



Power Quality

Messbericht: Ausfall von Produktionsmaschinen bzw. Auslösung eines Leistungsschalters infolge von Spannungseinbrüchen

Power Quality Services und Analysen mit der PQ-Box 50

In einem Industrienetz kommt es durch das Auslösen von Leistungsschaltern gelegentlich zu Ausfällen von großen Produktionsmaschinen.

Der Betreiber des Industrienetzes möchte durch eine Messung mit einem unserer Power Quality Netzanalysatoren die Ursache des Auslösens der Leistungsschalter ermitteln.

Die Messung umfasst sämtliche Power Quality Services wie die Auswertung nach EN 50160 und IEC 61000-2-2.



Sonderdruck

Störungssuche mit der PQ-Box 50

Die Störungssuche beginnt damit, dass der mobile Netzanalysator PQ-Box 50 mit den Standardeinstellungen an der Niederspannungshauptverteilung des Industriebetriebes angeschlossen wird. Da die Störung nicht täglich auftreten, wird eine Langzeitmessung über eine Woche durchgeführt.

Die Probleme beruhen auf Spannungsschwankungen und Netzeinbrüchen. Um Probleme im Netz zu finden und die Ursache genau zu bestimmen, sollte so lange gemessen werden, bis die Störung wieder auftritt.

Während der Messung werden Spannungsextremwerte und Strommaximalwerte mit einem möglichst kurzen Messintervall ermittelt und über einen langen Zeitraum aufgezeichnet. Das kleinste mögliche Messintervall beträgt eine Sinushalbwelle (10 ms bei 50 Hz). Die PQ-Box 50 erfüllt alle notwendigen Kriterien für diese Messung. Unter anderem verfügt sie über einen großen Speicher (1 GByte) und kann dadurch über 2.500 unterschiedliche Messwerte parallel über lange Zeiträume bis zu einem Jahr erfassen.

Auswertung der Messdaten

Die EN 50160 / IEC 61000-2-2 Normauswertung zeigt einige Spannungsereignisse auf und eine Verletzung des Flicker-Grenzwertes PLT auf der Phase L2.

Bild 1 zeigt eine Übersichtsgrafik der Messdaten, die durch die Analysesoftware WinPQ mobil visualisiert werden kann. In der Grafik erkennt man drei Oszilloskopschriebe (Abtastrate 20.480 Hz), drei 10 ms Effektivwert-Störschriebe, sowie Power Quality Grenzwertverletzungen. Die weißen Trennlinien zeigen jeweils den Tageswechsel. Aus den Daten der Grafik lässt sich schließen, dass es an den ersten drei Tagen der Messung eine Störung im Netz gab, welche von der PQ-Box 50 automatisch erkannt und mit schnellen Rekordern aufgezeichnet wurden.

