

# CIREN 2017

## Berichterstattung Session 2

Chairman: Prof. Dr. **Herwig Renner**

TU Graz

Rapporteur: **Britta Heimbach**

(EW Zürich)

Rapporteur: **Jan Desmet**

(Universität Gent)

EMF, Safty, Interference  
Voltage Quality from DG & EV  
Analysis and improvement of PQ  
Monitoring



GLASGOW, SCOTLAND | 12-15 JUNE 2017



- Block 1: Elektrische und magnetische Felder, Sicherheit und Beeinflussungen
- Block 2: Spannungsqualität in Hinblick auf dezentrale Einspeisung und Elektromobilität
- Block 3: Messung, Analyse und Maßnahmen zur Verbesserung der Spannungsqualität
- Block 4: Power Quality Monitoring, Datenmanagement und regulatorische Belange

22 Beiträge

28 Beiträge

26 Beiträge

25 Beiträge

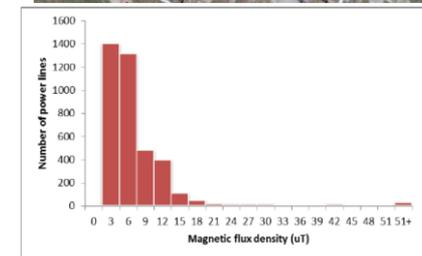
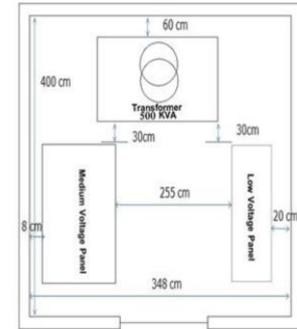
---

101 Beiträge

Seite 2

- **Main Session:** 24 Präsentationen (6 je Block)
- **Round Table:** „Power Quality Aspects of Solar Power (RT 12)“, presenting results from the CIGRE working group C4/C6.29
- **Research & Innovation Forum:** supra-harmonics
- **Poster Session** (ca. 80 Poster) / zwei „guided Tours“

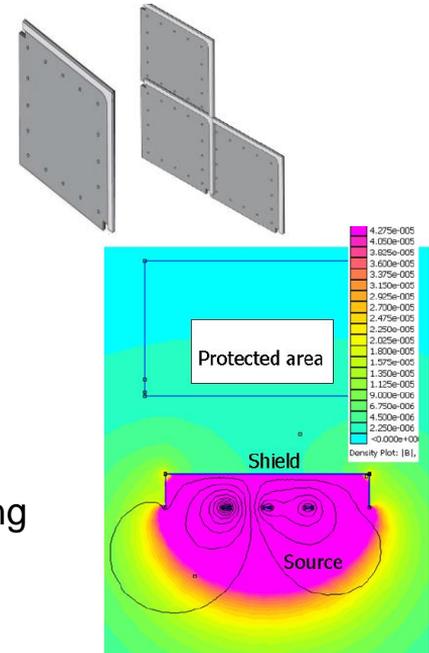
- Exposition 50/60 Hz im Bereich Transformatorstationen
  - => Gießharz-Transformatoren verursachen höhere magnetische Felder als Ölgefüllte
  - => In Stationen ergeben sich die höchsten Flussdichten im Bereich des Nspg.-Verteilers – bis zu 600  $\mu\text{T}$ , vor Allem bei unsymmetrischer Last
  
- Exposition 50/60 Hz im Bereich von HV-Schaltanlagen
  - => Für zwei UW (110/35 kV Serbien): Messwerte für das elektrische Feld wie auch das Magnetische liegen alle unter den Auslösewerten < 7 kV/m (70%) und < 90  $\mu\text{T}$  (9%)
  - => Brasilien: Überschreitung E-Feld in 10% der Hspg. Anlagen magnetische Felder im Normalbetrieb weit unter den Auslösewerten.



