

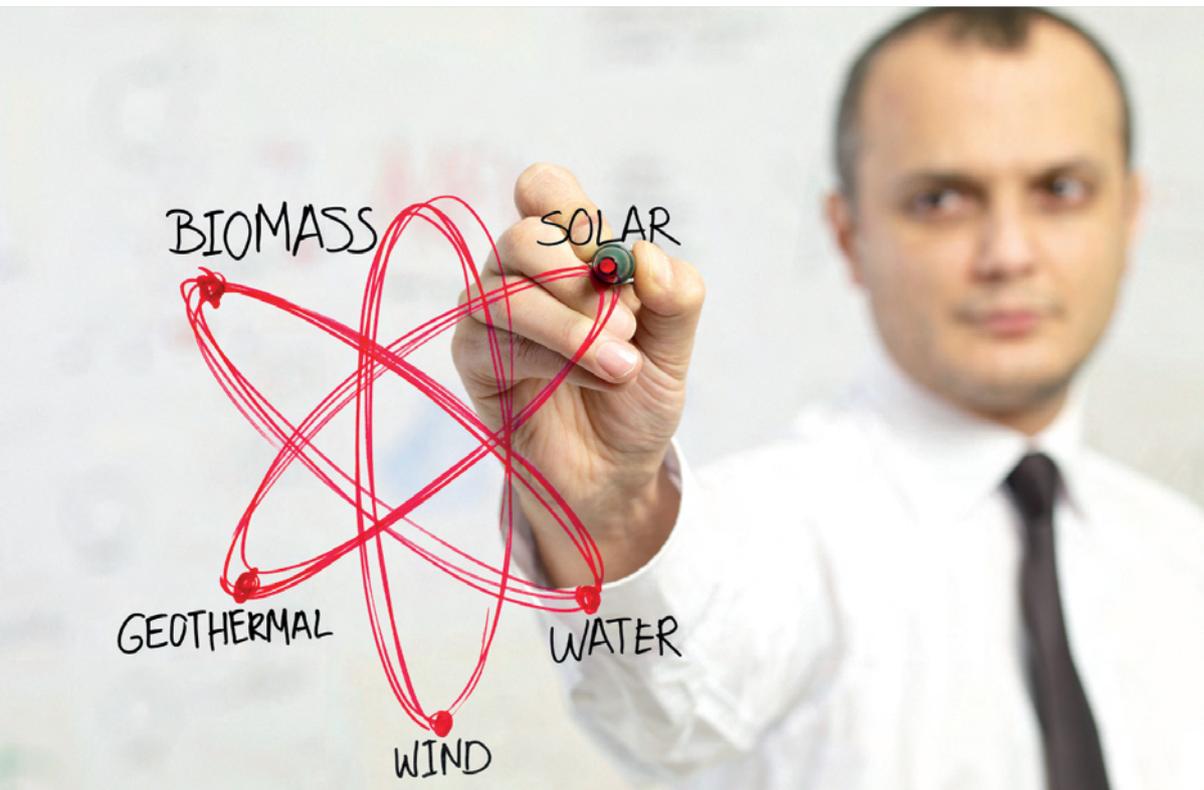


LVRSys

Auf die richtige Spannung kommt es an.

- Spannungsregelung an Ortsnetztransformatoren bis 1000 kVA
- Nachrüstbarkeit für bestehende Ortsnetztransformatoren
- Standardregelbereich $\pm 6\%$ der Nennspannung
- unabhängige Regelung der drei Phasenspannungen (Unsymmetrienausgleich)
- Ausführung auch als Strangregler
- kundenspezifische Gehäusedesigns
- integrierte Power Quality-Analyse nach EN 50160 bzw. IEC 61000-2-2