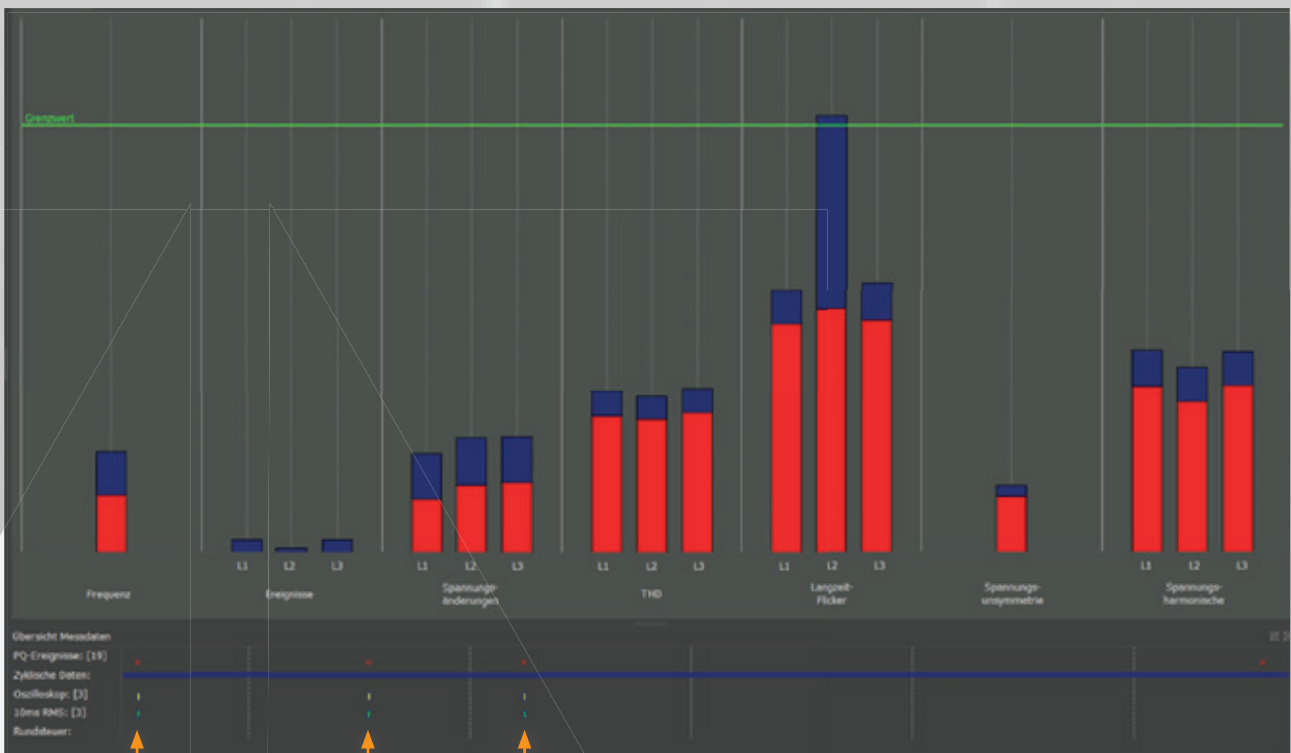


Bild 1: Übersicht der Messdaten



Bild 2 zeigt die Spannungen U_{L1} , U_{L2} , U_{L3} als 10 ms-Extremwerte dargestellt. Der Messzeitraum beträgt 5 Tage und 6 Stunden.

Während der Messung wurde dreimal die Grenzwertlinie ($230\text{ V} - 10\% = 207\text{ V}$) unterschritten. Die Spannung brach bis auf den Extremwert von $129,643\text{ V}$ ein. Die beiden Marker im Diagramm zeigen Datum, Uhrzeit und Extremwert (10 ms) an. Die Uhrzeit der Extremwerte wird jeweils mit einer Genauigkeit von Millisekunden ausgegeben. Diese Information ist unabhängig von der im Messgerät eingestellten Intervalldauer.

