

# Stromqualität und Energieeffizienz – ein Widerspruch ?

Referent: Markus Meinke

1

**Die Säulen  
meiner neuen Firma**

<p><b>Beratung</b></p> <p>Wir beraten Sie in allen Fragen der elektrischen Messtechnik.</p> <p>Unsere langjährige Erfahrung und die Mitarbeiter in den Internationalen und nationalen Messgruppen helfen uns dabei.</p> <p>Seiner wichtiger wird heute auch ein Netzwerk der Spezialisten der Mitglied der EMU-Kompetenz-Netzwerk können wir Ihnen darüber in vielen Bereichen der Stromversorgung anbieten.</p> <p>Gerne erstellen wir für Sie Prüfverordnungen und konzipieren die optimale Messgeräteeinstellung.</p>	<p><b>Vertrieb</b></p> <p>Produkte namhafter Hersteller, z.B. Megger, EMC, PE, Central etc. aus dem Bereich der elektrischen Messtechnik werden von uns nach Ihren Anforderungen ausgewählt und angeboten.</p> <p>Weitere Informationen finden Sie im Internet unter <a href="http://www.meinke-energie.de">www.meinke-energie.de</a></p> <p>Bei Bedarf können wir auch gerne Spezialangebote anbieten.</p> <p><b>Miete</b></p> <p>Sollten Sie zusätzliche Geräte oder Software für ein Projekt benötigen, können wir Ihnen die passenden Mietgeräte gerne ausleihen.</p>	<p><b>Gutachten</b></p> <p>Gerne erstellen wir Ihnen auch ein Gutachten im Bereich Spannungsqualität, Markt und Thermografie, wenn Sie eigene Investitionen nicht durchführen möchten.</p> <p>Nachschauungen für VDE und BG-Gloss sind ebenfalls gerne für Sie durch.</p> <p><b>Energiedienstleistungsgesetz</b></p> <p>Wir helfen Ihnen bei der Durchführung des Audits oder nach der Normen EN 15247 oder DIN 50905.</p> <p>Revisionsaufzeichnungen können Sie richtige Entscheidungen treffen.</p>	<p><b>Schulung</b></p> <p>Wir bieten Ihnen Seminare zu anderen elektrischen Themen wie Spannungsqualität, VDE Prüfungen und Thermografie.</p> <p>Ebenfalls bieten wir Ihnen Seminare für Reibbetriebsleiter im Energie- und Nachrichtensektor für Anfänger und Fortgeschrittene sowie individuelle Schulungen und Ihre eigenen Messtechnik etc.</p> <p>Unterstützungen nach VDE 0226, unter besonderer Berücksichtigung der Mitarbeiterleistung, können wir ein Spezialanliegen durch.</p>	<p><b>Service</b></p> <p>Wir können für eine Vielzahl von elektrischen Messgeräten (Huber/MR, Megger/CA) Wartung, Reparaturen und Nachrüstungen an.</p> <p>Wir übernehmen in Schicht für Sie die Verwaltung und Administration der Prüfungen. Unsere Prüflisten können Sie automatisch an die Behörde liefern.</p> <p>Weitere Leistungen sind: Werk- oder Schweißkommissionen nach VDE 0226, VDE 0205, BGI 84, Wählprüfungen/Prüfen und Analyse von Fehler- und Netztechnik in 10/100.</p>
--	---	---	--	--

2

## Kernkompetenzen



### 38 Jahre Vertriebs- und Applikationserfahrung

- Kontron Elektronik
- NGI Norma Instruments GmbH
- LEM Deutschland GmbH
- Fluke Deutschland GmbH



3

## Kernkompetenzen – Auszug



### Normenmitarbeit

- Mitglied IEC TC WG 8 Measuring and monitoring equipment for testing protective devices in energy distribution systems
- Mitglied IEC TC 77 SC 77A WG 9 Power Quality measurement methods
- Mitglied IEC TC 85 WG 20 Equipment for measuring and monitoring of steady state and dynamic quantities in Power Distribution Systems
- Mitglied CENELEC TC 8X/WG 01 - Physical characteristics of electrical energy
- Obman DKE 964.2 Einrichtungen zum Messen / Überwachen der Netzqualität in elektrischen Energieverteilungsnetzen.
- Mitglied DKE 964 Messgeräte für elektrische bzw. elektromagnetische Größen
- Gast DKE UK 767.1 Niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen
- Gast DKE K 261 Systemaspekte der elektrischen Energieversorgung

4



## Allgemeines Elektrische Energieversorgung

5



### Frage an ChatGPT: Erklär mir bitte, was ist elektrische Energieeffizienz?

#### **Antwort:**

Elektrische Energieeffizienz bezieht sich darauf, wie gut elektrische Energie genutzt wird, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen, während gleichzeitig der Energieverbrauch minimiert wird. Es geht darum, den gleichen Output mit weniger Energie zu erreichen oder mehr Leistung aus der gleichen Menge an Energie zu ziehen.

