

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 15

Artikel: Neopolin-Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors
Autor: Haldimann, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-54032>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

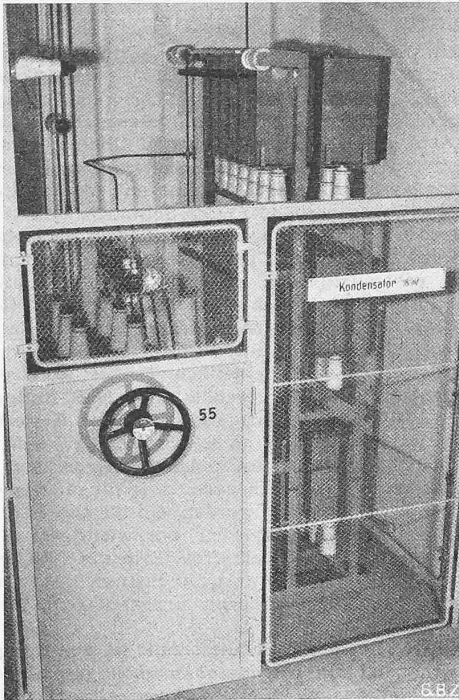


Abb. 1. Nepolin-Kondensatorenatterie für 16 kW, 360 kVar in einer Unterzentrale

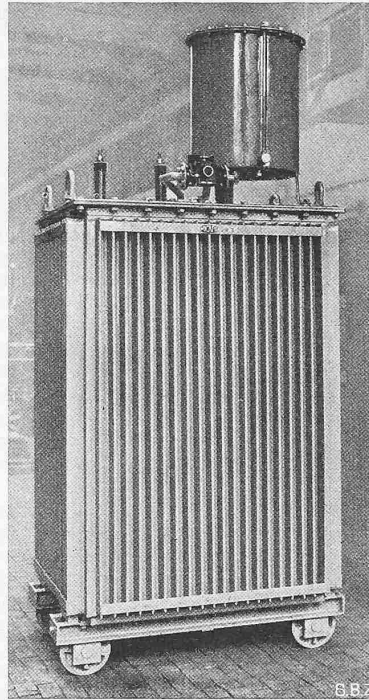


Abb. 2. Normaler Oelkondensator in Grosskesselbauweise

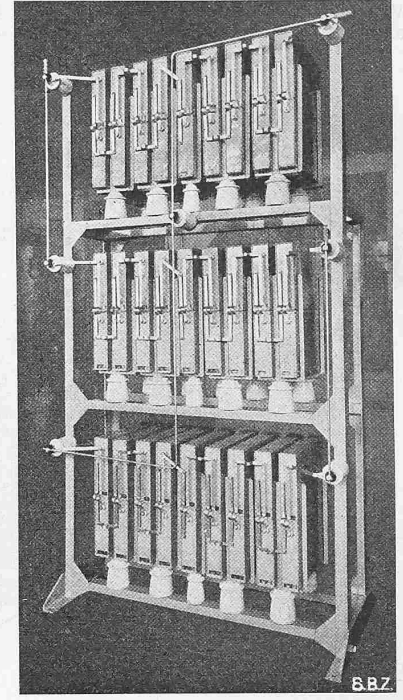


Abb. 3. Nepolin-Kondensatorenatterie der Micafil A.-G. Zürich-Altstetten

Nepolin-Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors

Von Dipl. El.-Ing. R. HALDIMANN, Zürich

Die meisten an das Industrie-Wechselstromnetz angeschlossenen Apparate arbeiten nach dem elektromagnetischen Prinzip und benötigen zum Aufbau ihres Magnetfeldes eine gewisse elektrische Energie. Diese wird — im Gegensatz zu der im allgemeinen viel grösseren Energiemenge, die von den betreffenden Apparaten in Wärme oder mechanische Kraft umgesetzt wird — nicht verbraucht, sondern pendelt ständig mit doppelter Netzfrequenz zwischen Generator und Apparat. Sie wird deshalb von einem üblichen Wirkleistungszähler nicht registriert.

