

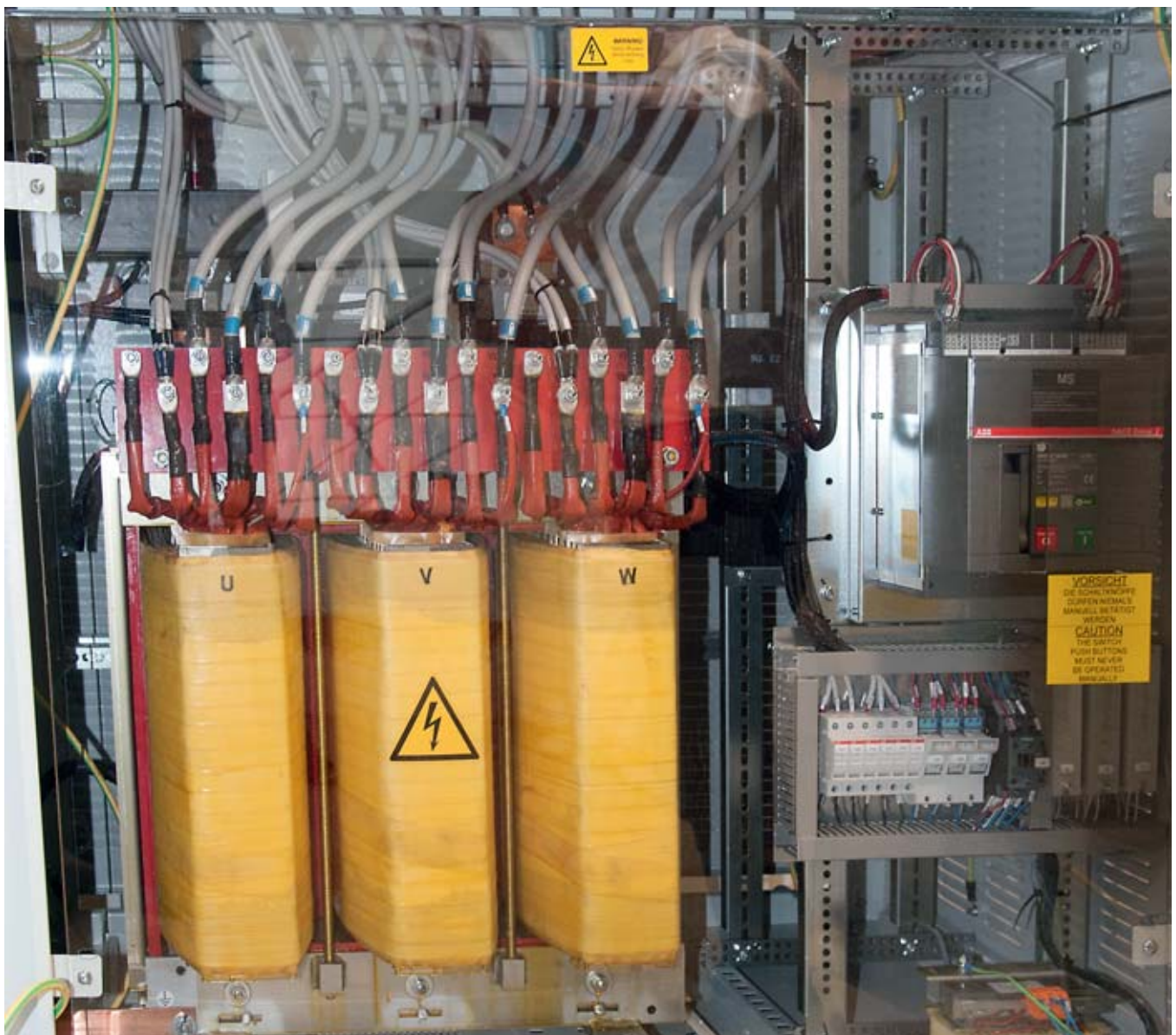


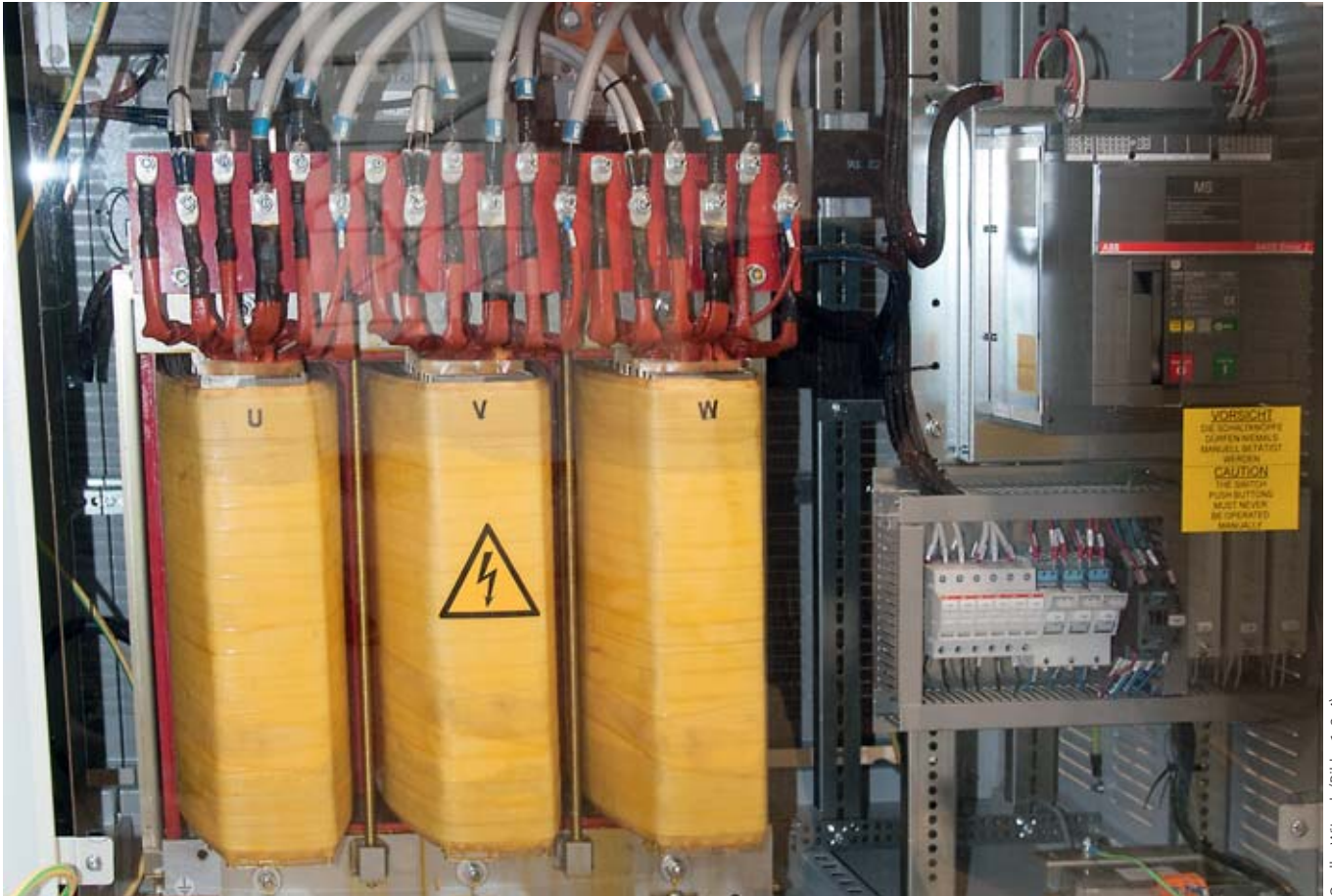
Sonderdruck aus
»de« 17+18.2022

das elektrohandwerk

Vorsprung ▪ Wissen ▪ Mehrwert

Passives Filtersystem





Quelle: Witzsch (Bilder 1, 2, 4)

Bild 1: So sieht der Filter in der konkreten Einbausituation aus

Verbessert die Netzqualität und reduziert Verluste

Passives Filtersystem – Funktionsweise und Wirksamkeit

Verzerrungen, unter anderem verursacht, durch nichtlineare Verbraucher wie geregelte Antriebe oder Schaltnetzteile, belasten zunehmend die Niederspannungsnetze von Produktionsbetrieben und Bürogebäuden. Sie führen zu Störungen und verursachen zudem Verluste. Rund 3...8% des elektrischen Gesamtverbrauchs, schätzen Experten und Betreiber, gehen so verloren. Deshalb gibt es viele Ansätze, um die Verluste zu reduzieren. Dieser Artikel beschreibt einen besonderen Filter, die theoretischen Grundlagen und den Wirksamkeitsnachweis.

Dabei ist es nicht ganz einfach, das System zu beschreiben, das der Hersteller Livarsa aus der Schweiz anbietet. Passivfilter trifft die Funktion recht gut, denn das System kann Leistungsverluste verringern, Störungen, wie Oberschwingungen, Flicker oder Transienten dämpfen sowie unsymmetrische Belastungen teilweise ausgleichen. Anders als bei einem Aktivfilter, geschieht dies ohne Messungen, Regelkreise oder Ähnliches (Bild 1).

Der Filter wird niederspannungsseitig am zentralen Einspeisepunkt (ZEP) im Stromversorgungsnetz eines Gebäudes installiert. »Es sind nur wenige Zutaten: Der Kern des Filters besteht aus Eisen, Blech, Aluminium und die Isolatoren bestehend aus Isolierpapier sowie die Luft in den Spalten«, so beschreibt Salvi Donato die Komponenten des Filters (Bild 2). Er ist Firmengründer der GmbH und hat das erste Filtersystem bei einem Kunden in der Schweiz eingebaut und getes-

tet. Von einer Erfindung will er nicht sprechen, denn »das sind alles bekannte Komponenten«, so Donato.