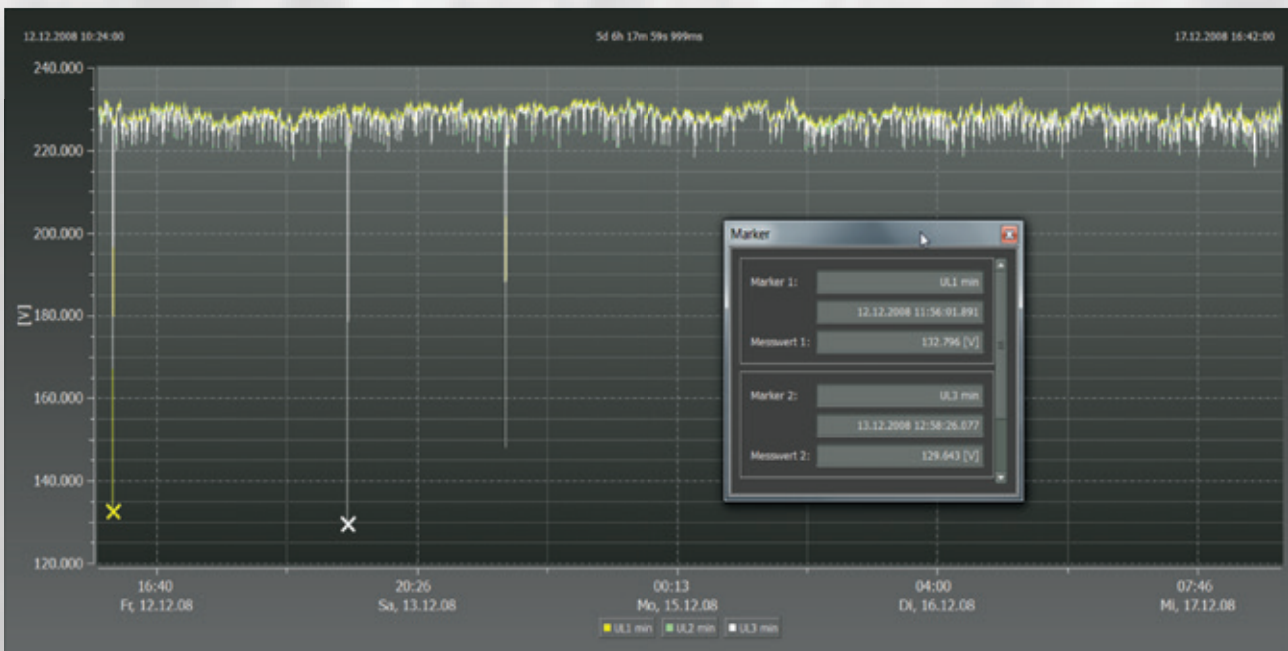


Bild 2: Spannungen U_{L1} , U_{L2} , U_{L3} als 10 ms Extremwerte

Zur tiefgründigen Analyse der Störungen erlaubt die Software WinPQ mobil die Anzeige von schnelleren Rekorden (Störschriebe). Dieser Wechsel ist über zwei unterschiedliche Wege möglich:

- Über einen Mausklick auf den angezeigten Rekorder in der Übersichtsgrafik

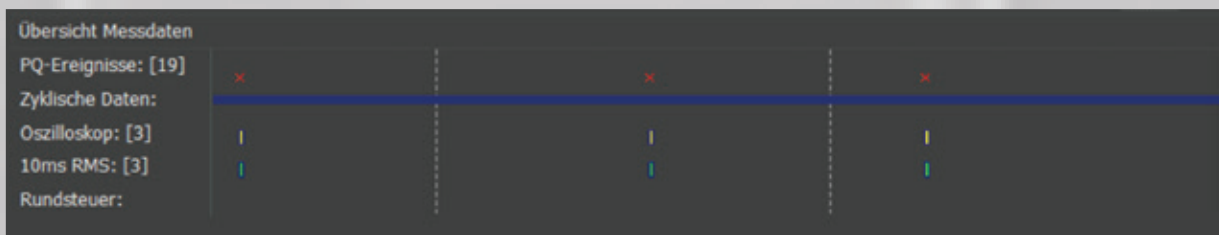


Bild 3: Übersicht der Messdaten

- Über die Auswahl in der Auflistung der Störschriebe

Zeitpunkt	Triggerauslösung
12.12.2008 11:56:01.411	Tiefer Spannungseinbruch UL1
13.12.2008 12:58:25.626	Tiefer Spannungseinbruch UL1
14.12.2008 05:48:36.307	Tiefer Spannungseinbruch UL1

Bild 4: Zyklische Daten Oszilloskop

Auswertung der „getriggerten“ Störschriebe

Auswertung 10 ms RMS-Rekorder

Werden eingestellte Grenzwerte über- oder unterschritten, so startet die PQ-Box 50 weitere Aufzeichnungsrekorder mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten.

Bild 3 zeigt eine 10 ms Effektivwertaufzeichnung eines Netzeinbruchs. Man erkennt ein Ansteigen des Stromes der angeschlossenen Anlage von 1.000 A auf 1.980 A. Die Spannung ist während dieser Störung auf 133,676 V abgesunken.

Nach DIN EN 50160 spricht man von einem Spannungseinbruch, wenn die Versorgungsspannung auf einen Wert unterhalb von 90 % der Nennspannung bzw. 90 % der vereinbarten Spannung (MS-Netz) sinkt. Bei einem Spannungseinbruch ist die Restspannung größer als 1 %. Im anderen Falle spricht man von einer Spannungsunterbrechung.

Ermittlung des Verursachers

Kann ein Spannungseinbruch durch die Stromerhöhung von 1.000 A auf 1.980 A verursacht worden sein? - Nein, dies wäre in dieser Höhe über die Netzimpedanz nicht erklärbar. Außerdem passt der Verlauf der Spannungen nicht exakt zum Verlauf der Ströme als Verursacher. Zum Zeitpunkt des Strommaximalwertes hatte die Spannung ihren Minimalwert nicht erreicht.