Der elektrische Strom jedoch, der diesen Energietransport besorgt (Blindstrom), wirkt sich auf die gesamte Anlage ungünstig aus, indem er die Leitungen, Transformatoren und Generatoren, die er durchfliesst, vermehrt belastet, zusätzliche Stromwärmeverluste und Spannungsabfälle verursacht. Die Stromwärmeverluste sind zum Beispiel bei einem $\cos \varphi = 0,7$ doppelt so hoch wie bei $\cos \varphi = 1$ und 3 mal so hoch bei einem $\cos \varphi = 0,6$.

Der Blindstrom spielt in der Energiewirtschaft eine wichtige Rolle, indem er meistens bei der Tarifgestaltung für die Energielieferung berücksichtigt wird. Andererseits verunmöglicht er aber auch eine volle Ausnutzung von Uebertragungsleitungen und elektrischen Anlagen durch deren Mehrbelastung, die sich aus dem in der Praxis bekannten Leistungsfaktor $\cos \varphi$ errechnen lässt. Die Mehrbelastung beträgt zum Beispiel

$\cos \varphi = 1$	0 %	$\cos \varphi = 0,6$	67 %
$\cos \varphi = 0,9$	11 %	$\cos \varphi = 0,5$	100 %
$\cos \varphi = 0,8$	25 %	$\cos \varphi = 0,4$	150 %
$\cos \varphi = 0,7$	43 %	$\cos \varphi = 0,3$	233 %

Es ist selbstverständlich, dass für die beste Ausnutzung einer elektrischen Anlage ein möglichst guter $\cos \varphi$ erwünscht ist und dass die Schaffung von Mitteln zur Verbesserung des Leistungsfaktors wirtschaftlich begründet ist.

Die beste Lösung dieses Problems liegt im Einbau von elektrischen Kondensatoren in Anlagen mit schlechtem Leistungsfaktor. Ist ein Kondensator an ein solches Netz angeschlossen, so wird er sich naturgemäss periodisch auf- und entladen, und zwar gerade so, dass im Moment, in dem die Magnetfelder aufgebaut werden, der Kondensator seine Energie freigibt. Bei richtiger Dimensionierung kompensieren sich also die beiden Effekte und der Blindstrom fliesst nur noch zwischen Verbraucher und Kondensator (Energieaustausch).

Die Verbesserung des Leistungsfaktors durch Einbau von Kondensatoren bewirkt folgende Vorteile: 1. eine rein wirtschaftliche Verbesserung, indem sich die Ausgaben für Blindstrom redu-

Vergleich zwischen Abb. 2 und 3:

500 kVar	Leistung	520 kVar
10000 V, 50 Hz	Betriebsspannung	10000 V, 50 Hz
26,6 t	Nettogewicht	1,3 t
3,55 m ³	Raumbedarf	1,75 m ³
1,1 × 1,2 × 2,7 m	Abmessungen	0,5 × 1,3 × 2,7 m
1,3 t	Imprägniermittel	0,38 t

zieren oder ganz wegfallen, sodass sich Kondensatoren-Anlagen schon in kurzer Zeit bezahlt machen; 2. eine Verminderung der Stromstärke in den Uebertragungsleitungen und damit eine Entlastung dieser Anlagen, die somit ohne Erweiterung besser ausgenutzt werden können; 3. werden die Uebertragungsverluste vermindert, da durch die Kompensation des Blindstromes die Kupferverluste in Transformatoren, Freileitungen und Verteilerkabeln geringer werden. In grösseren Industriezentren können dadurch jährlich Tausende von kWh eingespart werden; 4. werden durch die Stromverminderung die Spannungsabfälle vermindert. Zudem verringert die Verbesserung des Leistungsfaktors den Einfluss der induktiven Spannungsabfälle.

Bei der Installation von Kondensatoren ist eine genaue Anpassung der Leistung an den Bedarf anzustreben, um dadurch die Spannung im Netz möglichst konstant zu halten. Ausserdem ist eine Kompensation des Blindstromes über $\cos \varphi = 1$ hinaus im allgemeinen zu vermeiden.