Der Trick mit dem fluktuierenden Sternpunkt

Der Aufbau, ist eigentlich recht einfach, aber trotzdem erklärungsbedürftig, wie Bild 3 zeigt. In jeder der drei Phasen ist seriell eine Hauptspule eingebaut, eine Induktivität, die die überwiegend kapazitiven Eigenschaften

von nichtlinearen Verbrauchern ausgleichen kann. Dies hat aber einen unerwünschten Nebeneffekt: Die Spule als Impedanz und der Verbraucher bilden in einer Reihenschaltung einen Spannungsteiler. Die Spannung am Verbraucher verringert sich abhängig von der Impedanz der Spule. Ist sie zu hoch, kann der Effekt die Funktion einer Anlage beeinträchtigen. Ein Drehstrommotor, der eine bestimmte Leistung erbringen muss, zieht dann mehr Strom, der die Installation belastet. Frequenzumrichter und ähnliche Komponenten können in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Auch rein ohmsche Verbraucher sind betroffen. Sie verbrauchen zwar – theoretisch – weniger Energie. In der Praxis ist aber meist eine bestimmte Arbeit oder Leistung gefragt. Es dauert dann schlicht länger, um beispielsweise eine Flüssigkeit auf eine bestimmte Temperatur zu erwärmen.

Deshalb kompensieren Steuerspulen den Spannungsabfall. Diese bilden zusammen mit den Hauptspulen über einen gemeinsamen Eisenkern einen Transformator. Wie die Grafik zeigt, ist ein Anschluss jeder Steuerspule mit der Hauptspule verbunden. Die zweiten Anschlüsse der drei Steuerspulen sind zu einem frei schwebenden, d.h. fluktuierenden Sternpunkt verbunden. Die Ströme in den Steuerspulen fungieren als Gegeninduktivität, die dafür sorgt, dass sich die Spannung in der jeweiligen Hauptspule um 3...5 V erhöht. Der Spannungsabfall in der Hauptwicklung wird so teilweise kompensiert.

Die Besonderheit der Schaltung ist der gemeinsame Sternpunkt. Dieser bewirkt, dass unsymmetrische Belastungen der drei Phasen zumindest teilweise ausgeglichen werden. In der Folge verringern sich unerwünschte Neutralleiterströme. Der Passivfilter ist somit ein wirksames Mittel gegen Leistungsverluste und Störungen, wie harmonische Oberschwingungen, Flicker und Transienten.

Bei der Vermarktung hat der Hersteller allerdings ein Problem: Die Wirkung konnte zwar belegt werden, aber ein geeignetes Messverfahren, das die tatsächliche Reduzierung in kWh belegen konnte, war nicht existent. Es gab kaum Literatur oder Forschungsergebnisse, die eine solche Reduzierung wissenschaftlich belegen konnte. Zudem war man bei der Information über die genaue Dimensionierung der Bauteile zurückhaltend, um sich vor Nachbauten zu schützen. Das ist ein Problem, denn auf dem Markt tummeln sich viele schillernde, auch unseriöse Gestalten (siehe »de« 5.2013, S.



