

Netzqualität

Oberschwingungen,
Transienten und weitere
Störungen in elektrischen
Energieversorgungsnetzen

**Störungsbeseitigung
durch neue Meßtechnik**

Dr.-Ing. Bodo Appel

Schlechte Netzqualität

Woran merkt man's?

- Rechnerabstürze
- Datennetzwerkprobleme
- Lichtflackern
- Produktionsausfälle
- Durchgebrannte Leiter
- Erhitzte Motoren
- Unerklärlich gestiegene Energiekosten

Definition:

- **Spannungsschwankungen:**
längere Vorgänge (> 10 msec)
- **Transienten:**
kurze Vorgänge (< 10 msec)
- **Oberschwingungen:**
Frequenzen > 50 Hz

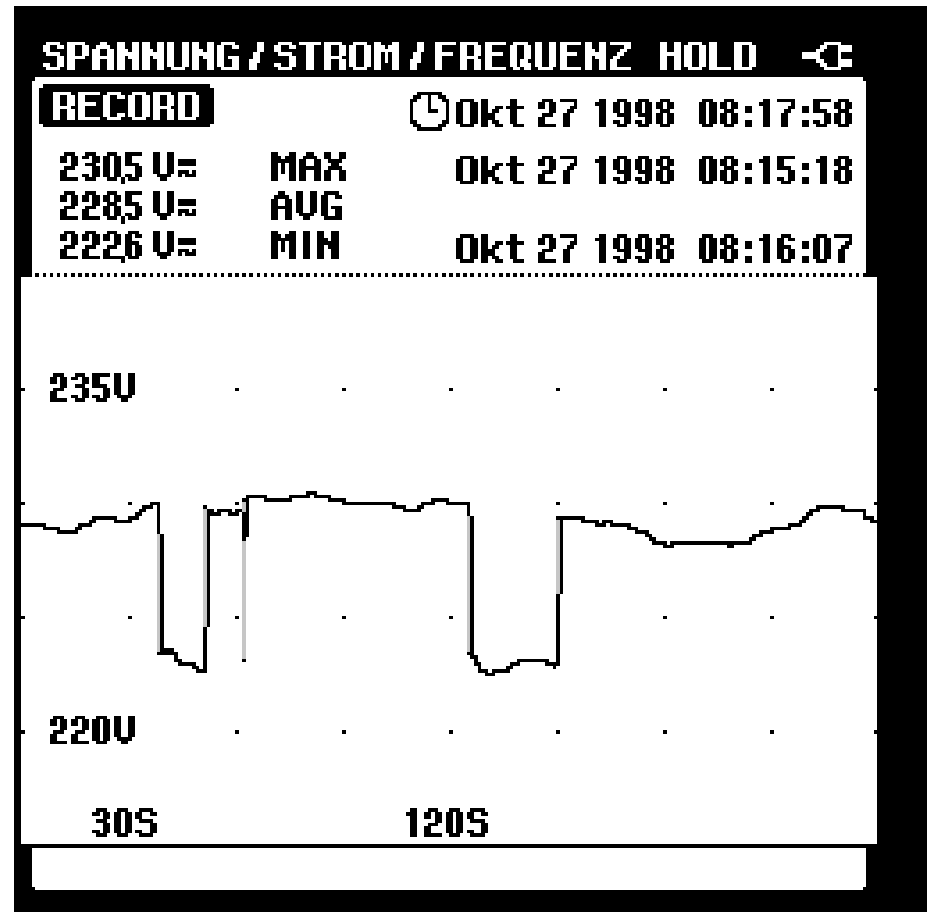
Spannungsschwankungen

Ursachen:

- Kurzschlüsse
- Rückwirkungen von Einschaltvorgängen
- Laständerungen
- Netzregelvorgänge
- weiches Netz

Folgen:

- Geräteausfälle durch Unterspannung
- Gerätezerstörungen durch Überspannung
- plötzliche Rechnerausfälle
- Flickererscheinungen



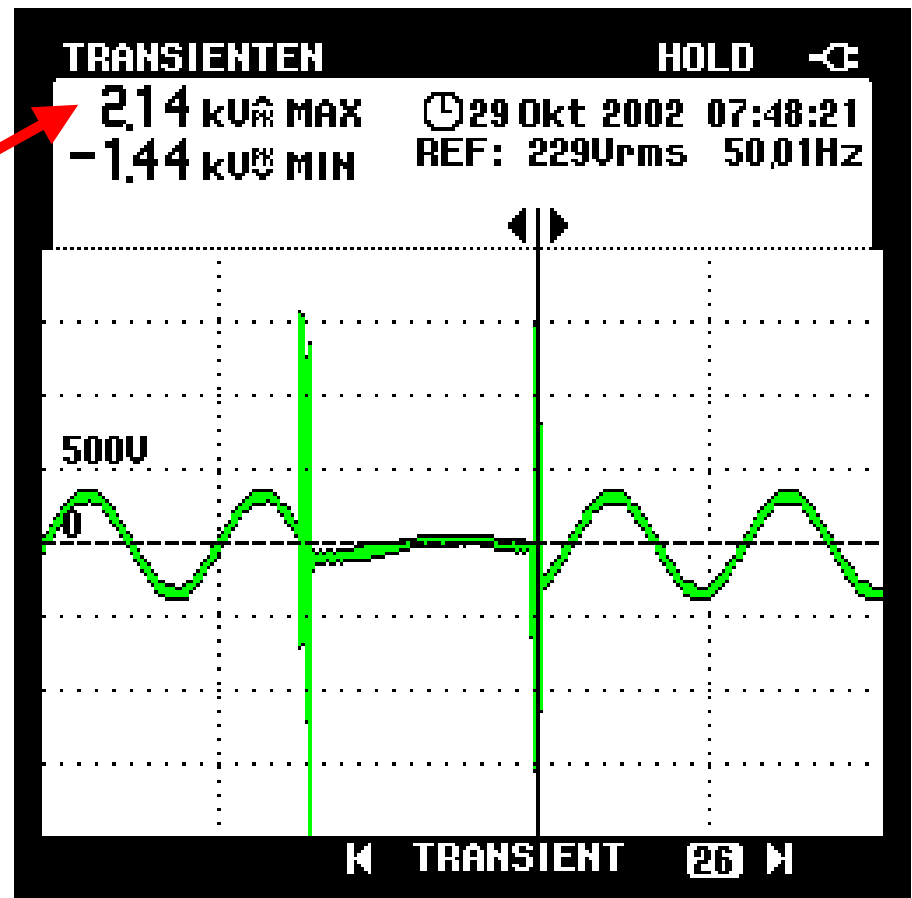
Transienten

Ursachen:

- Schaltvorgänge
- Umrichter
- Blitzeinschläge
- Kurzschlüsse

Folgen:

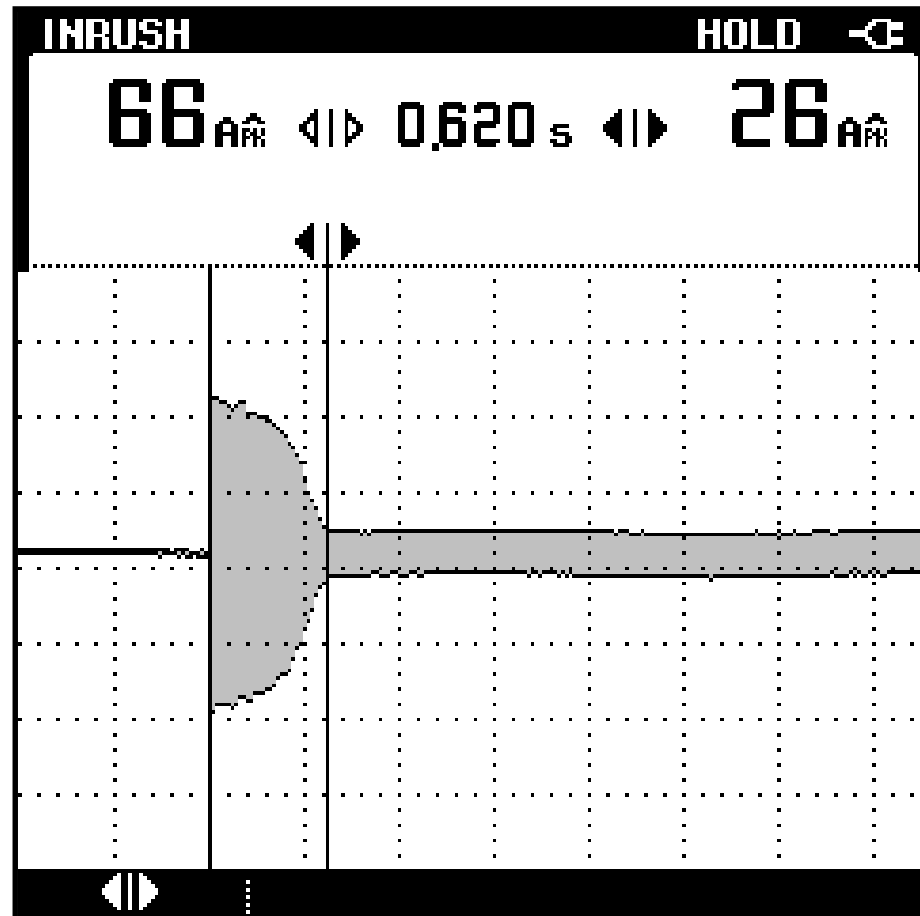
- Überschläge in Geräten
- bei nicht richtig geschützten Meßgeräten Lebensgefahr
- Rechnerabstürze
- Störung von Datenleitungen
- Zerstörung von Geräten



Einschaltvorgänge

Ursachen:

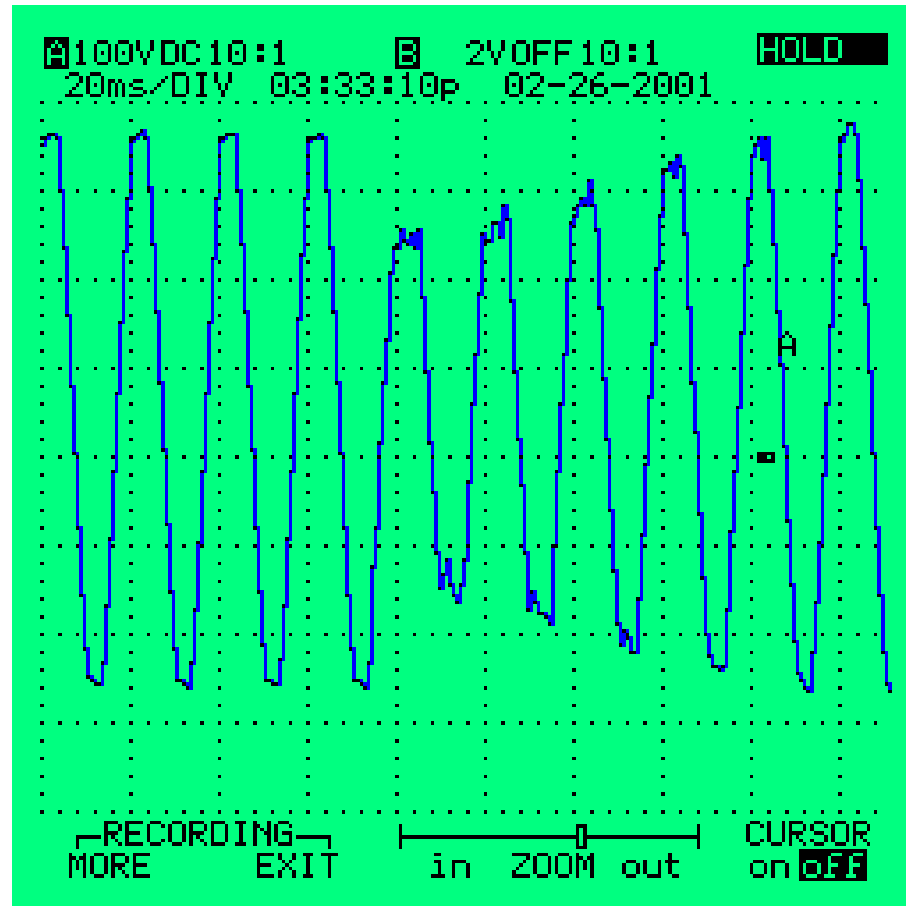
- Motoranlaufstrom
- Monitor-entmagnetisierung
- Schweißgeräte
- Kopierer



