



Blindlastkompensation
induktiv und kapazitiv,
Mittelspannung

**Filterkreisanlagen,
Saugkreise, Sperrkreise**
für Industrieanlagen,
Energieerzeugungsanlagen

Blindlastkompensation
für Niederspannungsanlagen
statisch – dynamisch

Hybridkompensation

**Reactive power
compensation**
inductive and capacitive,
medium voltage

**Harmonic filters,
tuned circuits**
for Industrial plants,
Power generation plants

Reactive Power Compensation
for low voltage grids
static – dynamic

Hybrid-Compensation

Mittelspannungskompensation
metallgekapstelt nach EN 62271-200
Typprüfung nach IEC 60694
bis 20 kV, 25 kA 1sec.
Störlichtbogenqualifikation IAC AFL 25 kA 1s
Medium voltage reactive power compensation
metal-clad acc. EN 62271-200
Type test acc. IEC 60694
up to 20 kV, 25 kA, 1 sec.
Internal arcing classification IAC AFL 25 kA 1s

ENERGY
ENERGIE

IST UNSER JOB

Begriffe

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick über die wichtigsten Begriffe im Zusammenhang mit der Blindlastkompensation gegeben.

Wirkleistung:

Mit rein resistiven und symmetrischen Lasten in einem Drehstromnetz entsteht reine Wirkleistung, d. h. die komplette Leistung wird innerhalb einer gewissen Zeit in elektrische Arbeit z. B. Wärme umgesetzt.

Strom und Spannung sind in Phase. Es gibt keinen Verschiebungswinkel beim Nulldurchgang. Diese Leistung wird im allgemeinen auch nur über Zähler erfasst. (Wirkleistungszähler)

Für ein Dreileiter-Drehstromnetz gilt:

$$P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi, \quad (\cos \varphi \ 0^\circ = 1,0)$$

Terms

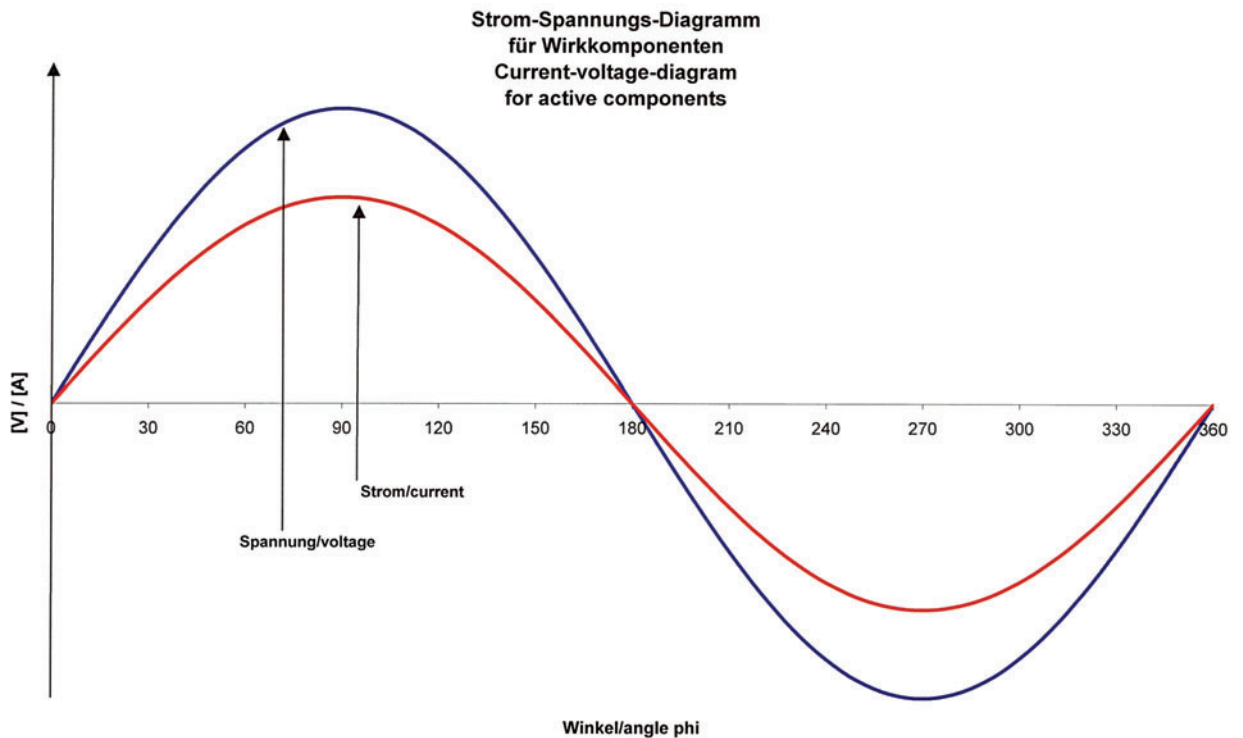
In the following, there is a short overview of the most important terms relating to reactive power compensation.

