

„NETZQUALITÄT HEUTE“

Wenn alle Lichter ausgehen,
Sie dann nichts mehr sehen,
am Computer nichts mehr geht,
dann ist es für die Netzanalyse zu spät.
Spitzen, Unterbrechungen und Flicker,
sind für Verbraucher äußerst bitter,
Darum sollst Du darauf achten,
nach einer sicheren Versorgung zu trachten.

„NETZQUALITÄT HEUTE“

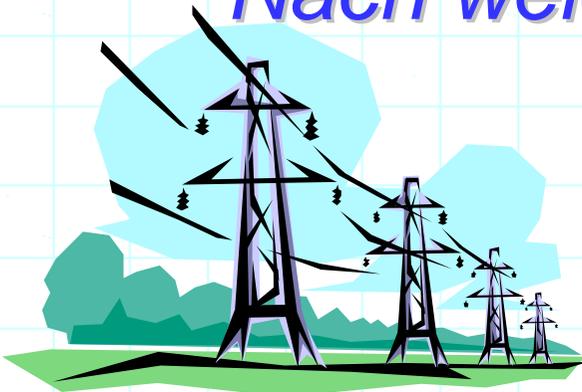
- *Gedanken zum Strom*
- *Warum die Netzqualität überwachen?*
- *Was ist eine Netzstörung?*
- *Was ist Netzqualität?*
- *Wie kann man überwachen?*
- *Was kann man gegen schlechte Netzqualität tun?*

„Der Strom kommt aus der Steckdose!“

Ist der Strom eine Ware?

Wie wird Strom geliefert?

Nach welchen Kriterien wird Strom verrechnet?



*Kein anderes Einzelsegment
einer Unternehmung ist so
wichtig wie.....*

die Stromversorgung!

Warum eine Wareneingangskontrolle?

- *Überprüfung der Qualität des
gekauften Produkts.*
- *Preisargumente gegenüber dem
Lieferanten.*
- *Absicherung der eigenen
Produktqualität.*



Warum machen Sie keine Eingangskontrolle beim Strom?

- *Sie haben kein Problem mit der Stromqualität.*
- *Sie sind gut abgesichert durch USV und Notaggregate.*
- *Sie können nichts dagegen tun.*
- *Sie haben sich mit diesem Thema noch nicht beschäftigt.*

Etwas Statistik...

- *Netz bedingte Probleme haben den US-Firmen mehr als EUR 230 Milliarden durch Zeit- oder Verdienstverlust, gekostet.*
 - *Quelle: InTech Sept 1995*
 - *Quelle: Business Week, April 8, 1991*

Auf Österreich umgebrochen:

Einwohner USA ca. 250Mill -> ca. 1Milliarde EURO pro 1Mill.Einwohner

Einwohner Österreich ca. 8Mill -> ca. 8 Milliarden EURO

Unser Netz ist besser als in den USA -> Faktor 4

Ergibt einen hochgerechneten Verlust durch Netzprobleme von

2 Milliarden EURO oder 27 Milliarden ATS

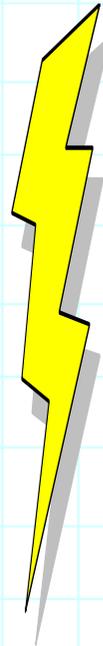
Apropos Netzausfälle

| Datum | Stadt | Dauer | Flugverspätungen |
|--------------|--------------|--------------|-------------------------|
| 12.09.94 | Chicago | 1Std, 15min | 433 |
| 17.05.95 | New York | 36min | 189 |
| 25.05.95 | New York | 5Std, 49min | 485 |
| 08.09.96 | Oakland | 1Std, 18min | 333 |

- *Die gelisteten Verspätungen begründeten sich auf Computerprobleme oder Netzfehler, 72% davon wurden durch Netzstörungen hervorgerufen.*
 - [Quelle: 28. Okt. 1996 Electronic Engr Times]

Strom ist besonders!

- *Strom wird gleichzeitig erzeugt und verbraucht*
- *Strom läßt sich verändern.*
- *Strom ist unbedingt notwendig.*
- *Strom kann zerstören.*
- *Strom ist eine Ware, die in ihrer Qualität auch zum Lieferanten zurückwirkt.*

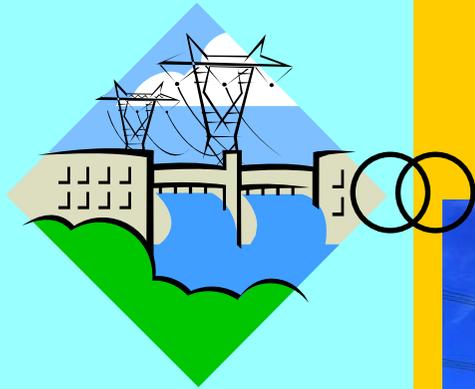


Was ist eine Netzstörung?

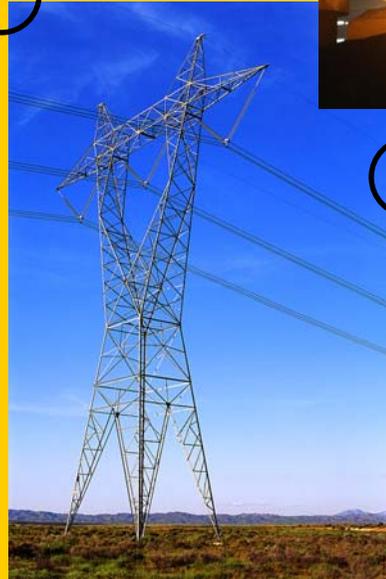
Was ist eine Netzurückwirkung?