Einschaltvorgänge

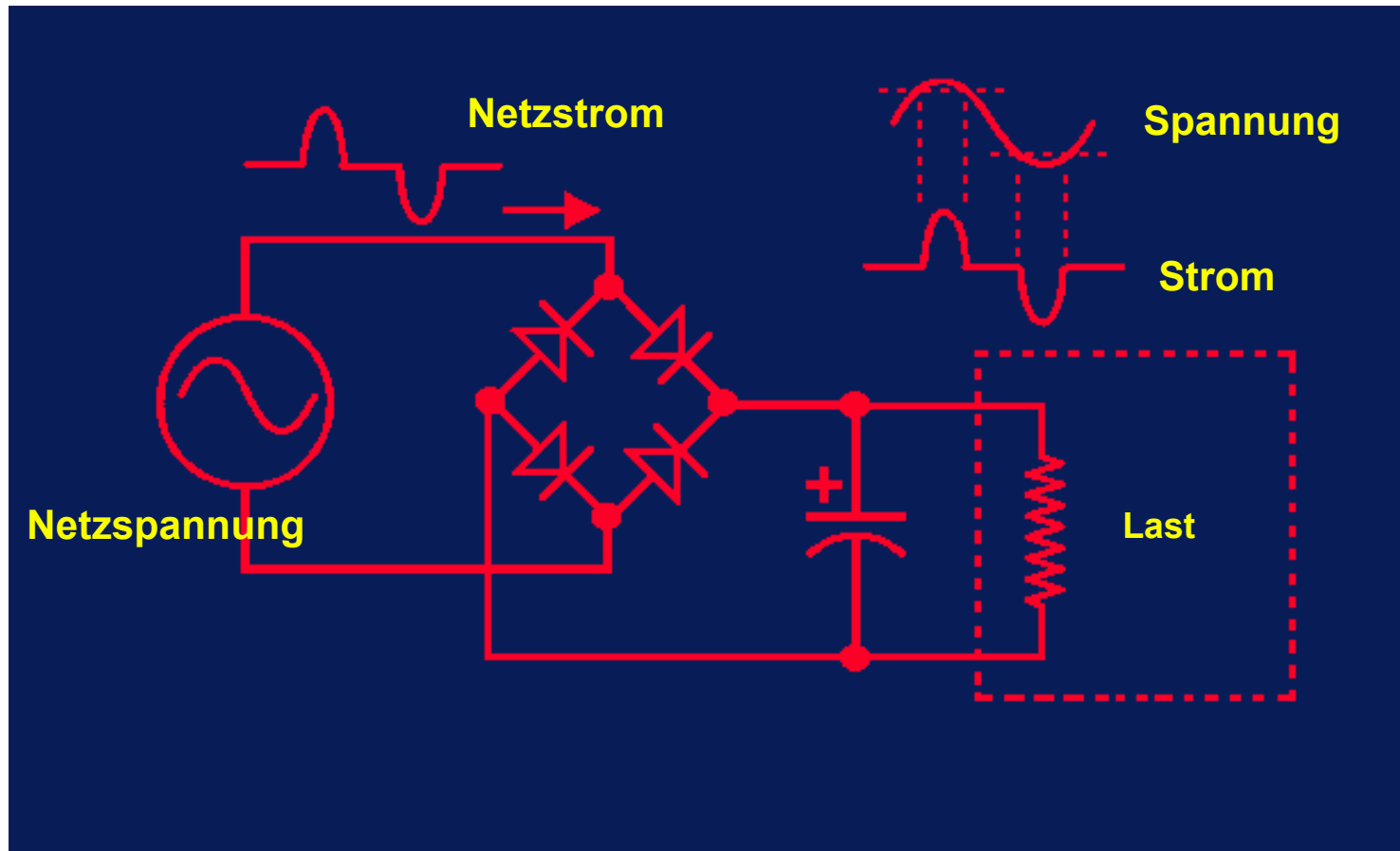
Folge:

