



# Online-TE-Monitoring zur Vermeidung von Ausfällen rotierender Maschinen

Online-Monitoring von Teilentladungen (TE) als unverzichtbares Diagnoseverfahren für eine zustandsbasierte Wartung sichert den zuverlässigen Betrieb und eine lange Lebensdauer von Motoren und Generatoren.

## Zusammenfassung

Mit der zunehmenden Alterung von Motoren und Generatoren ist das Online-Monitoring zur Erkennung von Teilentladungen (TE) ein unverzichtbares Hilfsmittel in der Betriebsmittelverwaltung. Im Gegensatz zur routinemäßigen Offline-Diagnoseprüfung können Anlagenbetreiber mittels Online-TE-Monitoring den Isolationszustand rotierender Maschinen im laufenden Betrieb kontinuierlich überwachen. Dabei erkennen sie sofort, wenn die Isolation durch eine betriebsbedingte Beanspruchung und Alterung so weit beeinträchtigt ist, dass ein Ausfallrisiko für die elektrischen Betriebsmittel besteht.

In diesem Whitepaper erfahren Sie, welche enormen Vorteile das TE-Online-Monitoring Ihrem Unternehmen bietet. Mit der Beurteilung des derzeitigen Isolationszustands profitieren Sie dabei nicht nur von optimierten Wartungsplänen. Die Sicherstellung der maximalen Lebensdauer sorgt zudem auch für einen optimalen Investitionsschutz.

## Einführung

Rotierende Maschinen sind wichtige Komponenten in der Energieerzeugung und im industriellen Anwendungsbereich. Daher werden hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit dieser Komponenten gestellt. Ein vorzeitiger Maschinenausfall kann aufgrund von unerwarteten Betriebsunterbrechungen und möglichen Defekten an den Betriebsmitteln selbst erhebliche wirtschaftliche Verluste nach sich ziehen. Die Reparatur oder der Austausch einer fehlerhaften Maschine kann Monate dauern und extrem kostspielig sein.

Mit routinemäßigen Inspektionen und Wartungsarbeiten lassen sich vorzeitige Ausfälle von Motoren und Generatoren vermeiden und eine längere Lebensdauer erzielen. Eine effektive Wartungsplanung ist auf präzise Zustandsinformationen angewiesen. Nur so kann sicher festgestellt werden, wann Komponenten überholt oder ausgetauscht werden müssen.

### Das Wissen um den Zustand der Isolation ist unverzichtbar

Die Isolation von Motoren und Generatoren muss während der Betriebsdauer thermischen, elektrischen und mechanischen Beanspruchungen standhalten. Um eine Beeinträchtigung der Isolation bereits frühzeitig erkennen und schwerwiegende Betriebsausfälle verhüten zu können, sind detaillierte Informationen über den derzeitigen Isolationszustand unabdingbar.

Unternehmen sind damit in der Lage, ihre Wartungsstrategie am tatsächlichen Zustand der Betriebsmittel statt auf turnusmäßigen Aktivitäten auszurichten. Eine zuverlässige Zustandsbeurteilung rotierender Maschinen bedingt geeignete Diagnoseprüf- und Monitoring-Verfahren. Nur so können ein zuverlässiger Betrieb sichergestellt, Wartungskosten gesenkt und Ausfälle vermieden werden.



Generatoren sind wichtige Komponenten in der Stromversorgung. Informationen über den Isolationszustand helfen dabei, Ausfallzeiten effektiv zu verhindern.

### **Unzureichender Isolationszustand in rotierenden Maschinen**

Fehler in der Isolation von Ständerwicklungen sind häufig die Ursache für den Ausfall rotierender Maschinen. Eine beeinträchtigte Ständerisolation kann zu Kurzschlüssen in den Wicklungen, zwischen den Phasen oder zwischen Phase und Erde führen. Letztlich können solche schwerwiegenden Fehler einen Komplettausfall der Maschine nach sich ziehen.

