Grundlegende Gesichtspunkte zur Netzqualität und häufige Verursacher

Anwendungsbericht

Die Entwicklung der Halbleitertechnologie hat enorme Vorteile gebracht, die Mikroelektronik erfordert aber eine hohe Netzqualität. Durch immer höhere Geschwindigkeiten und niedrigere Spannungen steigen die Anforderungen an die Netzqualität immer mehr.

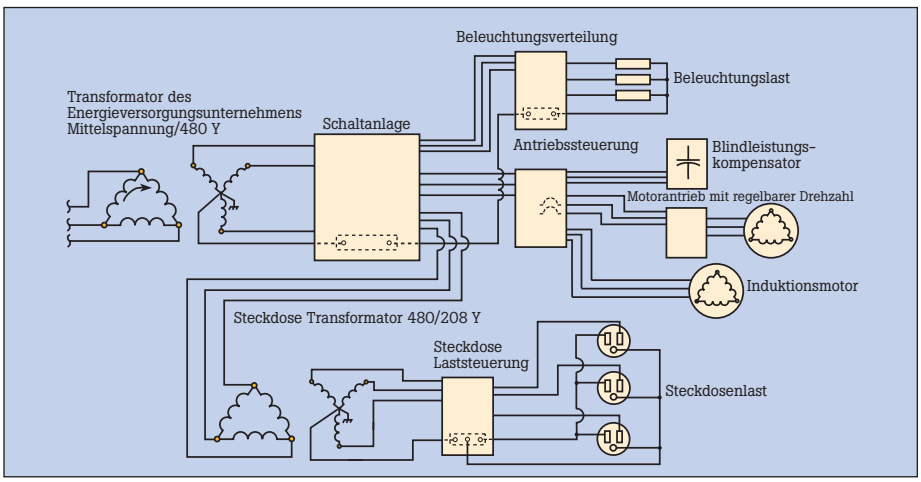
Der Begriff „Netzqualität" bezieht sich auf eine breite Palette von Problemen: von Spannungsstörungen wie Spannungseinbrüchen, Spannungserhöhungen, Spannungsausfällen und Transienten über Oberschwingungen (Harmonische) bis hin zu leistungsgerechter Verdrahtung und Erdung. Zu den Symptomen einer mangelhaften Netzqualität gehören intermittierende Fehler, Aussetzer und Resets, beschädigte Daten, vorzeitiger Ausfall von Geräten, Überhitzung von Bauteilen ohne ersichtlichen Grund usw. Die Folge sind Stillstandszeiten, verminderte Produktivität und frustrierte Mitarbeiter.

Am Tatort beginnen

Eine mögliche Methode für die Fehlersuche bei Netzqualitätsproblemen ist, so dicht wie möglich an der „betroffenen Last" zu beginnen. Die „betroffene Last" ist eine empfindliche (in der Regel elektronische), nicht ordnungsgemäß funktionierende Last. Als Ursache wird mangelhafte Netzqualität vermutet. Ihre Aufgabe ist es jedoch, die Netzqualität als Ursache von anderen möglichen Ursachen (Hardware, Software) *abzugrenzen*. Wie jeder Detektiv sollten Sie am Tatort beginnen. Diese Vorgehensweise von der Last zur Quelle kann sehr effektiv sein. Er erfordert eine gute Beobachtung von Ursache und Wirkung und einige grundlegende Messungen.

Alternativ kann mit einem Dreiphasenüberwachungsgerät an der Einspeisung begonnen werden. Anschließend wird rückwärts Schritt für Schritt bis zur „betroffenen Last" vorgegangen. Dies ist sinnvoll, wenn die Probleme vom Energieversorgungsunternehmen verursacht werden. Viele Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass *die Ursache der meisten Netzqualitätsprobleme in der jeweiligen Anlage zu finden ist*. In der Regel ist die Netzqualität an der Einspeisung (Verbindung mit dem Energieversorgungsunternehmen) am besten und verschlechtert sich in der nachfolgenden Unterverteilung immer weiter. Das hängt damit zusammen, dass die Lasten der Anlage die Probleme verursachen. Eine weitere interessante Tatsache ist, dass *75 % der Netzqualitätsprobleme mit Verdrahtungs- und Erdungsproblemen zusammenhängen.*

Aus diesem Grund empfehlen viele Fachleute und Berater für Netzqualität als logische Abfolge für die Fehlersuche zunächst die Diagnose der elektrischen Infrastruktur des Gebäudes und anschließend gegebenenfalls die Überwachung. Unser Fehlersuchverfahren von der Last zur Quelle soll Ihnen bei dieser Detektivarbeit helfen.