Somit ist die Störungsursache für die Spannungseinbrüche im Netz des vorgelagerten Energieversorgers zu suchen. Spannungseinbrüche in Stromversorgungsnetzen sind unvorhersehbare und in den meisten Fällen nicht zu vermeidende Ereignisse. Empfindliche Anlagen und Geräte sind durch kundenseitige Maßnahmen gegen diese Spannungseinbrüche zu sichern. Der größte Anteil dieser Störungen liegt im Zeitbereich kleiner als 1 Sekunde.

Erklärung des Störungsablaufes

In diesem Fall haben die angeschlossenen Maschinen versucht, die verringerte Spannung mit einem erhöhten Strom auszugleichen, um ihre Leistung konstant zu halten. Da der Strom am Ende der Störung nur noch 350 A hatte, sieht man deutlich, dass durch den Spannungseinbruch viele Anlagenteile in der Industrieanlage abgeschaltet haben.

Durch den Stromanstieg auf den Phasen L1 und L2 auf knapp 2.000 A hat ein Leistungsschalter die Fertigungsanlage korrekterweise abgeschaltet. Ein paar wenige Verbraucher blieben noch in Betrieb, was die 350 A Stromstärke nach der Störung erklärt.

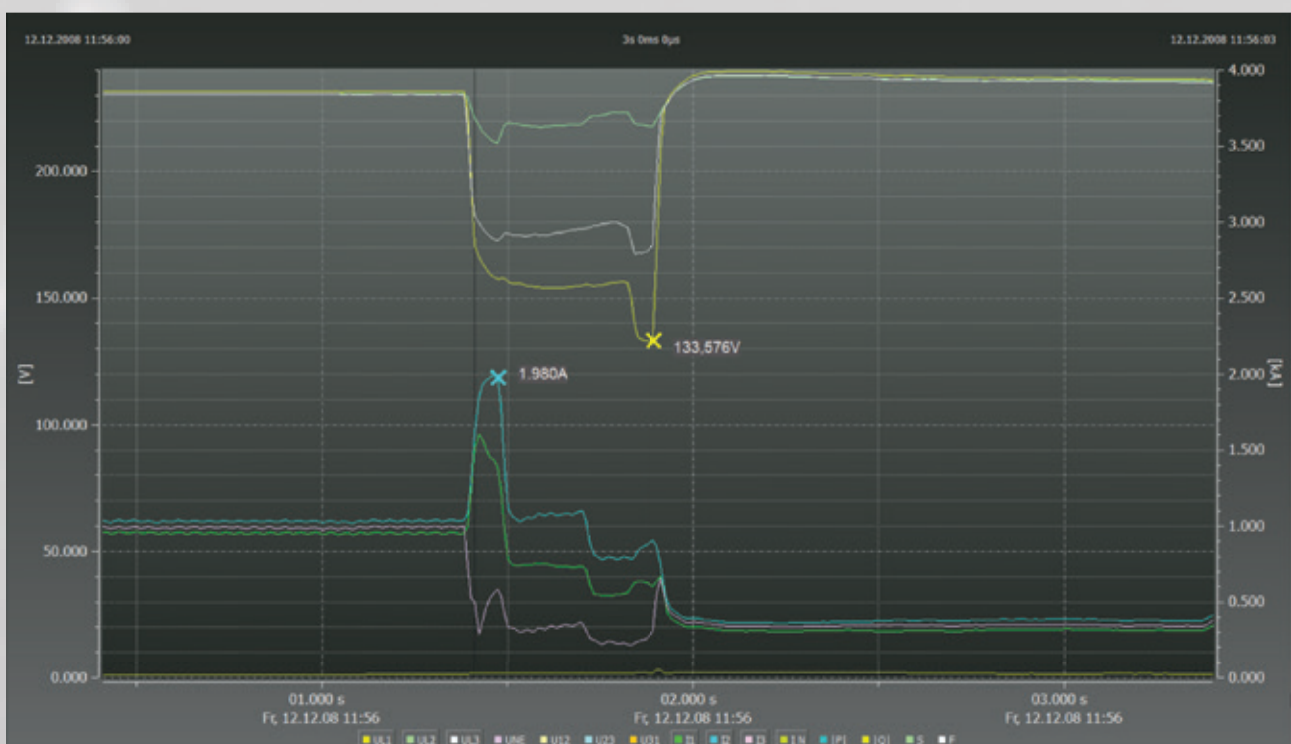


Bild 5: 10 ms Effektivwertaufzeichnung eines Netzeinbruchs



Weitere Messbeispiele

Messbeispiel 1: 4 MW Antriebsmotor in 6 kV Industrienetz

