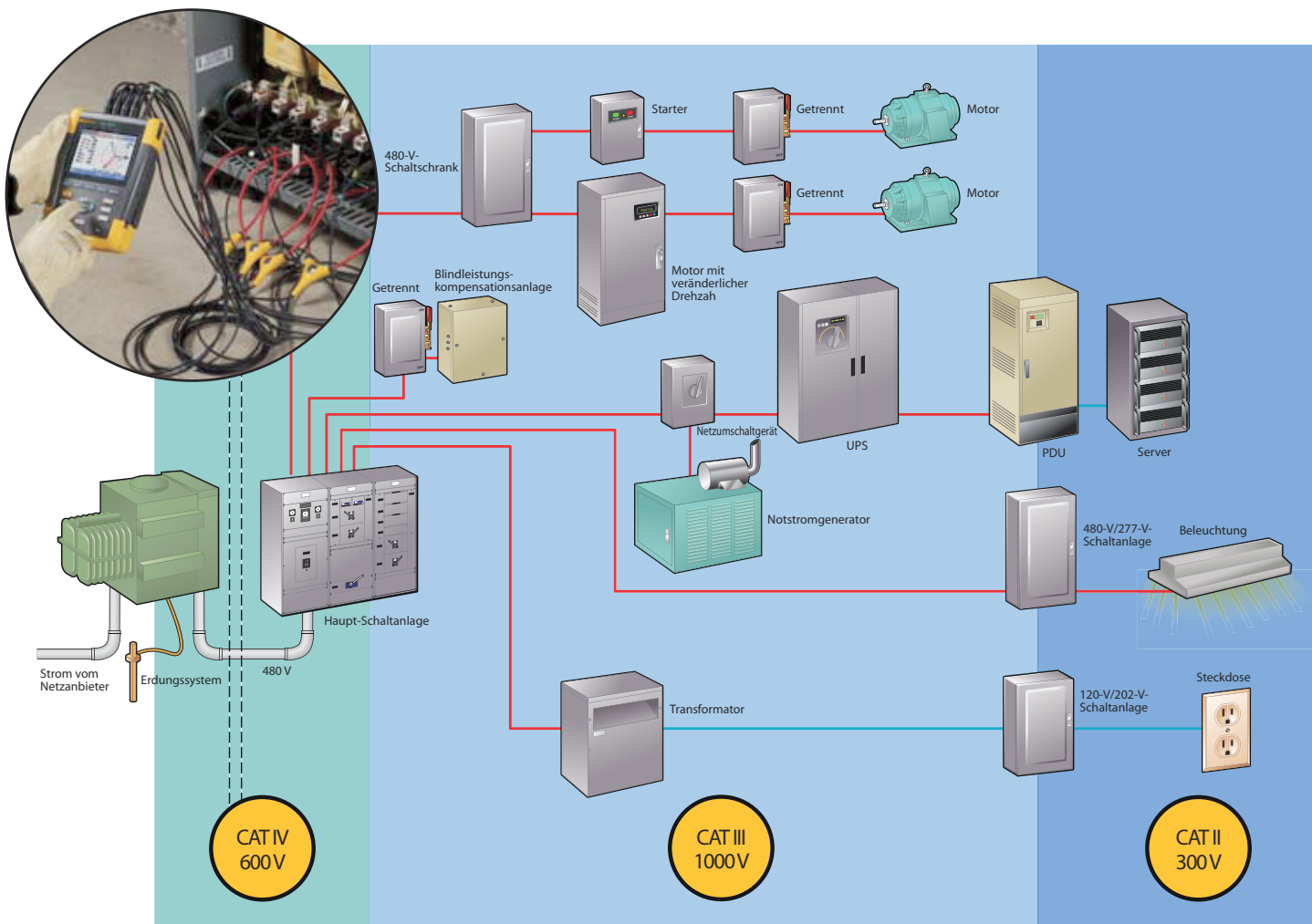


# Kosten durch mangelhafte Netzqualität

## Anwendungsbericht

Produktivität ist der Schlüssel, um in der heutigen Welt des globalen Wettbewerbs überleben zu können. Jedoch gibt es im Hinblick auf die grundlegenden Produktivitätsfaktoren, wie Zeit, Arbeitskraft und Materialien, wenige Möglichkeiten für eine weitere Optimierung. Ein Tag hat 24 Stunden, Arbeitskraft ist teuer, und bei den Materialien sind Sie in der Auswahl eingeschränkt. Daher müssen sich alle Unternehmen die Automatisierung zunutze machen, um mit demselben Aufwand einen größeren Ertrag zu erzielen – oder sie fallen im Wettbewerb zurück.

Folglich nutzen alle Unternehmen die Automatisierung, deren Funktionssicherheit auf zuverlässiger Energieversorgung basiert. Probleme mit der Netzqualität können zu Fehlfunktionen oder zur Abschaltung von Prozessen oder Anlagen führen. Die Folgen können von ausufernden Energiekosten bis hin zum vollständigen Stillstand reichen. Die Netzqualität ist somit von entscheidender Bedeutung.



Die Abhängigkeit verschiedener Systeme voneinander macht Probleme in Bezug auf die Netzqualität vielschichtiger. Ihre Computer arbeiten einwandfrei, aber das Netzwerk ist zusammengebrochen, sodass niemand einen Flug buchen oder eine Kostenabrechnung ablegen kann. Der Prozess funktioniert einwandfrei, aber die Klimaanlage hat abgeschaltet, sodass die Produktion angehalten werden muss. In der gesamten Anlage sowie im gesamten Unternehmen gibt es betriebskritische Systeme – Probleme mit der Netzqualität können diese jederzeit abrupt in den Stillstand zwingen. Und das womöglich zum ungünstigsten Zeitpunkt.

