

Versorgungszuverlässigkeit erfordert Erneuerung von Altanlagen

Ganzheitliche Planungsmethode zur Netzertüchtigung

Elektrische Anlagen haben eine begrenzte Lebensdauer und müssen für den Erhalt der Versorgungszuverlässigkeit ersetzt werden. Die Ersatzmaßnahmen sollten über die Eins-zu-Eins-Erneuerung der Anlagen hinausgehen, indem die Funktion der Altanlage hinterfragt, das Netz optimiert und an die künftigen Anforderungen angepasst wird. Dafür ist eine ganzheitliche Planungsmethode notwendig, um das erforderliche Ausmaß der Anlagenerneuerung zu reduzieren und Investitionen steuern zu können.

In den 1960er und 1970er Jahren wurden aufgrund der hohen Lastzuwächse die bestehenden elektrischen Anlagen erheblich ausgebaut und neue Anlagen errichtet. Zudem wurden bei den strategischen Planungen hohe Steigerungsraten der Last von jährlich bis zu 7 % zugrunde gelegt. Dies entspricht einer Verdopplung der Gesamtlast alle zehn Jahre. In den 1980er Jahren wurden die Netz- und Anlagenerweiterungen meist laut den strategischen Planungen und Masterplänen fortgesetzt.

Aufgrund der politischen, wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen in den 1980er Jahren im Bereich Energieeffizienz sanken die jährlichen Laststeigerungsraten. Die Netzausbaumaßnahmen gingen entsprechend den vorliegenden strategischen Planungen jedoch trotzdem weiter.

Die Situation im Jahr 2014 ist gekennzeichnet durch eine moderate beziehungsweise keine Steigerung der Lasten und viele große Hochspannungsanlagen mit erheblichem Erneuerungsbedarf.

Aufgrund der begrenzten Lebensdauer der Betriebsmittel und Anlagen ist zur Sicherstellung der Versorgungszuverlässigkeit die Ertüchtigung oder Erneuerung dieser Altanlagen notwendig. Die Lebensdauer der primären Hochspannungsbetriebsmittel in Schaltanlagen liegt zwischen 25 und 50 Jahren [1].

Zur wirtschaftlichen Gestaltung der Erneuerungsmaßnahmen mit gleichzeitiger Anpassung der Netzstruktur an die aktuellen Lastsituationen wurde am Lehrstuhl Elektrische Energiesysteme der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg eine ganzheitliche Planungsmethode entwickelt und in die Praxis umgesetzt. Dabei wird durch einen ganzheitlichen Netzpla-

nungsansatz die bisherige Praxis der punktuellen Betrachtung ersetzt. Eine optimierte Erneuerung der Altanlagen ist so möglich. Im Folgenden wird dieser ganzheitliche Planungsansatz vorgestellt und an Beispielen aus der Praxis verdeutlicht.

Ausgangssituation

Die elektrische Energieversorgung der Großstädte erforderte relativ früh den Einsatz von Hochspannungsanlagen. Es entstanden – historisch bedingt – unterschiedliche Netzkonzepte:

- HS/MS-Umspannwerke (UW) außerhalb der Großstädte: Leistungstransport in die städtischen Lastschwerpunkte über Mittelspannungsleitungen
- Hochspannungsfreileitungsringe um Großstädte für die Versorgung der Umspannwerke
- schrittweiser Einsatz von Hochspannungskabeln in Großstädten
- Errichtung von Hochspannungsschaltanlagen in Städten (Innenraumanlagen)
- Bildung vermascht betriebener Hochspannungsnetze
- allmählicher Einsatz von Höchstspannungsanlagen in Großstädten.

Bei den für den Einsatz der Betriebsmittel und Anlagen durchgeführten Planungen mussten anfangs mehrere Probleme gelöst werden. Dabei standen die Legetechniken von Hochspannungskabeln zur Leistungsübertragung in die städtische Lastzentren, der Betrieb der Kabel in Freileitungsnetzen sowie Fragen der Reservehaltung und Verfügbarkeit der neuen Betriebsmittel zur Diskussion.

Um der Bedeutung der Hochspannungsanlagen für die Versorgung vieler wichtiger Abnehmer gerecht zu werden, wurde

relativ früh das vermascht betriebene Hochspannungsnetz entwickelt. Hier wurden für die Versorgung von Umspannwerken Hochspannungsknotenpunkte geschaffen, die über mehr als zwei Hochspannungskabel verbunden waren.

Die Langlebigkeit der Betriebsmittel und Anlagen einerseits und die Lastzuwächse sowie die Verschiebung der Lastschwerpunkte andererseits ergeben eine besondere Netzsituation. Die Struktur der Hochspannungsnetze in den Großstädten kann oft – falls keine umfangreichen Strukturänderungen stattgefunden haben – als historisch gewachsen bezeichnet werden. Diese Netze sind gekennzeichnet durch die Verschiebung der Lastschwerpunkte von ursprünglich errichteten Hochspannungsanlagen zu neuen Lastschwerpunkten. Somit ist die Funktion der derzeitigen Hochspannungsanlagen zu hinterfragen.

Ältere, noch bestehende Hochspannungsanlagen sind groß und haben viele Leistungsschalterfelder. Dreifach- oder Doppelsammelschienen mit Umgehungschienen sowie Längs- und Querkupplungen sind keine Seltenheit. Diese wurden zur Erhöhung der Sicherheit und Verfügbarkeit errichtet. Der Betrieb dieser großen Altanlagen ist sehr teuer.

Weiterhin zeigen diese Hochspannungsnetze im Allgemeinen eine Inhomogenität bezüglich der Anlagen – das heißt, es existieren neben Altanlagen relativ viele neuere Anlagen sowie Hochspannungskabel mit unterschiedlichen Querschnitten und Techniken.

Die Erfahrung aus dem Betrieb mit Altanlagen zeigt, dass es Alterungsvorgänge gibt, die nicht sichtbar sind, jedoch zur Zerstörung der Anlagen führen können. Dies gilt auch für Innenraumanlagen.

