



# BLINDLEISTUNGS- KOMPENSATION PASSEND DIMENSIONIEREN



$$P = \left( \frac{10 \cdot f_n}{f_r} \right)^2$$

$$THD_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=\infty} U_n^2}}{U_1}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad \sqrt{3}$$

Kunden-Information  
zur richtigen Dimensionierung von  
Blindleistungs-Kompensation

# KUNDEN-INFO ZUR RICHTIGEN DIMENSIONIERUNG VON BLINDLEISTUNGS-KOMPENSATION

## INHALT

- Warum soll Blindleistung kompensiert werden? → [gehe zur Seite](#)
- Wie ermittelt man den richtigen Bedarf? → [gehe zur Seite](#)
- Welche Art von Kompensation ist für mich die „Richtige“? → [gehe zur Seite](#)
- Welche Stufenleistung ist die „Richtige“? → [gehe zur Seite](#)
- Verdrosselung – aber wie? → [gehe zur Seite](#)
- Worauf kommt es beim Kondensator an? → [gehe zur Seite](#)
- Kriterien für die Auswahl des richtigen Blindleistungsreglers? → [gehe zur Seite](#)
- Welche Schalter? → [gehe zur Seite](#)
- Bauweise – Platzverhältnisse → [gehe zur Seite](#)
- Wie vermeide ich Qualitätsprobleme beim Aufbau einer Kompensationsanlage → [gehe zur Seite](#)
- Welche Gefahren können Sie vermeiden? Warum ist Wartung so wichtig? → [gehe zur Seite](#)
- Energieeffizienz → [gehe zur Seite](#)

# WARUM SOLL BLINDLEISTUNG KOMPENSIERT WERDEN?

Blindstromkosten, Trafo-Entlastung, Verlustminimierung, Optimierung Eigenerzeugung (PV, BHKW), Verbesserung der Netzqualität

## BLINDSTROMKOSTEN

Bei den meisten Verträgen setzen sich die Stromkosten zusammen aus:

- Leistung [kW], gemessen mit Maximum Zähler, z. B. Monats- oder sogar Jahres-Maximum, i. d. R. über 15 min gemittelt.
- Wirkarbeit [kWh], gemessen mit Wirkstromzähler, oft getrennt nach Tag- und Nachtarif.
- Blindarbeit [kvarh], gemessen mit Blindstromzähler, z. T. auch nach Tag- und Nachtarif getrennt.

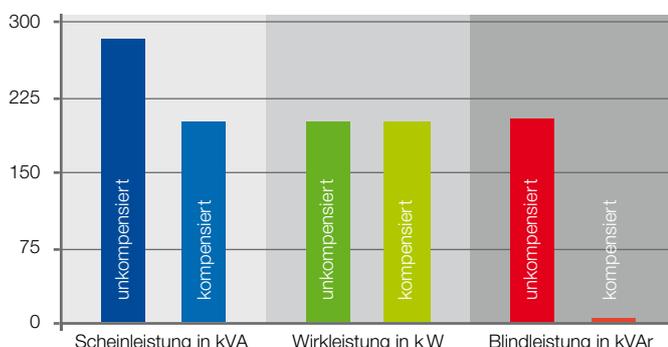
Bei Arbeitspreistarifen werden üblicherweise nur dann Kosten für die Blindarbeit berechnet, wenn diese 50 % der bezogenen Wirkarbeit überschreitet. Dies entspricht einem Leistungsfaktor von  $\cos \varphi = 0,9$ . Es besteht keine Forderung, dass der Wert 0,9 niemals unterschritten werden darf. Als Basis gilt der Leistungsfaktor im Monatsmittel. In manchen EVU-Bezirken werden auch andere Leistungsfaktoren gefordert, z. B. 0,95 oder 0,98.

## TRAFO-ENTLASTUNG

Die Leistung von Transformatoren wird üblicherweise in Scheinleistung [VA] bemessen. Ebenso wie bei Verbrauchern setzt sich die Scheinleistung aus der geometrischen Addition von Wirkleistung [kW] und Blindleistung [kvar] zusammen. Wird bei den angeschlossenen Verbrauchern die vorhandene Blindleistung komplett kompensiert, ist die bezogene Scheinleistung genau so groß wie die benötigte Wirkleistung. Die Belastung des Trafos durch den Betriebsstrom wird entsprechend kleiner.