- *Unter Netzstörungen (Netzurückwirkungen) sind alle Einflüsse zusammengefasst, die von den Lastströmen auf dem Wege von der Spannungsquelle zum Verbraucher in Verbindung mit den Impedanzen im Netz ausgehen und sich auf die Netzspannung am Anschlusspunkt auswirken.*

Stromübertragung



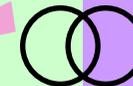
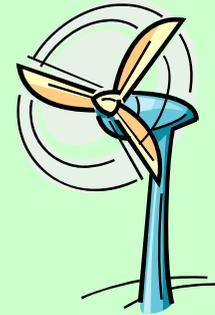
Generator



Hochspannungs-
übertragung



Mittelspannungs-
übertragung



Verbraucher

Netzstörungen

- *Totale Stromunterbrechung (>2sec)*
- *Kurzzeitige Stromunterbrechung (10ms - 2sec)*
- *Spannungseinsenkung und –überhöhung*
- *Spannungsunsymmetrien*
- *Impulse*
- *Oberwellen (harmonisch und interharmonisch)*
- *Flicker*

Totale Stromunterbrechung

Unterbrechung der Energieversorgung länger als 2 Sekunden.

Die Spannung fällt auf unter 10% des Nominalwertes (z.B. 230V)

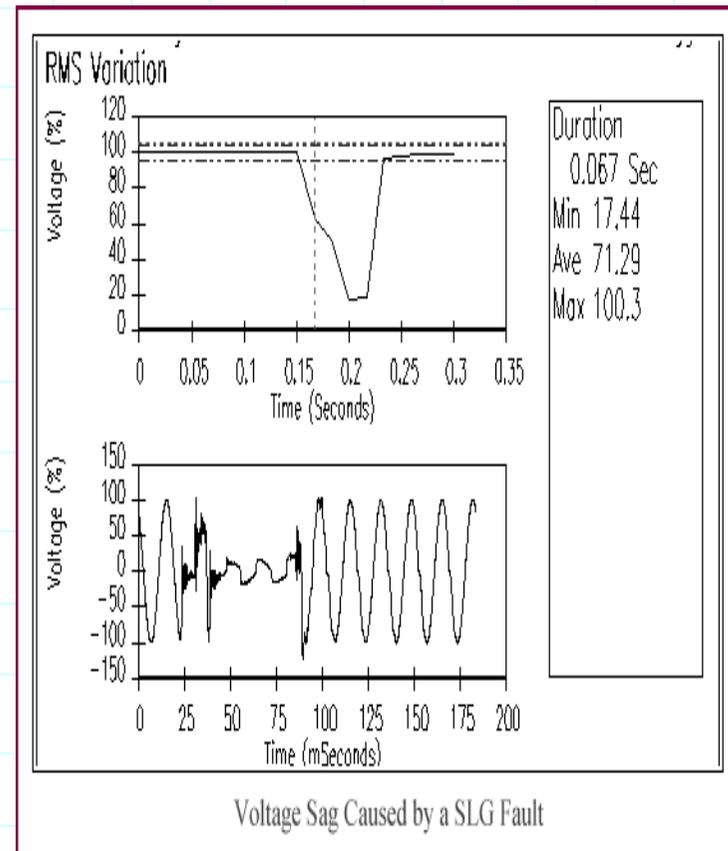
› (z.B. Bagger fährt ins Kabel oder Baum fällt auf Freileitung)

Kurzzeitige Stromunterbrechung

*Unterbrechung der
Energieversorgung
10ms bis 2 Sekunden.*

*Die Spannung fällt auf
unter 10% des
Nominalwertes (z.B.
230V)*

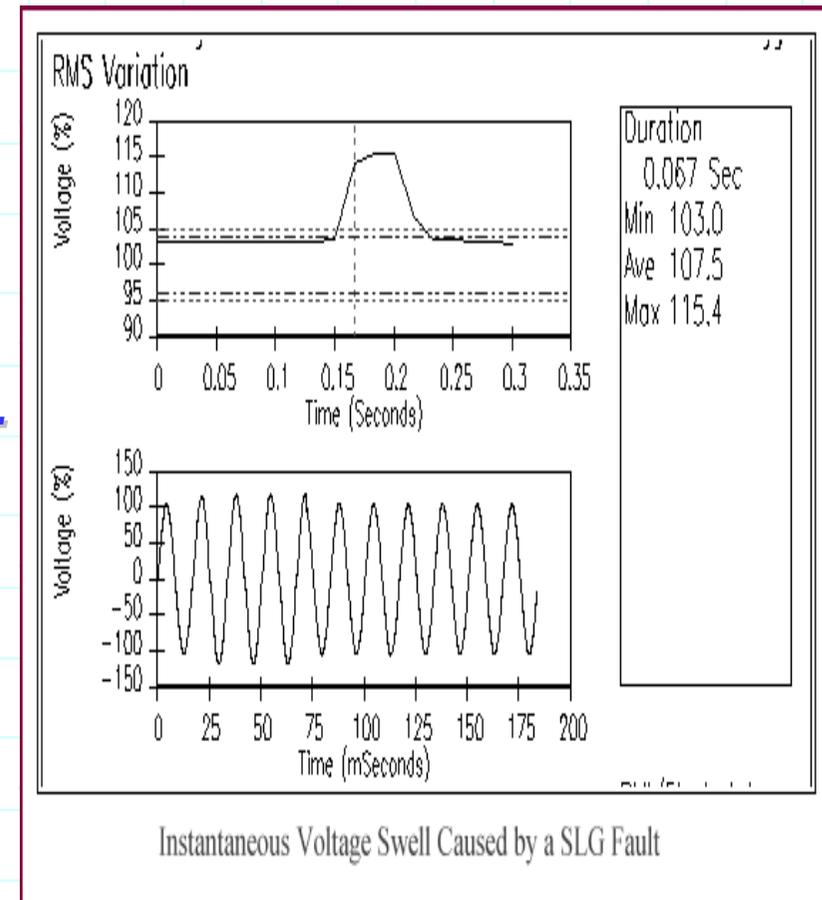
➤ (z.B. Schaltvorgänge)