### **TE-Monitoring zur Erkennung von Isolationsdefekten**

Teilentladungsmessungen (TE-Messungen) bieten die zuverlässigsten Rückschlüsse auf eine beeinträchtigte Isolation der Ständerwicklung.

Zur Teilentladung in der Isolation der Ständerwicklung von Motoren und Generatoren kommt es, wenn die Beanspruchung durch das elektrische Feld die lokale elektrische Spannungsfestigkeit übersteigt. TE-Aktivitäten können zu Ausfällen und in der Folge zu schwerwiegenden Schäden an den rotierenden Maschinen führen. Daher sind der Nachweis und die Beobachtung von TE-Aktivitäten unabdingbar.

Die TE-Messung ist ein allgemein anerkannter Parameter zur Isolationsdiagnose. Die hochempfindliche TE-Messung kann zur präzisen Beurteilung des Isolationszustands neuer Betriebsmittel eingesetzt werden. Außerdem können TE-Quellen in älteren elektrischen Wicklungsisolierungen ermittelt werden, die auf eine betriebsbedingte Beanspruchung zurückzuführen sind.

Im Gegensatz zu anderen dielektrischen Prüfverfahren (etwa bei Messungen des dielektrischen Verlustfaktors oder des Isolationswiderstands) können durch differentielle Verfahren bei TE-Messungen Schwachstellen (Defekte) im Isolationssystem identifiziert werden.

### **TE-Erkennung zur Vermeidung von Defekten**

Die für rotierende Maschinen typischerweise verwendeten Isolationsmaterialien sind bis zu einem gewissen Grad beständig gegenüber TE. TE-Impulse treten daher bei Normalbetrieb in allen Phasen auf. Ein Anstieg der TE-Aktivität deutet jedoch häufig auf eine beeinträchtigte Isolation aufgrund von betriebsbedingter Beanspruchung und Alterungsprozessen hin.

Der Schlüssel für eine zuverlässige Bewertung von TE-Aktivitäten in Ständerwicklungen liegt in der Separierung von gleichzeitig aktiven TE-Quellen, der Unterscheidung zwischen schädlichen und betriebsbedingten TE-Aktivitäten sowie in der Unterdrückung externer Störsignale, die in industriellen Umgebungen zwangsläufig vorhanden sind. Dazu werden die Daten synchron, mehrkanalig und multispektral erfasst sowie Methoden zur effektiven Unterdrückung von Störern und Separierung von TE-Quellen angewendet.

Bis es durch TE-Aktivitäten zum vollständigen Ausfall der Isolation in rotierenden Maschinen kommt, vergehen oft mehrere Jahre. Über sensible und selektive TE-Messungen lassen sich jedoch potenzielle Defekte in der Isolation der Ständerwicklung noch vor einem Ausfall erkennen, selbst wenn die Abweichung nur minimal ist. Mittels periodischer oder kontinuierlicher TE-Messungen können frühzeitig entsprechende Wartungsmaßnahmen eingeleitet werden, um das Risiko eines Maschinenausfalls zu minimieren.