Zur Verdeutlichung, wie ein Spannungseinbruch durch eine Stromerhöhung verursacht wird, zeigt Bild 6 ein weiteres Messbeispiel, bei dem der Verbraucher, ein 4 MW Antriebsmotor, den Spannungseinbruch in einem 6 kV Mittelspannungsnetz verursacht. In diesem Messbeispiel ist der Strom des Motors eindeutig der Verursacher des Spannungseinbruchs im Netz, da der Spannungseinbruch dem Stromverlauf direkt folgt. Um den kompletten Motoranlauf bei einem Antrieb in dieser Leistungsgröße erfassen zu können, muss der Netzanalysator sehr lange Störschriebe aufzeichnen können. Bei allen PQ-Boxen können die Rekorder bis zu 600 Sekunden mit freier Wahl der Vor- und Nachgeschichte parametrierbar werden. Im obigen Beispiel betrug die eingestellte Länge des Störschriebes 100 Sekunden.

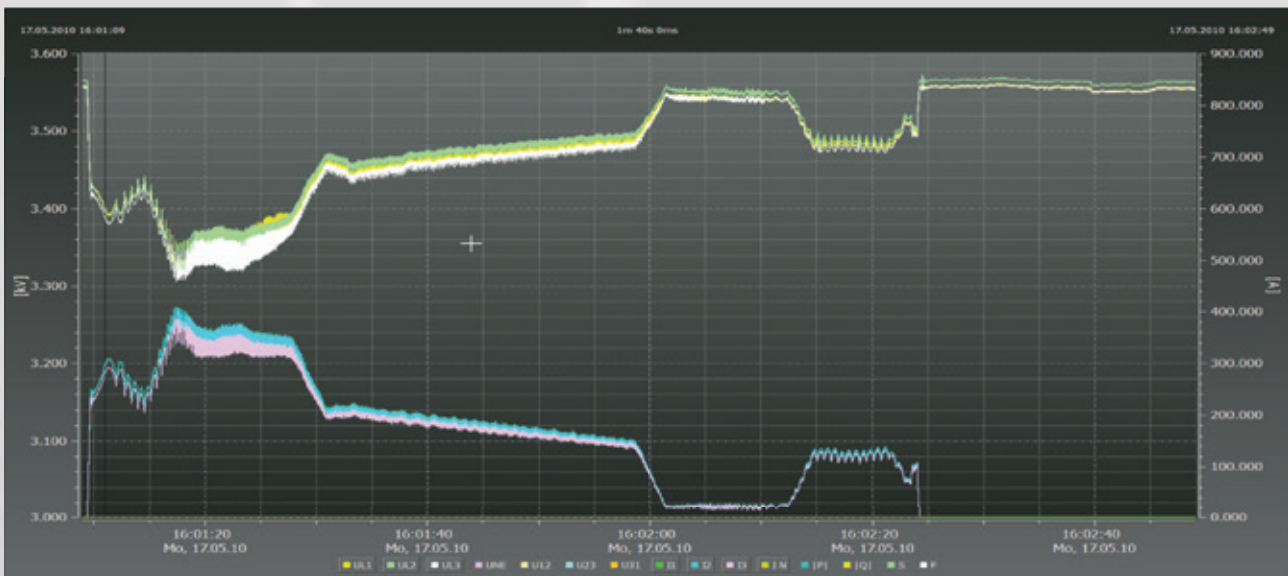


Bild 6: 4 MW Antrieb in einem 6 kV Industrienetz

Messbeispiel 2: Reaktion Windpark auf einen Spannungseinbruch

Auch in diesem Beispiel steigen die Ströme einer Windkraftanlage bei einem Spannungseinbruch an und sinken nicht ab. Dieses Verhalten ist gewünscht, um das Netz im Fehlerfall zu stützen und dem Spannungseinbruch entgegenzuwirken. Man erkennt, dass der Windpark während des Netzeinbruches gezielt kapazitive Blindleistung in das Netz einspeist um hierdurch die Spannung im Netz zu erhöhen. Die mobilen Netzanalysatoren von A. Eberle sind in der Lage, die Wirk-, Blind-, Scheinleistung und Frequenz ebenso mit einem 10 ms Messintervall im Störschrieb zu erfassen, was bei der Auswertung sehr hilfreich sein kann.