Spannungseinsenkung und -überhöhung

Einsenkung oder
 Überhöhung der
 Spannung 10ms bis 2s.
 Spannungsüber- / unter-
 schreitung außerhalb
 Nominalspannung +/-
 10%

➤ (z.B. Ein- / Ausschaltvorgänge
 von Maschinen)



Spannungsunsymmetrie

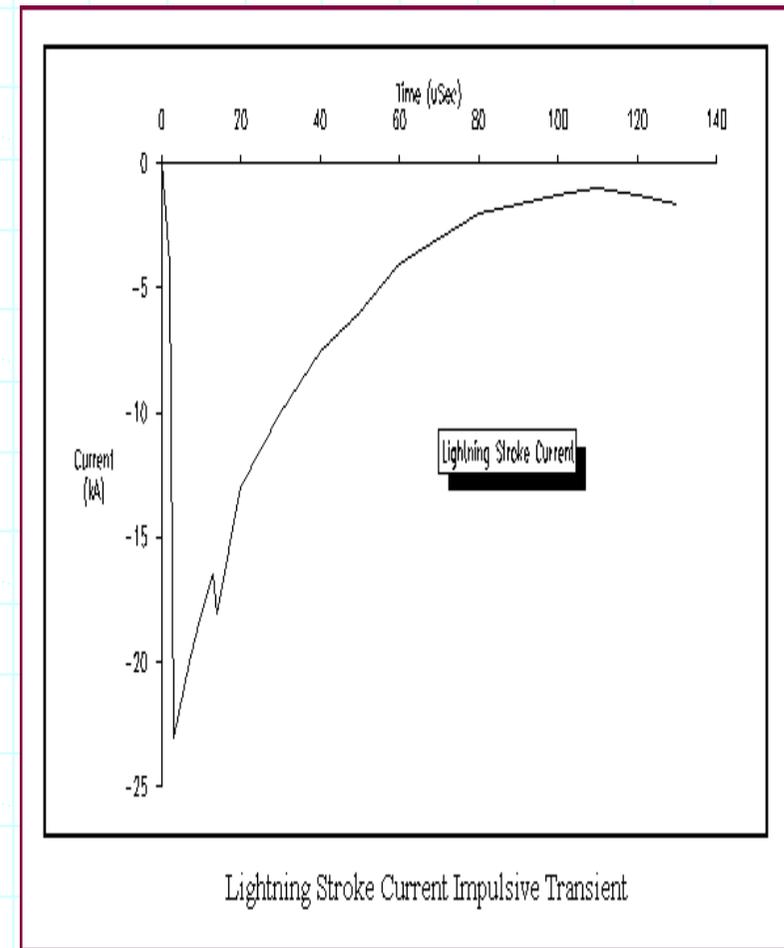
Ist ein Zustand im Drehstromnetz, bei dem

- die Effektivwerte der drei Spannungen oder*
 - die Winkel zwischen zwei aufeinanderfolgenden Phasen nicht gleich groß sind.*
- *(z.B. Schlechte Lastverteilung oder Oberwellen)*

Impulse

Schnelle und kurzzeitige Spannungsüberhöhungen.

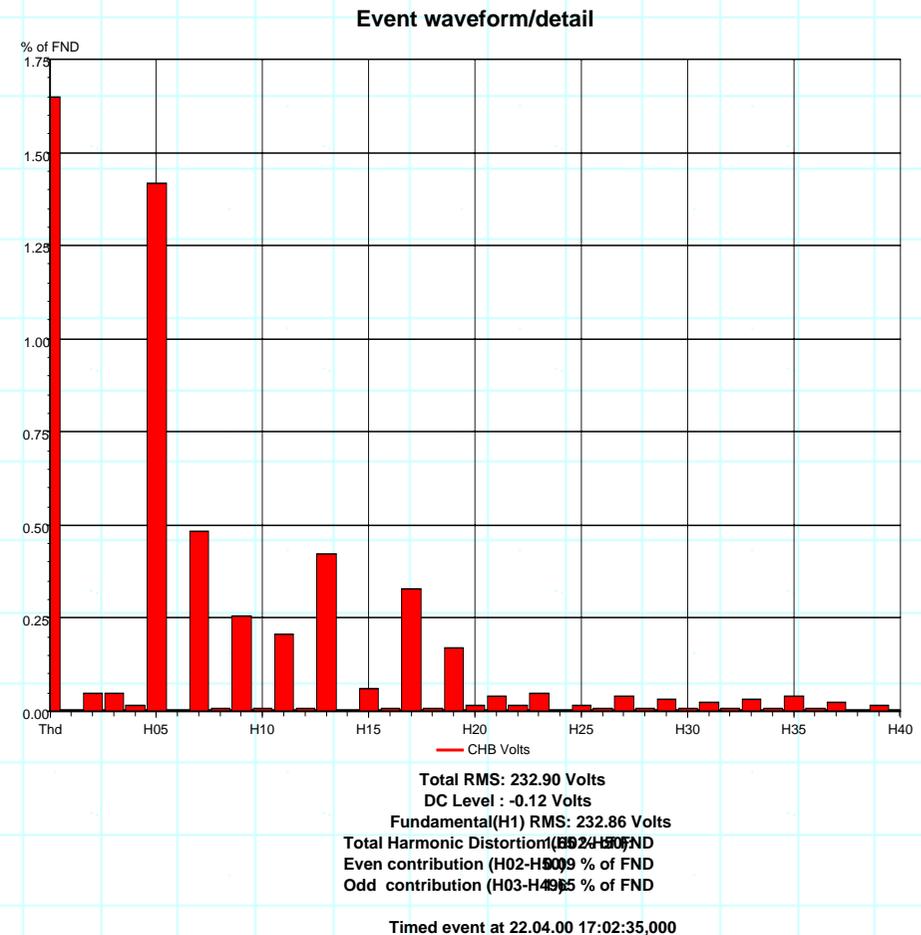
➤ *(z.B. Blitz oder Start von Leuchtstoffröhren)*