Notwendigkeit einer neuen Planungsmethode

Bei der Entscheidung für die Erneuerung von Altanlagen werden häufig zwei grundlegende Strategien angewendet. Eine über sehr lange Zeit zuverlässig funktionierende Anlage kann zu der Annahme führen, dass es weiterhin so bleibt und Ausfälle sehr selten sind. Daher wird die Erneuerung der Altanlage aufgrund der guten Betriebserfahrung und gegebenenfalls ausreichender Ersatzteile oft nicht in Erwägung gezogen. Gleichzeitig kann jedoch die Erneuerung einer Altanlage durch einen unvorhergesehenen altersbedingten Störfall notwendig werden. Die Erneuerung der Hochspannungsanlagen ist mit erheblichen Kosten sowie technischem und betrieblichem Aufwand verbunden. Für die Planungsarbeiten zur Anlagenerneuerung bleibt daher häufig nur wenig Zeit. Somit wird bei der Planung oft nur die Schaltanlage selbst berücksichtigt. Auf umfassende Analysen der Funktion des Knotenpunkts im Netzverbund muss in

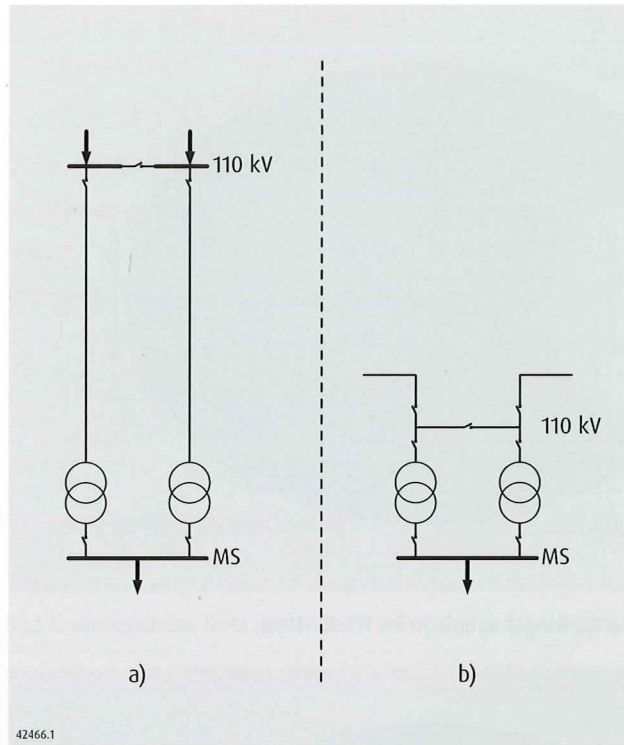


Bild 1. Varianten der Einspeisung für ein 110-kV-Umspannwerk:
a) Einspeisung ohne 110-kV-Schaltanlage,
b) Einspeisung mit 110-kV-Schaltanlage

Anzeige

**Die neuen Verordnungen
StromGVV und GasGVV 2014**
Gültig ab Oktober 2014

StromGVV 2014
Stromgrundversorgungsverordnung
Bestell-Nr. 8651 02

GasGVV 2014
Gasgrundversorgungsverordnung
Bestell-Nr. 8652 02

Stand Oktober 2014
DIN A5, 12 Seiten, beidseitig einfarbig
schwarz, geheftet
Staffelpreise

Lieferung mit persönlichem Firmeneindruck möglich



Wissen ist unsere Energie.

Durch die Verordnung zur transparenten Ausweisung staatlich gesetzter oder regulierter Preisbestandteile in der Strom- und Gasgrundversorgung vom 22. Oktober 2014 gab es Änderungen in der Stromgrundversorgungsverordnung und Gasgrundversorgungsverordnung.

Die Verordnungsänderungen sind am 30. Oktober 2014 in Kraft getreten und müssen ab diesem Tag für alle Änderungen der Grundversorgungspreise beachtet werden. Die Neuregelungen sehen u.a. vor, dass in den geltenden Allgemeinen Preisen der Grundversorgung die staatlich und regulatorisch gesetzten Preisbestandteile gesondert auszuweisen und im Internet zu veröffentlichen sind.

StromGVV 2014

Die Stromgrundversorgungsverordnung vom 26. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2391) wurde zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. Oktober 2014 (BGBl. I S. 1631) geändert.

GasGVV 2014

Die Gasgrundversorgungsverordnung vom 26. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2391, 2396) wurde zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 22. Oktober 2014 (BGBl. I S. 1631) geändert.

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.energie-fachmedien.de

EW Medien und Kongresse GmbH
Buchverlag | Fachinformationen
Montebruchstraße 20 | 45219 Essen
Telefon: 0 20 54.9 24-123 | Telefax: 0 20 54.9 24-139
E-Mail: vertrieb@ew-online.de | www.ew-online.de