- Spannungseinbruch im Netz

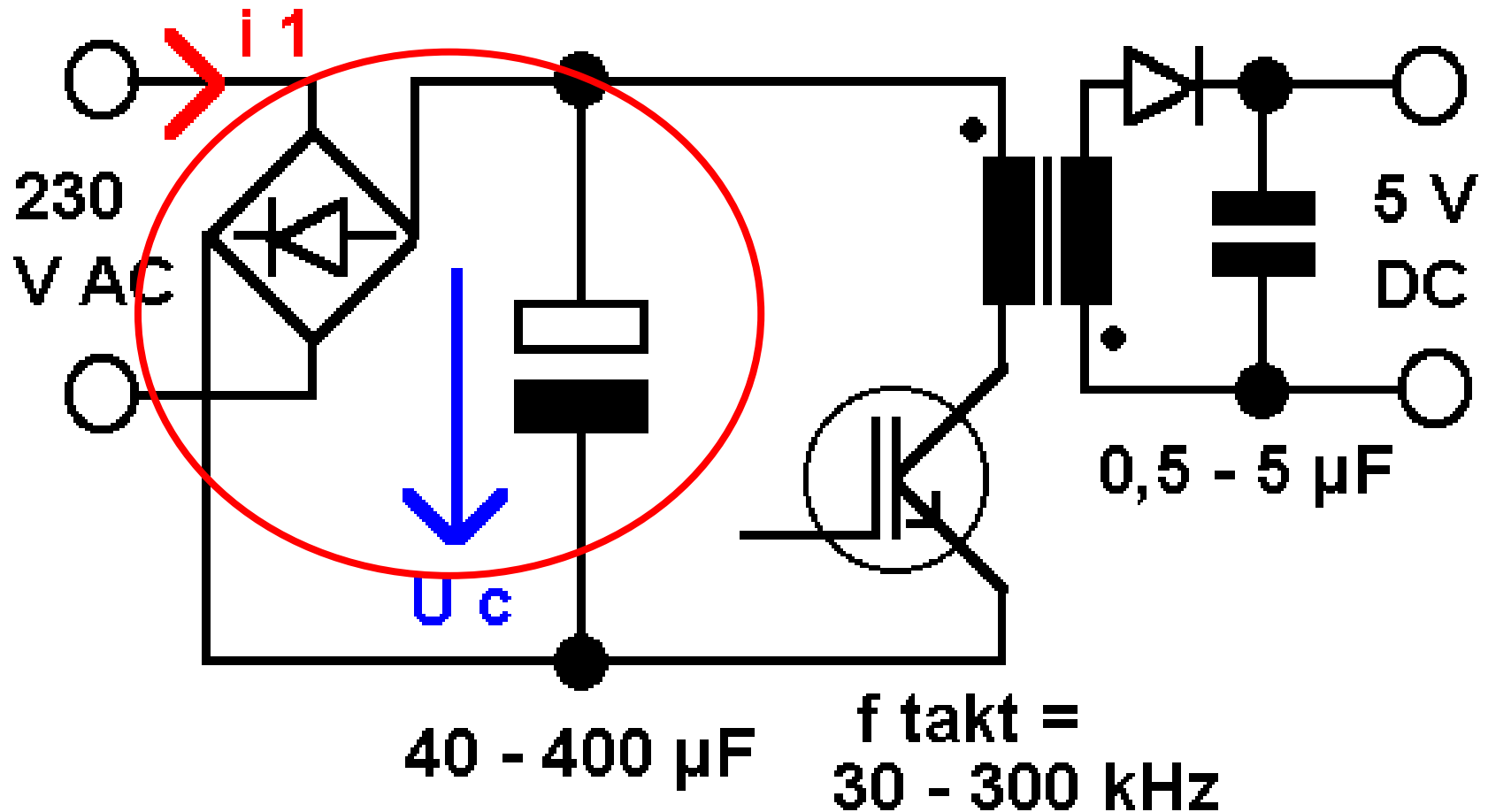


Nichtlineare Lasten

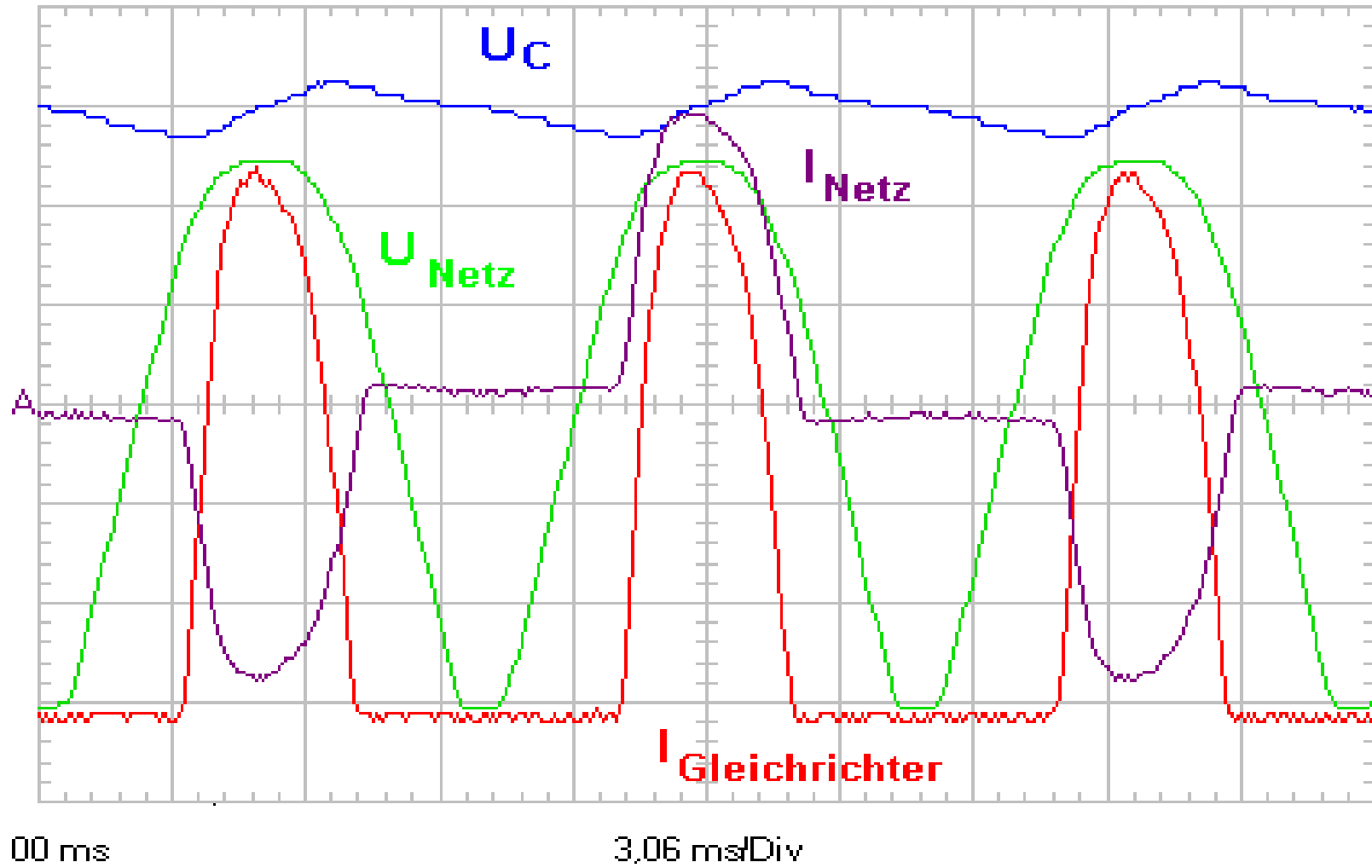
Netzteile



Oberschwingungen



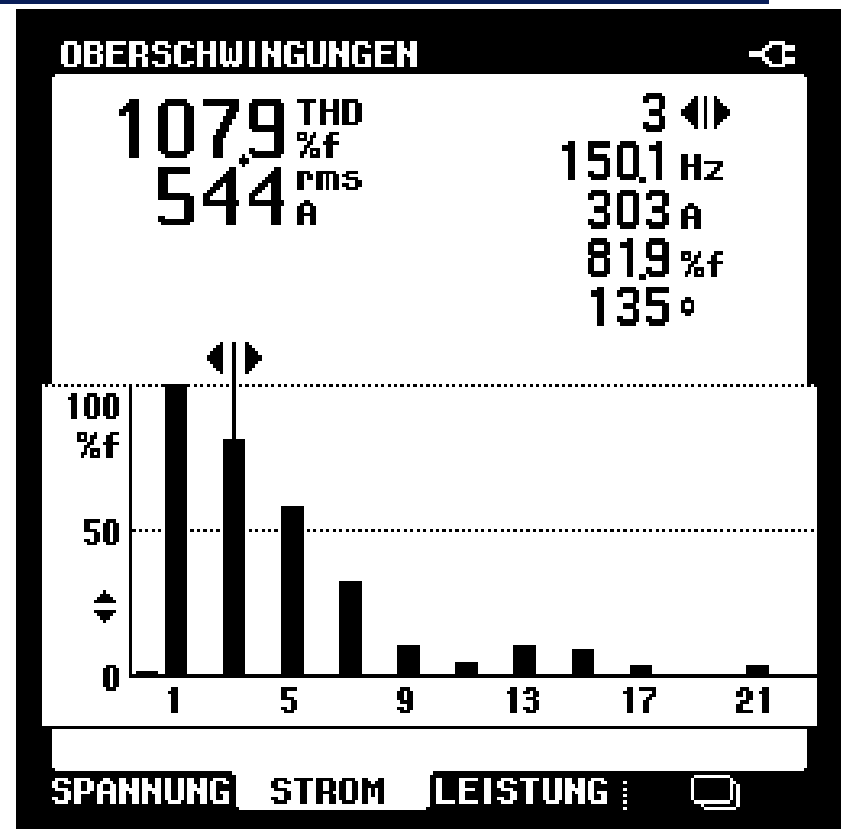
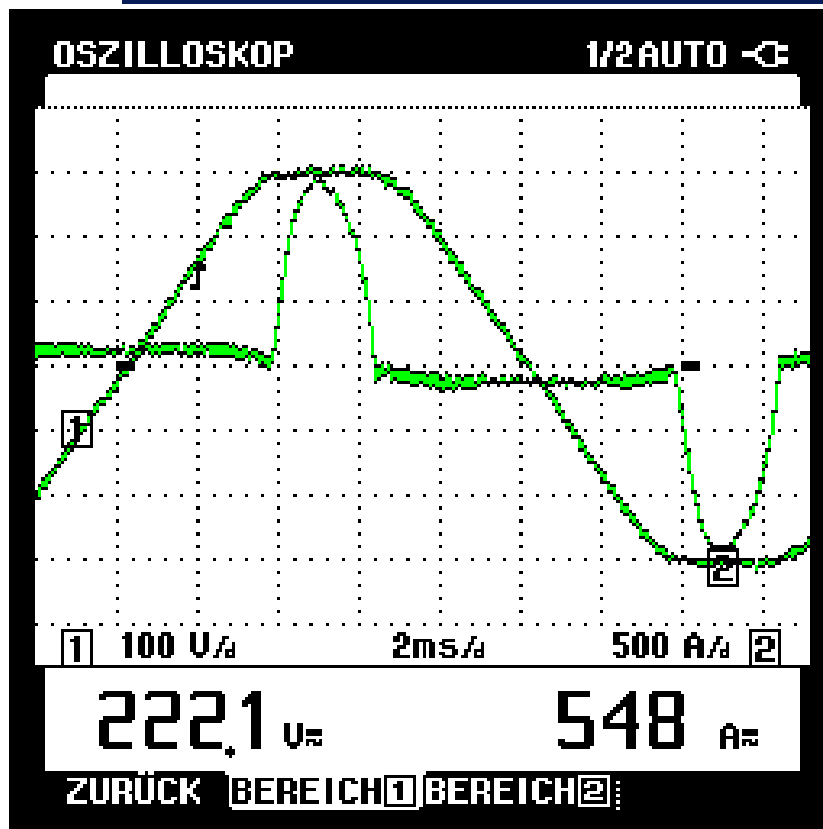
Typischer Aufbau eines Schaltnetzteil



Spannungen und Strom im Netzteil

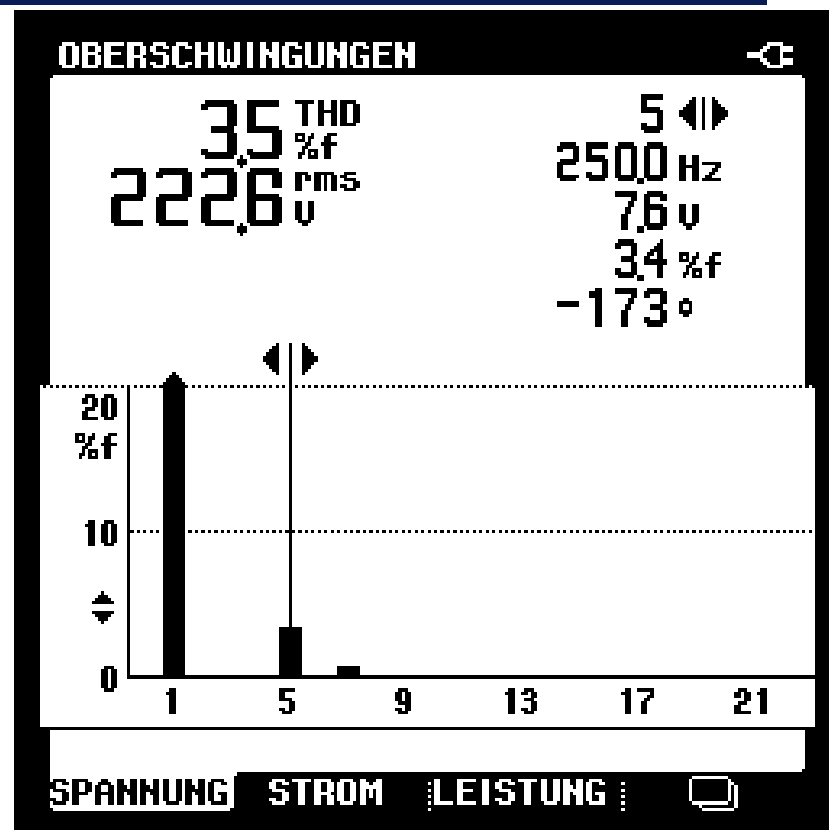
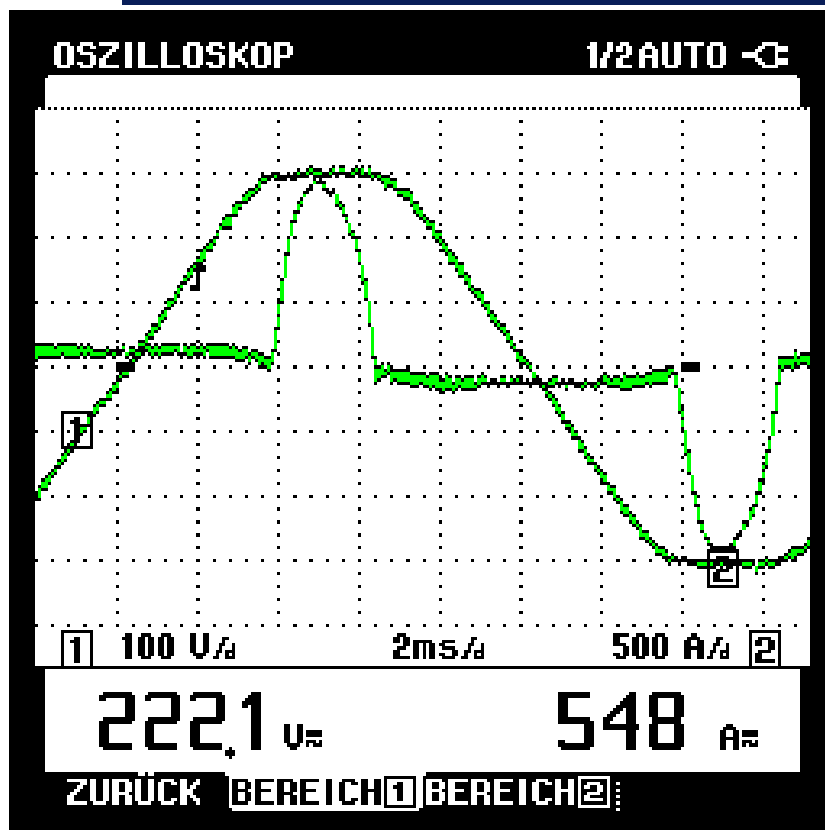
Netzurückwirkung