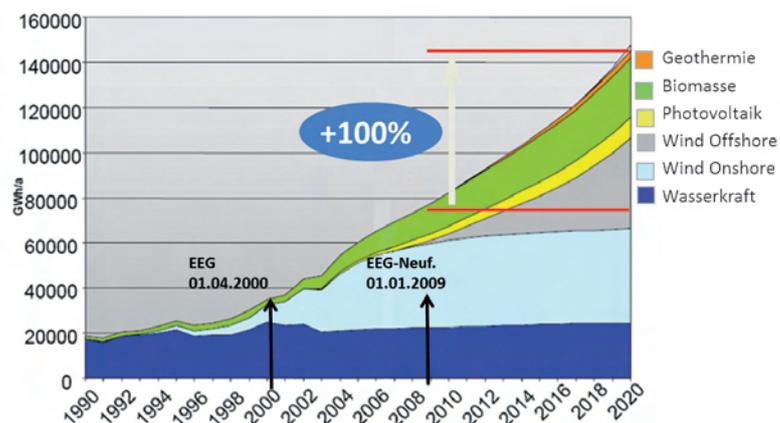


LVRSys

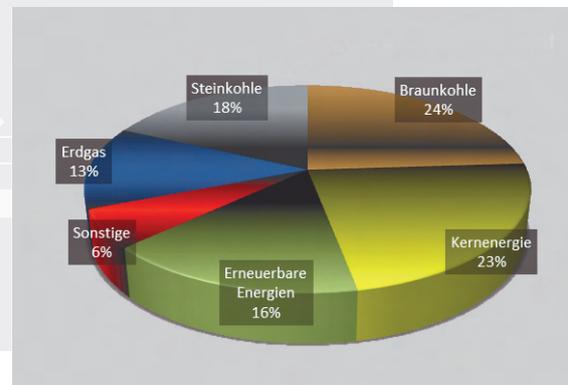
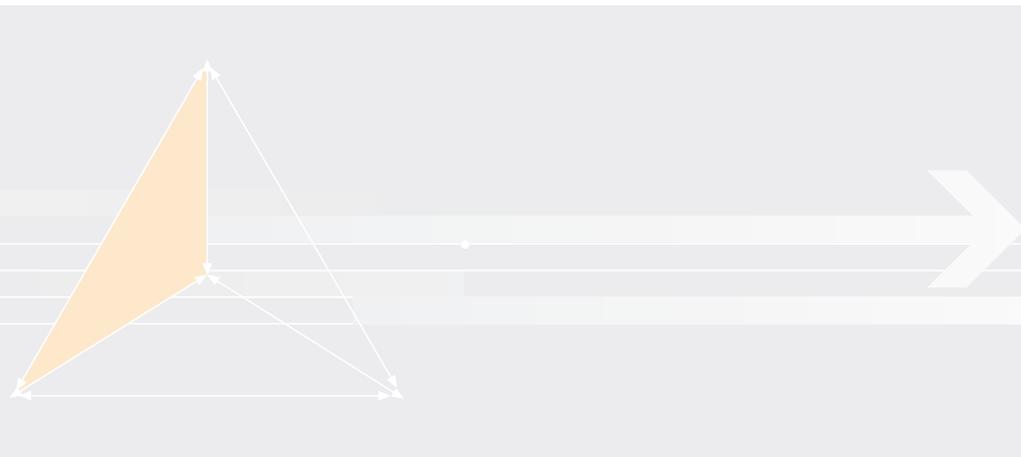
Im Jahr 2000 wurde im deutschen Bundestag erstmals eine Mehrheit für den zeitlich gestaffelten Ausstieg aus der Kernenergie erreicht. Im Herbst 2010 beschloss die Bundesregierung, die Laufzeiten der deutschen Kernkraftwerke drastisch zu verlängern. Ein halbes Jahr später, kurz nach der Reaktorkatastrophe im japanischen Fukushima, wurde die endgültige

Abschaltung aller deutschen Atomkraftwerke bis zum Jahre 2022 durchgesetzt.

Der Klimaschutz in Deutschland entwickelt steigende Dynamik. Der globale Temperaturanstieg darf 2°C gegenüber vorindustriellem Niveau nicht überschreiten. Wird dies nicht erreicht, drohen unakzeptable Folgen und Risiken.