Active power:

Pure active power develops with pure resistive and symmetrical loads in a three-phase supply network, this means that the complete power is converted within a certain period of time in to electrical energy i.e. heat.

Current and voltage are in phase. There is no angle of shift with zero point. This power is also collected in general only by meters. (Active power meters)

For a three-phase AC supply network the following applies:



Blindleistung

In Niederspannungsnetzen findet man fast ausschließlich induktive Blindleistung.

Induktive Blindleistung entsteht z. B. durch die Magnetisierung von Induktivitäten oder auch durch installierte Gleichrichteranlagen.

Am häufigsten findet man 6-pulsige bzw. 12-pulsige Gleichrichter, die neben der Blindleistung auch Oberschwingungen erzeugen.

Kapazitive Blindleistung, die z. B. vorwiegend durch ausgedehnte Kabel erzeugt wird, findet man vor allem in Mittelspannungsnetzen.

Diese Blindleistung wird durch Ladestromdrosseln kompensiert, die ebenfalls in unserem Lieferprogramm enthalten sind.

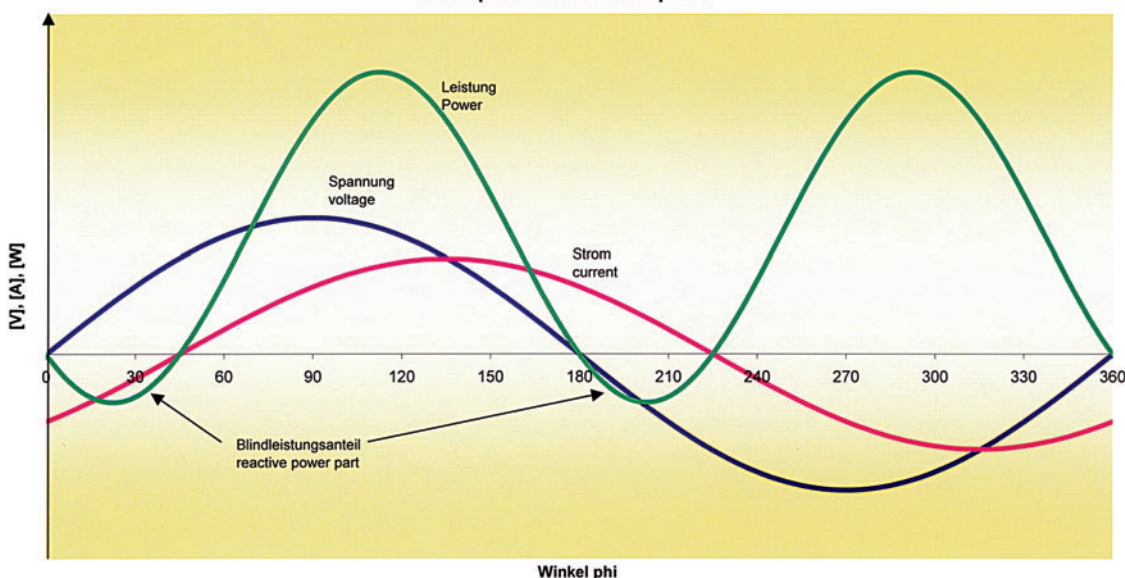
Wegen der überwiegend induktiven Blindleistung in Niederspannungsnetzen wird hier mit Kondensatoranlagen kompensiert.