- Impulsförmiger Strom flacht Netzspannung ab

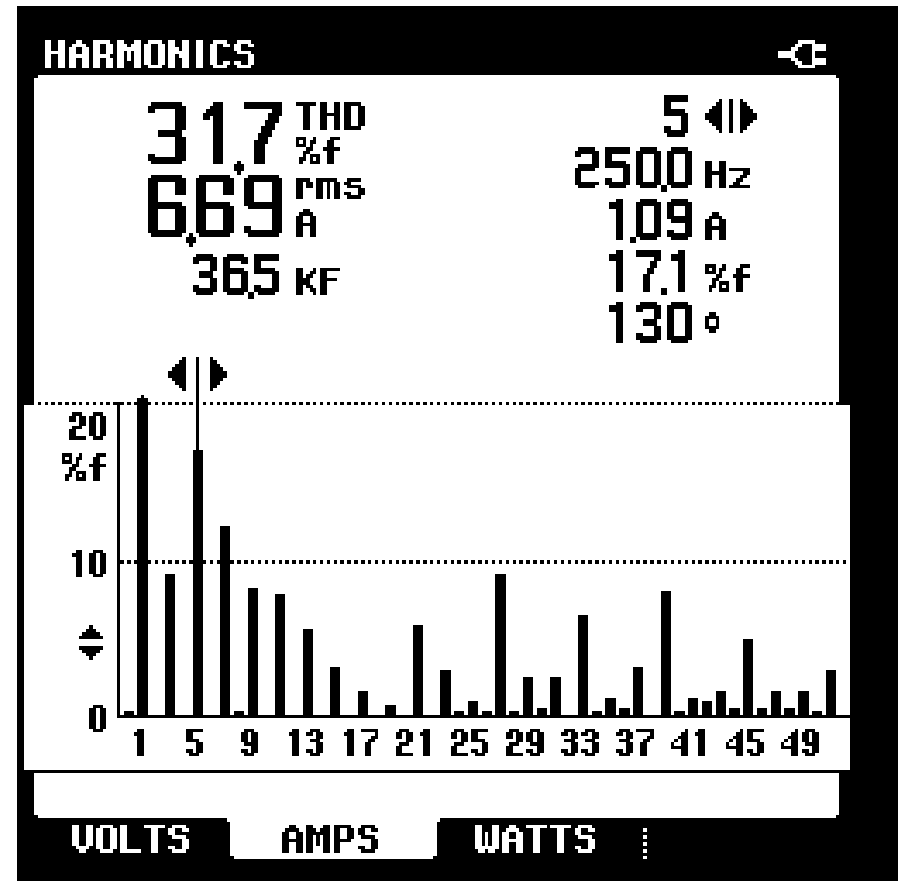
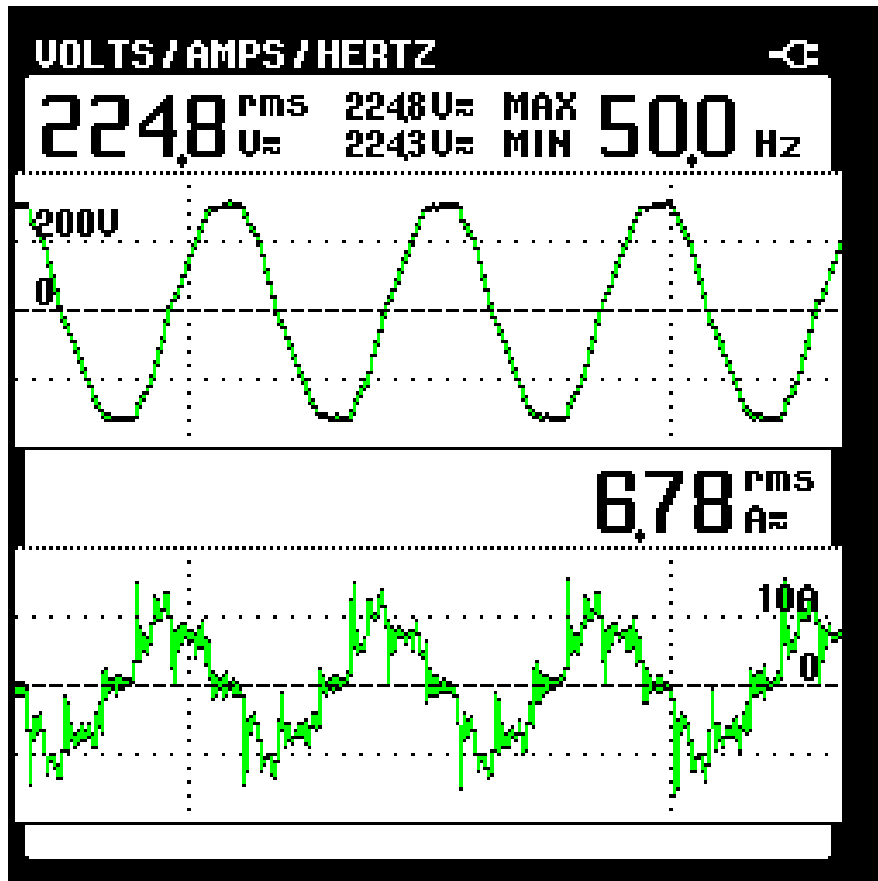


Netzurückwirkung

- Impulsförmiger Strom flacht Netzspannung ab

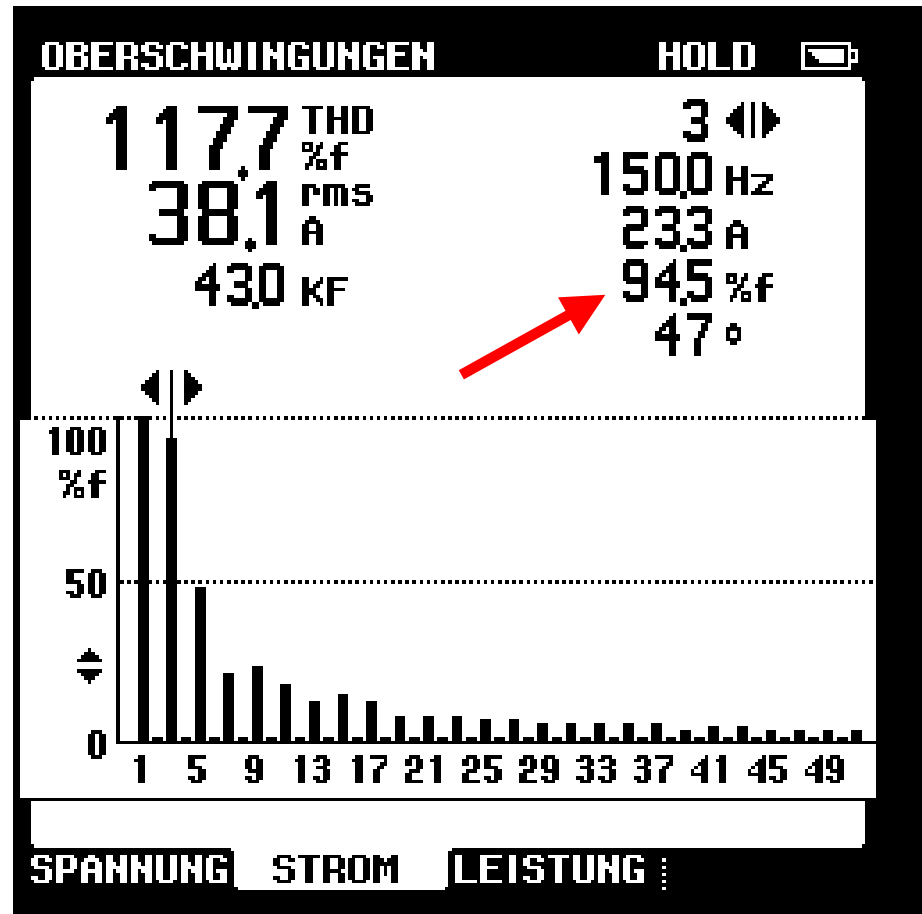


Zerstörung von Kompensationsanlagen

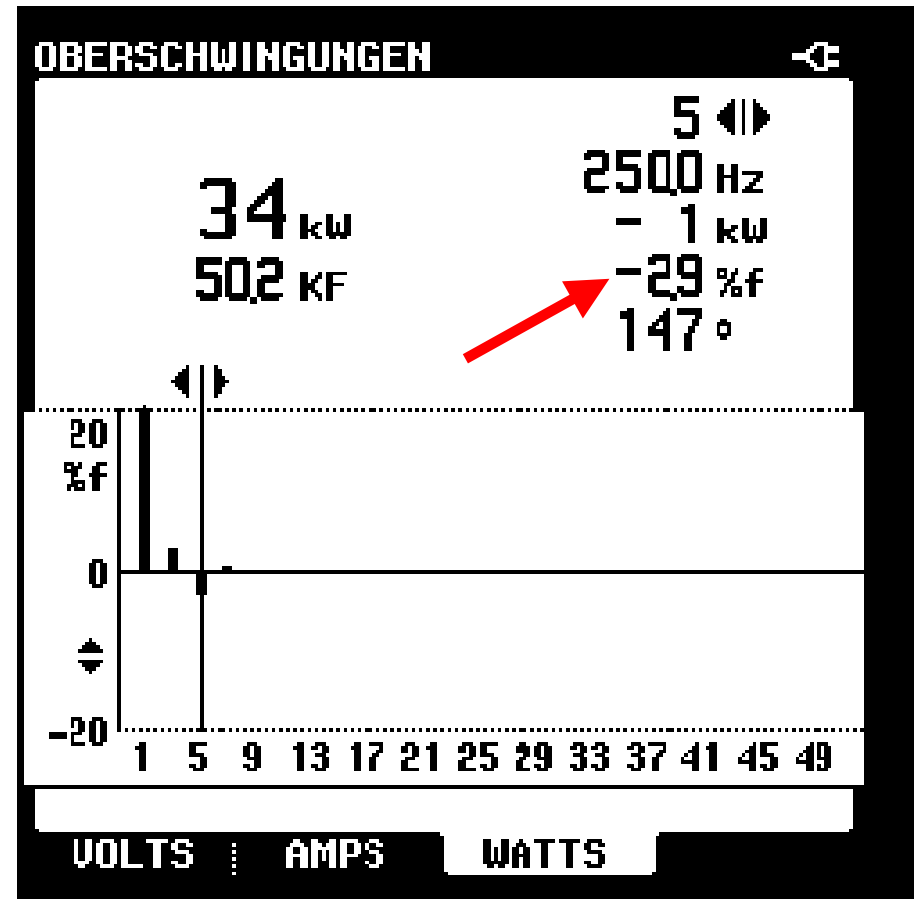


Oberschwingungen

Typische Signatur
von Gleichrichtern
und Dimmern



Rücklaufende Wirkleistungen



Drehfeldrichtung der Oberschwingungen

- Jede Oberschwingung ist gekennzeichnet durch ihr Drehfeldrichtung:
 - *Geradzahlige Oberschwingungen kennzeichnen Einweggleichrichtung.*

Oberschw.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Frequenz	50 Hz	100 Hz	150 Hz	200 Hz	250 Hz	300 Hz	350 Hz
Vorzeichen	+	-	0	+	-	0	+