Wodurch werden Probleme mit der Netzqualität verursacht? Meist haben sie ihren Ursprung innerhalb der Anlage. Das kann an Problemen in den folgenden Bereichen liegen:

- Installation – unsachgemäße Erdung, unsachgemäße Leitungsführung oder unterdimensionierte Verteilung
- Betrieb – außerhalb der berechneten Dimensionierung der Anlagen betriebene Ausrüstung
- Verluste – unsachgemäße Abschirmung oder fehlende bzw. zu geringe Leistungsfaktorkorrektur
- Instandhaltung – beschädigte Kabelisolierung oder Erdungsanschlüsse

Selbst bei einer ordnungsgemäß installierten und instand gehaltenen Ausrüstung in einer optimal ausgelegten Anlage können durch die Alterung Probleme mit der Netzqualität auftreten.

Mithilfe der Instrumente der Fluke 430 Serie II können die Verluste aufgrund schlechter Netzqualität direkt gemessen werden. Diese Instrumente messen direkt den Verlust durch Oberschwingungen und Unsymmetrie und beziffern die dadurch entstehenden Kosten auf der Grundlage des Strompreises des Energieversorgungsunternehmens.

Probleme mit der Netzqualität können auch außerhalb der Anlage verursacht werden. Heute drohen zu jeder Zeit unvorhersehbare Ausfälle, Spannungseinbrüche und Überspannungen. Das verursacht natürlich Kosten. Wie können Sie diese Kosten beziffern?

### Messung von Kosten durch schlechte Netzqualität

Probleme mit der Netzqualität wirken sich allgemein in drei Bereichen aus: Ausfallzeiten, Probleme mit der Ausrüstung und Energiekosten.