6

## Erklär mir bitte, was ist elektrische Energieeffizienz?



Antwort:

### **1.) Energieeinsparung:**

Das Ziel ist, den Gesamtenergieverbrauch zu reduzieren. Zum Beispiel können energieeffiziente Geräte wie LED-Lampen und energieeffiziente Kühlschränke den Stromverbrauch im Vergleich zu älteren Modellen erheblich senken.

7

## Erklär mir bitte, was ist elektrische Energieeffizienz?



Antwort:

### **2.) Verbesserung der Technologie:**

Fortschritte in der Technologie ermöglichen oft eine bessere Energieeffizienz. Beispielsweise nutzen moderne Klimaanlage und Heizsysteme fortschrittlichere Technologien, um weniger Energie zu verbrauchen, während sie eine ähnliche oder sogar bessere Leistung bieten.

8

## Erklär mir bitte, was ist elektrische Energieeffizienz?



Antwort:

### **3.) Energiemanagement-Systeme:**

Systeme und Software, die den Energieverbrauch überwachen und steuern, können helfen, die Effizienz zu verbessern. Sie ermöglichen es, den Energieverbrauch zu analysieren und Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren.

9

## Erklär mir bitte, was ist elektrische Energieeffizienz?



Antwort:

### **4.) Regulatorische Standards und Richtlinien:**

Viele Länder haben Standards und Vorschriften eingeführt, die Hersteller dazu verpflichten, energieeffizientere Produkte zu entwickeln. Diese Vorschriften treiben den Markt in Richtung effizienterer Technologien.

10

## Erklär mir bitte, was ist elektrische Energieeffizienz?



Antwort:

### **5.) Verhaltensänderungen:**

Auch das Verhalten der Verbraucher spielt eine wichtige Rolle. Einfache Änderungen, wie das Ausschalten von Lichtern, wenn sie nicht benötigt werden, oder die Optimierung der Einstellungen von Geräten, können den Energieverbrauch erheblich reduzieren.

11

## Erklär mir bitte, was ist elektrische Energieeffizienz?



### **Zum Schluss:**

Indem wir die elektrische Energieeffizienz verbessern, können wir nicht nur Kosten sparen, sondern auch die Umweltbelastung durch geringere Emissionen von Kraftwerken, die fossile Brennstoffe verbrennen, reduzieren.

12

## Kenngrößen für EE



### KPI's:

- Energieverbrauch pro Maschine
- Anteil der einzelnen Anlage an Gesamtenergieverbrauch
- Energiekosten in Relation zu den Herstellungskosten
- Energieverbrauch pro Prozess
- Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten
- Energieverbrauch pro Output
- Energieverbrauch pro produzierter Einheit
- kWh pro Qm

 kWh

 KW

 VAR

 VA

 €/kWh

13



## Allgemeines Elektrische Energieversorgung

14

## „Alte Stromversorgung“



Quelle: ChatGPT - DALL-E 2024-05-15 14.59.06 - A detailed illustration of an electrical power supply network. At the beginning of the network, there's a coal-fired power plant generating electricity.

15

## „Neue Stromversorgung“



Quelle: ChatGPT - DALL-E 2024-05-15 15.06.41 - A cleaner and more simplified illustration of a modern electrical power supply network focusing on renewable energy sources.

16

## „Alte Pumpe - Blindleistung“



### Erzeugung von Magnetfeldern:

Induktive Lasten wie Pumpen benötigen Magnetfelder, um zu funktionieren. Diese Magnetfelder werden durch Wechselstrom erzeugt, der in den Windungen des Motors fließt. Der Strom, der für die Erzeugung dieser Magnetfelder benötigt wird, trägt zur Blindleistung bei.

Diese Energie wird **nicht in nutzbare Arbeit** umgewandelt (also in das Pumpen von Flüssigkeit), sondern zirkuliert zwischen der Quelle und der Last.

17

## „Alte Pumpe - Blindleistung“



### Phasenverschiebung:

Bei induktiven Lasten eilt der Strom der Spannung zeitlich hinterher. Das bedeutet, dass die Spitzen von Strom und Spannung nicht gleichzeitig auftreten.

Diese Verschiebung führt zu einer Situation, in der ein Teil der Energie, die vom Netz geliefert wird, nicht zur Verrichtung von Arbeit genutzt wird, sondern **stattdessen im System hin und her schwingt**.

Diese **nicht genutzte Energie** wird als Blindleistung bezeichnet.