### Beispiel:

Eine nicht-kompensierte Anlage mit 200 kW Leistung, bei einem  $\cos \varphi$  von 0,7, belastet den Trafo mit 286 kVA. Das entspricht einem Strom von 412 A. Dieselbe Anlage mit 200 kW Leistung und einem kompensierten  $\cos \varphi$  von 1,0, belastet den Trafo nur mit 200 A. Die dazu benötigte Kompensations-Leistung beträgt ca. 200 kvar.



## VERLUSTMINIMIERUNG

Wie bei der Trafo-Entlastung und der damit verbundenen Reduzierung der Verluste, ist dies bei Kompensierung direkt am Verbraucher auch für die Zuleitung möglich. Dadurch können Verluste auf der Zuleitung (z. B. durch Spannungsfall) und Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert werden.

### Beispiel wie links:

Maschine mit 286 kVA Leistung,  $\cos \varphi$  0,7, Phasenstrom ca. 412 A. Mit einer Kompensation von 200 kvar sinkt der Phasenstrom auf ca. 289 A. Die Leitungsverluste bei einem Querschnitt von  $2 \times 185 \text{ mm}^2$  pro Phase und 50 m Länge verringern sich von ca. 408 W auf ca. 201 W pro Phase. Bei 7500 h Nutzungsdauer pro Jahr entspricht dies einer Ersparnis von ca. 4666 kWh.

## OPTIMIERUNG EIGENERZEUGUNG

Bei der Erzeugung von Strom durch BHKW, PV-Anlagen, Biogas usw. sinkt die Menge der bezogenen Wirkenergie vom Versorger. Entsprechend wird auch die Freimenge der Blindarbeit geringer – siehe auch Punkt „Warum soll Blindleistung kompensiert werden“. Um Blindstromkosten zu vermeiden, gilt deshalb möglichst wenig Blindleistung unkompensiert zu belassen. Dazu ist eine feinstufige Regelung mit einem Ziel  $\cos \varphi$  von möglichst 1,0 induktiv notwendig.

## VERBESSERUNG DER NETZQUALITÄT

Tatsächlich leistet eine richtig dimensionierte Blindleistungs-Regelanlage einen Beitrag zur Verbesserung der Netzqualität. Je nach Verdrosselungsgrad werden Oberschwingungen, welche in der Nähe des Frequenzbereichs der Verdrosselung liegen, zum Teil von der Kompensationsanlage resorbiert.

Eine Verdrosselung mit 7 % (P7) entsprechend 189 Hz Resonanzfrequenz hat z. B. je nach Netzimpedanz einen mehr oder weniger starken Einfluss auf die 5. Harmonische Oberschwingung mit 250 Hz.

### QUINTESSENZ – WARUM SOLL BLINDLEISTUNG KOMPENSIERT WERDEN?

- geringere Energiekosten
- bessere Energieeffizienz
- CO<sub>2</sub>-Einsparung
- Erhöhung der Lebensdauer von Transformatoren und Leitungen
- Verbesserung der Netzqualität und der Betriebssicherheit

→ zurück

# WIE ERMITTELT MAN DEN RICHTIGEN BEDARF?

Stichworte: Messung, Netzanalyse, Stromrechnung, Abschätzung  
FRAKO-Dimensionierungsblatt (Excel)

## MESSUNG / NETZANALYSE

Idealerweise kann durch eine Messung mit einem geeigneten Messgerät der Leistungsverlauf von Wirk-, Schein- und Blindleistung aufgezeichnet und analysiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass möglichst alle Betriebszustände der elektrischen Anlage erfasst werden. Üblicherweise wird neben den Leistungen auch die Spannungsqualität als wichtiger Indikator gemessen. Optimal ist eine Beurteilung der Netzqualität nach der EN 50160 / EN 61000-2-2. Hier wird der Zeitraum der Messung definiert (eine Woche) sowie die Grenzen für die Netzqualität festgelegt. Dadurch lassen sich verschiedene Messungen miteinander aussagekräftig vergleichen.

## QUINTESSENZ – WIE ERMITTELT MAN DEN RICHTIGEN BEDARF?

- FRAKO Dimensionierungsblatt (Excel)
- Daten kommen aus Netzanalyse, Stromrechnung oder Verbraucher-Datenblättern

## DATEN AUS DER STROMRECHNUNG

Eine Stromrechnung mit den aufgeführten Verbräuchen von Wirk- und Blindarbeit, sowie der Bezugsleistung kann auch zur Bestimmung des Blindstrombedarfs verwendet werden. Ein ausführliches Berechnungsbeispiel ist z. B. im „Handbuch Power Quality“ auf Seite 13 aufgeführt und beschrieben.