Energiewende braucht neue Netze



Stromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2011/2012

Im Dezember 2007 veröffentlichte die Bundesregierung einen umfassenden Bericht zur Umsetzung der Klimaschutzziele. Der Bericht sieht vor, die Emissionen von Kohlenstoffdioxid bis zum Jahre 2020, gegenüber 1990, um 40 Prozent zu senken. Dieser Trend führt schon heute zu gezielter Abschaltung von Kohlekraftwerken.

Kern- und Kohlekraftwerke sind derzeit noch wichtige Hauptbestandteile unserer Energieversorgung, müssen aber zunehmend ersetzt werden.

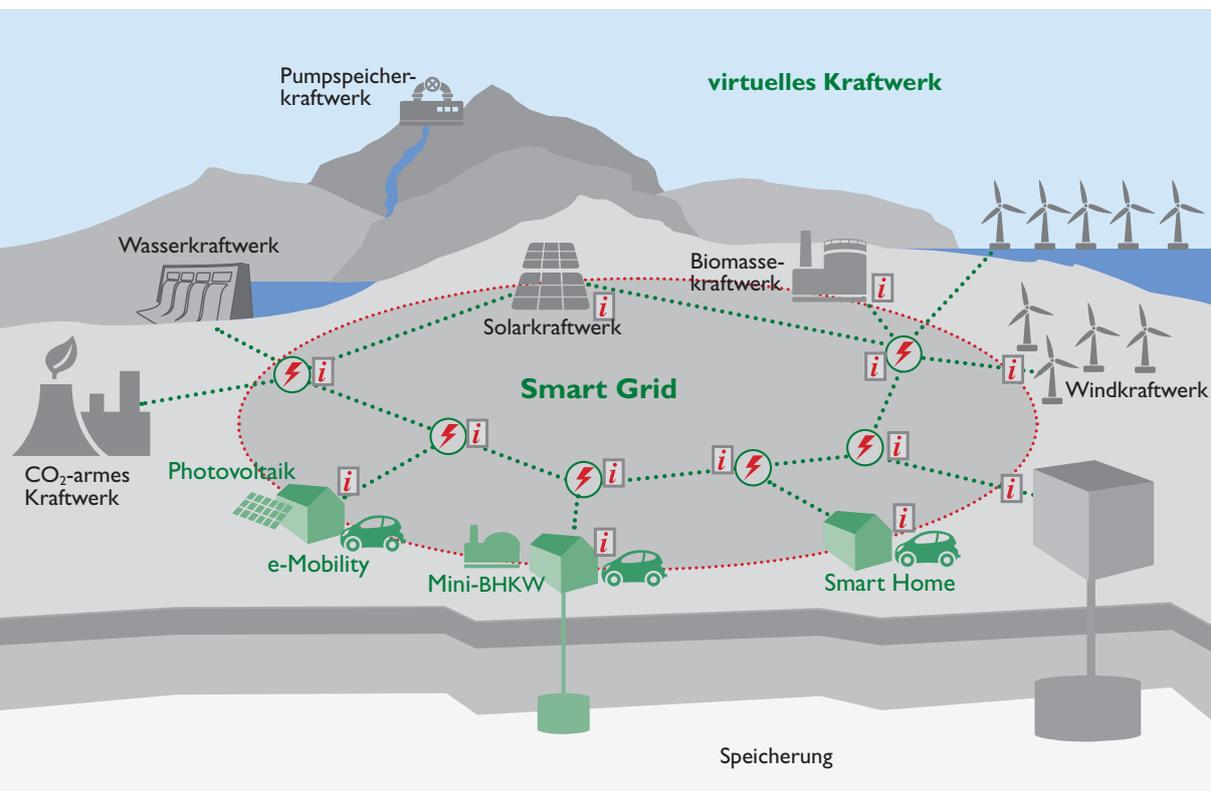
Technologien mit Wind-, Sonnen-, Bioenergie, aber auch nach wie vor Wasserkraft, müssen somit extrem

und schnell ausgebaut werden. Es wurden Szenarien entwickelt, die die Zukunft der elektrischen Energieversorgung bis zum Jahre 2020 prognostizieren. Demnach steigt der Anteil Erneuerbarer Energien laut

- Bundesministerium für Umwelt (BMU) um 30 Prozent;
- Erneuerbaren-Energien-Industrie um 48 Prozent ;
- einer Befragung der Bundesländer um 58 Prozent.