Bild 2: Unternehmensgründer Salvi Donato (links) beschreibt den Filter

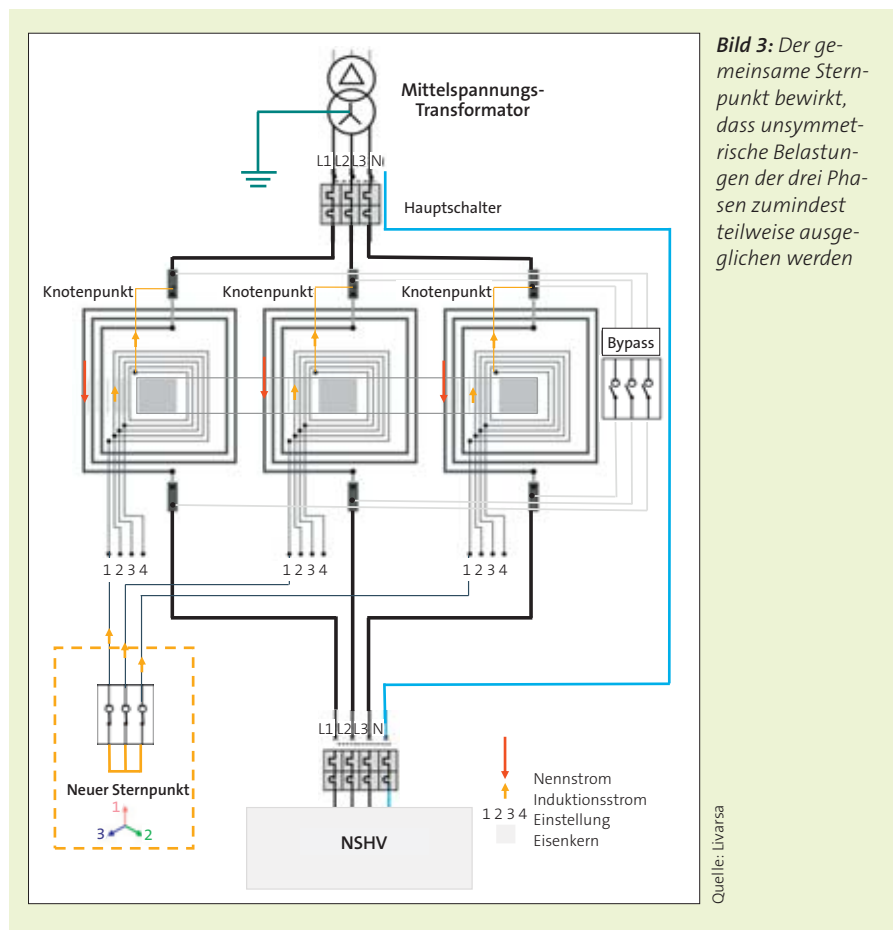


Bild 3: Der gemeinsame Sternpunkt bewirkt, dass unsymmetrische Belastungen der drei Phasen zumindest teilweise ausgeglichen werden

50). Mario Ditella kennt die Situation (Bild 4). Er hat zusammen mit Salvi Donato die Livarsa GmbH gegründet und leitet den deutschen Standort. »Es gab in der Vergangenheit auch Hersteller, die 10...30% Einsparung versprochen haben. Das war mehr Esoterik und Scharlatanerie. Aber mit denen wurden wir verglichen«, beschreibt er die Startschwierigkeiten. »Wir reden jedoch von

einigen Prozent, und die schaffen wir. Bei den extremen Energiekosten sind auch die interessant. Einfache Effizienzmaßnahmen für Druckluft, Lüftung oder Antriebe haben die Unternehmen bereits umgesetzt. Jetzt kommt die Frage: was können wir noch tun? Wir haben mit vielen Anlagebetreibern gesprochen. Sie schätzen ihre elektrischen Energieverluste auf ca. 3...8%. Der Bedarf ist also da«.

Tabelle 1: Verkürzte Ansicht aus einem (im Original über 1000 Zeilen umfassenden) Prüfprotokoll des Herstellers

Zeit	Status	Spannung L1-N [V]	cos PHI induktiv	Blindleistung [VAR]	Wirkleistung [W]	Energie [kWh]
10:59:52		217,8	0,933	91890	238664	70654,1
10:59:54		217,11	0,939	95325	260978	70654,3
10:59:56		217,33	0,935	92365	244528	70654,4
10:59:58		217,24	0,929	88540	221981	70654,5
11:00:00		217,21	0,937	88166	235667	70654,7
11:00:02		217,22	0,936	87403	232702	70654,8
11:00:04		217,3	0,939	90210	246267	70654,9
11:00:06		217,32	0,932	94714	242682	70655,1
11:00:08		217,71	0,931	89940	230132	70655,1
11:00:20		217,39	0,951	93845	289205	70656
11:00:22		217,52	0,946	88396	257767	70656,1
11:00:24		217,8	0,935	87599	230559	70656,2
11:00:26		217,7	0,944	87051	249377	70656,4
11:05:02		217,77	0,926	94254	231862	70674,5
11:05:04	Sparen	217,68	0,918	96147	221931	70674,6
11:05:06	Bypass	231,65	0,894	119630	238121	70674,8
11:05:08		233,54	0,886	122771	234951	70674,8
11:09:44		234,71	0,931	98481	251573	70694,6
11:09:46	Bypass	234,84	0,937	91724	245598	70694,8
11:09:48	Schaltzykl.	234,65	0,941	96405	237461	70694,9
11:09:50		234,64	0,953	80071	252591	70695
11:10:20		222,99	0,95	77876	236462	70697,1
11:10:22		221,75	0,959	72115	242738	70697,2
11:10:24	Sparen	221,64	0,965	63866	233750	70697,4
11:10:26		221,84	0,958	73846	247299	70697,6
11:15:02		217,71	0,941	91877	255221	70715,7
11:15:04	Sparen	217,64	0,945	83223	241389	70715,9
11:15:06	Bypass	232,77	0,932	95673	245118	70716
11:15:08		233,76	0,901	121559	253129	70716,1
11:19:44		234,47	0,933	103379	267220	70735,3
11:19:46	Bypass	234,38	0,937	101152	270682	70735,4
11:19:48	Schaltzykl.	234,3	0,932	100828	258995	70735,5
11:19:50		234,54	0,925	107064	261236	70735,7
11:20:20		221,83	0,959	72536	245400	70737,8
11:20:22		221,36	0,961	77985	270387	70738
11:20:24	Sparen	221,23	0,959	78975	268664	70738,1
11:20:26		221,77	0,952	79091	246236	70738,3
11:25:02		219,04	0,946	79159	230086	70756,5
11:25:04	Sparen	218,8	0,947	77899	229525	70756,6
11:25:06		233,04	0,918	107113	247394	70756,8
11:25:08		235,21	0,903	116589	240293	70756,9
11:33:06		219,07	0,943	77017	218594	70788,4
11:33:08		218,81	0,934	74734	195786	70788,6

18,4 kWh, 280 s
 0,2 kWh, 25 (Schaltmoment)
 20 kWh, 280 s
 2,5 kWh, 38 s (Schaltzyklus)
 18,5 kWh, 280 s
 0,1 kWh, 25 (Schaltmoment)
 19,4 kWh, 280 s
 2,6 kWh, 38 s (Schaltzyklus)
 18,5 kWh, 280 s
 0,2 kWh, 25 (Schaltmoment)

Um potenzielle Kunden zu überzeugen, musste Livarsa nachprüfbar Fakten liefern: Messergebnisse.