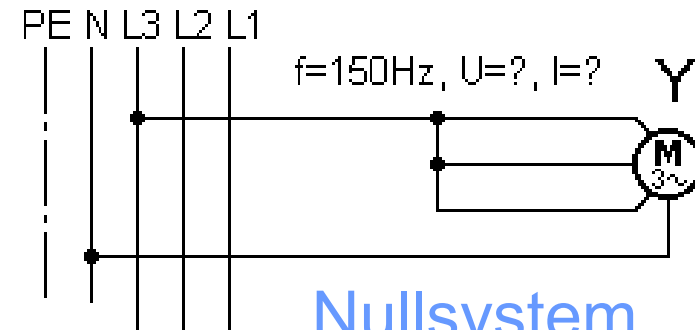
Auswirkung auf		
Vorzeichen	Motor	Stromversorgungssystem
Pos.	Vorwärtsdrehendes Magnetfed	Erwärmung
Neg.	Rückwärtsdrehendes Magnetfed	Erwärmung, Brems
0	keine	Erwärmung, Addition im N

Auswirkungen auf Drehstrommotor

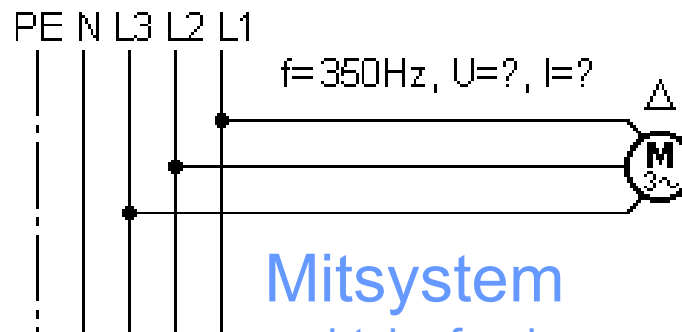


Motor wird heiß

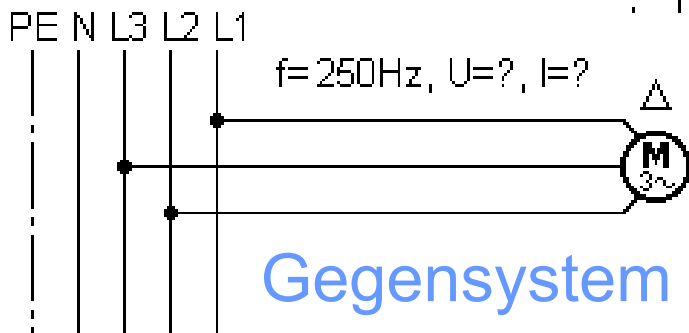
- Ein und derselbe Motor wird gleichzeitig



Nullsystem
kein Drehfeld



Mitsystem
rechtslaufendes
Drehfeld



Gegensystem linkslaufendes Drehfeld

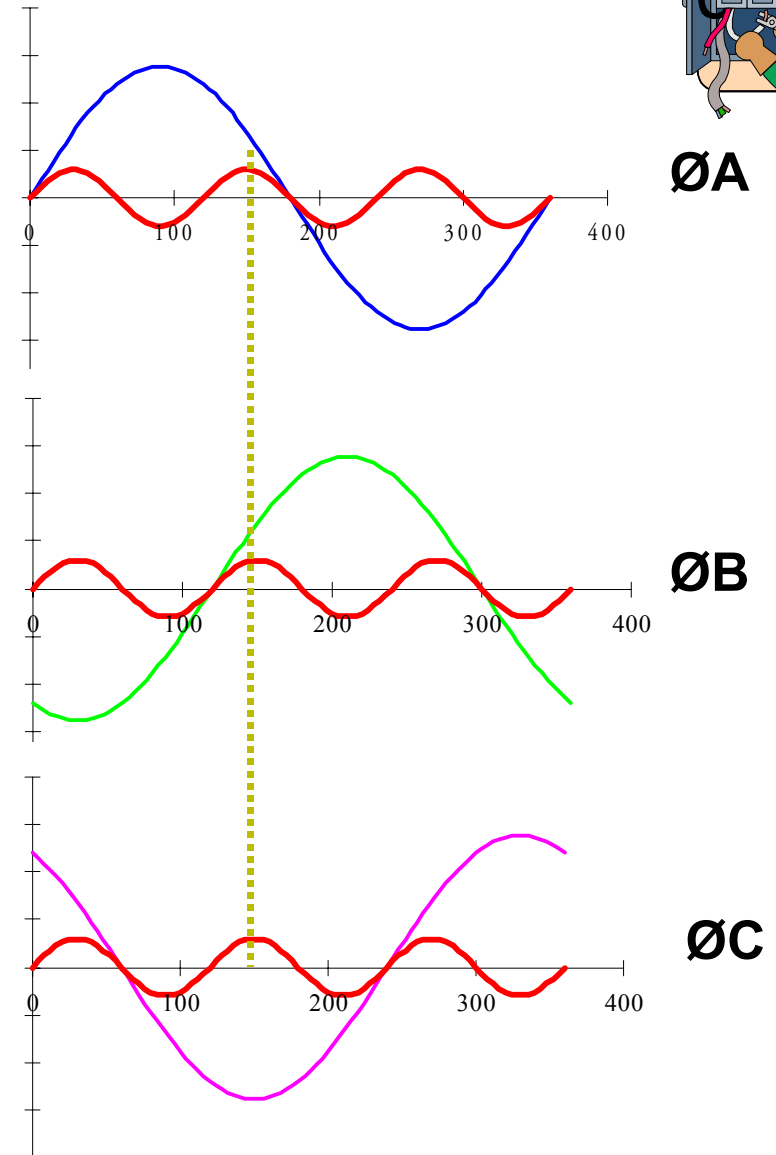
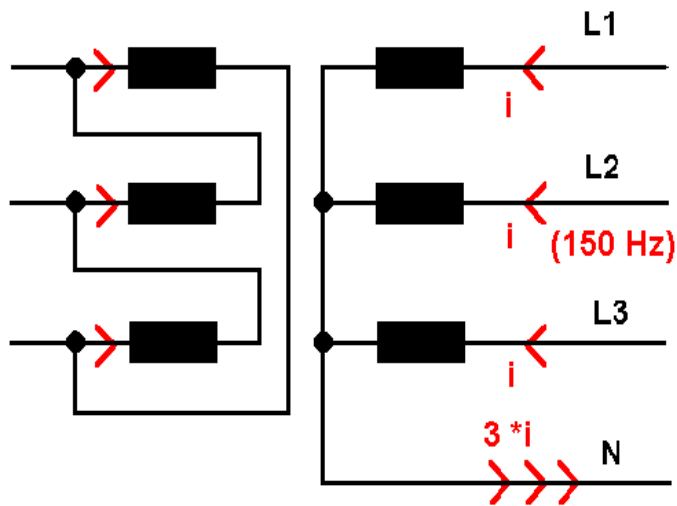
**in diesen 3
Betriebspunkten
betrieben!**

Netzqualitätsmessungen:

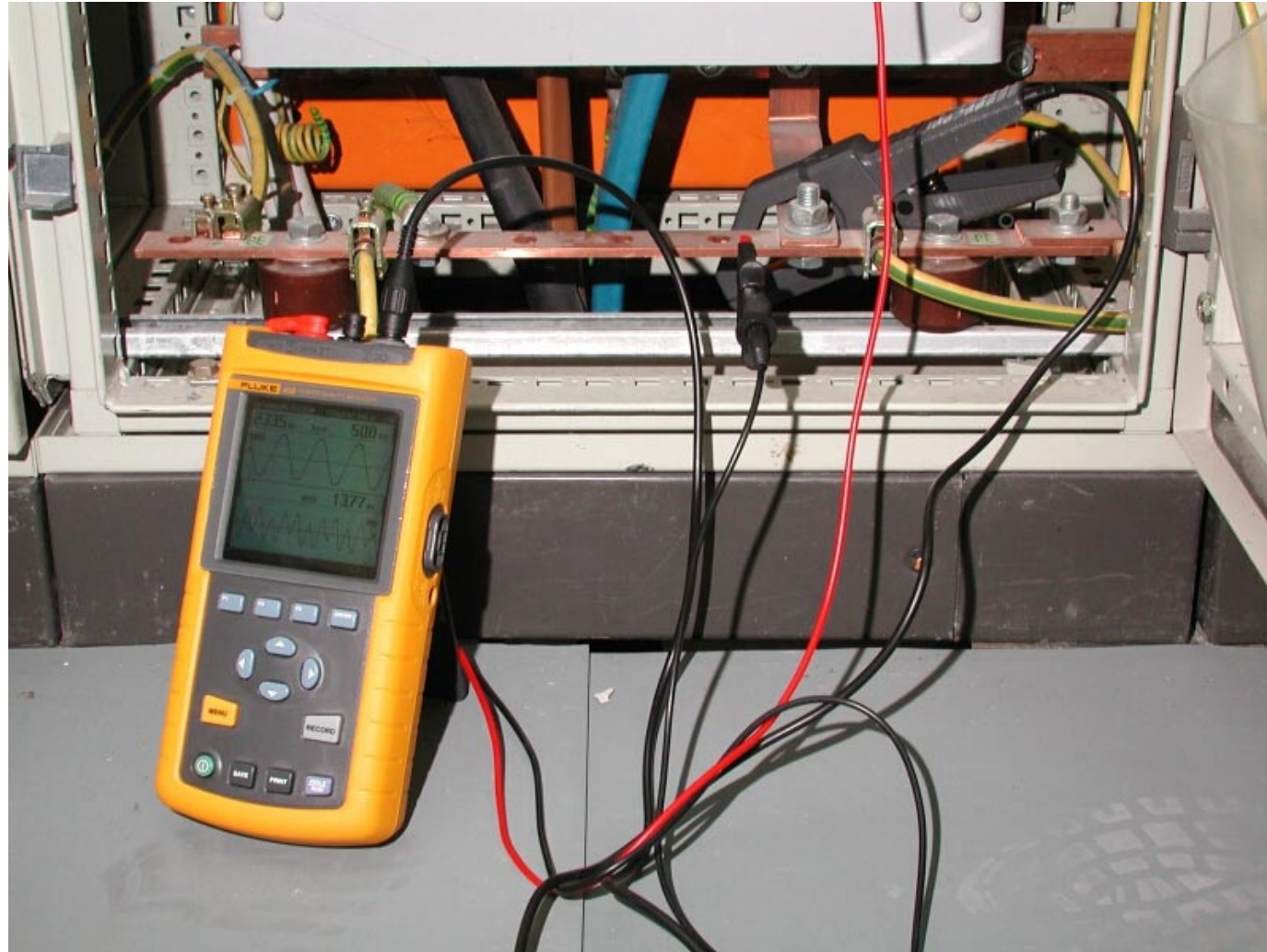
Oberschwingungen 3. Ordnung



- In einem 3-Phasen System mit Neutral-Leiter addieren sich 3. Harmonische im Neutralleiter.
- Oberschwingungen 3. Ordnung von jeder Zuleitung sind in Phase.