Der Begriff der Verschiebungsblindleistung wird hier nicht weiter behandelt.

Die Blindleistung in Drehstromnetzen berechnet sich wie folgt:

$$Q = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \sin \varphi, \quad (\sin \varphi \ 0^\circ = 0)$$

**Strom-Spannungs-Verschiebung
und resultierende Wirk und Blindleistung
current-voltage-displacement and resulting
active power and reactive power**



Reactive Power

In low-voltage networks you almost exclusively find inductive reactive power.

Inductive reactive power is developed by i.e. the magnetisation of inductivities or also by an installed rectifier unit.

Most common are 6-pulsed and 12-pulsed rectifiers that in addition to the reactive power also generate harmonics.

Capacitive reactive power that is mainly generated by wide cables for example, can be found mainly in medium voltage networks.

This reactive power is compensated by shunt reactors that are also included in our delivery programme.

Due to the mainly inductive reactive power in low-voltage networks, capacitor systems compensate here.

The term displacement reactive power is not dealt with any further here.

The reactive power in three-phase supply networks is calculated as follows:

Leistungsfaktor ($\cos \varphi$)

Sofern es sich um nicht überschwingungsbehaftete Netze handelt, entspricht der Leistungsfaktor in erster Näherung dem $\cos \varphi$.

Der $\cos \varphi$ stellt die Winkelverschiebung zwischen Strom und Spannung dar. Voreilend oder nacheilend ist die Aussage über kapazitive bzw. induktive Blindleistung.



Why Reactive Power Compensation?

The network is designed for the apparent power. Therefore it is endeavoured to keep the reactive power as low as possible.

By direct compensation of a motor, the reactive power that is necessary for the magnetisation is generated by the capacitor.

Power Factor ($\cos \varphi$)

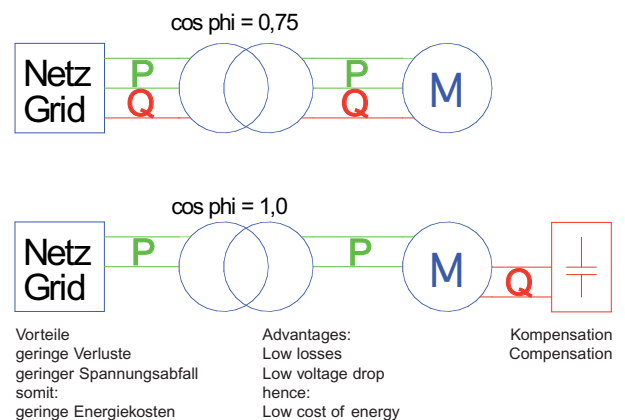
As far as harmonic afflicted networks are not involved, the power factor corresponds in first approximation to the $\cos \varphi$.

The $\cos \varphi$ is the angular displacement between current and voltage. Advanced or lagging is the statement about capacitive and inductive reactive power respectively.

Warum wird kompensiert?

Das Netz ist für die Scheinleistung ausgelegt. Man ist daher bestrebt die Scheinleistung so gering wie möglich zu halten.

Bei Direktkompensation eines Motors wird die erforderliche Blindleistung, die für die Magnetisierung erforderlich ist, durch den Kondensator aufgebracht.



Scheinleistung

Die Scheinleistung ist eine rechnerische Größe und stellt das Produkt aus Strom und Spannung dar.

Für Drehstromsysteme gilt daher:

$$S = U \cdot I \cdot \sqrt{3}$$

Aus der geometrischen Beziehung von Wirk- und Blindleistung ergibt sich auch:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Apparent Power

The apparent power is a calculation value and is the product of current and voltage.

Therefore, for three-phase systems applies:

$$S = U \cdot I \cdot \sqrt{3}$$

From the geometrical relationship between active and reactive power also results in:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Blindleistung / Netzurückwirkungendas grosse Thema



Blindleistung belastet zunehmend die Netze. Für den Anwender entstehen erhebliche Kosten, zum einen durch Verluste des Scheinstromes auf den Zuleitungen und in Elektromaschinen ($I^2 \times R$). Weiterhin wird zunehmend Blindarbeit von Elektroversorgungsunternehmen in Rechnung gestellt.