Vereinfachtes elektrisches Verteilungssystem, wie es für Geschäfts- und Industrieanlagen typisch ist.

Erste Schritte

1. Erstellen oder beschaffen Sie sich ein aktuelles vereinfachtes Schaltbild

Eine Diagnose von Netzqualitätsproblemen ohne brauchbare Kenntnisse von der untersuchten Anlage ist nur schwer möglich. Beginnen Sie mit der Beschaffung oder Rekonstruktion eines vereinfachten Schaltbilds der Anlage. Das vereinfachte Schaltbild enthält die Wechselstromspannungsquellen und die von ihnen versorgten Lasten. Wichtig ist, dass dieses Schaltbild den aktuellen Stand beschreibt, auch wenn einige Änderungen nur von Hand eingetragen sind.

Wenn Sie vor Ort arbeiten, existiert das Schaltbild möglicherweise bereits in Ihrem Kopf. Ein Schaltbild auf Papier ist jedoch eine große Hilfe für alle Beteiligten, Sie selbst eingeschlossen. Wenn Sie zum ersten Mal vor Ort sind, können Sie anhand eines aktuellen vereinfachten Schaltbilds neue Lasten und andere Systemänderungen erkennen. Warum dieser Aufwand? Systeme sind dynamische Gebilde. Sie verändern sich im Laufe der Zeit, oft ungeplant und willkürlich. Weiterhin gibt es neben einigen Problemen mit lokaler Ursache und Wirkung viele Probleme, die von Interaktionen zwischen den verschiedenen Systemkomponenten herrühren. Ihre Aufgabe ist es, diese Systeminteraktionen zu verstehen. Je vollständiger Ihre Dokumentation ist, desto vorteilhafter ist es für Sie.

Häufig werden Sie allerdings feststellen, dass viele Anlagen Mängel hinsichtlich der Dokumentation der Vorgänge im System aufweisen. Das trifft vor allem dort zu, wo es viele Änderungen in kurzer Zeit gegeben hat, und ausgerechnet hier sind viele Ursachen für Probleme vorhanden. Nicht wenige Berater verbringen einen Großteil ihrer Arbeitszeit damit, die ihnen ausgehändigte Dokumentation auf den aktuellen Stand zu bringen. Daher lautet

die einfache Regel an dieser Stelle der Untersuchung: Bemühen Sie sich um eine gute Dokumentation, aber rechnen Sie nicht damit, dass eine solche vor Ort tatsächlich vorhanden ist.

2. Ortsbegehung
Manchmal liefert eine Sichtprüfung unmittelbar wichtige Hinweise:

- Ein Transformator mit viel zu hoher Betriebstemperatur
- Durch Hitzeeinwirkung verfärbte Leitungen oder Anschlüsse
- Steckdosen mit mehreren hintereinandergeschalteten Verlängerungsleitungen
- Verlegung von Signalleitungen in den gleichen Kabelkanälen wie Stromversorgungsleitungen
- Zusätzliche Verbindungen zwischen Neutralleiter und Schutzleiter in Unterverteilungen
- Anschluss von Schutzleitern an Erdungssysteme mit zu hohem Erdungswiderstand.

Dabei erhalten Sie mindestens einen Überblick über die Verdrahtung der Anlage und ihre typischen Lasten.