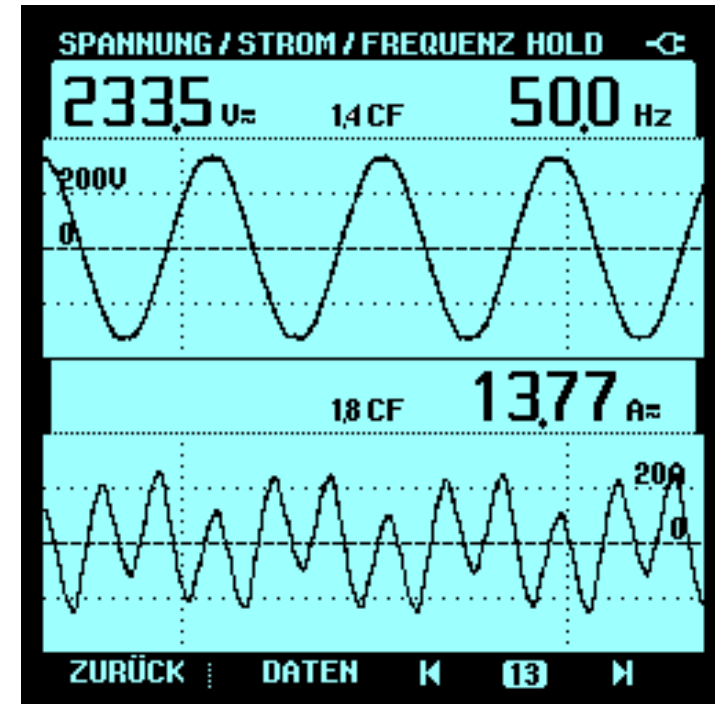
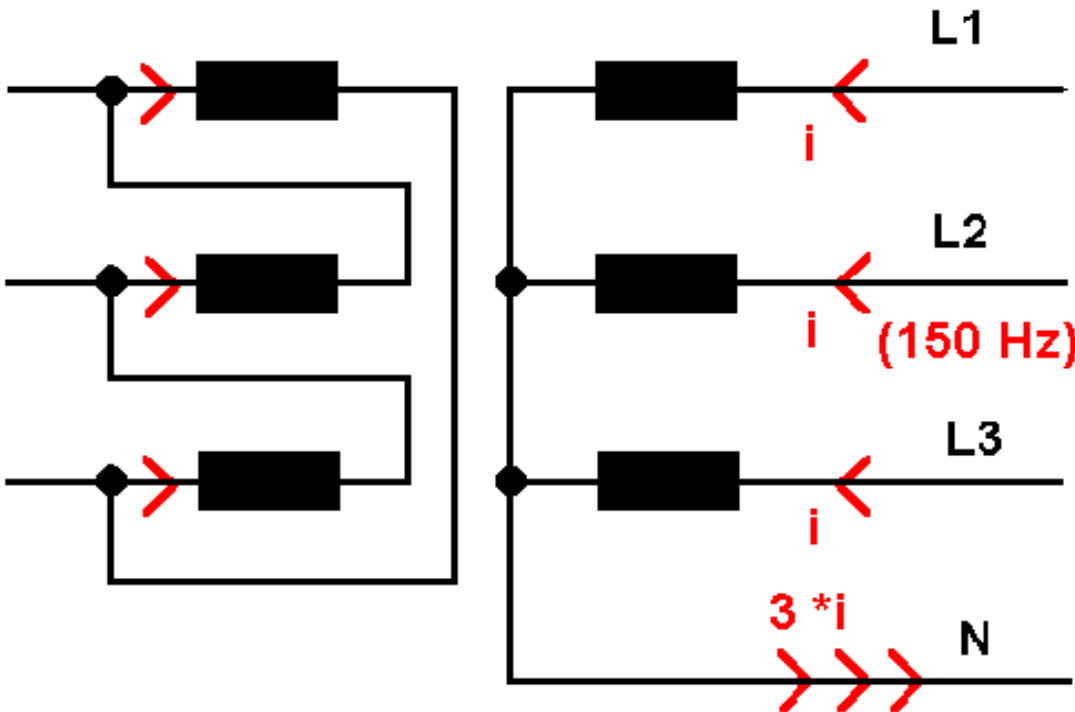
Netzqualitätsmessungen: Oberschwingungen 3. Ordnung



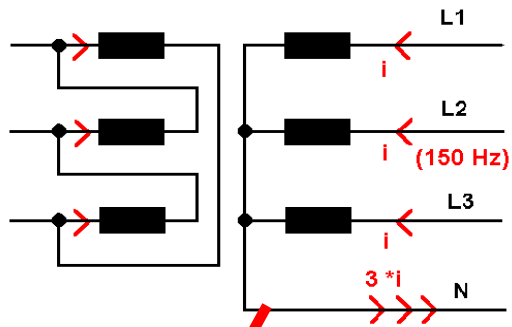
- Messung in der Einspeisung

3. Oberschwingung im Neutraleiter

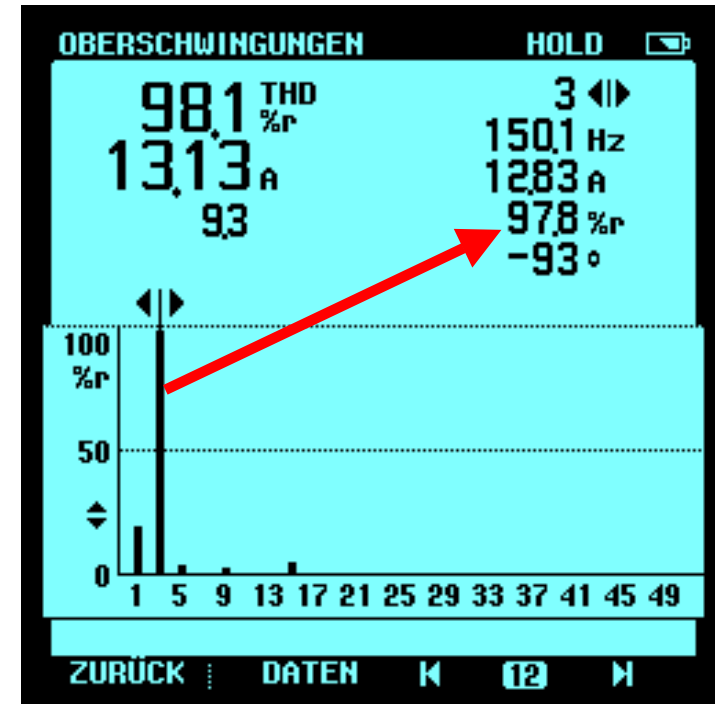
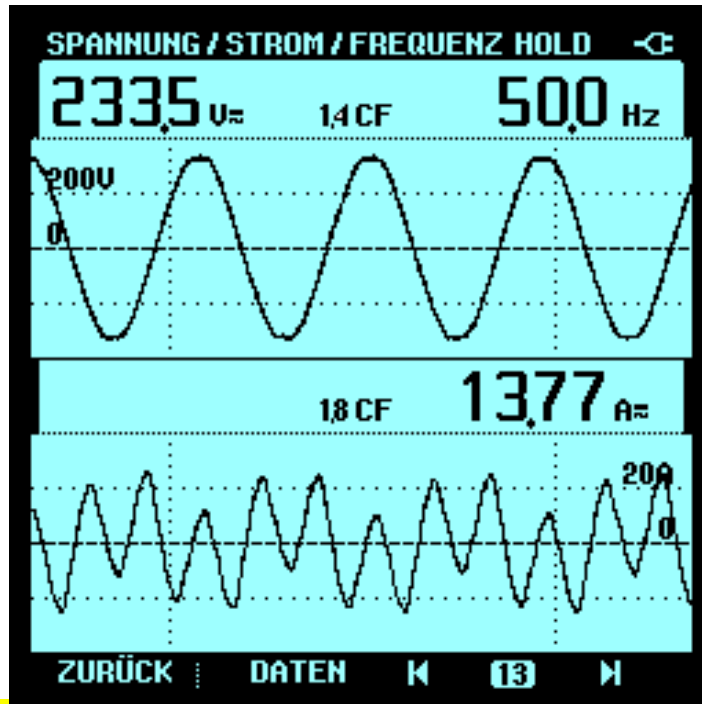
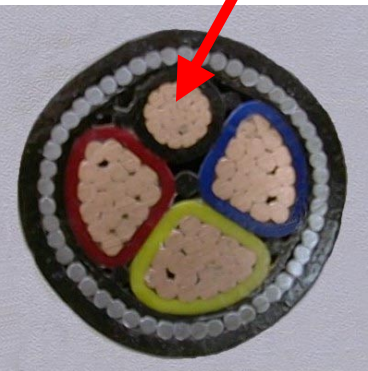
150 Hz im Neutraleiter



3. Oberschwingung im Neutralleiter



Beim Neutralleiter gilt:
Oft ist mehr drin als man glaubt!



Oberschwingungen

Welche Folgen ?

- Herabsetzung der Leistungsfähigkeit, hohe Verluste
- verkürzte Lebensdauer für Geräte und Komponenten
- Beschädigung und Zerstörung von Geräten
- Fehlfunktionen von Geräten
- Netzurückwirkungen
- Fehlmessungen
- Neutraleiterüberlastung, Brandgefahr!
- Kosten durch erhöhten Energieverbrauch

Problematische Lasten

Alles was Gleichrichter hat....

- *Personal Computer, Drucker, Monitore*
- *Drehzahlgeregelte Motorantriebe*
- *Batterieladegeräte*
- *Energiesparlampen*
- *elektronische Durchlauferhitzer*
- *Elektronische und medizinische Testgeräte*
- *Hochleistungs-Entladungslampen*
- *Leuchtstofflampen mit EVGs*
- *Dimmer*
- *Schweißmaschinen*



sowie:

Oberschwingungen: Konsequenzen

- Es gibt eine neue Blindleistung
- Es existieren zwei Leistungsfaktoren
 - => Klassische Kompensation nicht mehr wirksam
 - => Schäden an Kondensatoren
- Vagabundierende Ströme in PE/PA-Systemen
 - => Schäden an Anlagen
- Unnötige Energiekosten
- durch aktive Filter zu beseitigen