Die einfachste Lösung bietet die Einzelkompensation, wobei an jeden Apparat mit schlechtem $\cos \varphi$ ein Kondensator parallel angeschlossen und mit diesem ein- und ausgeschaltet wird. Diese Methode ist geeignet für Apparate grösserer Leistung (Induktions-Oefen, Schweissmaschinen, grössere Motoren) und bei Industrie-Anlagen mit geringer Motorenzahl. Steigt die Anzahl der Motoren, so schreitet man im allgemeinen zu Gruppen- oder Zentral-Kompensation, die eine bessere Ausnutzung der Kondensatorenleistung sowie eine Senkung der Anschaffungs- und Installationskosten ermöglichen. Bei dieser Methode ist auf die Bedienung der Kondensatoren besonders zu achten.

Die von der Firma Micafil A.-G., Zürich-Altstetten, gebauten Nepolin-Kondensatoren eignen sich wegen ihrer langen Lebensdauer, ihrer hohen Betriebsicherheit und ihrer geringen Verluste zur Blindstrom-Kompensation besonders. Ihre Eigenschaften seien im nachfolgenden kurz beschrieben.

Die üblicherweise in der Elektrotechnik als Dielektrikum verwendeten Mineralöle erleiden unter dem Einfluss des elektrischen Feldes und der Temperatur eine durch Oxydation und Verwachsung gekennzeichnete Alterung. Diese bildet die häufigste Ursache der Defekte und verunmöglicht die volle Ausnutzung des Dielektrikums. Nach eingehenden, sich über viele Jahre erstreckenden Versuchsarbeiten war es der Micafil A.-G. möglich, ein neues Imprägniermittel, das Nepolin, einzuführen,

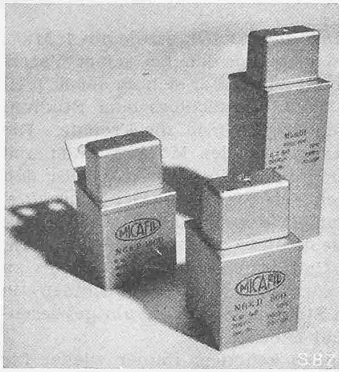


Abb. 4. Nepolin-Kleinkondensatoren für Einzelkompensation von Kleinmotoren, Gasentladungslampen oder Lampengruppen

das praktisch keiner Alterung unterliegt. Mit der Einführung des Nepolins wurde auch im Sinne grösserer Betriebsicherheit der Kondensatoren ein bedeutender Schritt vorwärts getan.

Nepolin-Kondensatoren sind dank ihrem neuartigen Imprägnierstoff weitgehend unempfindlich gegen Ueber-

spannungen und hochfrequente Schwingungserscheinungen bei Schaltvorgängen. Die sorgfältig imprägnierten, aus Papier und Aluminium bestehenden Kondensatorenwickel sind explosions-sicher in luftdicht abgeschlossene, mit Nepolin gefüllte Blechkessel eingebaut. Sie sind einzeln abgesichert, sodass bei einem Defekt nur der betreffende Wickel ausfällt, ohne dass der Kondensator dadurch ausser Betrieb gesetzt würde.

Ebenfalls aus Gründen der Betriebsicherheit wurde der Bau von Grosskondensatoren wieder aufgegeben. Für Leistungen von über 30 kVar baut die Firma, wie schon vor 15 Jahren, aus kleineren Einheiten zusammengestellte Batterien, deren Qualität indessen bedeutend verbessert wurde.

Neben der grösseren Betriebsicherheit wurde durch die Einführung des Nepolins auch eine erhebliche Gewichts- und Abmessungsverminderung erreicht. Die Einsparung an Gewicht und Raumbedarf beträgt bis zu 50 %.

Normalerweise sind Nepolin-Kondensatorbatterien aus Einheiten von 10 bis 30 kVar Leistung zusammengestellt. Um im Bereich unter 30 kVar eine bessere Abstufung der Leistung zu erreichen, stellt die Micafil A.-G. auch kleinere Typen von 0,1 bis 15 kVar her. Diese eignen sich gleichzeitig bei verteilter Kompensation zum direkten Anbau an Motoren, Schweißstransformatoren, Gasentladungslampen usw.