18

## „Alte Pumpe - Blindleistung“



### **Effizienz und Stabilität des Netzes:**

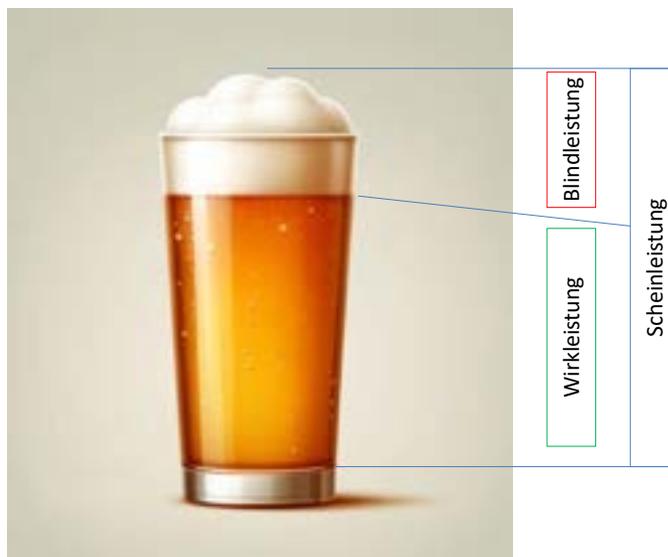
Obwohl Blindleistung nicht direkt in Arbeit umgewandelt wird, ist sie entscheidend für die Aufrechterhaltung der Spannungsstabilität im Netz.

Ein angemessenes Management der Blindleistung ist notwendig, um die Netzspannung innerhalb der erforderlichen Grenzen zu halten und die Übertragungseffizienz zu maximieren.

Ohne ausreichende Blindleistung kann es zu Spannungseinbrüchen und in schweren Fällen zu Netzininstabilitäten kommen.

19

## „Nicht technische Erklärung der Blindleistung“



20

## Blindleistungsfluss



21

## Neue Pumpe mit Frequenzumrichter



- Drehzahlgesteuerter Antrieb je nach Verbrauchsanforderung Strombezug
- Wenig Blindleistung

### **Aber**

- Ableitströme
- Erzeugung von Oberschwingungen

Frequenzumrichter auch in Haushaltsgeräte, HLK, usw.

22

## EE-Klassen IE 1 - IE 5



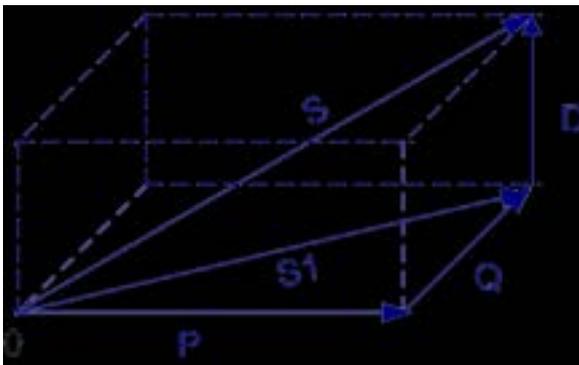
The screenshot shows the website for BAUER GEAR MOTOR. The main content area is titled "Die vollständige Fassung der IEC und der Europäischen Normen soll der Basis der IEC...". Below this, there is a section "Konzeptionierung der Klasse" which lists the following classes:

- IE1 - Standard Effizienz
- IE2 - High Efficiency
- IE3 - Premium Efficiency
- IE4 - Super Premium Efficiency
- IE5 - Super Premium Efficiency

There are also two graphs: one showing efficiency increasing with power and another showing efficiency curves for different classes.

23

## Verzerrungsblindleistung „D“



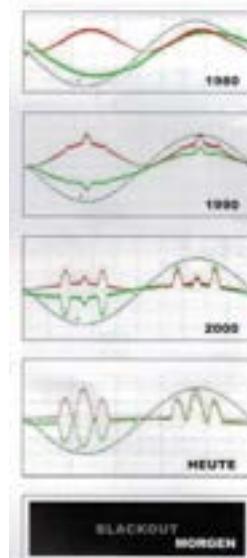
Quelle:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Verzerrungsblindleistung\\_Zeigerdiagramm.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Verzerrungsblindleistung_Zeigerdiagramm.png)

24

## Veränderungen in der Elektrische Energieversorgung

25

## Was hat sich verändert in unserer Stromversorgung ?



26

## Was hat sich verändert in unserer Stromversorgung ?



27

## Was hat sich beim Verbraucher geändert ?



28

## Stromversorgung 1924

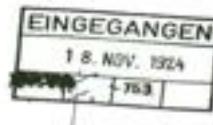


Hochwohlgeborenes  
Elektrizitätswerk!

Ich möchte Sie nicht darüber  
im Unklaren lassen, daß ich  
als zukünftiger Abnehmer  
Ihres Stromes nur reinen  
Strom von tadelloser Qualitäts-  
beschaffenheit zu erhalten  
wünsche.

Mit vorzüglicher  
Hochachtung!

*M. Meinke*



29



## Regenerative Erzeugung und Elektromobilität (Leistungselektronik)

30

## Photovoltaik



Wechselrichter = Frequenzumrichter nur mit höheren Taktraten!