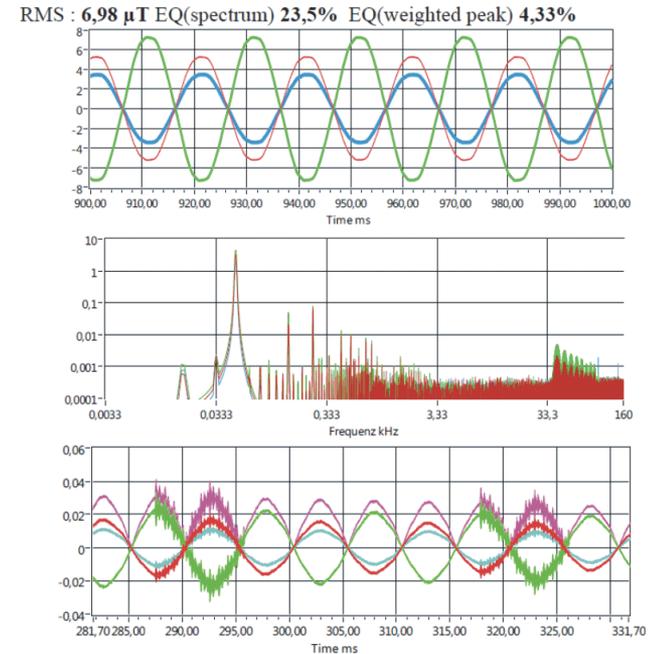
# Block 1: EMF

## Abschirmung magnetischer Felder

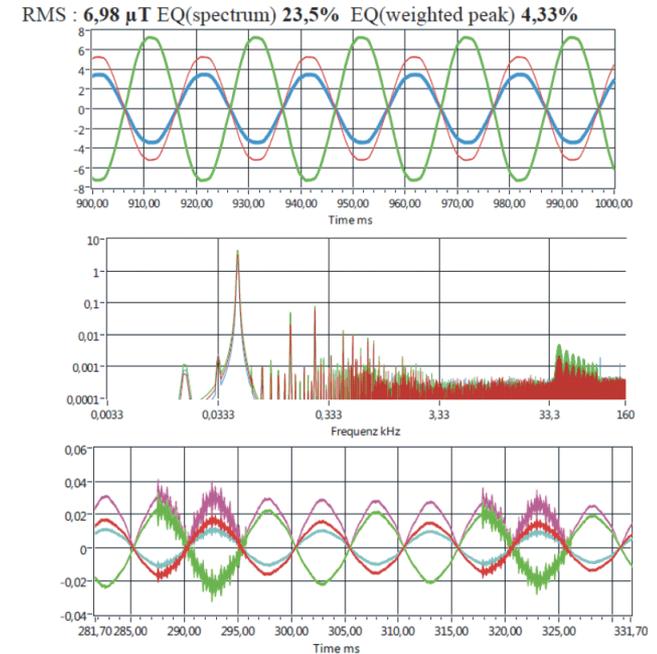
- Geschichtete & überlappend verlegte Schirmplatten  
=> Kombination aus elektrisch leitfähigen und magnetisch permeablen Platten ergibt sehr gute Resultate:  
*Schirmfaktor 3,6 bis 7*  
=> Überlappende Verlegung:  
*Schirmfaktor 3,5 bis 16*
- Berichte Abschirmungsanwendungen  
=> Italien: Allgemeinbevölkerung <  $3\mu\text{T}$   
(Emissionsgrenzwert Transformatorstationen)  
=> Italien: Umspannwerk unter Zentrum für medizinische Forschung



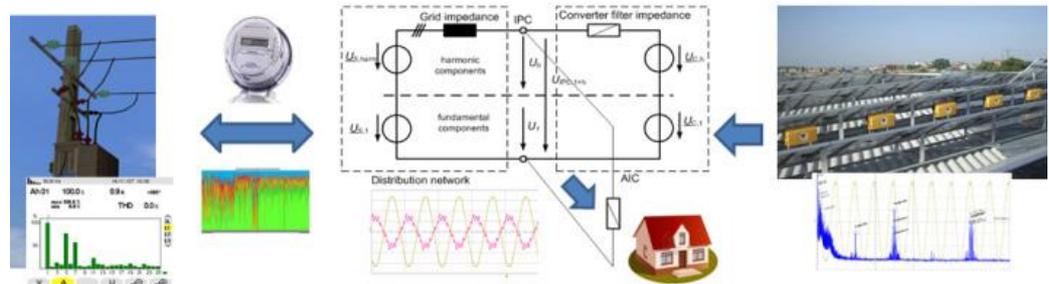
- Labormessung & konservative Bewertungen nach ICNIRP 1998 / EU-RE1999/519/CE (gewichtete Spektral-summe) ergeben E-Feld 3,8% und H-Feld 1,6% Grenzwertausschöpfung.
- Messungen im Feld & Bewertung nach ICNIRP 2010 (gewichteter Spitzenwert) ergeben E-Feld 0,3% und H-Feld 0,1% Grenzwertausschöpfung.