Eines ist sicher: Die Energiewende bringt in jeden Fall extreme Veränderungen der Netze mit sich.

GESTERN
Wenige zentral speisende Großkraftwerke
Leistungsfluss stets vom Erzeuger zum Verbraucher
Regelung durch Zu- und Abschaltung von Kraftwerksleistung
Lasten sind hauptsächlich linear und ohmsch-induktiv
Konventionelle Netzführung
MORGEN
Viele dezentral speisende Kleinkraftwerke
Leistungsfluss variabel
Regelverfahren bis in die Niederspannungsebene
Lasten sind kapazitiv und nichtlinear
Netzdynamiken spielen immer mehr eine zentrale Rolle (Stabilität)



Vermehrte Integration regenerativer Energieerzeuger in Niederspannungsnetze verändert die Betriebsführung drastisch. Negative Folgen können sein:

- lokale Spannungsüberhöhungen
- Frequenzabweichungen
- dynamische Vorgänge
- Verschlechterung der Spannungsqualität

Die wichtigsten Kenngrößen der Netzspannung sind Frequenz und Amplitude. Die Frequenz ist stabil, wenn Energieerzeugung und Energieverbrauch über das gesamte Verbundnetz relativ im Gleichgewicht sind. Lokale Spannungsüberhöhungen können nur lokal ausgeregelt werden.

Spannungshaltung in Niederspannungsnetzen

Nach europäischer Norm EN 50160 ist im Niederspannungsnetz eine Spannungstoleranz von $\pm 10\%$ von der Nennspannung zulässig. Laut BDEW dürfen dezentrale Erzeuger die Spannung um maximal drei Prozent anheben.

Um diese Kriterien zu erfüllen, haben sich vier Lösungsansätze herauskristallisiert.

- **Netzausbau**
- **blindleistungsfähige Wechselrichter**
- **regelbarer Ortsnetztransformator**
- **Niederspannungsregel einrichtung**

In einigen Niederspannungsnetzen ist es notwendig, Netzausbau (Kabel) zu betreiben: Die Kurzschlussleistung der Netze ist zu gering, um weitere dezentrale Erzeugungseinheiten zu integrieren. Um Spannungsprobleme zu lösen, stellt der Kabelausbau allerdings eine wenig effektive und auch teure Maßnahme dar. Eine Anhebung der Spannung um drei Prozent wird zum Beispiel erreicht, wenn an einem beliebigen Niederspannungskabel (150 mm², 500m) eine dezentrale Erzeugungsanlage mit einer Leistung von rund 45 kW angeschlossen wird. Das Kabel wäre jedoch nur zu 25 Prozent ausgelastet.

Intelligente Niederspannungsnetze



Leistungsflussumkehr und Spannungsanhebung am Ortsnetztransformator durch Photovoltaik

Ist die Kurzschlussleistung des Netzes ausreichend dimensioniert, kann die Spannungserhöhung durch weitaus günstigere Maßnahmen gedämpft oder beseitigt werden.

Nach der Niederspannungsrichtlinie VDE-AR-N 4105 müssen Wechselrichteranlagen, die ab Januar 2012 installiert werden, Blindleistung bereitstellen. Durch die Einspeisung von Blindleistung wird der Spannungsanstieg vermieden. Diese Methode ist für Netze mit einem kleinen R/X-Verhältnis (Hochspannungs-, Mittelspannungsebene) sehr wirksam. In der Niederspannungsebene müsste extrem viel Blindleistung eingespeist werden, damit sich der Effekt der Spannungsabsenkung merklich ausübt.