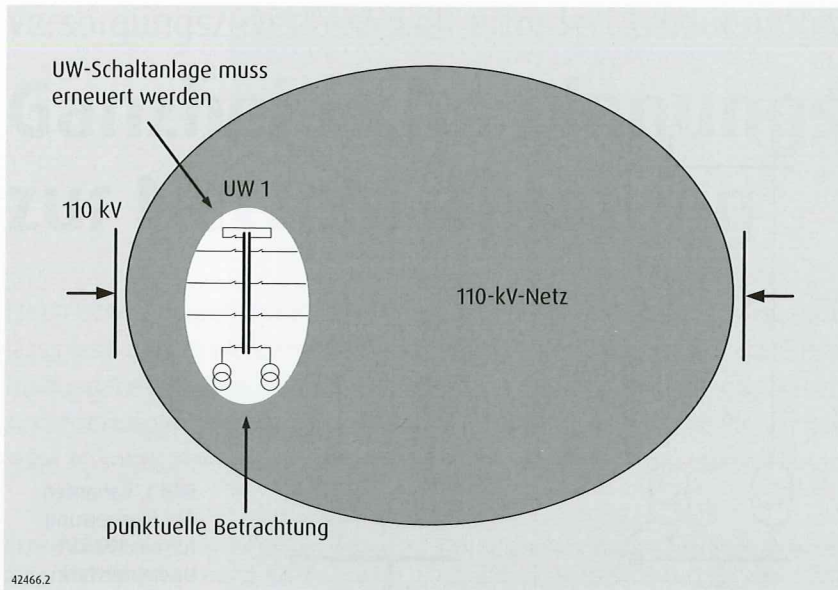


Bild 2. Die zu erneuernde 110-kV-Schaltanlage im 110-kV-Netz

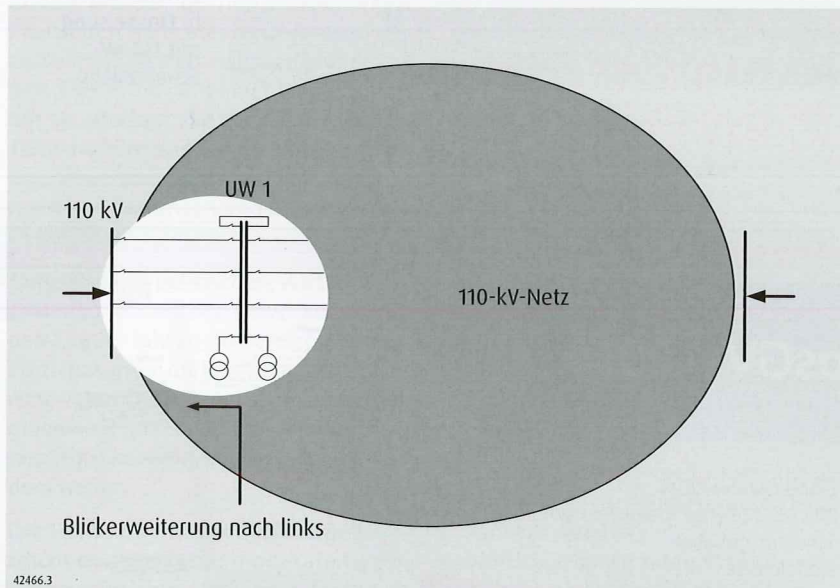


Bild 3. Umgebendes Netz links der 110-kV-Schaltanlage wird berücksichtigt

der Regel verzichtet werden. Die Altanlage wird eins zu eins ersetzt.

Die Entscheidung zur Erneuerung der Altanlagen kann auch aus Gründen der Lebensdauer stattfinden. Auch in diesem Fall wird aufgrund der guten Betriebserfahrung die Eins-zu-Eins-Erneuerung oft bevorzugt.

Die möglichen negativen Auswirkungen der Eins-zu-Eins-Erneuerung einer Altanlage sind vielfältig. Der Standort der Altanlage im Netz wird oft für die nächsten 50 Jahre – entsprechend der Lebensdauer der neuen Anlage – festgelegt, obwohl in diesen langen Zeiträumen strukturelle Netzveränderungen zu erwarten sind. Zudem werden Größe und Gestaltung der Anlage für die nächsten 50 Jahre festgeschrieben.

Weiterhin kann eine Eins-zu-Eins-Erneuerung teure Maßnahmen nach sich ziehen – zum Beispiel den Ersatz alter 110-kV-Kabel, die nicht mehr in Energierichtung liegen.

Für die Erneuerung von Altanlagen wurde eine neue Methode entwickelt, die die Frage berücksichtigt, ob die Anlage in der bestehenden Form für den Netzverbund überhaupt notwendig ist. Die Erneuerung von Altanlagen bindet Investitionsmittel, die für notwendige Netzstrukturierungsmaßnahmen besser genutzt werden könnten.

Künftige Netzarchitektur bestimmt die zu erneuernde Altanlage

Die entwickelte Planungsmethode soll Planungsunsicherheiten und mögliche

Fehlinvestitionen mittel- und langfristig ausschließen. Die Methode berücksichtigt folgende Fragen:

- Hat die zu erneuernde Altanlage eine Funktion im Netzverbund?
- Wie ist die geeignete Gestaltung der Schaltanlagen?
- Kann durch die Errichtung einer neuen Anlage im künftigen Lastschwerpunkt die Erneuerung der Altanlage entfallen?
- Kann durch die Neukonzipierung des Netzes die Anlagengestaltung technisch und wirtschaftlich optimiert werden – zum Beispiel durch Reduzierung der Leistungsschalterfelder?

Zur Beantwortung dieser Fragen sind mehrere Arbeitsschritte durchzuführen [2, 3]. Die strukturelle Analyse des Istnetzes sowie – falls notwendig – die Betrachtung der unter- und überlagerten Netze sind hier von entscheidender Bedeutung. Die Analyse der Netzstruktur zeigt das Vereinfachungspotenzial der Netze. Dieses kann durch Netzberechnungen nicht ermittelt werden. Für die Planung der künftigen Netzkonzeption ist die Betrachtung der unterlagerten und überlagerten Netze von hoher Relevanz.

Die Ermittlung der aktuellen Last- und EEG-Einspeisesituation sowie die Abschätzung der künftigen Entwicklung im Versorgungsgebiet – vor allem im Bereich der Altanlage – bilden die Basis für die geeignete Gestaltung der Netze und Anlagen.

Für die Planung der Netzkonzeption müssen verschiedene Varianten erstellt werden. Zunächst wird das Netz ohne Altanlage betrachtet. Anschließend werden die Varianten unter Berücksichtigung technischer, betrieblicher und wirtschaftlicher Aspekte verglichen.

Das geplante Zielnetz zeigt die für die Versorgung erforderlichen Schaltanlagen und Kabel. Das Zielnetz zeigt aber auch die nicht mehr notwendigen Anlagen und Betriebsmittel. Im Rahmen der Zielnetzplanung wird außerdem unter Berücksichtigung der künftigen Netzkonzeption die Detailplanung für die zu erneuernden Schaltanlagen durchgeführt [4, 5].

Mögliche Planungsansätze

Im Folgenden werden die Funktionen typischer Anlagen in Großstädten dargestellt und Planungsansätze für deren Optimierung diskutiert.

Umspannwerke 110 kV/MS

Die Funktion der 110-kV/MS-Umspannwerke besteht darin, die Mittelspan-

nungsnetze zuverlässig und wirtschaftlich zu versorgen. Dafür müssen die 110-kV/MS-Umspannwerke in den Lastschwerpunkten errichtet werden. Für die Gestaltung der 110-kV-seitigen Einspeisung der 110-kV/MS-Umspannwerke ist das $(n - 1)$ -Kriterium maßgebend. Unter strenger Beachtung des $(n - 1)$ -Kriteriums zeigt *Bild 1* zwei 110-kV-Einspeisungen.

Für die zur Erneuerung anstehenden 110-kV-Schaltanlagen der Umspannwerke sind bei Berücksichtigung der Netzstrukturen in *Bild 1* folgende Einsparpotenziale möglich.

Zunächst muss geprüft werden, ob eine UW-Einspeisung ohne 110-kV-Schaltanlage gemäß *Bild 1a* möglich ist. Ist die 110-kV-Schaltanlage notwendig, sollte die Schaltanlage entsprechend *Bild 1b* gestaltet werden.

