



POWER QUALITY INDEX: ERFAHRUNGEN UND UMSETZUNG

DI Dr. Werner Schoeffer

ARTEMES GmbH
Hauptplatz 105
A-8552 Eibiswald
+43 664 5403106
werner.schoeffer@artemes.org
www.artemes.org

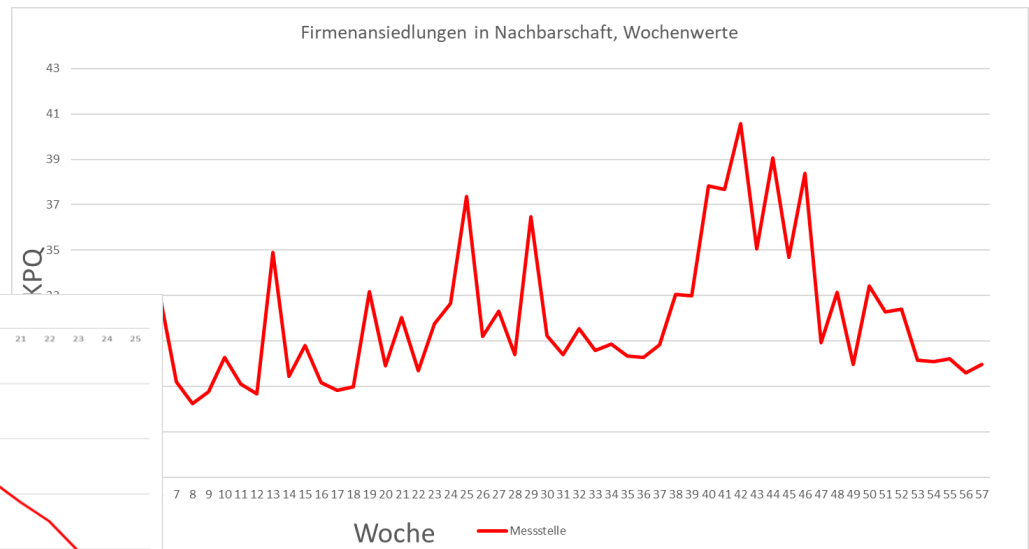
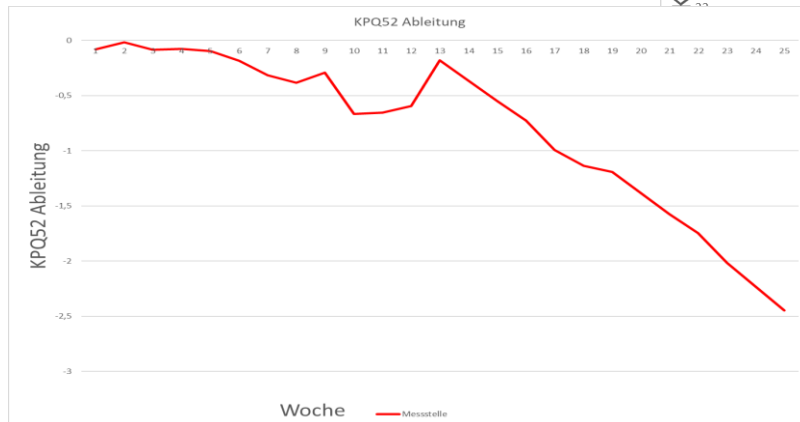
„Beitrag zur Definition eines Power Quality Index“

KPQ – Kubischer Power Quality Index

Warum KPQ?

Wie KPQ?

Trend des KPQ



$$KPQ = \sqrt[3]{\sum relPQi^3}$$

PQi...THD,U,f,Plt als Prozent vom Grenzwert

KPQ 2020 erweitert

$$KPQ = \sqrt[3]{U_{max}^3 + THD_{max}^3 + PLT_{max}^3 + U_2^3 + f^3 + \sum U_{hmax_i}^3 + HF9^3 + HF150^3}$$

U_{max} ... höchster Phasenwert der 99% Wochenwerte der 10 Minuten Spannungshübe (bzw. 95% in der Niederspannung)

