 Monate über der „normalen“ Lagerlebensdauer) war noch kein Lagerschaden festzustellen. Aufgrund der harten Umgebung wird der AEGIS® PRO-Wellenerdungsring alle 6 Monate demontiert und die Welle darunter gereinigt sowie mit Kolloid-Silber beschichtet, um eine hohe Leitfähigkeit zu garantieren. Inzwischen wird bei jedem neuen Motor der Papierfabrik standardmäßig die Wellenspannung gemessen und bei Bedarf ein AEGIS®-Wellenerdungsring installiert.



Schlachthof

Auf Schlachthöfen kommen Elektromotoren in zahlreichen Anwendungen zum Einsatz. Transportbänder, Schlachtstraßen, Haar-/Federentfernung, Pumpen, Tumbler oder Lüftungs- und Klima-Anlagen werden damit betrieben, um nur einige zu nennen. Die Besonderheit der meisten dieser Motoren liegt aufgrund der speziellen Umgebung darin, dass sie abwaschbar sein müssen: Aufgrund der hohen Hygiene-Anforderungen der Lebensmittelproduktion werden die gesamten Anlagen mindestens einmal täglich penibel mit Heißwasser-Hochdruckreinigern gesäubert.

In einem Schlachthof in Nebraska wurde ein solcher 15 kW starker, wasserdichter Motor in Verbindung mit einem Frequenzumrichter zum Betrieb der Schweine-Schlachtstraße eingesetzt. Hier kam es regelmäßig zu Ausfällen aufgrund von Lagerschäden; im Schlachtbetrieb führte dies u. a. dazu, dass automatisierte Arbeitsschritte nicht mehr korrekt ausgeführt und so große Mengen an Fleisch unbrauchbar wurden. Nach der Installation eines AEGIS® SGR-Rings, der aufgrund der besonderen Umgebung im Motorgehäuse eingebaut werden musste, um die Funktion des Wellenerdungsringes sicher zu gewährleisten, konnten die zuvor gemessenen Spannungsspitzen von bis zu 21 V komplett eliminiert werden. Motorausfälle aufgrund defekter Wellenlager kamen seitdem nicht mehr vor.



Ski-Resorts

Skifahren ist im Winter eine der beliebtesten Freizeitaktivitäten und stellt in den jeweiligen Regionen einen wichtigen Wirtschaftsfaktor dar. Dabei haben gerade die niedriger gelegenen Skigebiete oft mit unsteten Wetterbedingungen und schlechter Schneelage zu kämpfen. Umso wichtiger ist daher eine gut funktionierende Ausstattung, sei es mit Transportanlagen wie Schlepp-, Kabinen- bzw. Sesselliften oder auch mit Schneekanonen, um halbwegs sichere Ski-Bedingungen zu gewährleisten.

Beinahe alle diese Einrichtungen, aber auch diverse Pumpen und Lüfter in Heizungsanlagen werden mit Elektromotoren betrieben. Die Geschwindigkeitsregelung hilft hier nicht nur, Kosten zu sparen, Lifte und Schneekanonen müssen auch von der Leistung her ständig an die jeweiligen Bedingungen bzw. Belastungen angepasst werden. Frequenzumrichter leisten hier hervorragende Dienste, induzieren leider aber auch z. T. hohe Wellenspannungen, die über die Lager der Motorwelle oder über die Lager der angetriebenen Einrichtungen abgeleitet werden und diese dann nachhaltig schädigen. AEGIS®-Wellenerdungsringe schaffen hier effizient Abhilfe und sorgen dafür, dass es zu keinen Motorausfällen durch Stromdurchgang bei den Motorlagern kommt.

WHITE PAPER:

Vorteile beim Einsatz von Wellenerdungsringen in frequenzgesteuerten AC-Motoren

**Über EST,
ein Unternehmen
der ITW-Gruppe**



EST (Electro Static Technology) ist der Weltmarktführer für AEGIS®-Produkte zur passiven Kontrolle statischer Aufladungen. Seit über 25 Jahren entwickelt das Unternehmen leistungsstarke Lösungen für die verschiedensten Branchen von Büro- über Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, Automotive sowie zahlreiche andere industrielle Anwendungen. Dabei wird jeder Einsatzort individuell analysiert, um die jeweils optimale Lösung anbieten zu können.

Die ITW (Illinois Tool Works)-Gruppe wurde im Jahre 1912 als Einzelunternehmen gegründet und umfasst heute 825 Tochtergesellschaften mit mehr als 60.000 Mitarbeitern in 56 Ländern. Die Dezentralisierung der Aktivitäten ist dabei Teil des Erfolgsrezepts der Unternehmensgruppe, die sich so spezifischen Marktbedingungen flexibel anpassen und gleichzeitig von der Erfahrung und der Finanzkraft des gesamten Konzerns profitieren kann.

Autor: Martin Deiss
Sales Manager Europe Electro Static Technology ITW

**Electro
Static
Technology™**
An ITW Company

31 Winterbrook Road
Mechanic Falls, ME 04256, USA
+1 (866) 738-1857

sales@est-aegis.com
www.est-aegis.com

Aebrintec GmbH
Wellenerdung nach Mass

Beratung und Verkauf für die Schweiz

Schwettistrasse 1

6042 Dietwil

+41 79 622 30 03

info@aebrintec.ch

www.aebrintec.ch