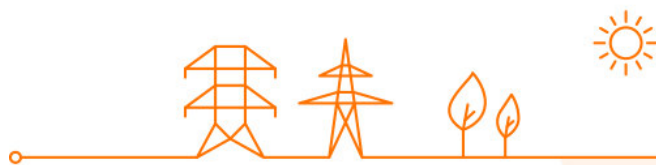


ELEKTROENERGIEÜBERTRAGUNG OSTDEUTSCHLAND

**Historie der
Elektroenergieübertragung
im Osten Deutschlands
von 110 kV über 220 kV zur 380 kV**



Diese Historie der ostdeutschen Elektroenergieübertragung ist allen ehemaligen und heute noch aktiven Kolleginnen und Kollegen gewidmet, die an der Entwicklung und am Betrieb des ostdeutschen Verbund- bzw. Übertragungsnetzes beteiligt waren und aktuell beteiligt sind.

Die Angaben zur Historie wurden vom Verfasser nach bestem Wissen, insbesondere aus den genannten Quellen, zusammen getragen, dennoch sind Fehler nicht ausgeschlossen. Daher freut sich der Verfasser über alle Hinweise in Wort und Bild, die der Präzisierung und Fortschreibung dieser Historie dienlich sind.

Dipl.-Ing. Harald Radtke

Strategische Netzplanung

Berlin, 31. März 2020

Hinweis:

Im vorliegenden Nachdruck vom Dezember 2022 wurden lediglich redaktionelle Korrekturen und einzelne inhaltliche Präzisierungen vorgenommen.

Die Überarbeitung und vor allem die Fortschreibung dieser Historie folgen zu einem späteren Zeitpunkt.

Inhalt

Inhalt	3
1. Einleitung	4
2. Historischer Abriss	6
2.1 Jahre 1910 – 1930	6
2.2 Jahre 1930 – 1950	16
2.3 Jahre 1950 – 1960	25
2.4 Jahre 1960 – 1970	31
2.5 Jahre 1970 – 1980	39
2.6 Jahre 1980 – 1990	49
2.7 Jahre 1990 – 2000	54
2.8 Jahre 2000 – 2010	63
2.9 Jahre 2010 – 2020	71
3. Verzeichnis der Quellen	86
4. Verzeichnis der Abkürzungen und Maßeinheiten	89
5. Verzeichnis der Anlagen	94

1. Einleitung

Der nachfolgende historische Abriss bezieht sich auf netztechnisch relevante Ereignisse bzw. Entwicklungen der Elektroenergieübertragung von den Drehstrom- (AC-) Spannungsebenen 110 kV über 220 kV zur 380 kV mit dem Schwerpunkt Ostdeutschland. Der Zeitbereich umfasst dabei eine Entwicklung über mehr als 100 Jahre von den frühen 1910er bis zum Ende der 2010er Jahre. Da das Berliner Netz in der Entwicklung v. g. Spannungsebenen – mit Ausnahme des Zeitraums der „elektrischen Insellage“ Westberlins (März 1952 - Dezember 1994) – Bestandteil der Netzentwicklung Ostdeutschlands war und ist, werden ausgewählte netztechnische Ereignisse bzw. Entwicklungen in Berlin ebenfalls reflektiert.

Der Fokus liegt auf dem Übertragungsnetz, sodass ab Mitte den 1950er Jahren nicht mehr das 110-kV-Netz sondern nur noch das 220-kV- und ab den 1960er Jahren zudem das 380-kV-Netz betrachtet wird. Erst in den 2010er Jahren kam durch die ersten Offshore-Netzanschlüsse, die vom Gesetzgeber den Übertragungsnetzbetreibern zugeordnet wurden, in der Ostsee mittels 150-kV-(See-)Kabeln eine neue AC-Spannungsebene im Übertragungsnetz zu den „Klassikern“ an Land hinzu – seit 2018 auch mit den mittlerweile verfügbaren 220-kV-(See-)Kabeln für die aktuellen Offshore-Netzanschlüsse in Lubmin.

Die vorliegende Zusammenstellung wurde verfasst, um sicher zu stellen, dass erstens Entwicklungen, insbesondere die ab 1990, die sowohl mit rasanten gesellschaftlichen Umbrüchen in Ostdeutschland als auch massiven Veränderungen im damaligen Verbundnetz einschließlich eines großen personellen Umbruchs und Abbaus einhergingen, nicht in Vergessenheit geraten. Zweitens soll zugleich bei dem so wichtigen „Nach-vorne-Schauen“ gerade jüngeren Kollegen historisches Wissen mit auf den beruflichen Weg gegeben werden.

Für einen Quervergleich und zur besseren historischen Einordnung der ostdeutschen zur gesamtdeutschen Entwicklung der elektrischen Energieübertragung wurden diesbzgl. relevante Ereignisse, vorwiegend mittels Fußnoten, ergänzt. Auf einen Vergleich zur europäischen bzw. sogar zur weltweiten Entwicklung wurde dagegen, da dies den Rahmen dieser Zusammenstellung gesprengt hätte, verzichtet.

Auf unternehmensgeschichtliche Entwicklungen in der ostdeutschen Elektroenergieübertragung wird nicht näher eingegangen. Deren Darstellung bedarf einer separaten Beschreibung. Auf die Entwicklung der konventionellen Erzeugung in Ostdeutschland, die mit dem Beginn der 1960er Jahre aufgrund ihrer wachsenden Leistungsgröße am überregionalen 380/220-kV-Übertragungsnetz angeschlossen wurde, wird im Kontext zur davon wesentlich beeinflussten Netzentwicklung eingegangen. Auf die Entwicklung der konventionellen und – der ab den 2000er Jahren für die ostdeutschen Flächenländer zunehmend prägenden – regenerativen Erzeugung in den regionalen Verteilungsnetzen ≤ 110 kV, gleichwohl letztgenannte seit dieser Zeit einer der Haupttreiber der vertikalen und horizontalen Netzentwicklung (Netzverstärkung und -ausbau) im Übertragungsnetz ist, wird hier ebenfalls nicht weiter eingegangen.

Die Angaben zu den Ereignissen wurden vom Verfasser, insbesondere für die vor den späten 1980er Jahren, aus den genannten Quellen übernommen und, sofern möglich, gegengeprüft. Ereignisse, bei denen der Verfasser mit bzw. allein als Quelle angegeben ist, entstammen v. a. seiner Berufstätigkeit als Netzplaner im ostdeutschen Übertragungsnetz seit 1987 sowie seinen Recherchen.

Angaben zu Dampf- und Wasserkraftwerken, insbesondere jener, die ab 1990 zur VEAG und/oder Vattenfall Europe in Ostdeutschland gehörten und – mit Ausnahme der in der nachfolgenden Zusammenstellung erwähnten GTKW Thyrow und Ahrensfelde – über einen Netzanschluss am 380/220-kV-Netz verfüg(t)en, verdankt der Verfasser der entsprechenden Datensammlung des damals vertikal integrierten Verbundunternehmens.

Der Verfasser dankt ausdrücklich Dr. Frank Berger für die kritische Durchsicht dieser Zusammenstellung und seine wertvollen Hinweise. Für diese ist er durch seine berufliche Tätigkeit, seit 1982 im damaligen VE Kombinat Verbundnetze Energie bis hin zur heutigen 50Hertz Transmission, dabei überwiegend als Leiter der Netzplanung, besonders prädestiniert.

Nachtrag

Der Verfasser musste bei seiner Arbeit an dieser Historie feststellen, dass eine reine Auflistung netztechnisch relevanter Ereignisse bzw. Entwicklungen, ohne diese zumindest punktuell in den Kontext ihrer Zeitgeschichte zu stellen, die Gefahr birgt, diesen z. T. nicht gerecht werden bzw. Raum für Fehlinterpretationen bieten zu können. Da jegliche Historie subjektiv wiedergegeben wird, war es wichtig die Quellen, u. a. jene aus der ideologisch geprägten DDR-Zeit – aber nicht nur aus dieser Epoche –, in den zeitgeschichtlichen Kontext und der jeweiligen interessen- bzw. ideologiegeprägten Ausrichtung kritisch einzuordnen. Allerdings wird auch hier durch den Verfasser, der Techniker und kein Historiker ist, kein Anspruch auf Vollständigkeit und Objektivität der zeitgeschichtlichen Einordnung/Darstellung erhoben, da dies, bis auf punktuelle Hinweise/Kommentare, nicht im Mittelpunkt dieser Zusammenstellung stand.

Zugleich muss aber unbedingt darauf hingewiesen und ausdrücklich anerkannt werden, dass gerade auch in der DDR-Zeit, unter den bekannten Mängeln, Fehlentwicklungen und Restriktionen der DDR-Planwirtschaft und -Staatsideologie, die Arbeiter, Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler in der Energiewirtschaft Hervorragendes für das Funktionieren und die weitere Entwicklung der Elektroenergieversorgung in der Gesamtheit von Erzeugung, Übertragung und Verteilung unter wahrlich nicht leichten Bedingungen geleistet haben. Als ein Beispiel von vielen sei an dieser Stelle – neben dem später u. a. erwähnten jährlichen „Winterkampf in der DDR-Energiewirtschaft“ sowie den nur punktuell genannten häufigen und grundlegenden Änderungen in der Organisationsstruktur selbiger – lediglich das später noch beschriebene „Arbeiten unter Spannung“ (AuS) im Verbundnetz als eine herausragende ingenieurtechnische Leistung genannt. Ohne die permanente Energieknappheit und die damit einhergehenden sehr hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit der Netz- und Kraftwerks-Anlagen wäre diese Technologie in der DDR wohl kaum so weit entwickelt worden und äußerst erfolgreich, auch im Ausland, zum Einsatz gekommen. Nach 1990 wurde sie allerdings im ostdeutschen Übertragungsnetz abgewickelt und wird heute nur noch in Nieder- und Mittelspannungsnetzen eingesetzt.

Aber auch in anderen Epochen der hier beschriebenen Entwicklung ab 1910 waren es prägende zeitgeschichtliche Ereignisse, wie der 1. Weltkrieg, die Weltwirtschaftskrise, der verheerende 2. Weltkrieg, die Reparationen nach dem 1. und insbes. 2. Weltkrieg (nach dem 2. Weltkrieg mit extremen Belastungen in Ostdeutschland / der DDR im Vergleich zu Westdeutschland / der BRD), der unter höchst ungleichen Bedingungen in Ost- und Westdeutschland erfolgende wirtschaftliche Wiederaufbau, usw., die die ostdeutsche Energiewirtschaft und deren Beschäftigte vor enorme Herausforderungen stellte und große Anstrengungen abverlangte.

Als Beispiele seien hier nur genannt: In beiden Weltkriegen wurden in Deutschland sog. „Kupferaktionen bzw. -sammlungen“ per Anordnung und Mengenvorgaben durchgeführt, um wegen Rohstoffmangel und Embargo die Produktion von Granaten, Patronen, etc. zu sichern. Diese Sammlungen sind allgemein insbes. durch das Einschmelzen von Kirchenglocken und Denkmälern aus Bronze bekannt geworden. In den Stromnetzen mussten dafür beispielsweise Kupferseile von Freileitungen (vorrangig in der Nieder- und Mittelspannung) gegen solche aus Aluminium bzw. aus Verlust- und Spannungshaltungsgründen deutlich schlechteren aus Eisen- bzw. Stahldraht ausgetauscht werden. Hinzu kamen die durch die kriegsbedingten Schäden und den erhöhten Verschleiß mangels kontinuierlicher Instandhaltung notwendigen, häufigeren Reparaturen von Elektroenergieerzeugungs- und -verteilungsanlagen bei zunehmendem Material- und Fachkräftemangel, usw. usf.

Da die Elektrizität mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts sowohl der Motor der wirtschaftlichen Entwicklung als auch für jeden Einzelnen im Privatbereich zunehmend unverzichtbar wurde, nahm deren Stellenwert und Aufmerksamkeit in der Gesellschaft immer weiter zu. So war es beinahe selbstverständlich, dass durch den enormen Einsatz der in der Energiewirtschaft Beschäftigten die Stromversorgung sogar in den schwierigsten Zeiten der v. g. Epochen weitgehend aufrechterhalten bzw. unter großen Mühen wieder hergestellt und weiter ausgebaut werden konnte. Das verdient auch aus heutiger Sicht den größten Respekt und die uneingeschränkte Anerkennung!

2. Historischer Abriss

2.1 Jahre 1910 – 1930

In diesem Zeitraum entwickelte sich erstens die Stromnachfrage derart, dass die lokal und regional begrenzten, isolierten Mittelspannungsnetze nicht mehr imstande waren, die entsprechenden Leistungen in der Höhe und Entfernung wirtschaftlich zu transportieren. Zweitens wurde gerade auch in Ostdeutschland zunehmend Braunkohle zur Verstromung eingesetzt. Dabei waren entweder die zu versorgenden Großabnehmer (u. a. die wachsende Grundstoff- und verarbeitende Industrie) in unmittelbarer Nähe der Kohlegruben und (Groß-) Kraftwerke (KW) anzusiedeln oder statt des bei Braunkohle über größere Strecken unwirtschaftlichen Brennstofftransportes auf den Stromtransport zu setzen. Wesentliche Voraussetzungen dafür waren aus technisch-wirtschaftlicher Sicht, neben steigenden Einheitsleistungen der KW-Blöcke, die Einführung einer übergeordneten, leistungsfähigen (110-kV-) Hochspannungsebene¹. Mit dieser konnte eine technisch-wirtschaftlich vorteilhafte „Fernversorgung“ der Großindustrie und -städte über deutlich größere Entfernungen realisiert und die zuvor notwendige enge örtliche Kopplung von Erzeugung und Nachfrage aufgelöst werden.

Zudem beschleunigte der 1. Weltkrieg die (Netz-)Entwicklung im Stromsektor. Einerseits durch seine Auswirkungen auf die externe Rohstoffversorgung Deutschlands (Embargo) und die damit notwendige, aber energieintensive Eigenproduktion lebens- und v. a. kriegswichtiger Rohstoffe (insbes. Aluminium, Stickstoff und Salpeter mittels Elektrochemie). Andererseits musste als Folge des 1. Weltkriegs – der Versailler Vertrag reduzierte nach [4] die deutschen Steinkohlevorräte um etwa 40 % – zunehmend auf die Verstromung von Braunkohle gesetzt werden, um – neben der Versorgung u. a. der stromintensiven Elektrochemie – die knapper gewordene, hochwertige Steinkohle wirtschaftlich effizienter einsetzen zu können.

Nach der Inbetriebnahme einzelner 110-kV-Leitungen in den 1910er Jahren, wurden in der ersten Hälfte der 1920er Jahren, ausgehend von damaligen Groß-Kraftwerken, Strahlennetze aufgebaut, die in der zweiten Hälfte der 1920er Jahren zu weiträumigen Ringnetzen ausgebaut (d. h. „vermascht“) wurden. Dadurch konnten der Leistungsaustausch zwischen Regionen/Netzgebieten deutlich verbessert, KW-Störungen bzw. -Ausfälle besser abgesichert und die Leistungsgröße der KW-Blöcke für eine höhere Effizienz weiter gesteigert werden.

1927-29 wurden die Versorgungsgebiete zwischen den damaligen großen Stromversorgern, insbes. Ewag (Elektrowerke AG), RWE (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG) und PreußenElektra (Preußische Elektrizitäts-AG), im sog. ersten und zweiten „Elektrofrieden“ festgelegt und im Energiewirtschaftsgesetz von 1935 (gültig bis 1998) faktisch manifestiert.

Übrigens wurde bereits 1928 bzw. 1930 in [5] festgestellt, dass mit der großen Ost-West-Ausdehnung des 110-kV-Netzes der Elektrowerke von Brandenburg bis Schlesien „... über eine Reihe von Längengraden ... sich die Verschiedenheit von Sonnenaufgang und Sonnenuntergang mit einer halben Stunde günstig fühlbar macht. Je größer die Anzahl der Verbraucher ist, umso stärker ist naturgemäß der Ausgleich in der Belastung.“

¹ Die deutschen 110-kV-Freileitungen ab den 1910er Jahren wurden in diversen Dokumenten dieser Zeit überwiegend als 100-kV-Leitungen bezeichnet. Nach [2] schrieb Kurt Krummbiegel (Betriebsdirektor Lauchhammer), neben Hallbauer und Fischinger einer der Väter der 110-kV-Leitung Lauchhammer – Gröditz – Riesa: „Durch die Fernleitung mit 100 000 bis 110 000 Volt Spannung sind die Eisenwerke Gröditz und Riesa der A.-G. Lauchhammer mit Lauchhammer, wo sich die Kohlenlager der Gesellschaft befinden, verbunden.“ Der Unterschied in der Bezeichnung lässt sich aus den Spannungswerten in Lauchhammer (Erzeugerseite mit 110 kV) und dem Netzpunkt zwischen Gröditz und Riesa, wo für die Abnehmer 100 kV einzuhalten waren, erklären. Beim Thüringenwerk wurde bspw. erst Anfang der 1940er Jahre die Betriebsspannung auf 110 kV festgelegt; zuvor galt dies als max. zulässige Betriebsspannung im 100-kV-Netz [Neuhaus u. a., *Das Thüringenwerk, Ein Rückblick in die Stromgeschichte Thüringens, Erfurt 2003*].

- 1912 (24.01.) Inbetriebnahme der ersten europäischen 110-kV-Leitung von Lauchhammer (Brandenburg²) über Gröditz nach Riesa (Sachsen), die privatwirtschaftlich geplant und errichtet, vorrangig der Versorgung der Stahlwerke Riesa und Gröditz aus dem eigenen KW Lauchhammer³ diente (Bild 1 und 2). Aus wirtschaftlichen Gründen wurden sie auch für „öffentliche“ Stromlieferungen an den Elektrizitätsverband Gröba und das Überlandwerk Liebenwerda genutzt. Erste Überlegungen für eine sog. „Kraftübertragungsanlage“ wurden nach [1] und [2] bereits um 1890 angestellt, aber aus wirtschaftlichen Gründen zunächst noch verworfen⁴.

Daten: 2 Stromkreise (je 3 x 42 mm² Cu – Spannweite 150 m, für die Elbekreuzung mit je 3 x 70 mm² Cu – Spannweite 272 m), Länge rd. 53 km.

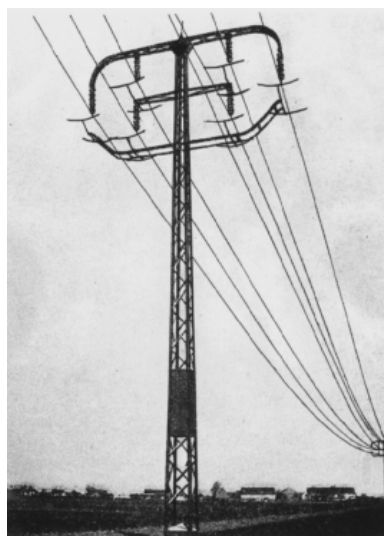
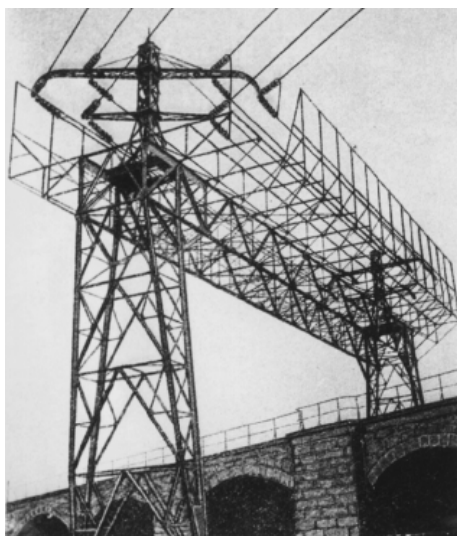


Bild 1: Eisenbahnkreuzung - Schutzgerüst Bild 2: Tragmast
110-kV-Leitung Lauchhammer – Riesa
ELEKTRIE, 1987, H. 8

Anfangs wurde jeweils nur ein Stromkreis betrieben, um der vielen „Kinderkrankheiten“ Herr zu werden (u. a. Störungen an Transformatoren, Hängeisolatoren, Durchführungen). Die Übertragungsleistung von anfangs 12 MW konnte erst 1921, nachdem u. a. ein 7-MVA-Generator im Werk Riesa zum (rotierenden) Phasenschieber umgebaut wurde und damit der Leistungsfaktor auf $\cos \phi = 0,7$ (!) erhöht werden konnte („zur Entlastung der 100.000-Volt-Leitung von wattlosen Strömen“), auf rd. 15 MW gesteigert werden. Mit dem steigenden Bedarf der öffentlichen Versorger Gröba und Liebenwerda wurden nach [2] erst ab 1926 beide Stromkreise der Doppelleitung betrieben.

Nach 1945 blieb von der ursprünglichen Leitung nur noch ein Stromkreis von Gröditz nach Riesa in Betrieb. Die Demontage der letzten Maste erfolgte 1995. Die damalige ESSAG (heute enviaM bzw. MITNETZ STROM) demontierte vor Lauchhammer einen

² Im Folgenden wird die regionale Zuordnung und Bezeichnung der ostdeutschen Bundesländer ab 1990 verwendet; Zitate sind davon ausgenommen.

³ Die erste „öffentliche“ 110-kV-Leitung eines deutschen EVU wurde nach [12] 1913 in Betrieb genommen (Pfalzwerke AG, von Mannheim nach Homburg/Saar, 122 km).

⁴ Anregung von Joseph Hallbauer (Generaldirektor der Lauchhammer AG bis 1913 und Aufsichtsratsmitglied 1913 bis 1922) an Emil Gottfried Fischinger (späterer Konstrukteur der 110-kV-Leitung Lauchhammer – Riesa), der den Bau prüfte. Mit der Eröffnung der Braunkohlegrube Lauchhammer III in 1887 war die energetische Voraussetzung (günstige Dampferzeugung) für solche Überlegungen gegeben – allerdings um 1890 sicher noch nicht als 110-kV-Übertragung.

Tragmast der historischen Leitung, errichtete ihn 1996 zur Erinnerung auf dem Gelände der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) in Cottbus und übergab ihn der BTU.

- 1913 Bereits 1913 reifte bei der AEG der Plan, u. a. Berlin mit Fernstrom aus ihrem geplanten Groß-KW (Golpa-) Zschornewitz, mit Bekohlung aus ihren eigenen Gruben Golpa-Jeßnitz im Braunkohlerevier Bitterfeld/Wittenberg, zu versorgen. Der bei Kriegsausbruch 1914 vorliegende fertige Plan einer „Fernstromversorgung Berlins“ und anderer Großstädte (Leipzig und Magdeburg) musste zurück gestellt und anderen Zwecken gewidmet werden; zudem änderten sich auch die Besitzverhältnisse (siehe Fußnote 5 und nachfolgender Text). [5]
- 1917/ Da das KW Zschornewitz⁵ zunächst ausschließlich der Versorgung kriegs- und lebensnotwendiger Betriebe (insbes. für die Aluminium-, Stickstoff- und Salpeterproduktion) [1]
1918 diente, konnte nach dessen Inbetriebnahme Ende 1915 noch keine Fernstromversorgung für Berlin und andere Großstädte aufgenommen werden. [3]
[4]
[5]
Nach nur einem ¾ Jahr Betrieb kam es am 18.06.1917 unfallbedingt zur kompletten Zerstörung der Elektrosalpeterwerke Zschornewitz, die nicht wieder aufgebaut wurden. [6]
Daraufhin gab die Reichsregierung die damit verfügbar gewordene Leistung von 30 MW für Berlin frei. Damit konnte der Bau der 110-kV-Leitung Zschornewitz – (Berlin-) Rummelsburg, auch „Golpa-Leitung“ genannt, im Winter 1917/1918 in Angriff genommen und nach nur einem halben Jahr (!) vollendet werden (Bild 3).⁶

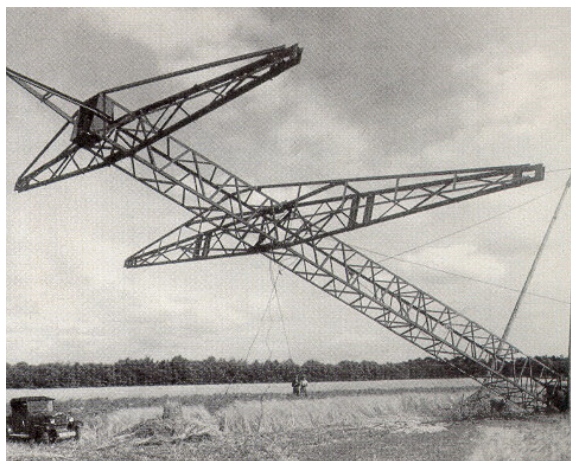


Bild 3: Errichtung der Golpa-Leitung 1918
Ort und Fotograf unbekannt; Foto aus dem Nachlass von Fritz G. Waack,
veröffentlicht 2011 in Wikipedia von Ulrich Waack

⁵ Nach [4] und [5] wurde 1915 für den Bau und Betrieb des KW Zschornewitz, zu dem auch die Grube Golpa gehörte, die Elektrowerke AG (Ewag) als AEG-Tochter gegründet. Diese wiederum verkaufte im Sommer 1917 aus finanziellen Zwängen die Ewag an das Deutsche Reich, die fortan auch „Reichselektrowerke“ genannt wurden. Nach nur neun Monaten Bauzeit wurde das KW (Entwurf Georg Klingenberg – ein Befürworter und Planer von Groß-KW; Architekt sein Bruder Walter) im Dez. 1915 mit 128 MW als damals weltgrößtes Dampfkraftwerk, zuerst vorrangig für die Versorgung der Reichsstickstoffwerke Piesteritz (bei Wittenberg) und der Elektrosalpeterwerke Zschornewitz, in Betrieb genommen. Erwähnt werden muss an dieser Stelle, dass nach [1] die extrem kurze Bauzeit des KW nur unter zwangsarbeitsähnlichen und gefährlichen Bedingungen möglich war und 30 Todesopfer forderte. Das Stickstoffwerk wurde in der gleichen Bauzeit fertig gestellt. Nach [4] und [5] hatte es einen Bedarf von 64 MW, bereitgestellt über vier 80-kV-Leitungen [3] mit je einem 16-MW-Block aus Zschornewitz. Das KW Zschornewitz wurde in den Folgejahren mit wachsender Stromnachfrage (u. a. Aluminiumwerke Rummelsburg und Bitterfeld, Berlinversorgung und Chemieindustrie in der Region Halle/Leipzig) fortlaufend ausgebaut.

⁶ Allerdings waren nach [6] die Trassierungsarbeiten bereits vor dem 1. Weltkrieg fertiggestellt.

Am 06.07.1918 erfolgte die Inbetriebnahme der 132 km langen 110-kV-Doppelleitung vom KW Zschornowitz nach Rummelsburg (Bild 4). Das dort seit Dez. 1915 in Betrieb befindliche, ausschließlich der Kriegsproduktion dienende, Aluminiumwerk Rummelsburg wurde zuvor allein aus Berlin versorgt (KW Oberspree), was zur Verknappung des Stroms für zivile Zwecke führte. Da der Bedarf nach Aluminium stetig anstieg, war es das Ziel, mit der Fernstromversorgung den weiteren Ausbau des Werkes voran zu treiben. Mit der neuen Leitung konnte neben dem Aluminiumwerk anteilig Berlin mit zunächst 16 MW versorgt werden.

Im Oktober 1918 folgte die Inbetriebnahme der 110-kV-Doppelleitung vom KW Zschornowitz zum Aluminiumwerk Bitterfeld (Fa. Griesheim-Elektron), der dritte Großabnehmer des KW Zschornowitz nach der Havarie der Elektrosalpeterwerke. Das Aluminiumwerk Bitterfeld wurde zudem aus dem betriebseigenen KW (Bitterfeld-) Süd gespeist.

Die 110-kV-Leitung KW (Golpa-) Zschornowitz – Rummelsburg war die erste Leitung für die „Fernstromversorgung“ Berlins und der Beginn der Grundlastversorgung Berlins mit Braunkohlestrom. Mit dem Ende des 1. Weltkriegs und der auch wegen (Stein-)Kohlemangel für die Versorgung der Berliner Kraftwerke erzwungenen Stilllegung des Aluminiumwerkes Rummelsburg⁷ am 09.11.1918 konnte die Leistung für Berlin auf 40 MW gesteigert werden.

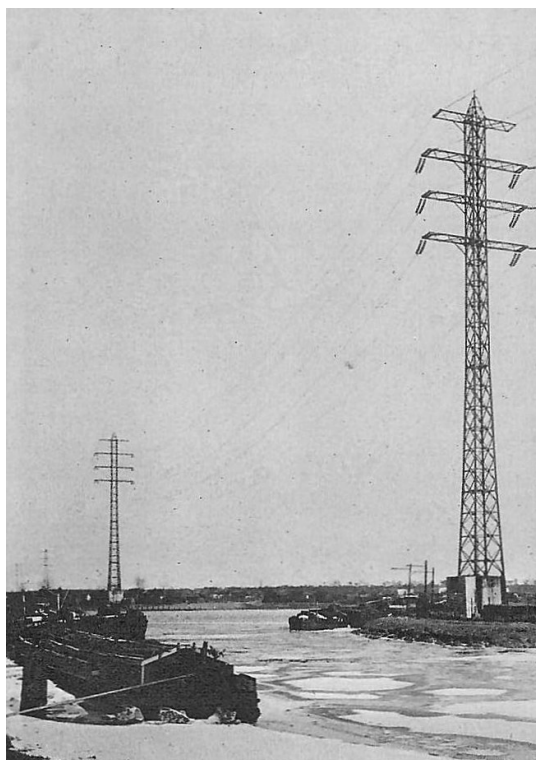


Bild 4: Spreekreuzung der 100000 Volt-Leitung (Elektrowerke A.-G.)
undatierte gleichnamige Postkarte im Besitz des Verfassers; das Foto wurde am Nordufer des Britzer Zweigkanals nahe der Einmündung in die Spree mit Blick auf das gegenüberliegende südliche Kanalufer (Mast im Vordergrund) und das Rummelsburger Spreeufer (Mast im Hintergrund) aufgenommen

⁷ Anders als z. B. das Aluminiumwerk Bitterfeld, das als Daueranlage konzipiert und bis 1990 in Betrieb war, war das Aluminiumwerk Rummelsburg ein kriegsbedingtes Provisorium. Es wurde als Aluminiumhütte in einfachen Bretterschuppen beschrieben, das in kürzester Zeit errichtet wurde. [P.J. Belli, *Das Lautwerk der Vereinigten Aluminium-Werke AG (VAW) von 1917 bis 1948*, Berlin 2012]

- Das KW Zschornowitz und die Leitung nach Rummelsburg⁸ gehörten, wie auch die späteren „Fernstromleitungen“ nach Berlin, der reichseigenen Elektrowerke AG Berlin (Ewag), auch „Reichselektrowerke“ genannt, die damit in den folgenden Jahren zum Hauptversorger für (Groß-) Berlin wurde (ab 1922: 70 MW und ab 1928: 80 MW und abendliche Spitzenlastdeckung für zwei Wintermonate bis 110 MW).
- 1917 Emil Gottfried Fischinger, der Konstrukteur der o. g. 110-kV-Leitung Lauchhammer – Riesa, entwickelte die ersten Aluminium-Stahl-Leiteseile (AlSt) für Freileitungen, mit denen u. a. größere Spannweiten im Vergleich zu den reinen Kupferseilen möglich waren; zugleich konnte damit Kupfer eingespart werden. [2]
- 1920- Ausbau der 110-kV-Netze als Strahlennetze zur Fernübertragung mittels 110-kV-Doppelleitungen; dies erfolgte ausgehend von den Groß-KW mit Einbindung mittel- und ostdeutscher Großstädte sowie industrieller Lastzentren, u. a.: [1]
[3]
[4]
Ewag: KW Zschornowitz – Bitterfeld – Osmünde (ab 1927 Gröbers) – Leipzig (1920) und KW Trattendorf – KW Lauta (1921) [5]
[6]
Ewag und Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG (ESAG): KW Zschornowitz – KW Großkayna der ESAG (1920) und KW Zschornowitz – Dessau – Förderstedt – Magdeburg/Diesdorf (ein 110-kV-UW der ESAG) mit Verbindung der Kraftwerke Zschornowitz, Nachterstedt und Harbke (1921/22) [7]
[8]
Ewag und AG Sächsische Werke (ASW): KW Lauta – Großenhain (bei Riesa) – Dresden/Nord (1921) [9]
ESAG: KW Großkayna – KW Amsdorf (1921/22) und KW Großkayna – Osmünde (bei Halle/S., 1923; ab 1927 UW Gröbers)
Ewag: Verlängerung der Leitung KW Zschornowitz – Rummelsburg zur 110-kV-Hauptschaltstation (Berlin-)Friedrichsfelde in 1921 und Inbetriebnahme der Leitung KW Trattendorf – (Berlin-)Friedrichsfelde am 24.11.1921 als zweite Leitung für die Fernstromversorgung Berlins (Groß-Berlin ab 1920⁹), die damit stabilisiert werden konnte.
Ausbau der ersten sächsischen sog. (110-kV-)„Landessammelschiene“ der ASW in Ost-West-Richtung ab 1921: KW Hirschfelde – Rodewitz – Dresden/Süd, Dresden/Süd – Freiberg – Chemnitz/Süd, Chemnitz/Süd – Silberstraße (bei Zwickau) – Herlasgrün. Sie wurde neben dem KW Hirschfelde der ASW von den Ewag-KW Lauta und Zschornowitz sowie ab 1926 vom (neuen) Groß-KW Böhlen der ASW gespeist. Zudem bestand bereits ab 1921 die o. g. Verbindung der ASW zur Ewag von Dresden/Nord über Großenhain zum KW Lauta.

⁸ Die Leitung erreichte das spätere Berliner Stadtgebiet im Raum Marienfelde. Weiter verlief sie über Buckow und Neukölln, kreuzte den Teltowkanal, führte anschließend durch die Königsheide (Johannisthal) zum Südufer des Britzer Zweigkanals und querte dann die Spree. Am östlichen Spreeufer lief sie rd. 2 km nach Norden zu dem Standort, an dem später (1925-27) das Kraftwerk Klingenberg errichtet wurde. Der ehem. Leitungsverlauf in Marienfelde, Buckow und Neukölln ist noch heute z. T. gut erkennbar. Größtenteils als „Hochspannungsweg“ bezeichnet, verläuft er schurgerade vom Mariendorfer Damm bis zum Buckower Damm und fast bis zur Fritz-Erler-Allee. Nordöstlich der Rudower Straße, erneut als „Hochspannungsweg“ startend, führt er über den Ortolan- und Stelzenweg bis zum Teltowkanal. In den 1950er Jahren wurde die Leitung in Westberlin abgebaut – der „Hochspannungsweg“ blieb. *Die heutige 220-kV-Freileitung Wuhlheide – Thyrow (Baujahr 1974) folgte im Ostteil Berlins, von der Spreequerung bis zum Teltowkanal, der Trasse der ehem. 110-kV-Leitung KW Zschornowitz – Rummelsburg, bevor sie dann dem 1961er Grenzverlauf auf der Ostberliner Seite folgen musste. [Verfasser]*

⁹ Am 01.10.1920 wurden die kreisfreien Städte Berlin-Lichtenberg, Berlin-Schöneberg, Berlin-Wilmersdorf, Charlottenburg, Neukölln u. Spandau sowie aus den umliegenden Kreisen Niederbarnim, Osthavelland und Teltow die Stadtgemeinde Cöpenick, 59 Landgemeinden und 27 Gutsbezirke eingemeindet. Damit wuchs Berlin von 66 auf 878 km² (1920 die weltweit zweitgrößte Stadtfläche nach Los Angeles) und von 1,9 auf 3,8 Mio. Einwohner (1920 die weltweit drittgrößte Einwohnerzahl nach London und New York).

Weitere Verbindungen wurden durch die ASW bis 1925/26 ergänzt: KW Hirschfelde – Görlitz (zunächst mit 40-kV-Betrieb), Dresden/Süd – Dresden/Westkraftwerk – Dresden/Nord (später Niederwartha), Chemnitz/Süd – Chemnitz/Nord – Etzdorf und Silberstraße – Gößnitz – KW Böhlen – Lausen (bei Leipzig; dort mit Anschluss an die Leitung der Ewag zwischen Gröbers und Leipzig).

- 1921 Inbetriebnahme der 110-kV-Hauptschaltstation (Berlin-)Friedrichsfelde (Bild 5)¹⁰. Diese diente der Ewag zur zentralen Steuerung ihres mitteldeutschen 110-kV-Netzes inkl. ihrer Kraftwerke Zschornowitz, Trattendorf und Lautau.¹¹ [4]
[5]
[6]

In diesem Netzverbund befanden sich ebenfalls die KW Oberspreewald, Moabit, Charlottenburg und Rummelsburg¹² (Moabit und Charlottenburg ab 1923) der damaligen „Berliner Elektrizitäts-Werke“ (BEW, ein Bewag-Vorläufer) sowie später die beiden damals größten Berliner Kraftwerke Klingenberg und West.¹³ Nach [6] fuhr das KW Trattendorf Frequenz, die nach Berlin liefernden Maschinen in Zschornowitz versorgten nach Fahrplan zusammen mit Trattendorf die Berliner KW Moabit und Rummelsburg. Diese übernahmen jedes für sich in ihren Bezirken die Lastverteilung, indem sie den Fernstrombezug durch das Regeln ihrer Maschinen sowie der parallel fahrenden in den KW Oberspreewald und Charlottenburg einstellten.



Bild 5: 110-kV-Schaltstation Friedrichsfelde bei Berlin

[5], 1. Auflage 1928, S. 52

¹⁰ Das Gebäude der 110-kV-Hauptschaltstation Friedrichsfelde der ehem. Reichselektrowerke befand sich auf dem Gelände der späteren, ehem. Hauptschaltleitung des ostdeutschen 380/220-kV-Verbundnetzes an der Beilsteiner Straße (genau am ehem. Rohrdammweg) im heutigen Stadtbezirk Berlin-Marzahn. Es wurde 2011 nach 90 Jahren Bestand abgerissen.

¹¹ KW Trattendorf (1917, anfangs 10 MW) und KW Lautau (1918/19, anfangs 66 MW) – beide mit Braunkohle befeuert.

¹² KW Oberspreewald in Oberschöneweide (1897, anfangs 4,9 MW, das erste deutsche Drehstrom-Kraftwerk), KW Moabit (1900, anfangs 7,2 MW), KW Charlottenburg (1900, 1,5 MW) und KW Rummelsburg (1907, 13,5 MW) – alle mit Steinkohle befeuert.

¹³ KW Klingenberg in Rummelsburg (1927, 270 MW, Steinkohle; damals die leistungsstärkste Anlage Europas) und KW West (später Reuter) in Spandau-Siemensstadt (1930-32, 224 MW, Steinkohle). Das KW Klingenberg wurde in der DDR, wie so viele andere Kraftwerke, nach der 2. Ölkrise 1979/80 auf die Feuerung mit heimischer Braunkohle umgestellt (1980; 1986 Errichtung von zwei neuen Rohbraunkohlekesseln). Dessen Braunkohlefeuerung wurde am 24.05.2017 beendet – seither sind u. a. noch Steinkohle-KW im Einsatz, deren Betrieb gemäß Klimaschutzvereinbarung zwischen dem Land Berlin und Vattenfall vom 08.10.2009 spätestens 2030 enden soll. [Verfasser]

- 1921-1923 Inbetriebnahme der 110-kV-Freileitungen in Berlin von Friedrichsfelde zum KW Moabit (1921 durch den Bewag-Vorgänger Städtische Elektrizitätswerke) und bis 1923 vom KW Moabit zum KW Charlottenburg zur Verknüpfung der Fernstromversorgung mit den Berliner Kraftwerken in den westlichen Stadtteilen. Von Friedrichsfelde führte nach [6] eine rd. 16 km lange 110-kV-Freileitung nach Moabit „... mitten durch die Straßen des stark bevölkerten Berliner Nordens ...“ ([Bild 6](#)). [4]
[5]
[6]



Berlin N 20, Peinzen-Allee und Osloer Straße

Bild 6: Weddinger Straßenkreuzung mit 110-kV-Leitungsmast (rechter Bildrand)
undatierte Postkarte im Besitz des Verfassers

- 1922 Bildung und Ansiedlung des Netzdienstes Friedrichsfelde der Ewag in der gleichnamigen 110-kV-Hauptschaltstation. Der Netzdienst ging aus einem seit 1916 im KW Zschornowitz bestehenden Störungsbeseitigungstrupp hervor. Streckenmonteure überwachten jeweils 25 km der Fernleitungen durch Begehung. Eine Reparaturkolonne, die bereits mit einem Kraftwagen ausgestattet war, übernahm die Reparatur der gemeldeten Schäden und nutzte dazu an den Leitungsstrecken eingerichtete Materiallager, sog. Störungslager. [1]
[5]
- 1925-1930 Ausbau der 110-kV-Netze von einer Strahlen- zur Ringstruktur mit Verknüpfung der Landesnetze in Ostdeutschland (Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern), u. a.: [1]
[3]
[4]
[5]
[6]
[7]
[9]
[10]
[11]
- Ewag: Inbetriebnahme der 110-kV-Freileitung KW Zschornowitz – Brandenburg – Berlin-Spandau in 1925 (dritte Leitung für die Fernstromversorgung von Berlin) inkl. Weiterführung von Spandau zum KW Charlottenburg.
- Historisch betrachtet, entstand damit bereits 1925 mit der dritten Fernstromleitung von Zschornowitz nach Berlin-Spandau und deren Fortführung bis zum KW Charlottenburg die erste „Berlin-Diagonale“ mit 110-kV-Freileitungen von Spandau im Westen über Charlottenburg und Moabit bis Friedrichsfelde und Rummelsburg im Osten Berlins ([Bild 7](#)). Erst im Jahr 2000, und damit 75 Jahre später, folgte die Neuauflage einer durchgängigen (West-Ost-) „Berlin-Diagonale“, allerdings mit 380 kV und fast ausschließlich mit Kabeln im Stadtgebiet Berlins.*
- 1926 (Ewag): Inbetriebnahme der 110-kV-Leitung vom KW Trattendorf nach Niederschlesien über Hansdorf (heute Jankowa Żagańska / PL) nach Bunzlau (heute Bolesławiec / PL).
1928 Verlängerung nach Tschechnitz (heute Siechnice / PL) bei Breslau (heute Wrocław /

PL) und zusammen mit der Ostkraftwerk AG bis Cosel (Oberschlesien, heute Koźle / PL).