Oberwellen (Harmonische)

Oberschwingungen sind sinusförmige Schwingungen deren Frequenzen ein ganzzahliges Vielfaches der Grundschwingung ist.

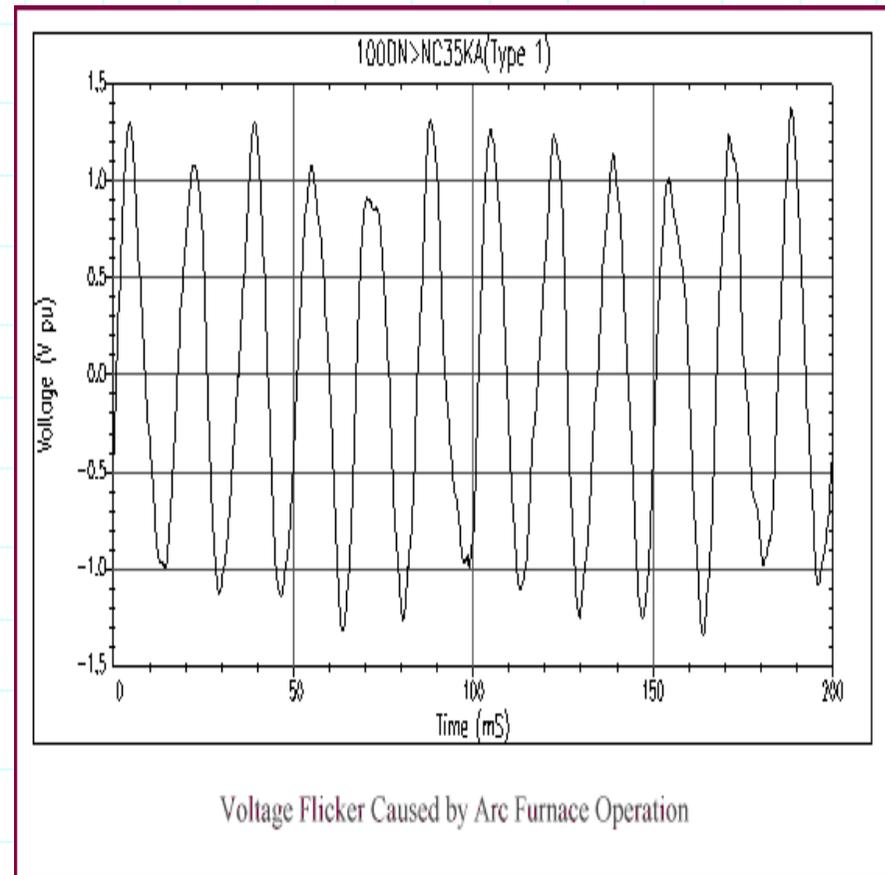
➤ (z.B. Stromentnahme durch nichtlineare Verbraucher wie Schaltnetzteile)



Flicker wird als subjektiver Eindruck von Leuchtdichteschwankungen bezeichnet.

➤ *(z.B. Lastschwankungen durch Lichtbogenöfen)*

Flicker



Versorgungsqualität zu Versorgungszuverlässigkeit? (1)

- *Versorgungsqualität*
 - *Spannungsqualität über die Zeit*
 - *Spannungsänderungen*
 - *Flicker*
 - *Unsymmetrie*
 - *Spannungseinbrüche*
 - *Oberwellen*
 - *.....*
 - *Frequenzänderungen über die Zeit*
 - *EN50160, IEC 61000-4-xx, TOR D-A-CH-CZ*

Versorgungsqualität zu Versorgungszuverlässigkeit? (2)

- *Versorgungszuverlässigkeit*
 - *Verfügbarkeit der Netzbetriebsmittel*
 - *Ausfallsdauer der Netzbetriebsmittel*
 - *Verfügbarkeit der Elektrizitätsversorgung*
- *Versorgungssicherheit*
 - *Sicherheit der Erzeugung*
 - *Primärenergie Verfügbarkeit*
 - *Kapazitätsreserven*
 - *Sicherheit der Übertragung und Verteilung*
 - *Anormale Netzzustände*
 - *Mehrfachfehler, Kaskadenfehler, Naturereignisse*