## ABSCHÄTZUNG AUS ERFahrungSWERTEN

Oft ist eine elektrische Anlage noch in der Planungsphase. Um trotzdem den ungefähren Bedarf an Blindleistungs-Kompensation zu ermitteln, kommen Erfahrungswerte zum Einsatz:

- einzelkompensierte Motoren
  - 35–40 % der Motor-Nennleistung
- einzelkompensierte Transformatoren
  - 2,5 % der Transformatorleistung
  - 5 % bei älteren Transformatoren
- Zentralkompensation
  - 30–40 % der Transformatorleistung bei Ziel  $\cos \varphi = 0,95$
  - 40–50 % der Transformatorleistung bei Ziel  $\cos \varphi = 1$

Eine Auflistung der zu installierenden Verbrauchern und deren elektrischen Daten verschaffen hier einen Überblick über die zu erwartende Blindleistung. Dabei sollte der Gleichzeitigkeitsfaktor mit in Betracht gezogen werden.

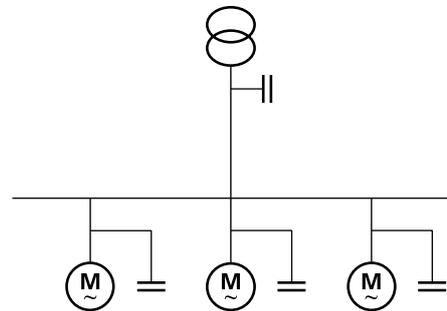
[→ zurück](#)

# WELCHE ART VON KOMPENSATION IST FÜR MICH DIE „RICHTIGE“?

Stichworte: Zentral, Einzel, Gruppiert

## EINZELKOMPENSATION

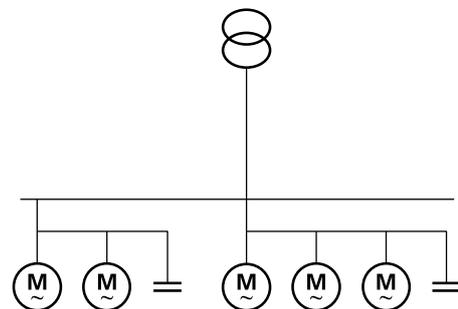
Im einfachsten Fall wird jedem Verbraucher ein Kondensator geeigneter Größe parallelgeschaltet. Man erreicht damit die volle Entlastung von Blindleistung, einschließlich der Zuleitung zum kompensierten Verbraucher. Dafür nimmt man in Kauf, dass der Kondensator nur während des Zeitraumes ausgenutzt wird, in dem die betreffende Maschine in Betrieb ist. Außerdem ist es nicht immer einfach, die Kondensatoren direkt bei den zu kompensierenden Maschinen unterzubringen (Platzprobleme, Montagekosten)



Beispiel für Einzelkompensation

## GRUPPENKOMPENSATION

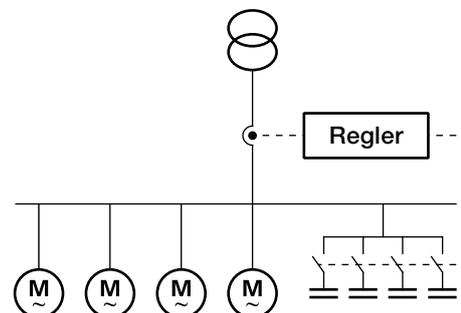
Verbraucher oder Maschinen, die stets gemeinsam eingeschaltet sind, können zu einer Gruppe zusammengefasst und gemeinsam kompensiert werden. Anstelle mehrerer kleiner Kompensationen wird eine einzelne Kompensation geeigneter Größe installiert.



Beispiel für Gruppenkompensation

## ZENTRALKOMPENSATION

Die gesamte Kompensation wird an zentraler Stelle, z. B. beim Niederspannungs-Hauptverteiler, installiert. Es wird damit der gesamte Bedarf an Blindleistung abgedeckt. Die Kompensationsleistung ist auf mehrere Schaltstufen aufgeteilt und wird durch einen automatischen Blindleistungsregler über Schaltschütze den Lastverhältnissen angepasst.