Die Regelung von Ortsnetztransformatoren erhöht den Belastungsgrad des

Netzes, da die Spannung zentral heruntergestuft werden kann. Es kann auf Leitungsbau weitestgehend verzichtet werden. Regelbare Ortsnetztransformatoren sind dreiphasige Betriebsmittel, welche unsymmetrische Zustände nicht ausregeln können. Niederspannungsregler dagegen regeln alle drei Phasen unabhängig voneinander. Damit ist es möglich, Unsymmetrien auszuregeln. Der Regler ist nicht am Transformator gebunden, sondern kann auch als Strangregler verwendet werden.

Die genannten Systeme im Überblick:

Netzausbau

- + Erhöhung der Kurzschlussleistung
- teuerste Maßnahme
- löst nicht lokale Spannungsüberhöhungen
- meist nur temporäre Lösung

blindleistungsfähige Wechselrichter

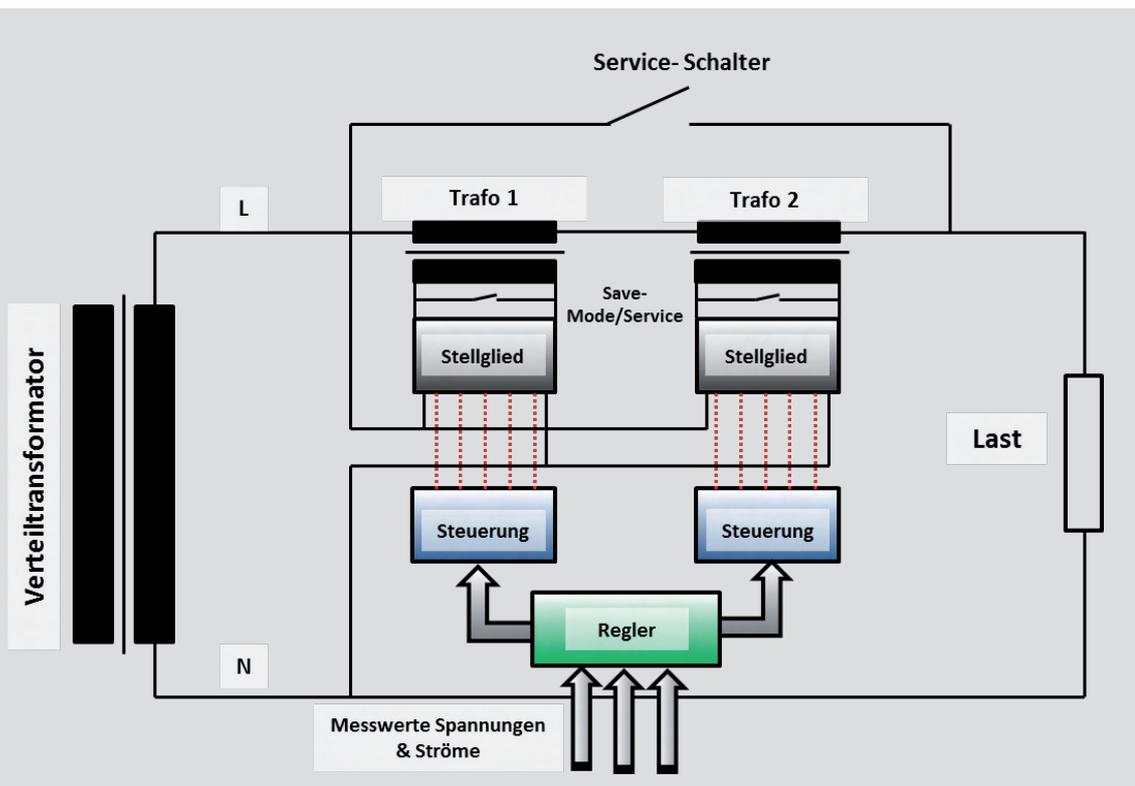
- + günstigste Maßnahme
- im Niederspannungsnetz wenig wirksam
- zusätzliche Belastung der Netze durch Blindleistung
- Wirkungsgrad der Erzeugungsanlagen sinkt

regelbarer Ortsnetztransformator

- + verbessert Nutzungsgrad des Netzes
- nur dreiphasige Regelung möglich
- bestehender Ortsnetztransformator muss ersetzt werden