THD_{max} ... höchster Phasenwert der 95% Wochenwerte der 10 Minuten THD Werte

PLT_{max} ... höchster Phasenwert der 95% Wochenwerte der 2 Stunden Flickerwerte

U_2 ... 95% Wochenwert der 10 Minuten Mittelwerte des Gegensystems (Symmetrie)

f ... 99% Wochenwert der 10 Sekundenwerte

U_{hmax_i} ... 95% Wochenwert jeder einzelnen zu betrachtenden Harmonischen

$HF9$... 95% Wochenwert des Höherharmonischen Faktors bis 9kHz

$HF150$... 95% Wochenwert des Höherharmonischen Faktors bis 150kHz

Frequenzbereich 2-9 kHz

200Hz Gruppen

Limits: IEC 61000-2-2 Ed2 Amd 1:2017

$$HF9 = \sqrt{\sum_{i=1}^{i_{max}} \left(\frac{SH_i}{SHLIM_i} \right)^2}$$

i ..Index der Höherharmonischen, wobei diese als Frequenzbänder von 2 bis 9kHz mit einer Schrittweite von 200Hz angegeben werden (Siehe EN 61000-4-30 Ed3; Anhang C.2 bzw. IEC 61000-4-7:2002 Anhang B).

i ..Index der Höherharmonischen, wobei diese als Frequenzbänder von 8 bis 150kHz mit einer Schrittweite von 2kHz angegeben werden (Siehe EN 61000-4-30 Ed3, Anhang C.3).

i_{max} ...Anzahl an Schritten von i

SH_i ...Wert der Höherharmonischen; Maximum der 3 Phasenwerte

$SHLIM_i$...Grenzwert der Höherharmonischen

HF150

Frequenzbereich 8-150 kHz

2kHz Gruppen

Limits: IEC 61000-2-2 Ed2 Amd 2:2018

$$HF150 = \sqrt{\sum_{i=1}^{i_{max}} \left(\frac{SH_i}{SHLIM_i} \right)^2}$$

i..Index der Höherharmonischen, wobei diese als Frequenzbänder von 8 bis 150kHz mit einer Schrittweite von 2kHz angegeben werden (Siehe EN 61000-4-30 Ed3, Anhang C.3).