FLUKE®

TRANSMETRA

**Veranschaulichen wir das Ganze anhand eines Beispiels:** In Ihrem Werk werden 1.000 Teile pro Stunde produziert, wobei jedes Teil einen Umsatz von 7 € erzielt. Somit beläuft sich Ihr Umsatz pro Stunde auf 7.000 €. Wenn sich Ihre Produktionskosten auf 2.400 € belaufen, beläuft sich Ihr Betriebsertrag bei laufender Produktion auf 4.600 € pro Stunde. Wenn die Produktion stillsteht, verlieren Sie einen Ertrag von 4.600 € pro Stunde und müssen außerdem noch Ihre Fixkosten zahlen (z. B. Gemeinkosten und Löhne). So teuer sind Ausfallzeiten. Aber das ist noch nicht alles. Ausfallzeiten bringen noch weitere Kosten mit sich:

- **Abfall.** Wie viel Rohmaterial bzw. unfertige Erzeugnisse müssen Sie entsorgen, wenn ein Prozess angehalten wird?
- **Neustart.** Welche Kosten werden durch die Reinigung und den Neustart nach einer außerplanmäßigen Außerbetriebnahme verursacht?
- **Zusätzliche Arbeitskraft.** Müssen Sie aufgrund von Ausfallzeiten Überstunden zahlen oder Arbeiten outsourcen?

### Ausfallzeiten

Zwei Faktoren sind erforderlich, um die Systemausfallkosten zu berechnen:

1. Umsatz der Anlage pro Stunde
2. Produktionskosten

Des Weiteren muss der Geschäftsprozess berücksichtigt werden. Handelt es sich um einen kontinuierlichen, stark oder voll ausgelasteten Prozess (z. B. Raffinerie)? Muss das Produkt direkt nach der Produktion verbraucht werden (z. B. Kraftwerk)? Kann der Kunde direkt auf ein Alternativprodukt eines anderen Herstellers wechseln, wenn das Produkt nicht zur Verfügung steht (z. B. Benzin)? Wenn eine dieser Fragen mit „ja“ beantwortet werden kann, ist der entgangene Umsatz schwer oder unmöglich auszugleichen.

Sind Sie Erstausstatter (OEM)? Wenn Sie nicht rechtzeitig liefern können, wechselt Ihr Kunde vielleicht zu einem Hersteller, der die Liefertermine halten kann.

### Probleme mit der Ausrüstung

Die genauen Kosten lassen sich nicht einfach bestimmen, weil sie von vielen Variablen abhängen. Hat der Motor tatsächlich aufgrund von starker Oberschwingungen versagt, oder liegt eine andere Ursache vor? Produziert die Linie 3 Schrott, weil Schwankungen der Stromversorgung zu Schwankungen der Maschinenleistung führen? Sie müssen zwei Dinge tun, um die richtigen Antworten zu erhalten:

1. Beheben Sie die Ursache.
2. Bestimmen Sie die tatsächlichen Kosten.

**Im Folgenden finden Sie dazu ein Beispiel.** In Ihrem Werk werden Kunststoffgewebe produziert, die von gleichmäßiger Stärke sein müssen. Die Bediener melden wiederholt einen vermehrten Anteil von Abfall am späten Nachmittag. Sie können die Schwankungen der Maschinengeschwindigkeit direkt auf niedrige Spannungen durch eine hohe Belastung der Klimaanlage zurückführen. Der Betriebsleiter beziffert die Nettokosten für den Abfall auf 2.400 € pro Tag. Das sind die Kosten, die direkt auf die zu niedrige Spannung zurück zu führen sind. Dazu kommen dann noch die bereits für die Ausfallzeiten ermittelten Kosten.



- Verfügbare Nutzleistung in kW
- Blindleistung (nicht nutzbar)
- Aufgrund von Unsymmetrie nicht nutzbare kW
- Aufgrund von Oberschwingungen nicht nutzbare kW
- Neutralleiterstrom
- Gesamtkosten der verschwendeten kWh

Energy Loss Calculator				
	0:03:26			
	Total	Loss	Cost	
Effective kW	35.9	W 488	\$ 48.83	/hr
Reactive kvar	21.5	W 175	\$ 17.49	/hr
Unbalance kVA	2.52	W 1.5	\$ 0.15	/hr
Distortion kVA	7.17	W 57.2	\$ 5.72	/hr
Neutral A	29.3	W 57.7	\$ 5.77	/hr
<b>Total</b>		<b>k</b>	<b>\$ 683</b>	<b>/y</b>
11/10/11	10:49:38	230V	50Hz	3Ø WYE EN50160
LENGTH 100 m	DIAMETER 25 mm <sup>2</sup>	METER	RATE 0.10 /kWh	HOLD RUN

### Energiekosten

Um Ihre Stromrechnung zu reduzieren, müssen Sie das Verbrauchsverhalten Ihrer Anlage aufzeichnen und das System und die Lastplanung anpassen, sodass einer oder mehrere der folgenden Faktoren reduziert werden.