1926: Inbetriebnahme der ersten 110-kV-Leitung nach Thüringen vom KW Böhlen (ASW) nach Jena (Thüringenwerk), später wurde das UW Zeitz eingebunden (1934).

Ab 1926 erfolgte seitens Märkisches Elektrizitätswerk AG (MEW) der Bau und die Inbetriebnahme der ersten 110-kV-Leitungen in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern: KW Finkenheerd¹⁴ – Fürstenwalde – Strausberg, Fürstenwalde – Wildau, Strausberg – Heegermühle (Finow) – Pasewalk – Greifswald – Stralsund (Betrieb ab Pasewalk nach Vorpommern mit 40 kV) sowie Strausberg – Hennigsdorf und von dort weiter mit 50-kV-Betrieb bis Oranienburg sowie Oranienburg – Liebenwalde – Zehdenick und Oranienburg – Neuruppin – Kyritz – Perleberg (beide Strecken ebenfalls mit 50 kV betrieben).

1925-1930 erfolgte der Bau der zweiten sächsischen 110-kV-„Sammelschiene“ der ASW, etwa parallel zur ersten, von Dresden/Nord (später Niederwartha) über Etzdorf und Chemnitz/Nord zum KW Böhlen. Sie wurde 1930 mit der sog. 110-kV-Nordleitung KW Hirschfelde – Niederwartha¹⁵ komplettiert. Damit war der große 110-kV-Ring der Ewag und ASW von Hirschfelde über Dresden/Süd, Chemnitz/Süd, Zwickau (Silberstraße), Leipzig, Zschornowitz, Berlin, Trattendorf, Lauta und Dresden (von Niederwartha über das in der Stadt Dresden gelegene Westkraftwerk nach Dresden/Süd) geschlossen.

1927 knickte ein schwerer Sturm ein halbes Dutzend Maste der o. g. dritten Fernstromleitung KW Zschornowitz – Brandenburg – Berlin-Spandau der Ewag um und beschädigte weitere. Nach [1] wurden profitbedingt „Gittermaste mit äußerst schwachen Profilen“ und zudem statt der sonst üblichen sechs Kappenisolatoren nur fünf eingesetzt. Wegen der hohen Störanfälligkeit wurde bereits nach kurzer Betriebszeit wieder der sechste Kappenisolator eingehängt. An einigen Stellen kam es damit aber zur Unterschreitung der erforderlichen Mindestbodenabstände, sodass „Einige Maste ... einen Unterschuss und neue Fundamente erhalten (mussten)“.

1928 wurde die vierte 110-kV-Fernstromleitung der Ewag vom KW Trattendorf nach Berlin-Spandau in Betrieb genommen. Damit kamen insgesamt je eine Fernstromleitung aus Zschornowitz und Trattendorf sowohl im Osten (Friedrichsfelde) als auch im Westen (Spandau) von Berlin an (Bild 7).

¹⁴ Ehem. Braunkohle-KW Finkenheerd, nahe Frankfurt (Oder), der MEW mit Inbetriebnahme 1923 (Stilllegung 1992).

¹⁵ Das PSW Niederwartha wurde 1930 mit 120 MW (6 Maschinensätze) in Betrieb genommen. Zusammen mit dem ebenfalls 1930 in Betrieb genommenen PSW Koepchenwerk (132 MW, RWE) waren das die beiden ersten großen PSW in Deutschland. Das PSW Niederwartha wurde ab Sommer 1945 komplett demontiert; erst 1957 – 60 erfolgte der Wiederaufbau.

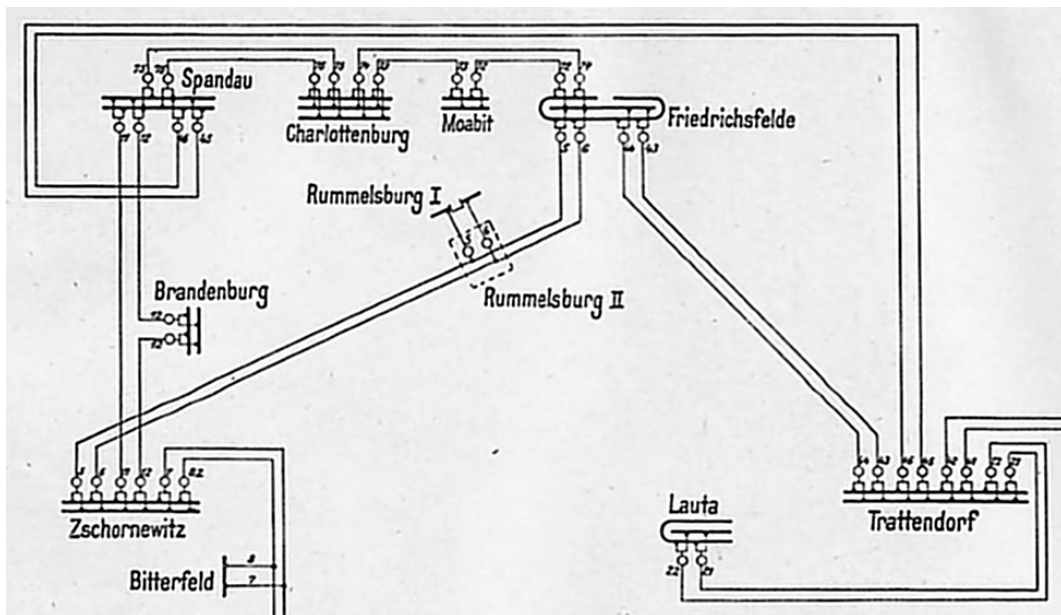


Bild 7: Schaltschema der vier nach Berlin führenden 110-kV-Fernstromleitungen der Elektrowerke

[5], 1. Auflage 1928, S. 53 (Auszug)

1929 wurde die direkte 110-kV-Leitung KW Zschornowitz – KW Lauta der Ewag in Betrieb genommen; damit schloss sich der Leitungsring zwischen den drei Groß-KW Zschornowitz, Lauta und Trattendorf der Ewag¹⁶ sowie ihrer 110-kV-Hauptschaltstation (Berlin-)Friedrichsfelde (Bild 8).

1930 Anschluss der Überlandzentrale Südharz an das UW Großkayna der ESAG mit einer 110-kV-Doppelleitung von Großkayna über Oberröbblingen nach Bleicherode.

¹⁶ Die Elektrowerke AG war nach [5] Ende der 1920er Jahre mit ihren Groß-KW Zschornowitz (440 MW), Trattendorf (160 MW) und Lauta (130 MW) der weltgrößte Erzeuger von Braunkohlestrom. Zudem hielt sie Beteiligungen an den KW Harbke (Sachsen-Anhalt, nahe Helmstedt), Liegnitz (Niederschlesien, heute Legnica / PL) und Cosel bzw. Kosel (Oberschlesien, heute Koźle / PL).

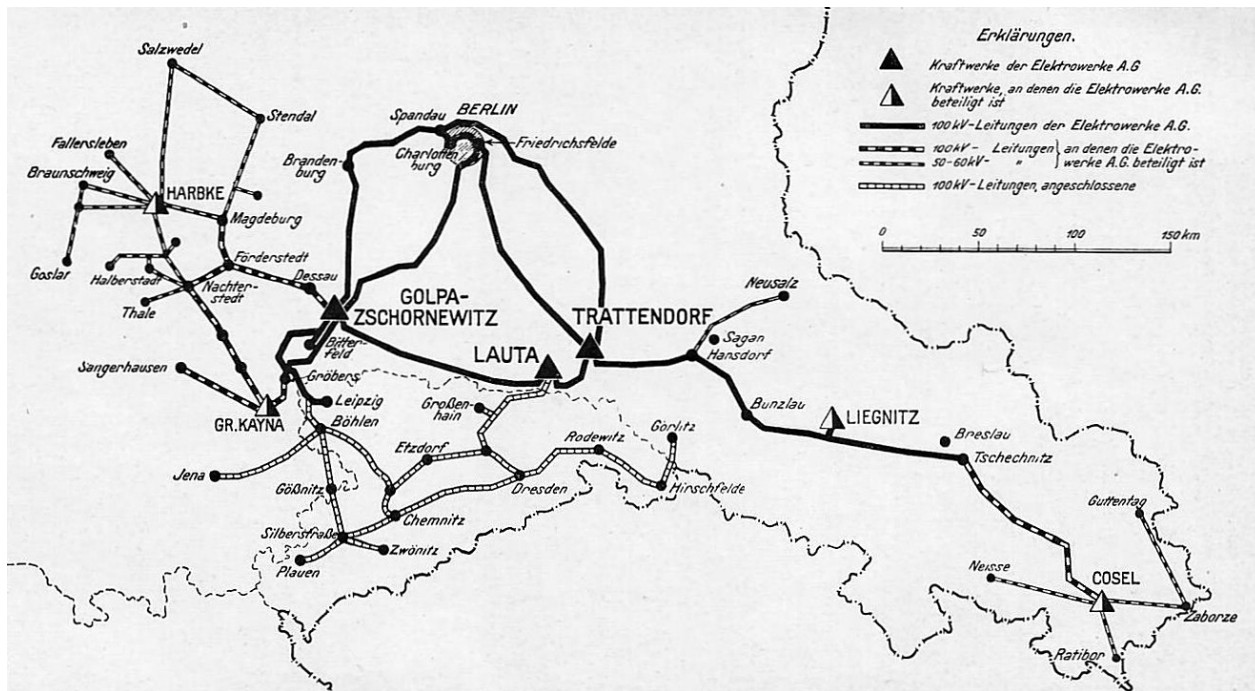


Bild 8: Hochspannungsnetz der Reichselektrowerke und angeschlossener Leitungen [5], 2. Auflage 1930, S. 3

1928/ Für die gekuppelten 110-kV-Netze der Ewag und BEW bzw. Bewag übernahm die Bewag ab [5]
 1929 1929 die Frequenzhaltung (Gründung des Bewag-Lastverteilers am 15.10.1928 mit Sitz im [6]
 KW Klingenberg (Bild 9); Frequenzhaltung für Bewag und Ewag ab 10.09.1929 durch das
 KW Klingenberg).

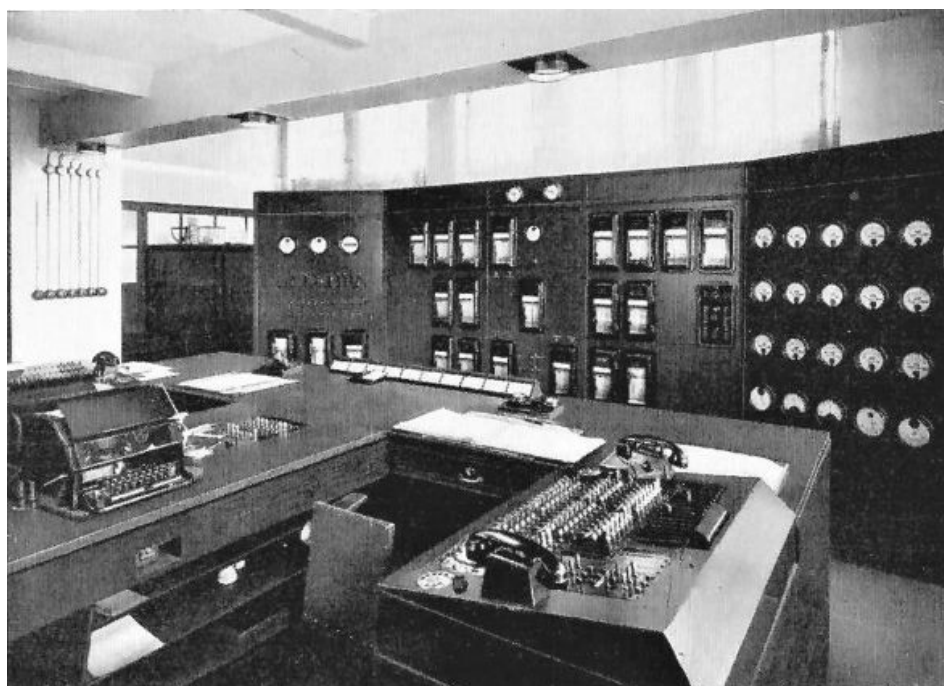


Bild 9: Lastverteilerwarte Klingenberg [6], 1934, S. 203

2.2 Jahre 1930 – 1950

Von der Mitte der 1920er bis in die Mitte der 1950er Jahre trug das 110-kV-Netz in Ostdeutschland, dessen Entwicklung Ende der 1930er / Anfang der 1940er Jahre kriegsbedingt einen vorläufigen Abschluss erreichte, die Hauptlast der Elektroenergieübertragung. Erst ab Mitte der 1950er Jahre wurde das 220-kV-Netz infolge steigenden Leistungsbedarfs und dem Netzanschluss größerer KW-Blöcke wesentlich ausgebaut. Die nachfolgend beschriebene 220-kV-Reichssammelschiene bildete bis dahin nur eine singuläre „Korsettstange“ im ostdeutschen Netz.

Ab Mitte der 1920er Jahre begann aus wirtschaftlichen Überlegungen der Ausbau der ersten 220-kV-Nord-Süd-Verbundleitung auf Initiative der RWE zur Kopplung der Stromerzeugung im linksrheinischen Braunkohlerevier mit der alpinen Wasserkraft. Dies wurde ab Mitte der 1930er Jahre auch durch ihren damaligen Hauptkonkurrenten, die Ewag, mit ihrer Nord-Süd-Leitung, der sog. 220-kV-Reichssammelschiene, aufgegriffen. Da die Ewag für die Fernübertragung hoher Leistungen damals aber keine Notwendigkeit/Perspektive für Drehstrom-Fernübertragungen mit einer Spannung größer 220 kV sah, forcierte sie ab Ende der 1930er Jahre als Alternative die Entwicklung und den Bau der ersten Fernübertragung mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ).

Die Zeit des 2. Weltkrieges und die ersten Nachkriegsjahre stellte eine Zäsur in der Entwicklung der ostdeutschen Elektroenergieübertragung dar. So gab es bis auf die 220-kV-Reichssammelschiene keinen weiteren Netzausbau oberhalb der 110-kV-Spannungsebene¹⁷; zudem erfolgten nach Kriegsende umfangreiche Demontagen sowohl von 220-kV- und 110-kV-Anlagen und -Leitungen als auch von Kraftwerken als Reparationsleistungen.

Das 220/110-kV-Netz der Ewag (für Mittel- und Ostdeutschland), die über das flächen- und lastmäßig größte Netz verfügte, sowie die Netze ≤ 110 kV folgender größerer Regionalversorger bildeten in Ostdeutschland / der DDR nach ihrer Enteignung in den späten 1940er Jahren den Grundstock für die ostdeutschen Stromnetze: Bewag (für Ostberlin), AG Sächsische Werke¹⁸ (ASW für die Region Ost-Sachsen), Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG (ESAG für die Regionen West-Sachsen und Anhalt), Märkisches Elektrizitätswerk AG (MEW für Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern) und Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs-AG (Thüringenwerk für Thüringen).

Nachfolgend wird auf die Entwicklung der ostdeutschen 110-kV-Netze nach 1945 im Regelfall nicht weiter eingegangen, da einerseits in den ersten Nachkriegsjahren der Wiederaufbau statt der Erweiterung der Netze ≤ 110 kV das Gebot der Stunde war und andererseits ab Mitte der 1950er Jahre der Ausbau des ostdeutschen HöS-Netzes > 110 kV begann, der damit in den Fokus dieser Zusammenstellung rückt.¹⁹

Die Berlin-Blockade (Juni 1948 bis Mai 1949), inkl. Kappung der Stromversorgung Westberlins, war in den Nachkriegsjahren eines der markantesten Ereignisse für die zunehmende Ost-West-Block-Bildung sowie die folgende politische und auch elektrische Spaltung Deutschlands.

¹⁷ Nach [1] wurden die Arbeiten an den im Krieg begonnenen 220-kV-Doppelleitungen Trattendorf – Großräschen und Marke – Großräschen Anfang 1945 eingestellt.

¹⁸ Die ASW waren nach [31] bis zum Zeitpunkt ihrer Liquidation 1947 das drittgrößte Energieunternehmen des Deutschen Reiches nach RWE und Ewag.

¹⁹ Gleichwohl erfolgte erst ab 01.01.1969 mit der Trennung des VEB Verbundnetz in das Verbundnetz Gas (VNG) und Elektroenergie (VNE) die Ausgliederung der, bis dahin zum Verbundnetz gehörenden, 110-kV-Anlagen und -Leitungen in die neugegründeten regionalen Energiekombinate Nord (01.01.1969) sowie Mitte, West, Ost und Süd (01.01.1970). Davon ausgenommen wurden die 110-kV-Anlagen in den 220/110-kV- und späteren 380/110-kV-Umspannwerken des VNE.

- 1932- (Thüringenwerk) Inbetriebnahmen der 110-kV-Doppelleitungen Herlasgrün (ASW) – [10]
1938 Bleiloch²⁰ (Thüringenwerk) in 1932, Jena – Breitung in 1934/35 und Remptendorf – Neuhaus – Kulmbach (Bayernwerk) in 1938. Die Leitung Jena – Breitung wurde bis 1940 nur mit einem Stromkreis bestückt und mit 50 kV betrieben.
- 1934 ... bestanden in Deutschland drei bedeutende elektrische Zusammenschlüsse von Landesunternehmen, d. h. mit dauerhafter Kupplung ihrer Netze, für die gemeinsame Frequenzhaltung und den Leistungsaustausch inkl. entsprechend ausgerüsteter Lastverteiler und Ausrüstung der Kraftwerke mit automatischen Frequenz- und Leistungsreglern. Der sog. „Block Ost“ umfasste in Mittel- und Ostdeutschland die Anlagen der Ewag, der Bewag und der MEW sowie mehrere EVU in Schlesien.²¹ [11]
- 1934- ... wurde das 110-kV-Netz im Großraum Halle – Leipzig beträchtlich erweitert, insbes. [1]
1937 für die dort angesiedelte rüstungswichtige chemische Industrie, nach [12] u. a. Bitterfeld [12] – Susigke – Bennecke – Nachterstedt als sog. Nordstrecke in 1934 und Bunawerke Schkopau – Leunawerke Merseburg als sog. Südstrecke in 1935.²²
- 1935 Bau und Inbetriebnahme der 220-kV-Doppelleitungen vom KW Harbke (Sachsen-Anhalt, südöstlich Helmstedt) nach Lehrte²³ (bei Hannover) und von Lehrte zum westfälischen Ibbenbüren zur Kopplung der Stromnetze der Ewag, PreußenElektra und RWE. [11] [12]
- Einsatz baugleicher Maste (sog. Donaumaste) wie auf der späteren, nachfolgend vorgestellten, östlichen sog. „220-kV-Reichssammelschiene“.

Der Name bzw. die Bauweise „Donaumast“ geht nach [12] auf die im Okt. 1927 in Betrieb genommene 110-kV-Leitung Regensburg – Passau zurück, die längs des Donaunales verlief und bei der diese Mastbauweise zum Einsatz kam. Allerdings wurden bereits früher vergleichbare Maste, z. B. auf Abschnitten der 1917/18 errichteten 110-kV-Leitung KW Zschornowitz – (Berlin-)Rummelsburg, eingesetzt.

Anmerkung: Der Donaumast ist der am häufigsten im deutschen Übertragungsnetz eingesetzte Masttyp. Als Doppelleitung besitzt er eine Erdseilspitze und zwei Traversen. Die obere schmalere Traverse trägt jeweils links und rechts eine Phase (Leiterbeseilung), die untere breitere Traverse links und rechts je zwei Phasen, die somit auf jeder Seite ein Dreieck und einen Stromkreis bilden. Der Donaumast bietet einen guten Kompromiss zwischen der Masthöhe (niedriger im Vgl. zum Tonnenmast) und der Trassenbreite (geringer im Vgl. zum Einebenen- bzw. Horizontalmast).

²⁰ Inbetriebnahme PSW Bleiloch (Thüringenwerk) Anfang 1933 mit 40 MW. Die Bleilochstalsperre war zur damaligen Zeit die größte deutsche Talsperre mit rd. 215 Mio. m³. Die Bleilochanlage wurde für eine höhere Wirtschaftlichkeit um das Laufwasserkraftwerk Burgkhammer an der Staumauer des unteren Beckens ergänzt.

²¹ Die weiteren Blöcke waren der „Block West“ (RWE, Badenwerk und württembergische Landesunternehmen) und der „Block Mitte“ (in wechselnder Zusammensetzung mit Bayernwerk, PreußenElektra und später AG Sächsische Werke (ASW)).

²² In [8] wird auf S. 270 eine „spezielle Hochspannungsleitung allein zur Versorgung von IG-Farben-Werken mit 220 kV“ erwähnt, die als „IG-Farben-Sammelschiene“ bekannt gewesen sein soll. *Anm. des Verfassers: Hier irrt sich der Autor in der Spannungsebene. Genannt werden die Abschnitte Bitterfeld – Wolfen – Aken mit Verlängerung nach Westen (Staufurt und Nachterstedt) und nach Süden (Leuna- und Bunawerk), später bis Theißen und Deuben. Hierbei handelt es sich nach [3; Netzkarte der Ewag von 1940] ausschließlich um 110-kV-Leitungen der Ewag. Vom Verfasser dieser Zusammenstellung konnten keine weiteren Belege für die Bezeichnung „IG-Farben-Sammelschiene“ gefunden werden; in der DDR-Zeit waren diese Netzteile als „(110-kV-) Chemienetz(e)“ bekannt.*

²³ Druckfehler in [11] auf S. 295 (Zeittafel): Dort benannt als „220-kV-Leitung Harbke – Leipzig“. Auf S. 197 und 209 wird dagegen die Leitung korrekt mit Harbke – Lehrte benannt.

- 1937 Baubeginn der ersten 220-kV-Leitung²⁴ in Ostdeutschland von Harbke (später: Helmstedt) über Magdeburg und Marke (bei Dessau) nach Dieskau (bei Halle/S.) als Teil der sog. östlichen „220-kV-Reichssammelschiene“ von Niedersachsen über Sachsen-Anhalt, Thüringen und Bayern bis nach Österreich zur Verbindung der mitteldeutschen Braunkohlereviere und -kraftwerke (Raum Braunschweig/Helmstedt/Harbke und Bitterfeld/Halle/Leipzig) mit der alpinen Wasserkraft (Bild 10). [1]
[3]
[11]

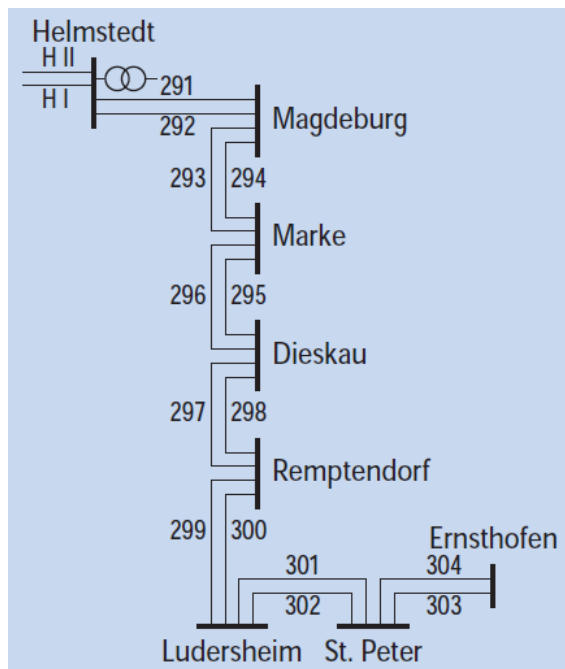


Bild 10: 220-kV-Reichssammelschiene 1941 (mit Leitungsnummern)
ew Jg. 104 (2005), H. 21-22, S. 80-83, Walter Schossig

Die Planungen zu dieser Leitung gingen auf Oskar von Miller zurück, der 1930 im Auftrag der Reichsregierung ein Gutachten über ein reichsweites Verbundnetz entwarf. Dieses sollte mit 220 kV den Energieaustausch zwischen den einzelnen regionalen Stromversorgern ermöglichen. Es war als Ring konzipiert, mit der seit 1930 in Betrieb befindlichen Verbindung Brauweiler – Bludenz (Vorarlberg, Nord-Süd-Leitung der RWE)²⁵ als westliche Teilstrecke. Von Brauweiler war eine Leitung durch das Ruhrgebiet nach Lehrte bei Hannover geplant, von dort eine weitere durch das Mitteldeutsche Braunkohlerevier nach Bayern und weiter bis in die österreichischen Alpen. Später entwarf Miller im Rahmen dieses Auftrages sogar ein gesamteuropäisches Verbundnetz. Die Planung der östlichen Reichssammelschiene wurde unter dem NS-Regime allerdings auch nach militärischen Gesichtspunkten ausgearbeitet, so sollten bevorzugt als kriegswichtig erachtete Industrieanlagen in Mitteldeutschland (Raum Dessau, Bitterfeld-Wolfen, Halle und Leipzig) und Österreich (nach dem Anschluss im März 1938) mit Strom versorgt werden.

²⁴ 1922-23 Bau und Inbetriebnahme der ersten deutschen 220-kV-Leitung zwischen (Wuppertal-) Ronsdorf und (Iserlohn-) Letmathe (rd. 33 km) durch RWE [11].

²⁵ 1924 bis 1929 erfolgte der Bau der o. g. westlichen 220-kV-Nord-Süd-Leitung durch RWE, die am 17.04.1930 auf der kompletten Länge von rd. 600 km zwischen Brauweiler und Vorarlberg in Betrieb genommen wurde [11]. Sie wurde bereits vorausschauend für einen Übergang auf 380 kV dimensioniert.

Treiber der östlichen 220-kV-Verbundleitung in die Alpen war die Ewag, die dabei mit der PreußenElektra und dem Bayernwerk zusammenarbeitete. Ihr Hauptkonkurrent in der Weimarer Republik war das RWE, das beim Bau der westlichen 220-kV-Verbundleitung in die Alpen mit der VEW (Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG) und dem Badenwerk kooperierte.

Der Bau der 220-kV-Leitung inkl. zugehöriger 220-kV-Anlagen erfolgte in Nord-Süd-Richtung; ab 1938 mit Inbetriebnahmen auf dem Abschnitt Harbke – Magdeburg – Marke (Bild 11) – Dieskau. 1940 folgte die Verlängerung von Dieskau über Remptendorf (Thüringen) nach Ludersheim (Bayern) sowie im Jan. 1941 die Inbetriebnahme bis St. Peter (Österreich) und im Nov. 1941 bis nach Ernthofen (Österreich).

Die gesamte Trassenlänge betrug nach [3] rd. 745 km von Harbke bis Ernthofen. Der ostdeutsche Abschnitt von Harbke bis Remptendorf umfasste davon rd. 285 km.

Es kamen sog. „Donaumaste“ zum Einsatz.²⁶ Als Leiterseile wurden lediglich ein Einfachleiter 1 x 340/110 mm² AlSt pro Phase verwendet.²⁷

Später setzten sich, u. a. zur Reduzierung der elektrischen Randfeldstärke und Geräuschentwicklung, beim Bau von Höchstspannungs-(HöS-)Freileitungen 2er-, 3er- und 4er-Bündelleiter statt eines Einfachleiters durch (in Ostdeutschland überwiegend 2 x 185/32 mm² AlSt pro Phase bei 220-kV-Freileitungen).

Die Donaumaste der Reichssammelschiene verfügten zudem durchgängig über eine Erdseiltraverse für die Aufnahme von zwei Erdseilen.

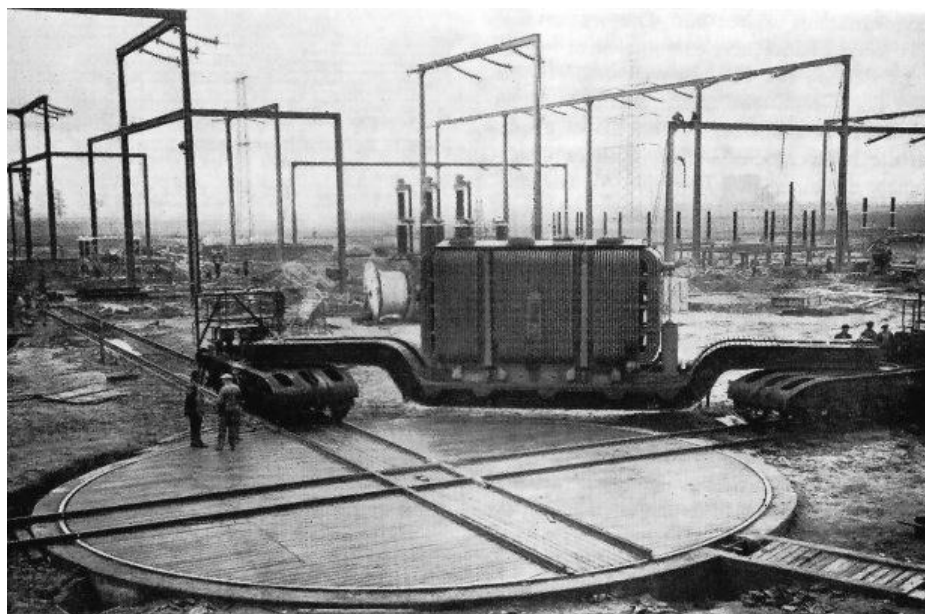


Bild 11: Erstausbau des 220/110-kV-UW Marke – Regeltransformator auf einem Tiefladerwagen an der Drehscheibe
[1], 1976, S. 20

²⁶ Direkt vor dem UW Magdeburg wurden, als Ausnahme von der Regel, Tonnen- statt Donaumaste eingesetzt.

²⁷ Offensichtlich war die Beseilung der 220-kV-Reichssammelschiene die „Blaupause“ für die 1954 als erste 220-kV-Leitung nach dem Krieg in Ostdeutschland neu errichtete Leitung vom KW Espenhain (Eula) nach Zwönitz. Alle anderen 220-kV- und 380-kV-Nachfolger verfügten dann über die für HöS-Freileitungen typischen Bündelleiter (2er-, 3er- bzw. 4er-Bündel).

- 1939 In ihrer Denkschrift vom 25.10.1939 „Studie über die Eingliederung Oberschlesiens in die Verbundwirtschaft und den dadurch bedingten Ausbau des großdeutschen Höchstspannungsnetzes“ hatte die Ewag vorgeschlagen, „dem großdeutschen Raum ein Netz von 220 kV zu überlagern – Länge der Maschenseiten 150 bis 200 km“ inkl. 220/100-kV-Umspannwerke mit „eisenbahntransportfähigen 100-MW-Umspannern“ zur Landesversorgung. [13]
- Bereits beim Bau ihrer v. g. 220-kV-Leitung hatte die Ewag „die Frage der Erhöhung der Betriebsspannung von 220 kV auf 380 kV und 400 kV studiert“. Sie kam zum Ergebnis, dass dies „keine anzustrebende Lösung des Fernübertragungsproblems – das ist die Übertragung großer Leistungen, z. B. 500.000 kW zwischen zwei sehr weit, z. B. mehr als 500 km, voneinander entfernten Energieerzeugungs- und Energieverbrauchscentren“ sein könne. Die Lösung dieses Problems sah die Ewag in der „Gleichstromhöchstspannungsübertragung inkl. Kabelverlegung statt Freileitungen“.²⁸
- Bereits 1942 wurde in [13] formuliert, dass für die „Energieverteilung mit Spannungen von wenigen tausend bis 220.000 V ... der Drehstrom, ..., das Feld behaupten (wird), mit der Einschränkung, dass auch in Zukunft der Bau von Freileitungen mit Spannungen von 100 kV und mehr gestattet wird.“
- Ein insofern mehr als altbekanntes Problem für Netzbetreiber!*
- 1940- (Thüringenwerk) Umstellung der o. g. Leitung Jena – Breitionen von 50 kV auf 110 kV. [1]
- 1942 Anfang der 1940er Jahre erfolgte die Festlegung der Betriebsspannung in den 100-kV-Anlagen des Thüringenwerkes auf 110 kV. [10]
- Inbetriebnahme der 110-kV-Doppelleitungen von Remptendorf zur Bleilochtalsperre (UW Bleiloch) in 1941 und von Remptendorf über Hohenwarte²⁹ nach Jena (zunächst nur ein Stromkreis) in 1942.
- 1945 Der 110-kV-Netzausbau in Ostdeutschland erfolgte bis 1945 vor allem in den industriellen Ballungszentren, zu einem großen Teil bedingt durch die Versorgung kriegswichtiger Industriebetriebe, in und um Berlin (Brandenburg) sowie in Sachsen-Anhalt und Sachsen (dort in den Städten bzw. Regionen Magdeburg, Dessau, Wittenberg, Bitterfeld-Wolfen, Halle, Leipzig, Chemnitz, Zwickau und Dresden). Hier waren die bereits genannten großen (Flächen-)Versorger Ewag, MEW, ESAG und ASW die Treiber der 110-kV-Netzentwicklung. [1] [3]
- Dagegen dominierte in Thüringen (Thüringenwerk), bis auf die wenigen o. g. 110-kV-Stichleitungen, bis in die 1960er Jahre das 50-kV-Netz.
- In Mecklenburg-Vorpommern wurden insbes. durch die MEW bis 1945 bereits einige 110-kV-Leitungen errichtet, allerdings nur mit 40 bzw. 50 kV betrieben. Die Umstellung auf den 110-kV-Betrieb bzw. die 110-kV-Netzentwicklung setzte dort infolge der später beginnenden industriellen Entwicklung erst in den 1950er Jahren ein.

²⁸ Im Gegensatz dazu sah das RWE unter dem langjährigen technischen Vorstand Arthur Koepchen bereits ab Mitte der 1920er Jahren die Zukunft in der Übertragungsspannung 400 bzw. 380 kV – siehe Fußnote 24.

²⁹ Inbetriebnahme des ersten Maschinensatzes (32 MVA) des PSW Hohenwarte Anfang 1942 (Thüringenwerk wie beim PSW Bleiloch als KW-Betreiber zuständig). Das PSW Hohenwarte konnte wegen des fehlenden Ausgleichsbeckens bei Eichicht, das erst 1942-45 errichtet wurde, zunächst nur als Laufwasser-KW genutzt werden. Am Fuße der Staumauer des unteren Beckens entstand im gleichen Zeitraum das Laufwasser-KW Eichicht. Der Bau des 110-kV-UW Hohenwarte begann kriegsbedingt (Fachkräftemangel) erst 1944. Im kurz vor der Fertigstellung stehenden PSW Hohenwarte wurden nach dem Kriegsende die beiden Turbinen und das gesamte 110-kV-Umspannwerk demontiert. Erst 1959 wurde das PSW endgültig fertiggestellt.

- 1945 Bis April Fertigstellung wesentlicher Teile (Stromrichterwerk Elbe und Gleichstromkabel) zur Inbetriebnahme der 400-kV-Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage (HGÜ) der Ewag vom KW Elbe (Vockerode) über 115 km nach Berlin-Marienfelde zur Bewag (Bild 12). [1]
[11]
[13]
[14]
[15]

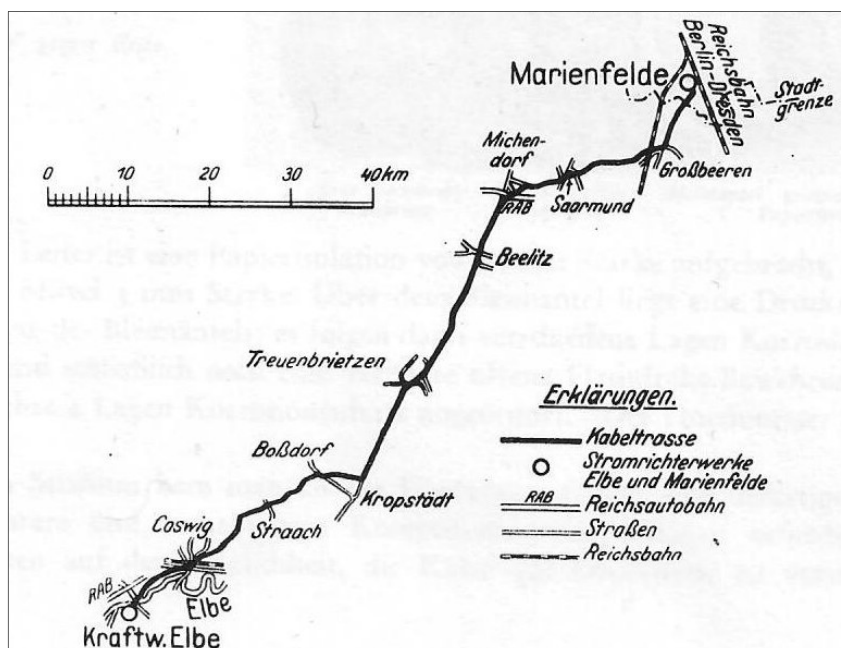


Bild 12: HGÜ-Kabelstrecke KW Elbe – Marienfelde (1942)

[13], 1942, S. 14

Die Projektidee und -planung stammte von der AEG, die Ewag erhielt 1941 den Bauauftrag (Bauherr Dr.-Ing. A. Menge, Ewag), der erste Spatenstich erfolgte am 24.08.1941.³⁰

Daten DC: Doppelkabelanlage ± 200 kV (Auslegung für ± 220 kV gegen Erde bzw. 440 kV); zwei Massekabel für je 120 MW (150 mm² Al, 12 mm Papierisolierung, Außendurchmesser 52 mm); Übertragungsleistung 50 MW im Erstausbau (geplant 100 MW)³¹; zunächst pro HGÜ-Station je ein Stromrichterblock 25 MW / 100 kV (mit 100 kV Zwischenpotential gegen Erde) von AEG und SSW (Siemens-Schuckertwerke) auf der Plus- und Minus-Seite (= 25 MW / 200 kV gegen Erde bzw. 50 MW / 400 kV zwischen den Außenleitern); Einsatz von Quecksilberdampf-Gleichrichtern mit einer 24phasigen Brückenschaltung (15° Phasendrehung über Transformatorengruppen mit zwischengeschaltetem sog. Schwenkumspanner; $24 \times 15^\circ = 360^\circ$) (Bild 13).

Die starre Nullpunktterdung auf der DC-Seite hätte einen Dreileiterbetrieb ermöglicht, so dass jede Stromrichtergruppe (AEG mit AEG und SSW mit SSW) mit dem zugehörigen HGÜ-Kabel auch unabhängig von der anderen hätte betrieben werden können (Erhö-

³⁰ Am 50. Jahrestag der Inbetriebnahme der ersten Übertragungsanlage mit „hochgespanntem Drehstrom“ in Deutschland von Lauffen a. N. nach Frankfurt a. M. (15 kV, 40 Hz, 176 km).

³¹ In [13] von 1942 werden als Planungsdaten ebenfalls 60 MW für den Erstausbau angegeben, dann aber auf die Bereitstellung der 25-MW-Stromrichterblöcke durch AEG und SSW verwiesen. In der jüngeren Publikation von [14] von 1949 werden ebenfalls 60 bzw. 120 MW als Leistung genannt, in deren Bild 146 aber auch eine Stromrichtergruppe von SSW für 25 MW bei 110 kV gezeigt. In [14] wird bzgl. „Anlage Elbe - Berlin“ u. a. auf die Veröffentlichung von A. Menge in der ETZ 69 (1948), H. 2 verwiesen.

hung der Verfügbarkeit mit Rückleitung über Erde bei dann halber Leistung von 25 MW bei 200 kV).