i_{max} ...Anzahl an Schritten von i

SH_i ...Wert der Höherharmonischen; Maximum der 3 Phasenwerte

$SHLIM_i$...Grenzwert der Höherharmonischen

Beispiel: PV Wechselrichter 5kW

Messort: Hausanschluss in Österreich

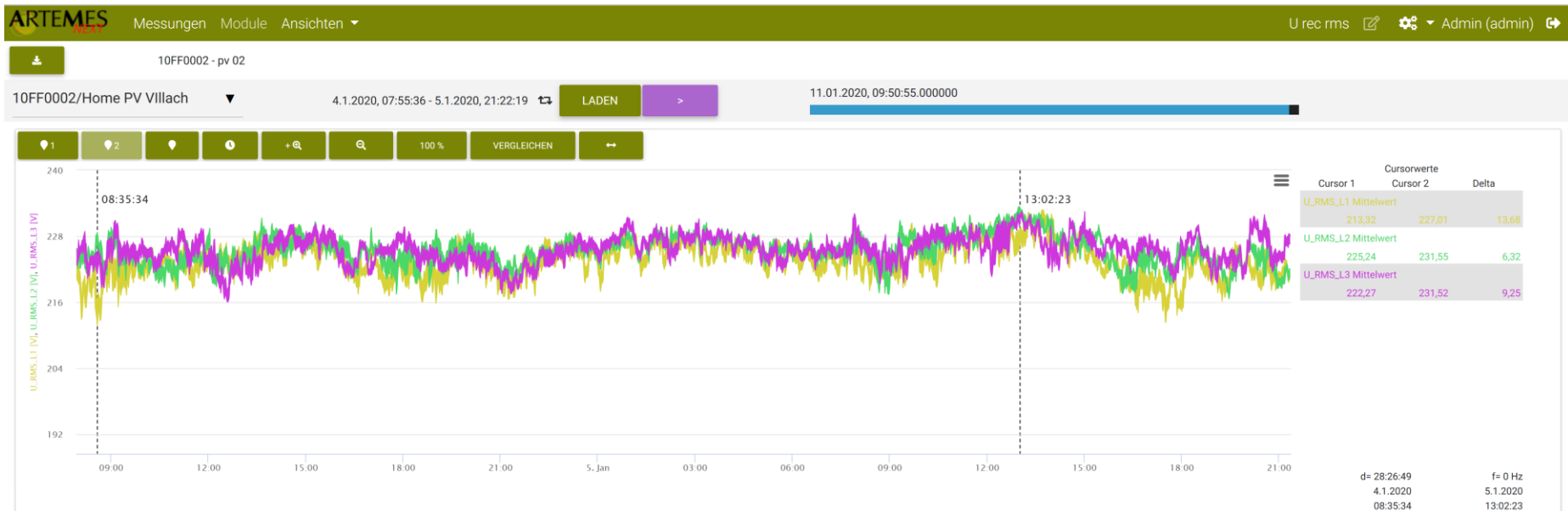
PV Anlage: 5kW peak