EN50160 (Kurzform)

| Merkmale der Versorgungsspannung | Werte bzw. Wertebereiche | | Mess- / Auswerteparameter | | | |
|---|--|--|---------------------------|-----------------------|---------------------|-------------|
| | Niederspannung | Mittelspannung | Basisgröße | Integrationsintervall | Beobachtungsperiode | Prozentsatz |
| Frequenz (bei Verbindung zu einem Verbundnetz) | 49,5 Hz bis 50,5 Hz 47 Hz bis 52 Hz | | Mittelwert | 10 s | 1 Woche | 95% 100% |
| Langsame Spannungsänderungen | 230 V ± 10 % | $U_c \pm 10 \%$ | Effektivwert | 10 min | 1 Woche | 95% |
| Schnelle Spannungsänderungen | 5% max. 10 % | 4% max. 6 % | Effektivwert | 10 ms | 1 Tag | 100% |
| Flicker (Festlegung nur für Langzeitflicker) | $P_R = 1$ | | Flickeralgorithmus | 2 h | 1 Woche | 95% |
| Spannungseinbrüche (≤ 1 min) | einige 10 bis 1000 pro Jahr (unter 85 % U_c) | | Effektivwert | 10 ms | 1 Jahr | 100% |
| Kurze Versorgungsunterbrechungen (≤ 3 min) | einige 10 bis mehrere 100 pro Jahr (unter 1 % U_c) | | Effektivwert | 10 ms | 1 Jahr | 100% |
| Zufällige lange Versorgungsunterbrechungen (> 3 min) | einige 10 bis 50 pro Jahr (unter 1 % U_c) | | Effektivwert | 10 ms | 1 Jahr | 100% |
| Zeitweilige netzfrequente Überspannungen (Außenleiter - Erde) | meist < 1,5 k V | 1,7 bis 2,0 U_c (je nach Sternpunktbehandlung) | Effektivwert | 10 ms | keine Angabe | 100% |
| Transiente Überspannungen (Außenleiter - Erde) | meist < 6 kV | entsprechend der Isolationskoordination | Scheitelwert | kein | keine Angabe | 100% |
| Spannungsunsymmetrie (Verhältnis Gegen- zu Mitsystem) | meist 2 % in Sonderfällen bis 3 % | | Effektivwert | 10 min | 1 Woche | 95% |
| Oberschwingungsspannung (Bezugswert U_n bzw. U_c) | siehe Tab. 2 Gesamtoberschwingungsgehalt (THD) 8 % | | Effektivwert | 10 min | 1 Woche | 95% |
| Zwischenharmonische Spannung | Werte in Beratung | | Werte in Beratung | | | |
| Signalspannungen (Bezugswert U_n bzw. U_c) | siehe Bild 1 (MS: Bereich 9 bis 95 kHz in Beratung) | | Effektivwert | 3s | 1 Tag | 99% |

Verträglichkeitspegel für Oberschwingungen

Klasse 1: Netze mit sensiblen Verbrauchern (Labors,...)

Klasse 2: Öffentliche Netze

Klasse 3: Industrienetze

Zusammengestellt aus

EN50160, IEC61000-2-2, IEC61000-2-4

Werte in % zur Grundwelle

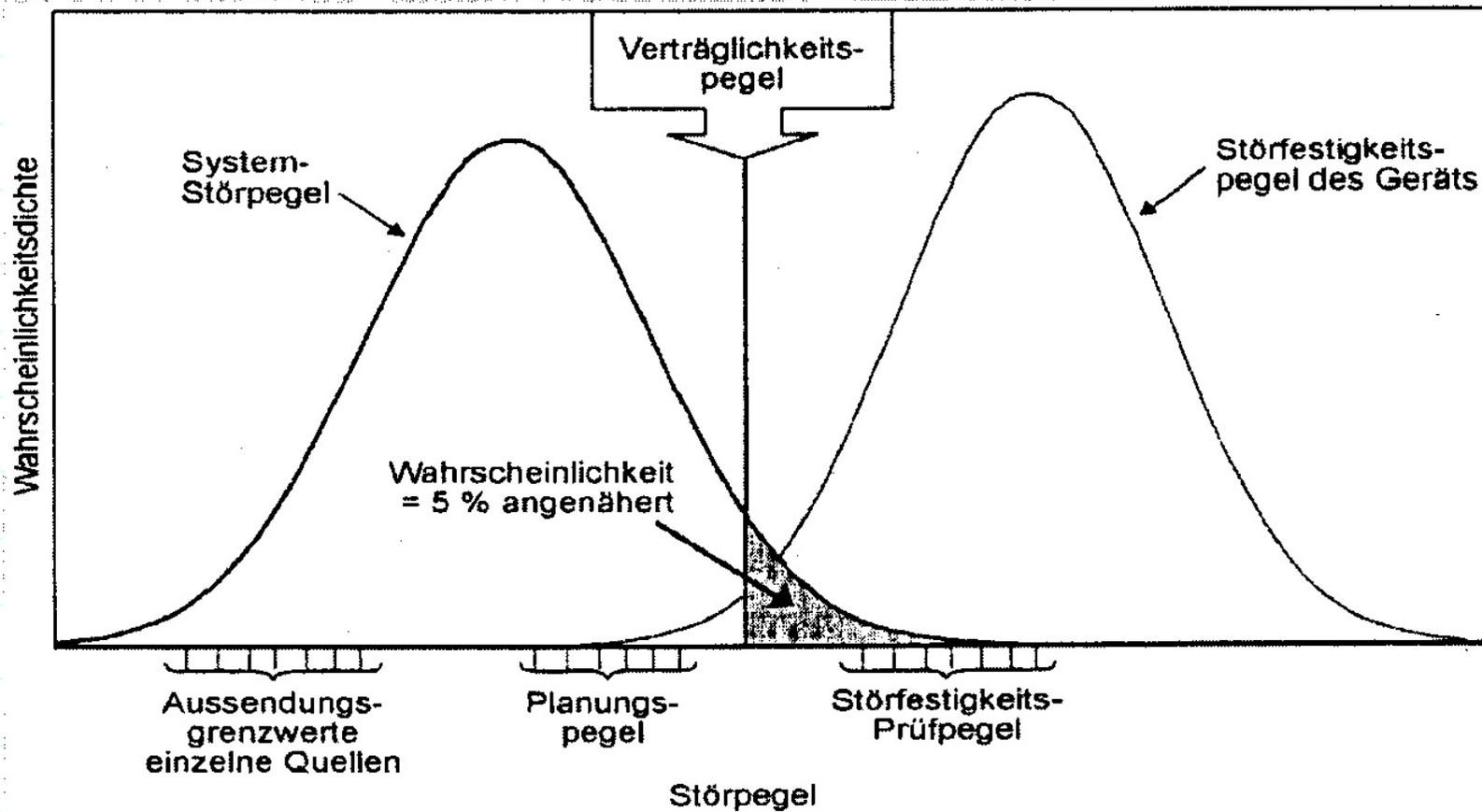
| | Klasse 1 | Klasse 2 | Klasse 3 |
|-----|----------|----------|----------|
| THD | 5 | 8 | 10 |