3. Befragen betroffener Mitarbeiter und Führen eines Vorfallprotokolls
Befragen Sie die Mitarbeiter, die die entsprechenden Geräte bedienen. Auf diese Weise erhalten Sie eine Beschreibung des Problems und oft hilfreiche Hinweise. Weiterhin ist es empfehlenswert, Probleme und damit einhergehende Symptome zu dokumentieren. Dies ist insbesondere für intermittierende Probleme wichtig. Das Ziel ist, ein Muster zu finden, mit dessen Hilfe das Auftreten des Problems der „betroffenen Last" mit einem gleichzeitigen Ereignis an anderer Stelle in Beziehung gebracht werden kann. Für die Problemprotokollierung ist der Bediener verantwortlich, der mit den entsprechenden Geräten am engsten vertraut ist.

Die Verursacher von Netzqualitätsproblemen

Von der Quelle im Energieversorgungsunternehmen bis zur Steckdose

Blitzeinschlag
Kann sehr große Schäden anrichten, wenn kein ausreichend dimensionierter Überspannungsschutz und ordnungsmäßes Erdungssystem vorhanden sind Verursacht bei großer Entfernung außerdem Spannungseinbrüche und Unterspannungen auf der Stromversorgungsleitung. Verursacht bei geringer Entfernung Spannungserhöhungen und Überspannungen. Letztlich ist Blitzeinschlag aber ein Naturereignis, das nicht in die gleiche Kategorie wie von Personen verursachte Schäden eingeordnet werden kann.

Automatische Wiedereinschaltung im Energieversorgungsunternehmen
Verursacht kurze Spannungseinbrüche/ Spannungsausfälle, ist aber weniger gefährlich als ein längerer Spannungsausfall.

Kondensatorschaltvorgänge im Energieversorgungsunternehmen
Verursacht eine energiereiche Spannungsstörung (sieht wie ein oszillierender Transient auf der Signalform aus). Wenn sich die Kondensatorgruppe in der Nähe der Anlage befindet, kann sich dieser Transient im gesamten Gebäude ausbreiten.

Geschäftshochhäuser mit zu wenigen Verteilungstransformatoren
Sparen an der falschen Stelle: Versorgungssysteme mit zu niedriger Spannung mit Verlegung der Leitungen über große Entfernungen kann keine gute Netzqualität ergeben.

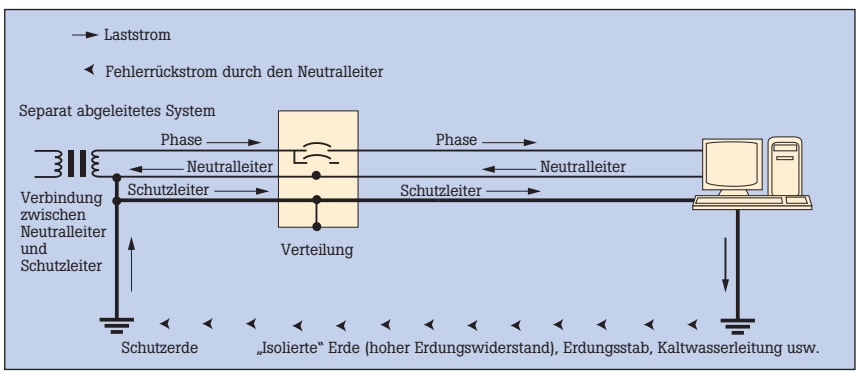
Nicht an die Oberschwingungsbelastungen angepasste Stromaggregate
Zu starke Spannungsverzerrungen beeinträchtigen elektronische Steuerkreise. Durch Thyristor-Umrichter-Lasten verursachte Spannungseinbrüche können Frequenzregelkreise beeinträchtigen.

Anwendung von Blindleistungskompensatoren ohne Berücksichtigung der Auswirkungen von Oberschwingungen
Oberschwingungen und Kondensatoren können nicht miteinander kombiniert werden. Die Kondensatoren werden dabei möglicherweise beschädigt.

Einschaltströme und Anlaufströme von gleichzeitig eingeschalteten Lasten mit hohen Drehmomentanforderungen
Verursacht Spannungseinbrüche, wenn die Last oder die Quellenimpedanz zu groß ist. Ein zeitlich gestaffelter Motoranlauf kann hier helfen.