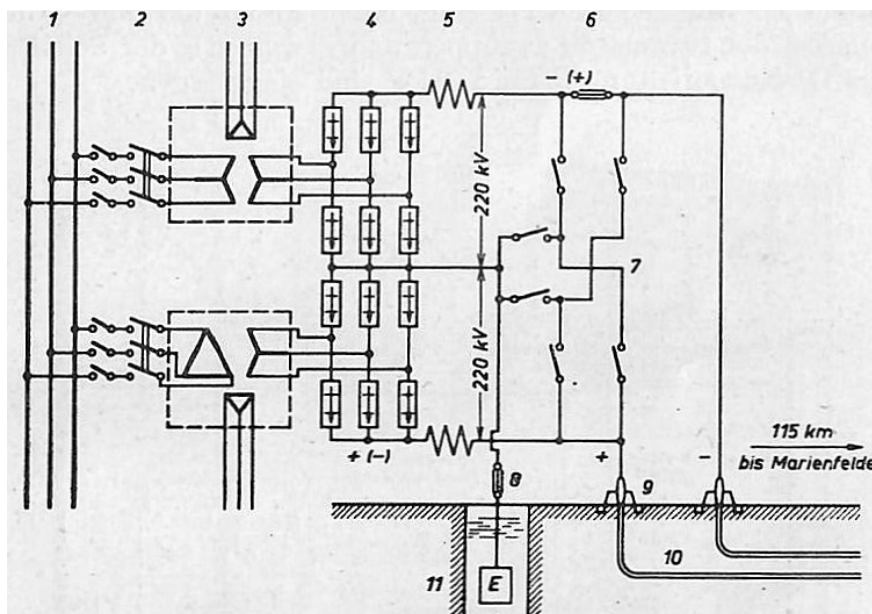


Bild 13: Schaltungstechnische Anordnung des Stromrichterwerkes Elbe (AEG)

[14], 1949, S. 259

(1) 110-kV-AC-Schienen, (2) 110-kV-AC-Trenner und -Leistungsschalter, (3) Transformatoren, (4) Stromrichtergefäße (je Phase drei in Reihe), (5) Glättungsdröseln, (6) Kabeltrenner, (7) Trenner für die Umschaltung der Polarität (Energierichtungswechsel), (8) Erdungstrenner, (9) Kabelendverschlüsse, (10) 200(220)-kV-DC-Kabel und (11) geerdeter Nullpunkt (Erdungsbrunnen) – analoger Aufbau in Berlin

Daten AC: 110-kV-AC-Anschluss auf der Seite des KW Elbe und zunächst 30-kV-AC-Anschluss auf der Bewag-Seite in Marienfelde mit einer geplanten 6 km langen 30-kV-AC-Kabelverbindung nach Steglitz. Im Erstausbau bis 60 MW sollte auf eine 110-kV-Anlage und eine Phasenschieberanlage³² in Marienfelde verzichtet werden.

Interessant an dieser Stelle ist, dass damals bereits Überlegungen zur Entwicklung von sog. Gleichstrom-Hochspannungsschaltern angestellt wurden. Da diese sich nach Menge [13] „noch in den allerersten Anfängen“ befanden, mussten beim HGÜ-Projekt Elbe – Marienfelde alle Schaltheandlungen auf die AC-Seite verlegt werden.

Die Inbetriebnahme der HGÜ-Anlage Elbe – Marienfelde ist kriegsbedingt nicht mehr erfolgt.

1945/46 wurde die Anlage als Reparationsleistung demontiert, in der damaligen UdSSR wieder aufgebaut und 1950/51 als HGÜ-Versuchsstrecke in Betrieb genommen (HGÜ Kashira – Moskau: rd. 100 km, 200 kV³³, 30 MW).

Ein Stück des einpoligen 200-kV-DC-Kabels der HGÜ-Anlage KW Elbe – Berlin-Marienfelde ist im Deutschen Museum in München ausgestellt.³⁴

³² Zur Bereitstellung von Blindleistung für Verbraucher der Bewag und für die sichere Kommutierung der Wechselrichter. In der HGÜ-Station KW Elbe waren die leistungsstarken KW-Blöcke für die Bereitstellung der notwendigen Kommutierungs-Blindleistung vorgesehen.

³³ Nach [15] bis in die 1980er Jahre Betrieb mit ± 100 kV über zwei Stromkreise einer 110-kV-Drehstrom-Freileitung bzw. über das aus Deutschland stammende Gleichstrom-Einleiter-Kabel.

- 1945 (28.04.) Im „Netzdienst Ost“ in (Berlin-)Friedrichsfelde, am Standort der seit 1921 bestehenden 110-kV-Ewag-Hauptschaltstation, übernahm nach dem Ende der Kampfhandlungen am östlichen Berliner Stadtrand – damit zehn Tage vor der Kapitulation am 8. Mai – ein sowjetischer Major die Leitung und ließ, da die Stromversorgung kriegsbedingt weitgehend zusammengebrochen war, Vorbereitungen für Reparaturen an Hochspannungsleitungen treffen. [1]
[16]
- Das vollständige Netz der Bewag in Berlin war am 20. April den letzten Tag in Betrieb; am 27. April brachen die letzten Netzteile zusammen – Berlin war für 24 Stunden völlig stromlos. Der Wiederaufbau der Stromversorgung begann am 28.04.1945 [Selbiger u.a.: 75 Jahre Berliner Stromversorgung, (Ost-)Berliner Kraft- und Licht (BEWAG)-Aktiengesellschaft, (Ost-)Berlin 1959].*
- Nach [16] wurde die Stromversorgung am 29.04. in Berlin-Karlshorst³⁵ und am 30.05. 1945 „... in elf der einundzwanzig Berliner Bezirke (einschließlich Friedenau) wieder aufgenommen“.*
- 1945 Ab 04.06. Lieferung von 15 MW nach Berlin und ab 18.06. Versorgung der Stadt Brandenburg – beides aus dem KW Zschornewitz. Im Juli/August 1945 konnte rd. ein Drittel der installierten und verfügbaren KW-Leistung in Ostdeutschland im Verbundbetrieb gefahren werden. Die schwierige Lage der kriegsbedingt stark in Mitleidenschaft gezogenen Elektroenergieerzeugung und -verteilung lässt sich daraus ablesen, dass bspw. 1946 in einer Oktoberwoche in nur 115 Stunden eine Frequenz größer 47,5 Hz erreicht wurde ([17], Heft 6, 1966, Krause). [17]
- 1945 Für die Stromversorgung von Dresden war die Wiederherstellung der 110-kV-ASW-Leitung Hirschfelde – Dresden/Süd – Niederwartha vordringlich, da das KW Hirschfelde als einziges Groß-KW im östlichen Sachsen betriebsfähig war.³⁶ Bereits am 29.05. konnte dem sowjetischen Stadtkommandanten die Fertigstellung gemeldet werden. Am 13.06. folgte die 110-kV-ASW-Leitung Dresden/Süd – Chemnitz/Süd, die aber erst nach weiteren Reparaturen am 11.07. endgültig in Betrieb genommen werden konnte. [1]
- Die Leitung Lauchhammer – Gröditz (Teil der ersten europäischen 110-kV-Leitung von 1912) wurde am 16.06. wieder in Betrieb genommen, am 17.06. die 110-kV-Leitung KW Großkayna (ESAG) – Bleicherode (Thüringenwerk).
- 1945 (30.10.) Durch den Befehl Nr. 124 der Sowjetischen Militäradministration in Deutschland (SMAD) wurden u. a. alle Stromversorger in der Sowjetischen Besatzungszone (SBZ) unter Sequester (Zwangsverwaltung) gestellt.

³⁴ Auskunft des Deutschen Museum in München an den Verfasser vom 28.01.2019, Kurator Dr. Frank Dittmann: Inv.-Nr. 71878 des 200-kV-DC-Kabels.

³⁵ Mutmaßlich, da sich während der Schlacht um Berlin in Berlin-Karlshorst, im Offizierskasino der damaligen Festungspionierschule, das Hauptquartier der 5. Stoßarmee der Roten Armee befand. Dort wurde in der Nacht vom 8. auf den 9. Mai 1945 die bedingungslose Kapitulation der Wehrmacht unterzeichnet. Heute befindet sich dort das Deutsch-Russische Museum. Die Gebäude der ehem. Festungspionierschule, die den Kern eines großen Sperrgebietes bildeten, dienten dann u. a. bis 1949 als Hauptquartier der Sowjetischen Militäradministration in Deutschland (SMAD). Bis zum vollständigen Abzug der sowjetischen Truppen im Jahr 1994 befand sich dort auch die weltweit größte Zentrale des KGB außerhalb der Sowjetunion.

³⁶ Das KW Hirschfelde war fast 82 Jahre (April 1911 – Nov. 1992) ununterbrochen in Betrieb – auch in den Kriegs- und Nachkriegsjahren!

- 1945 - Demontagen von 220- und 110-kV-Anlagen sowie -Freileitungen als Reparationsleistungen in der Sowjetischen Besatzungszone, u. a.: 220-kV-Anlagen der o. g. „Reichssammelschiene“ im UW Marke (komplett) und UW Remptendorf (teilweise) plus ein Stromkreis der 220-kV-Leitung Magdeburg – Marke – Dieskau sowie komplett die 110-kV-Doppelleitungen KW Trattendorf – (Berlin-)Friedrichsfelde, KW Trattendorf – Berlin-Spandau, KW Lauta – Mahlow, KW Zschornowitz – Marke und beide Doppelleitungen KW Elbe – Marke. [1] [8]
- Prof. Gericke beschreibt in [8] u. a. ausführlich den Zeitraum 1945 – 47 für die Elektrizitätsversorgung in Sachsen-Anhalt, in dem es zu mehreren Demontagewellen durch die sowjetische Besatzungsmacht kam. Er schreibt, „Dabei wurden die Stromerzeugungs- und die Stromverteilungsanlagen der SBZ in diesem Zusammenhang recht hart betroffen, jedenfalls stärker als es die Bombardierungen einiger Werke während des Krieges bewirkt hatten.“. Gericke weist aber auch darauf hin, dass die ersten Demontagen im April/Mai 1945 in größeren Teilen der Provinz Sachsen durch die Amerikaner erfolgten. Nach der Kapitulation begann die erste Demontagewelle der sowjetischen Besatzung u. a. im KW Zschornowitz (Teildemontage) und im Sommer das komplette KW Elbe (Vockeroede, 210 MW, errichtet 1937-40).*
- Die zweite Demontagewelle (Hauptphase) begann im März 1946; sie umfasste neben weiteren Stromerzeugungs- u. -verteilungsanlagen eine noch größere Anzahl von Industriezweigen. Insgesamt behinderten die umfassenden und z. T. rigorosen Demontagen den Wiederaufbau der ostdeutschen Wirtschaft, selbst die von den Besatzungsorganen verordneten Produktionsziele ließen sich kaum noch erfüllen. Der schwerwiegende Kapazitätsverlust der Stromerzeugung führte zu jahrelangen Einschränkungen in der Stromversorgung der Industrie und Haushalte; er konnte für mehr als ein Jahrzehnt nicht ausgeglichen werden.³⁷*
- 1948 (17.04.) Mit dem Befehl Nr. 64 der SMAD wurde der o. g. Befehl Nr. 124 außer Kraft gesetzt und damit weitere Sequestrierungen in der SBZ verboten. Zugleich wurden mit diesem Befehl umfangreiche Enteignungen eingeleitet, die nach diesem Zeitpunkt auch die Stromversorger der SBZ betraf. Für (Ost-) Berlin traf dies nach [16] erst ab dem 7. Febr. 1949 zu.
- 1948 (23.06.) Kurz vor Mitternacht erfolgte die Einstellung der Fernstromversorgung der drei Westsektoren Berlins aus dem KW Zschornowitz (Sachsen-Anhalt) auf Anweisung der SMAD. Als Grund musste eine angebliche technische Störung im KW herhalten. [16] [18] [19]
- Am 24.06. folgten die Verbote von Stromlieferungen in die Westsektoren aus den beiden Kraftwerken Klingenberg und Rummelsburg im Ostsektor sowie von Kohlelieferungen an die Kraftwerke in den Westsektoren mit der Folge dort eintretender großflächiger Stromausfälle³⁸.

³⁷ Nach Ansicht des Verfassers dieser Zusammenstellung waren die umfangreichen Demontagen, neben den planwirtschaftlichen Fehlentwicklungen in der DDR, eine der Ursachen des latenten Energiemangels, der die Entwicklung der DDR-Wirtschaft, insbesondere von 1945 bis zum Ende der 1950er Jahre, negativ beeinflusste. An dieser Stelle muss jedoch ausdrücklich betont werden, dass die Demontagen rechtlich und moralisch weder in [8] noch beim Verfasser dieser Zusammenstellung in Zweifel stehen! Zu den Reparationen nach dem 2. Weltkrieg gibt es zahlreiche, fundierte Veröffentlichungen, die einen guten Überblick zu diesem besonderen Kapitel deutscher Geschichte mit seiner stark unterschiedlichen Ausprägung in Ost- und West-Deutschland geben.

³⁸ Diese Stromausfälle waren auch eine Folge der ab Ende Mai 1945 durch die sowjetischen Militärs begonnenen, unsachgemäßen Demontage aller wichtigen Kraftwerksteile des KW West (das größte in den Westsektoren). Als am 7. Juli die westlichen Alliierten die Kontrolle in ihren Sektoren übernahmen, wurde die KW-Demontage eingestellt, der Betrieb konnte aber nicht wieder aufgenommen werden. Nach [16] wurden in den Westsektoren mit dem Beginn der Blockade Stromab-

Damit begann die Blockade der Westsektoren („Berlin-Blockade“ vom 24.06.1948 bis zum 12.05.1949) inkl. Sperrung des gesamten Straßen-, Schienen- und Wasserstraßenverkehrs.

Auch nach dem Ende der Berlin-Blockade Mitte Mai 1949 waren bis zum Zeitpunkt der endgültigen Trennung der Stromnetze von Berlin Anfang März 1952 Unterbrechungen der Fernstromlieferungen offensichtlich ein „beliebtes“ politisches Druckmittel der sowjetischen Besatzungsmacht gegenüber den Westmächten und Westberlin. In [16] werden u. a. zwei längere Zeiträume von Unterbrechungen genannt (01.07. – 07.08. und 20.09. – 16.11.1950).

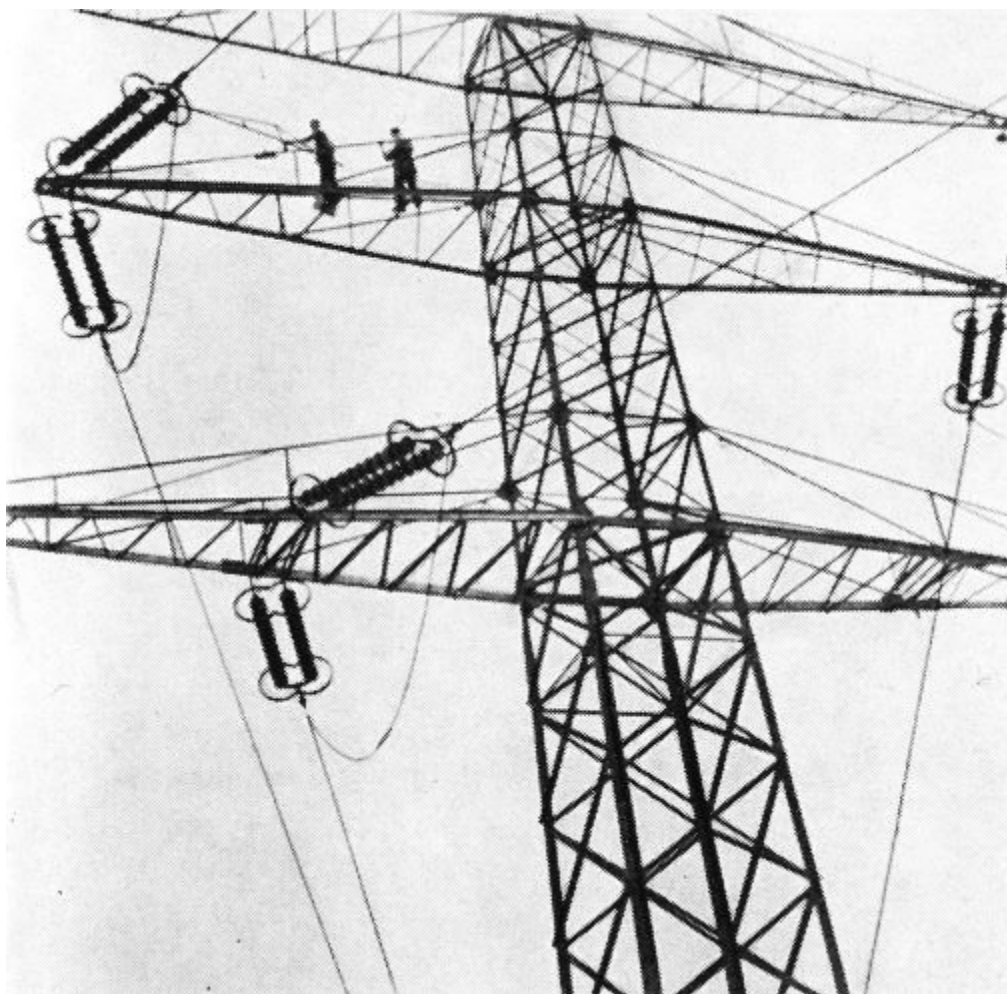


Bild 14: Abtasten einer 220-kV-Isolatorenkette am Abspannmast zur Feststellung durchgeschlagener Isolatoren (1948)

[1], 1976, S. 55

schaltungen zwischen 6 und 24 Uhr befohlen. Für Industriezwecke wurden Stromzuteilungen auf 25 % und für Verkehrsmittel auf 50 % des gültigen Kontingents herabgesetzt. Die Haushalte mussten den Kochstromverbrauch auf 75 % und den für Beleuchtung usw. auf 50 % senken.

2.3 Jahre 1950 – 1960

Die 1950er Jahre waren sowohl von der sich weiter vertiefenden und letztlich mit der in 1949 erfolgten Gründung der BRD (23.05.) und DDR (07.10.) vollzogenen politischen Spaltung Deutschlands geprägt, als auch von der „elektrischen Spaltung“. Diese ging in Ostdeutschland mit dem notwendigen Ausbau der Stromerzeugung und -übertragung für die Versorgung der zunächst verstärkt zu entwickelnden Grundstoff- und Schwerindustrie einher.

Anfang der 1950er Jahre konnte in Ostdeutschland von einem Verbundnetzbetrieb auf der Höchstspannungsebene keine Rede sein, da nur die 245 km lange 220-kV-Leitung von Magdeburg über Dieskau nach Remptendorf als Teil der ehem. Reichssammelschiene mit einem Stromkreis und drei 220/110-kV-Transformatoren je 100 MVA zur Verfügung stand. Mitte der 1950er Jahre begann dann, parallel zum Bau neuer Kraftwerke, der 220-kV-Netzausbau. Bis dieser einen gewissen Stand erreichte, musste beim Ausfall einzelner Leitungen in Kauf genommen werden, dass größere Regionen spannungslos wurden. So führte der Ausfall der o. g. Leitung im Abschnitt Dieskau – Remptendorf (später Erfurt) mehrfach zum Totalausfall der Stromversorgung in Thüringen ([17], Heft 25, 1974, H. Sandlass).

In der ersten Hälfte der 1950er Jahre vollzog sich die Trennung der Stromnetze zwischen Ost- und West-Berlin sowie zwischen der DDR und BRD.

In den 1950er Jahren fiel die Grundsatzentscheidung, die ostdeutschen 220-kV- und künftigen 380-kV-Freileitungen als Doppelleitungen auszuführen – anders als die in den osteuropäischen „Bruderländern“ oder auch in Frankreich üblichen einsystemigen Freileitungen.

Am Ende der 1950er Jahre erfolgte der Baubeginn der ersten ostdeutschen 380-kV-Leitung von Ragow nach Wustermark und des ersten „Zentralen Umspannwerks (ZUW)“ mit 380/220/110 kV inkl. zugehöriger 380/220-kV-Kuppel- und 220/110-kV-Netz-Transformatoren in Ragow.

- | | | |
|---------------|--|--------------|
| 1949/
1950 | In den Nachkriegsjahren stand, wie bereits zuvor beschrieben, die Beseitigung der Kriegsschäden in den Netzen und Kraftwerken Ostdeutschlands im Vordergrund. Im Zuge des sog. Zweijahrplans 1949/50 wurden diese Arbeiten weitgehend abgeschlossen und z. B. auf der 220-kV-Leitung Dieskau – Remptendorf die anfälligen Kappen- gegen Langstabisolatoren – eine damals für 220-kV-Freileitungen neue Technologie – ausgetauscht. Zudem fiel 1949 die Entscheidung zum Bau der 220-kV-Leitung vom KW Espenhain zum Bergbaugebiet in Sachsen ³⁹ , zugleich sollte diese Leitung „ein Baustein für das künftige 220-kV-Verbundnetz der DDR und ein Teilstück eines internationalen Verbundnetzes der sozialistischen Staaten sein.“. | [1] |
| 1952 | In der Nacht vom 4. zum 5. März erfolgte die Trennung der Stromnetze DDR/Ostberlin – Westberlin. Ab diesem Zeitpunkt war Westberlin bis zum 07.12.1994 eine „Strominsel“. ⁴⁰ | [16]
[18] |
| | <i>Bereits am Vortag hatte nach [16] der Lastverteiler der BEWAG (Ost) der Direktion der BEWAG (West) auftragsgemäß mitgeteilt, wegen Störungen in der Stromversorgung der DDR den Verbundbetrieb zwischen Westberlin und dem "demokratischen Sektor" zu</i> | [20] |

³⁹ Zur Stromversorgung des Uranbergbaus der Wismut AG (1947-53) bzw. Sowjetisch-Deutschen AG (SDAG) Wismut (1954-91). Dafür musste auf Befehl der SMAD, da das vorhandene regionale 30/10-kV-Netz völlig unzureichend für die Leistungsanforderungen des Bergbaus war, unverzüglich in Eigenleistung des (sächsischen) „Landesnetzes“ zunächst eine 110-kV-Leitung vom KW Espenhain nach Zwönitz errichtet werden. Dies erfolgte nach [31] als rd. 70 km lange Einfachleitung auf Holzportalarmen innerhalb eines ¾ Jahres, sodass 1949 die Inbetriebnahme erfolgte.

⁴⁰ In nachfolgend genannter Quelle hat sich der Druckfehlerteufel eingeschlichen, dort wird der 5. Mai statt dem 5. März 1952 für dieses Ereignis genannt: „Geschichte der Berliner Energieversorgung“ (<https://blog.vattenfall.de/geschichte-der-berliner-energieversorgung-teil-4/>, Stand 7. April 2017). Der 05.03.1952 wird ebenfalls in [11], [16] und [18] sowie der 04.03.52, 18 Uhr, in [26] genannt.

trennen. Auf das Angebot der Westberliner BEWAG, an der Beilegung dieser Störungen mitzuhelfen, erklärte der Vertreter der BEWAG (Ost), dass unabhängig davon die Trennung durchgeführt werden müsse. Daraufhin wurden in Westberlin Hunderte von Ab- und Umschaltungen zur Trennung des stark verflochtenen Kabelnetzes durchgeführt, die aber zu keiner Unterbrechung der Stromversorgung führten.

- 1953 Aufnahme des „kleinen (Strom-) Grenzaustauschs“ der DDR mit der ČSSR und VR Polen über 110 kV (u. a. Hirschfelde – Bolesławiec (Bunzlau), VR Polen, mit 1 x 110 kV). [1]
- 1954 Bau der rd. 70 km langen 220-kV-Leitung KW Espenhain (Eula) – Zwönitz als erste 220-kV-Neubau-Leitung in Ostdeutschland nach dem Kriegsende.⁴¹ Sie wurde – trotz mangelnder Erfahrungen beim HöS-Leitungsbau – in elf Monaten mit Einebenen- bzw. Horizontalmasten errichtet. Die Stahlgittermaste und Leiterseile mussten aus der BRD importiert werden. [1] [17]
- Zunächst wurde die als Doppelleitung konzipierte Freileitung mit nur einem Stromkreis und 110 kV in Betrieb genommen. Als Besonderheit wurde sie, wie die ehem. 220-kV-Reichssammelschiene, mit nur einem Einfachleiter pro Phase (1 x 340/110 mm² AlSt) und zwei Erdseilen ausgerüstet.
- 1955/56 wurde die Leitung von Eula nach Dieskau verlängert, mit dem zweiten Stromkreis von Eula nach Zwönitz komplettiert und 1957 auf gesamter Länge mit 2 x 220 kV in Betrieb genommen ([17], u. a. Heft 6, 1966, Krause). 1964 ging sie mit der Einbindung des UW Röhrsdorf in die 220-kV-Leitungen Eula – Röhrsdorf und Röhrsdorf – Zwönitz auf.
- 1954 Trennung der Stromnetze DDR – BRD, u. a. durch die Trennung der im Nordwesten befindlichen 110-kV-Leitung Hagenow – Boitzenburg – Bleckede (BRD) vor der Elbekreuzung, der im Westen befindlichen 110-kV-Leitung KW Harbke – Helmstedt (BRD) und 220-kV-Leitung Magdeburg – Helmstedt (BRD) sowie der im Südwesten befindlichen 220-kV-Leitung Remptendorf – Ludersheim (BRD) – beide v. g. 220-kV-Leitungen als Teil der o. g. ehemaligen „Reichssammelschiene“. [1] [11]
- 1951-1960 Auf- und Ausbau des 220-kV-Netzes in Ostdeutschland im Rahmen des sog. „1. und 2. Fünfjahrplans“ 1951-55 und insbesondere 1956-60 ([17], Heft 25, 1974, G. Grabe): [1] [17]
- 1956 Dieskau – Eula – Zwönitz (220-kV-Umstellung Eula – Zwönitz und Verlängerung bis Dieskau)
- 1957 Berlin/Ost (Neuenhagen) – Trattendorf (Graustein)
- 1958 Magdeburg – Perleberg (zunächst mit 110-kV-Betrieb)
- 1959 Berzdorf (Hagenwerder) – Trattendorf (Graustein), Niederwartha – Zwönitz, Berzdorf (Hagenwerder) – Niederwartha und Einschleifung Erfurt/Nord (in die ehem. „Reichssammelschiene“ Dieskau – Remptendorf)
- 1960 Berlin/Ost (Neuenhagen) – Pasewalk, Einschleifung Ragow (in Neuenhagen – Graustein), Zwönitz – Vyskow (ab 1963 Hradec, ČSSR) und Berzdorf (Hagenwerder) – Mikulowa (VR Polen)
- Einen Überblick über die Baujahre der HöS-Leitungen des ostdeutschen Verbundnetzes

⁴¹ In den Leitungsstatistiken der 50Hertz (und Vorgänger) wurde bzw. wird der Großteil der Leitung Eula – Röhrsdorf (heute Pkt. Frauendorf – Röhrsdorf) und der ehem. Leitung Röhrsdorf – Zwönitz (nach 2000 rückgebaut) mit dem Baujahr 1950 geführt. Das kann nur im Zusammenhang mit der in der Fußnote 39 erwähnten 110-kV-Einfach-Holzmastleitung KW Espenhain – Zwönitz stehen. Vermutlich wurde deren Trasse für den 220-kV-Doppelleitungsbau genutzt. Hier konnte der Verfasser weder in [1] noch in anderen Quellen eine schlüssige Erklärung finden.

vom Beginn im Jahr 1938 bis Anfang 2020 gibt [Anlage 5.1](#).

Die zugehörigen 220-kV-Schaltanlagen wurden als Freiluftanlagen (AIS) in Tandem- bzw. modifizierter Tandembauweise standardisiert nach TGL im Regelfall für eine Ausschaltleistung von 15 GVA (40 kA) errichtet. Sie wurden mit zwei bis drei Sammelschienen und kombinierten Quer- und Längskupplungen ausgebaut. Die Sammelschienen bestanden aus 2 x 240/40 bzw. 2 x 550/70 mm² AlSt-Seilen mit Auflage auf den Sammelschientrennschaltern. Die Schaltgeräte verfügten über Druckluftantriebe. Zuerst wurden 220/110-kV-Transformatoren als 100-MVA-Einheiten eingesetzt, deren Längsregler eine separate Einheit bildeten.

- 1955 ff. [17]
- Ausbau des Informationsnetzes als Verbundnetz-internes Betriebsfernsprechnetz zur Sicherung der operativen Betriebsführung der Umspannwerke/Schaltanlagen (inkl. der sog. Fernwirktechnik zum Messen, Steuern, Regeln und Signalisieren) sowie der Kommunikation zum Haupt- und zu den Bezirkslastverteiler(n), zu den Kraftwerken, den eigenen Netzbetrieben/Meisterbereichen und den sog. „staatlichen Organen“.
- Während in den Gründerjahren dazu die bereits vorhandene TFH-Zweiseitenbandtechnik (TFH: Trägerfrequenz über die Leiter der Hochspannungs-Freileitung) mit Handvermittlung zum Einsatz kam, wurde 1955 bis 1965 die TFH-Einseitenbandtechnik mit Wählanlagentechnik eingeführt und damit der Übergang zum ab Anfang 1966 durchwahlfähigen Betriebsfernsprechnetz eingeleitet.
- Die TFH-Technik erforderte sog. TFH-Sperren zur direkten Ein- und Auskopplung der Trägerfrequenzen in die HöS-Stromkreise. Die TFH-Sperren mussten dabei für die in der Nutzungsdauer der Anlagen prognostizierten Betriebs- und Kurzschlussströme ausgelegt werden (Kostentreiber).
- Ab 1956 wurde das betriebseigene Fernschreibnetz für die Dispatcherorganisation der Elektroenergieversorgung aufgebaut; das Verbundnetz mit der operativen Betriebsführung der Netzbetriebe später eingebunden. Ab 1957 wurde das sog. Energiefunknetz im 2- und später 4-m-Band und ab 1965 das sog. WT-Fernwirknetz (WT: Wechselstrom-Telegrafie) aufgebaut. Von 1963/64 bis 1967 folgte der Grundaufbau des betriebseigenen Fernsprech-Weitverkehrsnetzes über Postmietleitungen und eigene Fernmeldekabel, das auch an Dritte zur Nutzung vermietet wurde ([17], Heft 7, 1967 und 17, 1970, H. Kühn; Heft 8, 1967, G. Simon sowie Heft 25, 1974, A. Weiher).
- Anfang der 1970er Jahre, nachdem eine zweijährige Erprobung (1969 – 1970) mit dem Erdseil einer 220-kV-Leitung abgeschlossen wurde, begann die Ablösung der TFH durch die TFE-Technik (TFE: Trägerfrequenz über isolierte Erdseile). Im Jahr 1988 wurden mehr als 80 % aller 380-kV- und 220-kV-Freileitungen des ostdeutschen Verbundnetzes mit TFE-Übertragungen im Frequenzbereich von 36 – 84 kHz und 92 – 140 kHz betrieben ([17], Heft 45, 1988, H. Knaack und 48, 1990, J. Hauschild und K.-H. Warkenthin).
- Ab 1986 begannen Überlegungen zum Einsatz von Lichtwellenleitern (LWL) zur Signalübertragung inkl. Aufbau einer LWL-Versuchsstrecke (siehe 1986 – 1988).

- 1958/ 1959 Ab 1958/59 Umstellung des 220-kV-Netzes von der induktiven (bzw. Resonanz-) auf die starre bzw. teilstarre Sternpunktterdung (SPE)⁴² ([17], Hefte 23, 1973, G. Grabe und 24, 1974, W. Lange und M. Müller). [17]
- Zuvor wurden im Herbst 1958 umfangreiche Kurzschlussversuche mit Beeinflussungsmessungen bei Erdkurzschlüssen auf der Leitung Graustein – Berlin/Ost (das spätere Neuenhagen) durchgeführt. Vor Inbetriebnahme der ersten 380-kV-Leitung Ragow – Lauchstädt wurden die Erdkurzschlussversuche im 220-kV-Netz im Jan. 1962 wiederholt ([17], Heft 47, 1989, Prof. H. Pundt).
- Im 380-kV-Netz wurde von Beginn an die starre SPE eingeführt und zur Begrenzung der Erdkurzschlussströme infolge steigender KW-Leistung mit Inbetriebnahme des KW Boxberg ab 1971 auf die teilstarre SPE übergegangen ([17], siehe o. g. Hefte 23 und 24).
- 1958- Baubeginn des ersten „Zentralen Umspannwerks (ZUW)“ in Ragow im 2. Halbjahr 1958. [1]
1960 Mit der Erschließung des ZUW Lauchstädt, das Gegenstück zum ZUW Ragow, wurde [17]
1960 begonnen, parallel zum 380-kV-Leitungsbau Ragow – Lauchstädt. [21]
Die ZUW verfügten im Regelfall über 380-, 220- und 110-kV-Schaltanlagen sowie [22]
380/220-kV-Kuppel- und 220/110-kV-Netz-Transformatoren.
- Die 380-kV-Schaltanlagen wurden in modifizierter Tandembauweise mit versetzt angeordneten Sammelschientrennschaltern für eine Ausschaltleistung von zunächst 25 GVA (38 kA) und später 35 GVA (53 kA) errichtet. Sie wurden mit zwei Sammelschienen und einer leitungs- und transformatorseitigen Umgehungsschiene sowie einer Vollkuppelung ausgebaut. Die Sammelschienen bestanden aus 2 x 550/70 mm² AlSt-Seilen (2.000 A) mit Auflage auf den Sammelschientrennschaltern; die Nachrüstung eines dritten Seiles und damit die Erhöhung des zulässigen Sammelschienenstroms waren prinzipiell möglich. Die Schaltgeräte verfügten über Druckluftantriebe. Alle 380-kV-UW besaßen einen Gleisanschluss. Während bei den ersten 380/220-kV-UW noch ein sog. Montageturm zum Auf- bzw. Abrüsten der Transformatoren errichtet wurde, verzichtet man später darauf ([17], Heft 25, 1974, G. Grabe).
- Alle 220-kV- und 380-kV-Anlagen des ostdeutschen Verbundnetzes wurden ausschließlich als Freiluftanlagen (AIS) errichtet.
- Wegen der massiven Umweltverschmutzung in der DDR mussten Schaltanlagen und Leitungen, insbesondere in der Nähe der Braunkohle-KW, der Braunkohle verarbeitenden Industrie, der Chemie- und Kalisalz-Industrie, für die höchste Fremdschichtklasse bzgl. Isolationskoordination ausgelegt und zudem einem erhöhten Inspektions- und Wartungsaufwand unterzogen werden.*
- Durch die Anwendung diverser Maßnahmen, die sog. „Fremdschichtprophylaxe“, wurden der Erhalt und die Verbesserung der Isolationsfähigkeit der elektrotechnischen Anlagen und Geräte angestrebt, um die Anzahl der durch die isolationsmindernden Fremdschichtbeläge verursachten elektrischen Störungen zu reduzieren.*

⁴² Die teilstarre Sternpunktterdung (SPE) erfolgt zur Begrenzung des einpoligen Erdkurzschlussstroms, in dem nicht die Sternpunkte aller KW-Blocktransformatoren geerdet werden. Bereits 1954 wurde in der Bundesrepublik die Umstellung auf die starre SPE im 220-kV-Netz weitgehend abgeschlossen [11]. Prof. Pundt verweist in seinen Veröffentlichungen auf den Januar 1960 als Zeitpunkt der Umstellung auf die starre SPE im ostdeutschen Verbundnetz. In [11] wird irrtümlich die Inbetriebnahme der Leitung Ragow – Wustermark in 1961 als dieser Zeitpunkt benannt.

- 1959- Im Rahmen des sog. „Siebenjahresplans“ wurde 1959 u. a. zur Grundlastversorgung der [1]
1965 Bau großer Braunkohle-KW bei Lübbenau, Vetschau und im Kombinat „Schwarze Pumpe“ sowie zur Spitzenlastdeckung u. a. der Bau von Pumpspeicherwerken beschlossen. Zudem sollten das 220-kV-Netz erweitert und erstmalig in der DDR 380-kV-Freileitungen errichtet werden.
- 1959 Baubeginn der ersten ostdeutschen 380-kV-Leitung von Ragow nach Wustermark, die [1]
ursprünglich zur (devisenträchtigen) Versorgung Westberlins gedacht war, was aber mit [22]
dem Mauerbau 1961 obsolet wurde. Von der Inbetriebnahme Anfang Oktober 1961 bis Mitte 2008 wurde sie ausschließlich mit 220 kV betrieben.

2.4 Jahre 1960 – 1970

In den 1960er Jahren erfolgte die weitere Vermaschung des 220-kV-Netzes im nördlichen, mittleren und südlichen Bereich des ostdeutschen Übertragungsnetzes, u. a. zur Realisierung bzw. Vorbereitung der Netzanschlüsse/Leistungsabführung größerer KW-Blöcke und -Standortleistungen:

Braunkohle: Hagenwerder I und II: 500 MW im Endausbau 1963, Lübbenau/Vetschau: 2.500 MW im Endausbau 1967 (davon Lübbenau I mit 300 MW an 110 kV), Lippendorf I und II: 600 MW im Endausbau 1970 und Thierbach: 840 MW im Endausbau 1971 sowie

Wasserkraft: Pumpspeicherwerk (PSW) Hohenwarte II: 320 MW im Endausbau 1966.

In den 1960er Jahren wurden die ersten 220-kV-Kuppelleitungen zur VR Polen und ČSSR sowie die ersten 380-kV-Freileitungen (z. T. zunächst mit 220 kV) in Betrieb genommen.

Mit der 1969/70 vollzogenen Ausgliederung der 110-kV-Netze in die neugegründeten regionalen Energiekombinate wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass diese nur noch Verteilungsaufgaben hatten und die Übertragung dem inzwischen gut ausgebauten 220-kV- und dem wachsenden 380-kV-Netz oblag.

- 1960 Ab Ende 1959 Erweiterung des o. g. „kleinen Grenzaustausches“ von Elektroenergie mit der ČSSR und VR Polen über die 220-kV-Leitung Zwönitz – Vyskow (ab 1963 Hradec, ČSSR) (Bild 15). [1]
[17]
[22]

Auf der Grundlage eines Abkommens über den Zusammenschluss der Energiesysteme der Länder zum Verbundbetrieb (VR Polen, ČSSR, VR Ungarn und DDR) von 1960 erfolgte ab 07.10.1960 die Aufnahme des 220-kV-Verbundbetriebes dieser Länder nach Inbetriebnahme der 220-kV-Kuppelleitungen von Berzdorf (später Hagenwerder) nach Mikulowa (VR Polen) – zunächst im Richtbetrieb – und von der ČSSR zur VR Polen. Damit war der Grundstein für die osteuropäischen Vereinigten Energiesysteme (VES) gelegt ([17], Heft 43, 1987, Dr. H.-J. Reddmann) – siehe auch 1962 und 1963 (Abkommen zur Bildung und Start der ZDV).

Außerbetriebnahme der 220-kV-Kuppelleitungen Hagenwerder – Mikulowa 1998 und Zwönitz – Hradec 1999 nach jeweils knapp 40 Jahren mit anschließendem Rückbau.

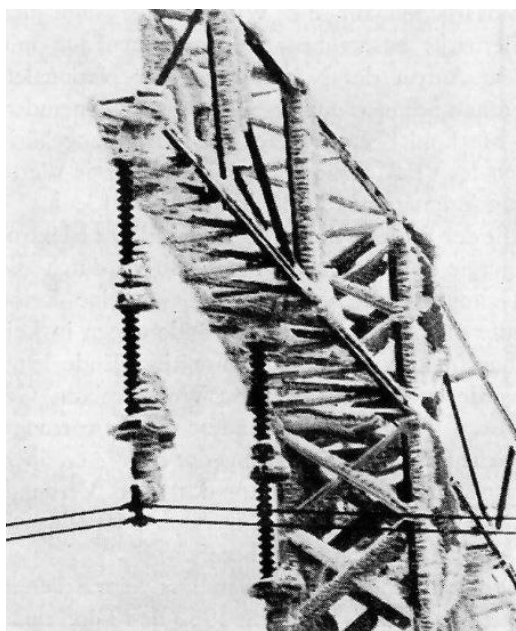


Bild 15: Vereiste 220-kV-Kuppelleitung Zwönitz – Hradec
[1], 1976, S. 114

- 1961 (01.10.61) Inbetriebnahme der ersten für den 380-kV-Betrieb errichteten Freileitung in Ostdeutschland von Ragow nach Wustermark (132 km) – allerdings zuerst nur mit einem Stromkreis und 220-kV-Betrieb. 1962 folgte der zweite Stromkreis, ebenfalls mit 220 kV betrieben. [1]
[11]
[17]
[22]
- Erst in der Jahresmitte 2008 wurde der Stromkreis Ragow – Wustermark als erster auf den 380-kV-Betrieb umgestellt, damit rund 50 Jahre nach dem Baubeginn der Leitung in 1959. Aktuell befindet sich noch der Stromkreis Thyrow – Wustermark im 220-kV-Betrieb.*
- Um Investitionskosten zu sparen, wurde der Stromkreis, in dem 1964 das 220/110-kV-UW Thyrow eingebunden wurde, zunächst nur mit einem 2er-Bündel 2 x 240/40 mm² AlSt und einer 220-kV-Isolation an Tragmasten ausgerüstet. 1967 erfolgte die Umrüstung auf 4er-Bündel und die 380-kV-Isolation. Über einen Zeitraum von 7 Jahren ab Baubeginn wurde damit eine Ersparnis von rd. 3 Mio. Mark erzielt ([17], Heft 18, 1971, W. Elsner).
- Alle bis 1970 errichteten 380-kV-Leitungen – mit v. g. zeitweiliger Ausnahme – wurden mit Viererbündel (4 x 240/40 AlSt, Teilleiterabstand 40 cm) und Langstabisolatoren ausgerüstet.
- Ab 1970 wurde, beginnend mit der Leitung Ragow – Magdeburg (später Wolmirstedt), eine neu entwickelte 380-kV-Mastkonzeption mit den Baureihen V und W⁴³ eingesetzt, die durch das Dreierbündel (3 x 380/50 AlSt, Teilleiterabstand 50 cm) und die sog. „V-Ketten“ (Langstabisolatoren in V-Anordnung) erkennbar ist und u. a. größere Spannweiten ermöglichte ([17], Heft 17, 1970, G. Grabe; o. g. Heft 18; Heft 23, 1973, G. Riedel und W. Naumann).
- Ende der 1970er Jahre wurde die „Vervollkommnete 380-kV-Bauweise“ als Systemlösung für 380-kV-Freileitungen mit den Baureihen Y (insbes. für die Leistungsabführung von Kraftwerken) und Z (insbes. für den Nahbereich von Umspannwerken), maßgeblich beeinflusst von der Forderung zum Einsatz der AuS-Technologie (siehe 1972), erarbeitet ([17], Heft 34, 1981, W. Morgenstern).
- 1962 Im Febr. und Okt. entstanden durch Sturm, Nebel und Schmutzablagerungen auf Isolatoren (sog. „Fremdschichtbeläge“, die zur Reduzierung der Isolationsfähigkeit führen) Großstörungen, bei denen die 220/110-kV-UW Dieskau und Förderstedt für längere Zeit ausfielen. [1]
- 1962 (25.07.) Abkommen über die Schaffung einer „Zentralen Dispatcherverwaltung“ (ZDV) zur Regelung des Elektroenergieaustausches zwischen den RGW-Ländern Bulgarien, Ungarn, DDR, Polen, Rumänien, ČSSR und UdSSR. [1]

⁴³ Die neuen Baureihen V und W führten nach W. Naumann [17], trotz Vorteilen bei einigen technischen Parametern gegenüber der alten Bauweise, zu neuen, bei ihrer Einführung noch ungelösten, Detailproblemen. Dazu gehörten u. a. Einschränkungen in der Anwendung des „Arbeitens unter Spannung“ aufgrund verringerter Sicherheitsabstände.