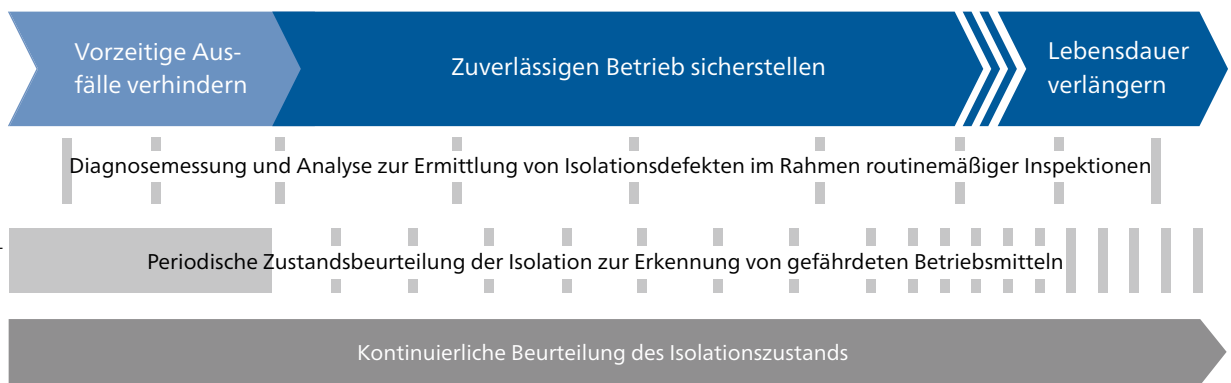
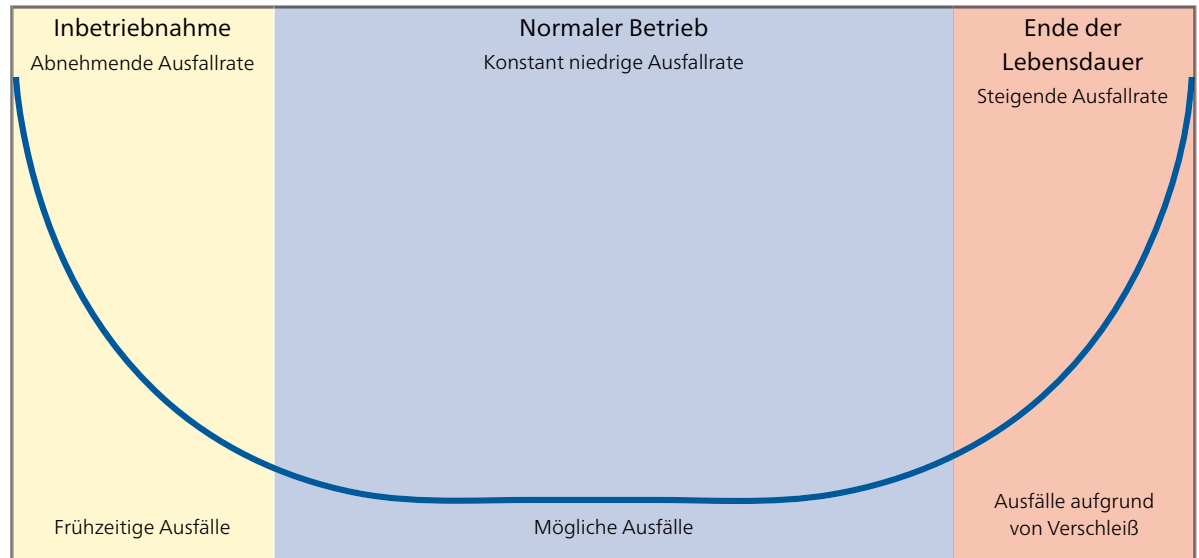
### **Offline- und Online-TE-Messung im Vergleich**

Offline-TE-Diagnosen werden bereits seit Jahrzehnten zur Erkennung von Isolationsdefekten eingesetzt, die unvorhergesehene Reparaturen und den Austausch von Motoren und Generatoren nach sich ziehen könnten.

Diese Messungen sind nur im Rahmen einer geplanten Außerbetriebnahme möglich. Angesichts des erheblichen Kostendrucks versuchen allerdings viele Unternehmen, solche Betriebsunterbrechungen zu vermeiden. Sie verlängern ihre Inspektionsintervalle und nehmen damit größere Betriebsrisiken in Kauf.

Im Gegensatz zu Offline-Prüfungen analysiert die Online-TE-Messung den Isolationszustand in der Ständerwicklung kontinuierlich im laufenden Maschinenbetrieb und unter realen Betriebsbedingungen (Last, Beanspruchung im laufenden Betrieb).