Zu schwach bemessene Neutralleiter an der Unterverteilung
Durch die von nichtlinearen Lasten erzeugten 3. Oberschwingungen können Neutralleiter ohne Weiteres so viel Strom wie der Phasenleiter oder sogar noch mehr führen. Zu schwach bemessene Neutralleiter verursachen Überhitzungen von Anschlussklemmen, potenzielle Brandgefahren und eine hohe Spannung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter.

Verlegung von Signalleitungen zusammen mit Versorgungsleitungen
In Signalleitungen können Spannungen induziert werden. Man kann sich die Signalleitung als die Sekundärwindung und die Versorgungsleitung als die Primärwindung eines Einphasentransformators vorstellen. Die Möglichkeiten für die Kopplung zwischen den Stromkreisen sind endlos.



Erdungsstäbe mit hohem Erdungswiderstand können Erdschleifen verursachen. Dies ist ein häufiges Problem bei Installationen von CNC-Werkzeugmaschinen.

Lockere Verbindungen zum Erder undunsachgemäß verbundene oder fehlende Schutzleiter
Verursacht Unterbrechungen oder Erdverbindungen mit hoher Impedanz. Ungünstig für Netzqualität und Sicherheit.

Gemeinsam benutzte Neutralleiter für mehrere Stromkreise
Verursacht Wechselwirkungen zwischen den Lasten und überlastete Neutralleiter.

Laserdrucker und -kopiergeräte in der gleichen Abzweigleitung wie empfindliche Lasten
Damit sind regelmäßige Spannungseinbrüche und Schalttransienten vorprogrammiert.

Falsch verdrahtete Steckdosen (Neutralleiter und Schutzleiter vertauscht)
Kaum zu glauben, aber es gibt in der Praxis nicht wenig falsch verdrahtete Steckdosen. Damit werden Rückströme über den Schutzleiter abgeleitet, was im Fall einer „unsauberen" Erdung sogar zu einer Potenzialverschiebung führen kann.

Anschluss von Datenleitungen in beiden Richtungen an unterschiedliche Erdpotenziale
Auf jeden Fall vermeiden! Es liegt eine Spannung zwischen Gerätegehäuse und Steckverbinder der Datenleitung an.

Hochfrequenz-Rauschen
Die effektivste Hochfrequenz-Erdungsmethode ist die Installation eines Signalreferenzgitters (SRG).

Eine Klasse für sich

Isolierte Erdungsstäbe (unten)
Sie stellen ein Sicherheitsrisiko dar, weil hier die Erde ein Pfad mit hoher Impedanz ist und nicht genug Strom für die Auslösung des Schutzschalters fließen kann. Außerdem werden dadurch Erdschleifen verursacht. Schließlich muss jedes Elektron wieder dorthin zurück, wo es hergekommen ist. Eines der großen Rätsel der Netzqualität ist, warum einige Hersteller darauf bestehen, dass ihre Gerätegewährleistung ungültig wird, wenn kein isolierter Erdungsstab installiert wird.

Unzulässige Verbindung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter
Dadurch werden Rückströme über den Schutzleiter abgeleitet. Hierbei handelt es sich nicht nur um ein Netzqualitätsproblem, sondern auch um ein Problem, das in die gesamte Installation eingreift. Zirkulierende Erdströme verursachen Korrosion an Wasserleitungen.

Internationale Sicherheitsnormen für Messgeräte

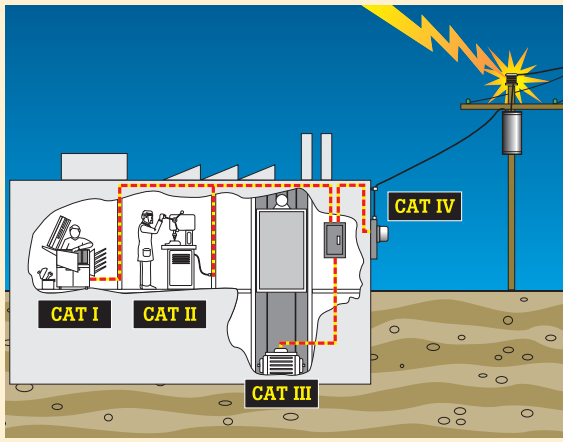
Überspannungskategorie	Zusammenfassende Beschreibung
CAT IV	Drei Phasen am Anschluss des Energieversorgungsunternehmens, alle Freileitungen (unter 1000 V)
CAT III	Drei-Phasen-Verteilung (unter 1000 V), einschließlich einphasiger kommerzieller Beleuchtung und Unterverteilungen
CAT II	Einphasige Lasten, die mit der Steckdose verbunden sind
CAT I	Elektronik

*CAT IV product specifications are not yet defined in the standard.