- 1962 Inbetriebnahme der ersten ostdeutschen 380-kV-Übertragung am 6. Dez. 1962⁴⁴ mit zunächst einem Stromkreis der Leitung Ragow – Lauchstädt (163 km) und je einem 380/220-kV-Kuppeltransformator 630 MVA inkl. Reservepol (Jeumont/Frankreich). Rund ein Jahr zuvor wurde bereits am 21.12. 1961 ein Stromkreis mit 220-kV-Betrieb auf der Teilstrecke Ragow – Dieskau in Betrieb genommen (bis 1967). [1]
[21]
[22]

Ziel war es, die Erzeugungsleistung aus den Lausitzer Groß-KW Lübbenau/Vetschau (Ende 1967 2.500 MW, davon 2.200 MW am 220-kV- und 300 MW am 110-kV-Netz) wirtschaftlich zur entfernten, stromintensiven Großindustrie im Raum Halle/Leipzig zu übertragen. Dabei erfolgte in Ragow (Bild 17) die Aufspannung 220 → 380 kV mit +60 Grad Schrägregelung zur gezielten Leistungsflusssteuerung nach Lauchstädt und dort die Abspannung 380 → 220 kV mit -60 Grad Schrägregelung der sog. „Transformatorbänke“ (Funktionsweise annähernd vergleichbar zum Einsatz der heutigen 380/380-kV-Querregeltransformatoren mit 90-Grad-Regelung in Röhrsdorf und Vierraden).

Beide 380-kV-Anlagen wurden für eine Abschaltleistung von 25 GVA vorbereitet. Es kamen von ASEA (Schweden) Leistungsschalter mit 17,5 GVA und Trennschalter sowie von der AEG (BRD) Wandler und Überspannungsableiter zum Einsatz.

In den ZUW erfolgte der Einsatz von 380/220-kV-Transformatoren mit einer Leistungsgröße von 630 MVA⁴⁵ – bestehend aus drei 210-MVA-Einphaseneinheiten (Pole; Bild 16). Aus Redundanz- und Verfügbarkeitsgründen wurden im Regelfall 2 x 3 x 210-MVA-Pole plus ein mit Programmsteuerung und über eine einpolige Hilfsschiene zuschaltbarer Reservepol⁴⁶ (d. h. in Summe sieben Einzelpole) inkl. ober- und unterspannungsseitiger Umgehungsschiene eingesetzt. Diese sog. „Transformatorbänke“ konnten längsgeregelt (0 Grad) oder mit ± 60 Grad schräggeregelt werden (Längsregelung zur Spannungsregelung, Schrägregelung vorrangig zur Leistungsflusssteuerung 380 kV ↔ 220 kV).

Zur Spannungshaltung wurden an der 30-kV-Wicklung einer 630-MVA-Transformatorbank zwei Kompensationsdrosselspulen mit je 50 Mvar angeschaltet bzw. vorgesehen.

Bei den ab 1976 eingesetzten 800-MVA-Transformatorbänken wurde im Ergebnis von Netzanalysen bzgl. Spannungshaltung auf die Drosselanschaltung generell verzichtet. Daher wurden die 30-kV-Anlagen aller 800-MVA-Bänke „optimiert“ (u. a. Verringerung des 30-kV-Sammelschienenquerschnittes). Zudem wurde im Ergebnis technisch-wirtschaftlicher Analysen statt eines Reservepoles pro 2 x 630-MVA-Bank lediglich nur noch ein Reservepol pro Umspannwerk für die dort max. einzusetzenden 4 x 800-MVA-Bänke vorgesehen.

⁴⁴ Am 05.10.1957 Aufnahme des 380-kV-Betriebes auf der RWE-Leitung von Rommerskirchen über Koblenz nach (Ludwigs-burg-) Hoheneck (341 km) als erste dieser Spannungsebene in Deutschland ([11] und [15]). Zuvor wurde bereits ab Okt. 1952 die eher provisorische 300-kV-Verbindung der RWE von Brauweiler nach Rheinau in Betrieb genommen (253 km). Voraussetzung für die Inbetriebnahme der erstgenannten 380-kV-Leitung war eine 400-kV-Forschungsanlage, die von der am 08.09.1950 gegründeten 400-kV-Forschungsgemeinschaft e.V., Heidelberg, im Dossenwald bei Mannheim-Rheinau errichtet und am 28.03.1952 in Betrieb genommen wurde. Diese bestand aus einer rund 2 km langen einsystemigen Viererbündelleitung, an der ab Jan. 1953 umfangreiche Messungen und Versuche durchgeführt werden konnten. [Festschrift „70 Jahre FGH, 1921 – 1971; Forschungsgemeinschaft für Hochspannungs- und Hochstromtechnik (FGH) e.V.]

⁴⁵ Nachdem die ersten 630-MVA-Transformatoren 380/220 kV für das ostdeutsche Verbundnetz inkl. 50-Mvar-Drosseln aus Frankreich importiert wurden (Fa. Jeumont), kamen ab 1966 630-MVA- und ab 1976 800-MVA-Transformatorbänke aus dem Transformatorwerk Oberschöneweide (TRO; vor 1945 und von 1991-96 im Besitz der AEG) zum Einsatz – siehe u. a. [17], Heft 23, 1973, A. Weiher.

⁴⁶ Nach [17], Heft 21, 1972, R. Guericke, wurde für den Reservepoleinsatz eine Umschaltzeit von ca. 40 min erreicht, wenn kein größerer Schaden bzw. nur ein geringer Schadensumfang vorlag. Diese Zeitdauer wurde für Netzuntersuchungen festgelegt.

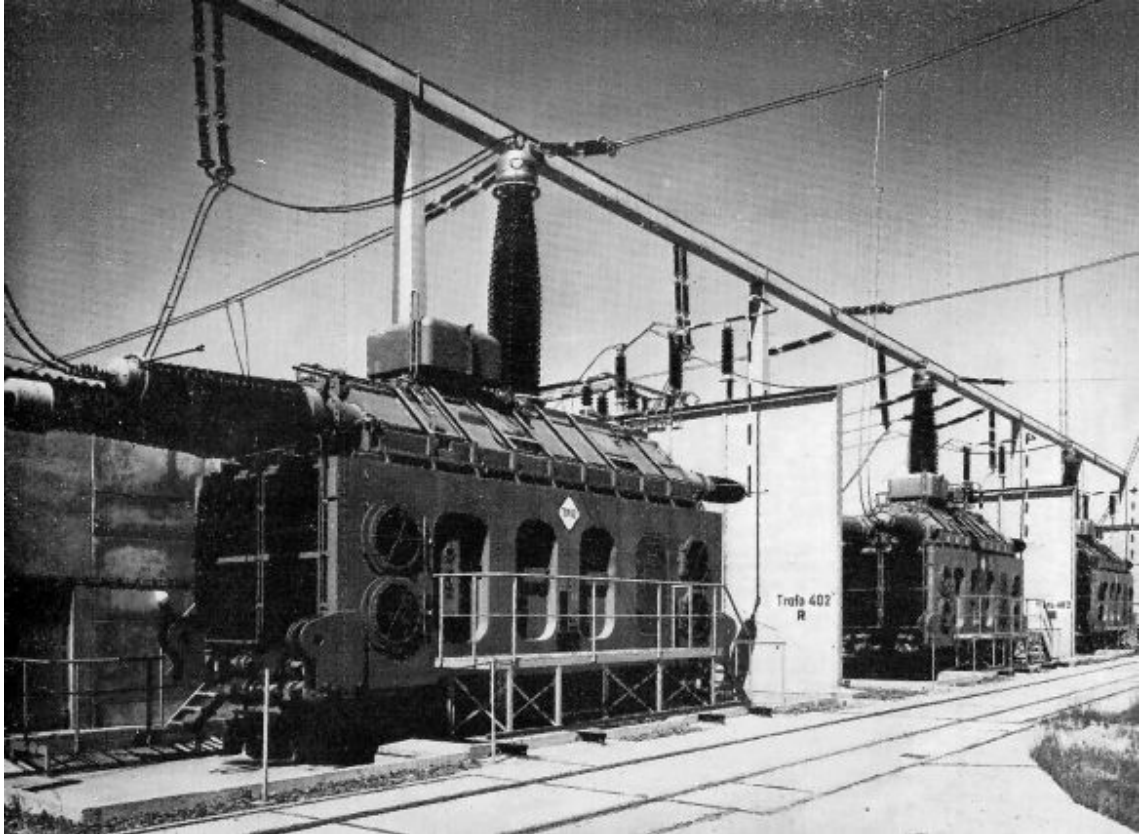


Bild 16: 380/220-kV-Transformatorbank der Fa. TRO mit 630 MVA
[17], Heft 23, 1973
Erkennbar sind die drei 210-MVA-Einzelpole R, S und T (200 t Gewicht pro Pol).

Bis Mitte der 1990er Jahre wurden die 380/220-kV-Kuppel-Transformatoren zur Leistungsflusssteuerung vorrangig schrägeregelt. Mit sinkender Netzbelastung trat Anfang der 1990er Jahre die Spannungshaltung in den Vordergrund, sodass die Transformatorbänke im damaligen VEAG-Netz auf Längsregelung umgestellt wurden bzw. werden mussten – letzteres, wenn Drosselspulen zur nunmehr nötigen Spannungssenkung an 800-MVA-Transformatorbänke anzuschalten waren (bei diesen war ein Drosseleinsatz bei Schrägregelung durch die „optimierte“ 30-kV-Anlage wegen der höheren Strombelastung ausgeschlossen – siehe oben).

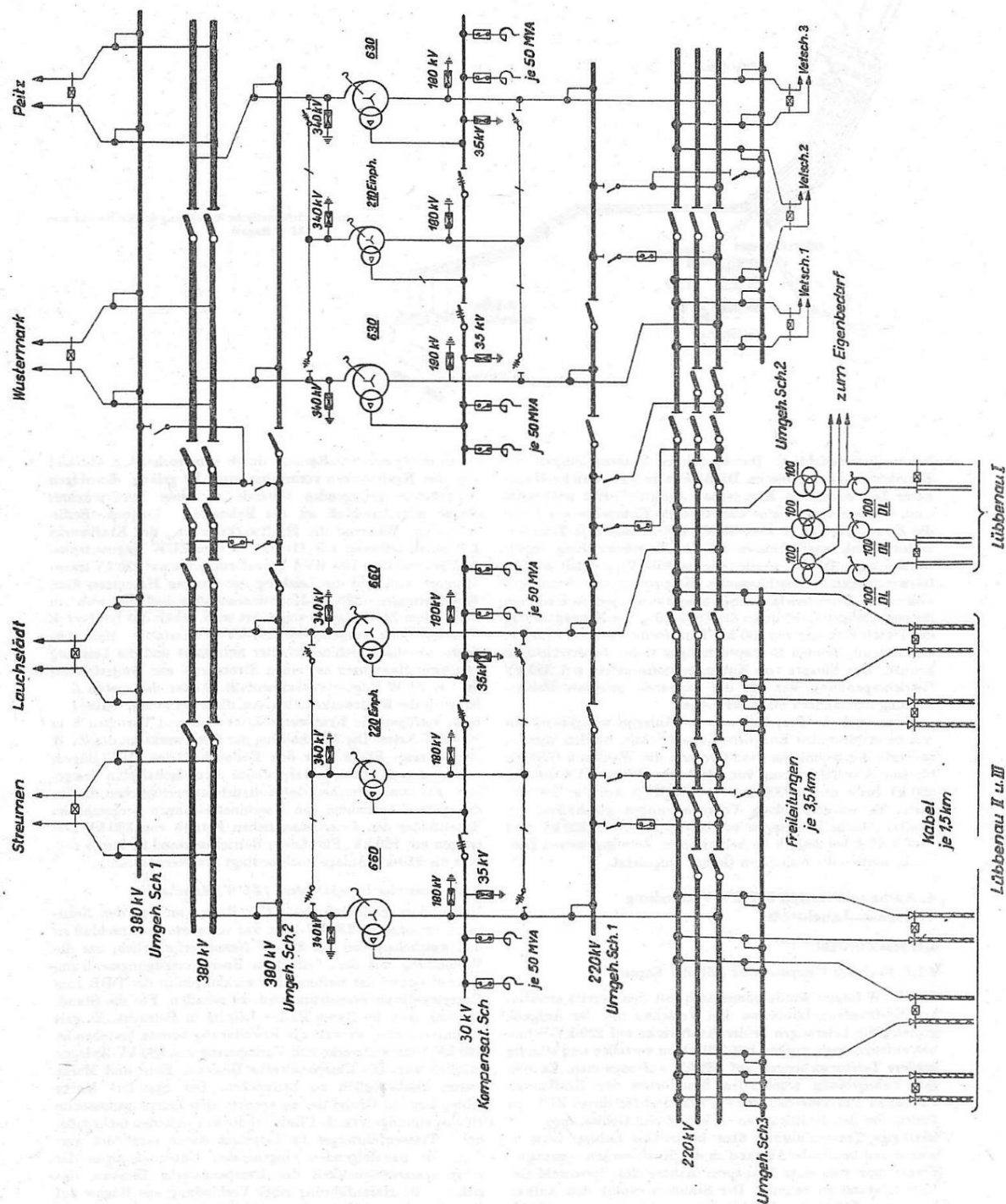


Bild 17: Grundschaltplan für den geplanten Endausbau des 380/220-kV-ZUW Ragow mit vier 380/220-kV-Transformatorbänken und zwei Reservepolen
ELEKTRIE, 1962, H. 12

- 1963 Im Januar 1963 erfolgte der Start der „Zentrale(n) Dispatcherverwaltung“ (ZDV) der ost-europäischen Vereinigten Energiesysteme (VES) „Frieden“ mit Sitz in Prag zur Koordination des Verbundbetriebes und Leistungsaustauschs. [1]
[17]
[23]
- 1962 wurde mit dem Anschluss des Lwower Energiesystems (Westukraine/UdSSR) der seit 1960 bestehende Verbund der VR Polen, ČSSR, VR Ungarn und DDR erweitert, 1963 folgte Rumänien und 1967 Bulgarien – damit gehörten ab diesem Zeitpunkt alle osteuropäischen RGW-Länder zum Verbundsystem.
- In den 1970er Jahren erfolgte der Ausbau weiterer Zwischensystemverbindungen (heute Interkonnektoren genannt) v. a. mit (380)400-kV-Leitungen. In den späteren Jahren, nach Inbetriebnahme der einsystemigen 750-kV-Leitungen UdSSR – Ungarn (1978), UdSSR – Polen (1985), UdSSR – Rumänien (1986) und Rumänien – Bulgarien (1987), gehörte ausschließlich das Energiesystem Süd der UdSSR (Ukraine ohne das westukrainische „Lwowenergo“ und Moldawien) zu den VES.⁴⁷
- Anfang 1963, noch ohne Rumänien, umfasste der Verbund nach [23] eine Fläche von 721.000 km², eine Höchstlast von 18.240 MW und eine KW-Leistung von ca. 28.500 MW. Ende 1987 erreichten die VES eine Fläche von 1.628.000 km² mit rd. 170 Mio. Einwohnern, eine Höchstlast von 117.945 MW und eine KW-Leistung von ca. 170.670 MW.
- Aufgrund der großen geografischen Ausdehnung des Verbundes wurde durch die Überlagerung der Belastungsganglinien z. B. 1984 eine max. Differenz zwischen der Summe der Höchstlasten der einzelnen Energiesysteme zur Höchstlast des Verbundes von rd. 3.700 MW festgestellt – im Vergleich 1971 rd. 1.900 MW ([17], Heft 43, 1987, Dr. H.-J. Reddmann).
- 1963 (28.06.) Sturmbedingte Störungen in der Elektroenergieversorgung der DDR-Bezirke Halle und Leipzig durch Beschädigung und Zerstörung von 28 Tragmasten von 380-kV- und 220-kV-Freileitungen. [1]
- 1964 (11.02.) Zulassung und Einsatz des „Berührungslosen Hochspannungs-Anzeigers (HSA)“ zur direkten und sicheren Feststellung des spannungslosen Zustandes in Anlagen ab 110 kV. Diese Neuentwicklung im damaligen Verbundnetz diente der Erhöhung der Arbeitssicherheit und stellte nach eigenem Bekunden den „Weltstand der Technik“ dar ([17], Heft 1/2, 1965, A. Reißmann). [17]
- Ab 1965 wurden als Eigenproduktion der Typ HSA 165 gefertigt. Aufgrund der hohen Nachfrage in der DDR-Energiewirtschaft wurden später die Typen HSA 171 und 180 in anderen Betrieben hergestellt. Insgesamt waren ca. 12.000 HSA im Einsatz; ab 1988 sogar der Typ HSA 180 mod für den Einsatz im 110-kV-Bahnstrombereich (16,7 Hz). ([17], Heft 45, 1988, K.-H. Warkenthin)
- 1964- Nach der ersten Generation der 220/110-kV-Transformatoren mit 100 MVA und separa- [17]
1966 tem Längsregler wurden ab 1964 125-MVA- und ab 1966 140-MVA-Transformatoren eingesetzt; beide Typen mit integriertem Längsregler ([17], Heft 25, 1974, G. Grabe).
- 1965 Konzeption der Baureihe N für 220-kV-Freileitungen als Einebenen- bzw. Horizontalmast [17]
mit einer Leiterbeseilung von 2 x 185/32 mm² AlSt pro Phase. In den späteren Jahren konnten die Anforderungen an die im 220-kV-Netz zu übertragenden Leistungen mit dieser Baureihe nicht mehr erfüllt werden, sodass ab Ende der 1970er / Anfang der

⁴⁷ Die Energiesysteme Zentrum, Mittlere Wolga und Ural der UdSSR gehörten nach [23] nicht zum VES.

- 1980er Jahre die neue Baureihe P_{spez} entwickelt wurde ([17], Heft 34, 1981, W. Morgenstern und Heft 44, 1987, D. Nitzsche) – siehe auch 1981 ff.
- 1965 Weiterentwicklung und umfassende Anwendung der einpoligen automatischen Wiedereinschaltung (AWE)⁴⁸ im Verbundnetz seit 1965, um auf Freileitungen durch Kurzschlüsse verursachte Lichtbögen durch eine kurzzeitige Unterbrechung der Strombahn zum Erlöschen zu bringen – bei einer erfolgreichen AWE kann die Leitung weiter betrieben werden, bei einer erfolglosen AWE erfolgt die dreipolige Abschaltung ([17], Heft 25, 1974, A. Weiher). [17]
- 1966 Planmäßiger Beginn der Isolierölbehandlung von Transformatoren ([17], Heft 25, 1974, G. Grabe). [17]
- 1966 (30.11.) Ein Sturmtief, bei dem mit 20 - 25 m/s keine orkanartigen Windspitzen auftraten, führte dennoch zu zahlreichen Leitungsauslösungen, u. a. auf dem 380-kV-Stromkreis Ragow – Lauchstädt, in deren Folge es u. a. zu Versorgungseinschränkungen für die chemische Industrie im Raum Halle kam ([17], Heft 8, 1967, R. Guericke). [17]
- 1967 Ein heftiger Orkan am 21.02. über ganz Deutschland führte im ostdeutschen Verbundnetz mit Windspitzen von 30 bis 40 m/s zu 27 Störungen an Leitungen und 6 Störungen in Umspannwerken. Ähnliches wiederholte sich bei einem schweren Herbststurm über West- und Nordeuropa am 17./18.10., wo es im ostdeutschen Verbundnetz bei Windspitzen von 30 bis 35 m/s zu 14 Störungen an Leitungen und 3 Störungen in Umspannwerken kam ([17], Heft 13, 1968, R. Guericke). [17]
- 1968 220-kV-Direktanschluss des Stahlwerkes EKO (Eisenhüttenkombinat Ost⁴⁹; kundeneigene 220-kV-Anlage EKO-U200 inkl. 110-kV-Regionalversorgung) an das Verbundnetz. Zunächst bis 1972 zeitweilig mittels Einschleifung in das mit 220 kV betriebene 380-kV-Leitungsgebilde Berlin/Ost (Neuenhagen) - Ragow - Graustein (später Bärwalde) im Abschnitt Berlin/Ost - "Peitzer Spitze" (später Preilack) und ab 1972 über eine separate rd. 78 km lange 220-kV-Doppelleitung im Stich aus Graustein. [22]
Deren Ablösung erfolgte 1998 im Zuge der regionalen Netzstrukturstraffung und Spannungsumstellung infolge 380-kV-Netzanschluss des Neubau-KW Schwarze Pumpe (2 x 800 MW) – siehe auch 380-kV-Anlage Eisenhüttenstadt in 1998.
- 1969 Sukzessive Einführung des abzweiggebundenen Reserveschutzes ab 1969 zur Verhinderung einer Störungsausweitung auf andere Anlagenteile ([17], Heft 25, 1974, A. Weiher); siehe auch 1975, Netzschutzkonzeption. [17]
- 1969 (01.01.) Mit der Trennung des VEB Verbundnetz in den VEB Verbundnetz Gas und VEB Verbundnetz Elektroenergie (VNE) erfolgte auch die Ausgliederung der 110-kV-Anlagen und -Leitungen im Nordraum zum VEB Energiekombinat Nord. Ein Jahr später wurden die übrigen 110-kV-Anlagen und -Leitungen aus dem VNE in die neu gebildeten Energiekombinate Mitte, West, Ost und Süd ausgegliedert.⁵⁰ [1]

⁴⁸ Statt „Automatische Wiedereinschaltung (AWE)“ wurde in der Bundesrepublik bis Anfang der 1990er Jahre der Begriff „Kurzunterbrechung (KU)“ verwendet. Danach setzte sich in der betreffenden Richtlinie der BRD (VDEW) und abgestimmt mit Österreich (VEÖ) der Begriff AWE durch, der nicht nur zuvor bereits in der DDR sondern auch international gebräuchlich war und zudem den stattfindenden technischen Vorgang zutreffend beschreibt.

⁴⁹ Heute „ArcelorMittal Eisenhüttenstadt GmbH“.

⁵⁰ Die noch beim VNE verbleibenden 110-kV-Schaltanlagen in den 380-kV- und 220-kV-Umspannwerken wurden – bis auf wenige Ausnahmen, die darin begründet waren, dass Anlagen nicht nur eines VNB angeschlossen waren – beginnend ab Ende 1992 an die damaligen Regional-EVU veräußert.

Damit wurde der VEB Verbundnetz Elektroenergie ein „reiner“ Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) – schied zum 01.01.1970 aber aus dem VVB Energieversorgung aus und wurde interessanterweise der VVB Kraftwerke zugeordnet. Dies blieb so bis zur Bildung des VE Kombinat Verbundnetze Energie (KVE) am 01.10.1980, zu dessen sog. Stammbetrieb VNE wurde.

- 1969- [17]
1973
- Ab 1969 wurde intensiv der „Einsatz von nichtoberflächenbehandeltem Stahl“ für die Stahlgitterkonstruktionen weiterverfolgt, um aus wirtschaftlichen Gründen auf die sonst bei Freileitungsmasten übliche Verzinkung und Farbanstriche verzichten zu können. Durch die Ausbildung einer korrosionsträgen Deckschicht sollte bei den dafür eingesetzten niedrig legierten, höherfesten (Bau-)Stählen eine Schutzschicht entstehen, die eine fortschreitende Korrosion insoweit unterbindet, dass über die Standzeit von mehreren Jahrzehnten eine Dickenabnahme von 500 µm nicht überschritten wird.
- Erstmalig im ostdeutschen Verbundnetz wurden 1969 Masten aus korrosionsträgem Stahl (KTS) versuchsweise auf der 220-kV-Leitung Eula – Weida eingesetzt (19 Tragemaste in unterschiedlichen Varianten: Masten aus „klassischem“ Baustahl St 38 mit der üblichen Farbkonservierung sowie „echte“ KTS-Masten mit St 35/50 ohne Anstrich und St 35/50 mit Anstrich zur Erprobung des Anstrichverhaltens an zwei der 19 Masten).
- Neben den v. g. KTS-Typ 35/50 wurden zudem KTS 30/45 und KTS 52 eingesetzt. Da es sich bei den beiden letztgenannten um Kupfer-legierte Stähle handelte, mussten diese bei der Verschrottung einer gesonderten Metallaufbereitung zugeführt werden.
- Erstmalig wurde 1973 die komplette, rd. 76 km lange, 220-kV-Leitung Perleberg – Görries mit korrosionsträgem Stahl KTS 30/45 ohne Korrosionsschutz ausgeführt.
- Damit begann ab 1973 bei den Stahlgitterkonstruktionen der 220- und 380-kV-Freileitungsmasten der verstärkte Einsatz von KTS ohne Korrosionsschutz.
- [17], Heft 24, 1974, W. Naumann

2.5 Jahre 1970 – 1980

Nach dem flächendeckenden Ausbau des ostdeutschen 220-kV-Übertragungsnetzes in den 1960er folgte in den 1970er Jahren neben dem Neubau weiterer 220-kV-Leitungen inkl. Netzanschluss/Leistungsabführung der zunächst letzten Neubau-KW-Leistung am 220-kV-Netz (Schwarze Pumpe IV: 440 MW 1969-70⁵¹) der verstärkte Ausbau des 380-kV-Übertragungsnetzes, u. a. mit Kuppelleitungen zur VR Polen und ČSSR sowie der Realisierung bzw. Vorbereitung von Netzanschlüssen/Leistungsabführungen größerer KW-Blöcke und -Standortleistungen:

Braunkohle: 12 x 210 MW Boxberg I und II 1971-75⁵², 2 x 500 MW Hagenwerder III 1976-77⁵³, 2 x 500 MW Boxberg III 1979-80⁵⁴ und 6 x 500 MW Jänschwalde I bis III 1981-89⁵⁵ und

Kernenergie: 8 x 220 MW Lubmin bzw. Nord I (KW-Blöcke 1+2) bis IV (KW-Blöcke 7+8) 1973-79⁵⁶ (davon Nord I u. II, d. h. die KW-Blöcke 1 bis 4, mit 220-kV-Netzanschluss) sowie

Wasserkraft: 6 x 175 MW Markersbach 1979-81 (davon 2 x 175 MW optional an 220 kV).

Insbesondere die an die Braunkohlevorkommen gebundene Stromerzeugung entfernte sich mit dem Ausbau der Lausitzer KW von den Verbrauchszentren der DDR, was zu vergleichsweise hohen Übertragungsverlusten im Verbundnetz führte. Auch das KKW Lubmin im lastschwachen Norden verstärkte diesen Effekt. So wies eine Analyse der Übertragungsverluste (inkl. 220/110-kV-Transformatoren) auf der Basis von Zählermessungen in den Jahren 1971-75 Verluste zwischen rd. 3,1 % bis fast 3,8 % aus. Gemäß Prognose sollten diese bis 1982 weiter ansteigen und erst ab 1985 durch die Errichtung von Kernkraftwerken (!) in der Nähe der Verbrauchszentren sinken ([17], Heft 32, 1979, F.-P. Klar) – was so aber nicht eintreten sollte.

Zur Kopplung des 380- und 220-kV-Netzes wurden – ergänzend zu den aus den 1960er Jahren stammenden ZUW Ragow und Lauchstädt – mit Neuenhagen, Röhrsdorf und Wolmirstedt in den 1970er Jahren drei weitere Umspannwerke zu ZUW ausgebaut (Neuenhagen 1972 und Röhrsdorf 1973 durch die Erweiterung um 380-kV-Anlagen und 380/220-kV-Transformatorenbänke).

Die Freiluftanlagen des ostdeutschen Verbundnetzes waren vor 1990 der allgegenwärtigen, sehr starken Umweltverschmutzung und den naturgemäßen Witterungsunbilden ausgesetzt, was ihre Verfügbarkeit negativ beeinflusste. 1972 häuften sich ungünstige Witterungsbedingungen, die zu Perioden mit extremer Störungshäufigkeit insbes. auf Freileitungen führten, die nachfolgend dargestellt werden.

⁵¹ Stilllegung 06/1996

⁵² Stilllegung 1996 (Boxberg II) und 1998 (Boxberg I). Mit den Werken I – III war Boxberg 1980 mit 3.520 MW das größte KW der DDR und das größte europäische Braunkohle-KW.

⁵³ Stilllegung 01.01.1998

⁵⁴ Ertüchtigung der beiden 500-MW-Blöcke zur Einhaltung der (BRD-) Großfeuerungsanlagenverordnung - 13. BImSchV v. 22.06.1983 in den Jahren 1993 bis 1995 (u. a. Nachrüstung von Rauchgasentschwefelungsanlagen).

⁵⁵ Analog v. g. Fußnote Ertüchtigung der sechs 500-MW-Blöcke in den Jahren 1991 – 96. Am 30.09.2018 wurde gemäß EnWG Block F als erster vorläufig stillgelegt („Sicherheitsbereitschaft“), bevor er nach 4 Jahren endgültig stillgelegt werden muss. Am 01.10.2019 folgte Block E analog Block F als zweiter, damit steht Werk III Jänschwalde nur noch in Sicherheitsbereitschaft.

⁵⁶ Stilllegung der Reaktorblöcke I bis IV (je 440 MW, Typ WWER 440/230) im Laufe des Jahres 1990 (Block I als letzter am 18.12., nachdem die Fernwärmeversorgung der Stadt Greifswald mit einem Ölheizkessel provisorisch gesichert wurde). Reaktorblock V, der sich seit April 1989 im Probetrieb befand, wurde ebenfalls 1990 stillgelegt. Der 1990 fertiggestellte Reaktorblock VI wurde nicht mehr mit Brennstäben beladen (Blöcke V u. VI mit je 440 MW vom neueren Typ WWER 440/213).

- 1971/ 220-kV-Direktanschluss des ersten Elektro-Stahlwerks am Verbundnetz in Hennigsdorf [22]
 1972 (heute Hennigsdorfer Elektrostahlwerke GmbH in der Riva Gruppe) mit leistungsstarken Drehstrom-Lichtbogenöfen, die zur Flicker-Beherrschung⁵⁷ eine hohe „Spannungssteifigkeit“, d. h., die Vorhaltung einer hohen netzseitigen 220-kV-Kurzschlussleistung, benötigen.
- 1972 Einführung des „Arbeiten unter Spannung“ (AuS) zur Instandhaltung von in Betrieb befindlichen Freileitungen und Schaltanlagen des Hoch- und Höchstspannungsnetzes in Ostdeutschland im damaligen VEB Verbundnetz Elektroenergie (Ausarbeitung in den Jahren 1965 bis 1971 durch Mitglieder einer Forschungsgemeinschaft). [1]
 [11]
 [17]
 [22]

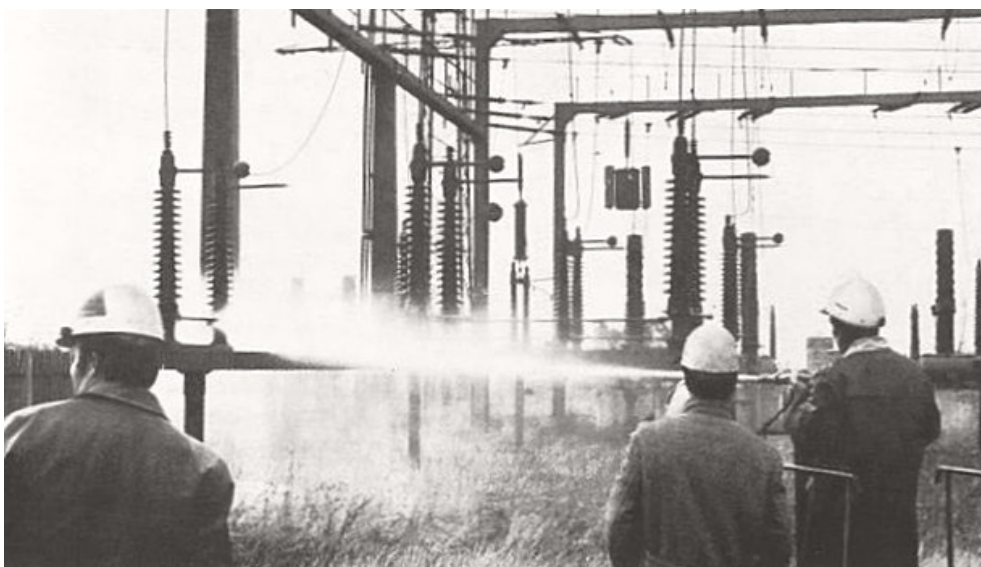


Bild 18: Abspritzarbeiten unter Spannung im UW Marke

[1] 1976, S. 116

Ein Beleg für das erfolgreiche und sichere „Arbeiten unter Spannung“ war u. a. der im Sommerhalbjahr 1972 erfolgte (Teil-)Umbau der rd. 20 km langen Freileitung Neuenhagen – (Berlin-)Wuhlheide. Diese wurde bereits 1966 mit 220-kV-Masten errichtet, aber nicht vollständig auf 220 kV isoliert, da sie zunächst bis zur Fertigstellung des sog. 220-kV-Vorsatzes für das 110-kV-UW Wuhlheide der damaligen Bewag (Ost) nur mit 110 kV betrieben wurde. Die Leitung wurde dann mittels AuS auf den betreffenden Teilstücken im laufenden Betrieb auf 220 kV umisoliert. Damit sollte die unterbrechungsfreie Versorgung Ostberlins, die bis dahin zudem über je eine 110-kV-Doppelleitung aus Neuenhagen nach Lichtenberg und Friedrichshain erfolgte, gesichert werden.⁵⁸

Der sog. 220-kV-Vorsatz für das 110-kV-UW Wuhlheide konnte Ende Oktober 1972 inkl. 220/110-kV-Transformator in Betrieb genommen und damit erstmalig 220 kV für die

⁵⁷ Flicker werden als Leuchtdichteschwankungen wahrgenommen. Sie werden durch die Drehstrom-Lichtbogenöfen beim Schmelzprozess infolge des Zündens und Verlöschens des Lichtbogens, das besonders stark zum Beginn des Einschmelzens des inhomogenen, noch nicht verflüssigten Stahlschrotts auftritt und zu sehr starken Blindleistungs- und damit Spannungsschwankungen führt, hervorgerufen. Zwischen der anstehenden netzseitigen Kurzschlussleistung und dem auftretenden Flickerpegel besteht bei konstanten Parametern des Lichtbogenofens ein direkter Wirkzusammenhang.

⁵⁸ Hierzu erschien sogar im SED-Zentralorgan „Neues Deutschland“ am 30.09.72 ein großer Artikel (siehe [1], S. 124), der allerdings den Eindruck erweckt, dass die gesamte Leitung mittels AuS von 110 auf 220 kV umisoliert wurde.

Versorgung Ostberlins bereitgestellt werden (1974 folgte dann der beidseitige 220-kV-Anschluss des UW Wuhlheide durch den Leitungsneubau Thyrow – Wuhlheide).

Im November 1972 folgten erste prophylaktische Wartungsarbeiten an einer unter Spannung befindlichen 220-kV-Schaltanlage (Wartung von Trennschaltern).

In den Folgejahren wurden zahlreiche internationale Lizenzvereinbarungen für die AuS-Technologie (Know-how, Ausrüstungen und Werkzeuge) abgeschlossen. Insgesamt arbeiteten 1988 rd. 7.000 Monteure unfallfrei mit rd. 100 AuS-Montagetechnologien in der DDR-Energiewirtschaft ([17], Heft 45, 1988, H. Knaack).

Aufgrund der „hohen volkswirtschaftlichen Erfolge“ (höhere Verfügbarkeit der Netzanlagen, Reduzierung der Netzverluste und geringere Einschränkungen für den KW-Einsatz) wurden höchste staatliche Auszeichnungen der DDR verliehen, u. a. 1971 an Kollegen des damaligen Netzbetriebes Neuenhagen der Orden „Banner der Arbeit“ und 1972 an die Mitglieder der Forschungsgemeinschaft der „Nationalpreis der DDR II. Klasse für Wissenschaft und Technik“.

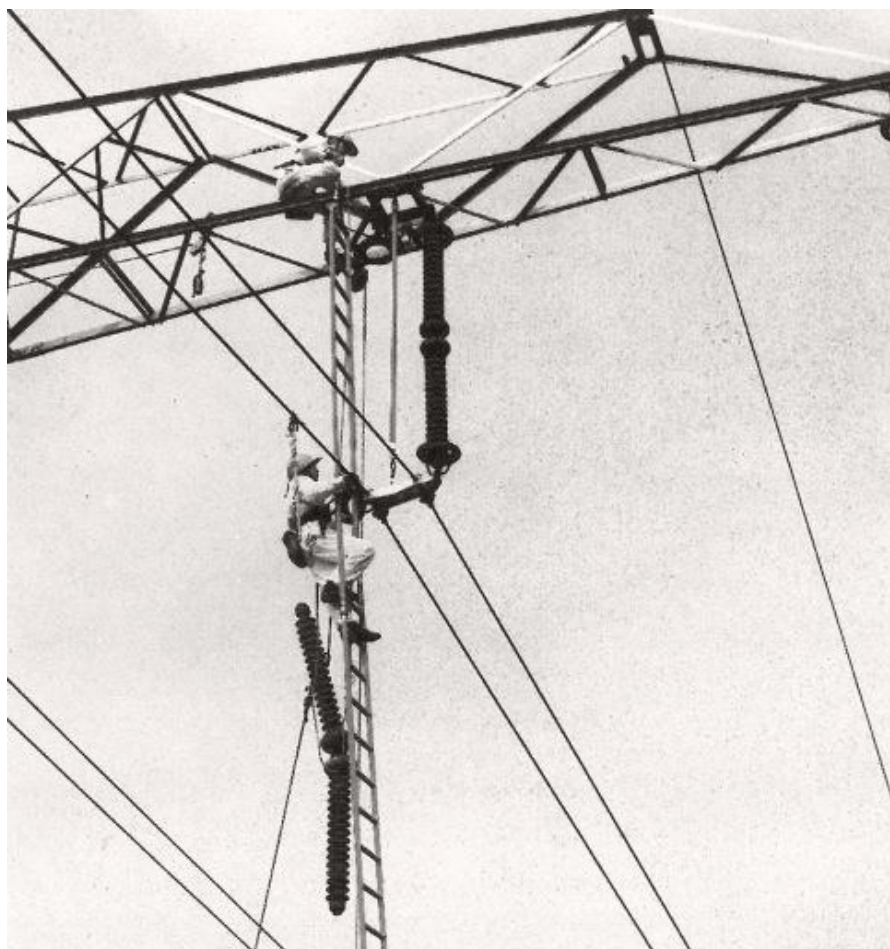


Bild 19: Isolatorenwechsel an einer 220-kV-Leitung unter Spannung
Broschüre „Arbeiten unter Spannung“ des VE Kombinat Verbundnetze Energie, 1989

Das „Arbeiten unter Spannung“ (AuS) an HöS-Anlagen und -Freileitungen (Spannungen größer 110 kV) wurde zu Beginn der 1990er Jahre komplett eingestellt.

