

Blindleistungskompensation

Teil 2: Ein lohnendes Betätigungsfeld für das Elektrohandwerk

W. Just, Dorsten

Im ersten Beitragsteil [1] wurden zunächst Grundlagen und Hintergründe zur Blindleistungskompensation erläutert. Diese Fortsetzung beschreibt nun die praktische Umsetzung und zeigt anhand von Beispielen die wirtschaftlichen Vorzüge für die Betreiber der zu kompensierenden Anlagen auf. Dabei wird auch auf mögliche Geschäftsmodelle für das ausführende Elektrohandwerk eingegangen.

7 Auslegungsweise einer Kompensationsanlage

Die Blindleistungskompensation zur Energieeinsparung sollte sich innerhalb von maximal zwei Jahren amortisiert haben. Lohnend ist sie in der Regel ab etwa 300 €/a EVU-Blindleistungskosten. Als einfaches Kriterium für die Auslegung einer Blindstromkompensation gilt folgende „Daumenregel“:

Die Größe der Blindstromkompensation sollte im Normalfall zwischen 35 % und 50 % der Transformatorleistung liegen. Für die weitere Betrachtung wird von einer Anlage mit 7 % Verdrosselung ausgegangen, denn höhere Verdrosselungen sind lediglich in besonders belasteten Netzen oder bei entsprechenden Rundsteuerfrequenzen notwendig.

Für einen 630-kVA-Transformator führt dies zu einer Auslegeleistung von etwa 220 kvar bis 315 kvar. Nahezu alle Hersteller bieten als Standard eine Anlage mit 300 kvar in einem 600 mm breiten Schaltschrank an. Im Allgemeinen sollte die Stufenleistung pro Schaltstufe nicht größer als 10 % der Nennleistung des Transformators sein. Typisch für diesen Fall ist eine Kompensationsanlage mit der Gesamtleistung 300 kvar in sechs Stufen mit 7 % Verdrosselung für ein Niederspannungsnetz. Der Marktpreis einer solchen Anlage liegt für Geschäftskunden bei rund 6 000 € für die Anlage und etwa weiteren 1 500 € für die Installation und Inbetriebnahme. Über den Daumen gelegt ist somit davon auszugehen, dass 25 €/kvar für die Kompensationsanlage veranschlagt werden müssen. Zu höheren Kosten führen beispielsweise die folgenden Kompensationsausführungen:

- Wahl zu kleiner Kompensations-Stufen;
- Wahl einer Verdrosselung größer 7 %;
- Mechanische Sonderbauformen;
- Erhöhte Anforderungen an die thermischen Bedingungen;
- Erhöhte Anforderungen an die Schutzart (z. B. IP 54).

Wenn in einem Netz die Oberschwingungsbelastung sehr hoch ist, sind Verdrosselungen von $p = 12,5\%$ oder $p = 14\%$ notwendig. Falls die Rundsteuerfrequenz des Netzbetreibers unter 250 Hz liegt, ist ebenfalls

eine hohe Verdrosselung oder ein Kombinationsfilter notwendig. Allerdings treiben solche höheren Verdrosselungen die Verluste der Drossel nach oben und erhöhen auch die Wirkverluste der Kompensation. Bei solchen Anlagen muss somit eine verbesserte thermische Auslegung des Schaltschranks erfolgen.

Die Aufstellung einer Kompensationsanlage in Räumlichkeiten mit erhöhter Umgebungstemperatur oder schlechter Belüftung verlangt eine spezielle Auslegung der Kompensation. Dies bedeutet in der Regel eine Herabsetzung der Leistungsdichte sowie u. a. mehr Aufwand für die Belüftung. Auch diese Faktoren treiben die Kosten unnötig in die Höhe. Erheblich höherer Aufwand entsteht zudem, wenn anstatt der Schutzart IP 21 die Schutzart IP 54 ausgewählt wird, denn hierbei ist mit einem Mehraufwand für Kühlung, der Verringerung der Lebensdauer

Beispiele für die Wirtschaftlichkeit der Blindleistungskompensation

■ Reduzierung der Blindenergiekosten

Die mittlere Leistung eines Geschäftskunden (Sondervertragskunde) beträgt 500 kW und der durchschnittliche $\cos\phi_1 = 0,7$. Die Anlage ist pro Jahr 4 000 Stunden in Betrieb. Der Netzbetreiber fordert $\cos\phi_1 = 0,9$. Um diesen $\cos\phi_1 = 0,9$ zu erreichen, wird eine Kompensationsleistung von 300 kvar mit einer sechsstufigen Anlage gewählt. Elektroenergieabrechnung:

• Arbeit:	2 000 000 kWh
• Blindarbeit:	2 040 408 kvarh
• Blindarbeit frei:	1 000 000 kvarh
• Blindarbeit rest:	1 040 408 kvarh

Bei Blindarbeitskosten von rund 1 Cent/kvarh ergibt sich bei einer Investition von 7 500 € eine jährliche Einsparung von 10 000 €.