- Labormessung & konservative Bewertungen nach ICNIRP 1998 / EU-RE1999/519/CE (gewichtete Spektral-summe) ergeben E-Feld 3,8% und H-Feld 1,6% Grenzwertausschöpfung.
- Messungen im Feld & Bewertung nach ICNIRP 2010 (gewichteter Spitzenwert) ergeben E-Feld 0,3% und H-Feld 0,1% Grenzwertausschöpfung.



- Es wird von Störbeeinflussungsfällen des MCS ausgehend von PV-Invertern berichtet
- Filter können zwar die Störemissionen reduzieren – verursachen jedoch auch Dämpfungen der Signalpegel
- Modellierung der Netze und Toolbox zur Lösung von EMI-Fällen durch Filter sind in Ausarbeitung.



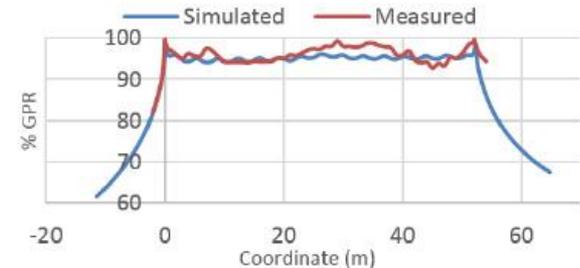
- Im Fokus stehen die induktive und die kapazitive Beeinflussung ausgehend von einer 110 bzw. 220 kV Leitung auf im Nahbereich parallel verlauf-ende 10...20 kV Leitungen.

## *Die Berechnungen ergeben:*

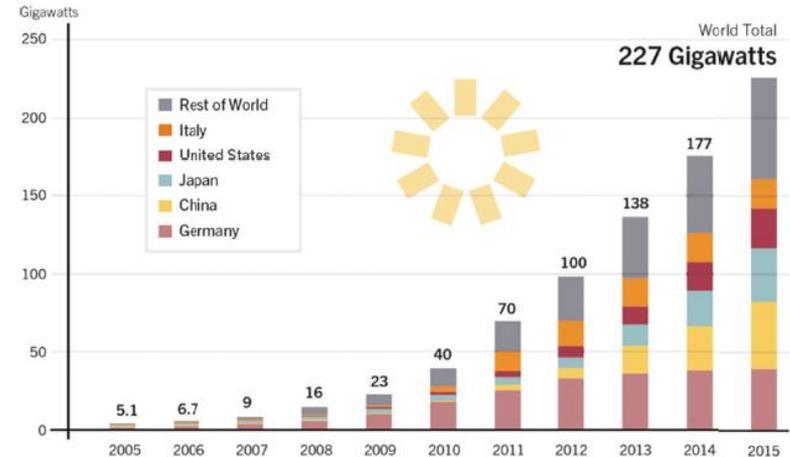
- Bei abgeschalteter Mittelspannungsleitung muss nahe der Arbeitsstelle geerdet werden, da sonst induzierte Spannungen eine Gefährdung verursachen
- Schaltvorgänge und damit verbundene transiente Ströme können Transiente Störspannungen und in Folge Schäden bei Kunden verursachen.