Beispiel für Zentralkompensation

### QUINTESSENZ – WELCHE ART VON KOMPENSATION IST DIE „RICHTIGE“?

Je nach Aufbau der elektrischen Anlage ist die Anwendung aller 3 Kompensationsarten in Kombination erforderlich um ein optimales Kosten/Nutzen-Verhältnis zu erreichen.

[→ zurück](#)

# WELCHE STUFENLEISTUNG IST DIE „RICHTIGE“?

Verlauf der Blindleistung, Eigenstromerzeugung, Schalzhäufigkeit

## VERLAUF DER BLINDLEISTUNG (MESSUNG)

Aus dem Verlauf der Blindleistung lässt sich, je nach Anforderung, die kleinste notwendige Stufenleistung bestimmen. Wichtig dabei ist der 15-Minuten-Mittelwert der Blindleistung, um zu vermeiden, dass Blindleistungskosten entstehen. Empfehlung 6 – 8 Stufen (z. B. 300 kvar mit 50 kvar-Stufung). Bei der Notwendigkeit einer Kompensation auf einen  $\cos \varphi$  nahe 1,0 entsprechend mehr Stufen (mindestens 10). Dabei wird immer die Gesamtleistung als Grundlage herangezogen, 200 kvar Gesamtleistung mit Stufenleistung von 25 kvar ergibt 8 Stufen, 200 kvar mit 12,5 kvar Stufenleistung ergibt 16 Stufen.

## QUINTESSENZ – WELCHE STUFENLEISTUNG IST DIE „RICHTIGE“?

Ja nach Verlauf der Blindleistung, des gewünschten Ziel- $\cos \varphi$  und der maximal möglichen Schalzhäufigkeit, wird die Stufenleistung mehr oder weniger klein gewählt.

## BLK BEI EIGENSTROMERZEUGUNG

Prinzipiell sollte die Stufung der Blindleistungs-Kompensation bei Eigenerzeugung stets feinstufiger gewählt werden als bei Anlagen ohne Eigenerzeugung. Empfehlung: 15 Stufen (z. B. 93,75 kvar mit 6,25 kvar Stufung).

## SCHALZHÄUFIGKEIT

Bei der Wahl der Stufenleistung ist auch die Schalzhäufigkeit zu beachten. Je kleiner die Stufenleistung, desto häufiger wird die kleinste Stufe bei entsprechendem Blindleistungsbedarf geschaltet. Deshalb sollte die kleinste Stufe immer doppelt ausgeführt sein, um die Anzahl der Schalzhandlungen auf beide Stufen zu verteilen (z. B. 12,5 kvar + 12,5 kvar + 25 kvar + 50 kvar bei 100 kvar Gesamtleistung).

[→ zurück](#)

# VERDROSSELUNG – ABER WIE?

Netzqualität, Oberschwingungen, Rundsteuerfrequenz

## NETZQUALITÄT / OBERSCHWINGUNGEN

Um die Kondensatoren vor zu hohen Strömen zu schützen, die durch Oberschwingungsspannungen entstehen können, werden den Kondensatoren Induktivitäten / Drosseln vorgeschaltet. Diese bilden gemeinsam einen Schwingkreis mit einer Frequenz, die verhindert, dass die Ströme von z. B. der 5. Harmonischen oder der 7. Harmonischen zu groß werden. Gleichzeitig entsteht als Nebeneffekt eine Saugwirkung auf harmonische Ströme, welche diese teilweise reduziert. Dadurch wird ein „netzreinigender“ Effekt als „Nebenwirkung“ der Blindstrom-Kompensation erreicht. Je nach Belastung des Versorgungsnetzes mit Oberschwingungsspannungen werden so verschiedene Verdrosselungsgrade mit unterschiedlicher Frequenz und Saugwirkung ausgewählt.

## RUNDSTEUERFREQUENZ

In Netzen bei denen eine Rundsteuerfrequenz für Steuerungszwecke (z. B. Hochtarif / Niedertarif-Umschaltung) zum Einsatz kommt, muss der Verdrosselungsgrad (und damit die Frequenz der Verdrosselung) so ausgelegt werden, dass dieses Rundsteuersignal durch den Betrieb der Blindleistungs-Kompensationsanlage nicht beeinträchtigt wird.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Verdrosselungsgrad, Frequenz und Wirkung auf die Oberschwingungen.