■ Einsparung von Verlustenergie

Der Geschäftskunde hat einen 800-kVA-Transformator im Einsatz. Die Verluste in dem Transformator und in den Zuleitungen können bei einer Scheinleistung von 714 kVA mit 10 kW angenommen werden. Durch eine Blindleistungskompensation lassen sich die Leitungs- und Transformatorverluste um etwa 3,2 kW absenken. Berücksichtigt man die Eigenverluste der Kompensation in Höhe von etwa 0,6 kW, bleibt eine Einsparung von 2,6 kW. Bei den angenommen 4 000 Betriebsstunden im Jahr bedeutet das eine Verlustarbeit in Höhe von 10 400 kWh. Dies entspricht einer zusätzlichen Einsparung von etwa 1 000 € pro Jahr.

■ Verringerung der Investitionskosten

Den unmittelbaren und größten Nutzen bietet der Einbau einer Kompensationsanlage dann, wenn dadurch andere meist wesentlich teurere Investitionen vermieden werden können. Bei installierter Wirkleistung von 500 kW, einem $\cos\phi_1 = 0,7$ und einer Transformatorleistung von 800 kVA sowie einer installierten Scheinleistung von 714 kVA ist eine Erweiterung um 700 kW geplant. Mit gleichbleibendem $\cos\phi_1$ ergibt sich dann also eine Scheinleistung von 1 000 kVA, also eine Transformatorbelastung von 125 %. Ein weiterer Transformator mit entsprechendem Netzausbau wird etwa 30 000 € kosten. Durch den Einbau einer Blindstromkompensation von 400 kvar lässt sich die Scheinleistung auf unter 800 kVA reduzieren. Das bedeutet eine Investition in Höhe von 30 000 € für den Ausbau des Netzes beim Geschäftskunden. Dem steht der Einbau einer Kompensation für rund 10 000 € gegenüber. Diese Einsparungen bei den Blindarbeitskosten und die Reduzierung der Verluste sind Zusatznutzen beim Kunden.

■ Verringerung des Baukostenzuschusses beim Netzbetreiber

Die Vorhalteleistung als Leistungsbedarf des Geschäftskunden dient dem Netzbetreiber (meist) zur Festlegung der Anschlusskosten und/oder zur Ermittlung der Baukostenzuschüsse. Sie wird in der Regel in kVA angegeben und somit ist der mittlere $\cos\phi_1$ zu berücksichtigen. Durch Erhöhung des $\cos\phi_1$ können die Anschlusskosten/Baukostenzuschüsse beim Netzbetreiber – je nach Berechnung des Netzbetreibers – deutlich gesenkt werden.

Autor

Dipl.-Ing. Wolfgang Just, Dorsten, ist als Fachautor tätig.

der Kondensatoren sowie mit erhöhtem Wartungsaufwand durch Filtermattenwechsel zu rechnen.

8 Instandhaltung und Wartung

Die Instandhaltung sowie Wartung der Blindleistungskompensation in bestehenden Betriebsanlagen stehen immer mehr im Blickfeld der Betreiber, geraten aber oft in Vergessenheit. Entsprechende Auswirkungen zeigen sich dann häufig in Form von Fehlfunktionen der Kompensations-Bauteile. Dies trifft insbesondere am Ende der Kondensator-Lebensdauer sowie im Fall einer Überlastung des Kondensators zu.

Für die fehlerfreie Funktion ist wichtig, dass Kompensations-Kondensatoren nur innerhalb ihrer zugelassenen Spezifikation betrieben werden dürfen. Deswegen sind grundsätzlich die Montage-, Applikations- und Wartungshinweise des Herstellers sowie die einschlägigen Normen zu beachten. Auf einzelne Begriffe der Instandhaltungsarten soll hier allerdings nicht eingegangen werden. Vielmehr vermitteln die nachfolgenden Erläuterungen nur einen kleinen Einblick zum Thema Instandhaltung.