| v | Klasse 1 | Klasse 2 | Klasse 3 |
|-----|----------------|----------------|-------------|
| 5 | 3 | 6 | 8 |
| 7 | 3 | 5 | 7 |
| 11 | 3 | 3,5 | 5 |
| 13 | 3 | 3 | 4,5 |
| 17 | 2 | 2 | 4 |
| 19 | 1,5 | 1,5 | 4 |
| 23 | 1,5 | 1,5 | 3,5 |
| 25 | 1,5 | 1,5 | 3,5 |
| >25 | 0,2+ 12,5/v | 0,2+ 12,5/v | 5*SQR(11/v) |

| v | Klasse 1 | Klasse 2 | Klasse 3 |
|-----|----------|----------|----------|
| 2 | 2 | 2 | 3 |
| 4 | 1 | 1 | 1,5 |
| 6 | 0,5 | 0,5 | 1 |
| 8 | 0,5 | 0,5 | 1 |
| 10 | 0,5 | 0,5 | 1 |
| >10 | 0,2 | 0,2 | 1 |

| v | Klasse 1 | Klasse 2 | Klasse 3 |
|-----|----------|----------|----------|
| 3 | 3 | 5 | 6 |
| 9 | 1,5 | 1,5 | 2,5 |
| 15 | 0,3 | 0,3 | 2 |
| 21 | 0,2 | 0,2 | 1,75 |
| >21 | 0,2 | 0,2 | 1 |

Pegel der Normung



Überwachung der Netzqualität

Netzanalyse bisher

➤ *Netzprobleme sind aufgetreten!*

1. *Fehlersuche*
2. *Finden des Verursachers*
3. *Fehlerbeseitigung*



➤ *Tragbare Netzstöranalyzer*

- *MultiMedcal*
- *PP4300*
- *PP1*



Laufen Sie den Problemen nicht nach!

- ***Erkennen Sie Probleme bevor sie kommen!***
- ***Sein Sie informiert wenn Probleme auftreten!***
- ***Beweisen Sie die Qualität des gekauften Stroms!***
 - ***Bei Abweichung, Möglichkeit zur Forderung von Regreß.***
- ***Wissen für die Abstimmung zukünftiger Verbraucher!***

Nutzen der ständigen Qualitätsanalyse

- *Vorbeugendes Service*
 - *Vergleichende Trends*
- *Feststellung eventuell aufkommender Verschlechterungen des Gerätezustandes*
- *Fernabfrage der Daten*
 - *Überwachung vieler Stellen von einer Zentrale*
 - *Einfacher Datenvergleich.*
- *Argumente gegenüber dem Stromlieferanten*
- *Sicherung der eigenen Produktqualität*

Warum Erzeuger überwachen

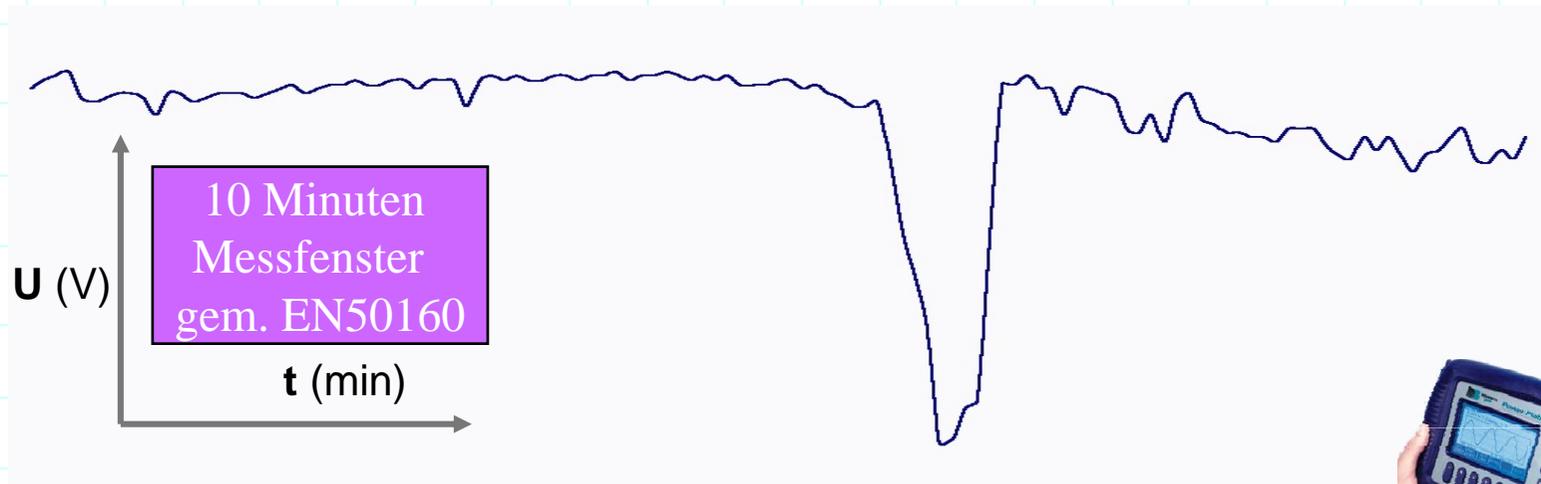
- *Mitbewerber Vorteil - “Unsere Qualität ist besser”*
- *Erzwingen der Vorschriften - EN50160*
- *Überwachung der Qualität als Warenein- / -ausgang*
- *Feststellen der Qualität vor der Einführung eines neuen Systems*
- *Abwehren von Regressforderungen aus dem Titel der Netzqualität.*