Oberschwingungen: Konsequenzen für die Leistungsmessung

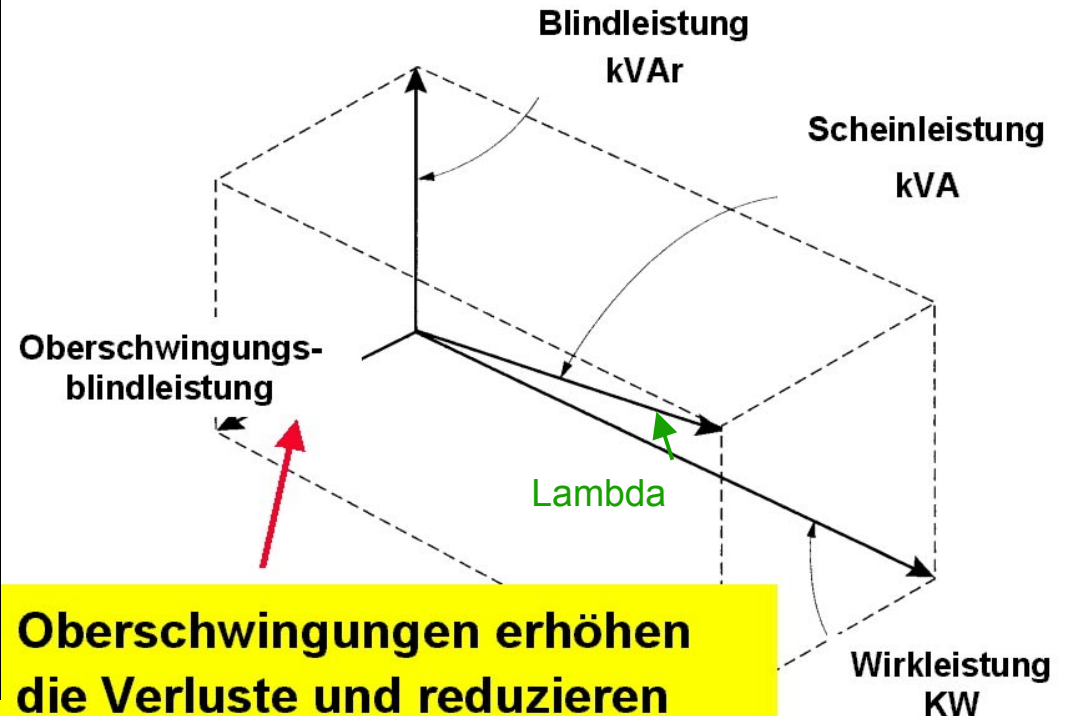
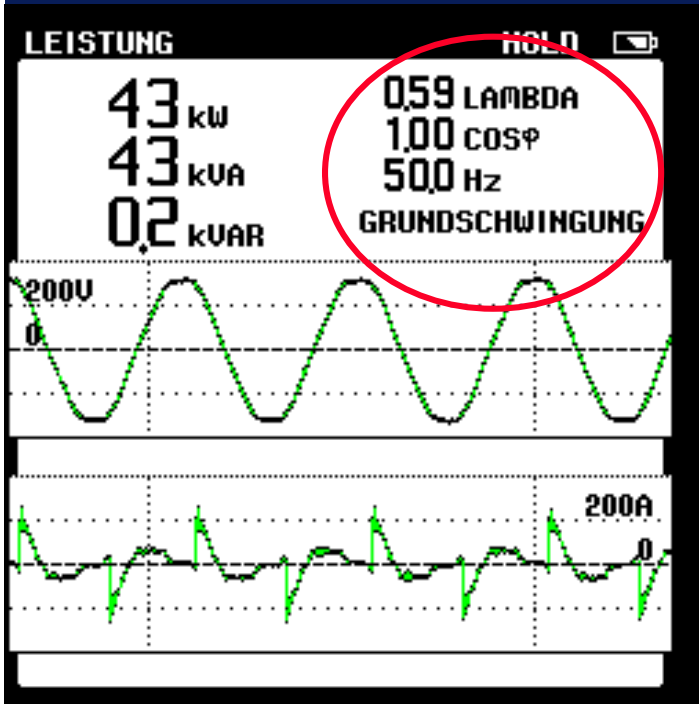
- Es gibt eine neue Blindleistung
 - Es existieren zwei Leistungsfaktoren
- => Klassische Kompensation nicht mehr wirksam
- => Schäden an Anlagen

Leistung

Vier Arten der Leistung

- **Wirkleistung (W):**
 - *Umwandlung in Wärme oder nutzbare Arbeit.*
 - $P = U \times I \times \cos \phi$
- **Blindleistung (VAr):**
 - *Aufbau eines Magnetfeldes oder Aufladen eines Kondensators.*
 - $Q = U \times I \times \sin \phi$
- **Scheinleistung (VA):**
 - *Entspricht der effektiven Belastung einer Stromversorgung.*
 - $S = U \times I$
- **Neu: Oberschwingungsblindleistung**

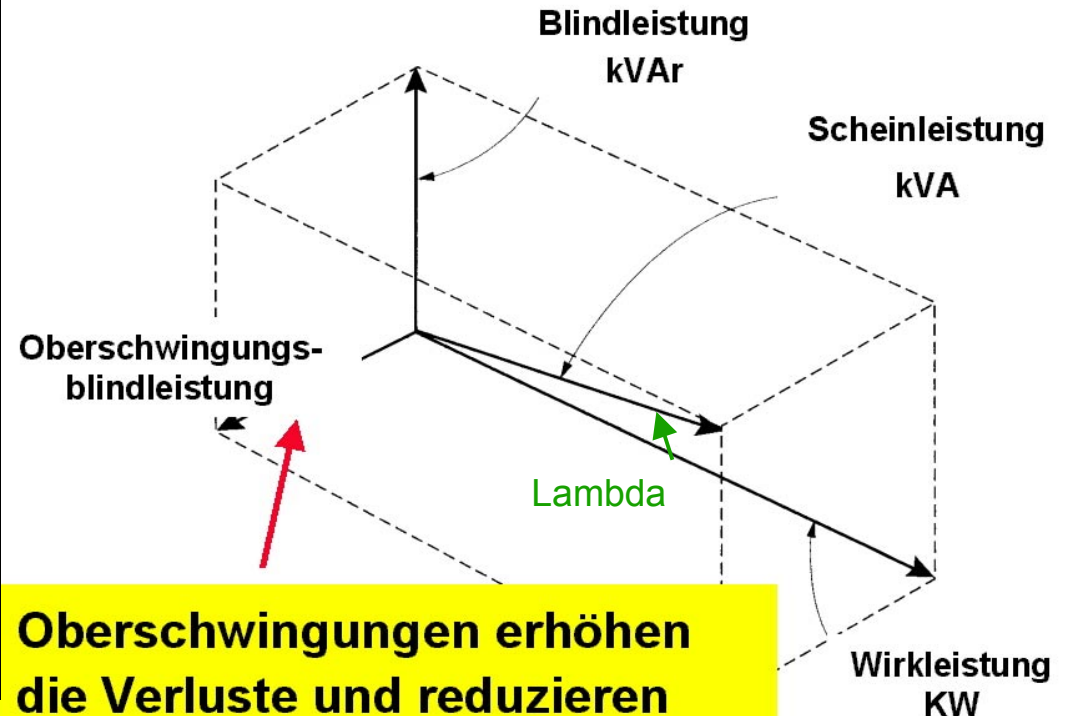
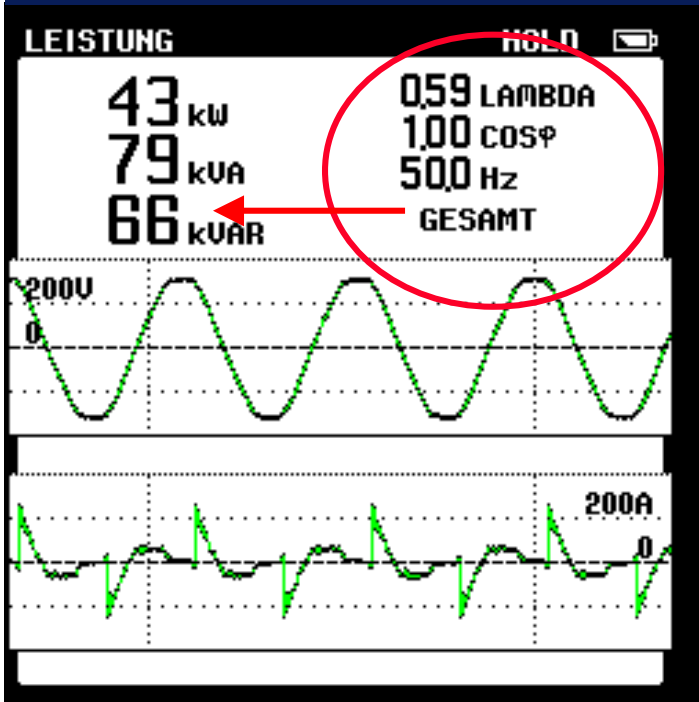
Mit Oberschwingungen Leistungsfaktor Lambda



Oberschwingungen erhöhen die Verluste und reduzieren den Leistungsfaktor (Lambda).

- LF (Lambda) ist Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung **inkl. aller Oberschwingungen**.
- Cos ϕ . Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung **ohne Oberschwingungen**.

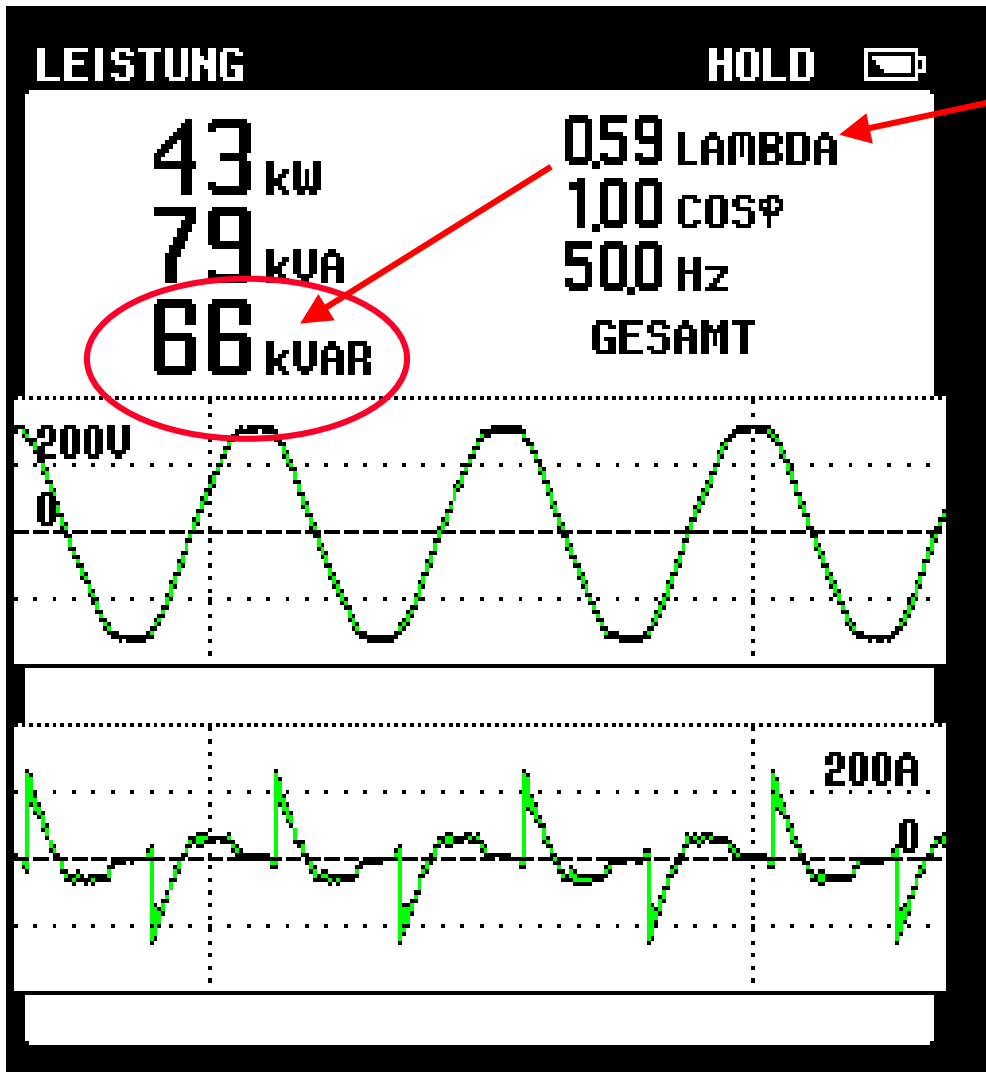
Mit Oberschwingungen Leistungsfaktor Lambda



Oberschwingungen erhöhen die Verluste und reduzieren den Leistungsfaktor (Lambda).