- 1972 In diesem Jahr häuften sich ungünstige Witterungsbedingungen, die zu Perioden mit extremer Störungshäufigkeit führten. Im Januar traten sowohl langwellige Leiterseil-schwingungen („Seiltanzen“)⁵⁹ als auch Eisansatz an Masten und Isolatoren auf. Im Februar kam es zu sog. Fremdschichtstörungen⁶⁰, v. a. im damaligen Netzbetrieb Des-sau. Im März kam es erneut zu langwellige Leiterseilschwingungen und durch Eislasten auf Freileitungen zur Gefährdung der Maststatik. Im August führte ein Sturm zu Mast-umbrüchen in der 220-kV-Leistungsabführung des KW Vetschau zum ZUW Ragow und dann kam im November ein Orkantief ... [1]
- 1972 Am 13.11. zog das Orkantief „Quimburga“, auch „Niedersachsen-Orkan“ genannt, über die Elbe und Hamburg, weiter Richtung Osten. Das Hauptfeld des Orkans erreichte Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin. [1]
[17]
[22]
- Bei Spitzenböen bis zu 50 m/s kam es zu bedeutenden Schäden in der ostdeutschen Elektroenergieversorgung. So traten mit 50 Störungen im Verbundnetz ca. 40 % des langjährigen Störungsumfangs auf.
- Es kam u. a. zu Mastumbrüchen (220-kV-Leitung Magdeburg – Perleberg, Bild 20) und Leiterseilrissen. Auf 380-kV-Leitungen der Baureihen V und W kam es zum Umbruch von Erdseilspitzen und Fundamentanhebungen ([17], Heft 26, 1975, A. Weiher).
- Besonders stark von Stromausfällen war der damalige DDR-Bezirk Magdeburg betroffen. Hier fielen 800 von insgesamt 1.800 Ortsnetzen aus.

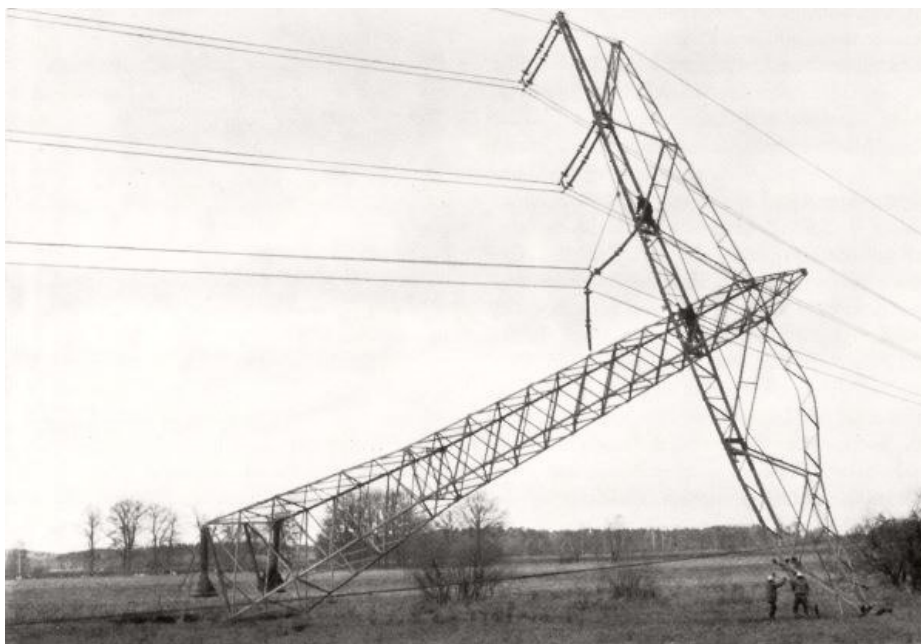


Bild 20: Mastumbruch 220-kV-Leitung Magdeburg – Perleberg am 13.11.1972

[1] 1976, S. 136

⁵⁹ Das sog. „Seiltanzen“ (engl. „conductor galloping“), das durch bestimmte Windverhältnisse in Verbindung mit niedrigen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit oder Regen, die zum Reif- bzw. Eisansatz mit z. T. tragflächenähnlicher Ausprägung an den Leiterseilen führen, entsteht.

⁶⁰ Fremdschichten sind unerwünschte leitfähige Beläge auf Isolatoren, die bis 1990 besonders in Ostdeutschland durch die starke Umweltverschmutzung (u. a. durch Ruß, Asche und Kalisalzstaub) auftraten, und zum Isolationsdurchbruch, d. h. zu Störungen und damit notwendigen Abschaltungen von Anlagenteilen bzw. Leitungen, führen konnten.

- 1973- Die nächste Generation der 220/110-kV-Transformatoren kam zum Einsatz. Ab 1973 [17]
1975 stand ein 250-MVA-Typ von TRO zur Verfügung, allerdings mit getrennt aufgestellten Ölkühlern. Ab 1975 kam wieder der „klassische“ Transformator analog dem o. g. 125- und 140-MVA-Typ mit nunmehr 160 MVA zum Einsatz ([17], Heft 25, 1974, G. Grabe).
- 1973- Überwiegend Einsatz von Masten aus sog. „korrosionsträgen Stahl“ (KTS) beim Bau der [24]
1988 220- und 380-kV-Freileitungen (vgl. KTS-Passage 1969). Ab 1993 erfolgte eine sog. KTS-Grundinstandsetzung (KTS-GI) v. a. von 380-kV-Freileitungen (vgl. Passage KTS-GI 1993).
- 1973 Starke Zunahme von Störungen durch langwellige Leiterseilschwingungen („Seiltanzen“). In Folge des Seiltanzens kommt es zu elektrischen Überschlägen und Beschädigungen der Leiterseile, damit zur Beeinträchtigung der Versorgungssicherheit. Allein im Dezember 1973 traten auf der 220-kV-Leitung Pasewalk – Güstrow an zwei Tagen 98 Störungen auf. [1]
[17]
- Bereits seit 1967 wurden durchschnittlich 25 Störungen pro Jahr durch Seiltanzen mit und ohne Beschädigungen an den betroffenen Leitungen registriert, vorwiegend zweipolige Kurzschlüsse durch die Annäherung der Leiterseile. So führte bspw. das Seiltanzen auf der exponierten 220-kV-Leitung Hohenwarte – Remptendorf zu teilweisen und vollständigen Netztrennungen des PSW Hohenwarte. Mast- und Seilschäden gab es 1971/72 u. a. auf der 220(380)-kV-Leitung Röhrsdorf – Weida und 220-kV-Leitung Magdeburg – Förderstedt.
- Bis 1973 gab es keine passiven oder aktiven Gegenmaßnahmen zur Vermeidung des Seiltanzens ([17], Heft 26, 1975, A. Weiher).
- 1974 Infolge der häufigen wetterbedingten Störungen insbesondere in den Jahren 1972/73 [1]
erfolgte 1974 zur Reduzierung der langwelligen Leiterseilschwingungen als Großversuch der Einbau von „aerodynamischen Schwingungsdämpfern“ (nach Liebermann/UdSSR) innerhalb der einzelnen Bündelleiter im besonders störanfälligen 220-kV-Leitungszug Pasewalk – Lubmin – Siedenbrünzow – Güstrow. Dank eines immensen Personaleinsatzes wurden 90.000 Stück auf 240 km in nur 4 Wochen im Sommer 1974 eingebaut.
- 1974 Inbetriebnahme der ersten grenzüberschreitenden 380-kV-Kuppelleitung von Kiesdorf [1]
(Sachsen) nach Mikulowa (VR Polen) zum Jahresende 1974. [22]
- Als einzige „echte Netzleitung“ wurde diese HöS-Freileitung in Ostdeutschland mit nur einem Stromkreis („einsystemige“ Freileitung) ausgeführt.⁶¹
- 1999 wurde diese 380-kV-Leitung nach nur 25 Jahren durch die 380-kV-Doppelleitung Hagenwerder – Mikulowa (PL) abgelöst und die 380-kV-Anlage Kiesdorf stillgelegt.
- 1974/ Das HöS-Netz verfügte Mitte der 1970er Jahre über eine Stromkreislänge von rd. 7.600 [1]
1975 km, davon mehr als 1.400 km 380 kV, 35 Umspannwerke mit 380/220-kV-Transformatoren von mehr als 5.500 MVA und 220/110-kV-Transformatoren mit über 12.000 MVA.

⁶¹ Die einsystemige 220-kV-Freileitung Neuenhagen – IPH (Institut Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik in Berlin-Marzahn), die in Neuenhagen auf Kundenanforderung auch an 110 kV angeschaltet werden konnte, wurde 1999/2000 im Zuge des Neubaus der 380-kV-Leitung Neuenhagen – Marzahn und des IPH-Direktanschlusses im UW Marzahn stillgelegt und rückgebaut. Die ebenfalls nur einsystemige 220-kV-Freileitung Pkt. Hohenwarte – Stahlwerk Thüringen (rd. 8,5 km, Baujahr 1994) wurde so auf Kundenwunsch ausgeführt. Beide Leitungen sind bzw. waren als reine Sticleitungen für Kundenanschlüsse keine „echten Netzleitungen“ mit der sonst für das „öffentliche Netz“ üblichen (n-1)-Sicherheit und netzseitigen Vermaschungsfunktion.

- 1975 ... wurde die erste Netzschutzkonzeption, u. a. mit der Festlegung des Prinzips des abzweiggebundenen Reserveschutzes zur sicheren Beherrschung von Netzfehlern, ausgearbeitet. In dessen Folge wurde im Gegensatz zu früheren Verfahren, bei dem der vorgeordnete Schutz die Reserve übernahm, das gesamte Schutzsystem doppelt ausgeführt. Zudem wurde der Schalterversagerschutz, auch Rückgreifschaltung genannt, eingeführt ([17], Heft 47, 1989, H. Müller und Dr. H. Pietzsch). [17]
- Die elektromechanische Relaischutztechnik entwickelte sich im Verbundnetz, insbes. mit Blick auf den Leitungsschutz, wie folgt ([17], Heft 25, 1974, A. Weiher):
- Einsatz des Distanzrelais RD 7 im 220-kV-Netz (1950 – 55) und des RD 11 als erster Distanzschutz für wirksam geerdete Netze (1958 – 67), damit wurden veraltete Schutzeinrichtungen abgelöst,
 - Einsatz von 3-Relais-Distanzschutzeinrichtungen (mit einpoliger AWE), die in ihrer modernsten Form dem Distanzrelais RD 310 (ab 1967) entsprachen,
 - Weiterentwicklung und umfassende Anwendung der einpoligen automatischen Wiedereinschaltung (AWE) (ab 1965; vgl. die dortigen Ausführungen)
 - Aufbau und Erweiterung der Störungsdatenerfassung (ab 1963) als Grundlage für die Analyse des Netzschutzverhaltens bei Hochspannungsfehlern,
 - Einsatz des abzweiggebundenen Reserveschutzes seit 1969 zur Verhinderung einer Störungsausweitung auf andere Anlagenteile und
 - Einsatz spezieller Sammelschienenschutzeinrichtungen (ab 1973) zur schnellen und selektiven Abschaltung von Sammelschienenkurzschlüssen, um insbes. den Anforderungen nach einer möglichst kurzen Fehlerdauer aufgrund ansteigender Kurzschlussleistungen Rechnung zu tragen.
- Mit der Netzschutzkonzeption von 1984 wurden die Festlegungen der 1975er Version für die Ausrüstung von Neuanlagen und die Modernisierung von Bestandsanlagen weiter entwickelt und fortgeschrieben ([17], Heft 47, 1989, H. Knaack).
- 1976 Ab 1976 Einsatz von 800-MVA-Transformatorenbanken 380/220 kV in den Zentralen Umspannwerken (ZUW) mit nur noch einem Reservepol pro UW ([17], Heft 25, 1974, G. Grabe). [17]
- 1976 Inbetriebnahme der ersten und bis heute einzigen grenzüberschreitenden ostdeutschen 380-kV-Kuppelleitung von Röhrsdorf (Sachsen) nach Hradec (ČSSR). [22]
- 1976 Mit der 380-kV-Doppelleitung Lubmin – Wolmirstedt entstand 1976 für den 380-kV-Netzanschluss weiterer Ausbaustufen des Kernkraftwerks (KKW) Lubmin mit rd. 288 km die längste durchgängige HöS-Leitung Deutschlands. Zuvor bestand ab 1973 mit der ersten Ausbaustufe des KKW nur ein 220-kV-Netzanschluss. [22]
- Da die 380-kV-Doppelleitung Lubmin – Neuenhagen (1979) mit rd. 215 km ebenfalls über eine sehr große Länge und damit auch hohe Ladeleistung verfügte, wurde dennoch erst ab 1984 in der (damals noch) KKW-eigenen 380-kV-Schaltanlage Lubmin eine 380-kV-Drosselspule mit 165 Mvar (3 x 55-Mvar-Einphaseneinheiten als „Drosselbank“, UdSSR-Import) eingesetzt. Sie sollte die Spannungshaltung im lastschwachen Nordraum mittels anteiliger Kompensation der Ladeleistung der beiden v. g. 380-kV-Leitungen verbessern sowie die Generatoren des KKW Lubmin von der untererregten, d. h. spannungssenkenden, Fahrweise in Schwachlastzeiten entlasten.*
- 1977 Aufnahme der Direktabspannung mit 380/110-kV-Transformatoren in Ostdeutschland im ersten 380/110-kV-UW Klostermansfeld. Bis zum Ende der 1980er Jahre wurden insgesamt nur zehn 380/110-kV-Transformatoren mit je 250 MVA in den vier UW Klostermansfeld, Malchow, Preilack und Schmölln eingesetzt. Die Hauptlast der Umspannung zu den regionalen 110-kV-Netzen trugen die 220/110-kV-UW und -Transformatoren. [22]

- 1977 Beginn des Einbaus sog. „Separatoren“ (bzw. „Phasenabstandshalter“ zur Kopplung von Seilbündeln im Spannungsfeld von Freileitungen durch Langstabisolatoren aus Porzellan; Bild 21) zur Vermeidung langwelliger Leiterseilschwingungen als Versuchsmuster in eine 110-kV-Hochstromleitung. [17]
[25]

Von 1979 bis 1989 erfolgte der Einbau von ca. 5.200 Separatoren in besonders für Leiterseilschwingungen anfällige 220- und 380-kV-Freileitungen. Nach ([17], Heft 45, 1988, H. Knaack) waren Separatoren auf rd. 940 Stromkreis-km 220 kV und rd. 230 Stromkreis-km 380 kV im Einsatz; zudem wurden seit 1983 Separatoren exportiert.

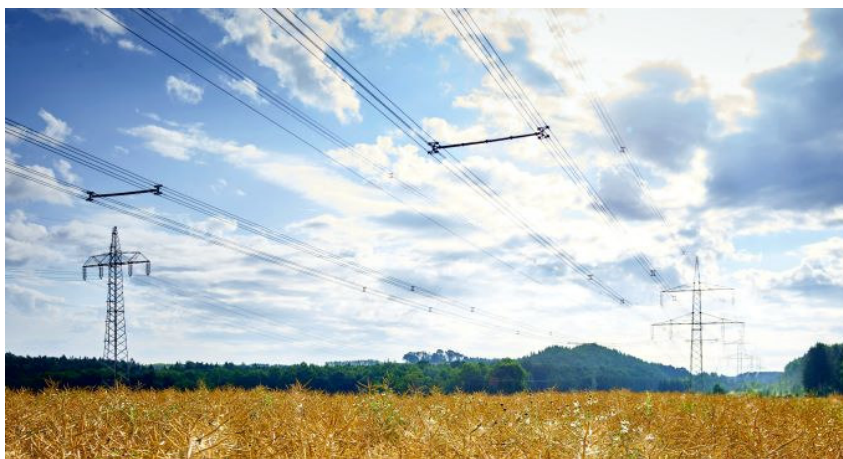


Bild 21: Separatoren als Abstandshalter zwischen den unteren Phasen (Leitern) der beiden Stromkreise der 380-kV-Leitung Röhrsdorf - Remptendorf
© 50Hertz

- 1977 Inbetriebnahme der ersten Versuchsanlage zur Nutzung der Verlustwärme eines 140-MVA-Transformators in einem Umspannwerk im damaligen Bezirk Dresden im Oktober 1977. [17]

Erste Gedanken zur Nutzung der Transformator-Verlustwärme (TVW) zur sog. „rationalen Energieanwendung“ (Einsparung von Strom und Kohle zu Heizzwecken) datierten aus 1971 und wurden ab 1974 gezielt aufgegriffen. Eine zweite Anlage, die die Nutzungsmöglichkeit für die häufiger verbreiteten kleineren Transformatoren (hier: 110/30 kV, 31,5 MVA) zeigen sollte, wurde im Oktober 1979 im damaligen Bezirk Schwerin in Betrieb genommen.

Im Ergebnis der erfolgreichen Versuche wurde in Zusammenarbeit mit dem Transformatorenwerk Oberschöneweide (TRO) ein TVW-Baustein entwickelt, der alle notwendigen Funktionen inkl. Steuerung und Sicherheitseinrichtungen für die Wärmeübertragung sowie ein Sortiment an Rohren, Flanschen und Ventilen für den Anschluss der Ölleitungen an das Heizsystem enthielt. Der TVW-Baustein arbeitete als Öl-Wasser-Kühler, der über Wärmetauscher die Transformator-Verlustwärme an den Wasserkreislauf des Heizsystems abgab.

Ab 1982 ging der TVW-Baustein (Bild 22) beim TRO in Serienproduktion, sodass dieser von da an umfangreich eingesetzt werden konnte. Bereits 1984 wurden in 33 Umspannwerken des Verbundnetzes 136 TVW-Bausteine betrieben (davon 34 aus Eigenproduktion). 1988 verfügten dann 39 Umspannwerke über TVW-Bausteine, mit denen eine jährliche Senkung des Heizstromverbrauchs von 16,5 GWh und eine Einsparung von 46 TJ Heizenergie erreicht wurde.



Bild 22: Baustein zur Nutzung der Transformator-Verlustwärme (TVW)
Broschüre mit dem Leistungsverzeichnis des VE Kombinat Verbundnetze Energie, undatiert

Mit den TVW-Anlagen wurden als Grundlast-Niedertemperaturheizungen u. a. Betriebsgebäude in Umspannwerken, Betriebswohnungen und Gewächshäuser (eigene und fremde) beheizt. Erst ab niedrigen Temperaturen und länger anhaltender Kälte wurde mit Strom oder Kohle „zugeheizt“.

Legendär waren z. B. die Gurken und Tomaten aus den mit TVW-Anlagen beheizten Gewächshäusern des ZUW Neuenhagen, die de facto unter persönlicher Obhut des damaligen Netzbetriebsdirektors Colditz heran wuchsen.

Das Kollektiv „Einführung der Abwärmenutzung von Großtransformatoren“ wurde 1980 mit einer der höchsten staatlichen Auszeichnungen der DDR, dem Orden „Banner der Arbeit“ (Stufe 1), ausgezeichnet.

[17], Heft 29/30, 1978, D. Barth; Heft 33, 1981, G. Brödner und D. Markusch; Heft 42, 1986, D. Kaste und M. Haase und Heft 45, 1988, H. Knaack

Als Kuriosum zum Thema TVW erlebte der Verfasser im Winter 1988/89, nach der Inbetriebnahme der ersten und bis heute einzigen 380/220-kV-Transformatorbank im ZUW Güstrow, die Anfrage an die Netzplanung, ob man nicht durch netzseitige Maßnahmen eine höhere Belastung selbiger erreichen könne, da die TVW-Heizleistung für den Standort nicht ausreiche. Aus nachvollziehbaren Gründen wurde diesem Ansinnen keine positive Reaktion zuteil.

- 1977/ 220-kV-Direktanschluss des zweiten Elektro-Stahlwerks am Verbundnetz in Branden- [22]
1978 burg (heute Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH in der Riva Gruppe) mit leistungs-
starken Drehstrom-Lichtbogenöfen, die zur Flicker-Beherrschung (siehe 1971/72 Stahl-
werk Hennigsdorf) eine hohe „Spannungssteifigkeit“, d. h., die Vorhaltung einer ausrei-
chend hohen netzseitigen 220-kV-Kurzschlussleistung, benötigen.
- 1978 Inbetriebnahme der weltweit ersten längeren 380-kV-Kabelverbindung bei der Bewag in [15]
Westberlin als Verbindung zwischen den 380/110-kV-UW Reuter und Mitte. Die 380-kV- [26]
Verbindung Reuter – Mitte besteht aus einer erdverlegten, wassergekühlten Doppel-
Ölkabel-Anlage (8,1 km) und einer Doppel-Freileitung (2,6 km). Bei diesem Freileitungs-
abschnitt erfolgte erstmals der Einsatz von Kunststoffisolatoren.
In den UW Reuter und Mitte wurden zudem die weltweit ersten 380-kV-SF₆-Schalt-
anlagen (GIS - Gasisolierte Schaltanlagen) in Betrieb genommen, die ab 1976 errichtet
wurden.
- 1978/ Infolge eines Extremwetters im Zeitraum 30.12.78 – 03.01.79 kam es zu massiven [22]
1979 Schneefällen und extremen Frösten, die insbes. in Norddeutschland zu einem der [24]
schwersten Winter seit dem sog. Hungerwinter 1946/47 führten. In dessen Folge war
z. B. die Insel Rügen komplett eingeschneit und tagelang vom Festland abgeschnitten;
große Teile der Strom- und Fernwärmeversorgung der DDR brachen zusammen⁶². Als
eines der wenigen größeren Kraftwerke konnte lediglich das KKW Lubmin seine volle
Stromerzeugung mit rd. 1.200 MW (Reaktorblöcke I – III mit 3 x 440 MW, Block IV war
noch im Bau) aufrechterhalten.
Mitte Februar 1979 (13.-18.02.) wiederholte sich dieses Extremwetter, Mitte März folgte
eine dritte Schneewelle. Inwieweit das ostdeutsche Verbundnetz in dieser Zeit von Stö-
rungen und Schäden betroffen war, ist nicht bekannt. Aber Jahr für Jahr wurde in der
gesamten DDR-Energiewirtschaft der sog. „Winterkampf“ ausgerufen, um die Energie-
versorgung insbes. für die Wirtschaft zu sichern.
- 1979 Obwohl bereits zuvor aus wirtschaftlichen Gründen ein modularer Ausbau der „klassi- [17]
schen“ 220-kV-Sammelschienen-Anlagen im nur unbedingt notwendigen Umfang an [22]
Sammelschienen, Schaltfeldern und Schaltgeräten etabliert war, setzte sich zum Ende
der 1970er Jahre der Ausbau von sog. vereinfachten 220-kV-Umspannwerksanlagen
durch (VUW = Vereinfachtes Umspannwerk). Als konsequent Sammelschienen-lose
Anlagen wurden sie zunächst als sog. H-Schaltung mit 1 bis 2 Transformatoren, 2
Stromkreisen und einer Kupplung gebaut. Sie konnten zur sog. Kettenschaltung mit bis
zu 4 Transformatoren, 4 Stromkreisen und drei Kupplungen erweitert werden. So verfü-
gte z. B. das ehem. 220/110-kV-UW Vierraden über eine 220-kV-Kettenschaltung mit
4 Stromkreisen, 2 Kupplungen und 3 Transformatoren (mit dem 4. Transformator wäre
die 3. Kupplung ausgebaut worden).

⁶² Die extremen Fröste führten dazu, dass die Brennstoffversorgung der ostdeutschen Braunkohle-KW, die für rd. 75 % der DDR-Stromversorgung standen, durch das Festfrieren der stark wasserhaltigen Rohbraunkohle (50-60 % Wassergehalt), fast gänzlich zusammenbrach. Ursache für die einseitige Ausrichtung der DDR auf die Braunkohle als Energieträger waren insbes. die Ölkrisen 1973/74 und 1979/80 sowie die permanente Devisenknappheit. Mit bis zu 300 Mio. Tonnen jährlicher Förderung lag die DDR bis Ende der 1980er Jahre weltweit an der Spitze der Braunkohle-Förderländer. [Verfasser]

Mit dieser „technisch-wirtschaftlichen Optimierung“ stagnierte ab 1979 die Errichtung „klassischer“ 220-kV-Sammelschienen-Anlagen. Ende 1979 erfolgte die Inbetriebnahme des ersten VUW in der v. g. Bauweise.⁶³

1975 wurde ein Kostenvorteil von ca. 4 Mio. Mark pro 220-kV-VUW gegenüber der bisherigen Bauweise des „klassischen“ 220-kV-UW ermittelt. Insgesamt ging man für den Zeitraum 1975 – 1990 von Investitionskosten in Höhe von ca. 800 Mio. Mark für die Errichtung neuer 220-kV-UW aus. Die erwartete Einsparsumme von ca. 50 Mio. Mark durch den VUW-Einsatz wäre dann doch eher überschaubar ausgefallen; [17], Heft 27, 1975, D. Glasneck.

Heute sind noch die als „VUW“ errichteten 220-kV-Anlagen der UW Herlasgrün, Crossen, Niederwiesa und Taucha sowie Wuhlheide (1972 von der damaligen Bewag (Ost) errichtet; diese firmierte ab 1978/79 unter „VEB Energieversorgung Berlin“ und später unter „VEB Energiekombinat Berlin“ (EKB)) in Betrieb.

Im Übrigen wurden später auch 380-kV-UW als VUW in H-Schaltung errichtet. Prominente Beispiele dafür sind die noch heute in dieser Bauart existenten UW Malchow⁶⁴ und Charlottenburg (ehem. Bewag-UW als GIS-Anlage).

⁶³ Quelle: H. Würtz (ehem. Netzplaner VNE/VEAG), Energiewirtschaftliche Analyse des 380/220-kV-Übertragungsnetzes als Bestandteil der gesamtenergiewirtschaftlichen Analyse, Berlin, 10.10.1979. Siehe auch Artikel zu „Vereinfachten 220/110-kV-UW“ in [17], Heft 27, 1975, Artikel von D. Glasneck (S. 645); W. Elsner und H. Würtz (S. 646 ff.) sowie D. Glasneck und H. Briest (S. 648 ff.) und Heft 32, 1979, W. Elsner und W. Ludewig.

⁶⁴ Die VUW in der ehem. Bauweise des KVE/VNE führen zu Einschränkungen in der Betriebsführung, da, z. B. bei einer Wartung, durch die fehlenden (eingesparten) Leistungsschalter in den Transformatorabgängen, ein ganzer Netzknoten bestehend aus einem Stromkreis und einem Transformator freigeschaltet werden muss.

2.6 Jahre 1980 – 1990

In den 1980er Jahren wurden mit Güstrow und Vieselbach zwei weitere ZUW in Betrieb genommen, damit stieg deren Zahl auf insgesamt sieben (mit 380/220-kV-Transformation). Darüber hinaus wurden wegen ihrer netztechnischen Bedeutung im ostdeutschen Verbundnetz die UW Streumen und Preilack als „ZUW“ geführt, obwohl sie nicht über eine „ZUW-typische“ 380/220-kV-Transformation (Streumen und Preilack) bzw. noch nicht einmal über eine 220-kV-Anlage (Preilack) verfügten.

Bis auf die Inbetriebnahme des KW Jänschwalde I bis III in den Jahren 1981-89 (6 x 500 MW) und der letzten Maschinen des PSW Markersbach in 1981 stagnierte der weitere Ausbau der in Ostdeutschland dringend benötigten Erzeugungskapazitäten. Die ehrgeizigen Pläne zum KKW-Ausbau in Lubmin und Stendal⁶⁵ kamen aus verschiedenen Gründen faktisch zum Erliegen bzw. die Inbetriebnahme-Termine wurden von Jahr zu Jahr verschoben.

Das führte zur weiteren Verschärfung der ohnehin sehr angespannten Lage der Energieversorgung und damit letztlich auch zu den nachfolgend dargestellten politischen Entscheidungen sowohl zum Einkauf von Gasturbinen-KW (GTKW) aus dem „NSW“ (Nichtsozialistisches Wirtschaftsgebiet) inkl. Bereitstellung dafür benötigter Devisen als auch dem Zugeständnis zum „Stromlieferungsvertrag“ von der BRD für Westberlin (und für die DDR). Dieser Vertrag war die damals noch nicht absehbare Geburtsstunde der ersten von zunächst drei innerdeutschen Kuppelleitungen für die „elektrische Wiedervereinigung“ Deutschlands Mitte der 1990er Jahre.

- 1980 Auf dem VII. Verbundnetz -Kolloquium Ende Mai 1980 wurden überaus interessante [17] Forschungsthemen, an denen seit Mitte der 1970er Jahre gearbeitet wurde, vorgestellt. Diese befassten sich mit der stochastischen Betrachtung der Leiterseilbelastung von Freileitungen ([17], Heft 36, 1982, W. Lange und H.-J. Wismar] und der Erhöhung der zulässigen Strombelastbarkeit von Betriebsmitteln in HS-Anlagen ([17], Heft 36, 1982, K.-H. Friebe). Zudem stellte G. Stegemann den Stand der „Anwendung wahrheitsorientierter und strategischer Betrachtungsweisen auf Strombeanspruchungen von Elektroenergieversorgungsanlagen“ vor ([17], Heft 36, 1982).
- Anlass der Arbeiten waren Überlegungen für die technisch-wirtschaftlich effiziente Auslegung und Belastbarkeit der Betriebsmittel des Verbundnetzes vor dem Hintergrund der hohen Investitionskosten und ihrer langen Nutzungsdauer; aber auch der limitierten finanziellen und materiellen Ressourcen der DDR-Planwirtschaft.
- Insbesondere am erstgenannten Beitrag interessant ist die heute unter den Begriffen FLM (Freileitungsmonitoring) bzw. WAFB bekannte witterungsabhängige Freileitungsbelastbarkeit. Diese rückte tatsächlich erst 30 Jahre später mit der dena-Netzstudie II von 2010 in den Fokus der Netzplanung und Systemführung des Übertragungsnetzes.
- Bemerkenswert an den o. g. Artikeln ist, dass die statistische Auswertung mehrjähriger meteorologischer Messwerte, inkl. der Korrelation zwischen Temperatur und Wind, zu einer Dreiteilung des ostdeutschen Verbundnetzes hinsichtlich witterungsabhängiger Strombelastbarkeit führte (Küstenstreifen, Binnentiefland und Vorgebirgsland).

⁶⁵ Das KKW Stendal, mit dem geplanten 380-kV-Netzanschluss im ebenfalls geplanten UW Schwarzholz – das UW hätte zwischen den heutigen UW Stendal/West und Perleberg, nördlich des geplanten KKW-Standortes bei Arneburg, gelegen – sollte mit 4 x 1.000 MW (Reaktortyp WWER-1000/320) eines der größten deutschen KKW werden. Der Bau der ersten beiden Blöcke begann Ende 1982 bzw. Ende 1984 und wurde unvollendet am 01.03.1991 mit dem gesamten KKW-Projekt eingestellt. Im UW Schwarzholz wurden lediglich Teile der geplanten 110-kV-Schaltanlage für die Baustromversorgung des KKW-Neubaus errichtet und in Betrieb genommen.

Im Jahr 2010 kam die dena-Netzstudie II für das deutsche Übertragungsnetz zu einer analogen Aufteilung, die bis 2020 Grundlage der Einteilung der Freileitungen in die Regionen der witterungsabhängigen Strombelastbarkeit gemäß ÜNB-Planungsgrundsätze für die planerische FLM- bzw. WAFB-Anwendung war (Bild 23). Im Ergebnis weiterer Analysen wurde diese Einteilung ab Juli 2020 auf neun Regionen verfeinert.



Bild 23: Einteilung Deutschlands in Regionen der witterungsabhängigen Strombelastbarkeit von Freileitungen

© „Grundsätze für die Ausbauplanung des deutschen Übertragungsnetzes“ der vier ÜNB, Juli 2018

- 1981 ff. Bau und Inbetriebnahme der 220-kV-Freileitung Lubmin – Lüdershagen (Baujahr 1981) zur Leitungsabführung des KKW Lubmin (Werk I) mit erstmaligem Einsatz der neuen Baureihe P_{spez} mit einer stärkeren Leiterbeseilung von $2 \times 380/50 \text{ mm}^2$ AlSt pro Phase. Optisch angelehnt an das bekannte Donaumastbild der 380-kV-Freileitungen war sie eine Weiterentwicklung der 220-kV-Eislast-Baureihe P. Die gleiche Baureihe kam auch auf Bentwisch – Güstrow (Baujahr 1985) und Bentwisch – Lüdershagen (Baujahr 1984) zum Einsatz, auf letztgenannter allerdings mit einer abweichenden Beseilung von $2 \times 240/40 \text{ mm}^2$ AlSt pro Phase. [17] [22]
- Da diese Baureihen nur über eine Erdseilspitze mit zwei übereinander angeordneten Erdseilen verfügten, konnte mit ihnen keine Freileitungsschutzstrecke realisiert werden. Ab 1983 wurden daher die neuen 220-kV-Mastbaureihen S und T entwickelt. Beide hatten ebenfalls ein Donaumastbild und die o. g. stärkere Beseilung; zudem verfügte die Baureihe T über eine Erdseiltraverse für zwei Erdseile ([17], Heft 44, 1987, D. Nitzsche). Erst- und letztmalig zum Einsatz auf einer kompletten Freileitung kam die Baureihe T auf der 220-kV-Leitung Wolframshausen – Vieselbach (Baujahr 1988). Ein Einsatz der Baureihe S ist dem Verfasser nicht bekannt.
- 1983 Am 07.07. ereignete sich im ZUW Lauchstädt eine Störung infolge eines Blitzeinschlags, die zum Ausfall großer Teile der dort angeschlossenen Chemieversorgung führte. In Auswertung dieser Störung wurde entschieden, Neuanlagen fortan mit einem Pri- [17]

märblitzschutz (Blitzauffangstangen auf den Portalen und fallweise Blitzschutzmasten) auszurüsten und bestehende Anlagen damit nachzurüsten. Als erste Anlage wurde 1984 das ZUW Neuenhagen innerhalb von nur 7 Wochen im laufenden Betrieb mit insgesamt 55 Blitzauffangstangen (BAS) ausgerüstet, davon 12 BAS in der 110-kV-, 27 BAS in der 220-kV- und 16 BAS in der 380-kV-Schaltanlage (*Dr. F. Berger und [17], Heft 44, 1987, Dr. G. Stegemann*).

Ironie des Schicksals: Die ersten im ZUW Neuenhagen nachgerüsteten Blitzauffangstangen waren nur ungenügend gegen windbedingte Ermüdungserscheinungen dimensioniert. Das Abknicken einer Blitzauffangstange leitete einen 380-kV-Sammelschienenkurzschluss ein (Dr. F. Berger).

- 1986 Aufgrund des fehlenden Sammelschienenenschutzes führte ein nicht in Schnellzeit abgeschalteter 220-kV-Sammelschienenfehler im 220/110-kV-UW Dieskau (ehem. UW-Standort, 1938 mit der „Reichssammelschiene“ entstanden) zu einem weiteren großflächigen Ausfall in den von dort versorgten Chemienetzen. Da das EAW Berlin-Treptow keinen Sammelschienenenschutz liefern konnte, kam daraufhin ein „NSW-Import“ von der Fa. BBC zum Einsatz (*Dr. F. Berger*).
- 1986-1988 Untersuchung und Aufbau einer Lichtwellenleiter-(LWL-)Versuchsstrecke zur Signalübertragung auf einer der beiden damaligen 220-kV-Doppelleitungen Erfurt/Nord – Vieselbach (rd. 7 km) mit LWL-Befestigung am Erdseil (*[17], Heft 43, 1987, C. Bering und S. Forbriger*). [17]
- 1986 Inbetriebnahme der Batteriespeicheranlage der Bewag im Okt. 1986 nach 18monatiger Bauzeit im HKW Steglitz zur Frequenzstabilisierung im Inselnetz Westberlins auf 50 Hz $\pm 0,2$ Hz. [27] [28]
- Daten: 17 MW ($\pm 8,5$ MW) als Spitze über 20 min, 14 MWh, min. ... max. Leistungsgradient 5 ... 12 MW/s, Aufbau mit 2 x 8,5-MW-Einheiten (insges. 12 Stränge mit je 590 Bleiakumulatoren je Strang, in Summe 7.080 Stück) über je 2 x 6-Puls-Wechselrichter (1.200 V DC) und Netzanschluss mit zwei Stromrichtertransformatoren an die 30-kV-AC-Anlage des HKW Steglitz; Kosten rd. 23 Mio. DM.
- Die Außerbetriebnahme der Batteriespeicheranlage erfolgte Ende 1994 nach der Inbetriebnahme der 380-kV-Leitung Wolmirstedt - Teufelsbruch am 07.12.1994 und damit der Beendigung des Inselnetzbetriebes Westberlins.*⁶⁶
- 1986/1987 Im Winter 1986/87 herrschte in weiten Teilen der DDR eine extreme Kälte, bei der einerseits ein erhöhter Kohle- und Strombedarf und andererseits die bekannten Probleme bei der Brennstoffversorgung der Braunkohle-KW auftraten. Am 14.01.87 kam es zudem zur Havarie von Block 13 im KW Boxberg⁶⁷, bei dem der Generator völlig zerstört wurde und ein Brand mit enormer Hitze auftrat, der das Maschinenhaus zum Einsturz brachte – wie durch ein Wunder kam es nicht zu Todesfällen. Der Brand griff auf das benachbarte Maschinenhaus von Block 14 über, der sich über die Not-Abschaltung vom Netz trennte. Damit fehlten 1.000 MW Erzeugungsleistung der ohnehin bekannt knappen Erzeu-

⁶⁶ In [28] wird das von Krämer fälschlicherweise als „Aufnahme des Parallelbetriebes des Westberliner Netzes mit dem westeuropäischen Verbundnetz (UCTE-Netz)“ bezeichnet. Dieser erfolgte aber erst am 13.09.1995 mit der „elektrischen Wiedervereinigung Deutschlands“ inkl. UCPTE-Anschluss nach Fertigstellung der 3. innerdeutschen VEAG-Kuppelleitung von Vieselbach (Thüringen) nach Mecklar (Hessen).

⁶⁷ In [24], S. 17/18, wird diese im Interview mit Knaack von den Autoren irrtümlich als „Boxberg-Havarie von 1986“ bezeichnet.

gungskapazitäten der DDR.

Ursache der Havarie war einerseits das Versagen des netzseitigen Leistungsschalters in der Schaltanlage Bärwalde, bei dem ein Pol infolge vereisten Kondenswassers nicht ausschalten konnte und damit den Generator, der abgeschaltet werden sollte, rückwärts einphasig unter Spannung hielt. Andererseits hatten die DDR-üblichen Sparzwänge dafür gesorgt, dass auf den sonst üblichen Generator-Leistungsschalter aus Kostengründen (NSW-Import von SF₆-Schaltern) verzichtet wurde. Die für diese technische (Spar-)Lösung erforderliche Anpassung der Schutztechnik hätte den Einsatz eines sog. Rück- oder Nullstromrelais erfordert, das in diesem Fall für das selektive Trennen des Generators vom Netz gesorgt hätte. Aber auch diese waren NSW-Importe und die DDR-eigene Entwicklung und Produktion im EAW Berlin-Treptow hinkte dem Bedarf hinterher.

- 1987- Inbetriebnahme des GTKW Thyrow I (4 x 37 MW) 1987 nach rd. 9 Monaten Bauzeit und [17]
 1991 Thyrow II (4 x 38 MW) 1989 – als Besonderheit in Eigentum und Zuständigkeit des Netzbetreibers VE Kombinat Verbundnetze ([17] Heft 45, 1988, H. Knaack). [22]

Nach der Stilllegungsanzeige in 2016 wurde für die Blöcke A-E ab Dez. 2016 die Systemrelevanz durch 50Hertz festgestellt (Notwendigkeit für das Schwarzstartkonzept / den Netzwiederaufbau). Die Blöcke F-H wurden Ende 2016 endgültig stillgelegt.

Das GT(H)KW Berlin-Nord bzw. Ahrensfelde (4 x 38 MW; typgleich zu Thyrow II) wurde, ebenfalls unter Regie des VE Kombinat Verbundnetze vorbereitet und 1990/91 in Betrieb genommen – allerdings ohne den ursprünglich geplanten „(H)eiz-“ Teil für die Fernwärmeauskopplung, da der notwendige Anschluss an das Ostberliner Fernwärmenetz nach der Wende nicht mehr hergestellt wurde.

Das GTKW Ahrensfelde ist aktuell vorläufig stillgelegt (mit Stilllegungsanzeige lt. BNetzA-KW-Liste, Stand 19.11.2018).

- 1988 (07.03. und 21.04.) Vertrag zwischen der PreußenElektra (BRD), Bewag (Westberlin) und DDR-Außenhandelsgesellschaft Intrac über den Bau einer 380-kV-Leitung von Helmstedt (BRD) über Wolmirstedt (DDR) nach (West-)Berlin und einer Hochspannungs-Gleichstrom-Kupplung (HGK) in Wolmirstedt⁶⁸ zur Kopplung mit dem asynchronen 220-kV-Netz der DDR inkl. Stromlieferungen (sog. „EEÜE (Elektroenergieübertragungseinrichtung) -Vertrag“). [22]
 [24]
 [26]
 [29]
 [30]

Ziele waren für Bewag die Beendigung der seit 1952 bestehenden „Strominsel Berlin“, die für die Bewag mit hohen Kosten verbunden war (inkl. der damals höchsten Strompreise im Bundesgebiet), für die PreußenElektra der Absatz von Überkapazitäten im Erzeugungsbereich und für die DDR die Sicherung zusätzlicher Stromlieferungen zur Abmilderung der chronischen Energieknappheit.