Den Windhauch im Sturm nachweisen

Eigentlich ist es ganz einfach: Um den Effekt einer Effizienzmaßnahme zu erfassen, vergleicht man den Verbrauch vor und nach dem Einbau. Bei konstanten Verbräuchen oder einzelnen Geräten funktioniert das gut. Bei einer Fabrik oder einem großen Bürogebäude schwankt aber die Leistungsaufnahme so stark, dass ein Einspareffekt von wenigen

Prozent kaum nachzuweisen ist. *Donato* und *Ditella* mussten sich ein Verfahren überlegen, um Schwankungen im Verbrauch messtechnisch zu eliminieren. Das musste für den Bedarf an Beleuchtung oder Klimatisierung über den Tag hinweg genauso funktionieren wie für Energieschwankungen in der Produktion über mehrere Monate. Die beiden benötigten einige Jahre, bis sie das Messverfahren »ECV« (energy comparison value) ausgetüfelt hatten.

Die Idee ist, den Filter in geeigneten Zeitintervallen ein- und auszuschalten und dann

die Summen der gemessenen Verbräuche mit und ohne Filtersystem zu vergleichen. Bei Zeitspannen von wenigen Minuten, die über einen Tag aufsummiert werden, ist es nahezu ausgeschlossen, dass der Energiebedarf der Anlage synchron und phasengleich mit schwankt. Beleuchtung und Klimatisierung ändern sich eher in Zeiträumen von Stunden, abhängig von der Wetterlage und den Arbeitszeiten. In der Fertigung werden ständig Antriebe ein- und ausgeschaltet. Aber das erfolgt nicht synchron im gesamten Maschinenpark.

Für den Wechsel zwischen dem Betrieb mit und ohne Filter wurde ein Bypass vorgesehen. Dieser ist ohnehin nötig, damit man das System ohne Unterbrechung der Spannungsversorgung vom Netz trennen kann. Störungen oder Defekte der passiven Bauteile sind zwar extrem unwahrscheinlich, aber nicht völlig auszuschließen. Die Herausforderung war, dass je nach Filtergröße mehrere 1000 A zu schalten sind. In Absprache mit dem Hersteller der Schaltvorrichtung wurde die Mindestzeit zwischen zwei Schaltvorgängen auf 5 min festgelegt. Beim Einschalten werden die Induktivitäten stufenweise zugeschaltet. Die Messung erfolgt über einen Zeitraum von 24h. Dies ergibt 144 Zeitabschnitte zu je 5 min mit und ohne Filter (Tabelle 1). Alle 2s wird die augenblickliche Wirkleistung erfasst. Da das stufenweise Zuschalten des Filters mehrere Sekunden beansprucht, starten die Messungen in dieser Phase mit einer Verzögerung von 20s. Beim Ausschalten reichen 2s.

Trotz des Messverfahrens blieben viele Interessenten skeptisch. Deshalb machten sich Donato und Ditella auf die Suche nach einer neutralen Instanz. An der Hochschule in Offenburg wurden sie fündig. Prof. Dr.-Ing. Jörg Bausch von der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik überprüfte und bestätigte das Messverfahren.

Der Passivfilter aus der Sicht der Wissenschaft

Bausch hat sich über eineinhalb Jahre sowohl mit dem System als auch dem Messverfahren befasst und die Wirksamkeit bestätigt. Er gibt zunächst eine Einführung: »Die Technik ist nicht neu, aber nicht ganz einfach zu verstehen. Man darf sie vor allem nicht mit einem Transformator gleichsetzen. Der Aufbau erinnert eher an einen modifizierten Transduktor¹. Das ist eine Art Regeltrafo, bei dem man mit beispielsweise einer Gleichspannung die Sättigung des Kerns beeinflusst. Über die Filterwirkung kann man so die Wechselströme steuern. Bei Livarsa erfolgt ein Teil der Kopplung auch über die Luft, wodurch sich die Filterwirkung verändert. Wie genau die Wirkung

¹Der Transduktor ist eine Anordnung, bestehend aus nichtlinearen Drosseln und gegebenenfalls Gleichrichtern, in der die nichtlinearen magnetischen Eigenschaften der Drosselkerne zur Steuerung der Ströme und Spannungen in einem Wechselstromkreis ausgenutzt werden. (Regel-Transduktoren, F. Kümmel, Springer-Verlag, Hamburg, 1961)



Bild 4: Mario Ditella leitet den deutschen Standort

funktioniert, wird durch Simulationen und Messungen untersucht, aber es funktioniert. Die Effekte sind nicht riesig, aber signifikant«.