- LF ist Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung **inkl. aller Oberschwingungen**.
- Cos ϕ . Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung **ohne Oberschwingungen**.

Mit Oberschwingungen Leistungsfaktor Lamda



- Oberschwingungs-
blindleistung:
- Mit klassischer
Kompensation nicht
kompensierbar
- Aktive
Oberschwingungs-
filter nötig
- Vorher Messen!

Leistung

cos phi und Lambda

Ganz einfach:

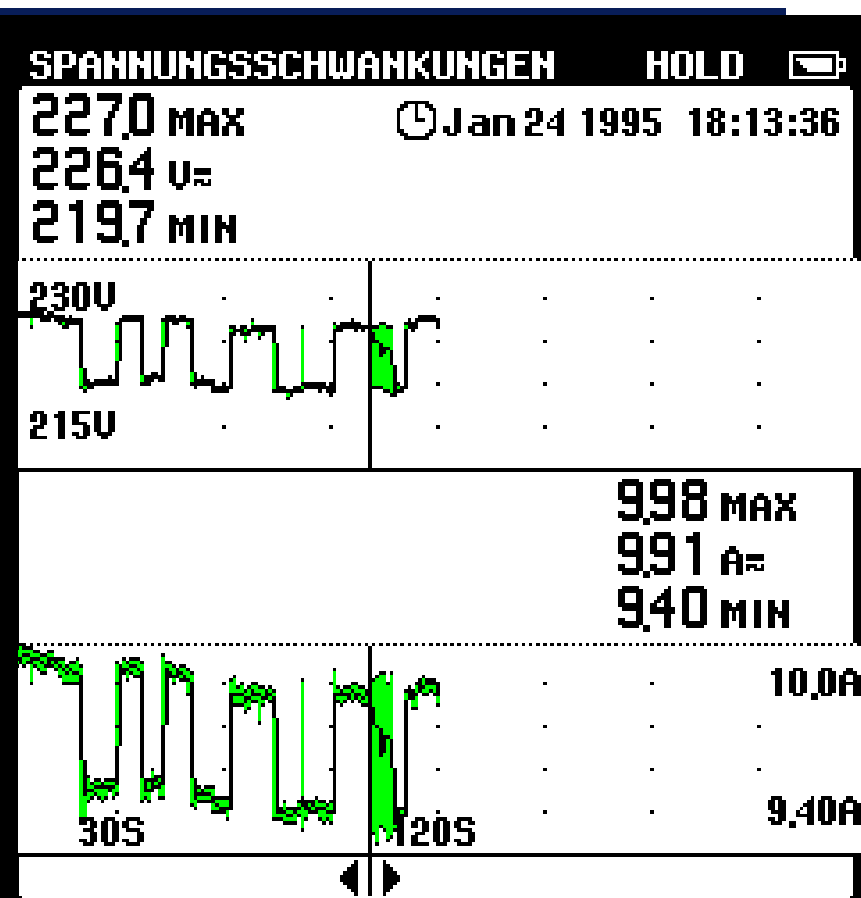
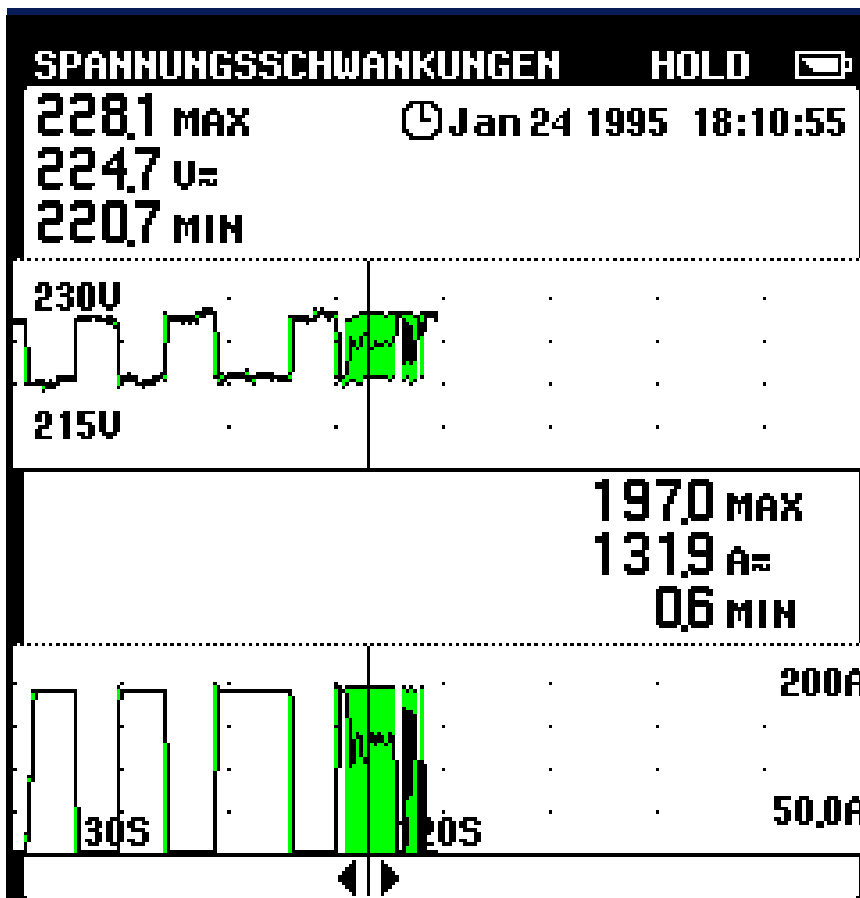
- wenn **LF = cos phi**:
keine Oberschwingungen im Netz.
- Wenn **LF < cos phi**:
dann Oberschwingungen im Netz

=> Einfach nur ablesen!

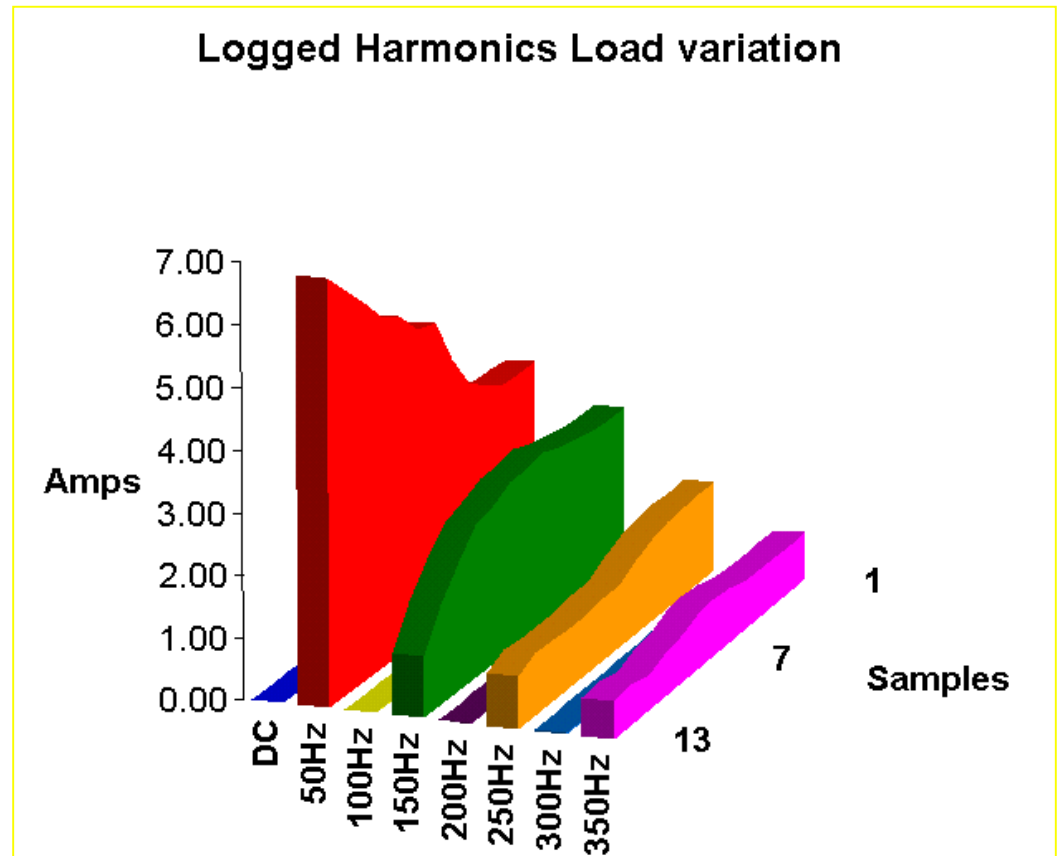
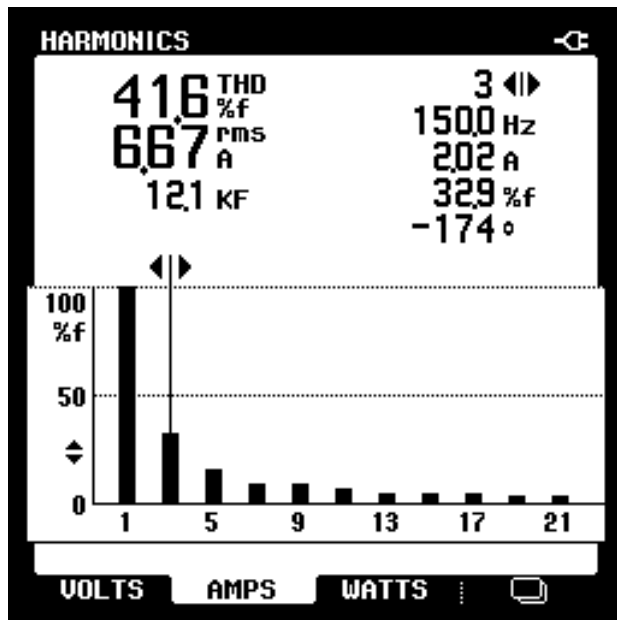
=> Erfassung von Fehlkompensation

=> Verhütung von Schäden an Anlagen

Flickerortung !



Langzeitaufzeichnung Oberschwingungen



Zusammenfassung

- **Verbraucherstruktur hat sich geändert**
- **Störungen im Netz nehmen zu**
- **Anforderungen an die Meßtechnik steigen**
- **Oberschwingungen führen zu vagabundierenden Strömen**
- **Beseitigung durch aktive OSF**



Fluke Deutschland GmbH,

Tel.: 069 – 22222 0200

Fax: 069 – 22222 0201

Web: www.fluke.de

Web: www.reliablemeters.com

Weitere Links zum Thema:

www.mgeups.de

www.dehn.de