31

## Elektromobilität



1 MW-Elektroladesäule von Siemens (DC/DC-Lader mit Leistungselektronik)

32

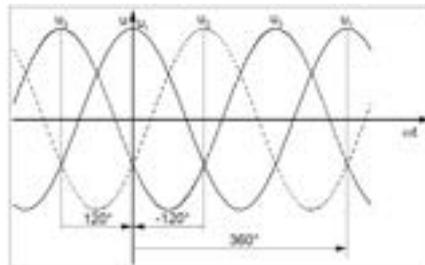
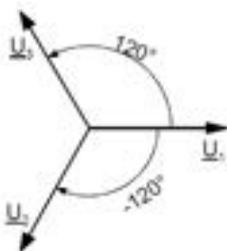
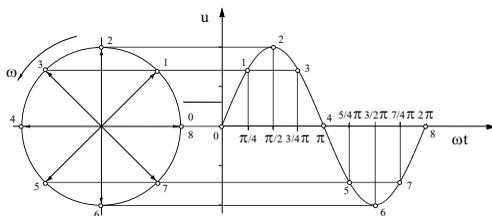
## Oberschwingungen

„Harmonics/Harmonische“  
Interharmonics/Zwischenharmonische“

(Keine Oberwellen !)

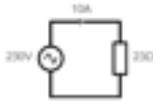
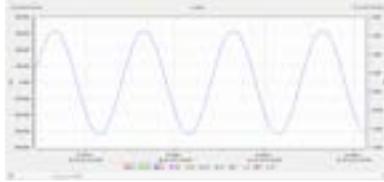
33

## Grundlagen ET



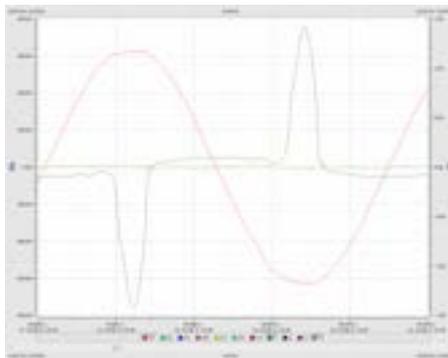
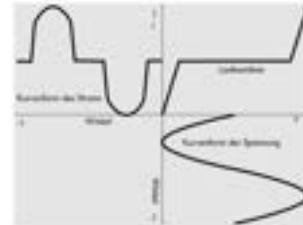
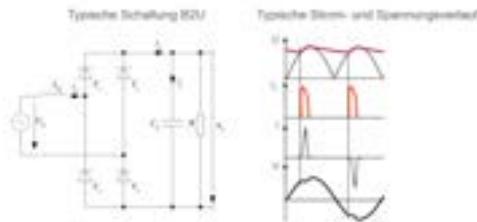
34

## Ohmsche Lasten 1~



35

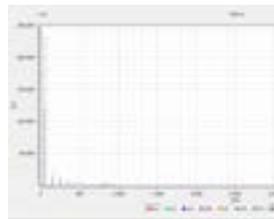
## Moderne Schaltnetzteile



Rot Spannung ;  
Grün Strom

36

## Nicht lineare Lasten (Leistungselektronik)



Im privaten Bereich z.B. Consumer-Produkte wie Waschmaschinen, Trockner, Fernseher, Dimmer

37

## Energiesparen - Beleuchtung



Energiesparlampen  
der richtige Weg für den einzelnen –  
aber für die Gemeinschaft ?

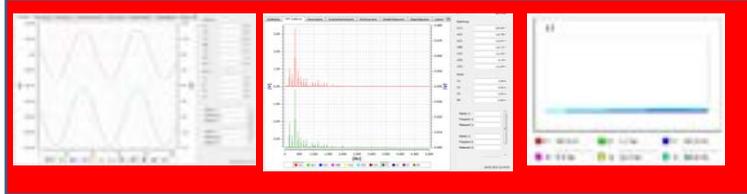
38

## Vergleich 60W Glühlampe / 11W Energiesparlampe

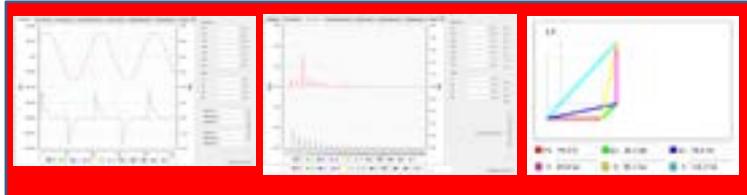


Ohne Dimmer (Direkte Nennspannung)