Dieses Phänomen gilt sowohl für kapazitive als auch für induktive Blindlast.

Darüber hinaus werden die Netze oftmals durch weitere Störungen belastet wie zum Beispiel Oberschwingungen (Harmonische) oder auch Wirklast- oder Blindlaststöße, die zu starken Spannungs-

schwankungen oder Spannungseinbrüchen führen. Durch den Einsatz geeigneter Blindlastkompensationsanlagen in verdrosselter Ausführung bzw. von Harmonikfiltern ist eine weitestgehende Minimierung dieser Effekte möglich. Netzstörungen werden reduziert und erhebliche Kosteneinsparungspotentiale entstehen. Es ist nicht ungewöhnlich, daß Amortisationszeiten von 3-6 Monaten realisiert werden können. Je nach Anforderung können ölisierte oder trockenisierte Geräte eingesetzt werden. Entsprechend der Leistung werden Innenraum- oder auch Freiluftanlagen eingesetzt. Wesentliche Teile einer Freiluftanlage werden in fabrikfertigen Betonkörpern untergebracht.

Reactive power / reflections to the mains the big topic

Reactive power is increasingly burdening the networks. Considerable costs are incurred for the user, firstly through losses of apparent current on the lines and in electrical machines ($I^2 \times R$). Further, reactive energy is increasingly being invoiced by electricity companies.

This phenomenon applies both for inductive and capacitive reactive load.

Moreover, the networks are further burdened by other interference such as harmonics or resistive or reactive load surges, which lead to strong voltage

fluctuations or drops. By using suitable Reactive power compensation plants on reactor-protected design or harmonic filters, a considerable reduction of these effects is possible. Network disturbance is reduced and substantial cost-saving potential is created. It is not unusual to be able to realise amortisation periods of 3-6 months. Depending on the requirement, oil-insulated or air-insulated devices can be used. Indoor or outdoor plants are used according to the power. Major parts of the outdoor plant are housed in factory-assembled concrete bodies.

Ermittlung der erforderlichen Kompensationsleistung

Die erforderliche Kompensationsleistung einer Anlage ist mittels folgender Formel einfach zu ermitteln.

$$Q = P * (\tan(\arccos \varphi_1) - \tan(\arccos \varphi_2))$$

$\cos \varphi_1 = \text{ist-cos } \varphi \text{ z.B. } 0,6$
 $\cos \varphi_2 = \text{soll-cos } \varphi \text{ z. B. } 0,9$

Bei einer Wirkleistung von 6 MW würde sich eine erforderliche Kompensationsleistung von

$$Q = 6 * (1,333 - 0,484) = 5,094\text{MVAr}$$

ergeben.

Calculation of the necessary compensation power

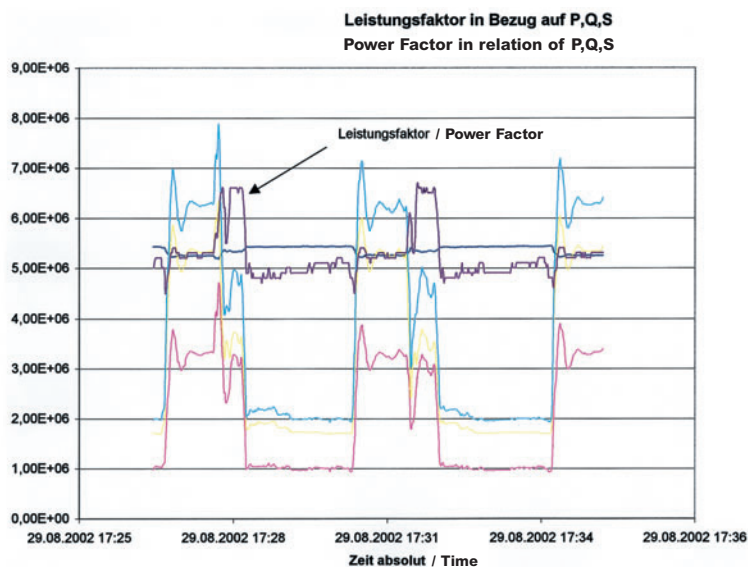
The necessary compensation power of a system can easily be calculated by using the following formula.