Infolge unterschiedlicher Lastentwicklung in den Netzen sind bei Neuinvestitionen folgende Überlegungen anzustellen. Liegt durch die Verschiebung der Lastschwerpunkte oder durch das Nichteintreten der prognostizierten Last eine geringe Belastung – zum Beispiel < 10 MVA – vor, sollte durch die Analyse des MS-Netzes ermittelt werden, ob ein 110-kV/MS-Umspannwerk überhaupt notwendig ist. Nach Abschaltung des UW muss das MS-Netz das $(n - 1)$ -Kriterium erfüllen.

Bei einer mittleren UW-Last von rund 10 bis 15 MVA (stagnierende Last) ist durch die Analyse des MS-Netzes meist eine Vereinfachung der Schaltanlagen möglich. Die oft vorhandenen mittelspannungsseitigen Reserven sollten auch unter Berücksichtigung neuer EEG-Anlagen ermittelt werden. Falls beim Ausfall eines 110-kV/MS-Transformators die notwendigen Reserven über das Mittelspannungsnetz zur

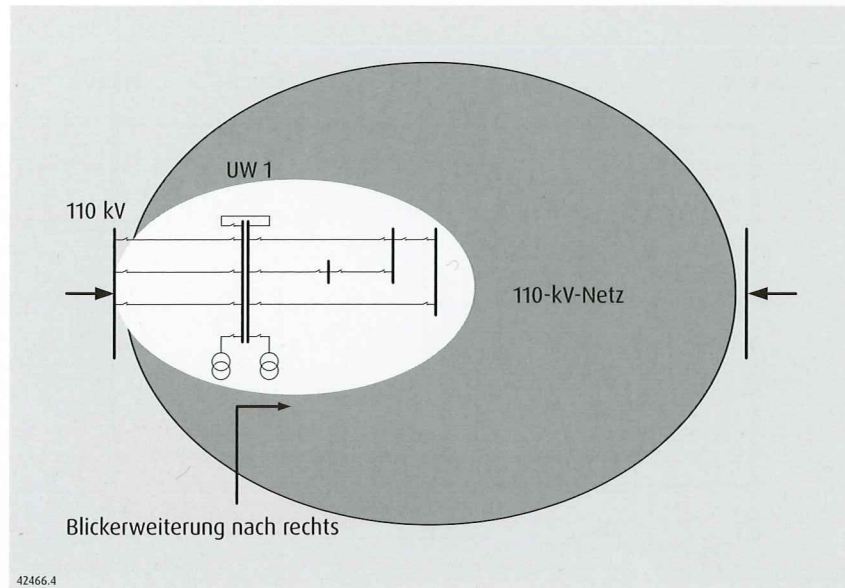


Bild 4. Umgebendes Netz rechts der 110-kV-Schaltanlage wird berücksichtigt

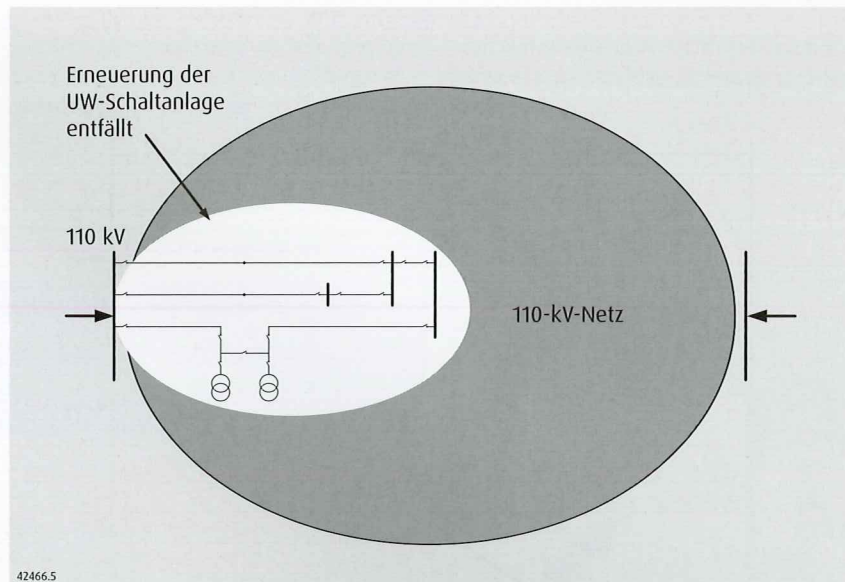


Bild 5. Ergebnis der Planungsmethode - 110-kV-Netz ohne die zu erneuernde Schaltanlage

Anzeige



Energienetzmanagement mit Köpfchen. IDS.

www.ids.de Seit 1975



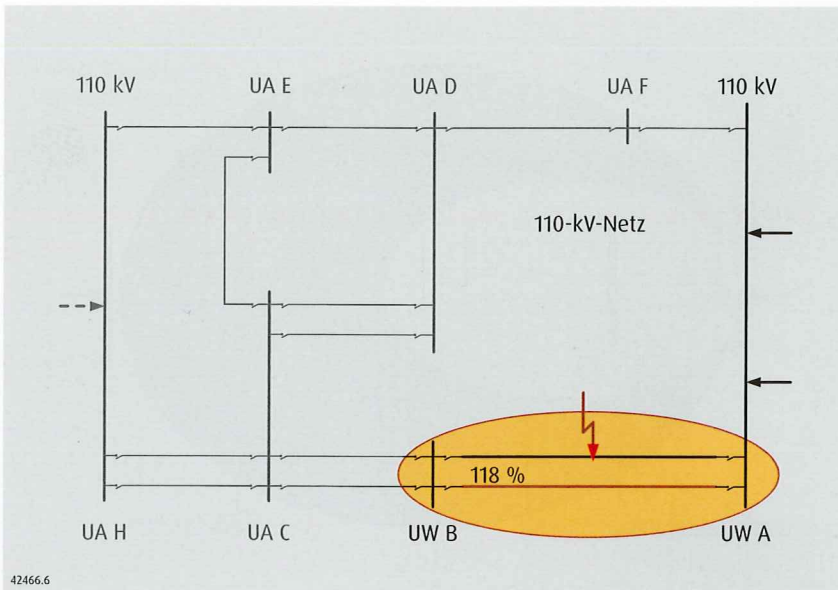


Bild 6. Ergebnis der Lastflussberechnung – Überlast eines 110-kV-Kabels zwischen Umspannwerk A und B