EVU-Rundsteuerfrequenz 50 Hz (60 Hz)	Ausführung (Verdrosselungsgrad) 50 Hz (60 Hz)	Die wichtigsten Vor- und Nachteile
≥ 166 (≥ 192)	p = 14 % f <sub>r</sub> = 134 Hz (f <sub>r</sub> = 160 Hz)	besitzt nur Sperrwirkung auf Oberschwingungen, für Netze mit durch 3 teilbare Oberschwingungen geeignet, allerdings sehr kostenintensiv
≥ 216.67 (≥ 251)	p = 8 % f <sub>r</sub> = 177 Hz (f <sub>r</sub> = 212 Hz)	mittlere Saugwirkung auf Oberschwingungen, nicht geeignet für Netze mit durch 3 teilbare Oberschwingungen, relativ kostenintensiver Aufbau
≥ 228 (≥ 266)	p = 7 % f <sub>r</sub> = 189 Hz (f <sub>r</sub> = 227 Hz)	kostengünstiger Aufbau, mittlere Saugwirkung auf Oberschwingungen, nicht geeignet für Netze mit durch 3 teilbare Oberschwingungen
≥ 270 (≥ 312)	p = 5.67 % f <sub>r</sub> = 210 Hz (f <sub>r</sub> = 252 Hz)	oft zu hohe Saugwirkung auf Oberschwingungen, nicht geeignet für Netze mit durch 3 teilbare Oberschwingungen, ohne Netzanalyse im Vorfeld nicht zu empfehlen

## QUINTESSENZ - VERDROSSELUNG – ABER WIE?

Die richtige Art der Verdrosselung optimiert die Lebensdauer der Kompensationsanlage und hat den „Nebeneffekt“ der Netz-Reinigung und der Verbesserung der Netzqualität.

[→ zurück](#)

# WORAUF KOMMT ES BEIM KONDENSATOR AN?

Hohe Überlastbarkeit, Höchste Betriebssicherheit, lange Lebensdauer

Fünf von sechs Ausfällen in Schaltanlagen sind auf die falsche Auswahl (qualitativ minderwertiger, den Anforderungen nicht gewachsener) Kondensatoren zurückzuführen.

**Darauf kommt es an:**

## HOHE ÜBERLASTBARKEIT

Wichtige Faktoren sind insbesondere:

- Spannungsbelastbarkeit
- Strombelastbarkeit (das zweifache des Nennstromes)
- Temperaturbelastbarkeit

## HÖCHSTE BETRIEBSSICHERHEIT

- **Sicherheitsfaktor 1** "Selbstheilender Polypropylenfilm"  
Der Selbstheileffekt bewirkt, dass sich ein Durchschlag durch das Dielektrikum von selbst wieder repariert.
- **Sicherheitsfaktor 2** "Lötfreie Verbindungen"  
Das potentielle Risiko der Wickelvorschädigung bei herkömmlicher Kondensatorfertigung mit gelöteten Verbindungen wird bei **FRAKO** durch den patentierten Kontaktring vollständig eliminiert.
- **Sicherheitsfaktor 3** "Überdruck-Abreissicherung"  
Die Überdruck-Abreissicherung trennt den Kondensator bei Überlast sicher und störungsfrei vom Netz.
- **Sicherheitsfaktor 4** "Segmentierte Metallisierung"  
Der segmentierte Film ergänzt den Selbstheileffekt und die Überdruck-Abreissicherung wesentlich. Kommt es zu Durchschlägen auf größerer Fläche, besteht die Möglichkeit, dass der große Energiegehalt den Selbstheileffekt in seiner Funktion überfordert. In diesem Fall gibt die segmentierte Metallisierung ein PLUS an Sicherheit, da ein Segment bei extremer Überlastung komplett vom Netz getrennt wird.

## LANGE LEBENSDAUER

Die patentierte Kontaktringtechnologie ermöglicht es **FRAKO** zudem, einen bleifreien Kondensator herzustellen und die Betriebssicherheit nochmals zu verbessern. So bekommen Sie in Hinblick auf Strombelastbarkeit, Umgebungstemperatur und Lebenserwartung den idealen Leistungs-Kondensator für Ihre Anforderung.

Im Hinblick auf die zunehmend schlechter werdenden Netzverhältnisse (Oberschwingungen) und die Umgebungsbedingungen, empfiehlt es sich die Kondensatoren bei der Dimensionierung nicht zu knapp auszulegen.