$$Q = P * (\tan(\arccos \varphi_1) - \tan(\arccos \varphi_2))$$

$\cos \varphi_1 = \text{actual-cos } \varphi \text{ i.e. } 0.6$
 $\cos \varphi_2 = \text{target-cos } \varphi \text{ i. e. } 0.9$

By an active power of 6 MW , the necessary compensation power would result in

$$Q = 6 * (1.333 - 0.484) = 5.094\text{MVAr.}$$



Laststöße einer Walzstraße
Load Peaks of a rolling Mill

Laststöße

In Industriebetrieben mit Walzstrassen, vielen Schweißanlagen etc. entstehen erhebliche induktive Laststöße. Diese führen zu Spannungseinbrüchen oder Flicker und wiederum zu Störungen an Meß-, Regel- und Steueranlagen.

Durch gezielten Einsatz von konventionell und/oder dynamisch geschalteter Kompensation (Hybridkompensation) kann mittels intelligenter Projektierung diesem Phänomen sehr effektiv entgegengewirkt werden.

Load Peaks

In industrial companies with rolling mills, many welding facilities etc, considerable inductive load peaks develop. These lead to voltage drops or flicker and in turn to failures of measurement systems, automatic control and control systems.

By the direct use of conventionally and/or dynamically switched compensation (hybrid compensation), this phenomenon can be effectively countered by intelligent design.

Verdrosselte Anlagen – Filter

Physikalisch sind verdrosselte Kompensationen und Oberschwingungsfilter identisch.

Beim Einsatz unverdrosselter Anlagen kann es im Zusammenhang mit Induktivitäten – z. B. Transformatoren – zu unangenehmen Parallelresonanzen kommen, die zu Stromverstärkungen von Oberschwingungen führen können.

Um diesen Effekt zu vermeiden, werden verdrosselte Kompensationen eingesetzt.

Die Abstimmfrequenz liegt immer unterhalb der niedrigsten auftretenden Harmonischen bzw. Rundsteuerfrequenz.

Gängige Werte des Verdrosselungsgrades sind 5,5%, 7% und 14 %.

Durch den Einsatz genau abgestimmter Filter können Oberschwingungen gezielt behandelt werden.

Tuned Compensation – Harmonic Filters

Physically, tuned compensations and harmonic filters are identical.

Using non-tuned systems can result in distracting parallel resonances in connection with inductances, i.e. transformers that can lead to harmonic current amplification.

In order to prevent this effect detuned compensations are used.

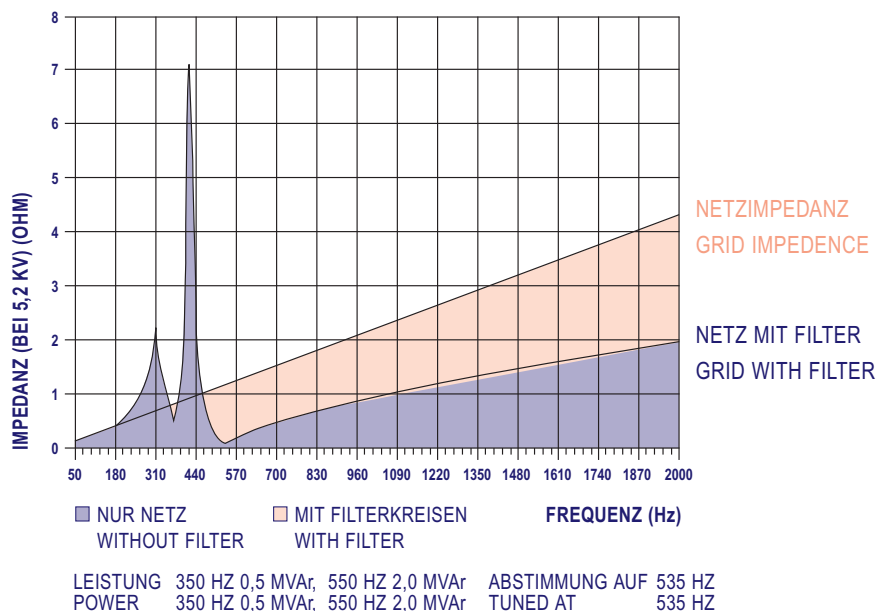
The tuning frequency always lies below the lowest occurring harmonic or ripple control frequency.