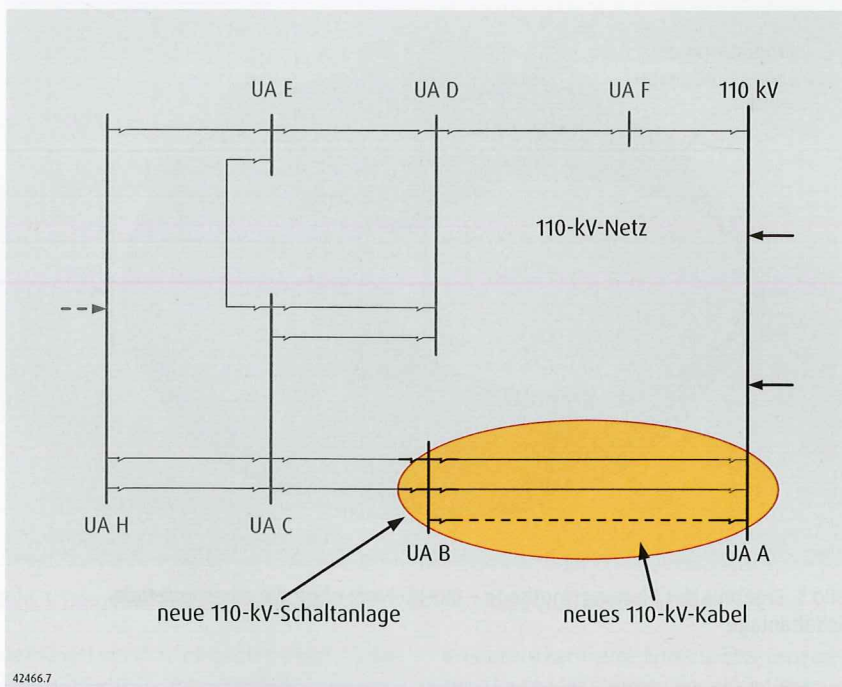


Bild 7. Konventionelle Netzertüchtigung mit weiterem Parallelkabel

Verfügung gestellt werden können, kann die 110-kV-Schaltanlage einfacher gestaltet werden: zum Beispiel nur ein 110-kV/MS-Transformator statt zwei. Das $(n-1)$ -Kriterium muss dabei durch das MS-Netz erfüllt werden.

Ein von vornherein geeigneter UW-Standort kann zu erheblichen Lastzuwächsen führen – zum Beispiel > 70 MVA. Da die Übertragungsfähigkeit der Mittelspannungsnetze vor allem in 10-kV-Netzen aufgrund der Kabeltrassen begrenzt ist, sollte die notwendige Erneuerung der 110-kV-Schaltanlagen zum Anlass genommen werden,

das gesamte System zu optimieren. Beispielsweise wäre bei entsprechendem Lastzuwachs eine Vereinfachung der bestehenden Schaltanlage durch Neugestaltung des MS-Netzes und ein neues 110-kV/MS-Umspannwerk im Lastschwerpunkt in Erwägung zu ziehen.

110-kV-Schaltanlagen als Netzknotenpunkte

Die Funktion der 110-kV-Schaltanlagen in einem 110-kV-Netz ist die Bildung von Netzknotenpunkten (Verknüpfungspunkte). Am Netzknotenpunkt sind mehrere Kabel und/oder Freileitungen miteinander verbunden.

In der Schaltanlage werden Schalthandlungen durchgeführt. Der Netzknotenpunkt kann mit oder ohne 110-kV/MS-Transformatoren ausgeführt sein. Aufgrund der Bedeutung dieser Anlagen wurden sie von Anfang an mit zusätzlichen Sicherheiten ausgestattet – zum Beispiel mit einer dritten Sammelschiene (Dreifachsammelschiene) oder einer Umgehungschiene.

Vor der Erneuerung solcher 110-kV-Schaltanlagen sind folgende Überlegungen anzustellen. Im Fall einer 110-kV-Schaltanlage mit 110-kV/MS-Transformatoren müssen zunächst die beiden Funktionen 110-kV/MS-Umspannwerk und 110-kV-Schaltanlage (Netzknotenpunkt) getrennt betrachtet werden.

Für das 110-kV/MS-Umspannwerk wird – wie dargestellt – die künftige Belastung untersucht. Das UW wird, falls notwendig, entsprechend Bild 1a oder 1b gestaltet. Eine Einbindung der UW-Schaltanlage in die aufwendige 110-kV-Schaltanlage (eventuell mit Dreifachsammelschiene) ist nicht erforderlich.

Für die Gestaltung der 110-kV-Schaltanlage ist – unabhängig von der UW-Schaltanlage – zu untersuchen, ob der Netzknotenpunkt noch erforderlich und aus Sicht des Netzes noch geeignet ist. Weiterhin ist zu klären, ob alle 110-kV-Leitungen für die künftige Versorgung notwendig sind und ob die Schaltanlage durch neue Technologien vereinfacht werden kann. Diese Überlegungen und entsprechende Untersuchungen können zur Optimierung der 110-kV-Netze führen.

Für die 110-kV-Schaltanlagen (Netzknotenpunkte) ohne 110-kV/MS-Transformatoren ist das Vorgehen das gleiche.

380/110-kV-Umspannwerke zur Einspeisung in die 110-kV-Netze

Die Aufgabe der 380/110-kV-Umspannwerke ist die Einspeisung in die 110-kV-Netze. Die Lastentwicklung und die anstehenden Kurzschlussleistungen bestimmen die Zahl und die Gestaltung der einspeisenden 380/110-kV-Umspannwerke (Bildung weiterer Netzgruppen).

Die Komplexität und die daraus resultierenden hohen Kosten eines historisch gewachsenen 110-kV-Netzes können durch die Einführung neuer 380/110-kV-Umspannwerke reduziert werden. Das 380-kV-Netz übernimmt dann durch Verwendung erprobter 380-kV-Anlagen und -Betriebsmittel die Funktion der 110-kV-Netze.

110-kV-Kabel und -Freileitungen

Die 110-kV-Kabel und -Freileitungen transportieren die elektrische Leistung zu den 110-kV/MS-Umspannwerken. Die

110-kV-Kabel und -Freileitungen können aus folgenden Gründen Maßnahmen erforderlich machen:

- Ersatz aufgrund begrenzter Lebensdauer der Kabel
- Ersatz der Freileitungen durch Kabel wegen Bebauung
- Verstärkung aufgrund zu geringer Kabelquerschnitte
- Ersatz von Öl-Kabel durch VPE-Kabel im Wasserschutzgebiet
- Kabellegungen zur Versorgung neuer städtischer und Sonderabnehmer-UW
- nicht mehr notwendige Kabel aufgrund des Wegfalls von Lasten.