## QUINTESSENZ – AUSWAHL DER „RICHTIGEN“ KONDENSATOREN

Sicherer Betrieb über die gesamte Lebensdauer auch bei hohen Temperaturen und großer Strombelastung:

$V_{nom}$	$V_C$ für $p=7\%$
240V	264V
480V	528V
600V	660V

[→ zurück](#)

# KRITERIEN FÜR DIE AUSWAHL DES RICHTIGEN BLINDLEISTUNGSREGLERS

Automatische Inbetriebnahme, Power Quality Überwachung, für jede Regelungsart geeignet,  
Schaltspielzähler/vorbeugende Wartung

## AUTOMATISCHE INBETRIEBNAHME

- Eine fehlerhafte Programmierung wird durch den automatischen, intelligenten Einmessvorgang vermieden. Der Blindleistungsregler ermittelt selbstständig die richtige Phasenlage und Anschlusskonfiguration.
- Eine Zeit- und kostenaufwändige Fehlersuche wird vermieden. Fehlerhafte Anschlüsse oder fehlerhafte Platzierung der Messwandler werden erkannt, angezeigt und intern korrigiert.

## QUINTESSENZ – EIGENSCHAFTEN DES BLINDLEISTUNGSREGLERS

Einfache Inbetriebnahme, für jede Anwendungsart geeignet, mit zusätzlichen Überwachungsfunktionen für die Netzqualität und Anlagenüberwachung.

## POWER QUALITY ÜBERWACHUNG

Um Schäden durch schlechte Netzqualität oder durch Störungen im Netz an der Kompensationsanlage zu vermeiden, werden alle wichtigen Parameter vom Blindleistungsregler überwacht. Grenzwertverletzungen werden angezeigt und gemeldet. Die Kompensationsanlage wird so vor Überlastung geschützt und falls notwendig einzelne Stufen oder die gesamte Anlage abgeschaltet. Dadurch wird das Risiko von Zerstörungen innerhalb der Kompensationsanlage deutlich reduziert. Defekte oder teildefekte Kondensatorstufen werden erkannt und aus dem Regelprozess herausgenommen.

## FÜR JEDE REGELUNGSART GEEIGNET

Universelle Regelkennlinien bieten Kompensations-Strategien für jede denkbare Anforderung in allen 4 Regelquadranten. Neben der Vermeidung von Blindstromkosten ergeben sich weitere Vorteile wie:

- Reduzierung von Verlusten in Verbraucher- und Stromversorgungsnetzen
- Ertragssteigerung bei Erzeugungsanlagen
- Minimierung des Anlagenverschleißes durch reduzierte Schalthandlungen

## ÜBERWACHUNG ANLAGENPARAMETER BEDEUTET VORBEUGENDE WARTUNG

- Spannung wird überwacht
- Stufenströme werden überwacht
- Oberschwingungspegel werden überwacht
- Schaltspiele der Stufen werden überwacht
- Vorzeitiger Verschleiß wird über den integrierten Schaltspielzähler angezeigt, bevor durch verbrauchte Schütze weiterer Schaden entstehen kann.

Bei Überschreitung eines Parameters wird eine Alarmmeldung über den Alarmkontakt aktiviert.

[→ zurück](#)

# WELCHE SCHALTER?

Mechanisch oder elektronisch - Schütz- oder Thyristor-Schalter?

## HERKÖMMLICH MIT MECHANISCHEN SCHALTERN

Bei den meisten Blindleistungs-Kompensationsanlagen werden die einzelnen Kompensations-Stufen mit mechanischem Schalter – Schütze – geschaltet. Je nach Art des Kompensationsbedarfs (häufige Lastwechsel) kann dies zu schnellem Verschleiß führen, da die Anzahl der Schaltungen der mechanischen Schalter begrenzt ist. Wichtig ist deshalb eine Steuerung der Kompensationsanlage durch einen Blindleistungsregler, der die Anzahl der Schaltungen minimiert und gleichzeitig optimal kompensiert.