Nach [29] belief sich das geplante Investitionsvolumen auf über 300 Mio. D-Mark für „die neue 200 km lange Stromtrasse von Helmstedt über Magdeburg nach West-Berlin“ mit einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 1992. Die Inbetriebnahme verzögerte sich auf Ende 1994 insbesondere aufgrund genehmigungsrechtlicher Auflagen zur Verkabe-

⁶⁸ Planungsdaten der HGK (Auswahl): 600 MW Nennleistung, min. 60 MW, 690 MW Überlast (dauernd zulässig), Leistungsänderungsgeschwindigkeit 3...200 MW/s. Für die Stromrichtertransformatoren waren Einphasen-Dreiwickler vorgesehen und wegen der Fremdschichtbelastung am Standort (Salzstaub aus dem benachbarten Kaliwerk Zielitz) SF₆-Innenraumschaltanlagen. *Anmerkung des Verfassers zur Fremdschichtbelastung: Die 380-kV-Anlage des damaligen ZUW Wolmirstedt verfügte über eine auf den Portalen montierte Beregnungsanlage, wie sie aus der Landwirtschaft bekannt ist. Bei Überschreitung des Grenzwertes der permanent gemessenen Ableitströme an den Isolatoren wurde die Beregnungsanlage aktiviert, um den (leitfähigen) Salzstaub abzuwaschen.*

lung in (West-)Berlin (Abschnitt Teufelsbruch – Reuter). Für die Bewag ergab dies nach [26] eine Kostensteigerung um rd. 385 Mio. D-Mark im Vergleich zur kompletten Freileitungs-Planung mit ursprünglich geplanten Kosten von nur rd. 80 Mio. D-Mark.

Nach dem Fall der Mauer und der absehbaren politischen und „elektrischen“ Wiedervereinigung Deutschlands erfolgte unmittelbar nach der Währungs-, Wirtschafts- und Sozialunion am 1. Juli 1990 der Baustopp für die HGK Wolmirstedt. Zum Zeitpunkt des Baustopps war die Stromrichterhalle im Rohbau fertiggestellt.

Die Anlagenteile – ohne die als Einphaseneinheiten geplanten Stromrichtertransformatoren – wurden zum Aufbau der GKK⁶⁹ Etzenricht (damalige Bayernwerk AG) für die Kopplung mit dem asynchronen tschechischen Stromnetz verwendet (Betrieb: Jan. 1993 – Okt. 1995, Stilllegung nach dem UCPT-ES-Synchronanschluss des tschechischen bzw. CENTREL-Stromnetzes am 18.10.1995).

- 1989 (03.10.) Aufnahme des Richtbetriebes – sowohl in West-Ost- als auch Ost-West-Richtung – auf der 380-kV-Leitung Helmstedt (BRD) – Wolmirstedt (DDR)⁷⁰, davon anfangs ein Stromkreis mit 220 kV im Richtbetrieb West → Ost aus dem KW Offleben C bei Helmstedt nach Wolmirstedt bzw. Ost → West aus dem KW Lübbenau über Ragow und Wolmirstedt nach Helmstedt (Bild 24). [22]
[24]
[30]

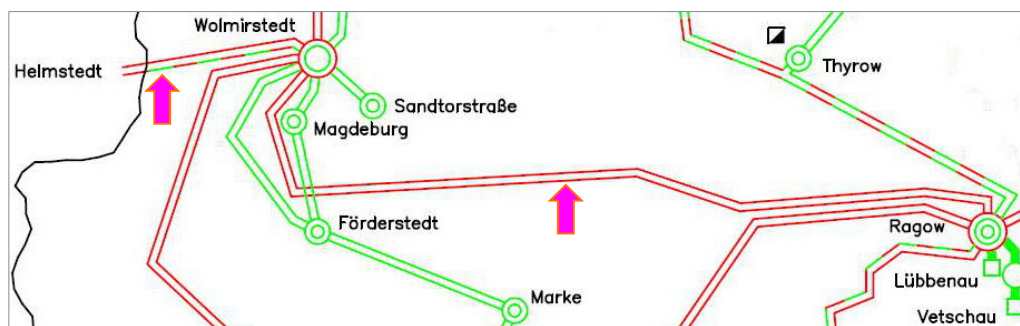


Bild 24: 220-kV-Richtbetrieb West → Ost (Helmstedt - Wolmirstedt) bzw. Ost → West (Ragow - Wolmirstedt - Helmstedt)
380/220-kV-Netzkarte VEAG (Auszug), 1990

Zuvor erfolgten für den 220-kV-Ost-West-Richtbetrieb netztechnische Analysen um sicherzustellen, dass, aufgrund der großen Leitungslänge (und damit hohen kapazitiven Ladeleistung) von Ragow über Wolmirstedt nach Helmstedt (rd. 260 km), die sog. (kritische) Selbsterregung der für den Richtbetrieb vorgesehenen 100-MW-Generatoren des KW Lübbenau sicher ausgeschlossen werden kann.

- 1989 Freigabe des Dauerbetriebs des „Schaltanlageninformationssystem für Hochspannungsanlagen“ (SIS/HS) mit erstmaliger Anwendung digitaler Prinzipien, Lichtwellenleitertechnik und Mikroprozessoren im 380/110-kV-UW Schmölln. [31]

⁶⁹ GKK – Gleichstrom-Kurzkupplung

⁷⁰ Die spätere erste innerdeutsche Kuppelleitung der VEAG.

2.7 Jahre 1990 – 2000

Nach der politischen Wende am 09.11.1989 und der deutschen Wiedervereinigung am 03.10.1990 stand für das ostdeutsche Verbundnetz die „elektrische Wiedervereinigung“ inkl. UCPT-Netzanschluss auf der Agenda. Dafür musste das gesamte Elektroenergiesystem, insbes. aber die Kraftwerke mit Netzanschluss am HöS-Netz sowie das Verbundnetz selbst, fit gemacht werden.

Im Verbundnetz musste zugleich eine Netzstrukturoptimierung bzw. -straffung umgesetzt werden, da mit dem Niedergang der z. T. sehr stromintensiven ostdeutschen Industrie die Nachfrage stark zurückging. So trat bei der VEAG-Jahreshöchstlast allein von 1990 auf 1991 ein Rückgang um rd. 25 % auf (von 14.422 auf 10.774 MW_{brutto}, Bild 25). Auch der VEAG-Stromabsatz sank von 1990 auf 1991 in vergleichbarer Höhe um rd. 27 % (von 69.818 auf 51.087 GWh inkl. Abgabe an Verbundpartner). Bis Mitte der 1990er Jahre sanken beide Kennziffern weiter ab, bevor sie sich stabilisierten.

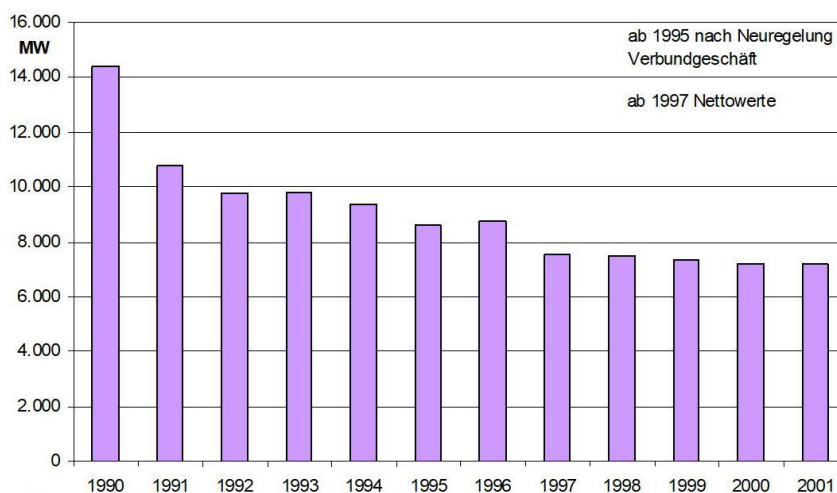


Bild 25: Entwicklung der VEAG-Jahreshöchstlast 1990 – 2001

© VEAG

Dies führte auch dazu, dass ineffiziente (im Regelfall Blöcke thermischer KW kleiner 500 MW mit HöS-Netzanschluss inkl. aller mit 220-kV-Netzanschluss) und wirtschaftlich nicht auf die neuen Umweltstandards nachrüstbare Kraftwerke stillgelegt sowie Neubau-KW und später -PSW ausschließlich am 380-kV-Netz angeschlossen wurden (Bild 26 und 27).

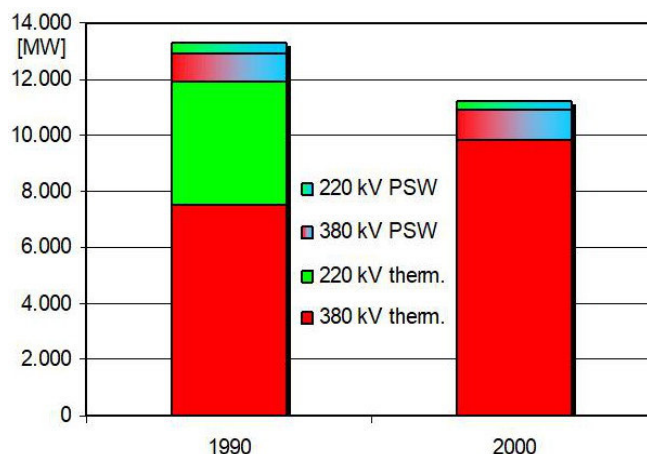


Bild 26: Entwicklung der VEAG-Kraftwerksleistung 1990 – 2000 (Summe inkl. KW-Stilllegungen, KW-Neubauten und -Upgrade)

© VEAG

Zu nennen sind hier folgende Neubau-KW inkl. Realisierung ihrer 380-kV-Netzanschlüsse/Leistungsabführungen:

Braunkohle: Schkopau Block A und B je 450 MW in 1995/96⁷¹, Schwarze Pumpe Block A und B je 800 MW in 1997/98, Boxberg Block Q 900 MW in 2000, Lippendorf Block R und S⁷² je 920 MW in 1999/2000 sowie

Steinkohle: Rostock 1 x 553 MW in 1994⁷³.

Das 380-kV-Netz und die 380/110-kV-Direktabspannung wurden verstärkt ausgebaut, das 220-kV-Netz und die unwirtschaftliche Doppelumspannung von 380/220 kV auf 220/110 kV zunehmend zurückgedrängt. Mit diesen Maßnahmen wurde zugleich die Senkung der im Vergleich zu den Verbundunternehmen in den alten Bundesländern höheren Übertragungsverluste in Angriff genommen. Diese lagen, u. a. wegen der bestehenden Netz- und ungünstig verteilten Erzeugungsstruktur und insbes. der z. T. recht großen Entfernungen zwischen Erzeugung und Verbrauch, bei ca. 3,5 % gegenüber ca. 2 % bei den Verbundunternehmen in den alten Bundesländern, die dem „Prinzip der lastnahen Erzeugung“ nachkommen konnten [34].

In den 1990er Jahren bis in die Mitte der 2000er Jahre wurden im Bereich der ehem. VEAG rd. 500 Trassen-km 380-kV-Leitungen neu gebaut, dafür aber auch rd. 1.000 Trassen-km 220-kV-Leitungen zum Großteil rückgebaut (u. a. für den 380-kV-Leitungsneubau) bzw. zur 110-kV-Nachnutzung an Regional-EVU veräußert. Anlage 5.3 gibt einen Überblick über die Außerbetriebnahme von Leitungstrassen.

Im Zuge der Netzstrukturstraffung und des 380-kV-Leitungsneubaus wurden zahlreiche Umspannwerke und Schaltanlagen der ehem. VEAG neu gebaut und ertüchtigt (inkl. Übergang auf den Bau von Anlagen mit Rohr- statt Seil-Sammelschienen, dem Verzicht auf Umgehungsschienen sowie höherer Dauerstrom- und Kurzschlussstrombelastbarkeit). So wurden allein an 380-kV-Anlagen bis Ende 2005 einundzwanzig Anlagen an bestehenden und neuen Standorten mit Rohr-Sammelschienen neu gebaut und vier bestehende Anlagen mit Rohr-Sammelschienen ertüchtigt (Auflage auf den Stützern der ehem. Sammelschienen-Trennschalter). Zu diesem Zeitpunkt waren nur noch die Anlagen Lubmin, Neuenhagen, Ragow und Wolmirstedt „klassische“ 380-kV-Anlagen mit Seil-Sammelschienen. Hinzu kamen vier Anlagen mit Sonderbauformen (Einfach- und Doppelstich sowie H-Schaltung). Dagegen wurde mit der Netzstrukturstraffung das Ende für zahlreiche 220-kV-Anlagen eingeläutet.

Nach 1990 wurden, bis auf punktuelle Umbauten (Leistungsverlegungen wegen Tagebauerweiterungen) bzw. „Ersatzbauten“ (u. a. Beseitigung von Sturmschäden), keine neuen 220-kV-Netzleitungen mehr errichtet (Ausnahme: die nur einsystemige, wenige Kilometer lange Anschlussleitung des Stahlwerkes Thüringen).

Die Schutztechnik, in der die Elektromechanik dominierte, wurde sukzessive mit der Ertüchtigung und dem Neubau der Anlagen auf Digitalschutz umgestellt. Steigende Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Nachrichtentechnik und -wege führten zu einer grundlegenden Umrüstung auf ein digitales Übertragungsnetz mit LWL- und Richtfunkstrecken. In der Steuerung und Überwachung der Anlagen wurde schrittweise mit deren Ertüchtigung und Neubau auf digitale Stationsleittechnik inkl. unbesetztem Betrieb umgestellt. Bis Ende 2005 war im Bereich der ehem. VEAG die Fernsteuerbarkeit aller Anlagen weitgehend abgeschlossen, was insgesamt zur verstärkten Frei- und Umsetzung des nicht mehr für den Schalterdienst vor Ort benötigten Personals führte.

⁷¹ Heute im Eigentum der Uniper Kraftwerke GmbH und der Saale Energie GmbH. Besonderheit ist die Leistungsbereitstellung für die deutsche Bahn über einen separaten Generator 110 MW / 16,7 Hz und die Bereitstellung von Strom und Dampf (KWK) für die benachbarte chemische Industrie.

⁷² Block S war bzw. ist der sog. „Südpartner-Block“ im Eigentum der EnBW (Inbetriebnahme 1999).

⁷³ Kraftwerks- und Netzgesellschaft mbH (KNG), heutiger Eigentümer EnBW.

Für den infolge der „elektrischen Wiedervereinigung“ erfolgenden Synchronanschluss des VEAG-Netzes an das westeuropäische UCPTE-Netz mussten, neben umfangreichen Anpassungen im KW-Bereich, im Netzbereich neben dem dafür notwendigen Neubau der Kuppelleitungen u. a. auch die Anforderungen an die Spannungshaltung erfüllt werden. So wurde ein Blindleistungskonzept erstellt und umgesetzt, das u. a. vorsah, mit umfangreichen Nachrüstungen von Kompensationsdrosselspulen einen Kompensationsgrad von rd. 50 % bezogen auf die Ladeleistung des leerlaufenden Übertragungsnetzes zu erreichen.

Beginnend ab Ende 1992 wurden in den 1990er Jahren fast alle 110-kV-Schaltanlagen in den damaligen VEAG-Umspannwerken an die regionalen EVU (heutige VNB) verkauft; z. T. verbunden mit einem Personalübergang. Ausgenommen wurden 110-kV-Anlagen, in denen zwei EVU angeschlossen waren (Güstrow, Perleberg, Förderstedt und Neuenhagen) bzw. die stillgelegt wurden (Erfurt/Nord).



Bild 27: Entwicklung der VEAG-Kraftwerksleistung 1990 – 2000

© VEAG

Stilllegungen in hellgrau, Neubau und Upgrade von Braunkohle-KW in altrosa und
Neubau-Steinkohle-KW in dunkelgrau sowie

Stilllegungen der hier nicht dargestellten, da nicht zur VEAG gehörenden, KW Schwarze Pumpe IV
(4 x 110 MW, ehemals 220-kV-Netzanschluss im UW Graustein) und KKW Lubmin (je 4 x 220 MW an 220 und 380 kV)

- 1990 Vor der Gründung der VEAG verfügte das ostdeutsche 380/220-kV-Verbundnetz Ende 1989 (KVE) bzw. Anfang 1990 (VENAG) über [32]
[33]
- 51 Standorte von Umspannwerken und Schaltanlagen, davon 43 eigene (41 Umspannwerke und 2 Schaltanlagen) plus 8 Anlagen Dritter⁷⁴, [34]
 - 35.630 MVA Transformatorenleistung (380/220 kV: 13.040 MVA in 7 UW, 380/110 kV: 2.500 MVA in 4 UW und 220/110 kV: 20.090 MVA in 37 UW) – ohne Reservetransformatoren und Transformatoren Dritter [35]
 - rd. 10.970 km Stromkreislänge (Bauart 380 kV: 5.085 km / Betrieb 380 kV: 4.460 km, Bauart 220 kV: 5.885 km / Betrieb 220 kV: 6.510 km inkl. 625 km mit 220 kV betriebener 380-kV-Leitungen). [36]
- Für die Kompensation der Ladeleistung der Freileitungen konnte 1989 die damalige Staatliche Hauptlastverteilung (SHLV) zur Spannungshaltung netzseitig nur auf eine 380-kV-Drossel (165 Mvar) in der Schaltanlage des KKW Lubmin und neun 30-kV-Drosseln (50 Mvar) an den 380/220-kV-Transformatorenbänken in Neuenhagen, Ragow und Röhrsdorf zugreifen.
- Das war bis zu diesem Zeitpunkt noch kein allzu großes Problem, da, bis auf den Nordraum, eher Probleme mit viel zu niedrigen Spannungen, v. a. im Südwesten des ostdeutschen Verbundnetzes, auftraten. Aber bereits ab Frühjahr 1989 mussten bspw. an sehr lastschwachen Wochenenden (insbes. Pfingsten) über 600 Stromkreis-km zur Einhaltung der Isolationsspannungsgrenzen ausgeschaltet werden. Mit dem industriellen Niedergang in den ostdeutschen Bundesländer ab 1990 verschärfte sich das Spannungsproblem immens, sodass auch in Vorbereitung des UCPT-ES-Synchronanschlusses mehrere hundert Mvar an Drosselleistung in den frühen 1990er Jahren nachgerüstet werden musste (siehe auch folgender Punkt).⁷⁵
- 1991 Zu Ostern (29.03. – 01.04.) trat eine extreme Schwachlast auf, in deren Folge zur Beherrschung der Spannungsverhältnisse, bei gleichzeitigem Erhalt der (n-1)-Sicherheit, [36]
- rd. 2.900 km 380-kV-Stromkreise (rd. 65 % des Leitungsbestandes) und
 - rd. 1.250 km 220-kV-Stromkreise (rd. 20 % des Leitungsbestandes)
- abgeschaltet werden mussten; damit konnte die Ladeleistung des Netzes um rd. 2.500 Mvar reduziert werden. Erschwerend kam hinzu, dass die 380-kV-Drossel in Lubmin wegen einer Havarie seit Nov. 1990 nicht mehr zur Verfügung stand. Darüber hinaus mussten auch noch vier 380-kV-Anlagen (Güstrow, Wolmirstedt, Vieselbach und Streumen) und zwei 220-kV-Anlagen (Bentwisch und Lüdershagen) komplett vom Netz genommen werden. Dennoch konnte nicht verhindert werden, dass im spannungskritischen 220-kV-Nordraum zeitweilig die Isolationsspannungsgrenze von 245 kV überschritten wurde.

⁷⁴ Anlagen Dritter: 220-kV-UW Brandenburg/West, Hennigsdorf und EKO-U200 der Stahlwerke in Brandenburg, das 220/110-kV-UW Wuhlheide des Energiekombinates Berlin, die 220/110-kV-UW Hagenwerder (KW) und Niederwartha (PSW) und die 380-/220-kV-Anlage Markersbach (PSW) in Sachsen sowie die 380-/220-kV-Anlagen Lubmin (KKW Nord) in Mecklenburg-Vorpommern. Mit der VEAG-Gründung am 12.12.1990 gingen die Anlagen Hagenwerder, Niederwartha und Markersbach zum Netzbereich über. Die Anlagen in Lubmin wurden im Juni 1994 von den Energiewerken Nord (EWN) an VEAG verkauft. Die Anlage Wuhlheide folgte erst 2002 als „Mitgift“ der Bewag mit der Bildung von Vattenfall Europe.

⁷⁵ Bis die Drosselnachrüstungen Wirkung entfalteten, waren Leitungsausschaltungen in Schwachlastzeiten an der Tagesordnung (der untererregte, spannungssenkende Betrieb der dann noch am Netz befindlichen Kraftwerke und PSW sowieso). Besonders kritisch war die sog. Pfingstschwachlast, zu der v. a. massive Leitungsausschaltungen bis an die Grenze der betrieblichen (n-1)-Sicherheit üblich waren. [Verfasser]

In Vorbereitung der im Regelfall noch kritischeren Pfingstschwachlast wurden daraufhin zahlreiche netzseitige Ad hoc-Maßnahmen geprüft, von denen dann das gegenläufige Stufen parallel geschalteter Transformatoren, um damit spannungssenkende Blindleistungsringflüsse/-verbräuche zu erzwingen, eingesetzt wurde.

Zudem wurde in den Jahren 1991/92 die 380-kV-Schaltanlage Lubmin zeitweilig komplett vom Netz genommen und dafür die 380-kV-Leitungen Lubmin – Wolmirstedt und Lubmin – Neuenhagen auf die Leitungszüge Güstrow – Pkt. Grabowhöfe – Wolmirstedt und Malchow – Pkt. Buch – Neuenhagen verkürzt, damit das Netz von Ladeleistung entlastet. Die notwendige Eigenbedarfssicherung des stillgelegten KKW Lubmin erfolgte unverändert weiter über die 220-kV-Schaltanlage (ein 220/6-kV-Blocktransformator) und mit 110 kV des regionalen EVU.

Im „Blindleistungs- bzw. Drosselkonzept“ nach [36] wurden zudem u. a. die mittelfristig angelegten (Investitions-) Maßnahmen, auch in Vorbereitung des UCPT-Verbindungsanschlusses der VEAG, ermittelt und nachfolgend umgesetzt (siehe Drosseleinsatz 2000).

- 1991 (20.12.) Inbetriebnahme⁷⁶ der 380-kV-Leitung Redwitz (Bayern) – Remptendorf (Thüringen) zunächst mit 220 kV, bis 1995 als zeitweiliger Richtbetrieb. Damit war die spätere zweite innerdeutsche Kuppelleitung der VEAG fertiggestellt. [22] [24]
- 1992 In Vorbereitung auf den Parallelbetrieb mit dem UCPT-Netz wurde in der Zentralen Steuerungsstelle (Systemführung) des VEAG-Netzes ein neuer Zentralregler in Betrieb genommen, der mit dem Netzkennlinienverfahren arbeitete. Er war so konzipiert, dass er alternativ zur reinen Frequenzregelung oder zur reinen Leistungsregelung eingesetzt werden konnte. [11]
- 1992 (01.12.) Inbetriebnahme einer 110-kV-Notverbindung zwischen dem ehem. Ost- und Westteil Berlins. Der ehem. Westteil wurde damit bis zur „Elektrischen Wiedervereinigung“ 1995 Bestandteil des osteuropäischen Verbundnetzes inkl. dessen üblichen, negativen Abweichungen von der 50-Hz-Netznennfrequenz⁷⁷. [20] [22] [26] [38]
- So wurde nach [38] bereits nach nur drei Wochen am 22.12.1992, 24:00 Uhr, eine Abweichung von (minus) 24 Minuten und 6 Sekunden im Vergleich zur astronomischen Zeit festgestellt.
- Die Übertragungskapazität der Notverbindung betrug max. 300 MW über drei 110-kV-VPE-Kabelsysteme mit rd. 2 km Länge zwischen dem UW Otto-Nuschke-Straße (Ostteil Berlins), später umbenannt in UW Jägerstraße, und dem UW Mitte (Westteil Berlins).
- Wie es bereits der Name „Notverbindung“ sagt, war sie nicht für einen dauerhaften, größeren Stromaustausch zwischen den Netzen im Osten und Westen Berlins konzipiert. Die Notverbindung diente v. a. zur Absicherung des größten Blockausfalls im ehem. Westteil der Stadt (HKW Reuter West, 2 x 300 MW).

⁷⁶ Am 51. Jahrestag der Inbetriebnahme der ersten 220-kV-Freileitung von Thüringen (Remptendorf) nach Bayern (Ludersheim) als Bestandteil der sog. Reichssammelschiene.

⁷⁷ In [11] S. 143 wird dies fälschlich erst mit der Zuschaltung der 380-kV-Leitung Wolmirstedt – Teufelsbruch in Verbindung gebracht, allerdings auf S. 153 im Interview von H.-B. Tillmann, damaliger Leiter Systemführung VEAG, und in der Zeittafel auf S. 308 richtig dargestellt. Erst ab Anfang 1994 war es mit der Auftrennung des VES-Verbundsystems in mehrere Teilnetze, darunter ein Teilnetz VEAG/CENTREL, möglich, die Frequenz auf 50 Hz durch Einsatz inzwischen primär- und sekundärregelfähiger KW-Blöcke der VEAG und CENTREL zu stabilisieren (Tillmann in [11]).

Dieser Fall trat bereits am 16.12.1992 ein, als der Ausfall von Block D des HKW mit einer aktuellen Einspeise-leistung von 220 MW über die Notverbindung ausgeglichen werden konnte (inkl. eines dynamischen Einschwingvorgangs über 10 s mit einer max. Leistungsspitze von 320 MW).

- 1993 ff. Beginn der KTS-Grundinstandsetzung (KTS-GI) vor allem an 380-kV-Leitungen der damaligen VEAG (Bild 28) – im Regelfall mit komplettem Wechsel der Mastköpfe, der Sanierung/Verstärkung der Mastschäfte sowie Korrosionsschutz und Anstrich (vgl. KTS-Passage 1973-88). [24]



Bild 28: KTS-Grundinstandsetzung (KTS-GI) eines 380-kV-Mastes
© VEAG

- 1993 Einsatz der „Integrierte(n) Leittechnik in Schaltanlagen“ (ILS) mit konzeptioneller Zusammenfassung aller Funktionsbereiche der Sekundärtechnik beginnend im damaligen 220/110-kV-UW Eula. [22] [31]
- Damit wurde im ostdeutschen 380/220-kV-Netz der damaligen VEAG der Technologiesprung von der elektromechanischen Relaischutztechnik zum vollelektronischen Digitalschutz – im Grundsatz ohne Zwischenschritt über die Semi- bzw. Analogelektronik – vollzogen. Mit diesem beginnenden, konsequenten Umstieg auf den Digitalschutz übernahm die VEAG die Vorreiterrolle bei den deutschen ÜNB.*
- 1994/ 220-kV-Direktanschluss für das dritte Elektro-Stahlwerk am Übertragungsnetz im UW [22]
1995 Remptendorf (Stahlwerk Thüringen in Unterwellenborn, seit 2012 zur brasilianischen CSN-Gruppe gehörend); erstmals mit einem leistungsstarken Gleichstrom-Lichtbogenofen⁷⁸.
- 1994 (07.12.) Inbetriebnahme der 140 km langen 380-kV-Leitung Wolmirstedt (Sachsen-Anhalt) – Teufelsbruch (Berlin) und damit Beendigung des seit 05.03.1952 bestehenden „elektrischen Inselnetzbetriebes“ von (West-)Berlin (inkl. Ablösung der o. g. [22] [26] [37]

⁷⁸ Im Gegensatz zu den zuvor genannten Elektro-Stahlwerken Hennigsdorf und Brandenburg mit ihren Drehstrom-Lichtbogenöfen treten bei einem Gleichstrom-Lichtbogenofen technikbedingt keine Probleme mit Flickern auf. Dafür muss hier das Augenmerk auf die Kompensation der durch die AC/DC-Umrichter verursachten Oberschwingungspegel mit entsprechend ausgelegten Filterkreisen gerichtet werden.

110-kV-Notverbindung) durch den Regierenden Bürgermeister von Berlin, Dr. Eberhard Diepgen (Bild 29).



Bild 29: Festakt zur Beendigung des „elektrischen Inselnetzbetriebes“ von (West-)Berlin
© Bewag

1995 (13.09.) „Elektrische Wiedervereinigung“ Deutschlands und Anbindung des VEAG-Netzes (inkl. des damaligen Bewag-Netzes) an das westeuropäische UCPT-Verbundsystem nach Fertigstellung der dritten innerdeutschen 380-kV-Kuppelleitung der VEAG von Vieselbach (Thüringen) nach Mecklar (Hessen) am 08.09.1995. Die zeitliche Verzögerung entstand insbes. durch Genehmigungsprobleme für den Leitungsbau in Hessen. [22] [37]

Die Chronologie der Ereignisse ist nachfolgend dargestellt (Bild 30):

Synchronbetrieb VEAG - CENTREL (bis 09:31 Uhr)				
09:06 Uhr	Ausschaltung	✘	220(380)-kV-Ltg. Vierraden - Krajnik	PSE S.A. (PL)
09:10 Uhr	Ausschaltung	✘	220-kV-Ltg. Hagenwerder - Mikulowa	PSE S.A. (PL)
09:14 Uhr	Ausschaltung	✘	380-kV-Ltg. Kiesdorf - Mikulowa	PSE S.A. (PL)
09:31 Uhr	Ausschaltung	✘	380-kV-Ltg. Röhrsdorf - Hradec	ČEZ a.s. (CZ)
Inselbetrieb VEAG-Netz (09:31 - 09:34 Uhr)				
09:34 Uhr	Einschaltung	✔	380-kV-Ltg. Wolmirstedt - Helmstedt	PreußenElektra
09:35 Uhr	Einschaltung	✔	380-kV-Ltg. Vieselbach - Mecklar	PreußenElektra
09:39 Uhr	Einschaltung	✔	220(380)-kV-Ltg. Remptendorf - Redwitz	Bayernwerk
Synchronbetrieb VEAG - DVG/UCPTE (ab 09:34 Uhr)				

Bild 30: Ablauf der Schalthandlungen zur „elektrischen Wiedervereinigung Deutschlands“ am 13.09.1995

Hinweise:

Die 220-kV-Kuppelleitung Zwönitz – Hradec (CZ) wurde bereits am 11.09.1995 außer Betrieb genommen und später rückgebaut.

Die o. g. ausgeschalteten Kuppelleitungen nach PL und CZ wurden am 18.10.1995 wieder zugeschaltet (siehe nachfolgende Passage).

© VEAG

1995 (18.10.) Parallelschaltung des osteuropäischen CENTREL-Netzes (Tschechien, Ungarn, Polen und Slowakei) an das westeuropäische UCPTÉ-Netz, u. a. über die 380-kV-Leitungen Röhrsdorf – Hradec (CZ) und Kiesdorf – Mikulowa (PL) sowie die 220-kV-Leitungen Vierraden – Krajinik und Hagenwerder – Mikulowa (PL). Damit rückte das VEAG-Netz (inkl. das damalige Bewag-Netz) von einer westeuropäischen Randlage im Osten in eine „elektrisch günstige“ zentrale kontinentaleuropäische Lage⁷⁹. [11] [22]

1996 Am 04.06.1996 erfolgte die Einweihung der bereits im Herbst 1995 fertiggestellten 400-kV-Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage (HGÜ KONTEK) zwischen Bentwisch (Mecklenburg-Vorpommern / damalige VEAG) und Bjæverskov (Seeland/DK / ehem. Elkraft System, heute Energinet.dk) inkl. Beginn des kommerziellen Dauerbetriebes (Bild 31). [22] [39]

Damit wurde das kontinentaleuropäische Netz der damaligen UCPTÉ nach der HGÜ Baltic Cable (Dez. 1994, von Lübeck/Siems nach Kruseberg/Schweden) über eine zweite Verbindung mit dem asynchronen skandinavischen NORDEL-Netz gekoppelt. Daten der HGÜ KONTEK: Länge rd. 170 km (komplett verkabelt, davon nur rd. 50 km Seekabel), 400 kV, monopolar, Übertragungsleistung 600 MW.⁸⁰



Bild 31: HGÜ KONTEK am Standort UW Bentwisch
Konverterhalle mit eingehausten einpoligen Stromrichtertransformatoren (links) und
Beginn der 380-kV-AC-Anlage für die Filterkreise und Drosselspule (rechts)
© ABB

1996 (19.12.) Einstellung der operativen Arbeit der „Zentralen Dispatcherverwaltung“ (ZDV Prag) durch zunehmende Aufsplitterung des VES-Verbundsystems – Abwicklung und offizielles Ende zum Jahresende 2004. [11] [22]

⁷⁹ Der nur wenige Wochen nach dem UCPTÉ-Anschluss der VEAG folgende Synchronanschluss der CENTREL-Länder war ausschlaggebend dafür, dass die „elektrische Wiedervereinigung“ Deutschlands über nur drei der Anfang der 1990er Jahre für einen sicheren und stabilen Verbundanschluss als notwendig ermittelten vier 380-kV-Doppelleitungen erfolgen konnte (Untersuchungen der VEAG mit den Nachbar-ÜNB PreußenElektra und Bayernwerk sowie der RWTH Aachen, Prof. Haubrich).

⁸⁰ Im Gegensatz zu anderen damaligen klassischen (netzgeführten) HGÜ-Verbindungen wurde in Bentwisch neben den zwei üblichen (kapazitiven) 380-kV-Filterkreisen anstelle des sonst üblichen 380-kV-Kondensators zur Kompensation des Blindleistungsbedarfs einer netzgeführten HGÜ als Besonderheit eine 380-kV-Kompensationsdrosselspule mit 100 Mvar eingesetzt. Grund dafür war das sehr hohe Spannungsniveau im lastschwachen Nordraum des damaligen VEAG-Netzes durch die gering belasteten und z. T. sehr langen 380- und 220-kV-Leitungen. [Verfasser]

- 1998 380-kV-Anschluss des UW Eisenhüttenstadt mittels Doppelstich⁸¹ von rd. 7,5 km an die Leitung Neuenhagen – Preilack (regionale Netzstrukturstraffung durch Übergang auf die 380/110-kV-Transformation mit Ablösung der 220-kV-Fremdanlage und 220/110-kV-Abspannung EKO-U200). [22]

Ein Einfach- oder Doppelstich ist vergleichbar mit der T- bzw. Dreibeinanschaltung eines bzw. zweier Stromkreise(s) an den bzw. die Stromkreis(e) einer durchgängigen Leitung, ohne dass diese wie bei einer Einschleifung aufgetrennt wird.

Bei einer Einfacheinschleifung, bspw. für den Anschluss eines neuen UW C, entstehen aus dem zuvor durchgehenden Stromkreis (UW) A – (UW) B die beiden neuen Stromkreise A – C und C – B. Dagegen ist ein Stichanschluss elektrisch und schutztechnisch ein einziges zusammenhängendes Leitungsgebilde mit den drei Endpunkten in den UW A, B und C, das im Fehlerfall auch komplett abgeschaltet wird (bei einer Einschleifung fällt dann nur der betroffene Stromkreis A – C oder C – B aus).

Erstmalig im damaligen VEAG-Netz wurde in die 380-kV-(Stamm-)Leitung Neuenhagen – Preilack ein sog. Kreuztraversenmast am Punkt Fünfeichen für den 380-kV-Doppelstich-Anschluss des Neubau-UW Eisenhüttenstadt eingesetzt. Während die Traversen für die Stammlinie im 90°-Winkel zur Trassenachse stehen, befinden sich die Traversen für den Doppelstich parallel zur Trassenachse (0°). Am Kreuztraversenmast selbst könnte prinzipiell durch das Öffnen der Stromschlaufen eines Stromkreises der Stammlinie der Doppelstich leitungsseitig in eine Einfacheinschleifung umgewandelt werden. Statisch ist ein Kreuztraversenmast so ausgelegt, da er die Zugbelastungen der Leiterseile in drei Richtungen aufnehmen kann.

- 1998 (07.12.) Inbetriebnahme der 380-kV-Kabelverbindung zwischen den Berliner UW Mitte und Friedrichshain der Bewag. Europaweit wurden erstmals 400-kV-VPE-Kabel mit einer Länge von 2 x 6,5 km eingesetzt (Doppelkabelanlage mit Einleiterkabeln; Tunnel 6,3 km). [11]
[20]

Ebenfalls Einsatz von VPE-Kabeln in der nachfolgend genannten 380-kV-Verbindung Marzahn – Friedrichshain (2 x 5,4 km; Tunnel 5,2 km).

⁸¹ Die 380-kV-Anlage Eisenhüttenstadt wurde aus Kostengründen als Doppelstich mit kombinierten Leitungs-/Transformator-Schaltfeldern konzipiert. Im Anlagenraster/-layout wurde aber eine spätere Ausbaumöglichkeit zur Sammelschienen-Anlage, u. a. wegen der Option eines dritten Interkonnektors nach Polen, berücksichtigt – vgl. dazu 380/110-kV-UW Zwönitz (Jahr 2001).

2.8 Jahre 2000 – 2010

Das Inkrafttreten des „Erneuerbare-Energien-Gesetzes“ (EEG) am 01.04.2000 war eine gesetzliche Initialzündung für den Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen und damit letztlich der Ausgangspunkt für die deutsche Energiewende. Das EEG löste einen regelrechten Boom beim Ausbau der „grünen“ Stromerzeugung, allen voran die Windenergie (zuerst an Land) und Photovoltaik, aus.

In Ostdeutschland waren die Länder Brandenburg und Sachsen-Anhalt die Vorreiter des Windenergieausbaus. Im bundesdeutschen Ranking der installierten EE-Leistung lagen sie an der Spitze der „Binnenländer“, direkt hinter Schleswig-Holstein und Niedersachsen mit ihrer geografisch günstigeren Küstenlage. Im ostdeutschen Übertragungsnetz mussten in diesen Jahren zunächst die vertikalen Übertragungskapazitäten, vor allem Transformatoren zur Aufnahme von EE-Strom aus nachgelagerten Verteilungsnetzen, verstärkt ausgebaut werden. Zudem wurden die ersten Direktanschlüsse von Windparks am Übertragungsnetz realisiert. Bereits 2005 wurde eine Einspeiseleistung von 5.000 MW aus Windenergieanlagen an Land (Onshore) im Osten Deutschlands überschritten, 2012 waren es bereits mehr als 10.000 MW (Basis: Hochrechnungswerte als ¼-h-Leistungsmittelwerte).

Nachdem Ende der 1990er Jahre noch Überlegungen zum technisch-wirtschaftlich notwendigen Umfang des ostdeutschen Übertragungsnetzes, u. a. vor dem Hintergrund der stagnierenden Nachfrage, angestellt wurden (mit den sog. „Zielnetzstudien“ der RWTH Aachen, Prof. Haubrich, die sogar u. a. die Außerbetriebnahme von 380-kV-Leitungen vorsahen), erfolgte Anfang der 2000er Jahre ein Umdenken. Es wurde relativ schnell klar, dass mit dem EE-Ausbau auch die horizontalen Übertragungskapazitäten (Leitungen zum Abtransport des EE-Stroms aus dem Norden und Osten Deutschlands in die Lastzentren im Süden und Westen) verstärkt ausgebaut werden müssen. Grundlagen dafür waren neben eigenen Analysen u. a. auch Studien zum Netzausbau für die EE-Integration (dena-Netzstudie I von 2005 und II von 2010) und die nach der EnWG-Novelle 2005 alle zwei Jahre (2006, 2008 und letztmalig 2010) von jedem ÜNB zu erstellenden sog. Netzausbauplanungsberichte an die Bundesnetzagentur (BNetzA).

Im Ergebnis der Strommarktliberalisierung (EnWG-Novellierung 1998) begann Anfang der 2000er Jahre neben der noch jungen EE-Entwicklung der freie Wettbewerb um die Planung/Realisierung des Neubaus von Kohle-, Gas- und Wasser-KW. Für den Erhalt der Chancengleichheit aller Anbieter, insbes. der „Newcomer“ neben den etablierten „großen Stromversorgern“, wurde 2007 die Kraftwerks-Netzanschlussverordnung (KraftNAV) erlassen. Allein in der Regelzone der damaligen VE Transmission wurden Anträge für insges. rd. 16.000 MW Bruttoleistung von Braun-, Steinkohle- und GuD-KW sowie PSW gestellt (Höchstwert in 2009 für 16 Projekte an 13 Standorten). Aufgrund der sich für die Projekte einerseits verschlechternden energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen, andererseits aber z. T. durch Akzeptanzprobleme gerade bei Kohle-KW, nicht zuletzt aber auch durch den erfolgreich voran schreitenden EE-Ausbau, wurde bisher keines der unter die KraftNAV fallenden Projekte realisiert und somit dafür auch kein einziger Netzanschluss bei VE Transmission bzw. 50Hertz Transmission errichtet.

In den Jahren 2003/04 wurde mit dem PSW Goldisthal das wohl letzte große PSW-Projekt in der 50Hertz-Regelzone mit einem 380-kV-Netzanschluss in Betrieb genommen.

- 2000 (06.11.) Inbetriebnahme der 380-kV-Bewag-Verbindung Marzahn – Friedrichshain und damit zweiseitiger Anschluss der 380-kV-Diagonale an das umliegende VEAG-Netz [20]
[22]
(Bild 32, östlicher Anschluss über die bereits 1998 in Betrieb genommene, damalige 380-kV-Kuppelleitung Neuenhagen – Marzahn zwischen VEAG und Bewag, die bis 2000 zunächst mit 220 kV betrieben wurde).

Damit wurde 75 Jahre nach der historisch ersten (West-Ost-) „Berlin-Diagonale“ mittels 110-kV-Freileitungen von Berlin-Spandau über Charlottenburg und Moabit bis Friedrichsfelde, die auch erstmalig so benannte „380-kV-Berlin-Diagonale“ vollständig und – wie bereits 1925 – mit beidseitigem Anschluss im Osten und Westen der Stadt in Betrieb genommen.