Die vorgeschlagene Planungsmethode führt auch bei der Erneuerung von Leitungen zu technisch und wirtschaftlich geeigneten Lösungen.

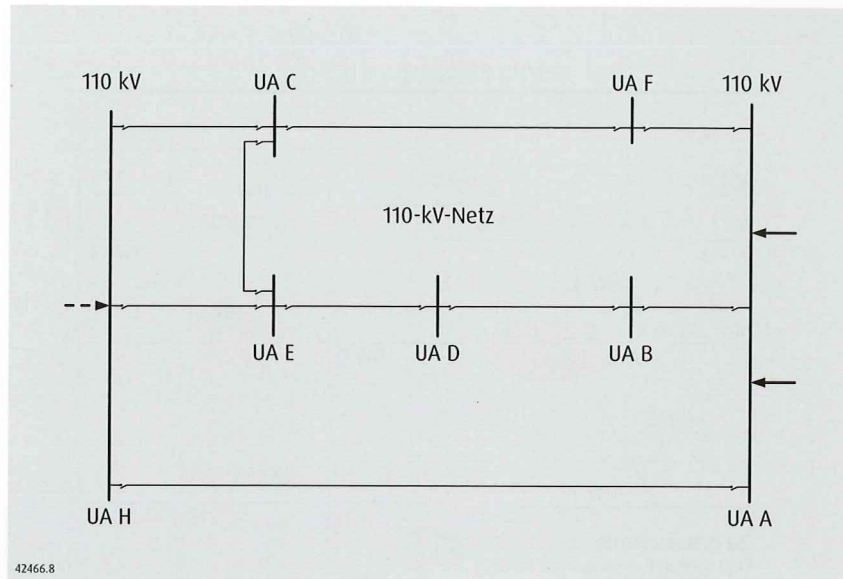


Bild 8. Ergebnis der Planungsmethode – Neugestaltung des 110-kV-Netzes ohne weiteres Parallelkabel

Anwendung der Planungsmethode in der Praxis

Die Planungsmethode wurde in verschiedenen Praxisprojekten angewendet. Die folgenden Beispiele zeigen, dass

die Methode trotz klarer und eindeutiger Erneuerungsmaßnahmen zu Planungsvorschlägen führt, mit denen die Anlagen

und Netze erheblich optimiert und hohe Einsparpotenziale erschlossen werden können.

Anzeige

RWE Bau-Handbuch inkl. CD-ROM

Planung und Ausführung energiesparender, funktionsgerechter Bau- und Gebäudetechnik

RWE Bau-Handbuch

15. Auflage 2014
 21,5 x 21,5 cm, 1.000 Seiten, Hardcover, über 900 Grafiken / Tabellen, ausführliches Stichwortverzeichnis, inkl. CD-ROM
 55,- €
 ISBN 978-3-8022-1124-9
 Bestell-Nr. 4999 00

**Energieeinsparverordnung
 EnEV 2014
 (inkl. Energieausweis)**



Wissen ist unsere Energie.

Bauen heute – Energieeffizienz | Klimaschutz | Energieeinsparung

Das Bau-Handbuch unterstützt Architekten, Ingenieure, Techniker, das Handwerk, Kommunen und Bauherren bei ihren Entscheidungen über die energetischen Aspekte und die technische Ausstattung von Wohngebäuden – bei Neubau, Renovierung oder Modernisierung. Die vorliegende 15. Ausgabe ist vor allem hinsichtlich der Erfordernisse und Aus-

wirkungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) komplett überarbeitet worden. Diese wurde wie auch neue DIN/VDE Normen und Gesetze in allen relevanten Kapiteln eingearbeitet. Hinweise auf Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien ergänzen den hohen Praxisnutzen.



QR-Code scannen, um einen Blick ins Buch zu erhalten

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.energie-fachmedien.de

EW Medien und Kongresse GmbH
 Buchverlag | Fachinformationen
 Montebruchstraße 20 | 45219 Essen
 Telefon: 0 20 54.9 24-123 | Telefax: 0 20 54.9 24-139
 E-Mail: vertrieb@ew-online.de | www.ew-online.de



