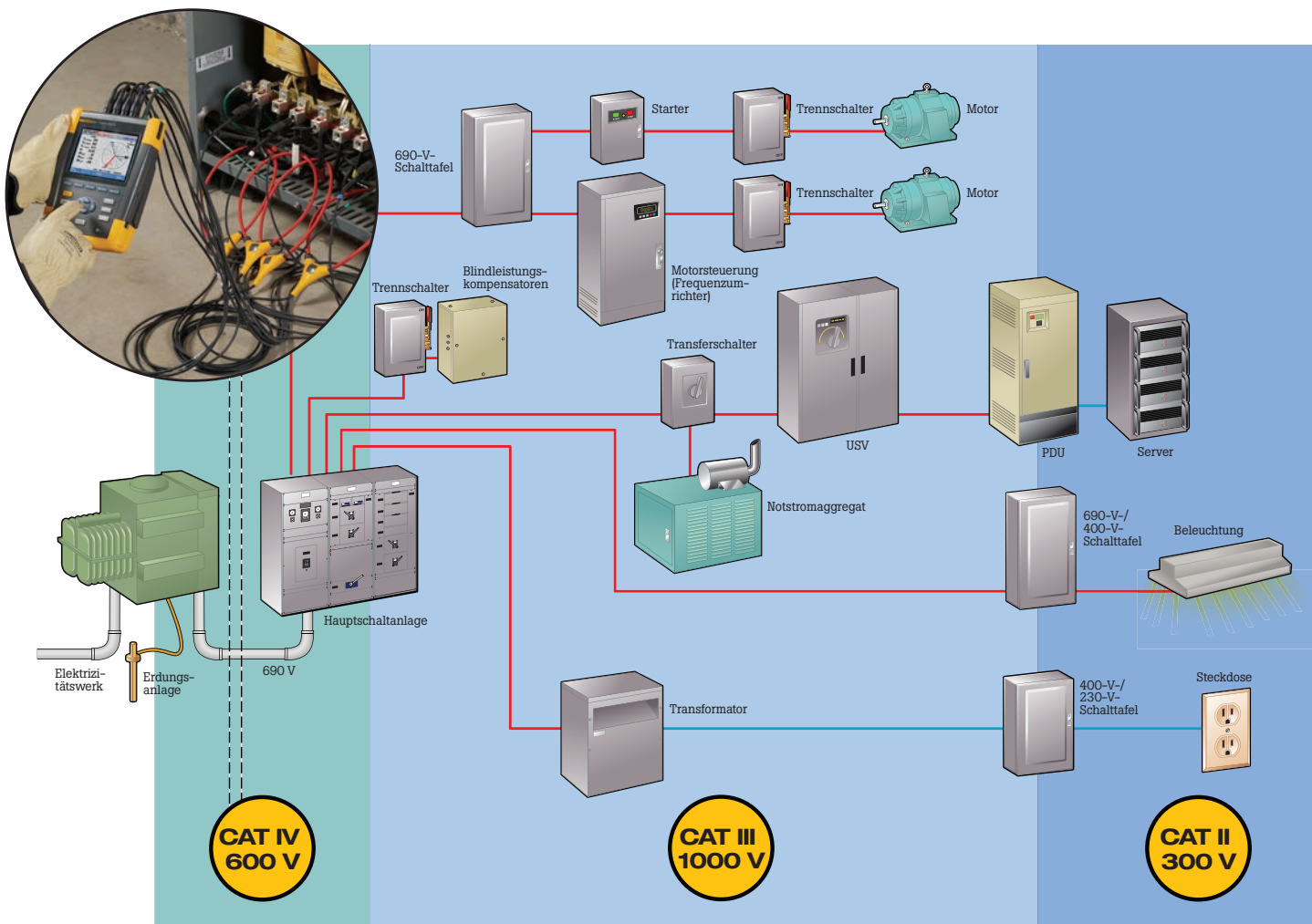


# Kosten durch mangelhafte Netzqualität

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 z. B. Zeit, Arbeitskraft und Materialien wenige Möglichkeiten zur weiteren 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 aber 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 durch Netzqualität vielschichtiger. Ihre Computer arbeiten einwandfrei, ihr Netzwerk aber nicht, 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 Netzanalysatoren 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.