Glühlampe

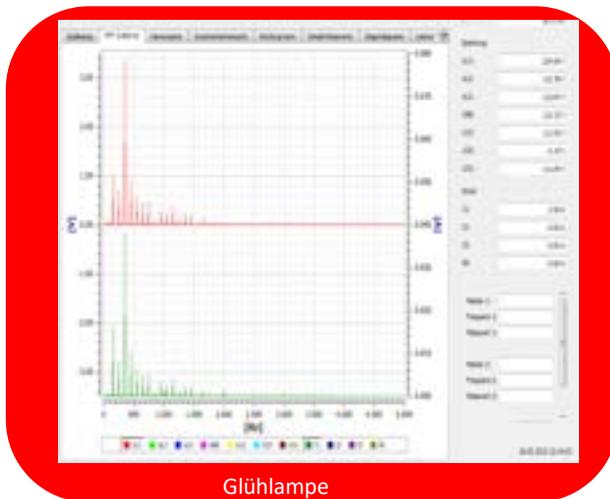


Energiesparlampe



39

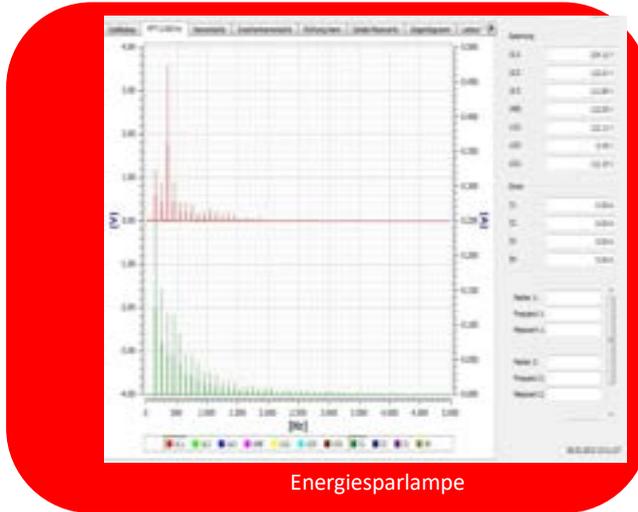
## Vergleich 60W Glühlampe / 11W Energiesparlampe



Glühlampe

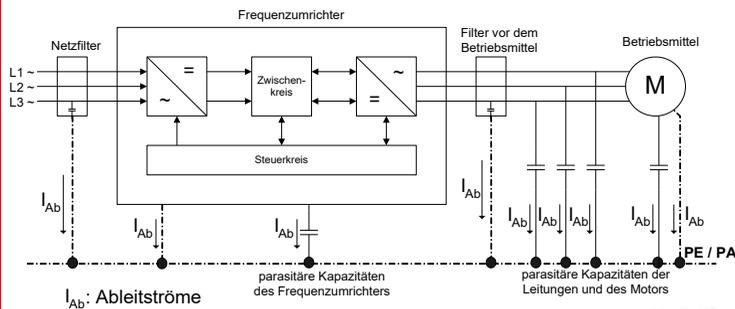
40

## Vergleich 60W Glühlampe / 11W Energiesparlampe



41

## Frequenzumrichter



### Vorteil:

- Energiesparen

### Nachteil:

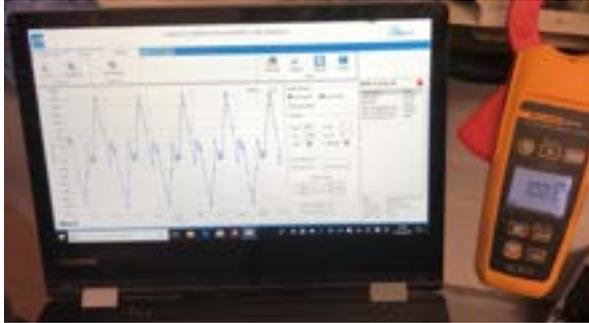
- Frequenzumrichter beinhalten Leistungselektronik und Netzfilter
- Beides zusammen erzeugen unerwünschte Oberschwingungen ins elektrische Stromnetz.
- Die Filter erzeugen einen systembedingten Ableitstrom auf den PE



Diese Thematik betrifft i.d.R. alle FU und ist nicht herstellerabhängig !

42

## Ableitstrommessungen



43

## Oberschwingungen incl. Verzerrungsblindleistungen



beeinflussen elektrische Betriebsmittel und Anlagen durch:

- zusätzliche Verluste und
- unübliche Alterung des Betriebsmittels  
(z.B. Oberschwingungen erzeugen Wärmeverluste;  
10% mehr Wärme bedeutet 50%weniger  
Lebensdauer)

Anders....

Persönlicher...

44



## Supraharmonische

45



### Definition

- Lt. DACH-Richtlinie:

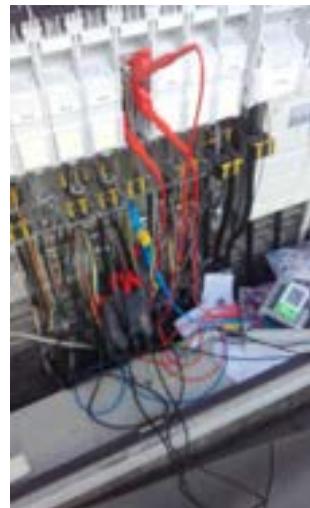
Höherfrequente Emission im  
Frequenzbereich zwischen  
9 kHz und 150 kHz