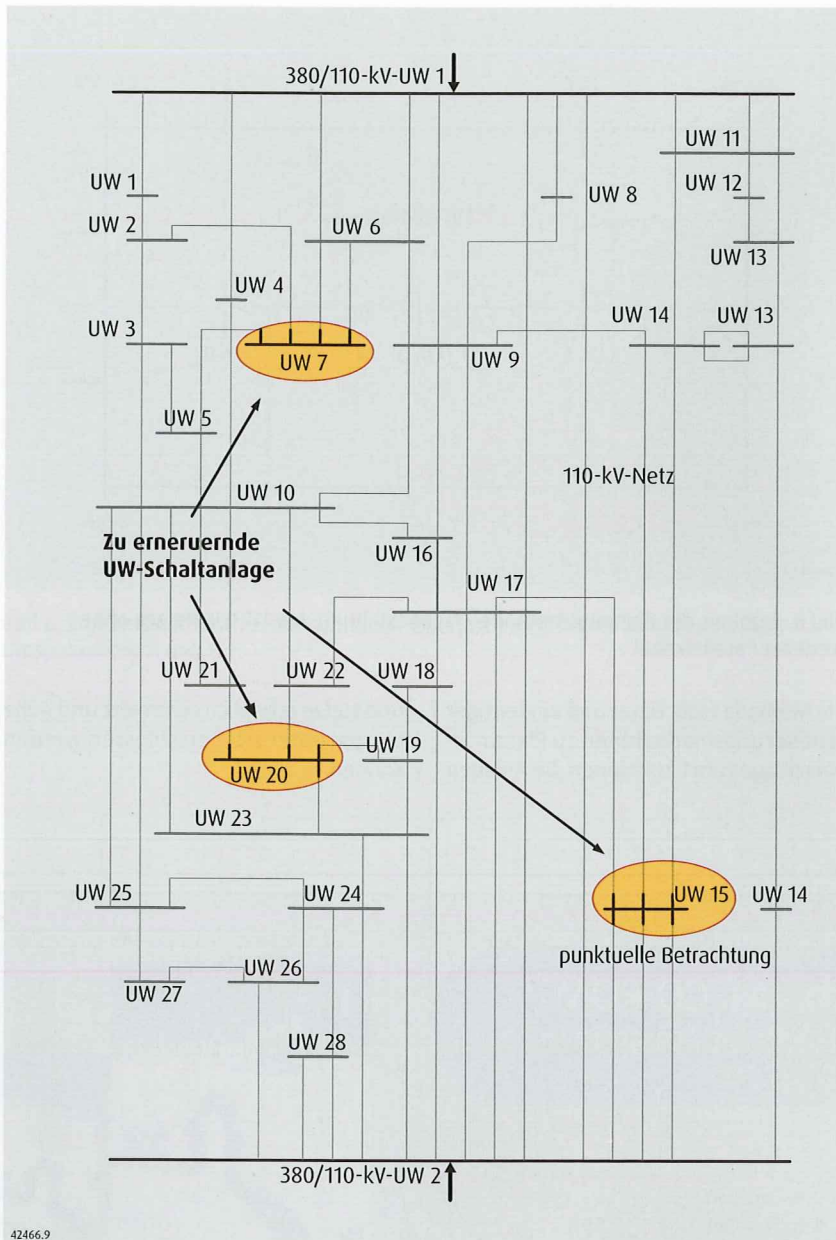


Bild 9. Ausgangssituation des 110-kV-Netzes mit den zu erneuernden Anlagen

Eins-zu-Eins-Erneuerung einer 110-kV-Schaltanlage

Aufgrund einer punktuellen Betrachtung der in Bild 2 dargestellten 110-kV-Schaltanlage des UW 1 sollte diese wegen ihres hohen Alters erneuert werden. Bei den Planungsarbeiten für die Erneuerungsmaßnahmen der Anlage war der Blick auf die Anlage selbst gerichtet, da es sich um eine »wichtige« Anlage handelt.

Für die Optimierung der Maßnahmen wurden hauptsächlich die Anlage und deren unmittelbare Umgebung betrachtet. Die Anlage besteht aus sechs 110-kV-Kabeln, zwei 110-kV/MS-Transformatoren und einer Sammelschienenkupplung. Daher waren insgesamt neun Doppelsammelschienenfelder zu erneuern.

Für die Anwendung der neuen Methode musste zunächst die Betrachtung auf einen größeren Bereich des umgebenden Netzes erweitert werden (Bild 3 und 4). Anschließend wurde die Funktion der 110-kV-Schaltanlage – UW-Versorgung und/oder Netzknotenbildung – im Netz untersucht. Das Ergebnis war, dass das Netz auch ohne 110-kV-Schaltanlage (Netzknotenpunkt) die Versorgung sicherstellen kann (Bild 5).

Die Zuverlässigkeitsbetrachtungen bestätigten das hohe Zuverlässigkeitsniveau. Findet die Erneuerung der Altanlage entsprechend der neuen Planungsmethode statt, können neun Doppelsammelschienenfelder gespart werden. Im Gegenzug ist lediglich eine

H-Schaltung entsprechend Bild 1b für die Versorgung der zwei vorhandenen Transformatoren notwendig. Diese Lösung liefert deutliche Einsparpotenziale. Die Investitionssumme für ein 110-kV-Leistungsschalterfeld liegt zwischen 500 000 € und 1 Mio. €.

Neues 110-kV-Kabel und neue 110-kV-Schaltanlage

Das 110-kV-Netz einer Großstadt wurde analysiert. Die Netzberechnungen ergaben, dass die Übertragungsfähigkeit der 110-kV-Kabel zwischen Umspannwerk A und B nicht mehr ausreicht. Bild 6 zeigt eine Belastung von 118 % mit steigender Tendenz. Eine Erhöhung der Übertragungsfähigkeit der Kabel ist somit notwendig. Die 110-kV-Schaltanlage des Umspannwerks B ist außerdem aufgrund des hohen Alters zu erneuern.

Aufgrund der klaren Ergebnisse der Netzberechnung und des Alters der Anlage schien die Maßnahme alternativlos zu sein, und es sollte mit der Erneuerung gemäß Bild 7 begonnen werden.

Gemäß der neuen Planungsmethode wurde das gesamte 110-kV-Netz betrachtet und die Funktion der 110-kV-Schaltanlage im Umspannwerk B untersucht. Die Betrachtung des Umspannwerks B und der restlichen Umspannwerke sowie die strikte Einhaltung des (n – 1)-Kriteriums (zwei Kabel je Umspannwerk) ergaben, dass eine Neugestaltung des 110-kV-Netzes erhebliche technische und wirtschaftliche Vorteile hat. Diese sind in Bild 8 gezeigt.

Durch die Neugestaltung werden die im Netz bereits vorhandenen Reserven besser in Energierichtung mobilisiert. Somit entfällt das vorgesehene neue 110-kV-Kabel zwischen Umspannwerk A und B, die zu erneuernde 110-kV-Schaltanlage wird deutlich einfacher. Für die Neugestaltung des Netzes sind dagegen lediglich wenig Durch- oder Ummuffungen notwendig. Die kurzfristig zu erzielenden Einsparpotenziale sind auch hier deutlich zu erkennen.

Erneuerung der Schaltanlagen erfordert neues 110-kV-Netzkonzept

Das 110-kV-Netz einer Großstadt mit einer Gesamtlast von rund 1 500 MVA ist über mehrere Jahrzehnte gewachsen. Die unterschiedlichen Kabeltypen, -querschnitte und -baujahre, die hohe Zahl an Schaltanlagen mit unterschiedlicher Gestaltung, Technologie und Baujahr sowie unterschiedliche Planungsphilosophien führten zu einem umfangreichen und komplexen 110-kV-Netz. Die Netzkom-

plexität zeigt sich vor allem beim Aufbau der Schaltanlagen.

Für die altersbedingte Erneuerung der im Netz fest eingeflochtenen Schaltanlagen kommt somit nur der Eins-zu-Eins-Ersatz infrage, da die Reduzierung der Leistungsschalterfelder einer Schaltanlage zur Freisetzung von 110-kV-Kabeln führt. Im vorliegenden Fall waren Netzberechnungen und die Betrachtung einzelner Schaltanlagen nicht zielführend. Die Ausgangssituation ist in *Bild 9* gezeigt.

Die vorgeschlagene Planungsmethode wurde auch hier angewendet und die Betrachtung von einzelnen Schaltanlagen auf das ganze Netz und die Klärung der Funktion der Anlagen (Umspannwerk und Knotenpunkt) aus Sicht der künftigen Netzstruktur erweitert. Die ganzheitliche Sichtweise erforderte auch die Betrachtung der noch nicht zur Erneuerung anstehenden Schaltanlagen. Die durchgeführte Strukturanalyse des Netzes und die Planung des Zielnetzes, wie in *Bild 10* dargestellt, zeigten deutlich die Funktion der Anlagen.