1. Tatsächlicher Energieverbrauch (kWh)
2. Kosten wegen eines schlechten Leistungsfaktors (Kosten für hohe Blindleistung)
3. Kostenstruktur bei hohem Spitzenbedarf

In der Vergangenheit war die Erfassung der Kosten durch Energieverschwendung aufgrund von Problemen mit der Netzqualität nur von hochqualifizierten Ingenieuren zu bewerkstelligen. Kosten durch Energieverschwendung konnten nur mittels der Verarbeitung großer Datenmengen ermittelt werden – eine Direktmessung des Verlusts und eine Kostenbeziehung waren nicht möglich. Dank der patentierten Algorithmen der Stromversorgungs- und Netzqualitätsanalysatoren Fluke 430 Serie II kann der Verlust aufgrund verbreiteter Probleme mit der Netzqualität, wie z. B. Oberschwingungen oder Unsymmetrie, direkt gemessen werden. Durch die Eingabe der Energiekosten in das Instrument werden die Kosten direkt berechnet. Sie können den Energieverbrauch reduzieren, indem Sie Unwirtschaftlichkeiten des Energieverteilungssystems beseitigen. Quellen für unwirtschaftlichen Betrieb sind unter anderem:

- hohe Neutralleiterströme aufgrund unsymmetrischer Lasten und Oberschwingungen dritter Ordnung

- stark belastete Transformatoren, vor allem Transformatoren für nichtlineare Lasten
  - alte Motoren, alte Antriebe und andere motorbezogene Probleme
  - starke Verzerrung von Spannung und Strom, die möglicherweise eine Überhitzung des Stromversorgungssystems verursachen
- Durch eine Leistungsfaktorkorrektur können Sie Kosten vermeiden, die EVUs wegen eines schlechten Leistungsfaktors erheben. In der Regel müssen dazu Kompensationskondensatoren installiert werden. Zunächst muss jedoch die Verzerrung im System behoben werden – Kondensatoren können eine niedrige Impedanz für Oberschwingungen bedeuten, und die Installation von ungeeigneten Kompensationskondensatoren kann zu Resonanz oder ausgebrannten Kondensatoren führen. Konsultieren Sie einen Netzqualitätsingenieur, bevor Sie beim Vorhandensein von Oberschwingungen den Leistungsfaktor korrigieren.

Sie können die Kosten für hohen Spitzenbedarf durch aktives Management der Spitzenlast reduzieren. Leider wird einer der Hauptkostenfaktoren

häufig übersehen: die Auswirkungen schlechter Netzqualität auf den Spitzenlast. Dadurch werden dann die Überzahlungen unterschätzt. Drei Faktoren sind wichtig für die Bestimmung der tatsächlichen Kosten durch die Spitzenlast:

1. Energieverbrauch im typischen Betrieb
  2. Energieverbrauch bei "sauberer" Netzqualität
  3. Gebührensystem für Spitzenlasten
- Durch die Vermeidung der Probleme mit der Netzqualität reduzieren Sie den Spitzenbedarf und seine Ursache. Mithilfe des Lastmanagements können Sie steuern, wann eine bestimmte Ausrüstung betrieben wird. Somit können Sie die „Schichtung“ der einzelnen Lasten regeln. Jetzt beträgt der Gebäudedurchschnitt 515 kWh, während die Spitzenlast auf 650 kWh fällt. Wenn Sie das Lastmanagement einsetzen, um einige Lasten umzuverteilen, sodass weniger Lasten zur selben Zeit auftreten, beträgt die neue Spitzenlast selten mehr als 595 kWh.