46

## Wie wirken sich diese Störungen in der Praxis aus ?

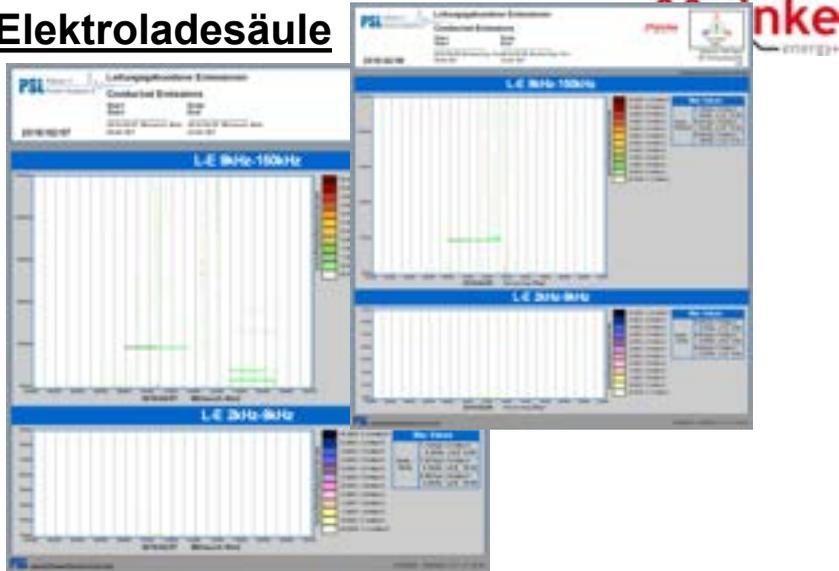
47

### Elektroladesäule



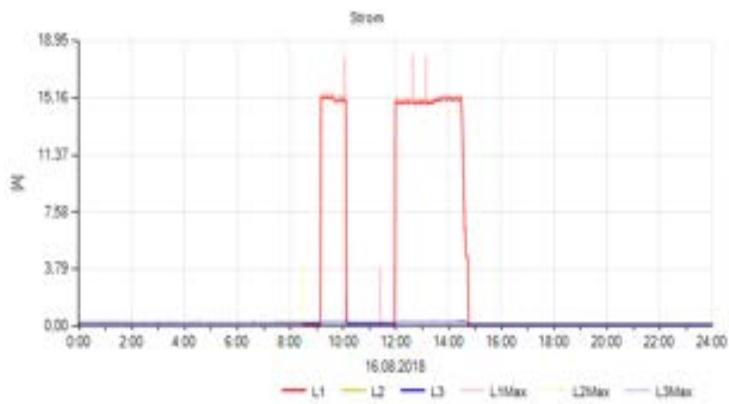
48

## Elektroladesäule



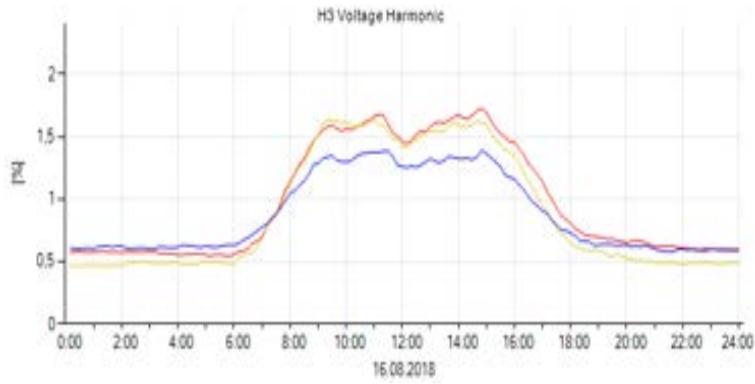
49

## AC-Säule 3



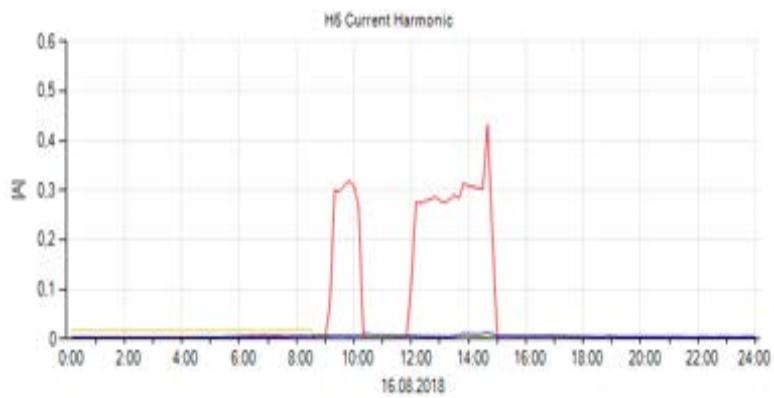
50

## AC-Säule 3



51

## AC-Säule 3



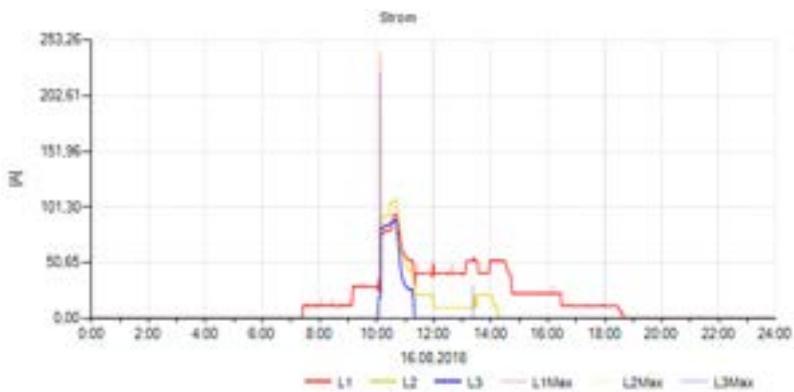
52

## Einspeisung



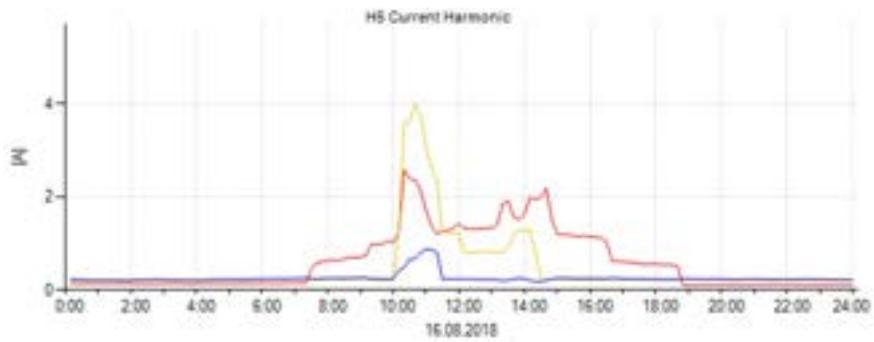
53

## Einspeisung



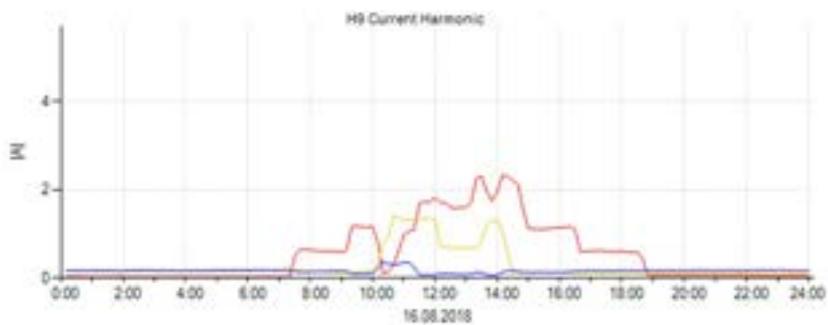
54

## Einspeisung



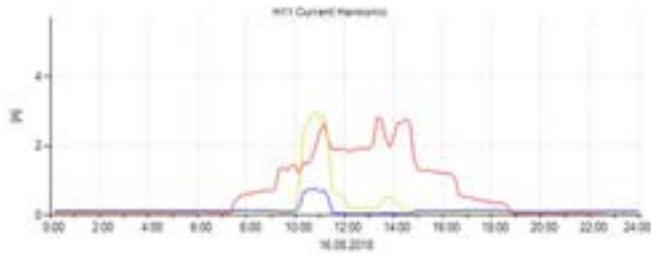
55

## Einspeisung



56

## Einspeisung



57

## Und die Zukunft ...



Andre San Brendel

Quelle: Gefunden im Facebook...

58

## Wie überwache ich den Strom aus der Steckdose ?

59

### Mobile / Stationäre Ansätze

#### Mobil:

- An jedem Ort, direkt am Geschehen, einsetzbar
- Meistens nach einer Störung
- Ständiger Personaleinsatz



#### Stationär:

- 24/7
- Immer wachsam !
- Zeichnet alle Störungen auf
- „Dauerauswertung“
- Automatisierte Auswertung



60

## flex. Stromzangen



40cm Entfernung L1-L1



**Meinke**  
energy+

61

## Anforderungen

(in Abhängigkeit von der Applikation)

**Meinke**  
energy+

Für gerichtsfeste  
Messungen im Streitfall:

**EN 61000-4-30**

62

## Stromversorgung heute



63

## Stromversorgung heute



64