Bausch ist überzeugt, dass der Filter Potenzial hat. Als Beleg dient ihm umfangreiches Datenmaterial. Die Analysen wurden auf Basis von mehr als 20 neutralisierten Datensätzen mit Messzeiträumen über bis zu zwei Jahren durchgeführt – insgesamt rund 300 Monate von unterschiedlichen Projekten. Ein Supermarkt hat natürlich ganz andere Betriebszeiten als eine Kunststoffspritzerei oder metallverarbeitender Betrieb. Bausch: »Der Effekt war bei allen Messungen nachweisbar. Die Netzqualität verbesserte sich und Verluste wurden verringert. Ergänzend konnten wir bei einem Industriebetrieb selbst Messungen durchführen und das ECV-Messverfahren durch Steuerung des Bypass-Schalters eigenständig untersuchen. Die Ergebnisse bestätigten die Wirksamkeit«.

Sein erstes Fazit: »Auf der einen Seite stellt das System einen Passivfilter dar, bei dem der sonst unvermeidliche Spannungsabfall kompensiert wird und damit geringer ausfällt, auf der anderen Seite wirkt der fluktuierende Sternpunkt einer unsymmetrischen Phasenbelastung und damit den Neutralleiterströmen entgegen«. Die Einsparungen hängen natürlich von den gegebenen Umständen wie der Topologie und dem Lastgang ab. Bausch: »Verkürzt kann man sagen: je schlechter das Netz, umso größer der Vorteil. Ein Beispiel ist eine unsymmetrische Last mit vielen Schaltanteilen, wie häufig Freitagnachmittag bei fast reinem Bürobetrieb sonst produzierender Firmen zu sehen war. Dann haben wir teilweise ein Spannungspotential von mehreren 10 V und damit Ströme, die auch 100 A im zentralen Erdungspunkt übersteigen können. Da

fließt über den Erdungswiderstand je nach Betriebszustand richtig Leistung weg«. Bausch wird die Entwicklung weiterhin begleiten, denn er sieht neben der bereits vorhandenen Leistungsfähigkeit des Systems noch einiges an Optimierungspotenzial.

Die »Überzeugungstäter«

»Das Messverfahren war für uns ein Meilenstein«, erinnert sich Donato. »Damit und mit der Expertise der Hochschule konnten wir endlich den Markt von der Leistungsfähigkeit unseres Filters überzeugen«. Ditella ergänzt: »Das Schöne an dem Verfahren ist, dass es sich auf jede zentral wirkende Maßnahme anwenden lässt. Damit lassen sich auch völlig unterschiedliche Lösungsansätze vergleichen«.

Der zweite Teil des Artikels in der folgenden »de«-Ausgabe wird sich mit konkreten Anwendungen befassen, d.h. bei welchen Unternehmen der Einsatz eines solchen Filters sinnvoll ist. Außerdem wird der Einsatz am SKZ, dem Kunststoff-Zentrum in Würzburg vorgestellt und abschließend ein Blick auf Fördermöglichkeiten und Finanzierungsmodelle geworfen.

FÜR SCHNELLESER

Das hier vorgestellte passive Filtersystem kann je nach den gegebenen Umständen wie der Topologie und dem Lastgang Energieeinsparungen von ca. 3 ... 8% realisieren

Je »schlechter« das gegebene Netz (unsymmetrische Last mit vielen Schaltanteilen), umso größer ist das Einsparpotenzial

Autor:

Dipl.-Phys. Martin Witzsch
Freier Journalist für »de – das elektrohandwerk«

Verbessert die Netzqualität und reduziert Verluste

Passives Filtersystem – Planung und Anwendung

Im ersten Teil des Artikels (»de« 17.2022, S. 32) wurde ein passives Filtersystem beschrieben, mit dem sich Störungen durch nichtlineare Verbraucher sowie unsymmetrische Belastungen reduzieren lassen. Dieser zweite Teil beschreibt die konkrete Anwendung von der Planung bis zur Finanzierung.

Geregelte Antriebe oder Schaltnetzteile belasten zunehmend die Niederspannungsnetze von Produktionsbetrieben und Bürogebäuden. Sie führen zu Störungen und verursachen zudem Verluste. Rund 3...8% des elektrischen Gesamtverbrauchs, schätzen Experten und Betreiber, gehen so verloren. Bei energieintensiven Betrie-

ben sind das jährlich fünfstelligen Summen. Hierfür hat die Schweizer Firma Livarsa auf Basis von passiven Bauelementen ein Filtersystem mitentwickelt. Seine Besonderheit ist ein so genannter fluktuierender Sternpunkt, der den Spannungsfall des Filters reduziert und gleichzeitig entgegenwirkt und unsymmetrische Belastungen teilweise ausgleicht.

Das System eignet sich aber nicht für jede Anlage, auch wenn sie sehr viel Energie benötigt. Der Filter kann keine einzige kWh Energie, genauer gesagt Wirkenergie, einsparen. Was es kann, ist Verluste und Störungen im gesamten Netz verringern. Gerade letztere können sich durch Anlagenstillstände oder die vorzeitige Alterung von empfindlicher Leistungselektronik finanziell noch stärker auswirken als Energieverluste. Allerdings sind Schäden, die nicht auftreten, nur schwer in Euro und Cent zu beziffern.