Wie kann man überwachen?

Techn. Voraussetzungen einer permanenten Netzanalyse

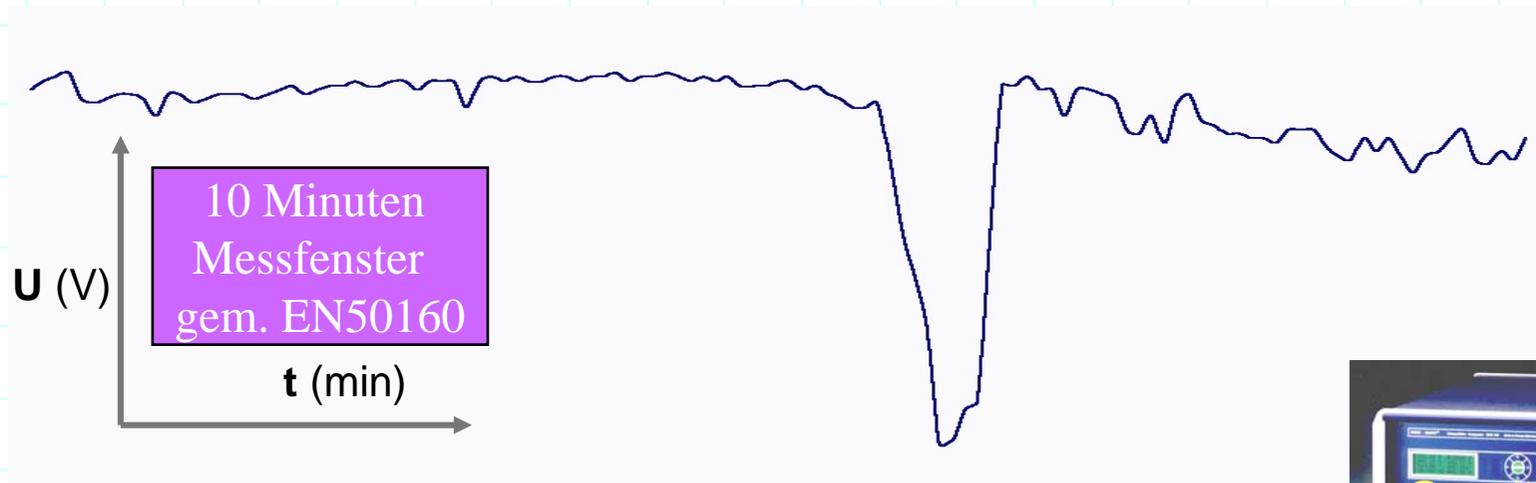
- *Fix installiertes Messgerät*
- *Absolutes, zeitkorreliertes erfassen der Daten*
- *Unveränderbares erfassen der Daten
(gerichts-fähig)*
- *Großer Messdatenspeicher*
- *Datenfernübertragung (Modem, Ethernet)*
- *Zentrale Auswerte- und Vergleichsmöglichkeit*

Zeitsynchrones Messen (1)



unterschiedliche Messergebnisse

Zeitsynchrones Messen (2)