**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:

- **Ausschuss.** 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 auslagern?

### 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 zu einem Alternativprodukt eines anderen Herstellers wechseln, wenn das Produkt nicht zur Verfügung steht? Wenn eine dieser Fragen mit „ja“ beantwortet werden kann, ist der entgangene Umsatz schwer oder unmöglich auszugleichen.

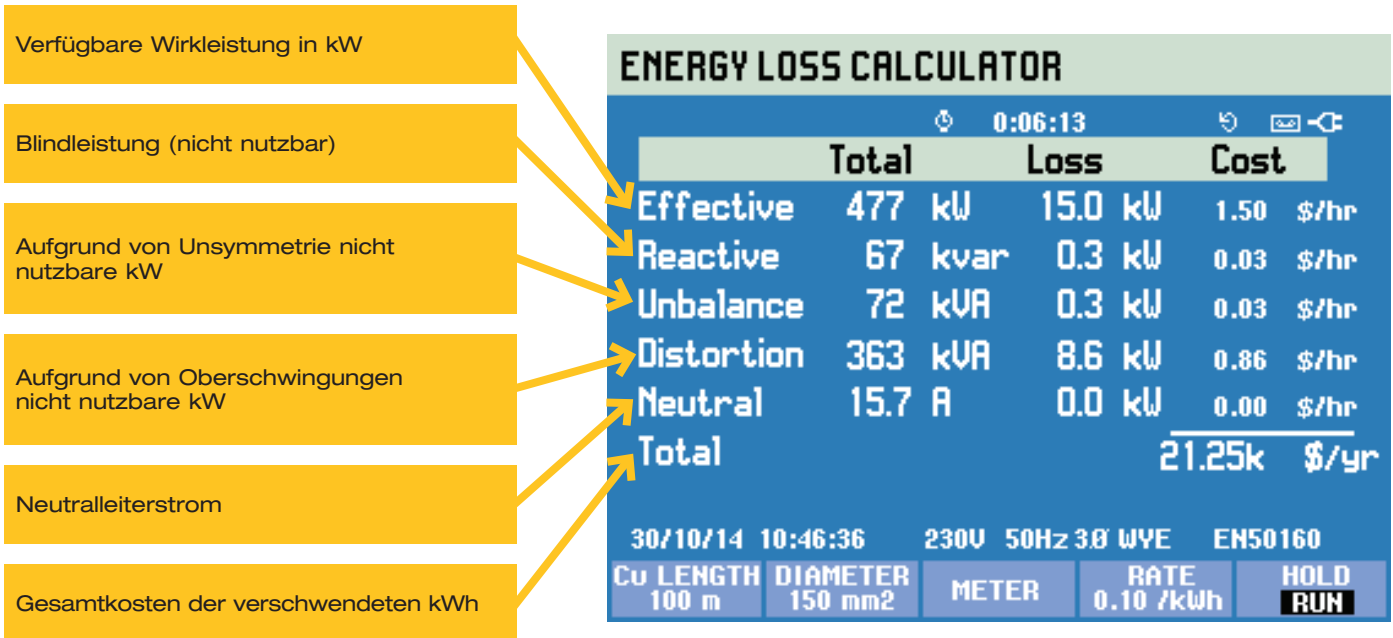
Sind Sie Erstausstatter (OEM)? Wenn Sie nicht rechtzeitig liefern können, wechselt Ihr Kunde vielleicht zu einem Hersteller, der die Liefertermine halten kann.

### Probleme mit der Ausrüstung

Die genauen Kosten lassen sich nicht einfach bestimmen, weil sie von vielen Variablen abhängen. Hat der Motor tatsächlich aufgrund zu 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 Ausschuss 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 Ausschuss auf 2400 € 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.