Niederspannungsreleinrichtung

- + bestehender Ortsnetztransformator kann erhalten bleiben
- + auch als Strangregler verwendbar
- + Ausregelung von Unsymmetrien



LVRs (Low-Voltage-Regulation System),
einphasiges Prinzip-Schaltbild

Das Niederspannungsregelsystem LVRs regelt die Ausgangsspannung, indem Zusatztransformatoren seriell in die Niederspannungsebene mit eingebracht und angesteuert werden.

Regler

Der Regler legt die zu schaltende Stufe fest. Der Regelalgorithmus ist nach Kundenwunsch anpassbar.

Sammelschienenspannung

Der Regler bezieht Spannungswerte von der Sammelschiene, nach der die Stufen ermittelt werden.

Stromregelung

Der Regler bezieht Stromwerte von den Abgängen der Sammelschiene. Durch die anfänglich ermittelte Netzimpedanz kann die Spannung durch eine Berechnungsmatrix mit berücksichtig

tigt werden. Um dynamische Vorgänge weitgehend zu vermeiden, kann der Kunde eine definierte Totzone (Toleranzband) einstellen.

Befindet sich die Spannung innerhalb der vorgegebenen Zone, ist der Regler im Stillsetzungsbetrieb. Ist die Spannung außerhalb der vorgegebenen Spannungsbänder, so ist die Regelung aktiv. Bei einer Einstellung der Totzone von beispielweise $\pm 5\%$ weitet sich der Regelbereich mit $\pm 6\%$ auf $\pm 11\%$ der Nennspannung.

Externe Messstellen

Der Regler bezieht in diesem Fall zusätzliche Spannungsmesswerte von kritischen Netzknoten. Die ermittelten Stufen im Regler beziehen alle Knoten mit ein. So liegt kein Spannungspunkt im Netz außerhalb der vorgegebenen Grenzen.

Treiberstufe

Die Treiberstufe generiert die Signale für die Leistungselektronik. Aus der zu schaltenden Stufe, die vom Niederspannungsregler bestimmt wird, werden galvanisch getrennte Signale via Logik verteilt.

Stellglied

Als Stellglied dienen Leistungshalbleiter. Sie sind extrem robust und wartungsfrei.

Save-Mode/Service

Im Fehlerfall oder bei Wartung der Leistungselektronik wird ein Schütz aktiv, das den Zusatztrafo außer Betrieb setzt. Das Ortsnetz ist so weiterhin ohne Regeleinrichtung betriebsfähig.

Service-Schalter

Bei Wartungsarbeiten am Transformator wird der Service-Schalter aktiv und das Ortsnetz ohne Regeleinrichtung betrieben.

LVRSys: das Niederspannungsregelsystem



Einstellbare Totzone (Toleranzband)

Produkt-Merkmale LVRSys

- Niederspannungsregler bis 1000 kVA
- Ausführung drei-, zwei- bzw. einphasig möglich
- flexibler Standardregelbereich mit $\pm 6\%$ oder mehr in 1,5%-Stufen
- Spannungstoleranzband und Zeitverhalten parametrierbar
- intelligente Sollwertauswahl Min-/Max-, Mittelwert- bzw. Gewichtungsmethode
- Berücksichtigung kritischer Netzknoten durch z.B. Powerline-Kommunikation, UMTS, Funk oder GPRS
- Algorithmen für den Parallelbetrieb von Ortsnetztransformatoren
- integrierte Power Quality-Analyse nach EN50160 / IEC 61000-2-2, sowie Störschreibung.



Ihr Vertriebspartner



A. Eberle GmbH & Co. KG

Frankenstraße 160

D-90461 Nürnberg

Fon +49(0)911 628108-0

Fax +49(0)911 628108-99

e-mail info@a-eberle.de

web www.a-eberle.de