Livarsa setzt deshalb beim Marketing den Fokus auf die geringeren Energieverluste, denn diese sind messtechnisch zu erfassen. Dazu sehen sich die beiden Geschäftsführer *Donato* und *Ditella* die Netztopologie der Betriebe an, bevor sie den Einbau überhaupt anbieten. Für eine Empfehlung haben sie klare Kriterien.

Ein perfektes Netz ist nicht zu verbessern

Ein hoher Energieverbrauch an sich sagt noch nichts darüber aus, ob sich die Investition in die Effizienzmaßnahme lohnt. Bei wenigen, sehr großen Maschinen, wie in der Metallbearbeitung, lässt sich schon bei der Installation sicherstellen, dass die Phasen gleichmäßig belastet sind. Dies gilt entsprechend für Monoblock-Lüftungen, große Ventilatoren, die ohne Frequenzumrichter direkt mit dem Netz mitlaufen oder Kühlanlagen, die nur ein- und ausgeschaltet werden. In solchen Fällen kann der Filter nicht viel verbessern.

Interessanter wird es bei vielen kleinen nichtlinearen Verbrauchern, einphasigen Antrieben mit langen Kabelstrecken und vielen Knotenpunkten. Das bestätigten auch die Messungen an der Hochschule Offenburg, die Prof. Dr.-Ing. *Jörg Bausch* durchgeführt hat: »Sinnvoll ist der Einsatz bei unsymmetrischen Lasten«, erläutert er. »Die durchgeführten Messungen zeigen, dass je geringer die aktuelle Gesamtlast am Netzzugangspunkt ist, desto volatiler die unterschiedliche Belastung



Bild 1: Jürgen Wüst, stellvertretender Geschäftsführer Testing beim SKZ



Bild 2: Martin Winkler vor einem Prüfstand für 315-mm-Rohre



Bild 3: Ein Temperaturwechsel-Prüfstand für Langzeittests

in den Phasen.« Als typisches Beispiel führt er einen mittelständischen Betrieb mit unterschiedlichen Arbeitszeiten für Fertigung und Verwaltung an: »Die Produktion mit 35-h-Vertrag geht am Freitag um 12:00 Uhr nach Hause, während in den Büros mit 40-h-Woche noch gearbeitet wird. Dort dominieren LED-Beleuchtung und gepulste Schaltnetzteile für die IT. Dann wird die Blindleistung plötzlich kapazitiv und die Harmonischen steigen extrem an. Wir hatten Messungen, da waren wir bei 68 %. Oder die Anschlüsse sind aus historischen Gründen nicht so perfekt aufgeteilt, weil Service und Entwicklung erst im Lauf der Jahre aufgestockt oder Räume umgewidmet wurden. Entsprechend ungleichmäßig belastet sind die Phasen. Auch das zeigen die Messungen sehr deutlich.« In solchen Anwendungen spielt der Filter seine Vorteile aus. Das hat auch die Betreiber des SKZ in Würzburg überzeugt.

126 900 kWh Strom pro Jahr gespart

Das SKZ ist mit rund 430 Mitarbeitern eines der größten privaten Kunststoffinstitute Europas. Getragen wird es von gut 420 Mitgliedern der Fördergemeinschaft für das Kunststoff-Zentrum (FSKZ e.V.), u. a. erfolgreiche Unternehmen der Kunststoff-Industrie und verwandter Branchen. Dr. Jürgen Wüst, stellvertretender Geschäftsführer Testing, beschreibt die Aktivitäten (Bild 1): »Als Dienstleister für die Kunststoffbranche erforschen, testen und zertifizieren wir Produkte, Prozesse und Materialien für Unternehmen und Handwerksbetriebe. An die Forschung angegliedert

sind die Bereiche Bildung und Schulung. Außerdem sind wir ein akkreditiertes Prüflabor.« Dabei setzt das SKZ Maßstäbe, etwa als erstes akkreditiertes Labor für die Prüfung von Rohren (Ø 315 mm) im Temperaturwechseltest (Bild 2). Diese anspruchsvollen Aufgaben erklären auch den hohen Energieverbrauch von 2,7 Mio. kWh pro Jahr. Langzeitprüfungen zum Alterungsverhalten unter Betriebsbedingungen laufen über viele Wochen oder Monate.

Die größten Verbraucher mit je 20 % sind das Prüflabor für Temperaturwechseltests (Bild 3), der Bereich Zeitstand-Innendruckprüfung und die Bewitterung (Bild 4). Natürlich versucht man beim SKZ sorgsam mit Energie umzugehen, aber das ist nicht so einfach. Martin Winkler, stellvertretender Gruppenleiter Werkstatt und Logistik, erläutert: »Wir müssen unsere Prozesse nach Norm fahren. Reduzieren wir die Spannung, steigt halt der Strom. Aber die Verluste in den Leitungen bis hin zu den Maschinen lassen sich vermindern.«