Nepolin-Kondensatoren erfahren im Prüfstand der Firma eine weitreichende Prüfung; bei der Wahl der geeigneten Ausführung für jeden bestimmten Anwendungszweck wird dadurch eine grosse Betriebsicherheit und lange Lebensdauer gewährleistet. Neben den Normalausführungen werden Freilufttypen, Spezialkondensatoren für Mastmontage zum Anschluss an Ueberlandleitungen hergestellt. Nepolin-Kondensatoren sind schüttelfest und erleiden daher auch bei längeren Transporten keinen Schaden. Sie eignen sich ausserdem z. B. zur Montage auf Lokomotiven.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und zur Schonung von Stromverbrauchern (Ueberkompensation bewirkt unerwünschte Ueberspannungen) und Kondensatoren ist eine möglichst genaue Anpassung der Kondensatorgrösse an den Blindleistungsbedarf anzustreben. Kondensatoren sollen daher in der Regel nur dann eingeschaltet werden, wenn ihre Blindleistung benötigt wird. Dies ist bei Einzelkompensation, wo der Kondensator parallel an dem Verbraucher angeschlossen ist, ohne weiteres der Fall. Bei Zentralkompensation geschieht die rationellste Steuerung der Kondensatorbatterie auf automatischem Wege. Die Micafil A.-G. hat sich im Laufe der letzten Jahre besonders auf die automatische Steuerung von Kondensatoranlagen spezialisiert. Bei der Installation von automatisch gesteuerten Nepolin-Kondensatoranlagen muss Rücksicht genommen werden auf: Art und Grösse der einzelnen Verbraucher, deren Leistungsfaktor verbessert werden soll; Blindstromtarif; besondere Anforderungen an Spannungskonstanz; eigene Erzeugeranlagen (in Parallelbetrieb mit dem Netz); Art der Belastung (Stossbelastung); örtliche Verhältnisse, usw.

Die automatisch gesteuerten Nepolin-Kondensatoranlagen sind mit Zusatzapparaten versehen, die eine Zu- und Abschaltung der Kapazität in Funktion des Bedarfs besorgen. Die automatische Steuerung kann erfolgen: 1. in Funktion der Blindleistung durch Zu- und Abschaltung mehrerer Kondensatoreinheiten. Diese Art der Steuerung kommt in Industrieanlagen in Frage, die entweder gemäss Vertrag mit dem Stromlieferanten den Leistungsfaktor verbessern müssen oder ihre eigene Versorgungsanlage besser auszunützen wünschen. Sie ist ausserdem zur Aufstellung in Verteilstationen geeignet, wo sie als Belastungs-ausgleich dient.

2. In Funktion des Betriebstromes. Diese Steuerung ist die einfachste Methode, eine oder zwei Kondensatorstufen nach Bedarf zu bedienen. Sie kommt für kleine Kondensatorbatterien in Frage, für die die Regulierung in Funktion der Blindleistung zu teuer ist, und für Fälle, wo der $\cos \varphi$ bei zunehmender Belastung konstant bleibt (Induktions-Oefen).

3. In Funktion der Spannung. Durch stufenweise Zu- und Abschaltung mehrerer Stufen zur Konstanthaltung der Spannung an den Endpunkten langer Leitungen. Der Kondensator erlaubt bekanntlich bei Uebertragungssystemen mit induktivem Spannungsabfall, die Spannung in vorzüglicher Weise zu verbessern.

4. In Funktion der Zeit, wenn besondere Verhältnisse dies erfordern. Diese Art der Steuerung kommt nur ausnahmsweise zur Anwendung und meistens in Kombination mit einer andern.

Die automatische Steuerung, die ohne jegliche Wartung erfolgt, gestattet eine möglichst wirtschaftliche Anwendung der Kondensatoren in Nieder- und Hochspannungsnetzen. Der Einbau solcher Anlagen bringt gegenüber nicht automatisch gesteuerten Phasenschieberkondensatoren folgende Vorteile: sofortige Anpassung an die jeweilige Belastung; selbsttätiges Arbeiten ohne Wartung; Entlastung des Personals; beste Ausnützung der Kondensatoren und der elektrischen Anlagen; Vermeidung von unerwünschter Ueberkompensation.