Bild 7: Reaktion Windpark auf einen Spannungseinbruch

Auswertung als Oszilloskop-Störschrieb

Den Netzeinbruch bei unserem Industriekunden, der in Bild 3 als $\frac{1}{2}$ Periodenrekorder erfasst wurde, kann zusätzlich parallel mit den Abtastwerten (PQ Box 50 = 20,48 kHz) aufgezeichnet werden. Bei allen Rekordern der PQ-Box 50 sind die Aufzeichnungsdauer sowie die Vorgeschichte für den Störschrieb frei einstellbar.

In Bild 8 werden die Spannungen U_{L1} , U_{L2} , U_{L3} und die Ströme I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} aus dem vorherigen Bild 3 als Oszilloskopbild mit 20,48 kHz über eine Zeitdauer von 500 ms dargestellt. Hierdurch erhält man zusätzliche Informationen zur Kurvenform von Spannung und Strom. Transiente Ereignisse werden sichtbar dadurch, wie in Bild 8 gezeigt wird.

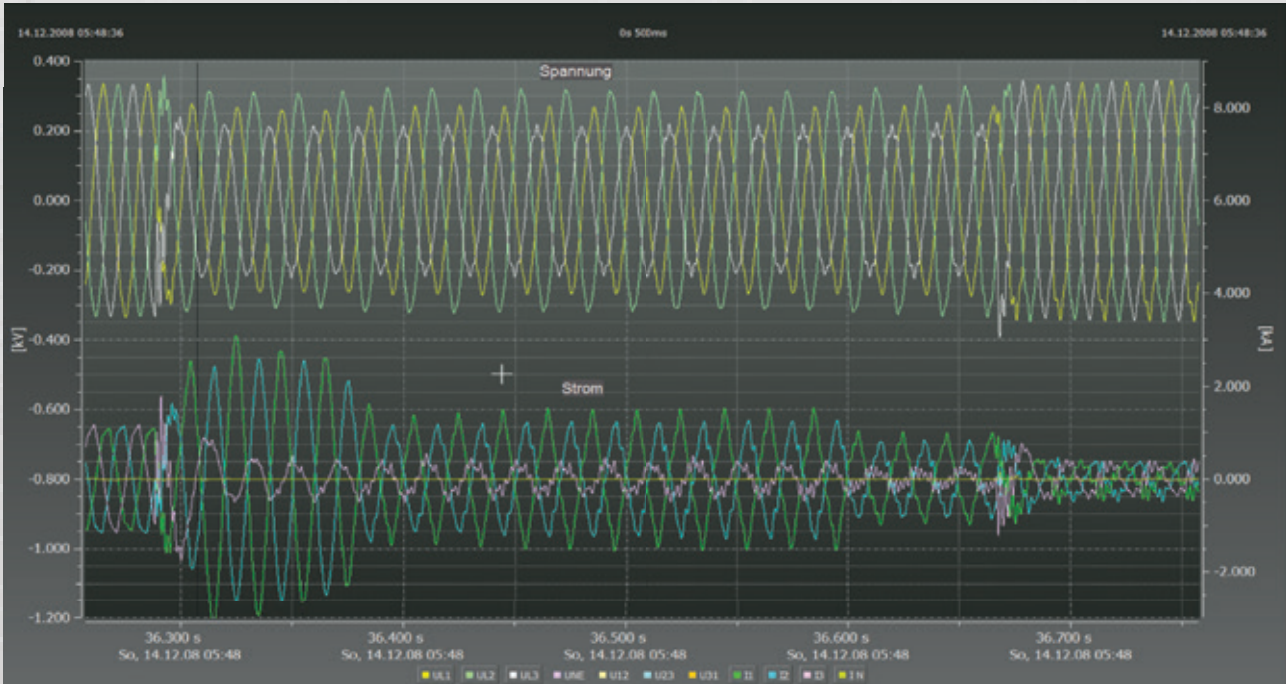


Bild 8: Transiente Ereignisse im Oszilloskopbild

Manchmal kann es von Vorteil sein, Strom und Spannung einzelner Phasen mit synchroner Nulllinie wie in Bild 9 zu analysieren, um zum Beispiel Phasenverschiebungen zwischen Strom und Spannung während des Störungsverlaufes zu erkennen.