## DYNAMISCH MIT ELEKTRONISCHEN SCHALTERN

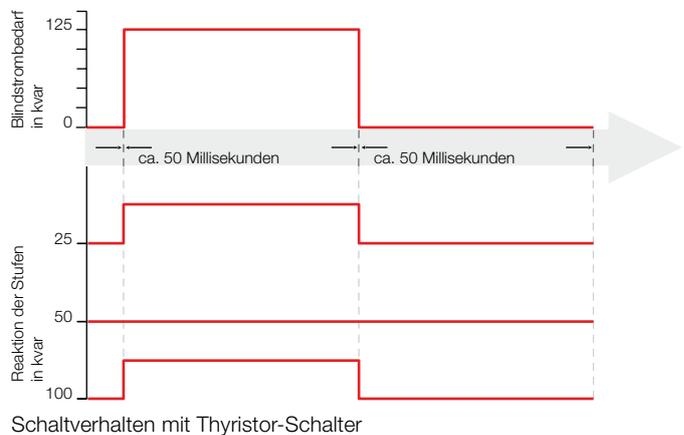
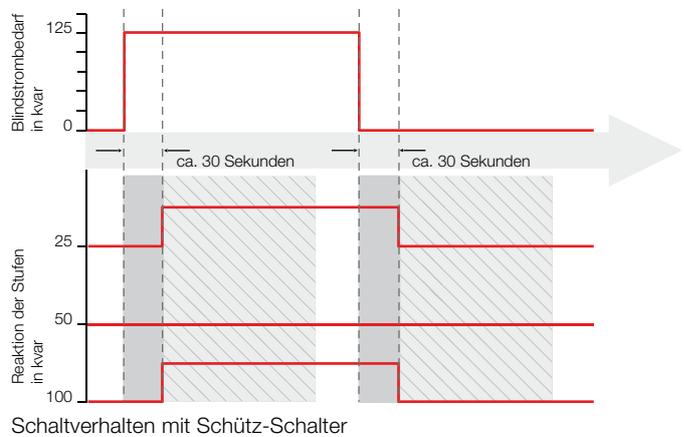
Ist der Blindleistungsbedarf sehr stark schwankend, oder wird die Blindleistungs-Kompensation sehr schnell benötigt (z. B. bei Pressen oder Schweißmaschinen) kommen elektronische Schalter zum Einsatz. Diese sind nahezu verschleißfrei und können innerhalb von Sekundenbruchteilen die benötigte Kompensationsleistung zu- und auch wieder abschalten.

## STUFENLOS DURCH ELEKTRONISCHE KOMPENSATION (AKTIVE FILTER)

Ist aufgrund technischer Vorgaben eine stufenlose Kompensation notwendig, kommen elektronische Blindleistungs-Kompensationen zum Einsatz. Insbesondere bei schnell wechselndem Kompensationsbedarf, bei dem zusätzlich auch ständig kapazitiver und induktiver Bedarf besteht.

### QUINTESSENZ – WELCHE SCHALTER?

Ja nach Verlauf der Blindleistung, des gewünschten Ziel-cos  $\varphi$  und der maximal möglichen Schalzhäufigkeit, wird die Art des benötigten Schalters gewählt.



[→ zurück](#)

# BAUWEISE – PLATZVERHÄLTNISSE

Standschrank, Wandschrank, Module, Festkompensation im Kleingehäuse, Bauteile, Belüftung

Je nach Anwendung (Einzel-, Gruppen- oder Zentral-Kompensation) können verschiedene Lösungen in Bezug auf die Bauweise erforderlich werden:

- **Standschrank (groß)**  
Bis maximal 500 kvar, erweiterbar, Modulbauweise
- **Wandschrank (kompakt)**  
Bis max. 100 kvar, feinstufig regelbar
- **Modul/Montageplatte**  
(zum Einbau in bestehende Schaltanlagen)
- **Kleingehäuse bei Fest-Kompensation**  
Wenig Platzbedarf mit optimaler Entlastung der Zuleitungen

## QUINTESSENZ – BAUWEISE – PLATZVERHÄLTNISSE?

Je nach örtlichen Gegebenheiten können die Baugröße und die Komponenten entsprechend ausgewählt werden und so für alle Bedingungen eine optimale Lösung bieten.

# WIE VERMEIDE ICH QUALITÄTSPROBLEME BEIM AUFBAU EINER KOMPENSATIONSANLAGE?

Bauteile, Wärmeabfuhr, Wartung

## BAUTEILE

Essenziell für einen funktionsfähigen und langlebigen Aufbau einer Blindleistungs-Kompensationsanlage ist die Verwendung aufeinander abgestimmte Bauteile wie oben beschrieben (Kondensatoren, Blindleistungsregler, Schaltgeräte und Drosseln).