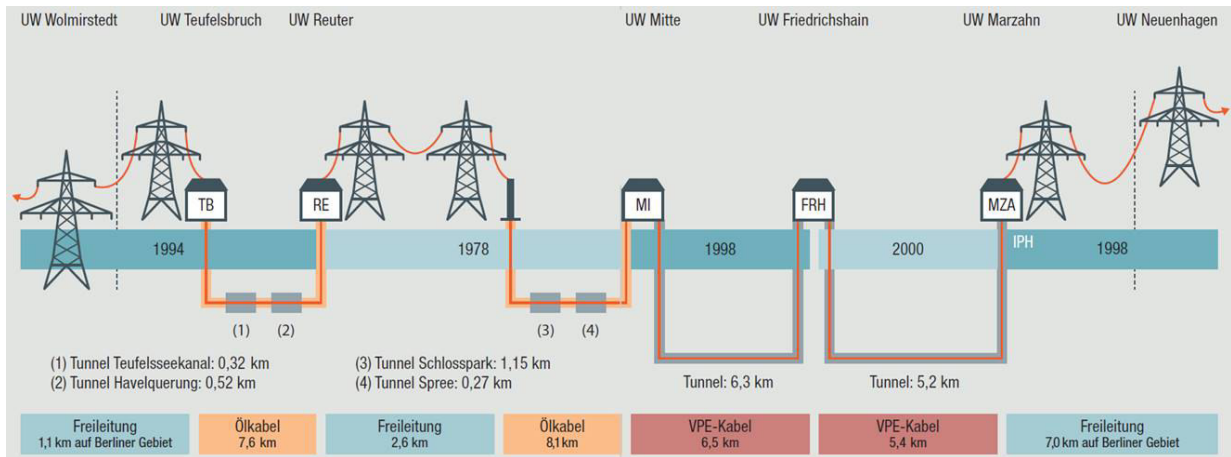


Bild 32: 380-kV-Berlin-Diagonale mit beidseitigem Verbundanschluss ab 2000
© 50Hertz

2000 Gemäß „Blindleistungs- bzw. Drosselkonzept“ von 1991 (siehe ebenda) war es das Ziel, einen Kompensationsgrad von 50 % an Drosselleitung bezogen auf das leerlaufende 380/220-kV-Netz der VEAG zu erreichen, um möglichst ohne Leitungsausschaltungen die Spannungshaltung in Schwachlastzeiten ohne Verletzung der Isolationsspannungsgrenzen (420 kV bzw. 245 kV) gewährleisten zu können. [32]
[34]
[35]
[36]

Im Jahr 2000 war eine Kompensationsdrosselleistung von rd. 2.200 Mvar installiert, was einem Kompensationsgrad von rd. 45 % entsprach. Es standen 32 Drosseln zur Verfügung, davon 27 x 30 kV, 3 x 380 kV und 2 x 110 kV [22].

2000-2002 Als ein Beispiel der ab 1990 begonnenen Netzstrukturstraffung im ostdeutschen Übertragungsnetz kann an dieser Stelle der Bereich des ehem. Netzbetriebes Sachsen genannt werden. Bereits ab 2000 war in diesem Bereich das ehemals flächendeckende und vermaschte 220-kV-Netz Geschichte. Nachdem in 2002 auch die Umstellung des UW Zwönitz auf 380 kV abgeschlossen wurde, verblieben nur noch die beiden, mit Doppelleitungen im Stich an das UW Röhrsdorf angeschlossenen, UW Crossen und Niederwiesa als 220-kV-Rudimente im o. g. Bereich. Das ehem. 220-kV-UW Niederwartha wurde zusammen mit der 220-kV-Doppelleitung Streumen – Niederwartha bereits vor 1995 auf 110 kV umgestellt (Bild 33). [22]

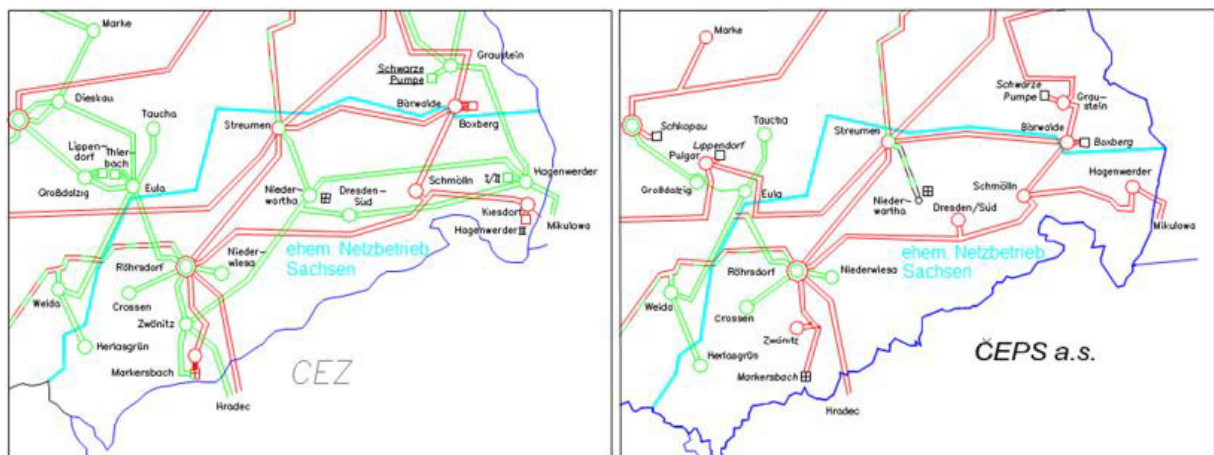


Bild 33: 380/220-kV-Netzgebiet des ehem. NB Sachsen 1990 (links) und 2002 (rechts)
© VEAG

Mit der zwischen 1995 bis 2000 erfolgten Außerbetriebnahme der ehem. 220-kV-Verbindungen Förderstedt – Marke – Dieskau – Lauchstädt (Teile der ehem. Reichssammelschiene) im Westen und Neuenhagen – Graustein – Hagenwerder im Osten sowie der o. g. Netzstrukturstraffung im Südosten von Sachsen wurde das zuvor über die gesamte Fläche Ostdeutschlands vermaschte 220-kV-Netz in zwei Netzeinseln, einen Nord- und Südwest-Teil, separiert (ober- und unterhalb der Linie Magdeburg – Berlin). Im weiteren Verlauf bis 2005 wurde die südwestliche Netzeinsel durch den Neubau von 380-kV-Leitungen im Trassenraum zuvor rückgebauter 220-kV-Leitungen und die 380-kV-Umstellung zuvor mit 220 kV betriebener 380-kV-Leitungen weiter reduziert („gestrafft“).

- | | | |
|------|---|--------------|
| 2001 | (08.02.) Inbetriebnahme des UW Iven mit Netzanschluss des ersten Onshore-Windparks am 220-kV-HöS-Netz in Ostdeutschland (mittels sog. Einfach-Stichanschluss). ⁸² | [22] |
| 2001 | Inbetriebnahme der 380-kV-Anlage und 380/110-kV-Transformation des UW Zwönitz ⁸³ mittels Doppelstich-Anschluss (rd. 4,7 km) an die Leitung Röhrsdorf – Markersbach zur Ablösung der 220-kV-Anlage und 220/110-kV-Transformation (regionale Netzstrukturstraffung). | [22] |
| 2002 | (Dez. 2001 bzw. Jan. 2002) Fusion von VEAG, Bewag, HEW und LAUBAG zur „Neue(n) Kraft“ bzw. dann Vattenfall Europe. | [22]
[40] |
- Bildung einer gemeinsamen Regelzone von VEAG, Bewag und HEW ab Anfang April 2002 mit Übernahme der Leistungs-Frequenzregelung durch die Zentrale Steuerungsstelle (ZST) der ehem. VEAG in der Beilsteiner Straße (Berlin-Marzahn).
- Am 28.06.2002 Ausgliederung des Übertragungsnetzes der VEAG und Gründung der Vattenfall Europe Transmission (VE-T) – Geburtsstunde der heutigen 50Hertz Transmission. Übernahme und Integration der Berliner und Hamburger 380-kV-Netzanlagen – zunächst auf Pachtbasis (ab 01.01.2003 die HEW- und ab 01.11.2003 die Bewag-HöS-Anlagen).
- Ab August 2002 zentrale Steuerung der ehem. Übertragungsnetze HEW und VEAG durch die ZST, ab November 2002 auch für das ehem. Übertragungsnetz der Bewag.
- Das technische Mengengerüst des neuen ÜNB VE Transmission (VE-T) setzte sich 2002 wie folgt zusammen (VEAG / HEW / Bewag / **VE-T**):
- Anzahl UW/Schaltanlagen: 52 / 5 / 7 / **64**
 - Anzahl Stromkreise: 154 / 12 / 15 / **181**
 - Anzahl Transformatoren: 112 / 12 / 20 / **144**
- Der Eigentumsübergang der Hamburger und Berliner 380-kV-Netzanlagen an VE Transmission erfolgte per Abspaltung in 2006 (Beendigung der Pachtverträge).

⁸² Gemeinsam mit dem 380-kV-Windpark-Netzanschluss UW Rhede (Emsland, Jan. 2001, damalige E.ON Netz) waren das die beiden ersten Windparkanschlüsse am HöS-Netz in Deutschland.

⁸³ Im Gegensatz zur 380-kV-Doppelstich-Anlage Eisenhüttenstadt wurde die Anlage Zwönitz aus Kostengründen noch weiter „abgespeckt“. In ihrem Anlagenraster/-layout wurde im Gegensatz zum Doppelstich Eisenhüttenstadt keine spätere Ausbaumöglichkeit zur Sammelschienen-Anlage vorgesehen (keine 380-kV-Erweiterbarkeit, da hier z.B. keine Perspektive wie in Eisenhüttenstadt für einen Interkonnektor o. ä. erkennbar war). Die Einfach- bzw. Doppel-Stichanschaltung wird wegen ihrer betrieblichen Nachteile im Regelfall seitdem nur noch für die Anschlüsse von Windparks o. ä., aber nicht mehr für Netzanschlüsse von Anlagen der VNB, angewendet.

- 2003 (22.09.) Inbetriebnahme des UW Putlitz mit Netzanschluss des ersten Onshore-Windparks am 380-kV-HöS-Netz in Ostdeutschland (mittels sog. Einfach-Stichanschluss). [22]
- 2003- 380-kV-Netzanschluss des PSW Goldisthal als letztes großes PSW-Projekt der VEAG [22]
2004 bzw. Vattenfall Europe (2 x 265 MW Synchron-Maschine in 2003 und 2 x 265 MW Asynchron-Maschine in 2004) an das Neubau-UW Altenfeld⁸⁴, das zunächst nur mit einer 380-kV-Doppelleitung im Stich mit dem UW Remptendorf verbunden war. Erst mit Inbetriebnahme des 2. Abschnittes der 380-kV-„Südwest-Kuppelleitung“ von Vieselbach nach Altenfeld (Mitte 2015) erfolgte die mehrseitige Anbindung des UW Altenfeld.
- 2005 Veröffentlichung der sog. „dena-Netzstudie I“ (Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020) im Februar 2005. Erstmals erfolgte in dieser durch ein Konsortium unter Leitung der Deutschen Energie-Agentur (dena) und maßgeblicher Beteiligung der drei ÜNB E.ON Netz, RWE Transportnetz Strom und Vattenfall Europe Transmission eine deutschlandweite Netzplanung mit der Ermittlung konkreter Netzmaßnahmen bis 2015. Darin wurden z. T. der Bedarf für bereits geplante Netzmaßnahmen der ÜNB bestätigt bzw. neue identifiziert, die später auch ihren Niederschlag in Gesetzen zum Netzausbau fanden. Für die Regelzone der damaligen VE Transmission wurden u. a. der Bedarf für die Südwest-Kuppelleitung (damals zunächst auch „Halle – Schweinfurt“ bzw. später „Thüringer Strombrücke“ genannt), die Nordleitung („Windsammelschiene“) und die Uckermarkleitung bestätigt.⁸⁵ [22]
- 2005 (12.07. und 17.12.) Inbetriebnahme der ersten beiden 380/220-kV-Transformatoren je 400 MVA als Netzkuppler im UW Remptendorf, die aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit umrüstbar auf 380/110 kV ausgelegt wurden (Bild 34). [22]
- Ablösung der regionalen 220-kV-Spannungsebene durch die 380-kV-Umstellung der Stromkreise Vieselbach – Großschwabhausen – Remptendorf und Röhrsdorf – Weida – Remptendorf. Anschluss des Stahlwerkes Thüringen und PSW Hohenwarte II an die 220-kV-Anlage im UW Remptendorf, die über die beiden o. g. Netzkuppler mit dem 380-kV-Netz verbunden ist (regionale Netzstrukturstraffung).

⁸⁴ Mit dem 380/110-kV-UW Altenfeld wurde das vorherige 220/110-kV-UW Suhl abgelöst, ebenso die ehem. 220-kV-Leitung Remptendorf – Suhl durch die o.g. 380-kV-Neubauleitung Remptendorf – Altenfeld. Der verbleibende 220-kV-Leitungsteil Altenfeld – Suhl wurde an das Regional-EVU für die 110-kV-Nachnutzung veräußert.

⁸⁵ Im Jahr 2010 folgte die sog. „dena-Netzstudie II“ (Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick 2025), die im Gegensatz zur „dena-Netzstudie I“ lediglich Übertragungsbedarfe zwischen Regionen des deutschen Übertragungsnetzes und keine konkreten Netzprojekte identifizierte. An ihr waren alle vier ÜNB beteiligt (50Hertz Transmission, Amprion, EnBW Transportnetze und TenneT TSO).



Bild 34: 400-MVA-Transformator 380/220(110) kV im UW Remptendorf
© VE Transmission

- 2005 (16.12.) Inbetriebnahme des 380/110-kV-UW Großschwabhausen (zuvor 220/110 kV) mit dem bis heute einzigen Umbau einer rd. 4 km langen 220-kV-Doppelleitung (Horizontal- bzw. Einebenen-Mast) zu einer einsystemigen 380-kV-Freileitung (Bild 35) als Einfach- Stichanschluss für einen 380/110-kV-Transformator (regionale Netzstrukturstraffung). [22]



Bild 35: Ehem. 220-kV-Doppelleitung umgebaut zur 380-kV-Einfachleitung
© VE Transmission

- 2006 (01.02.) Erstellung und Übergabe des ersten „Netzausbauplanungsberichtes“ der damaligen Vattenfall Europe Transmission an die Bundesnetzagentur (BNetzA; die nach der Novellierung des EnWG im Jahr 2005 – in Umsetzung europäischer Richtlinien – ab Sommer 2005 auch für die Regulierung der Strom- und Gasmärkte zuständig ist). Dieser musste in den Jahren 2006, 2008 und 2010 von jedem ÜNB für sein Netz eigenständig erstellt werden. [22]

- 2006 (04.11., 22:10 h) Eintritt der bis dahin größten Störung im UCTE-Verbundnetz bei der es durch Fehleinschätzungen bei Leitungsschaltungen im Netz der damaligen E.ON Netz zum Verlust der (n-1)-Sicherheit im Betrieb kam. Nach weiteren Versäumnissen, u. a. in der Abstimmung mit Nachbar-ÜNB, kam es zu einer weiträumigen Kettenreaktion von Abschaltungen überlasteter Leitungen und letztlich dem Split des kontinentaleuropäischen Verbundes in drei Frequenzbereiche. [22]
[41]
[42]
- Im westeuropäischen Teilbereich mit Leistungsdefizit bzw. Unterfrequenz kam es zu konzeptgemäßen Stromabschaltungen (Teile von (West-)Deutschland, Frankreich, Belgien, Italien, Österreich und Spanien).
- Das Netz der damaligen VE Transmission befand sich zusammen mit weiteren osteuropäischen Nachbar-ÜNB im Teilbereich mit Überfrequenz (50,6 Hz; Leistungsüberschuss allein bei VE Transmission rd. 4.000 MW). Wegen „Netz in Gefahr“ griff die Zentrale Steuerungsstelle von VE Transmission massiv in die Erzeugung der damaligen VE Generation ein.
- Zusammen mit dem sofortigen, maximal möglichen Pumpbetrieb der ostdeutschen PSW konnte die Gefährdung des Netzes durch Reduktion der Erzeugung und Erhöhung der Last im Zeitbereich kleiner eine Stunde abgewendet werden.
- Näheres zur Störung siehe UCTE - Final Report von 2007 unter [42].*
- 2007 (18./19.01.) Orkan Kyrill⁸⁶ der große Teile Europas betraf und mit Windgeschwindigkeiten bis zu 200 km/h in weiten Teilen Deutschlands auftrat. Insbes. in Nord- und Ostdeutschland kam es zudem zu intensiven Gewittern. [22]
[41]
- Kyrill führte zu großen Schäden an Freileitungsmasten inkl. Mastumbrüchen im Übertragungsnetz der VE Transmission. Am schwersten betroffen war der Bereich des Regionalzentrums West (Bild 36), der Raum Magdeburg war sogar für kurze Zeit spannungslos.
- In der Folge von Kyrill wurden vier Leitungsprovisorien im 380-kV- und eines im 220-kV-Netz in Betrieb genommen. Es dauerte rd. ein Dreivierteljahr, bis alle Mastschäden (Neuerrichtung von 34 und Reparatur von 19 Masten) beseitigt werden konnten.

⁸⁶ Der Name des Orkans stammte von einer Namenspatenschaft, die das Institut für Meteorologie der Freien Universität (FU) Berlin für Hoch- und Tiefdruckgebiete über Deutschland vergibt, die eine Familie ihrem Vater Kyrill Genow zum 65. Geburtstag schenkte – interessanterweise war dieser ein ehemaliger Mitarbeiter des Netzbetriebes Neuenhagen (heute RZ Mitte).



Bild 36: Mastumbrüche auf der 380-kV-Ltg. Ragow – Wolmirstedt durch „Kyrill“
© VE Transmission

- 2008 (18.12.) Inbetriebnahme des 1. Abschnittes der sog. „Südwest-Kuppelleitung“ bzw. „Thüringer Strombrücke“ von Lauchstädt nach Vieselbach⁸⁷ (Bild 37). [22]
[40]
Erste ostdeutsche 380-kV-Leitung mit einer sog. Hochstrombeseilung von 3.600 A pro Stromkreis, wie sie zuvor bereits auf zwei Freileitungen im Netzbereich Hamburg von der ehem. HEW eingesetzt wurde (4 x 435/55 mm² AlSt gegenüber der Standardbeseilung nach 1990 von 4 x 265/35 bzw. 3 x 380/50 mm² AlSt mit 2.720 bzw. 2.520 A pro Stromkreis).
Zuvor wurde bereits am 24.04.2008 die neu gebaute 380-kV-Anlage im UW Vieselbach unter Spannung gesetzt.
- 2009 Erstmaliger Einsatz eines Hochtemperaturleiterseils (HTL) in einem Weitspannfeld der 380-kV-Leitung Remptendorf – Redwitz (Bayern/TenneT) auf dem Leitungsteil in Thüringen. [22]
Daten: Typ TACSR/ACS (Thermal-resistant Aluminium-alloy Conductor Steel Reinforced / Aluminium Conductor Steel), 3 x 3 x 341/109 mm² TAL/Stalum, Leiterseiltemperatur bis 150 °C
Im Unterschied zu einem HTLS verfügt ein HTL über vergleichbare Eigenschaften im Durchhang wie die „klassische“ AlSt-Beseilung (zulässige Leiterseiltemperatur bis 80 °C). Bei der betroffenen Talquerung, für die das o. g. Weitspannfeld konzipiert wurde, war der Durchhang der Beseilung aber ohnehin nicht kritisch.
- 2010 Veröffentlichung der sog. „dena-Netzstudie II“ (Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick 2025) im November 2010 unter Beteiligung der vier ÜNB Amprion, EnBW Transportnetze, TenneT TSO und 50Hertz Transmission. [22]
Hervorzuheben ist, dass in der dena-Netzstudie II die Anwendung des sog. Frei-

⁸⁷ Die neue 380-kV-Leitung verläuft hier im Großteil auf der Trasse der ehem. 220-kV-Reichssammelschiene.

leitungsmonitorings (FLM; heute: „Witterungsabhängiger Freileitungsbetrieb (WAFB)“) in der Planung und im Betrieb des Übertragungsnetzes untersucht, beschrieben und angewendet wurde; ebenso der Einsatz neuer Technologien zur höheren Belastung des Netzes, wie z. B. Hochtemperaturleiterseile und Querregeltransformatoren (PST).



Bild 37: Endmast der 380-kV-Südwest-Kuppelleitung (1. Abschnitt)
Lauchstädt - Vieselbach vor dem UW Lauchstädt
© VE Transmission

2.9 Jahre 2010 – 2020

Die 2010er Jahre stehen im Zeichen der „Dekade der Netze“, da eine bedarfsgerechte Netzinfrastruktur immer mehr zum Gradmesser für das Gelingen der Energiewende wurde und wird.

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien setzte sich in dieser Zeit unverändert stark fort. Im Jahr 2015 wurde die Marke von 15.000 MW Einspeiseleistung aus Windenergieanlagen überschritten, wozu auch die Anlagen auf See (Offshore) mit einem Anteil von rd. 800 MW beitrugen. Allerdings hat sich in der zweiten Hälfte der 2010er Jahre durch Akzeptanzprobleme die Errichtung der Windenergieanlagen an Land stark rückläufig entwickelt, dafür aber, bedingt durch einen massiven Preisverfall der Module, der PV-Ausbau insbes. im Freiflächenbereich deutlich gesteigert. Bereits 2013 überschritt die Einspeiseleistung aus PV-Anlagen die 5.000-MW-Marke, 2018 erreichte sie 8.000 MW. Durch einen stärkeren Ausbau der Offshore-Windkraft soll künftig der rückläufige Ausbau der Windkraft an Land kompensiert werden.

Mit dem Beschluss der Bundesregierung zum endgültigen Ausstieg Deutschlands aus der Kernenergie in 2011 wurde die Notwendigkeit zum Ausbau des deutschen Übertragungsnetzes noch dringlicher, da sich der EE-Ausbau auf den Norden und Osten Deutschlands konzentrierte, zugleich aber viele der deutschen Kernkraftwerke in Süddeutschland angesiedelt waren und sind. Die bis Ende 2022 komplett wegfallende KKW-Leistung plus der Erzeugungsüberschuss im Norden und Osten verstärkt den Nord-Süd-Leistungsfluss.

Da aber der Netzausbau nicht mit dem EE-Ausbau Schritt hält, kam und kommt es zunehmend zu Netzengpässen, die von den ÜNB zum Erhalt der Netz- und Systemsicherheit mittels Redispatch⁸⁸ konventioneller KW und Einspeisemanagement⁸⁹ von EE-Anlagen mit sehr hohen Kosten für die Stromkunden bewirtschaftet werden müssen.

Bereits in den 2000er Jahren wurde sehr deutlich, dass die Akzeptanz für den Netzausbau abnahm und Genehmigungszeiten für den Leitungsbau immer länger wurden. Auch in den 2010er Jahren hat sich das nicht wesentlich geändert, obwohl u. a. Gesetze zur Beschleunigung des Netzausbaus in Kraft traten. Von daher rückte ab Mitte der 2010er Jahre die sog. „Höherbelastung der Bestandsnetze“ zunehmend in den Fokus, um die bestehenden Übertragungskapazitäten noch besser auszunutzen (u. a. mittels FLM bzw. WAFB, HTL/HTLS, Querregeltransformatoren (PST), etc.).⁹⁰

Im Jahr 2011 wurde mit dem KW-Block Boxberg R (Braunkohle, 675 MW) und in 2015 mit den KW-Blöcken Moorburg A und B (Steinkohle, je 800 MW) die wohl letzten großen Kohle-KW-Blöcke in der 50Hertz-Regelzone in Betrieb genommen und an das 380-kV-Netz angeschlossen (alle drei KW-Blöcke außerhalb der sog. KraftNAV – siehe Kapitel 2.8).

Mit dem Ende Januar 2019 von der sog. „Kohlekommission“ zum Erreichen der Klimaziele vorgestellten Fahrplan zum Kohleausstieg Deutschlands bis spätestens Ende 2038 und der Bund-Länder-Einigung zum Kohleausstieg vom 16.01.2020, die noch im 1. Halbjahr 2020 in das Kohleausstiegsgesetz münden soll, kommen in diesem Zuge mit den KW-Stilllegungen auf die ÜNB auch in den nächsten Jahren weitere anspruchsvolle Herausforderungen für den Erhalt einer hohen Netz- und Versorgungssicherheit zu.

⁸⁸ Redispatch bedeutet das Herunterfahren von KW vor und – zum Bilanzausgleich – das Hochfahren von KW hinter dem Netzengpass, um diesen zu entlasten.

⁸⁹ Einspeisemanagement z. B. durch das Androsseln bzw. Abfahren von Windparks (vor dem Netzengpass). Dieses kann wegen des EE-Vorrangs durch den ÜNB erst dann angewiesen werden, wenn das Redispatch-Potenzial von KW (Absenkung vor dem Engpass) ausgeschöpft ist. Zum Bilanzausgleich müssen dann aber im Regelfall KW hinter dem Netzengpass hochgefahren werden.

⁹⁰ Vgl. „Ergebnispapier des dena-Stakeholder-Prozesses, Höhere Auslastung des Stromnetzes, Maßnahmen zur höheren Auslastung des Bestandsnetzes durch heute verfügbare Technologien“, Deutsche Energie-Agentur (dena) und BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung, Sept. 2017 (unter Mitwirkung der vier deutschen ÜNB).

- 2011 Pilotprojekt zum Einsatz von (HTLS-)Hochtemperaturleiterseilen (Typ ACCR) in der 110-kV-Anlage des UW Güstrow (HTLS: vgl. 2012 Leitung Remptendorf – Redwitz in Thüringen) [22]
- 2011 (02.05.) Inbetriebnahme des ersten deutschen Offshore-Windparks (OWP) EnBW Baltic 1 in der Ostsee (16 Kilometer nördlich der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst) mit einer 380/150-kV-Netzverknüpfung im UW Bentwisch und dem Netzanschluss über eine rd. 80 km lange 150-kV-AC-Kabelstrecke (Bild 38). [33]



Bild 38: Offshore-Windpark Baltic 1 (oben) und 150-kV-AC-Netzanschluss-Kabel (unten)
© 50Hertz

- 2011 (27.06.) Inbetriebnahme des neuen Transmission Control Center (TCC, Bild 39) als Haupt-Steuerungsstelle am Standort des UW Neuenhagen für die Systemführung des ostdeutschen Übertragungsnetzes inkl. Berlin und Hamburg (Ablösung der Leitstelle am Standort der ehem. „Staatlichen Hauptlastverteilung“ in Berlin-Marzahn, Beilsteiner Straße, als Haupt-Steuerstelle – bis 2016 in Betriebsbereitschaft als Ersatz- bzw. Reservewarte, dann abgelöst durch die am Standort der 50Hertz-Zentrale in der Heidestraße, Berlin-Moabit). Feierliche Einweihung mit dem EU-Energiekommissar Günther Oettinger und dem Staatssekretär Jochen Homann (BMWi). [22] [40] [41]



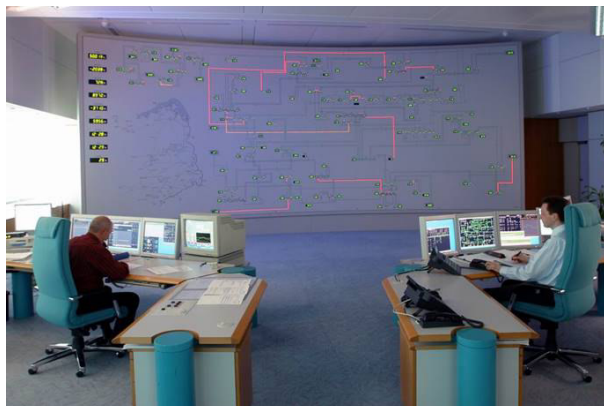


Bild 39: Das neue TCC am UW Neuenhagen (S. 72 unten) und die ehem. ZST in Marzahn (S. 73)
© 50Hertz

- 2012 Im März 2012 wurden erstmalig auf den Webseiten der vier ÜNB die „Grundsätze für die Planung des deutschen Übertragungsnetzes“ (sog. ÜNB-Planungsgrundsätze) veröffentlicht. Ziel war es, die Transparenz des Netzplanungsprozesses, u. a. in Vorbereitung des nachfolgend genannten ersten Netzentwicklungsplans, für die breite Öffentlichkeit zu erhöhen, auch um damit die Akzeptanz für den Netzausbau zu verbessern. Die Planungsgrundsätze wurden mit den Fassungen vom April 2015 aktualisiert und vom Juli 2018 grundlegend überarbeitet; in 2020 folgt eine punktuelle Präzisierung. *Bereits im Januar 2004 hatten die vier ÜNB als Ausdruck ihrer gemeinsamen Planungsüberlegungen – und der u. a. dafür am 15.05.2003 in Berlin gegründeten Arbeitsgruppe (AG) ÜNB-Netzplanung⁹¹ – die erste Fassung der zunächst nur internen ÜNB-Planungsgrundsätze erarbeitet und verabschiedet.* [22]
- 2012 (30.05.) Veröffentlichung des ersten nationalen Netzentwicklungsplans Strom (NEP 2012)⁹² der vier deutschen ÜNB mit dem Zieljahr 2022 und einem Ausblick auf 2032. Grundlage bildete das im August 2011, unter dem Eindruck der Reaktorkatastrophe von Fukushima (11.03.2011), novellierte Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), das den endgültigen Kernenergieausstieg Deutschlands bis Ende 2022 besiegelte.⁹³ [22] [40]
- Die feierliche Übergabe des NEP 2012 an die Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel, den Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler und den Präsidenten der Bundesnetzagentur (BNetzA) Jochen Homann erfolgte am 30.05.2012 durch die Geschäftsführer der vier ÜNB (Bild 40 links).

⁹¹ Diese AG war eine der Keimzellen der heute bestehenden umfangreichen ÜNB-Kooperation nach dem Ende der DVG (Deutsche Verbundgesellschaft, 1948-2001) und deren Nachfolger VDN (Verband der Netzbetreiber, 2001-2007, im Okt. 2007 aufgegangen in den BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft)). So ist heute die 4-ÜNB-AG Planungsgrundsätze eine der legitimen Nachfolgerinnen der vor mehr als 15 Jahren gegründeten AG ÜNB-Netzplanung.

⁹² Vor Inkrafttreten des EnWG 2011 wurden durch jeden ÜNB eigene, sog. Netzausbauplanungsberichte an die Bundesnetzagentur (BNetzA) übergeben. Dies erfolgte in den Jahren 2006, 2008 und 2010. Auf Ebene ENTSO-E wurde erstmalig 2010 der TYNDP (Ten Year Network Development Plan) erstellt (inkl. Regional Investment Plans (RegIP)).

⁹³ Zuvor hatten die ÜNB bereits Ende 2010 / Anfang 2011 für den ersten NEP 2012 im Ergebnis eines intensiven Stakeholder-Prozesses unter Leitung der dena einen sog. Szenariorahmen wahrscheinlicher energiewirtschaftlicher Entwicklungen erarbeitet. Da dieser aber noch den Einsatz der Kernkraftwerke vorsah, musste diese Fassung im Ergebnis von Fukushima und der EnWG-Novelle kassiert und neu erarbeitet werden.



Bild 40: Übergabe des NEP 2012 durch die Geschäftsführer der vier ÜNB (links) und das 50Hertz-NEP-Team der ersten Stunde (rechts)

© 50Hertz

Mit dem ersten NEP 2012 wurde die koordinierte Netzausbauplanung für das deutsche Übertragungsnetz nunmehr auch nach außen sichtbar.

2012 Am 04.10. wurden durch einen lokalen Tornado Maste der 380 kV-Leitung Pulgar – Vieselbach bei Bad Sulza, nahe der Grenze Sachsen-Anhalt / Thüringen, z. T. stark beschädigt. Auf einer Länge von rd. 8,5 km wurden daraufhin in 2013 und 2015 neue Maste errichtet. [40]

2012 (04.12.) Inbetriebnahme der in Thüringen von 50Hertz Transmission umbeseilten 380-kV-Kuppelleitung Remptendorf – Redwitz (Bayern/TenneT) mit einem sog. Hochtemperaturleiterseil mit geringem Durchhang (HTLS – High Temperature Low Sag) durch den Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler als erstes HTLS im Realbetrieb des deutschen HöS-Netzes (Bild 41). [22] [40]

Daten: Typ ACSS, Strombelastbarkeit 3.600 A/Stromkreis bei 135 °C Leiterseiltemperatur (Prüfungen an Seil und Seilarmaturen bis zu 150 °C).



Bild 41: Inbetriebnahme des HTLS auf der 380-kV-Ltg. Remptendorf – Redwitz in Thüringen

© 50Hertz

2012 (18.12.) Feierliche Inbetriebnahme der sog. „Nordleitung“ bzw. „Windsammelschiene“ durch die Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel⁹⁴: 380-kV-Leitung Görries – Krümmel (Schleswig-Holstein) als letzte der Anfang der 1990er Jahre insgesamt geplanten vier innerdeutschen Kuppelleitungen zur „Elektrischen Wiedervereinigung“ (Bild 42). Bereits 1996 wurde das zugehörige Teilstück Güstrow – Görries in Betrieb genommen.⁹⁵ [22] [40]

Für diese Leitung wurden die Trassenführung und der Endpunkt der ehemals gemeinsamen Planung von PreußenElektra und VEAG zur Kuppelleitung von Güstrow über Görries nach Lübeck/Siems modifiziert. Auslöser war die Einstellung des Genehmigungsverfahrens für die von der PreußenElektra ursprünglich geplante interne 380-kV-Leitung Krümmel – Lübeck/Siems im Jahr 2001 durch deren Nachfolger, die damalige E.ON Netz.

Im Jahr zuvor verfügte die damalige VEAG in Mecklenburg-Vorpommern bereits über eine planfestgestellte, baureife Trasse für ihren 52 km langen Leitungsabschnitt Görries – Lübeck/Siems, der den Hauptteil der gesamten Leitungstrasse ausmachte. Bereits 1996 hatte die VEAG zudem mit der Inbetriebnahme des 72 km langen 380-kV-Leitungsabschnittes von Güstrow nach Görries und der 380-kV-Anlage im UW Görries wesentliche Voraussetzungen für die vierte innerdeutsche Kuppelleitung geschaffen.

50Hertz nutzt von der v. g. 380-kV-Leitung Krümmel – Lübeck/Siems der E.ON Netz, heute TenneT TSO, das fertiggestellte rd. 20 km lange Teilstück vom Bereich Talkau (BAB A 24) bis kurz vor das UW Krümmel für die „Nordleitung“.



Bild 42: Inbetriebnahme der 380-kV-Nordleitung
© 50Hertz

2013 Einer Empfehlung des Bund-Länder-Ausschusses Elektrizitätswirtschaft folgend, erhöht 50Hertz im sog. Mastverstärkungs- und Masttauschprogramm nach der VDE-Anwendungsregel „Anforderungen an die Zuverlässigkeit bestehender Stützpunkte von Freileitungen“ (VDE-AR-N 4210-4, August 2014) die Standsicherheit von Masten an [40]

⁹⁴ Weitere hochrangige Gäste waren u. a. Erwin Sellering, Ministerpräsident des Landes Mecklenburg-Vorpommern; Robert Habeck, Umweltminister des Landes Schleswig-Holstein und Jochen Homann, Präsident der BNetzA.

⁹⁵ Mit dem Endpunkt in Krümmel wurde aus der ehem. Planung einer innerdeutschen Kuppelleitung nach Lübeck/Siems eine interne Netzleitung der damaligen Vattenfall Europe Transmission bzw. heutigen 50Hertz Transmission infolge der Integration der Hamburger (und Berliner) HöS-Anlagen und -Leitungen in das ostdeutsche Übertragungsnetz ab 2002.

- Kreuzungspunkten mit anderen Infrastrukturen, vor allem an Autobahnen, Bundesstraßen, Wasserwegen und Bahnstrecken; zudem werden Abspannabschnitte⁹⁶ verkürzt. Davon betroffen sind mehrere hundert Masten die neu errichtet und einige tausend, die konstruktiv verstärkt werden.
- 2013 (05./06.12.) Sturmtief „Xaver“, das mit dem damaligen Jahresmaximum der Einspeisung aus Windenergieanlagen am 06.12.13 in der 50Hertz-Regelzone von rd. 11.065 MW einherging. Infolge des Sturmtiefs kam es zu 53 witterungsbedingten Auslösungen von Stromkreisen bei 50Hertz. Betroffen war ausschließlich die Region nördlich der Linie Magdeburg – Eisenhüttenstadt mit elf 220-kV- und nur zwei 380-kV-Stromkreisen. Manche Stromkreise waren mehrfach betroffen, dennoch traten keine wesentlichen Versorgungsausfälle auf. [22]
- 2014 50Hertz beantragte am 4. August die Bundesfachplanung für die bundesländerübergreifende 380-kV-Leitung Bertikow – Pasewalk, die als Verlängerung der Uckermark-Süd-Leitung auch als Uckermark-Nord-Leitung bezeichnet wird. Bertikow – Pasewalk ist die deutschlandweit erste Neubauleitung für die die BNetzA die Bundesfachplanung verantwortete. Diese wurde am 29. März 2018 mit der Feststellung eines raum- und umweltverträglichen Trassenkorridors erfolgreich abgeschlossen. Ende März 2019 wurden von 50Hertz die Antragsunterlagen zur Planfeststellung der 380-kV-Freileitung eingereicht. [40]
- 2014 Inbetriebnahme der 380-kV-Hochstromleitung Bärwalde – Schmölln (Leiterseil 4 x 435/55 Al/St ; 3.600 A) am 24.11.2014. Die neue Leitung löste die trassengleich verlaufende, seit 1973 bestehende und nach den damaligen TGL-Vorschriften errichtete, rd. 46 km lange 380-kV-Leitung (Leiterseil 3 x 380/50 mm² AlSt; 2.520 A) ab. [40]
- Aufgrund der regional hohen Netzbelastung und der notwendigen Sicherung der Stabilität der Lausitzer KW-Blöcke musste für den Montagezeitraum 2013/14 durchgängig der Betrieb eines Stromkreises und im Winter sogar zweier Stromkreise auf dieser Verbindung aufrecht erhalten werden. Daher wurde zunächst eine Gestängehälfte der alten Leitung demontiert und auf dieser Seite dazu parallel mit nur 10 m Versatz die neue Leitung, ebenfalls mit nur einer Gestängehälfte auf der abgewandten Seite, errichtet. Damit konnten im Winter 2013/14 zwei Stromkreise (alt + neu) betrieben werden. Danach wurde die alte Leitung demontiert, auf der neuen Leitung die andere Gestängehälfte montiert und der zweite Stromkreis installiert (Bild 43).

⁹⁶ In einem Abspannabschnitt werden die Zugkräfte eines geradlinigen Leitungszuges an dessen Anfang und Ende durch die stärker dimensionierten Abspann- oder Winkelmaste aufgenommen. Da diese im Regelfall an den Punkten stehen, wo die Leitungstrasse ihren Verlauf ändert, nehmen sie auch die stärkeren Winkel-Zugkräfte auf. In einem geradlinigen Leitungszug müssen die sog. Tragmaste nur das Gewicht der Beseilung und Isolatoren aufnehmen („tragen“). Verkürzt man einen Abspannabschnitt, kann man damit im Regelfall auch den Schadensumfang bei möglichen Mastumbrüchen, besonders von Tragmasten, verringern.



Bild 43: 380-kV-Leitungsneubau Bärwalde – Schmölln
(links die alte und rechts die neue Leitung)

© 50Hertz

Mit diesem bzgl. Technologie und Arbeitssicherheit sehr anspruchsvollen Vorgehen wurde Neuland betreten. Durch den annähernd trassengleichen Neubau wurde seitens Behörden auf ein Raumordnungsverfahren verzichtet und das Planfeststellungsverfahren konnte – nach heutigen Maßstäben – in rekordverdächtigen neun Monaten durchgeführt werden.

- 2015 (02.07.) Inbetriebnahme des 2. Abschnitts der 380-kV-„Südwest-Kuppelleitung“ von Vieselbach nach Altenfeld in Thüringen. [40]
[43]

Der Neubau wurde erst begonnen, nachdem das Bundesverwaltungsgericht in Leipzig am 18.07.2013 die Klagen gegen den Planfeststellungsbeschluss des Thüringer Landesverwaltungsamtes vom 31.01.2012 abgewiesen hatte⁹⁷.