## Fazit

65



### Auswirkungen:

**Aus diesem Grund müssen Planer und Errichter eine Mess- und Überwachungsstrategie entwickeln, die Folgendes einschließt:**

- Komponenten zur Messung entsprechender Parameter, wie Energie, Leistung, Leistungsfaktor, Spannung, Merkmale der Versorgungsqualität (Oberschwingungen, Blindleistung, usw.);
- Überwachungseinrichtungen, Energiemanagement-Systeme von Gebäuden (Kommunikationseinrichtungen und Software), wenn kontinuierliche Messung und Datenerfassung erforderlich ist.

**Unsere Dienstleistung als Beratung !**

66

## Ein erster Ansatz..



67

### 8.3.1.2 Erforderliche Messanforderungen für die EE-Beurteilung



Energieeffizienz von Niederspannungsanlagen nutzt hauptsächlich folgende Arten von Anwendungen:

- Energieanwendungsanalyse und Kostenverteilung
- Energieanwendungsoptimierung
- Vertragsoptimierung, Übereinstimmung mit Gesetzen/Regeln, Grundlagen des Energiemanagement-Systems, z. B. nach Iso 50001;
- Messung im Netz, Netzüberwachung, **Überwachung der vertragsgemäßen Versorgungsqualität.**

68

## Rückblick auf die Fragen & Antworten an/von CHATGPT



- Energieeinsparung
  - Verbesserung der Technologie
  - Energiemanagement-Systeme
  - Regulatorische Standards und Richtlinien
  - Verhaltensänderungen
- 
- Frage nicht was andere tunen können, sondern mache es vor!