Da die Datenerfassung während des tatsächlichen Maschinenbetriebs erfolgt, können die Messergebnisse zuverlässiger beurteilt werden. Anders als bei der Offline-Routineprüfung, bei der zwischen den Prüfintervallen keine Messung erfolgt, führt die Online-Prüfung eine kontinuierliche Analyse durch. Diese lückenlose Zustandsbeurteilung ermittelt so jegliche



### Ausfallrate während der gesamten Lebensdauer und entsprechender Einsatz von Online-TE-Monitoring

Periodische und kontinuierliche TE-Monitoring-Systeme können im gesamten Lebenszyklus von Motoren und Generatoren implementiert werden, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen, vorzeitige Ausfälle zu verhindern und die Lebensdauer zu verlängern.

Belastungszustände, die einen Maschinenausfall begünstigen oder verursachen können.

Ziel des Zustands-Monitorings rotierender Maschinen ist eine realistische und nachvollziehbare Beurteilung des bestehenden Risikos. So können frühzeitig angemessene Maßnahmen eingeleitet oder geplant werden.

In neuen Maschinen überwachen Online-TE-Monitoring-Systeme den Isolationszustand ab der ersten Inbetriebnahme (Startup) und während des gesamten routinemäßigen Betriebs. In älteren Maschinen unterstützen sie bei der Ermittlung der verbleibenden Lebensdauer.

Die vom TE-Monitoring-System erfassten Momentan-Werte und Trenddaten ermöglichen eine präzise Zustandsbeurteilung. Damit können Wartungspläne genau auf die gestellten Anforderungen zugeschnitten und Kosten eingespart werden.

Mit einem kontinuierlichen Online-TE-Monitoring können Anlagenbetreiber eine neue Strategie verfolgen: von kostspieligen, zeitabhängigen Maßnahmen hin zu einer wirtschaftlicheren, zustandsbedingten Wartung.

### Periodisches und permanent installiertes Online-Monitoring im Vergleich

Beim Online-TE-Monitoring sind zwei Verfahren möglich: eine periodische Prüfung oder Messungen anhand eines permanent installierten Systems. Beide Monitoring-Verfahren ermöglichen eine kontinuierliche Online-Beurteilung der TE-Aktivität und des Isolationszustands von Ständerwicklungen in individuell festgelegten Intervallen.

Beim periodischen TE-Monitoring können die Betreiber Änderungen in der TE-Aktivität über kürzere Zeitabstände hinweg erfassen. Solche Monitoring-Systeme sind in der Regel mobil und für unterschiedliche elektrische Betriebsmittel geeignet. Nach Abschluss des Monitorings für ein Betriebsmittel kann das System unkompliziert zum nächsten Betriebsmittel gebracht und dort installiert werden. Über die Monitoring-Software können die zuständigen Mitarbeiter den bestehenden Isolationszustand zuverlässig beurteilen und feststellen, welche Betriebsmittel auffälliges Verhalten zeigen.

Bei Maschinen mit einer erhöhten TE-Aktivität, bestimmten Verfügbarkeitsanforderungen oder einer extrem hohen Last empfiehlt sich ein permanent installiertes, kontinuierliches Monitoring-System. Der Isolationszustand kann so lückenlos analysiert werden. Über eine Webschnittstelle zum Server ist der Isolationszustand jederzeit abrufbar.

### Alarmmeldungen bei zu hoher TE-Aktivität

Beide Online-TE-Monitoring-Systeme erfassen die TE-Daten über die Zeit und stellen sie in einem Trenddiagramm dar. Bei einer betriebsrelevanten TE-Aktivität mit Überschreitung der vorab festgelegten Grenzwerte (Warn- und Alarmschwelle) wird eine Warnung bzw. ein Alarm ausgelöst. Erfasste TE-Daten, die unterhalb der Grenzwerte liegen, werden auf dem Bildschirm grün dargestellt (OK). Messwerte, die oberhalb der Grenzwerte liegen, werden gelb (Warnung) bzw. rot (Alarm) hervorgehoben.

Ein Ereignisprotokoll listet alle Aktivitäten auf, die eine Warnung oder einen Alarm ausgelöst haben. Durch das frühzeitige Erkennen einer veränderten TE-Aktivität können die zuständigen Mitarbeiter entscheiden, ob und wann Außerbetriebnahmen und Wartungsaktivitäten erfolgen sollen.