### Veranschaulichen wir das Ganze anhand eines Beispiels:

In Ihrem Werk/Bürokomplex liegt der durchschnittliche Energieverbrauch innerhalb eines Arbeitstages bei 570 kWh. An den meisten Tagen werden jedoch Spitzenlasten von 710 kWh erreicht. Ihr Energieversorger berechnet pro 10 kWh über 600 kWh jeweils Kosten für den gesamten Monat, immer wenn 600 kWh während eines 15-minütigen Bedarfsintervalls überschritten werden. Wenn Sie den Leistungsfaktor korrigieren, die Oberschwingungen reduzieren und ein Lastmanagementsystem installieren würden, würde sich der Stromverbrauch ändern – und wäre außerdem kalkulierbar.



## Geld sparen durch gute Netzqualität

Sie haben jetzt die durch eine schlechte Netzqualität verursachten Kosten beziffert. Nun muss ein Weg gefunden werden, diese Kosten zu vermeiden. Die folgenden Schritte bringen Sie an dieses Ziel.

- **Prüfen Sie den Aufbau.** Bestimmen Sie, wie Ihr System die Prozesse am effektivsten unterstützen kann und welche Infrastruktur zur Vermeidung von Ausfällen erforderlich ist. Prüfen Sie mittels einer Lastgangstudie die Kapazität Ihrer Energieversorgung, bevor Sie neue Ausrüstung installieren. Prüfen Sie wichtige Ausrüstungen immer nach Änderungen der Konfiguration.
- **Halten Sie Normen ein.** Prüfen Sie die die Erdung industrieller und gewerblicher Netze, beispielsweise auf Konformität mit der IEEE 142. Prüfen die Energieverteilung in Industrieanlagen, beispielsweise auf Konformität mit der IEEE 141.
- **Überprüfen Sie die Schutzsysteme in ihrer Energieversorgung.** Das schließt Blitzschutz, Überspannungsableiter und Störschutz ein. Sind diese korrekt spezifiziert und installiert?
- **Besorgen Sie die Spezifikationen für alle Lasten.** Sie sind Grundvoraussetzung für die vorausschauende Instandhaltung und dienen zur Erkennung entstehender Probleme.
- **Verringern Sie Netzqualitätsprobleme.** Die Verringerung von Netzqualitätsproblemen schließt Korrekturen (z. B. Reparatur der Erdungsanlage) sowie die Bewältigung von Problemen

(z. B. Transformatoren, bei denen der K-Faktor spezifiziert ist) ein. Berücksichtigen Sie Energieaufbereitung und Notstromversorgung.

- **Prüfen Sie die Instandhaltungsprozeduren.** Führen Sie Tests durch und treffen anschließend entsprechende Korrekturmaßnahmen? Führen Sie an kritischen Stellen regelmäßige Begutachtungen durch. Prüfen Sie beispielsweise die Spannung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter sowie Erdströme an der Einspeisung und kritische Nebenstromkreise. Führen Sie Inspektionen mit Wärmebildkameras in ihrer Energieverteilung durch. Finden Sie die Ursachen für Ausfälle, sodass Sie wissen, welche Maßnahmen zu treffen sind, damit sich diese nicht wiederholen.
- **Überwachen Sie die Anlage.** Können Sie Spannungsverzerrungen erkennen, bevor diese zur Überhitzung von Motoren führen? Können Sie Transienten nachverfolgen? Wenn keine Geräte zur Energieüberwachung installiert sind, können Sie das Problem nicht im Voraus erkennen – Sie sehen sich aber später mit der Ausfallzeit konfrontiert.



**TRANSMETRA GmbH**

Internet: [www.transmetra.ch](http://www.transmetra.ch)

E-Mail: [info@transmetra.ch](mailto:info@transmetra.ch)

Telefon: +41 (0)52 624 86 26

©2004, 2011 Fluke Corporation.  
Änderungen der technischen Daten vorbehalten.  
Gedruckt in den USA 12/2011 2391563B D-TM-N  
Pub\_ID: 11869-ger

Dieses Dokument darf nicht ohne die schriftliche Genehmigung der Fluke Corporation geändert werden.