## WÄRMEABFUHR

Der Schrankaufbau muss durch geeignete Maßnahmen wie z. B. Platzierung der Bauteile und gute Belüftung gewährleisten, dass unter allen Umgebungsbedingungen eine einwandfreie Funktion sichergestellt wird.

## WARTUNG

Eine regelmäßige Wartung erhöht die Anlagen-Lebensdauer. Der Blindleistungsregler überwacht die Schaltspiele der Kompensationsstufen und die Temperatur. Eine regelmäßige Sichtkontrolle auf Verschmutzung am und im Schrank ist jedoch sehr zu empfehlen.

## QUINTESSENZ – AUFBAU DER KOMPENSATION

Wie beschrieben, bitte achten Sie auf:

- die Verwendung geeigneter Bauteile
- die richtige Belüftung und eine ausreichende Wärmeabfuhr, sowie
- die Sicherstellung einer regelmäßigen Wartung

Dies alles erhält die volle Funktionalität über die gesamte Lebensdauer.

Im Falle von Zweifeln, nehmen Sie bitte Kontakt mit den Spezialisten von **FRAKO** auf.

[→ zurück](#)

# WELCHE GEFAHREN KÖNNEN SIE VERMEIDEN UND WARUM IST WARTUNG SO WICHTIG?

Brandgefahr, Überspannungen, Ausfall von Bauteilen  
Belüftung, Temperatur, Umgebungsbedingungen, Oberschwingungen, Resonanz

## GEFAHRENQUELLEN

- Brandgefahr durch verschmorte Schütze wegen Überschreitung der maximalen Schaltspiele
- Abgeschaltete Kondensatorstufen durch defekte Kondensatoren
- Überspannungen durch Resonanzen wegen defekter Kondensatoren
- Zu hohe Temperaturen durch mangelnde Belüftung
- Platzen, brennende oder gar explodierende Kondensatoren bei fehlenden oder falsch dimensionierten Schutzeinrichtungen
- Auswirkungen auf den Betriebsablauf als Folge von Defekten an Kondensatoren

## VORTEILE DURCH WARTUNG

- Sicherstellung einer ausreichenden Belüftung durch regelmäßige Wartung erhöht die Betriebssicherheit
- Der Betrieb des Kondensators im spezifizierten Temperaturbereiche wird sichergestellt
- Durch Wartung wird die Einhaltung der angegebenen Temperaturen, Spannungen, Ströme und Leistungen laut Datenblatt gewährleistet
- Die maximal zulässigen Oberschwingungspegel werden regelmäßig überprüft.
- Defekte Kondensatoren werden erkannt und Resonanzgefahr so vermieden
- Kürzere Wartungsintervalle bei staub- und schmutzgefährdeter Umgebung sichern einen gefahrlosen Betrieb

### QUINTESSENZ – GEFAHRENVERMEIDUNG, WARTUNG

Alle diese Punkte enthalten ein hohes Gefahrenpotential – eine regelmäßige Wartung minimiert das Gefahrenpotential und erhöht die Lebensdauer und die Betriebssicherheit spürbar.

## ENERGIEEFFIZIENZ

Amortisierung, Energieeinsparung, Betriebssicherheit, Prozessunterstützung

### AMORTISIERUNG

Sind vor der Installation der BLK Blindstromkosten entstanden, lässt sich die Amortisierungszeit relativ einfach berechnen. Meist sind Zeiträume von 2-3 Jahren notwendig, um die Investition in eine neue Blindleistungs-Kompensationsanlage durch die Stromkosten-Einsparung zu egalisieren.

### ENERGIEEINSPARUNG

Neben der Einsparung von Blindleistungskosten sinken bei einer richtigen Dimensionierung auch die Energiekosten, welche durch Verluste auf Leitungen und Transformatoren entstehen.

Dadurch wird nicht nur Energie, sondern auch CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.

### BETRIEBSSICHERHEIT

Die Betriebssicherheit der Anlage und des Transformators wird erhöht, weil durch das Kompensieren der Blindleistung die Wärmeverluste sinke. Weniger Temperatur bedeutet mehr Sicherheit beim Betrieb der Anlagen.

### QUINTESSENZ – ENERGIE-EFFIZIENZ

Eine richtig dimensionierte Blindleistungs-Kompensation spart Energiekosten und reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