### Größere Abstände zwischen für Offline-Prüfungen

Das zusätzliche permanent installierte System zum Online-TE-Monitoring kann die Anzahl der regelmäßigen oder routinemäßigen Offline-Prüfungen erheblich reduzieren. Das spart nicht nur Aufwand sondern auch Kosten, da weniger Offline-Prüfun-

gen und Unterbrechungen des Maschinenbetriebs nötig sind. Online-TE-Messungen sollten bereits ab der ersten Inbetriebnahme von Motoren und Generatoren eingesetzt werden. Das System kann so über die gesamte Lebensdauer eines Betriebsmittels hinweg kontinuierlich den Isolationszustand auf abnormale Symptome oder Defekte analysieren. Sollte eine Außerbetriebnahme der Maschine notwendig sein, kann diese bereits frühzeitig und bedarfsbasiert geplant werden.

### Vorteile von Online-TE-Monitoring

Online-TE-Monitoring ist ein unverzichtbares Hilfsmittel zur effektiven Wartung und Verwaltung von Betriebsmitteln mit diesen Vorteilen:

- > Das Online-TE-Monitoring beantwortet Fragen zum aktuellen Zustand der Betriebsmittel und deren zukünftiger Leistungsfähigkeit.
- > Basierend auf den vom Online-TE-Monitoring-System erfassten Momentan-Werten und Trenddaten erfolgt eine präzise Zustandsbeurteilung.
- > Online-TE-Monitoring-Systeme ermöglichen einen effektiven Vergleich der Daten in einem Trenddiagramm.
- > Online-TE-Monitoring-Systeme lösen einen Alarm aus, wenn Aktivitäten individuell festgelegte Grenzwerte überschreiten.
- > Kontinuierliche Daten zum Isolationszustand sparen Zeit und Geld, da Wartungspläne exakt auf den Bedarf abgestimmt werden können.
- > Frühzeitige Wartungen und Reparaturen tragen zur längeren Lebensdauer der Betriebsmittel bei.

### Komponenten des Monitoring-Systems

#### Permanent installierte TE-Monitoring-Systeme

Ein permanent installiertes Online-System zum TE-Monitoring umfasst Sensoren, eine Datenerfassungseinheit und einen zentralen Computer (Server) mit Software zur Verarbeitung, Archivierung, Anzeige und Analyse der Messergebnisse während der gesamten Messdauer. Nach der Installation ist kein manuelles Eingreifen mehr nötig. Die zuverlässige Datenerfassung erfolgt dann über mehrere Jahre hinweg selbstständig.



Die mit Abstand am häufigsten eingesetzten TE-Sensoren für rotierende Maschinen sind kapazitive Koppelkondensatoren. Sie arbeiten mit höchster Präzision und können größere Bereiche der Ständerwicklung überprüfen. Auch die Messung in Sternverbindungen wird unterstützt.

In jeder Phase der Maschine wird ein kapazitiver Koppelkondensator angebracht. Die mehrkanalige Erfassungseinheit wird dann so nahe wie möglich an den Koppelkondensatoren platziert, um die Länge der Messkabel auf ein Minimum zu beschränken.

Der Server empfängt die TE-Daten von der bzw. den Erfassungseinheiten und sorgt für die Analyse, Anzeige und das Speichern der Daten. Zur galvanischen Trennung werden die Daten von den Erfassungseinheiten an den zentralen Server per Glasfaserkabel übermittelt.

Das zentrale Serversystem bietet den Vorteil, über einen einzigen Remote-Zugang (TCP/IP-Schnittstelle) mehrere Maschinen zu überwachen. Bediener können jederzeit und standortunabhängig über das Internet Momentan-TE-Werte oder historische Daten aufrufen und schnell auf potentielle Probleme reagieren.