Für die Schaltanlagen mit Funktion wurde eine Erneuerungsstrategie erarbeitet. Die Anlagen ohne Funktion werden rückgebaut. Die angewandte Methode ergab für eine Reihe von Schaltanlagen funktionsbedingt eine mittel- und langfristige Reduzierung von insgesamt rund 35 Leistungsschalterfeldern. Zudem waren Korrekturen bei den 110-kV-Kabeln notwendig, die hier nicht weiter dargestellt sind. Insgesamt ergaben sich auch hier deutliche Einsparpotenziale.

Zusammenfassung

Die Erneuerung von Altanlagen ist in den Energieversorgungsunternehmen eine Aufgabe mit zunehmender Bedeutung. Die Autoren stellen dafür eine Planungsmethode vor, die der Altanlagenerneuerung geeignete Netzplanungsschritte voranstellt. Dadurch ergeben sich deutliche Optimierungspotenziale, Fehlinvestitionen können vermieden und die bestehenden und neuen Anlagen und Netze können gleichzeitig besser an die künftige Last- und Einspeisentwicklung angepasst werden. Dies schafft Investitionssicherheit sowie technisch und wirtschaftlich optimierte Anlagen und Netze.

Literatur

[1] Strnad, A.: Erneuerung von Hochspannungsschaltanlagen. etz, Bd. 111, H. 12, 1990.

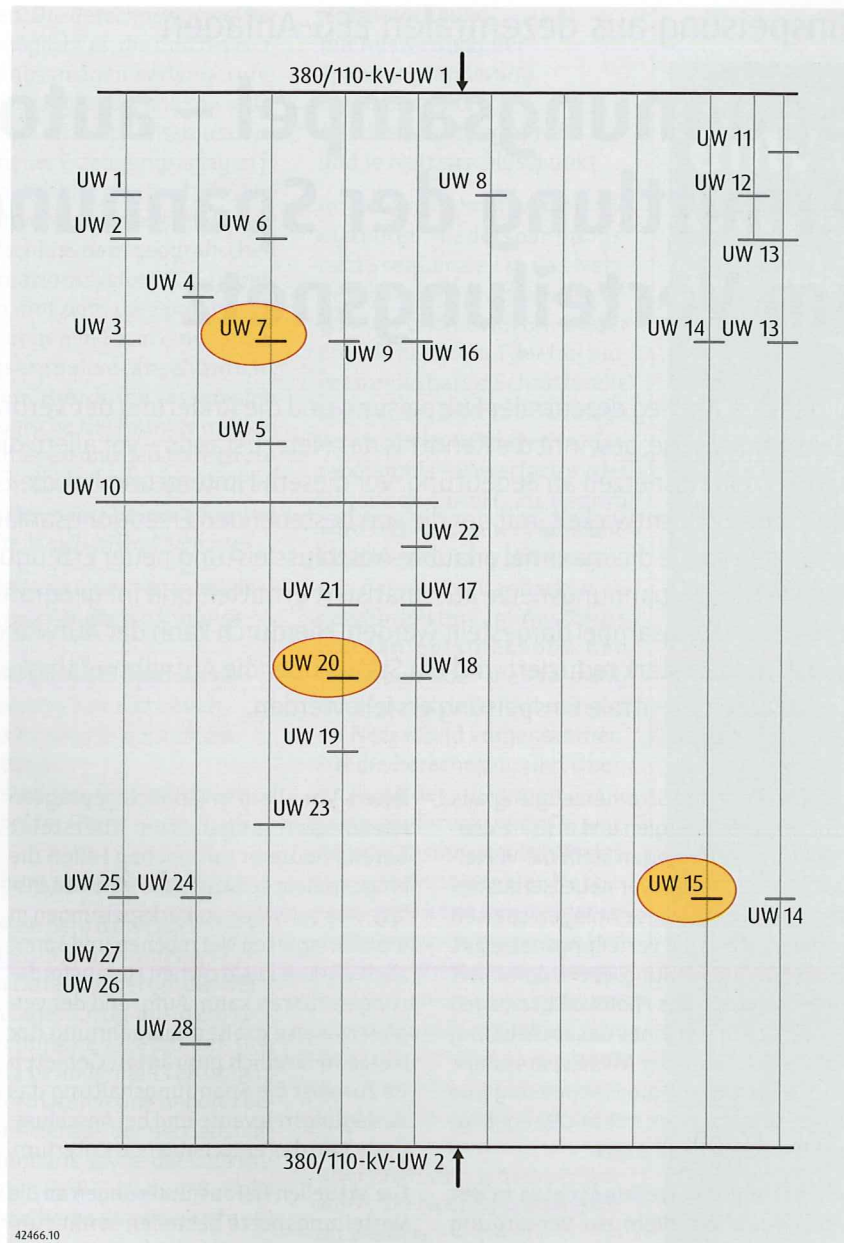


Bild 10. Ergebnis der neuen Planungsmethode: Netzstruktur mit vereinfachter Schaltanlagengestaltung

[2] Petrossian, E.; Connor, Th.; Oehler, E.; Scherer, S.: Greenfield-Planung eines Versorgungsnetzes. ew Jg. 104 (2005), H. 8, S. 76 – 81.

[3] Rottonara, A.; Petrossian, E.: Il progetto Greenfield di Siemens. AETI, Mailand/Italien, 2006.

[4] Romeis, Ch.; Petrossian, E.; Jäger, J.: Duale Netzplanung – Nachhaltige Netzanbindung regenerativer Energieeinspeiseanlagen. ew Jg. 113 (2014), H. 4, S. 76 – 81.

[5] Petrossian, E.; Böse, C.; Oehler, E.; Rottonara, A.: Everyday Decisions Concerning Network Development can be Optimized. 19th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, Wien/Österreich, 2007.

>> Dipl.-Ing. **Christian Romeis**, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme, Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen
 Prof. Dr.-Ing. **Johann Jäger**, Professur für Elektrische Energieversorgung, Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen
 Dipl.-Ing. **Edmond Petrossian**, wissenschaftlicher Berater, Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme, Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

>> christian.romeis@fau.de
 johann.jaeger@fau.de
 e-petrossian@t-online.de

>> www.ees.eei.fau.de

42466