# Block 1: Erdungen – Das Globale Erdungssystem

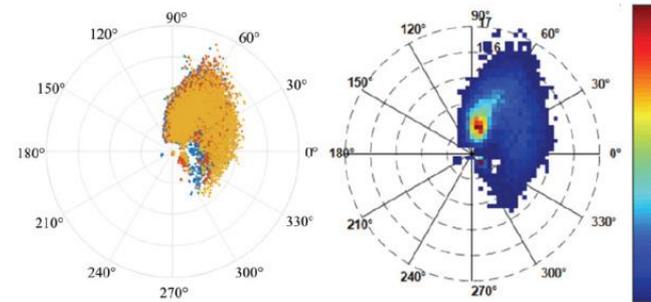
- Es wird gezeigt, dass gängige Berechnungsverfahren zu hohe Erdungswiderstände ergeben, da der Verbund aus Erdungsanlagen nicht berücksichtigt wird.
- Ein Verfahren, bei dem Erdungssysteme auf Basis Bodenleitfähigkeit ein Erdungssystem designed werden, konnte durch Messungen mit dem Wenner Verfahren verifiziert werden.
- Nullung wird in einem Beitrag aus den Niederlanden als geeignete, sichere Lösung bei geringen Kosten beschrieben.
- Über die Arbeit CIGRE/CIRED working group B3.35, bei der Risikoanalyse Grundlage für die Auslegung sicherer Erdungsanlagen ist, wird in einem Beitrag aus Australien vom Vorsitzenden der Gruppe berichtet.



- Die joint working group C4/C6.29 “Power quality aspects of solar power” berichtet in ihrem Beitrag über die in den vergangenen vier Jahren zusammengetragenen Erkenntnisse:
  - Die Auswirkungen der PV-Anlagen soll durch flächendeckendes Monitoring erfasst werden
  - Wesentlichster Einfluss besteht auf die Spannungspegel, vor allem durch unsymmetrische Einspeisung.
- In mehreren Beiträgen werden Emissionen im PLC-Frequenzbereich aber auch Einflüsse auf die Impedanz als Netzurückwirkung von PV beschrieben.



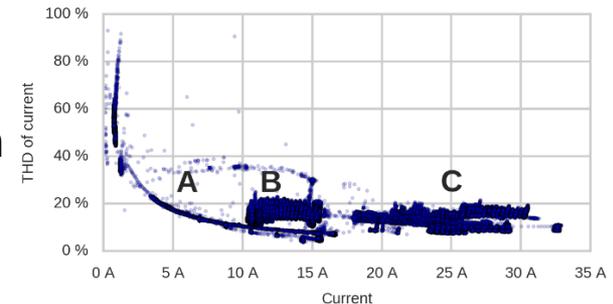
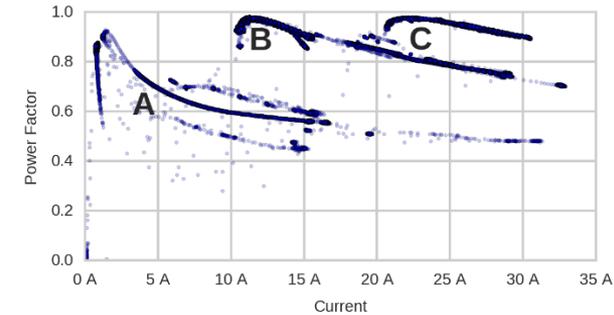
- Mehrere Beiträge berichten von weiterhin bestehenden Flicker und Oberschwingungsemissionen.
- Möglichkeiten der Spannungshaltung durch Blindleistungsregelung werden analysiert.
- Mehrere Beiträge berichten auch von Konverterbedingten Emissionen im Frequenzbereich von 2-150 kHz, die in einem Fall aus einer Simulation sogar eine unzulässige Erwärmung einer C-Batterie durch HF-Ströme ergibt.



$$PR^{(7)} = 0.87 ; \varphi^{(7)} = 58.1$$

## Block 2: Spannungsqualität DE & EV – Laden von Elektroautos

- Je nach Fahrzeugmodell A,B oder C variieren  $\cos(\phi)$  und THD
- Im MCS Frequenzbereich liegen die Emissionen unter 50 kHz
- Für die Betrachtung der NRW wird ein Inverter-Modell vorgestellt, das auch für die Integration von UFC-Stationen (Ultra fast Charging) geeignet ist
- Als Lösung für spannungsbedingte Engpässe wird in einem Beitrag der Strangregler beschrieben