69

## Wir helfen Ihnen gerne..



damit Sie sich wieder beruhigt und mit positiven Gewissen Ihren Feierabend und Ihrer Familie widmen können und auf der Arbeit sich mit Ihren Kernaufgaben beschäftigen können...

70



# Energie Optimiert.

Netzanalysen (Spannungsqualität)  
Energieoptimierungen  
Blindstromkompensationsanlagen  
Thermografie  
elektronische Mess- und Prüftechnik  
Gutachten und Seminare  
Miete und Industrievertrieb



71



Wann können wir Ihnen helfen ?

Markus Meinke  
T. 05162 838

[markus.meinke@meinke-energy.com](mailto:markus.meinke@meinke-energy.com)

[www.meinke-energy.com](http://www.meinke-energy.com)

72



## Backup PQ

73

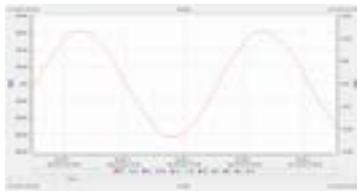
## Autom. Melkanlage (I)



Elektronische Uhren laufen nach oder vor

74

## Autom. Melkanlage (II)



75

## Fehlfunktion Fahrstühle



Hochhaus – 13 Etagen  
2 Fahrstühle bleiben stehen

76

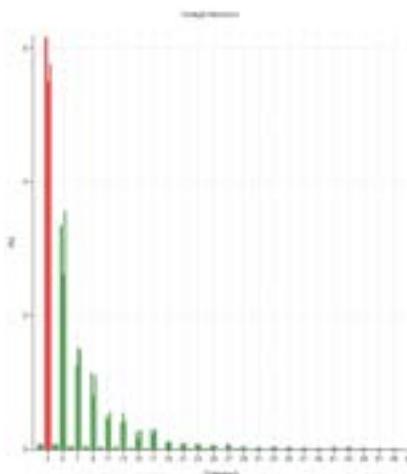


## Netzdokumentation 2021



79

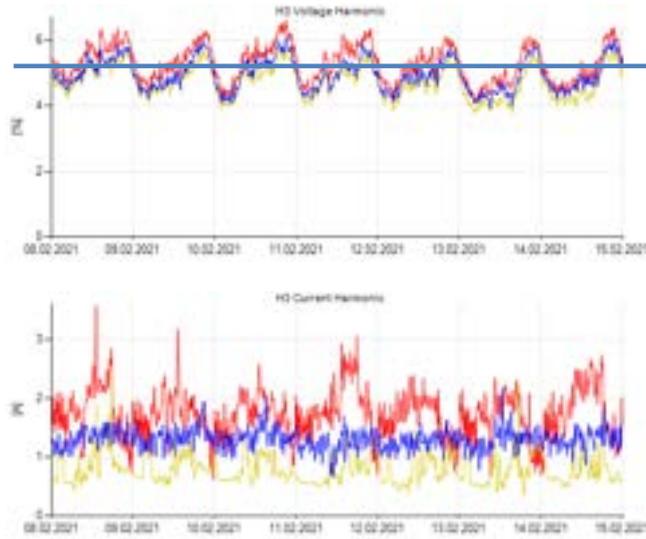
## EN50150 – Report Harm. 2021



Grenzwert 3. Harmonische: 5%

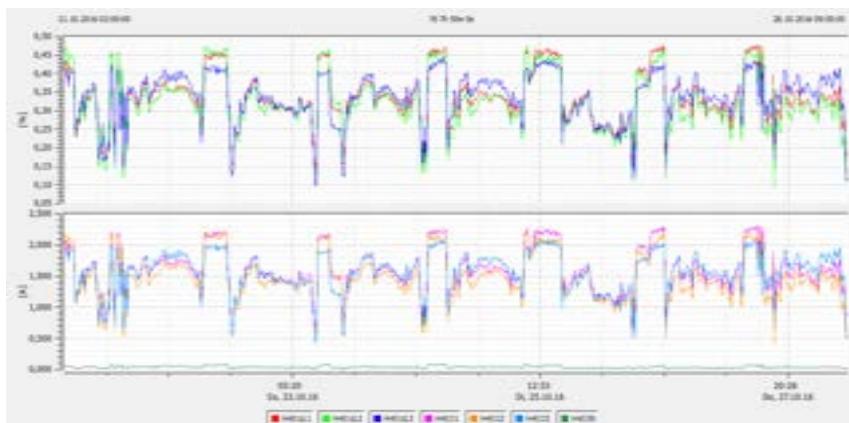
80

### 3. Harmonische



81

### Darstellung Oberschwingung 43. Harmonische



82

## PQ – Afrika (Sierra Leone)