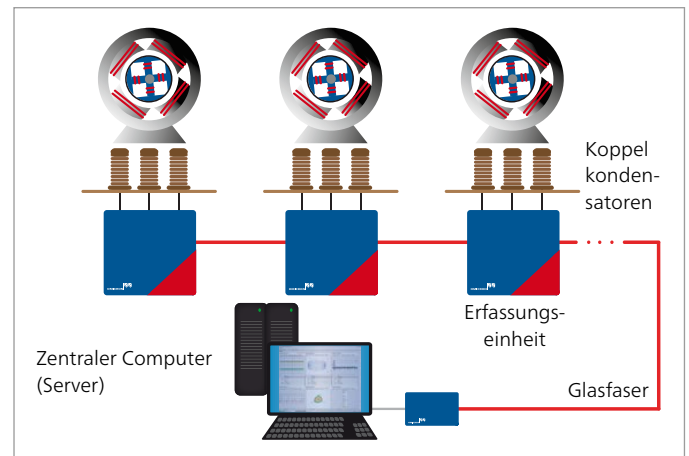
Über die Monitoring-Software können Bediener das System einrichten und verwalten. Sie können Warn- und Alarmgrenzwerte festlegen, aber auch die zentrale Messfrequenz und die Frequenzbandbreite einstellen, um auch in störungsbehafteten Umgebungen stets zuverlässige Messungen sicherzustellen.

### Periodische TE-Monitoring-Systeme

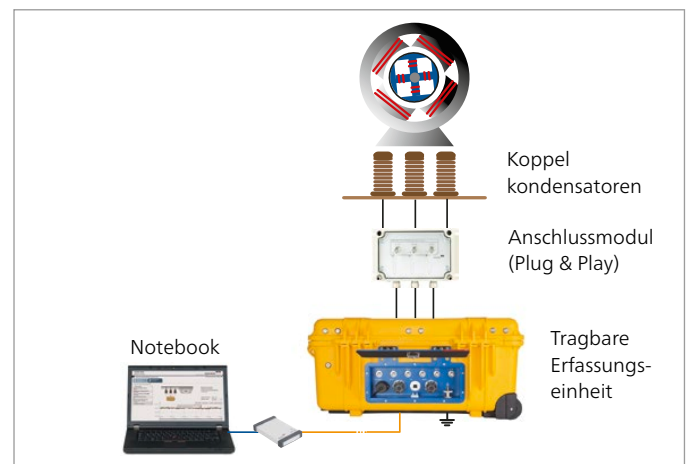
Ein periodisches Monitoring-System umfasst ebenfalls Koppelkondensatoren. Im Rahmen einer routinemäßigen Außerbetriebnahme können diese permanent in der Maschine installiert werden.

Zusätzlich wird eine fest installierte Anschlussbox (Terminal) benötigt, um während der Monitoring-Aktivitäten im laufenden Maschinenbetrieb die mobile Datenerfassungseinheit mit den Sensoren zu verbinden. Die mobile Einheit ist über ein Glasfaserkabel an ein Notebook angeschlossen, auf der die Monitoring-Software installiert ist.

Über das Notebook erfolgt die Systemeinstellung, Administration und die Erfassung der Daten. Für eine schnelle und reproduzierbare TE-Messung an einem Betriebsmittel wird pro Messstelle eine Messkonfiguration definiert und auf dem Notebook gespeichert.



Permanent installiertes TE-Monitoring-System



TE-Monitoring-System zur periodischen Messung

### Ökonomische Vorteile des Online-TE-Monitorings

Die für den Schutz von Betriebsmitteln verantwortlichen Mitarbeiter müssen in der Regel die Anschaffung eines Monitoringsystems rechtfertigen und einen entsprechenden ökonomischen Mehrwert nachweisen.

Ein TE-Monitoring-System ist ein effizientes Hilfsmittel. Es verhilft Unternehmen zwar nicht direkt zu einem höheren Umsatz. Mit der Erkennung abnormaler Bedingungen und

den entsprechenden Daten werden jedoch Wartungs- und Instandhaltungskosten erheblich reduziert und Umsatzverluste aufgrund von Ausfallzeiten auf ein Minimum beschränkt.