### 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. Aufschläge wegen eines schlechten Leistungsfaktors
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 Kostenbeifferung 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 dem unwirtschaftlichen Betrieb des Energieverteilungssystems beseitigen. Quellen für unwirtschaftlichen Betrieb sind unter anderem:

- hohe Neutralleiterströme aufgrund unsymmetrischer Lasten und Oberschwingungen dritter Ordnung

- stark belastete Transformatoren, vor allem wenn sie nichtlineare Lasten versorgen
- 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 zu einer niedrigen Impedanz für Oberschwingungen führen, und die Installation von ungeeigneten Kompensationskondensatoren kann zu Resonanz oder ausgebrannten Kondensatoren führen. Konsultieren Sie einen Spezialisten für Netzqualität, bevor Sie bei 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 die Spitzenlast. Dadurch werden dann die höheren Zahlungen für Spitzenlast 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 Energieverbrauch im Mittel 515 kWh, während die Spitzenlast bei 650 kWh liegt. 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 Ihrer Anlage 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 Norm IEEE 142. Prüfen die Energieverteilung in Industrieanlagen, beispielsweise auf Einhaltung der Vorgaben von IEEE 141.
- Überprüfen Sie die Schutzsysteme in ihrer Energieversorgung.**  
 Hierzu gehören Blitzschutz, Überspannungsableiter und Störschutz. Sind diese korrekt spezifiziert und installiert?
- Besorgen Sie die Spezifikationen für alle Lasten.**  
 Diese sind Voraussetzung 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 mit spezifiziertem K-Faktor) ein. Berücksichtigen Sie Energieaufbereitung und Notstromversorgung.

- Prüfen Sie die Instandhaltungsabläufe.**  
 Führen Sie Prüfungen durch und treffen anschließend entsprechende Korrekturmaßnahmen? Führen Sie an kritischen Stellen regelmäßige Begutachtungen durch. Prüfen Sie beispielsweise die Spannung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter sowie Schutzleiterströme an der Einspeisung und wichtigen Nebenstromkreisen. 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 erkennen und verfolgen? Wenn keine Geräte zur Energieüberwachung installiert sind, können Sie das Problem nicht im Voraus erkennen – Sie sehen sich aber später mit der Ausfallzeit konfrontiert.

Jetzt müssen Sie die Kosten für Prävention und Fehlerbehebung ermitteln – und diese anschließend mit den Kosten vergleichen, die durch eine schlechte Netzqualität verursacht werden. Dieser Vergleich ist die beste Rechtfertigung für die Investitionen, die zur Beseitigung der Probleme mit der Netzqualität notwendig sind. Weil Sie sich in dieser Beziehung kontinuierlich engagieren sollten, sollten Sie auch die richtigen Werkzeuge verwenden, um anstelle der Auslagerung dieser Aufgaben eigene Prüfungen und Überwachungen der Netzqualität durchführen zu können. Die Geräte sind heutzutage erstaunlich günstig – und in jedem Fall günstiger als die Ausfallzeiten.

**Fluke.** *Damit Ihre Welt intakt bleibt.*

### Fluke Deutschland GmbH

In den Engematten 14  
 79286 Glottertal  
 Telefon: 0 69 2 2222 0203  
 Telefax: 0 76 84 800 9410  
 E-Mail: CS.Deutschland-ELEK@Fluke.com  
 E-Mail: CS.Deutschland-INDS@Fluke.com  
 Web: www.fluke.de

### Technischer Beratung:

Beratung zu Produkteigenschaften, Spezifikationen, Messgeräte und Anwendungsfragen  
 Tel.: +49 (0) 7684 8 00 95 45  
 E-Mail: techsupport.dach@fluke.com

### Fluke Austria GmbH

Liebermannstraße F01  
 2345 Brunn am Gebirge  
 Telefon: +43 (0) 1 928 9503

Telefax: +43 (0) 1 928 9501  
 E-Mail: roc.austria@fluke.nl  
 Web: www.fluke.at

### Fluke (Switzerland) GmbH

Industrial Division  
 Hardstrasse 20  
 CH-8303 Bassersdorf  
 Telefon: +41 (0) 44 580 7504  
 Telefax: +41 (0) 44 580 75 01  
 E-Mail: info@ch.fluke.nl  
 Web: www.fluke.ch

©2004-2012, 2017 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen vorbehalten. 12/2017 2391563d-ger

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