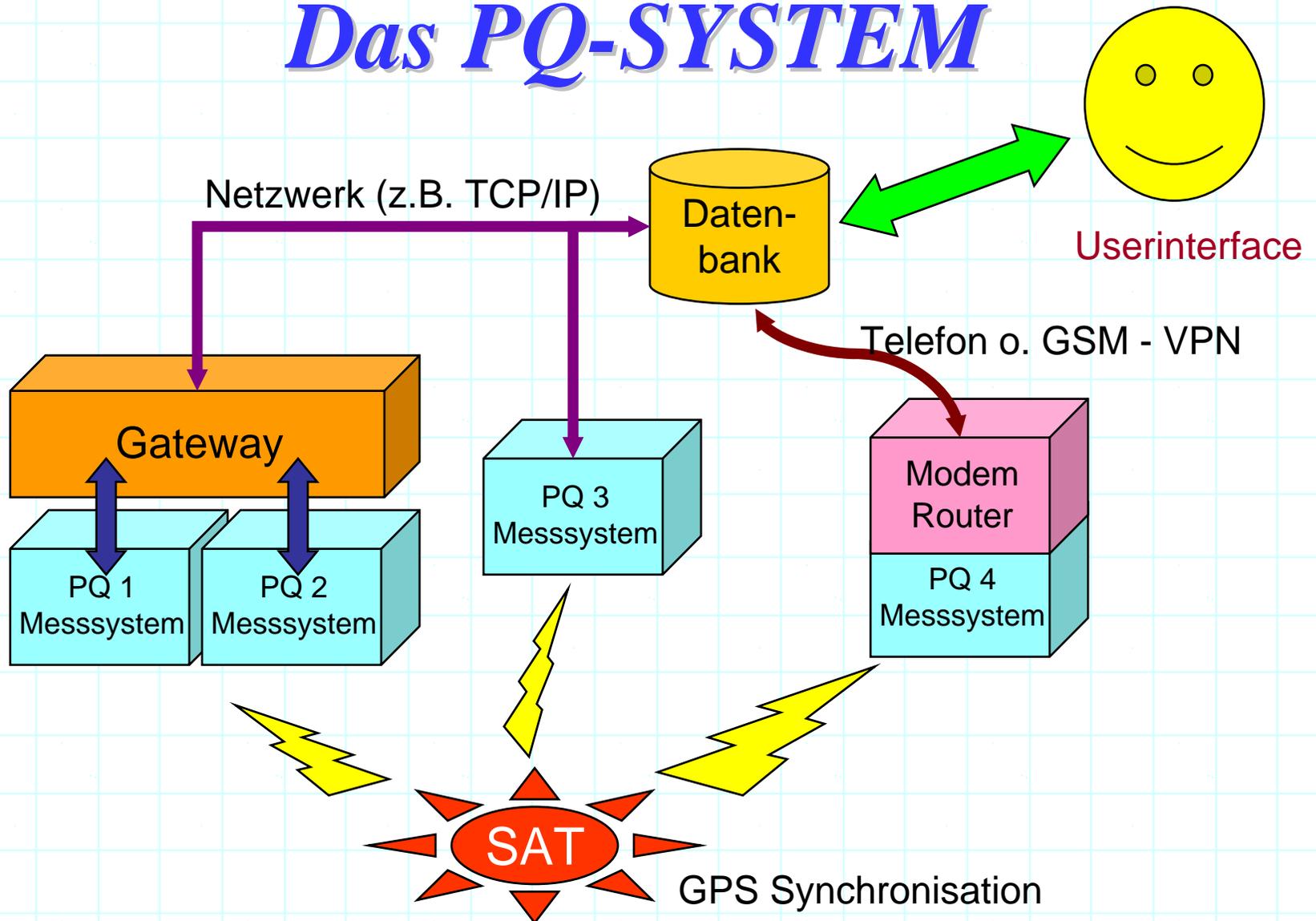
| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 226,3 | 227,5 | 203,8 | 221,1 |
| 226,3 | 227,5 | 203,8 | 221,1 |



Durch GPS + S.T.A.R.T. – Technologie

gem. EN61000-4-30

Das PQ-SYSTEM



Haag PQ-Systeme (1)

- Zeitsynchronisation aller EURO-QUANT durch „START“
- Vergleichbarkeit der Ergebnisse
- Messen harmonischer und interharmonischer Oberschwingungen bis 2,5kHz
- FFT Analyse von 5Hz bis 20 kHz
- Messung von Flicker
- Messung nach allen gängigen Normen
- Aufzeichnung transienter Störungen
- Gleichzeitiges Messen und Fernmonitoring



Haag PQ-Systeme (2)

- *Vernetzbar mit Ethernet (TCP/IP)*
– *VPN neu*
- *Hohe elektromagnetische Störfestigkeit*
- *Industrieniveau bei Hard- und Software*
- *Fixer Einbau und tragbar ist mischbar*
- *Zentrale Datenbank (MetaQuant)*
- *Analysedatenbank (MetaQuant)*
- *Skript- und Kommandosprache*



Was kann man gegen schlechte Netzqualität tun?

- *Saubere Installation*
- *Netzersatz*
- *Lokale Abhilfe*

Saubere Installation

- *Ausreichende Dimensionierung der Versorgung (hoher Kurzschlussstrom)*
- *TN-S statt TN-C Leitungsnetz*
- *Kurze Leitungen*
 - *Großverbraucher nahe dem Netzübergabepunkt*
- *Möglichst wenig Kontakte (Übergangswiderstände)*
- *Gleichmäßige Leitungsauslastung in 3ph Systemen*
- *Gut abgestimmte Kompensationsanlagen*

Netzersatz

- *Unterbrechungsfreie-Stromversorgungen - USV-Anlagen*
 - *Am besten On-line, mind. Line-Interaktiv*
- *Rotierende Stromversorgungen*
 - *Notaggregat (Diesel,...)*
- *Alternative Versorgung*
 - *Windkraftwerk, Solar,...*



Lokale Abhilfe (1)

- *Siehe „Saubere Installation“*
- *USV-Anlagen*
- *Aktive- und Passive Netzfilter*
- *Spannungskonstanter*
- *Ausschließliche Verwendung von EMV-Norm gerechten Verbrauchern*

Lokale Abhilfe (2)

➤ *Personen- / Geräteschutz „SURELINE“*

In 2ms Sicherheit bei

- *Fehlerströme*
- *Über- / Unterspannung*
- *Überströme*
- *Leitungsbruch*
- *Spannungsverzerrungen*
- *Sensorauslösung*

➤ *Prüft und schaltet selbstständig ein*



*DANKE
für Ihre
Aufmerksamkeit!*