Überschusseinspeisung

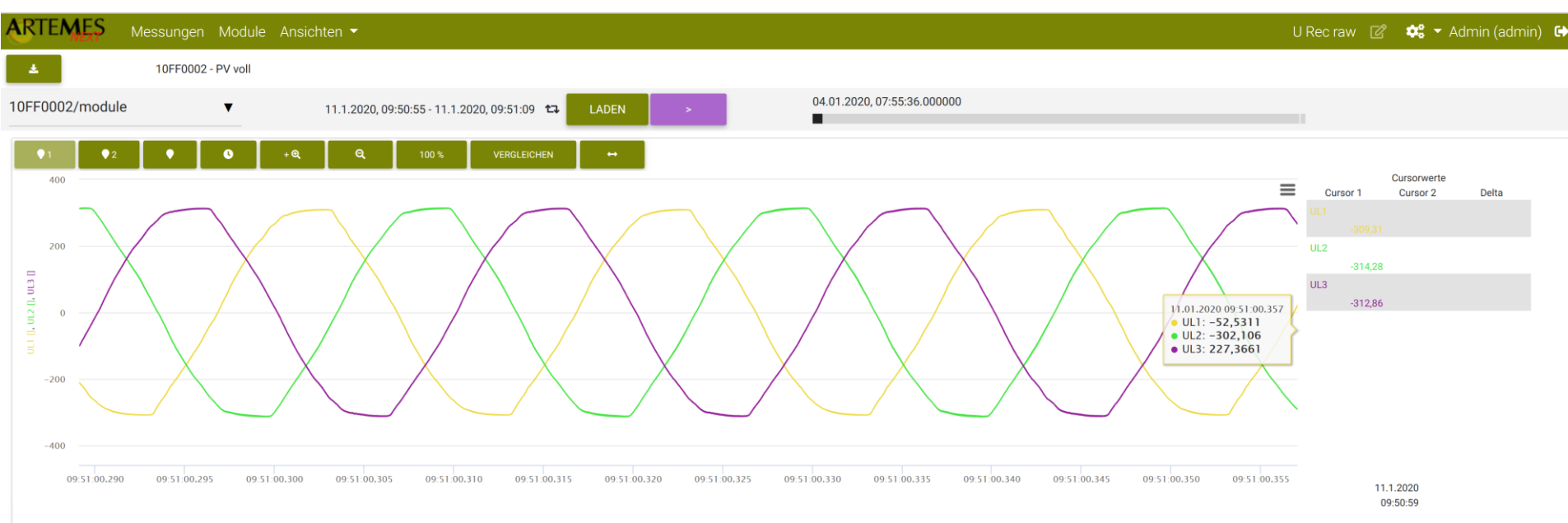
3 schöne sonnige Wintertage

Hausanschluss ist bereits für E-Ladestation
ausgelegt – also >> 5 kW

Spannungsverlauf über 3 Tage

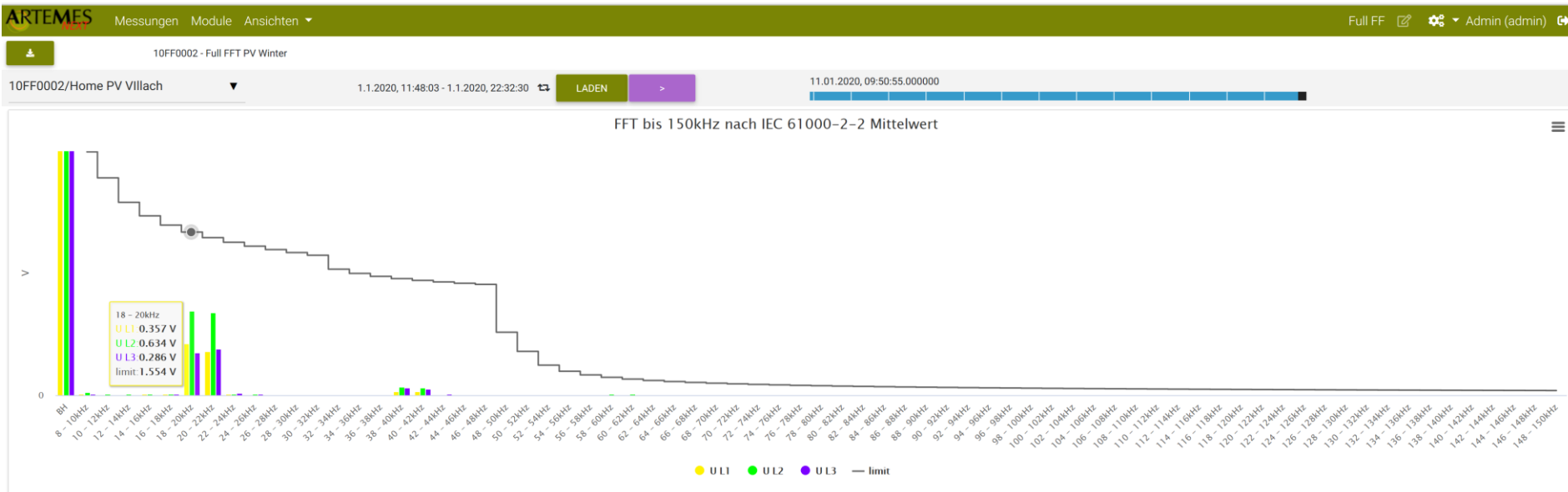
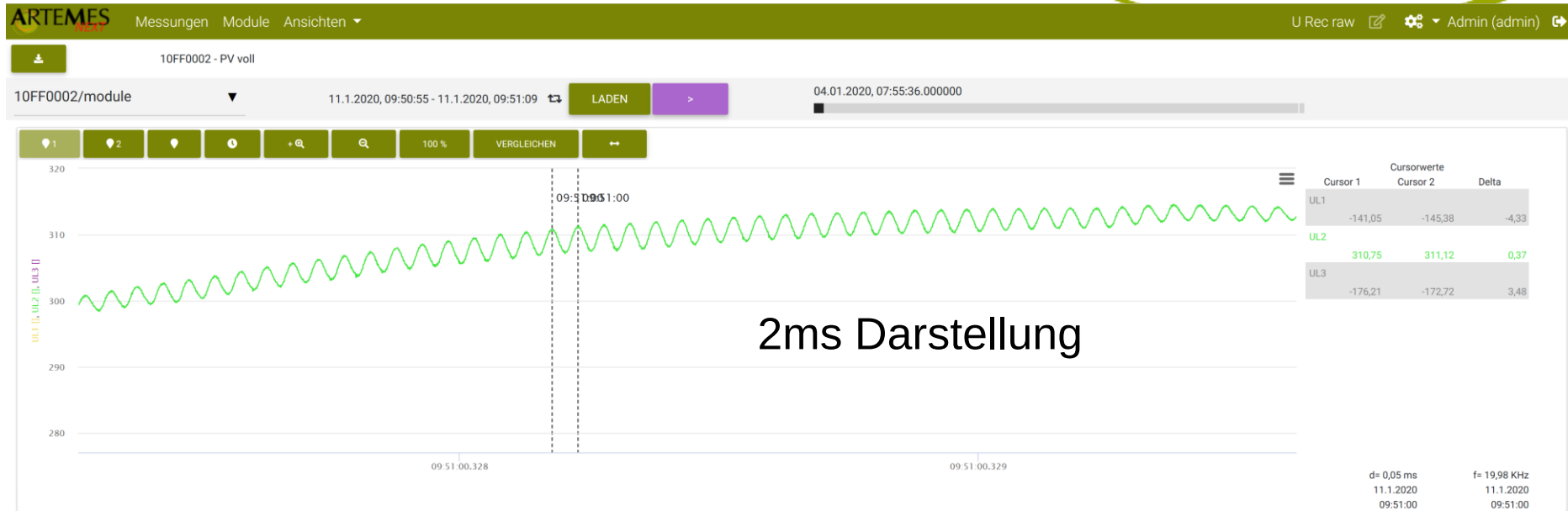