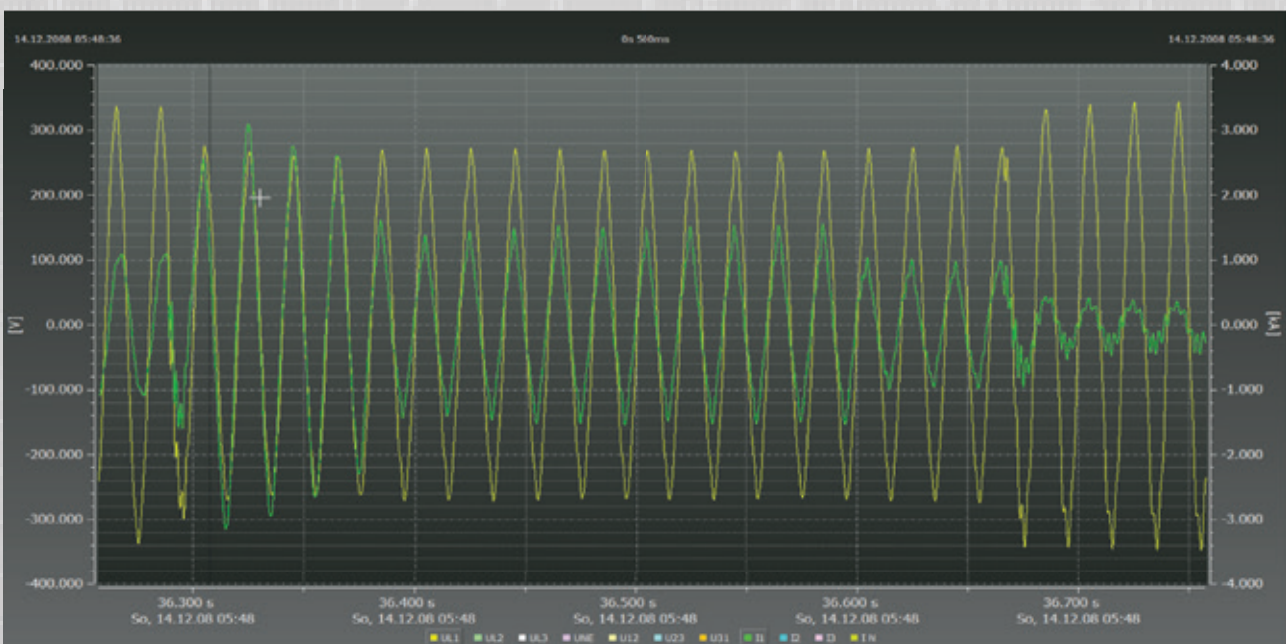


Bild 9: Spannung und Strom mit synchroner Nulllinie



Die professionelle Auswertungssoftware WinPQ mobil ist kostenfrei und unterstützt die komplette Gerätefamilie der mobilen Power Quality Analysatoren: PQ-Box 50, PQ-Box 150, PQ-Box 200 und PQ-Box 300.

Ebenso stehen alle Updates der Software kostenfrei auf unserer Webseite zur Verfügung. Sollten sich Änderungen in den Grenzwerten der Spannungsqualitätsnormen ergeben, so pflegen wir diese stets für Sie ein.

Unsere Geräte sind somit immer up-to-date.



Autoren



Jürgen Blum

Produktmanager Power - Quality
A. Eberle GmbH & Co. KG
juergen.blum@a-eberle.de
www.a-eberle.de



Ronny Steinert

International Key Account Manager
A. Eberle GmbH & Co. KG
ronny.steinert@a-eberle.de
www.a-eberle.de