EN 61010 enthält internationale Sicherheitsanforderungen für mit Niederspannung (unter 1000 V) betriebene elektrische Geräte für Mess-, Steuer- und Laboranwendungen. Das Niederspannungs-Energieverteilungssystem ist in vier Kategorien eingeteilt, die auf der Nähe zur Energieversorgung basieren. In jeder Kategorie sind verschiedene Spannungen angegeben (1000 V, 600 V, 300 V usw.).

Das Grundkonzept besteht darin, dass das verwendete Messgerät für die höchste Kategorie und die höchste Spannung ausgelegt sein muss, in der bzw. mit der gearbeitet wird. Für Techniker, die Störungen durch Netzqualitätprobleme suchen, bedeutet das, dass ein Messgerät gemäß CAT IV, 600 V oder CAT III, 1000 V zu verwenden ist. Wir empfehlen, für CAT-III-Stromkreise keine CAT-II-Messgeräte, -Oszilloskope, -Messleitungen und -Tastköpfe zu verwenden. Die CAT-Spezifikationen sind in der Regel in der Nähe der Spannungseingänge des Instruments markiert. Messgeräte gemäß der vorherigen Norm IEC 348 erfüllen in der Regel nicht die strengeren Sicherheitsspezifikationen von EN 61010 CAT IV 600 V/ CAT III 1000 V.

EN 61010 erfordert einen besseren Schutz gegen die von transienten Überspannungen ausgehenden Gefahren. Transienten können in unzureichend geschützten Messgeräten Lichtbogenüberschläge verursachen. Bei einem Lichtbogenüberschlag in einer Hochenergie-Umgebung, z. B. in Dreiphasen-Versorgungskreisen, kann es zu einer gefährlichen Lichtbogen-Explosion kommen. Dabei können Personen schwer verletzt und Messgeräte beschädigt werden.



Unabhängige Prüfung und Zertifizierung
Die Hersteller können die Einhaltung der EN-61010-Spezifikationen selbst zertifizieren. Die Selbstzertifizierung kann für den Endanwender zur offensichtlichen Falle werden. Die Zertifizierung durch ein unabhängiges Prüflabor garantiert, dass das Messgerät die Anforderungen von EN 61010 erfüllt. Achten Sie auf das Symbol und die Listennummer eines unabhängigen Prüflabors wie UL, CSA, TÜV, VDE usw.

Fluke. *Damit Ihre Welt intakt bleibt.*

Fluke Deutschland GmbH
In den Engematten 14
79286 Glottertal
Telefon: (069) 2 22 22 02 00
Telefax: (069) 2 22 22 02 01
E-Mail: info@de.fluke.nl
Web: www.fluke.de

Beratung zu Produkteigenschaften und Spezifikationen:
Tel.: (07684) 8 00 95 45
Beratung zu Anwendungen, Software und Normen:
Tel.: 0900 1 35 85 33
(€ 0,99 pro Minute aus dem deutschen Festnetz, zzgl. MwSt., Mobilfunkgebühren können abweichen)
E-Mail: hotline@fluke.com

Fluke Vertriebsgesellschaft m.b.H.
Liebermannstraße F01
A-2345 Brunn am Gebirge
Telefon: (01) 928 95 00
Telefax: (01) 928 95 01
E-Mail: info@as.fluke.nl
Web: www.fluke.at

Fluke (Switzerland) GmbH
Industrial Division
Hardstrasse 20
CH-8303 Bassersdorf
Telefon: 044 580 75 00
Telefax: 044 580 75 01
E-Mail: info@ch.fluke.nl
Web: www.fluke.ch

© Copyright 2004 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Gedruckt in den Niederlanden 10/2004. Änderungen vorbehalten.
Pub_ID: 11600-ger