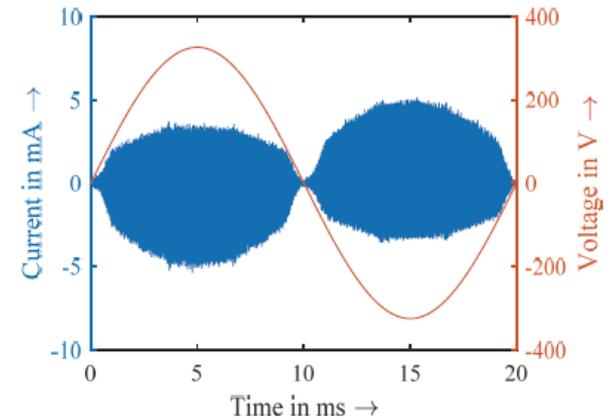
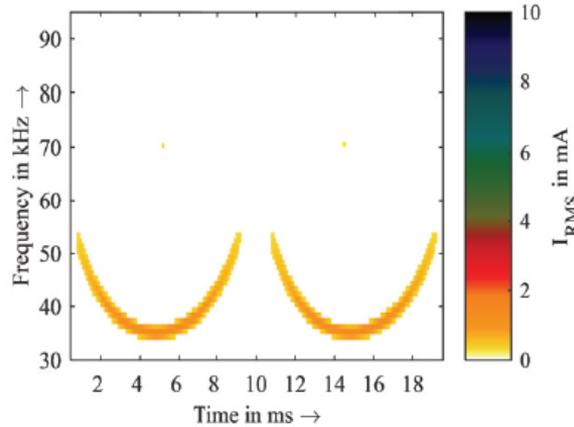
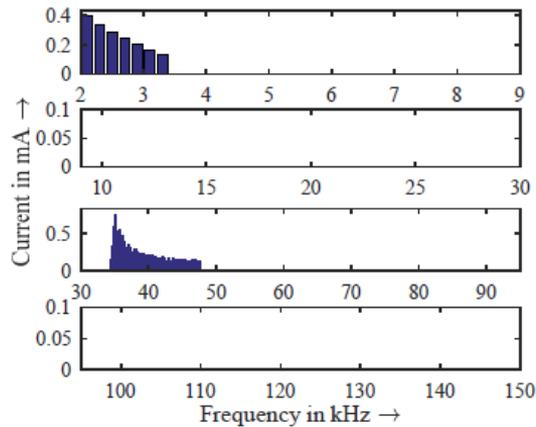


## Block 2: Aufnahmekapazität der Netze für Erzeugung und Last

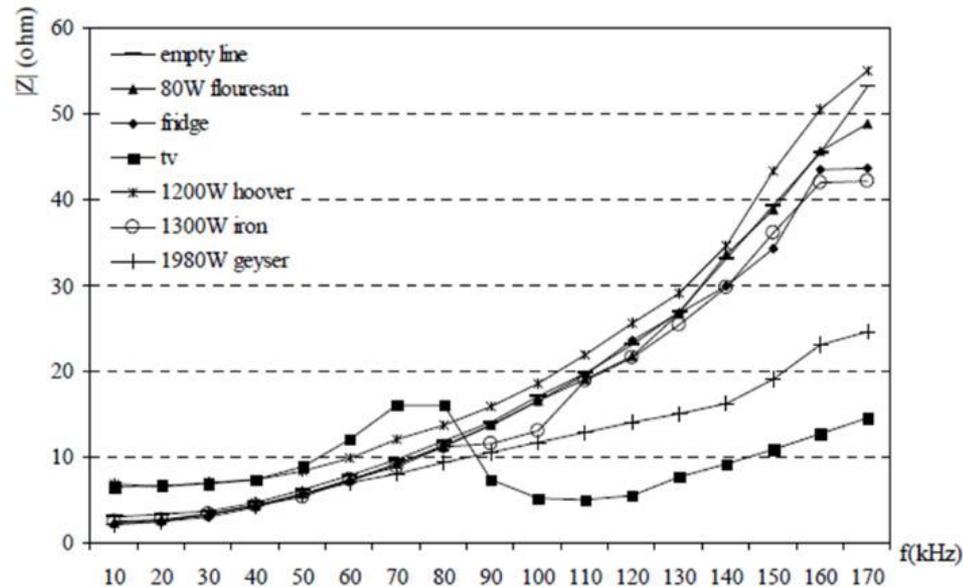
- Als Schlüssel zur Erhöhung der Aufnahmekapazität werden bei Bedarf Spannungsregler und im Engpassfall durch Erreichen der Grenzen der Leitungsbelastung flexible Lasten bzw. Speicher gesehen.
- Beiträge zur Spannungshaltung durch Blindleistung wurden an Session 3 oder 4 übermittelt. Bei einem Beitrag aus Frankreich wird neben der  $Q=f(U)$  Funktion ein  $\tan\phi=-0,33$  vorgestellt.