MITTEILUNGEN

Ehrenpromotion und Wissenschaft. Unter diesem Titel lasen wir in den «Briefen an die NZZ» am 9. Sept. d. J. (Nr. 1524) eine Betrachtung, die ganz mit dem übereinstimmt, was auch wir schon wiederholt zum Ausdruck gebracht haben¹⁾. Und wenige Tage später äusserte sich die «EVZ» (Nr. 37 vom 15. Sept.) in ganz ähnlichem Sinn in einer Zuschrift aus Basel «Wofür werden Ehrendoktorhüte verliehen?». Der uns unbekannte Einsender «H. H.» der NZZ schreibt (auszugsweise) was folgt:

«Ehrenpromotionen sind hierzulande keine Seltenheit. Es gibt Universitäten, die regelmässig bei besonderen Anlässen, seien es Stiftungsfeste oder nationale Feierlichkeiten, hervorragenden Männern oder Frauen in Anerkennung ihrer Leistungen die Würde eines Doktors ehrenhalber verleihen...»²⁾ Und er sagt weiter: «In den letzten Jahren sind häufig Ehrenpromotionen in Anerkennung *nichtwissenschaftlicher* Leistungen erfolgt. Das Kennzeichen, das eine Leistung zur wissenschaftlichen macht, kann niemals in blosser Werkvollendetheit oder weittragender Bedeutung gesehen werden, weil diese Eigenschaften *jeder* Tat, der militärischen, praktisch-politischen, organisatorischen oder charitativen eigen sein können. Wir benötigen spezifische Merkmale. Die wissenschaftliche Leistung ist in der Regel keine unmittelbar praktische Tat. Sie durchdringt mit den Mitteln des Geistes die Wirklichkeit, aber sie gestaltet sie nicht um. Sie sucht die Wahrheit, ohne sie durchzusetzen. Sie dient der Vertiefung und Ausweitung der Erkenntnisse, allgemein, abstrakt, ohne individuell-konkrete Absicht»... «Es fragt sich, ob Würde und Begriff des «doctor», der immer noch auf den *Gelehrten* in seiner Besonderheit hinweist, nicht mit Vorteil, sowohl im Fall der Ehrenpromotion wie der ordentlichen Promotion, auf diesen spezifischen Sachverhalt der hervorragenden Gelehrtenleistung beschränkt werden sollen. Könnte man sich dazu entschliessen, dann würde auch die Gefahr willkürlicher Ernennungen bestmöglich behoben. Denn die hervorragende *wissenschaftliche* Leistung ist immer noch leichter ausfindig zu machen, als die überhaupt hoch qualifizierte»...

H. H. schliesst seine Betrachtung mit folgenden Sätzen: «Ueber Würde und Ehre — wobei wir nicht einmal die innerlichste meinen — entscheidet schliesslich keine irdische Instanz *gerecht*, d. h. im richtigen Verhältnis zu dem, was Andern zukommen würde. Daher unsere Skepsis gegenüber jedem starren, mechanischen, systematischen Verfahren öffentlicher Würdigung. Die Ehrung soll immer einzigartig, persönlich, unmechanisch, spontan sein. Die schönste, unvergänglichste und allein sachgerechte ist wohl die, die in den Herzen einzelner Nahestehender oder des Volkes lebt». —

Einen Kurs über Arbeitsanalyse veranstaltet, geäusserten Wünschen entsprechend, demnächst das Betriebswissenschaftl. Institut der E. T. H. unter Leitung von P.-D. Dipl. Ing. P. F. Fornallaz. Das acht Vortragsabende umfassende Programm lautet:

¹⁾ Letztmals in Bd. 110, S. 31 (1937).

²⁾ Durch allzu freigebige und sinnwidrige Erteilung dieser akademischen Würde wird sie auch immer mehr entwertet, zum Schaden derer, die die «seltene Auszeichnung» wirklich verdient haben.