Wartungsarbeiten an Kompensationsanlagen erstrecken sich auf die optische Überprüfung der elektrischen Kontakte (z. B. Anschlusssteil, Schütze), die Suche nach Schmauchspuren und ausgefallenen Sicherungen sowie auf die Befestigung von Klemmen, Schrauben usw. Auch die Kühlung der Kondensatoren der Anlage und des Aufstellungsortes sollte überprüft werden. Die Umgebungstemperaturen sollten Werte von 40 °C kurzzeitig und maximal 35 °C im 24-Stunden-Mittel nicht überschreiten, falls vom Hersteller nicht anders angegeben. Bei der Wartung sollten auch die Kapazitätswerte der einzelnen Phasen jedes Kondensators regelmäßig gemessen und auch protokolliert werden. Ein Vergleich der Messwerte über die Lebensdauer gibt Hinweise zum Alterungszustand der Kondensatoren. Die Kondensatoren sind innerhalb der jährlichen Wartung auch auf mechanische Veränderungen optisch zu überprüfen. In staub- und schmutzgefährdeter Umgebung ist eine regelmäßige Kontrolle und Wartung, besonders der Anschlussklemmen sowie der Isolatoren, unbedingt erforderlich.

Eine jährlich durchgeführte Kontrolle dient der Feststellung und Beurteilung des aktuellen Zustandes einer Anlage, dokumentiert diesen und gibt eindeutige Empfehlungen dazu, ob Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich sind.

Instandhaltung. Nur bei einer einwandfreien Funktion hilft die Blindstromkompensation, Kosten einzusparen. Durch eine ordnungsgemäße Instandhaltung wird die einwandfreie Funktion einer Anlage wiederhergestellt. Dazu gehört auch eine abschließende Funktions-

prüfung. Der überwiegende Teil der Instandhaltung von Kompensationsanlagen wird in der Regel bei der Kontrolle und Wartung erledigt. Die Häufigkeit der durchzuführenden Instandhaltungen hängt von den örtlichen Bedingungen ab. Nachfolgend sollen einige Empfehlungen bezüglich durchzuführender Kontrollen im Rahmen der Instandhaltung gegeben werden:

Turnusmäßige Kontrolle. Eine turnusmäßige Kontrolle der Kompensationsanlage sollte mindestens ein Mal pro Jahr durchgeführt werden. Dies umfasst hauptsächlich folgende Punkte:

- Zustände sämtlicher Sicherungen und Schaltgeräte überprüfen (Besonders bei extremer Schalthäufigkeit der Schütze müssen die Schützkontakte hinsichtlich des Abbrands kontrolliert werden. Eventuell vorhandene Entladevorrichtungen sind ebenfalls zu überprüfen.);
- Überprüfung auf Sauberkeit der Anschlussklemmen und ggf. Staub wegblasen;
- Überprüfung der Anschlussmutter und ggf. Anziehen;
- Anschluss-Schrauben der Schütze nachziehen;
- Vibrierende Befestigungen überprüfen und ggf. Befestigungen nachziehen;
- Kontrolle der Umgebungstemperatur und Belüftung;
- Kontrolle der Betriebsspannung, vor allem bei Schwachlast;
- Funktionsprüfung der Regleranlage;
- Überprüfung der Blindstrom-Kosteneinsparung anhand der monatlichen Stromrechnungen;
- Überprüfung des $\cos\phi$ mit Eintragung in ein Messprotokoll.

9 Beitrag zu Klimaschutz und Energieeffizienzsteigerung

Die Blindleistungskompensation in den verbraucherseitigen elektrischen Anlagen (z. B. Geschäftskunden) kann einen deutlichen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen leisten. Berechnungen des Zentralverbandes Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) zeigen, dass auf der Basis eines ZVEI-Rechenmodells im Jahre 2001 ein Potential von mindestens 3,5 Milliarden kWh/a bisher unkompensierter Blindenergie besteht. Das würde – gerechnet über den für die Stromerzeugung genutzten Energieträgermix – eine CO₂-Reduzierung von ungefähr 1,8 Millionen Tonnen pro Jahr bedeuten [2].