Normal values of the tuning grade are 5.5 %, 7% and 14 %.

By using tuned filters various harmonics can be specifically treated.

SAMMELSCHIENE – 5,2 kV IMPEDANZ vs FREQUENZ

5,2 kV KURZSCHLUSSLEISTUNG, $S_k = 250$ MVA / 5.2 kV SHORT-CIRCUIT POWER, $S_k = 250$ MVA

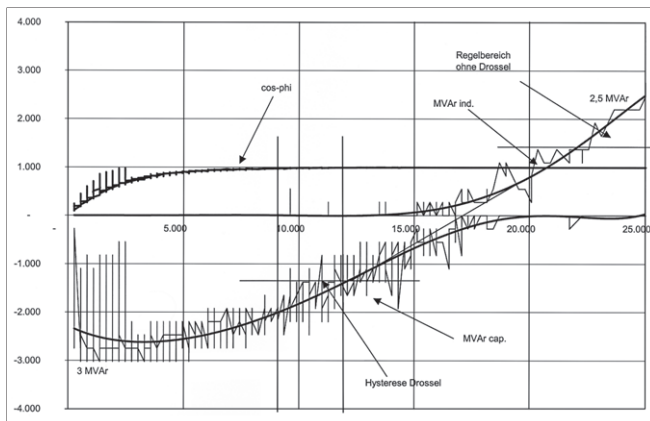


Vorbereitende Messung ...der wichtigste Schritt

HIER STECKT DAS KNOW-HOW

Nicht nur die komplette schlüsselfertige Anlage, sondern auch die Netzuntersuchung, die Messung der erforderlichen Parameter und die Nachweismessung im Rahmen der Inbetriebnahme und Nachweis des Einsparpotentials sind im Gesamtangebot enthalten.

Auch vorbereitende Langzeitmessungen können angeboten und professionell umgesetzt werden. Der wirtschaftliche Erfolg einer Anlage wird maßgeblich von der vorbereitenden Messung und somit von der korrekten Auslegung der Anlage bestimmt.



Blindlastverlauf eines Windparks
Reactive load curve of a wind park



preliminary Measurement ...the most important step

THIS IS WHERE THE KNOW-HOW IS

The overall offer includes not only the complete turn-key plant, but also the network inspection, measurement of required parameters and verification measurement as part of setting in operation, as well as verification of the saving potential.

Preliminary long-term measurements can also be offered and professionally implemented. The economic success of a plant is determined, to a great extent by the preliminary measurement and, thus, by the correct design of a plant.



Mittelspannungskompensation
20 kV, 3x 4,6 MVA_r, 7% verdrosselt

Medium voltage reactive power compensation
20 kV, 3 x 4,6 MVA_r, 7% tuned



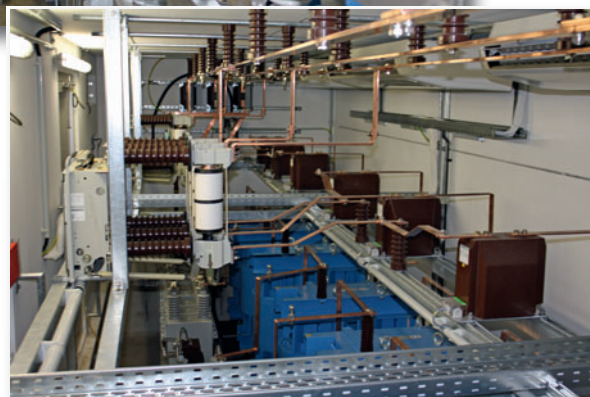
Betonstation 12 x 3 m mit Klimaanlage

Concrete container 12 x 3 m with air conditioning system



36 kV Leistungsschalter
mit Siprotec Schutzgeräten

36 kV circuit-breaker
with Siprotec protection-relay





Mittelspannungskompensation
metallgekapselt nach EN 62271-200
Typprüfung nach IEC 60694
bis 20 kV, 25 kA 1 sec.
Störlichtbogenqualifikation IAC AFL 25 kA 1 s