- Die Sensibilität der Kunden bzw. ihrer Betriebsmittel hinsichtlich PQ steigt sowohl im Bereich der Industrie als auch beim Haushaltskunden
- Flicker ist ungebrochen eine wesentliche PQ-Größe. Die Synchroner Messung von schnellen Spannungsänderungen ist heute technisch möglich und erlaubt im Unterschied von Flickerpegeln (10-min & 2 h) die Ortung der Flickerquellen.
- Die Entwicklung von den Energiesparlampen zu den LEDs lässt noch wachsende harmonische Anteile erwarten, da der Leistungsbedarf der LED deutlich geringer ist – die THDI-Werte meist aber höher.

- Komplexe Kurvenformen bis in den Frequenzbereich von bis zu 500 kHz sind eine große Herausforderung für die Messung und die Bewertung mit einheitlichen Größen.



- Die Messung der Impedanz bis in den Bereich 500 kHz gewinnt an Bedeutung



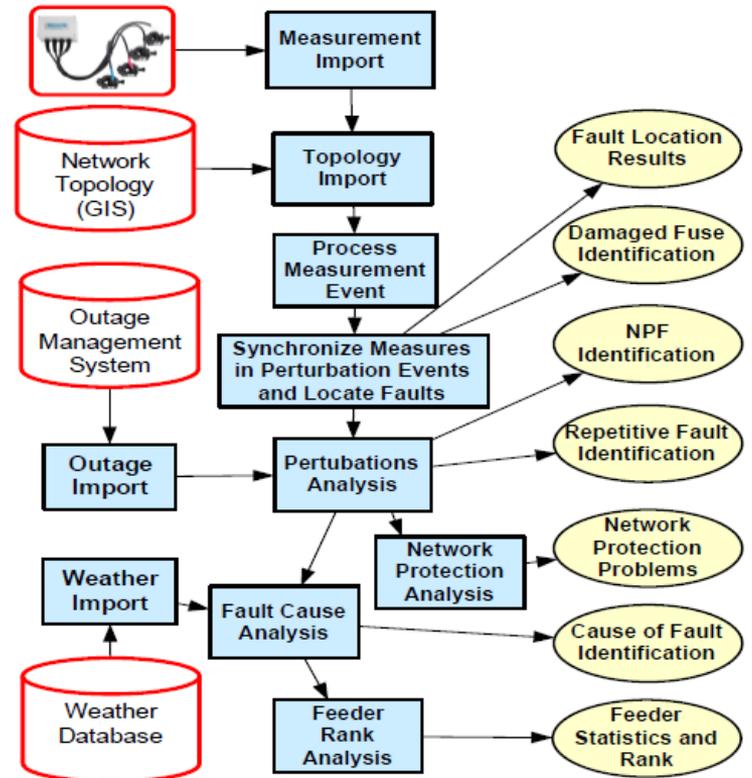
- Zur Verbesserung werden in einem Beitrag FACTS zur Kompensation von DIPS & SWELLS vorgestellt. Diese können sehr schnell reagieren und ergänzt durch eine USV-Anlage auch Ausfälle überbrücken
- Industriebetriebe ebenso wie Kraftwerksanlagen, von denen die Stabilität des Netzes abhängt, sind gefordert „Fault Ride Through“ Systeme einzusetzen.
- Aus China wird in einem Beitrag über die erfolgreiche Kompensation von Spannungseinsenkungen aus einem batteriegestützten System berichtet.