Der ZVEI hat bezüglich der CO₂-Reduzierung und der europäischen Gesetzgebung für Energieeffizienz ein weiteres Positionspapier mit dem Titel „Energieeffizienzsteigerung durch Blindleistungskompensation“ im Jahr 2006 veröffentlicht [2]. Nach den jüngsten Berechnungen des Verbandes können durch die Blindleistungskompensation in den 25 EU-Staaten etwa 48 TWh/a Elektroenergiever-

Beispiel für eine Serviceleistung zur Blindstromkompensation

- Analyse der Blindstromwerte und Blindstromkosten (z. B. anhand vorliegender Stromrechnungen)
- Detaillierte Blindleistungsmessung
- Abschätzen geeigneter Kompensationsart und -größe
- Überschlägige Kalkulation der Investitionskosten und der Amortisation
- Erarbeitung von Vorschlägen für eine weitere Vorgehensweise
- Darstellung der Ergebnisse in Berichtsform, wie z. B. Erschließung von Einsparpotentialen zur Kostensenkung und eventuell Vermeidung von Anschlussverstärkung oder Transformator-Leistungserhöhung

luste eingespart werden und es zeigt sich, dass sich Verluste in Höhe von etwa 15 % durch Blindleistungskompensation einsparen lassen. Die Summe aller Kompensationen würde 297 Gvar betragen, also Investitionen von 4,4 Milliarden €.

Diesbezüglich ist ein anlässlich der Hannover-Messe im Jahre 2003 veröffentlichter Vortrag mit dem Titel „Marktchancen der Blindstromkompensation“ zur eingesparten CO₂-Menge eines großen EVUs in Deutschland interessant [3]. Durch gezielten Einsatz von Kompensationsanlagen und dem geforderten Ziel- $\cos\phi_1$ von 0,95 ließen sich bei insgesamt 90 Großkunden dieses EVUs zusammen jährlich 0,02 Milliarden kWh Netzverluste und somit 11400 Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr einsparen.

10 Marktchancen für das Elektrohandwerk

Bestandteile eines Dienstleistungspaketes könnten die Blindleistungskompensation zusammen mit einem Contractingmodell sein. Bei Stromanbieter sind damit oftmals auch Angebote an die Mitglieder von Elektrogemeinschaften verbunden. Als Produkt muss die Blindleistungskompensation in folgende zwei Segmente unterteilt werden:

- Blindleistungskompensation zur Kosteneinsparung und
- Dynamische Blindleistungskompensation (Filterkreisanlage) zur Verbesserung der Netzqualität beim Kunden.

Sollte es darum gehen, „Versorgungsqualität“ zu gewährleisten, d. h. einen sicheren und ungestörten Betriebsablauf, kann der Einsatz einer Filterkreisanlage in Frage kommen. Hierbei ist das Kundenanforderungsprofil (z. B. Stromausfall, Folgekosten) entscheidend. Die **Initialberatung** beim Kunden ist der erste Schritt. Folgende Fragen sind z. B. zu klären:

Welche Kunden legen Wert auf eine hohe Versorgungsqualität? Welche Kunden wollen einen Öko-Audit-Qualitätsstandard erreichen? Gibt es Betriebe, die noch PCB-befüllte Kleinkondensatoren in Entladungslampen haben? Hier bieten sich **Möglichkeiten für neue Betätigungsfelder** für das Elektrohandwerk an (z. B. Hilfestellung beim Ausbau der alten PCB-befüllten Klein-Kondensatoren, verbunden mit dem Angebot einer Gruppenkompensation mit PCB-freien Kondensatoren und/oder der Einsatz einer modernen Beleuchtung). Weiterhin ist bezüglich der Festlegung der Zielgruppe zu klären, ob es sich um Unternehmen mit teilautomatisierten Fertigungsprozessen und zentralen Diensten, wie Warenwirtschaft oder Bürogebäude handelt. Der **Kasten** auf Seite 222 zeigt eine Vertriebs-Serviceleistung am Beispiel der Blindleistungskompensation.

Bevor das Elektrohandwerksunternehmen auf die Geschäftskunden zugeht und ihn zu dem Thema Energieeffizienzsteigerung durch Blindleistungskompensation berät, müssen entsprechende Sachkenntnisse auf diesem Gebiet vorhanden sein (z. B. Technische Anschlussbedingungen des Netzbetreibers, Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Applikationen, Aufstellung, Wartung, Einstellung des Blindleistungsreglers). Zur Vertiefung dieses Themas Blindleistungskompensation/Filterkreisanlagen empfiehlt sich das Studium der im Literaturverzeichnis genannten Quellen. Zu empfehlen ist außerdem, eine Kooperation mit einem Kondensatorhersteller einzugehen, der über entsprechende langjährige Erfahrung beim Bau von Blindstromkompensationsanlagen und Filterkreisen verfügt.