Medium voltage reactive power compensation
metal-clad acc. EN 62271-200
Type test acc. IEC 60694
up to 20 kV, 25 kA, 1 sec.
Internal arcing classification IAC AFL 25 kA 1s



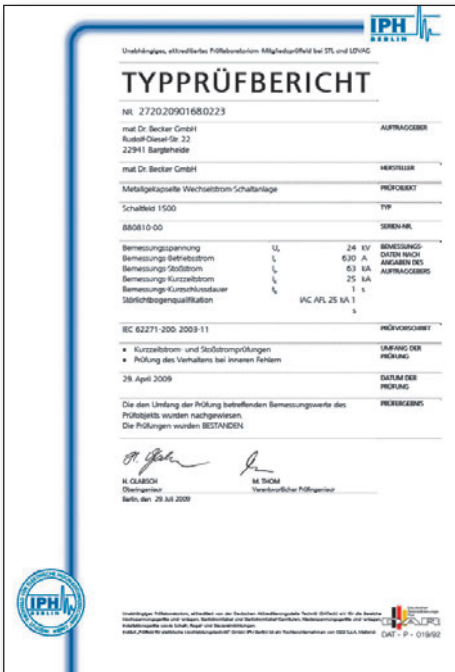
Blindleistungsregelung, Unsymmetrieschutz,
Vakuumschütz

Reactive power control, unbalance protection,
vacuum contactor



Anlage 6 kV, 3 Stufen, 2500 kVAr, 7% verdrosselt

Facility 6 kV, 3 steps, 2500 kVAr, 7% tuned



Typprüfung bei der IPH in Berlin

Type test at IPH in Berlin



Kompletanlage 24 kV
Sternpunktbildner und Erdungswiderstand
200 A, 10 sec.
Kompensationsdrossel 1500 kVAR

Complete facility 24 kV
Earthing transformer and earthing resistor
200 A, 10 sec.
Compensation reactor 1500 kVAR



Tonfrequenzsperre 3-phasig
6 kV, 495 Hz

Audio-frequency lock 3-phase
6 kV, 495 Hz



Unser Gesamt- Lieferprogramm

- Erdschlußlöschspulen
- Erdschlußkompensationsregler
- Erdschlußortungseinrichtungen
- Erdungswiderstände
- Generatorerdung
- Sondertransformatoren
- Sternpunktbildner
- Anfahrwiderstände
- Bremswiderstände
- Industrierwiderstände
- Lastwiderstände
- Power-Quality in Primär-
und Sekundärtechnik
- Netzanalyse
- Blindlastkompensation, Mittelspannung
- MittelspannungsfILTER
- regelbare / dynamische
Niederspannungskompensatoren
- Leistungsmessung
- Harmonic-Monitorin

**Fordern Sie weitere
Einzelprospekte an.**

Our total service program

- Arc suppression coils
- Earth-fault-compensation controller
- Earth-fault-detection equipment
- Earthing resistors
- Generator neutral earthing
- Special purpose transformers
- Earthing transformers
- Starting resistors
- Breaking resistors
- Industrial resistors
- Loadbanks
- Power quality in primary
and secondary technology
- Network analysis
- Reactive power compensation
- Medium-voltage harmonic filters
- Controlled Low-voltage
PF-compensation
- Power measurement
- Harmonic-monitoring

**Please ask for further
individual brochures.**

Unsere Leistung: Our Service:

Messung – Projektierung – Fertigung – Lieferung – Aufstellung – Inbetriebsetzung
Measurement – Design – Manufacturing – Delivery – Installation – Commissioning

Ihr Power Quality Team