- Der vermehrte Einsatz von Stromrichtern bringt neue PQ-Phänomene und Themen mit sich.
- Die Menge der Daten ist durch die Betrachtung der erweiterten Frequenzbereiche gewachsen...
- ...Daher werden effiziente Monitoringsysteme benötigt.
- Das Potenzial von Data Mining (AI) aus der Fülle der Daten zusammen mit weiteren Daten aus dem Betrieb Erkenntnisse zu gewinnen wird hoch geschätzt.
- Künftig wird die Verfügbarkeit von derartigen Daten für die nachhaltige Netzentwicklung ebenso wie für den Betrieb als kritisch betrachtet.

# Block 4: PQ-Monitoring-Systeme

## Big Data und Qualitätsregulierung

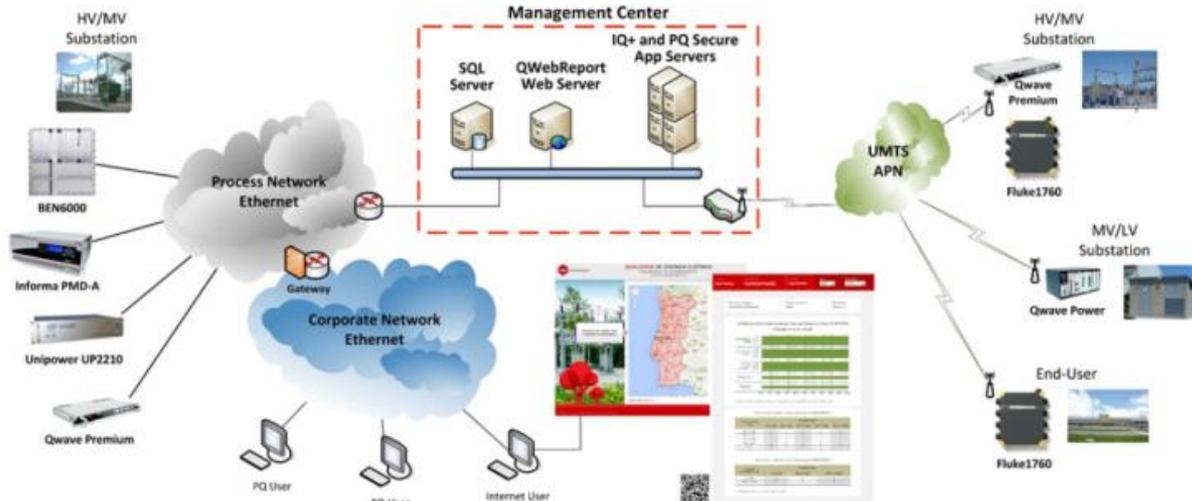
- Im Bereich PQM hat sich PQDIF at etabliert. (IEEE-Norm 1159.3 wird derzeit überarbeitet.
- Zunehmend werden zahlreiche Netz- und Umgebungsdaten mitverarbeitet
- In allen Systembereichen ist hohe Datenqualität Voraussetzung für die Gesamtperformance
- In Canada werden PQM-Daten erfolgreich zur Fehlerortung eingesetzt.