Danach sollte die Ermittlung der Attraktivitäts- und Risikokriterien durchgeführt werden (d. h. Teilkriterien wie z. B. Umsatzpotential, Umsatzrendite, Marktvolumen, Marktwachstum, Akquisitionsaufwand, Imagesteigerung, Anzahl der Wettbewerber, Strompreisentwicklung, Abwicklungssicherheit, Break Even, usw.). Wichtig ist es, folgende Alleinstellungsmerkmale (sogenannte „Unique Sellings Points“) zu schaffen:

- Optimierung der Servicequalität,
- Steigerung der Kundentreue,
- (evtl.) Vermarktung von Zusatzangeboten,
- Erhöhung des Bekanntheitsgrades der Angebote.

11 Marktpartnerschaft in der Elektrogemeinschaft

Um die Blindleistungskompensation zur Einsparung von Energiekosten sowie zur Netzqualitätsverbesserung bei einem Geschäftskunden als Geschäftsfeld zu erschließen, muss der Elektrohandwerksbetrieb gezielte Anstrengungen unternehmen. Dies spricht dafür, diese Aufgaben als Elektrogemeinschaft gemeinsam anzupacken und die klassische Marktpartnerschaft von EVU, Elektrohandwerk und Hersteller zu einem schlagkräftigen „Marktentwicklungsteam“ auszubauen, das Betätigungspotentiale gezielt analysiert und mit offensiven Strategien erschließt. Die Installation und/oder Instandhaltung von Blindleistungskompensations-/Filterkreisanlagen, verbunden mit einem professionellen Service (incl. Energiecontracting) bieten für Elektrohandwerk und EVU weitere Chancen, Geschäftskunden an sich zu binden, denn bei Gewerbe- und Industriekunden (Geschäftskunden) haben nach Kundenumfragen des BDEW die Themenbereiche Energiekosten und Liefersicherheit der elektrischen Energie im liberalisierten Strommarkt hohe Priorität. Hier können Blindleistungskompensations- bzw. Filterkreisanlagen (z. B. als dynamische Kompensation) als erweiterte Service- und Dienstleistungsangebote der Elektrogemeinschaft zusätzliche interessante und lohnende Marktfelder sein.

Aktuell beschäftigen sich einige EVU-Vertriebsbereiche damit, wie eben diese Service- und Dienstleistung beim Geschäftskunden weiter intensiviert werden kann, ob neue Schwerpunkte zu sehen und neue Konzepte mit dem Elektrohandwerk erforderlich sind. Hilfreich ist es auch, in der Elektrogemeinschaft Informationsveranstaltungen zu verschiedensten Themen aus dem Bereich Blindleistungskompensation mit Kondensatorherstellern durchzuführen.

12 Fazit

Die Blindleistungskompensation ist als reife Technologie einzuschätzen. Unter Mitwirkung des Elektrohandwerks, der EVUs sowie der Kondensatorhersteller lassen sich durch sie lohnende Marktfelder und auch beträchtliche CO₂-Einsparpotentiale erschließen.

Mit verdrosselten Kompensationsanlagen oder durch Filterkreise ist eine Verbesserung der Netzqualität und somit auch störungsfreiere elektrische Energieversorgung beim Geschäftskunden erreichbar. Für Geschäftskunden sowie auch für die EVUs kann dies zu einer Kostenersparnis auf beiden Seiten und damit sogar zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil führen. Die Tätigkeitsfelder, Arbeitsweisen und Aufgaben werden sich an den neuen Strommarkt anpassen müssen.

Alle Ziele und Strategien konzentrieren sich auf Eines: den Nutzen für den Kunden.

Literatur

- [1] Just, W.: Blindstromkompensation – Teil 1: Grundlagen und Hintergründe. Elektropaktiker, Berlin 64 (2010) 2; S. 131–133.
- [2] Hrsg.: Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI): a) Klimaschutz durch Blindleistungskompensation; 2001; b) Steigerung der Energie-Effizienz durch Blindleistungskompensation; (2006).
- [3] EON-Vortrag anlässlich der Hannover Messe 2003; Life Needs Power; (www.life-needs-power.de).

3. SICHERUNGSTAG

Würzburg | 5. Mai 2010

→ ... interessante Themen aus Forschung und Anwendung von Schmelzsicherungen

→ Lesen Sie mehr unter:
www.nh-hh-recycling.de

→ 15 Jahre  NH/HH-Recycling 