Durch einen Pressebericht wurde man beim SKZ auf Livarsa aufmerksam und entschied sich für den Einbau. Eine besondere Herausforderung dabei war, dass die Stromzufuhr nicht einmal kurzfristig unterbrochen werden durfte, um die Langzeittests nicht zu gefährden. Winkler: »Abschalten wäre No-Go gewesen.« Möglich war dies, da die Stromversorgung im Prüflabor über zwei Transformatoren gesichert wird. Auf diese Weise konnte einer der beiden die Stromzufuhr für die Tests konstant halten, während am anderen

der Filter installiert wurde. Die Ausführung übernahm die Stoll Energiesysteme GmbH, ein renommierter und langjähriger Elektroinstallationspartner von Livarsa. Im Dezember 2021 ging das System in Betrieb und wurde mit dem im ersten Teil (siehe »de« 17.2022) beschriebenen Messverfahren »ECV« validiert. Resultat war eine Reduktion des Stromverbrauchs um 4,7 % oder in absoluten Zahlen: 126 900 kWh Strom, bzw. 53 t CO₂-Emissionen jährlich.

Finanziert wurde das Effizienzprojekt über ein »Sale & Mietkauf Back«-Modell, beruhend auf dem Prinzip »Pay-as-you-save« der Siemens Financial Services. Damit bleibt die Investition budgetneutral, da sie aus den garantierten Einsparungen beglichen wird. Jürgen Wüst lobt auch hier die Zusammenarbeit: »Die Vertragsgestaltung war sehr angenehm. Livarsa hat uns bei dem Förderantrag unterstützt. Wir hatten sogar die Zusage, dass das System bei einer Einsparung unter 1,5 % kostenneutral wieder ausgebaut wird.«

An diesem Projekt wird die Arbeitsweise von Livarsa deutlich, wie Ditella beschreibt: »Wir wollen nicht auf Technik reduziert werden. Bei uns gibt es alles aus einer Hand: Von der Fördermittelberatung über Projektierung und Komponentenauswahl bis zur Finanzierung.«

Das »Schweizer Messer« unter den Filtern Zusammenfassend lässt sich sagen: Der Filter von Livarsa ist ein echtes Universalwerkzeug. Ein Spezialist wie ein Aktivfilter kann große, nichtlineare Verbraucher sehr gut und präzi-



Bild 4: Die Bewitterung gehört zu den Großverbrauchern des SKZ

se kompensieren. Darin ist er passiven Systemen überlegen. Anders ist die Lage, wenn sehr viele kleinere, eventuell einphasige, nichtlineare Verbraucher in einem verzweigten Netz betrieben werden. Diese Effekte zu messen und zu regeln, erfordert einen erheblichen Aufwand. Ein System aus passiven Elementen kann dies ohne »Intelligenz« aus den physikalischen Eigenschaften heraus: Sobald ein Strom fließt, entsteht sofort eine Gegeninduktion, oder wie es *Ditella* formuliert: »*Es ist ein passives System mit einer aktiven Dynamik.*« Zu diesem Schluss kommt auch Prof. *Bausch*: »*Wichtig ist es, das Potenzial so einer Passivlösung zu erkennen. Normalerweise muss man ständig messen und Filter nachführen. Das kann eine Fehlerquelle sein.*« Inzwischen sind weltweit über 1000 Systeme von Livarsa im Einsatz, über 200 davon in der Schweiz, Deutschland und Österreich. Ein Grund dafür sind sicherlich auch die hohen Energiepreise. Die Investitionen für eine solche Effizienzlösung belaufen sich

auf 20 000 € bis 200 000 €, je nach Leistung des Systems und Projektumfang. Das Portfolio umfasst Varianten von 80 A bis 4000 A, die zu erwartende Einsparung beträgt 2...6 % des Gesamtenergieverbrauchs. Dazu kommt eine Verbesserung der Netzqualität. Aufgrund der passiven Bauelemente darf man außerdem von einer hohen Standzeit und marginalen Wartungskosten ausgehen.

Donato und *Ditella* arbeiten inzwischen an der Weiterentwicklung der Technik und des Geschäftsmodells. Das Unternehmen soll expandieren, aber keine Elektroinstallations-Firma werden. Lieber arbeiten sie mit regionalen Partnern zusammen. Außerdem wollen sie für große Konzerne Contracting-Modelle einführen. Da zunächst keine Kosten anfallen, sondern das Projekt anteilig von den Einsparungen bezahlt wird, ist der ROI (return on investment) nicht so entscheidend. Das macht dieses Angebot für Aktiengesellschaften und Kommunen mit großen Verwaltungsgebäuden gleichermaßen interessant.

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Offenburg soll das System noch weiter verbessert und diversifiziert werden. Potenzial dafür ist vorhanden, davon sind alle Beteiligten überzeugt. ●

FÜR SCHNELLESER

Beseitigt man Störungen durch nichtlineare Verbraucher sowie unsymmetrische Belastungen, lassen sich mit dem hier vorgestellten System rund 2...6 % elektrische Energie einsparen

Vorab ist eine Analyse erforderlich, denn nicht in jedem Fall existiert das entsprechende Einsparpotenzial

Autor:
Dipl.-Phys. Martin Witzsch
Freier Journalist für »de – das elektrohandwerk«