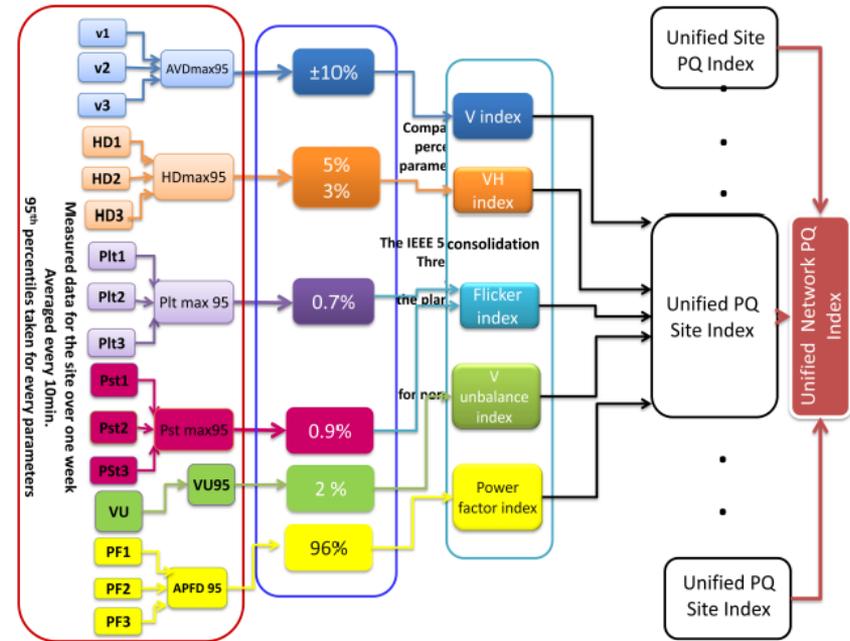
# Block 4: PQ-Monitoring-Systeme

## Big Data und Qualitätsregulierung

- Aus Portugal wird berichtet, dass auf Grund regulatorischer Anforderungen ein „transparentes“ PQM System errichtet wurde. Kunden haben über Internet Zugang zu Messdaten!



- **GLOBAL PQMS:** Messgeräte verschiedener Hersteller über PQDIF zusammengeführt verwendbar
- Schnittstellen müssen noch besser standardisiert werden
- UPQI – Ein Index für alle Parameter und das ganze betrachtete Gebiet ?



- Brasilien: von der allgemeinen Pönalisierung basierend auf SAIDI & SAIFI wurde auf Ersatzzahlungen an Kunden umgestellt– die Höhe wurde so berechnet, dass die Summe der zuvor berechneten Pönale entspricht.
- Rumänien: neue nationale TSO/DSO Performance Standards und ein Metering Code, wodurch bei der Investitionsplanung die regionale Spannungsqualität verstärkt berücksichtigt werden soll.
- Der Niederländische Regulator hat die Netzbetreiber aufgefordert ein **Regulierungsmodell für DIPS zu** entwerfen => drei Klassen je nach Auswirkung - regulat. Begrenzung der Häufigkeit nur für „Medium“ & „Big“

# Block 4: Qualitätsregulierung DIPS in NL

- Auswirkung werden auf aggregierte Kunden bewertet.
- Klassifizierung je nach Anzahl der betroffenen Aussenleiter noch fraglich
- Bei Überschreitung der noch zu klärenden regulatorischen Begrenzung der Anzahl in den beiden Klassen Medium & Big soll die Prüfung von Maßnahmen zur Verbesserung verpflichtend werden.

(a) Clusters for  $L_{001}$  dips

Residual voltage [%]	Duration [s]				
	$\Delta t \leq 0.2$	$0.2 < \Delta t \leq 0.5$	$0.5 < \Delta t \leq 1$	$1 < \Delta t \leq 5$	$\Delta t > 5$
$90 > u \geq 80$	cA1 2.61				
$80 > u \geq 70$					
$70 > u \geq 40$					
$40 > u \geq 5$	cB1 0.06				
$5 > u \geq 1$					

(b) Clusters for  $L_{011}$  dips

Residual voltage [%]	Duration [s]				
	$\Delta t \leq 0.2$	$0.2 < \Delta t \leq 0.5$	$0.5 < \Delta t \leq 1$	$1 < \Delta t \leq 5$	$\Delta t > 5$
$90 > u \geq 80$	cA2 1.27				
$80 > u \geq 70$					
$70 > u \geq 40$	cB2 0.44				
$40 > u \geq 5$					
$5 > u \geq 1$					

(c) Clusters for  $L_{111}$  dips

Residual voltage [%]	Duration [s]				
	$\Delta t \leq 0.2$	$0.2 < \Delta t \leq 0.5$	$0.5 < \Delta t \leq 1$	$1 < \Delta t \leq 5$	$\Delta t > 5$
$90 > u \geq 80$	cA3 0.56				
$80 > u \geq 70$					
$70 > u \geq 40$	cB3 3.13				
$40 > u \geq 5$					
$5 > u \geq 1$					

# VIELEN DANK für Ihr Interesse!

Dipl.-Ing. Dr. Andreas Abart  
Stabstelle Elektrotechnik  
Betriebsleiter Stromnetz

Netz Oberösterreich GmbH  
Neubauzeile 99 · 4030 Linz  
Tel.: +43 5 9070-3130 Fax: +43 5 9070-3375  
E-Mail: [andreas.abart@netzgmbh.at](mailto:andreas.abart@netzgmbh.at)  
Web: [www.netzgmbh.at](http://www.netzgmbh.at)