Spannungssinus



Sinus „üblich“ verzerrt
THD ist mit 2,6% ok

20kHz Schwingung



Zusätzliche 300kHz Schwingung (außerhalb der Normenbereiche)



KPQ mit/ohne PV

Betriebsart	KPQ [%]
Ohne PV Wechselrichter	41
Mit PV Wechselrichter (5 kW)	46

KPQ und Details

	Bsp 1	Bsp 2
	Betrieb ohne PV Wechselrichter	PV Wechselrichter 5 kW
U	1,9%	2,6%
THD U	34,5%	33,1%
PLT	30,0%	30,0%
f	4,1%	4,0%
Symm	9,5%	12,5%
HF9	6,2%	5,1%
HF150	12,0%	32,0%
KPQ	41%	46%

Frequenzbänder bei Betrieb der PV



Big Data - Datenmodell

Messparameter

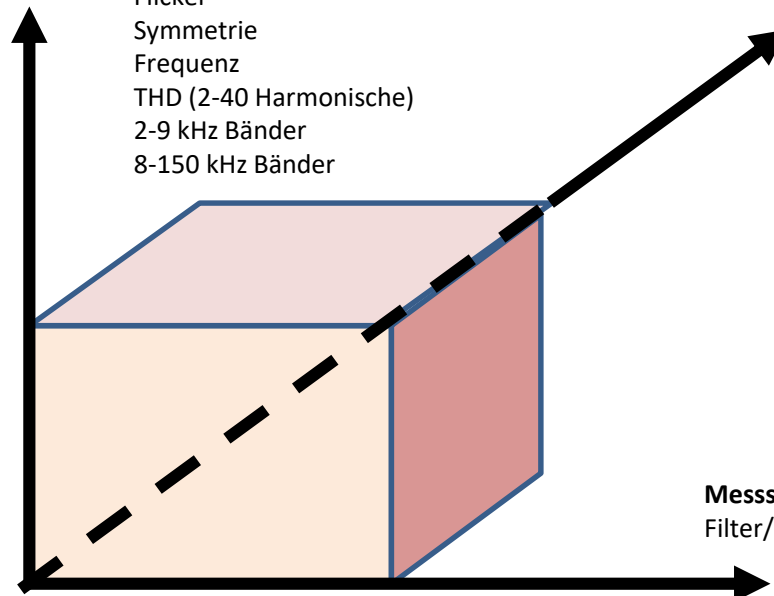
Filter: nach den Parametern

U
Flicker
Symmetrie
Frequenz
THD (2-40 Harmonische)
2-9 kHz Bänder
8-150 kHz Bänder

Zeitreihen

Bewertung nach:

Trend (langfristig)
Veränderung (punktuelle Ereignisse)
Zeitmuster (periodische Änderungen)



Messstellen

Filter/Gruppierungen: nach Eigenschaften wie:

Region
Verbrauchertypen
Netzebenen etc..

Messtechnik

AM-10-PA2 von ARTEMES

2 Modelle

- PA2...140 kSamples/Sec/channel
- PA2H...2 MSamples/Sec/channel

Applikation:

- Expert Level
- Trouble Shooting
- R&D



FAKTEN

- 24 bit
- 140 or 2000 ksamples/sec/channel
- 4V, 5C, 4 low voltage inputs
- DC
- range +/-1600 V, 6kV isolation
- options: GPS, CAN, MODBUS

Zusammenfassung

- KPQ erweitert
- Beispiel PV zeigt Notwendigkeit
- Anwendung KPQ zeigt Funktionalität
- Datenmodelle lassen automatisierte Anwendung zu

- Vergleich vieler Messtellen wird möglich
- Mustererkennung und Trendanalysen lassen Ursachen erkennen
- Lösungsfindung durch Zusammenwirken von Verbrauchern und Herstellern
- Messsysteme in den Industrie- und Verteilnetzen liefern Daten