Ein Ausfall einer Maschine im laufenden Betrieb führt zu einer längeren Betriebsunterbrechung und verursacht hohe Reparatur- und Instandsetzungskosten. Es ist daher wichtig, einen potentiellen Ausfall zu erkennen und die tatsächlichen Ausfallzeiten soweit wie möglich zu minimieren.

Das Online-Monitoring vermeidet damit schwerwiegende und katastrophale Ausfälle. Störungen werden frühzeitig erkannt und können im Rahmen einer geplanten Ausfallzeit bei geringeren Kosten behoben werden.

Zudem unterstützen Monitoring-Daten strategische Entscheidungen für einen sicheren, unterbrechungsfreien Betrieb rotierender Maschinen über die vom Hersteller angegebene Laufzeit hinaus. Damit wird ein optimaler Investitionsschutz für die Komponenten erzielt.

Mit der Implementierung eines Online-TE-Monitoring-Systems sind die Investitionskosten für Betriebsmittel zwar zunächst höher. Angesichts der Daten und Erkenntnisse, die das Online-TE-Monitoring-System liefert, sind jedoch langfristig erheblich geringere Gesamtkosten im Lebenszyklus des Betriebsmittels zu erwarten.

### Realisierte Einsparungen

Die Gesamtkosten berücksichtigen nicht nur den Anschaffungspreis für das elektrische Betriebsmittel, sondern auch Kosten in Verbindung mit der Installation, Schulungen und der laufenden Wartung. Zudem sind Kosten in Verbindung mit den Risiken zu berücksichtigen. Diese basieren auf der Wahrscheinlichkeit eines vorzeitigen Ausfalls und den damit verbundenen negativen wirtschaftlichen Auswirkungen.

- > Risiko = Kosten der Konsequenzen x Ausfallwahrscheinlichkeit
- > Nutzen = Kosten pro Jahr zur Abdeckung der Risiken ohne Online-Monitoring vs. Kosten pro Jahr mit Online-Monitoring

Angesichts der jährlichen Kosten ohne Monitoring-System, die nicht nur für den unvorhergesehenen Wartungsaufwand, sondern auch für unerwartete Fehler und Ausfälle anfallen, lassen sich die zusätzlichen Kosten für die Implementierung eines Online-Monitoring-Systems sehr einfach rechtfertigen.

Diese folgende Tabelle zeigt, inwiefern sich der Einsatz von Online-TE-Monitoring-Systemen auf die unterschiedlichen Faktoren auswirkt:

### Auswirkungen von Online-TE-Monitoring auf die Gesamtkosten im Lebenszyklus von Betriebsmitteln

- |   |     |
|---|-----|
| > Investition in ein Online-Monitoring-System       | (+) |
| > Kosten für geplante Wartung und Reparaturen       | (-) |
| > Kosten für nicht geplante Wartung und Reparaturen | (-) |
| > Ausfallkosten aufgrund von Wartungsmaßnahmen      | (-) |
| > Kosten für Offline-Prüfungen                      | (-) |
| > Versicherungskosten                               | (-) |
| > Vorzeitiger Austausch von Komponenten             | (-) |

### Fazit

Systeme für ein periodisches Online-TE-Monitoring und permanent installierte Online-TE-Monitoring-Systeme identifizieren die Faktoren, die für eine fortschreitende Beeinträchtigung der Isolation von Ständerwicklungen in Motoren und Generatoren verantwortlich sind.

Schwachstellen in der Isolation können so bereits frühzeitig erkannt und ein Maschinenausfall durch die zeitnahe Einleitung zustandsbasierter Wartungs- bzw. Reparaturmaßnahmen vermieden werden. Anhand der Daten aus der Online-Isolationzustandsmessung können zudem die Leistungsfähigkeit der Maschine maximiert, die Lebensdauer verlängert und die Betriebskosten gesenkt werden. Vor allem aber genießen die Mitarbeiter, die für den ordnungsgemäßen Zustand der Betriebsmittel zuständig sind, die Gewissheit eines minimierten Ausfallrisikos.

## Mit OMICRON zum erfolgreichen Online-TE-Monitoring

### Moderne Technologie

Die modernen technischen Funktionen unserer Online-Monitoring-Systeme bieten eine optimale synchrone Erfassung von Teilentladungen (TE) in allen Phasen rotierender Maschinen. Sie ermöglichen zudem die effektive Unterdrückung von Störsignalen sowie die Separierung und individuelle Bewertung einzelner TE-Quellen innerhalb der Ständerwicklung rotierender Maschinen. Wir unterstützen Sie mit praxisrelevanten Daten bei der Beurteilung von Ausfallrisiken und Entscheidungen zu zustandsbasierten Wartungsmaßnahmen. Sie profitieren damit von einer verbesserten Effizienz und erheblichen Kosteneinsparungen.

### Maßgeschneiderte Lösungen

Teilentladungs-Monitoring-Systeme zur periodischen Messung und permanent installierte Systeme zum Teilentladungs-Monitoring an Generatoren und elektrischen Motoren:

#### Periodisches Online-TE-Monitoring



#### OMS 605

Mobiles Teilentladungs-Monitoring-System für unterschiedliche Hochspannungsbetriebsmittel

[www.omicron.at/oms605](http://www.omicron.at/oms605)

- > Drei Messkanäle zur zeitsynchronen TE-Datenerfassung
- > Anschluss einer zusätzlichen Erfassungseinheit (am Sternpunkt)
- > Mobiler Koffer mit Rollen für einen bequemen Transport zu unterschiedlichen Messorten
- > Robustes Messsystem für den industriellen Einsatz (IP65)
- > Kompatibel mit unterschiedlichen TE-Sensoren, inkl. 80pF Koppelkondensatoren
- > Schneller Aufbau des Systems durch unkomplizierte Plug-and-Play-Module
- > Leistungsstarke Software für TE-Analysen, Trendermittlung und grafische Datenansicht

#### Kontinuierliches Online-TE-Monitoring



#### MONGEMO

Permanent installiertes System zum Teilentladungs-Monitoring an Generatoren und elektrischen Motoren

[www.omicron.at/mongemo](http://www.omicron.at/mongemo)

- > Maßgeschneiderte Systemlösung für individuelle Überwachungsanforderungen
- > Synchrone 4-Kanal-Erfassung von TE-Daten für eine umfassende TE-Beurteilung
- > Leistungsstarke Störsignalunterdrückung sowie ein vollautomatisierter Cluster-Separierungs-Algorithmus für eine komfortable TE-Analyse
- > Aufzeichnung von TE-Rohdaten in festgelegten Intervallen für detaillierte Experten-Analysen
- > Nahtlose Integration in Monitoring- und SCADA-Systeme von Drittanbietern

### Professionelle Beratung und Unterstützung

Hilfestellung von Experten bei der Systemauslegung, Installation, Schulungen, Datenanalyse und Zustandsberichten.

**OMICRON** ist ein weltweit tätiges Unternehmen, das innovative Prüf- und Diagnoselösungen für die elektrische Energieversorgung entwickelt und vertreibt. Der Einsatz von OMICRON-Produkten bietet höchste Zuverlässigkeit bei der Zustandsbeurteilung von primär- und sekundärtechnischen Betriebsmitteln. Umfassende Dienstleistungen in den Bereichen Beratung, Inbetriebnahme, Prüfung, Diagnose und Schulung runden das Leistungsangebot ab.

Kunden in mehr als 140 Ländern profitieren von der Fähigkeit des Unternehmens, neueste Technologien in Produkte mit überragender Qualität umzusetzen. Service Center auf allen Kontinenten gewährleisten ein umfangreiches Wissen und eine erstklassige Unterstützung der Kunden. All dies und ein starkes Netz von Vertriebspartnern haben OMICRON zum Marktführer in der Energietechnik gemacht.