- 2015 Am Abend des 07.07. knickte eine Windhose, die sich infolge eines schweren Unwetters im Süden Sachsen-Anhalts bildete, nahe Eisleben (Sachsen-Anhalt) vierzehn Masten der 380-kV-Leitung Wolmirstedt – Lauchstädt/Klostermansfeld um. Drei weitere Masten wurden beschädigt. Mit der Errichtung eines Leitungsprovisoriums wurde anschließend wieder die Anbindung des UW Klostermansfeld an zwei Stromkreise hergestellt. [40]

⁹⁷ Der 2. Abschnitt der Südwest-Kuppelleitung war das von der 2. Hälfte der 2000er bis in die 1. Hälfte der 2010er Jahre umstrittenste Neubau-Leitungsprojekt der VE Transmission/50Hertz. Der Widerstand formierte sich u. a. bzgl. Infragestellung der energiewirtschaftlichen Notwendigkeit auf kommunaler, Landkreis- und z. T. auch auf landespolitischer Ebene. Frühzeitig wurde u. a. in der dena-Netzstudie I von 2005 („Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020“) die Notwendigkeit der Leitung begründet und in der dena-Netzstudie II von 2010 („Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick 2025“) bestätigt. Die Südwest-Kuppelleitung (SWKL) fand daher als Nr. 4 Eingang in das EnLAG 2009 als Vorhaben mit vordringlichem Bedarf. Nicht zuletzt die Landespolitik plädierte frühzeitig für eine nur einmalige Querung des Thüringer Rennsteigs mit einer Leitungstrasse, sodass sich VE Transmission aufgrund des erkennbar weiter ansteigenden Übertragungsbedarfs auf die Planung und Genehmigung einer viersystemigen 380-kV-Freileitung im 2. und 3. Abschnitt der SWKL konzentrierte. Diese Planung wurde vom Bundesverwaltungsgericht im o. g. Urteil nicht beanstandet.

- 2015 (17.12.) Inbetriebnahme des 1. Stromkreises im 3. Abschnitt⁹⁸ der 380-kV-„Südwest-Kuppelleitung“ von Altenfeld (Thüringen/50Hertz) nach Redwitz (Bayern/TenneT) – siehe auch 2. Stromkreis am 14.09.2017. [40]
- 2015 (18.12.) Inbetriebnahme der ersten 380-kV-Kondensatorenanlage (200 Mvar) im UW Altenfeld als MSCDN (Mechanically Switched Capacitor with Damping Network) zur Spannungsstützung im Südwestraum des 50Hertz-Übertragungsnetzes für die Hochleistungsferntransporte über die komplette „Südwest-Kuppelleitung“ von Lauchstädt über Vieselbach und Altenfeld bis Redwitz (Bayern) – siehe 1. und 2. Stromkreis Altenfeld – Redwitz 2015/17. [22] [40]

Der MSCDN wurde modular für eine Erweiterbarkeit auf 300 Mvar konzipiert (Bild 44).



Bild 44: 380-kV-MSCDN 200 Mvar UW Altenfeld (links) und single line (rechts)
C – Kondensatorbatterien, X_L – Drosselspule, R_D – Dämpfungswiderstand u. Überspannungsableiter
© 50Hertz

- 2016 (22.06.) Inbetriebnahme von vier 380/380-kV-Querregeltransformatoren (PST - Phase Shifting Transformer) durch den polnischen ÜNB PSE im UW Mikulowa auf der südlichen deutsch/polnischen Kuppelleitung Hagenwerder – Mikulowa (PL) als erster Schritt (je 2 x 750 MVA parallel pro Stromkreis). [22] [40]
- 50Hertz bereitete parallel und mit PSE abgestimmt den PST-Einsatz auf der ab 2018 auf 380 kV umzustellenden nördlichen deutsch/polnischen Kuppelleitung Vierraden – Krajnik (PL) im UW Vierraden vor. Ziel: Koordinierte Leistungsflusssteuerung DE ↔ PL.
- 2017 Das Sturmtief „Axel“ führte am 4. Januar erstmals zur Einspeisung von mehr als 14.000 MW aus Windenergieanlagen. [40]
- 2017 (13.01.) Inbetriebnahme von zwei der vier geplanten 380/380-kV-Querregeltransformatoren (2 x 850 MVA parallel pro Stromkreis) durch ČEPS im UW Hradec auf der einzigen ostdeutsch/tschechischen Kuppelleitung Röhrsdorf – Hradec (CZ) als erster Schritt. Die Inbetriebnahme des 3. und 4. PST im UW Hradec erfolgte Mitte 2017. [22] [40]

⁹⁸ Im 3. Abschnitt der SWKL erfolgt die Querung des Rennsteigs. Gemäß EnLAG 2009 wäre hier eine Teilverkabelung als Pilotvorhaben möglich gewesen. Diese wurde aber von der Thüringer Planfeststellungsbehörde verworfen, da eine Verkabelung insbes. einen deutlich größeren Raum- und Natureingriff gegenüber einer Freileitung zur Folge gehabt hätte.

50Hertz bereitete parallel und mit ČEPS abgestimmt den PST-Einsatz auf dieser Leitung im UW Röhrsdorf vor. Ziel: Koordinierte Leistungsflusssteuerung DE ↔ CZ.

2017 (26.01.) Inbetriebnahme der ersten regelbaren 380-kV-Kompensationsdrosselspule (Stufenbereich 80 ... 176 Mvar) im UW Putlitz/Süd zur flexiblen Spannungshaltung in der nordwestlichen Region des 50Hertz-Übertragungsnetzes. [40]

2017 (12.06.) Stilllegung der 220-kV-Anlage des UW Magdeburg inkl. der letzten 220/110-kV-Umspannung in Sachsen-Anhalt. [22] [40]

Damit endete das letzte Kapitel der 80-jährigen Geschichte der 220-kV-Reichssammelschiene in Ostdeutschland, bei deren Entstehung das UW Magdeburg 1938 in Betrieb genommen wurde. Zur Erinnerung wurde im UW Wolmirstedt der zuvor auf dem Abschnitt Magdeburg – Marke demontierte Mast Nr. 62 der ehem. Reichssammelschiene wieder aufgebaut (Bild 45).



Bild 45: Mast 62 der ehem. 220-kV-Reichssammelschiene im UW Wolmirstedt (oben) mit Großaufnahme der dort angebrachten Gedenktafel (unten)

© 50Hertz

2017 Sturmtief „Paul“ wütete am 22.06. vor allem im Norden und Osten Deutschlands. Im südlichen Brandenburg führte er nahe Schadowitz (Landkreis Elbe-Elster) zum Umbruch von drei und zur starken Beschädigung von acht Masten der 380-kV-Leitung Preilack – Streumen. Am 27.10. konnte nach vier Monaten die Leitung wieder in Betrieb genommen werden. Zusätzlich zu den elf neu errichteten Masten wurden sechs weitere an Verkehrskreuzungen im Rahmen des Mastverstärkungsprogramms ausgetauscht. [40]

2017 (14.09) Feierliche Inbetriebnahme des 2. Stromkreises im 3. Abschnitt der 380-kV-„Südwest-Kuppelleitung“ (SWKL) von Altenfeld nach Redwitz. Durch den Ministerpräsidenten des Landes Sachsen-Anhalt Dr. Reiner Haseloff wurde damit diese wichtige Nord-Süd-Verbindung von 50Hertz (von Lauchstädt/Sachsen-Anhalt über Vieselbach und Altenfeld/Thüringen) zur TenneT (Redwitz/Bayern) nach rd. 15 Jahren Planungs-, Genehmigungs- und Bauzeit vollständig und in kompletter Länge in Betrieb genommen (Bild 46 und 47). [22]
[40]

Bis zur Inbetriebnahme des 1. Stromkreises Altenfeld – Redwitz am 17.12.2015 war die zuvor alleinige Verbindung von Thüringen (Remptendorf) nach Bayern (Redwitz) über viele Jahre einer der Engpässe mit den höchsten Redispatchmengen und -kosten im deutschen Übertragungsnetz (siehe Monitoring-Berichte der Bundesnetzagentur).



Bild 46: Inbetriebnahme des 3. Abschnittes der SWKL
© 50Hertz



Bild 47: 380-kV-Südwest-Kuppelleitung (inkl. Mitnahme 110 kV)
© 50Hertz

- 2017 Es muss kein Sturm wüten, um Maste zu beschädigen, manchmal reicht auch ein un- [40]
aufmerksam pflügender Landwirt! Am 6. Oktober rammte er mit seiner Raupe nahe
Wolferstedt (Landkreis Mansfeld-Südharz) einen Tragmast der 220-kV-Leitung Eula –
Wolkramshausen, woraufhin sich dieser auf die Seite legte. Am 9. Oktober wurde ein
einsystemiges Provisorium errichtet und der ehem. „Traktormast“ am 14.3.2018 als neu
gebauter 220-kV-Mast wieder mit beiden Stromkreisen in Betrieb genommen.
- 2017 (06.12.) Inbetriebnahme der 380-kV-Neubauanlage des UW Vierraden als Vorausset- [22]
zung für die am 03.07.2018 erfolgte Inbetriebnahme der auf 380 kV umgestellten Kup- [40]
pelleitung nach Krajnik (PL) inkl. von zwei der insgesamt geplanten vier 380/380-kV-
PST im UW Vierraden (dann je 2 x 1.200 MVA in Reihe pro Stromkreis).
Bis zur Realisierung der 380-kV-Uckermarkleitung erfolgt die Anbindung des 380/110-
kV-UW Vierraden mit zwei 380/220-kV-Netzkupplern an das 220-kV-Netz in der Region
(Stromkreise nach Pasewalk und Neuenhagen).
- 2018 (17.01.) Regulärer Betrieb der beiden 380/380-kV-PST (je 1.200 MVA pro Stromkreis) [22]
im UW Röhrsdorf (Bild 48) nach dem erfolgreichen Probebetrieb ab 11.10. bzw. [40]
24.11.2017 auf der Kuppelleitung nach Hradec (CZ) – zusammen mit den vier PST im
UW Hradec.



Bild 48: Anlieferung eines PST im UW Röhrsdorf (baugleich im UW Vierraden)
© 50Hertz

- 2018 (27.04.) Inbetriebnahme des ersten sog. „SVC“ (Static Var Compensator)⁹⁹ der 50Hertz [22]
für die dynamische Blindleistungskompensation im UW Hennigsdorf, bestehend aus
einer Thyristor-gesteuerten Drosselspule (TCR - Thyristor Controlled Reactor) mit
210 MVA und drei C-Filtern mit 30 / 90 / 70 Mvar.
Als Besonderheit erfolgt der Einsatz ausnahmsweise zur Flickerkompensation („Flicker“
siehe 1971/72 Stahlwerk Hennigsdorf) in einer 30-kV-Kundenanlage als bauvorberei-

⁹⁹ Static Var Compensator (Statischer Blindleistungskompensator), u. a. zur Spannungsstabilisierung durch geregeltes Bereitstellen von kapazitiver und induktiver Blindleistung sowie zur Kompensation von Flickern.

- tende Maßnahme für den Bau des 380-kV-Nordrings Berlin.
- Da die Ablösung der bestehenden 220-kV-Leitung, an der auch der Kunde angeschlossen ist, weitgehend trassengleich durch einen 380-kV-Leitungsneubau erfolgt, ist der SVC eine von mehreren netztechnischen Maßnahmen, um auch während des Leitungsneubaus eine anforderungsgerechte Kundenversorgung abzusichern. Nach Abschluss der Baumaßnahme wäre ein späterer Einsatz des SVC an anderer Stelle direkt am Übertragungsnetz mit Modifikation grundsätzlich möglich.
- 2018 (Juni) Einsatz des ersten mobilen, in einen Container eingebauten, 380-kV-GIS-Schaltfeldes bei 50Hertz im UW Röhrsdorf. Mit dem mobilen, kombinierten Schaltfeld können zwei Sammelschienen gekuppelt bzw. ein Transformator oder eine Leitung in eine Sammelschiene eingebunden werden. Die letztgenannte Möglichkeit wird in Röhrsdorf im Zusammenhang mit dem Anlagenumbau infolge der beiden Querregeltransformatoren praktiziert. [40]
- 2018 (06.06.) Inbetriebnahme des ersten sog. „STATCOM“ (Static Synchronous Compensator)¹⁰⁰ im ostdeutschen Übertragungsnetz zur dynamischen Blindleistungsregelung für den Betrieb der 220-kV-Offshore-(Kabel-)Netzanschlüsse im UW Lubmin. [22]
- Daten: Dauerbetrieb in einem Bereich von 100 Mvar (induktiv) bis 100 Mvar (kapazitiv) mit einer temporär im Sekundenbereich zulässigen 2- bis 3-fachen induktiven Blindleistung.
- 2018 (23.08.) Inbetriebnahme der rd. 2 km langen sog. „compactLine“ als innovative 380-kV-Pilotleitung (Doppel-Hochstromleitung) mit reduzierter Trassenbreite und Masthöhe; Bild 49). Erstmaliger Einsatz dieser neuen Bauart im deutschen HöS-Netz für den nördlichen Netzanschluss des UW Jessen/Nord. [40]
- Daten: Trassenbreite 55 ... 60 m, Masthöhe 30 ... 36 m (im Vergleich die Daten der sonst üblichen 380-kV-Baureihe „Donaumast“: rd. 72 m Trassenbreite und 50 ... 60 m Masthöhe).
- Konstruktion: Masten in Vollwandbauweise sowie gespannte Stahlseile als Tragekonstruktion für die Leiterseile zur deutlichen Reduzierung des Durchhangs und des Ausschwingens.

¹⁰⁰ Der STATCOM ist ein leistungselektronisches Betriebsmittel, das dynamisch geregelt induktive oder kapazitive Blindleistung bereitstellen kann. Er bietet gegenüber einer statischen Blindleistungskompensation Vorteile bei der Stabilisierung von Drehstromnetzen, da seine Blindleistung nicht von der Höhe der Netzwechselspannung abhängt.

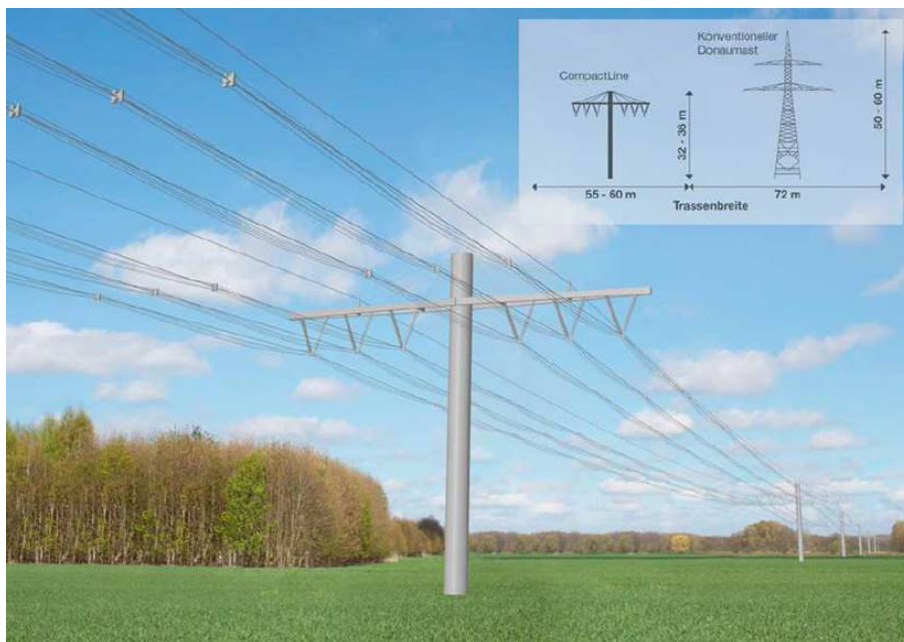


Bild 49: compactLine

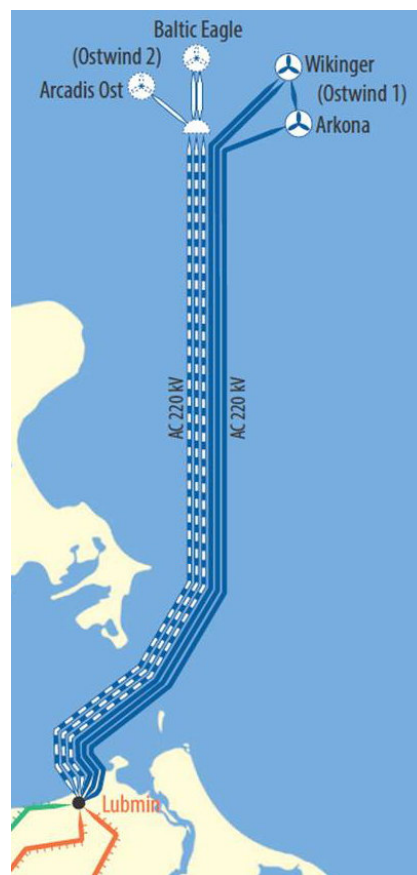
© 50Hertz

Künftiger Einsatz der compactLine vorzugsweise als Option beim 380-kV-Neubau in ehem. 220-kV-Trassen wegen der vergleichbaren Trassenbreite und Masthöhe (Verbesserung von Akzeptanz und Genehmigungsfähigkeit).

- 2018 Am 23.10. wurden mit rd. 15.380 MW Einspeisung aus Windenergieanlagen (WEA) in der 50Hertz-Regelzone erstmals mehr als 15 GW registriert; daran nicht ganz unschuldig war das Sturmtief „Siglinda“. Zum Vergleich: Ende 2017 waren rd. 18.500 MW an WEA-Leistung installiert. An diesem Tag mussten für die Netz- und Systemsicherheit in der Regelzone 3.000 MW KW-Leistung abgesenkt werden (Redispatch) und, da keine weitere Absenkung der konventionellen KW-Leistung technisch mehr möglich war, auch 3.000 MW Einspeisung aus Windenergieanlagen. Dafür musste in anderen Netzregionen/Regelzonen die Bilanz durch das Hochfahren von KW ausgeglichen werden. [40]
- 2018 (29.10.) Inbetriebnahme des ersten OWP Wikinger in der Ostsee mit einer 220-kV-Netzanbindung. Das Projekt „Ostwind 1“ mit den OWP Arkona und Wikinger stellt einen Teil der Netzanbindung des Clusters „Westlich Adlergrund“ (nordöstlich der Insel Rügen) dar. Der Testlauf der Netzanbindung erfolgte bereits ab 19.12.2017. [40]
- Die 380/220-kV-Netzverknüpfung erfolgt im UW Lubmin und der Netzanschluss von „Ostwind 1“ über zunächst zwei von drei 220-kV-AC-Kabeln von je 93 km Länge (davon je 90 km auf See). Das dritte Kabel wurde in Verbindung mit der Inbetriebnahme des OWP Arkona in 2019 in Betrieb genommen, ebenso das 220-kV-AC-Verbindungskabel zwischen den Plattformen beider OWP.

2019 (16.04.) Feierliche Inbetriebnahme der drei 220-kV-Netzanbindungen für die Offshore-Windparks Wikingier und Arkona („Ostwind 1“, siehe 29.10.18) nach rd. 3 Jahren Projektlaufzeit (Bild 50). Im Beisein der Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel und der Ministerpräsidentin des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Manuela Schwesig, wurde zugleich mit dem OWP Arkona der aktuell leistungsstärkste Windpark in der Ostsee in Betrieb genommen (60 Anlagen mit insges. 385 MW). Er verdrängte damit den o. g. OWP Wikingier auf den 2. Platz (70 Anlagen mit insges. 350 MW).

Mit der Inbetriebnahme der Offshore-Windparks Wikingier und Arkona („Ostwind 1“) 2018/19 wurden die ehem. Planungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Entwicklung eines „Energiestandortes Lubmin“ (Nachnutzung eines voll erschlossenen ehem. KW-Standortes, der in den 2000er Jahren eine Hafenerweiterung erfuhr und seit Nov. 2011 Anlandepunkt der Gaspipeline Nord Stream 1 ist) doch noch Realität. Statt der dort ehem. geplanten drei konventionellen KW-Projekte (1 x Steinkohle- und 2 x GuD-KW mit insges. rd. 4.200 MW) wurde Lubmin mit dem benachbarten Umspannwerk (Bild 51) nun zu einem Energiestandort mit Anlandung regenerativ erzeugter Energien aus Offshore-Windparks.



[22]
[40]

Bild 50: Cluster Ostwind 1 und 2
© FNN-Netz Karte 2020 (Auszug)



Bild 51: Komplette Erneuerung des 380/220/110-kV-UW Lubmin u. a. für die Anschlüsse der Offshore-Windparks
(am rechten oberen Bildrand ist der Bereich des ehem. KKW Lubmin zu sehen)

© 50Hertz

- 2019 (06.05.) Beginn der Montage von Sensoren einer belgischen Firma auf der 380-kV-Leitung Streumen – Röhrsdorf zur Überwachung des Leiterseildurchhangs, um damit über die Temperatur und den Durchhang des Leiterseils eine höhere Stromtragfähigkeit im Netzbetrieb nutzen zu können (Pilotvorhaben für die Netzoptimierung¹⁰¹ im sog. Witterungsabhängigen Freileitungsbetrieb (WAFB)). [40]
- 2019 Im Rahmen des Mastverstärkungsprogramms wurden bspw. in 2019 46 Maste erneuert (getauscht) und 180 Maste verstärkt, u. a. wegen Verkehrssicherungspflichten, der Erhöhung der Bodenabstände, der Verringerung der elektrischen und magnetischen Felder/Beeinflussung. [40]
- 2019 Im 2. Halbjahr 2019 erfolgte in Sachsen-Anhalt – 30 Jahre nach der Inbetriebnahme als erste innerdeutsche Verbindung – die Umbeseilung der 380-kV-Kuppelleitung Wolmirstedt – Helmstedt (rd. 47 km) von der klassischen A1St-Beseilung auf HTLS (Hochtemperaturleiterseile mit geringem Durchhang), um nach dem entsprechenden Genehmigungsverfahren eine höhere Stromtragfähigkeit erreichen zu können. [40]
- 2020 Am Sonnabend, dem 22.02. wurde dank Sturmtief „Xanthippe“ mit 16.270 MW ein neuer Einspeiserekord von Windenergieanlagen im Netzgebiet der 50Hertz aufgestellt. [40]
Zugleich war das ein neuer Rekord bei der Integration der Windenergie ins Energiesystem, da von dieser Leistung nur 460 MW für den Erhalt der Netz- und Systemsicherheit abgeregelt werden mussten (das sog. Einspeisemanagement).
Zum Vergleich: Beim vorherigen Rekord am 04.03.2019 mit 16.217 MW mussten noch ca. 1.300 MW EE-Einspeiseleistung abgeregelt werden. Hier traten an einem (laststarken) Montag ungünstigere Last- und Einspeisekonstellationen im Vergleich zum o. g. (lastschwachen) Sonnabend auf, was zu regional höheren Netzbelastungen und Netzengpässen führte, die durch das Einspeisemanagement entlastet werden mussten.
Noch vor zehn Jahren galt die erfolgreiche Integration solch hoher EE-Einspeiseleistungen in die Verteilungsnetze und das Übertragungsnetz der heutigen 50Hertz-Regelzone als nahezu unvorstellbar, erst recht vor zwanzig Jahren beim Inkrafttreten des EEG im Jahr 2000.
Der weitere EE-Ausbau im Stromsektor und die EE-Netzintegration muss zum Erreichen der ambitionierten Ziele der Energiewende und für den Klimaschutz forciert vorangetrieben werden – 50Hertz stellt sich dieser anspruchsvollen Herausforderung im Interesse und als engagierter Dienstleister der Gesellschaft!

¹⁰¹ Netzoptimierung als Bestandteil des gesetzlich fixierten NOVA-Prinzips: Netz-Optimierung vor -Verstärkung vor -Ausbau.

3. Verzeichnis der Quellen

- [1] Dr. Ulrich Krüger, u. a.; Sechs Jahrzehnte Elektroenergieübertragung, Vorgeschichte und Geschichte des VEB Verbundnetz Elektroenergie – von 110 000 Volt zu 380 000 Volt; Verlag Tribüne Berlin, 1976
- [2] Bergbau- und Industriegeschichte: Die erste 110-kV-Anlage Europas, Hans-Jürgen Schmidt, Traditionsverein Braunkohle Lauchhammer e.V., 15.12.2011 und Die 110 000-V-Fernleitung Lauchhammer – Gröditz – Riesa - vom ersten Gedanken bis zur Außerbetriebnahme; Dr. Dietmar Siegmund, VDE-BV Dresden, Industry Partner Symposium 2012
- [3] Karte der Hochspannungsleitungen des Deutschen Reiches von 30.000 Volt an. Reichsverband der Elektrizitätsversorgung, Berlin, Januar 1938 und Netzkarte der Elektrowerke AG Berlin; Zustand: Nov. 1940
- [4] Deutschlands Großkraftversorgung, Dr. Gerhard Dehne, Springer-Verlag Heidelberg GmbH, 1925
- [5] Musterbetriebe deutscher Wirtschaft, Band 1: Die Elektrizitätswirtschaft, Elektrowerke A.-G. Berlin, R. Hamburger, Organisation Verlagsgesellschaft m.b.H. (S. Hirzel), 1. Auflage 1928 und 2. Auflage 1930 (Vollständige Neubearbeitung) sowie Elektrowerke AG, Landesarchiv Berlin, A Rep. 250-03-07, I. Unternehmensgeschichte
- [6] 50 Jahre Berliner Elektrizitätswerke 1884 – 1934, C. Matschoß, E. Schulz und A. Th. Groß, VDI-Verlag GmbH, 1934
- [7] Netzkarte „Überlandversorgung Berlins in den 1920er Jahren“ aus „Geschichte der Berliner Energieversorgung“ (<https://blog.vattenfall.de/geschichte-der-berliner-energieversorgung-teil-1/>, Stand 13.02.2017)
- [8] Die Elektrizitätsversorgung in Sachsen-Anhalt, Ein Abriss der regionalen Entwicklung von den Anfängen bis 1946/47; Prof. Hans Otto Gericke, Mitteldeutscher Verlag, Halle (Saale) 2012
- [9] Aktiengesellschaft Sächsische Werke Dresden, August 1926, Verlag Wilhelm Raue, Transatlantische Verlagsanstalten Berlin W 9, Linkestraße 31
- [10] S. Neuhaus, P. Glatz und K. Will; Das Thüringenwerk, Ein Rückblick in die Stromgeschichte Thüringens, TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt 2003
- [11] Bausteine für Stromeuropa, Eine Chronik des elektrischen Verbunds in Deutschland, 50 Jahre Deutsche Verbundgesellschaft; DVG, 1999
- [12] VDE-Chronik der Elektrotechnik, https://www2.vde.com/wiki/chronik_2016/Wiki-Seiten/Homepage.aspx
- [13] Die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage Kraftwerk Elbe – Berlin-Marienfelde; Dr.-Ing. A. Menge, Vortrag vor der Hauptversammlung der Elektrowerke AG Berlin am 31. März 1942
- [14] Energieübertragung auf große Entfernungen, J. Biermanns, Karlsruhe, Braun Verlag, 1949
- [15] Handbuch der Elektrizitätswirtschaft – Technische, wirtschaftliche und rechtliche Grundlagen, Leonhard Müller, 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001
- [16] Berlin-Chronik, Online-Version, hrsg. vom Landesarchiv Berlin, <http://www.berlin-chronik.de>
- [17] Das Verbundnetz, Betriebssektion der Kammer der Technik (KDT) des VEB Verbundnetz Elektroenergie, Ausgaben Nr. 1/2 (1965) bis 50 (1992)

- [18] Deutsche Wirtschaftsarchive: Berliner Kraft- und Licht (BEWAG)-Aktiengesellschaft, BEWAG-Archiv, Historischer Abriss
- [19] Schlamassel Berlin – Währungsreform und sowjetische Blockade 1948/49, W. Melanowski, Spiegel Special, 4/1995
- [20] Die elektrische Energieversorgung Berlins, Sonderdruck (Nr. 4612) aus Elektrizitätswirtschaft, Jg. 94 (1995), H. 8, S. 403 – 487
- [21] ELEKTRIE, Heft 12, Dezember 1962, mehrere Beiträge zur Inbetriebnahme der ersten 380-kV-Übertragungsanlage des Verbundnetzes der DDR zwischen den ZUW Ragow und Lauchstädt
- [22] Verfasser
- [23] Die Entwicklung der Vereinigten Energiesysteme (VES) Osteuropas vom Beginn bis zur Gegenwart, KEMA IEV – Ingenieurunternehmen für Energieversorgung GmbH, Berichts-Nr.: 03-43051-P, 10.09.2003
- [24] Prof. Dr. Jörg Roesler, Dr. Dagmar Semmelmann; „... ohne Energie geht gar nichts!“, Die ostdeutsche Energiewirtschaft von den Kombinat zu VEAG (1980-2001); VEAG Vereinigte Energiewerke AG, 2001
- [25] D. Langmacker, F. Berger; Seiltanzforschung in der DDR; Diskussionsbeitrag zum CIGRE-Bericht 22-08 der 31. Session, Paris, 1986 und D. Langmacker, F. Berger; Erfahrungen mit Phasenabstandshaltern bei der VENAG; Beitrag zur Sitzung der „Task Force on Galloping (Seiltanzen)“, Paris, 29.08.1990 in ELEKTRIE, Berlin 45 (1991) 3
- [26] Prof. D. Winje; Integration des West-Berliner Netzes in den deutschen Verbund; Sonderdruck (Nr. 4542) aus Elektrizitätswirtschaft, Jg. 93 (1994), H. 13, S. 703 – 750
- [27] Battery Energy Storage Systems, Technical Report No. 17, UNESCO Regional Office of Science and Technology for Europe (ROSTE), May 1991
- [28] Frequenz-Leistungs-Regelung mittels Batterie-Energiespeicher im Inselnetz von West-Berlin, Vortrag Klaus G. Krämer (Energie-Museum Berlin), Goslar, 08.12.2011
- [29] Der Spiegel, Nr. 5/1988, Rubrik Energie, Artikel „Geheimnisvoll verhandelt“ zum Mitte Jan. 1988 paraphierten „Stromlieferungs-Abkommen“ zwischen PreußenElektra, Bewag und Intrac (*Anm. des Verfassers: der sog. EEÜE-Vertrag v. 07.03./ 21.04.88*)
- [30] Kupplung asynchroner Hochspannungsnetze mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), H. Radtke und F. Berger, Vortrag beim 300. Elektrotechnischen Kolloquium der Sektion Elektrotechnik der TU Dresden am 29.11.1989
- [31] 110 Jahre VDE-Bezirksverein Dresden, 110 Jahre Entwicklung der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik, 1892 – 2002; VDE-Bezirksverein Dresden e. V., 2002
- [32] Jürgen Stotz; Anbindung des Höchstspannungsnetzes der neuen Bundesländer an den westdeutschen Verbund; Sonderdruck (Nr. 4542) aus Elektrizitätswirtschaft, Jg. 93 (1994), H. 13, S. 703 – 750
- [33] Übersicht zum VEAG-Versorgungsgebiet (Gründungsstand Februar 1991), F. Berger, Berlin, 27.02.1991, VEAG-internes Dokument
- [34] E. Lindwedel, H. Radtke: Die Stromversorgung in den neuen Bundesländern – Stand und Ausblick, etz, 1991, H. 3/91
- [35] M. Behnke, K. Lüttig, H. Radtke; Spannung und Blindleistung im 380/220-kV-Verbundnetz der neuen Bundesländer – Stand und Ausblick, ELEKTRIE, Berlin 45 (1992) 3

- [36] Bericht: Konzeption des Drosselensatzes im 380/220-kV-Netz der VEAG zur spannungsmäßigen Beherrschung der Schwachlastzeiten für Ausbaustände bis 1996, VEAG-Hauptverwaltung, Abt. Netzplanung und -technik (T1EE), H. Radtke vom 26.04.1991
- [37] Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands; VEAG Vereinigte Energiewerke AG, 1995
- [38] Prof. Dr.-Ing. L. Müller; Network Ost, Die Herausforderungen der Elektrizitätswirtschaft durch die Wiedervereinigung, Energie Spektrum, April 1993
- [39] VEAG connects: KONTEK – a power link to scandinavia; VEAG Vereinigte Energiewerke AG, 1996
- [40] www.50hertz.com bzw. 50Hertz-Intranet (flux news) bzw. Mitarbeiterzeitschrift „frequenz“
- [41] Zehn Jahre Streiflichter, 50Hertz Transmission GmbH, Broschüre anlässlich des 10-jährigen Firmenjubiläums des eigenständigen Übertragungsnetzbetreibers (vormals Vattenfall Europe Transmission GmbH), 2012
- [42] UCTE (2007): Final Report – System Disturbance on 4 November 2006; <https://www.entsoe.eu>
- [43] Pressemitteilung des Bundesverwaltungsgerichts Nr. 51/2013 vom 18.07.2013: Klagen gegen Thüringer Strombrücke erfolglos, Urteil vom 18. Juli 2013, BVerwG 7 A 4.12

4. Verzeichnis der Abkürzungen und Maßeinheiten

AC	Wechselstrom (alternating current), hier verwendet für Drehstrom
ACSS	Aluminium Conductor Steel Supported (weichgeglühte Aluminiumdrähte und Kern aus hochfesten Stahldrähten) → HTLS
AEG	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (ehem. Elektrokonzern, 1883 – 1996)
AG	Aktiengesellschaft
AIS	Air-Insulated Switchgear (Freiluft-Schaltanlage)
Al	Aluminium (als Leitermaterial)
AlSt	Aluminium/Stahl-Seile (Leiter- und Erdseile von Freileitungen)
ASW	Aktiengesellschaft Sächsische Werke (1923 - 1947)
AuS	Arbeiten unter Spannung
AWE	Automatische Wiedereinschaltung
BEW	Berliner Elektrizitäts-Werke (Gründung 1884 als Städtische Electricitäts-Werke, seit 1887 als BEW, seit 1934 als Bewag)
Bewag	Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-Aktiengesellschaft (mit ihren Vorgängern war die Bewag 1884 das erste öffentliche EVU in Deutschland; Auflösung 2009)
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BTU	Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
CENTREL	Zusammenschluss der ÜNB aus Tschechien, Polen, Ungarn und der Slowakei (1992 – 1999)
ČEPS	ČEPS, a.s. – Tschechischer Übertragungsnetzbetreiber
ČSSR	Tschechoslowakische Sozialistische Republik (ČSR: 1948 – 1960, ČSSR: 1960 – 1990)
Cu	Kupfer (als Leitermaterial)
CZ	Tschechische Republik (Länderkürzel nach ISO-3166-1 Alpha-2)
DC	Gleichstrom (direct current)
DDR	Deutsche Demokratische Republik (1949 – 1990)
DE	Deutschland (Länderkürzel nach ISO-3166-1 Alpha-2)
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DK	Dänemark (Länderkürzel nach ISO-3166-1 Alpha-2)
DVG	Deutsche Verbundgesellschaft e.V. (1948 – 2002)
EAW	VEB Elektro-Apparate-Werke Berlin-Treptow (ehem. AEG)
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEÜE	Elektroenergieübertragungseinrichtung
EKO	Eisenhüttenkombinat Ost (in Eisenhüttenstadt, heute Arcelor Mittal)
EnBW	EnBW Energie Baden-Württemberg
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz

ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity (Europäischer Verband der Übertragungsnetzbetreiber – Strom; zur Historie siehe UCPTTE)
enviaM	envia Mitteldeutsche Energie AG (Gründung 2002, zuvor seit 1999 envia Energie Sachsen Brandenburg AG; heutiger Verteilnetzbetreiber: MITNETZ STROM)
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ESAG	Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG (1917 – 1946); <i>nicht zu verwechseln mit der 1990 gegründeten ESAG Energieversorgung Sachsen Ost AG (heute: ENSO Energie Sachsen Ost AG)</i>
ESSAG	Energieversorgung Spree-Schwarze Elster AG aus Cottbus (Auflösung 1999)
Ewag	Elektrowerke AG (Gründung 1915, Auflösung 2000)
EVU	(ehem. vertikal integriertes) Energie- bzw. Elektrizitätsversorgungsunternehmen
FGH	Forschungsgemeinschaft für Hochspannungs- und Hochstromtechnik e.V. – heute: Forschungsgemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft e.V.
FLM	Freileitungsmonitoring (siehe auch „WAFB“)
GIS	Gas-Insulated Switchgear (Gasisolierte Schaltanlage)
GKK	Gleichstrom- oder HGÜ-Kurzkupplung (engl.: Back-To-Back-Station bzw. B2B)
GTKW	Gasturbinen-Kraftwerk(e)
GuD-KW	Gas- und Dampf-Kraftwerk(e), i. d. R. als „KWK-“Anlage
HEW	Hamburgische Electricitäts-Werke AG (Gründung 1894, Auflösung 2002)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HGK	Hochspannungs-Gleichstrom-Kupplung (Name der ehem. geplanten Anlage in Wolmirstedt)
HKW	Heizkraftwerk(e)
HTL	Hochtemperaturleiterseil (z. B. vom Typ TAL bis 150 °C)
HTLS	High Temperature Low Sag - Hochtemperaturleiterseil mit geringem Durchhang (bis 210 °C)
HöS	Höchstspannung (> 110 kV)
ILS	Integrierte Leittechnik in Schaltanlagen
IPH	Institut Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik GmbH
KKW	Kernkraftwerk(e); im westdeutschen Sprachgebrauch AKW - Atomkraftwerk
KTS	Korrosionsträger Stahl
KVE	VE Kombinat Verbundnetze Energie (1980 bis 1990); als Stammbetrieb des KVE fungierte der VEB Verbundnetz Elektroenergie gegründet am 01.07.1963 als VEB Verbundnetz (Gas und Elektroenergie), ab 01.01.1969 nur noch als VEB Verbundnetz Elektroenergie (VNE)
KW	Kraftwerk(e)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LAUBAG	Lausitzer Braunkohle AG (Gründung 1990, Auflösung 2002)
LWL	Lichtwellenleiter
MEW	Märkisches Elektrizitätswerk AG (1909 – 1946)

MITNETZ	Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH (MITNETZ STROM – VNB in Teilen von Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen)
MSCDN	Mechanically Switched Capacitor with Damping Network (Mechanisch geschalteter Kondensator mit Dämpfungsnetz als Blindleistungsanlage zur Spannungsstützung/-anhebung)
NEP	Netzentwicklungsplan Strom
NOVA	Netz-Optimierung vor -Verstärkung vor -Ausbau
NSW	Nichtsozialistisches Wirtschaftsgebiet (DDR-Sprachgebrauch für das kapitalistische Ausland)
OWP	Offshore-Windpark(s)
PL	Polen (Länderkürzel nach ISO-3166-1 Alpha-2)
PSE	Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. – Polnischer Übertragungsnetzbetreiber
PST	Phase Shifting Transformer – Querregeltransformator
PSW	Pumpspeicherwerk(e)
RGW	Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe (der sozialistischen Länder; 1949 – 1991)
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG (Gründung 1898, seit 1990 RWE AG)
SBZ	Sowjetische Besatzungszone (5. Juni 1945 bis 7. Okt. 1949)
SED	Sozialistische Einheitspartei Deutschlands (Gründung 1946 in der SBZ und Berlin, heute: Die Linke)
SF ₆	Schwefelhexafluorid; Einsatz als Isoliergas in der Mittel- und Hochspannungstechnik, bspw. in gasisolierten Schaltanlagen (GIS), Schaltgeräten, gasisolierten Rohrleitern (GIL)
SIS/HS	Schaltanlageninformationssystem für Hochspannungsanlagen
SHLV	Staatliche Hauptlastverteilung der DDR (1948 (Vorgänger) bis 1990)
SMAD	Sowjetische Militäradministration in Deutschland (oberste Verwaltungsbehörde in der Sowjetischen Besatzungszone vom 5. bzw. 9. Juni 1945 bis zur Übertragung der Verwaltungshoheit an die Regierung der DDR am 10. Okt. 1949 nach der DDR-Gründung am 07.10.1949)
SPE	Sternpunktterdung
SSW	Siemens-Schuckertwerke GmbH (1903), ab 1927 als AG (bis 1966, danach Siemens AG infolge Fusion)
STATCOM	Static Synchronous Compensator (Stromrichter im Pulsbetrieb, der induktive und kapazitive Blindleistung flexibel und stufenlos bereitstellen kann sowie netzstabilisierend wirkt)
SVC	Static Var Compensator (Statischer Blindleistungskompensator, Nutzung u. a. zur Spannungsstabilisierung durch geregeltes Bereitstellen von kapazitiver und induktiver Blindleistung sowie Kompensation von Flickern)
SWKL	Südwest-Kuppelleitung (380-kV-Ltg. Lauchstädt – Vieselbach – Altenfeld – Redwitz (Bayern)), auch „Thüringer Strombrücke“ genannt
TCC	Transmission Control Center (Systemführung der 50Hertz Transmission)
TCR	Thyristor Controlled Reactor (Thyristor-gesteuerte Drossel; Einsatz u. a. in SVC)
TFE	Trägerfrequenz über isolierte Erdseile
TFH	Trägerfrequenz über die Leiter der Hochspannungs-Freileitung

TGL	Technischen Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen (der DDR von 1955-1990; im Gegensatz zu DIN-Normen waren die TGL verbindliche Standards mit Gesetzescharakter)
TRO	(ehem.) Transformatorenwerk Oberschöneweide (vor 1945 und von 1991 – 1996 im Besitz der AEG)
TWW	Transformator-Verlustwärme
UCPTE	Union für die Koordinierung der Produktion und des Transports von Elektrizität (Gründung 1951), Vorläufer der infolge der Strommarktliberalisierung gebildeten europäischen Verbände der Übertragungsnetzbetreiber UCTE, ETSO und der heutigen ENTSO-E
UdSSR	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken (1925 – 1991)
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UW	Umspannwerk(e)
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VE	vor 1990 in der DDR: Volkseigen (siehe VEB), nach 1990: Vattenfall Europe (Gründung 2002)
VEB	Volkseigener Betrieb (ehem. DDR)
VENAG	Verbundnetz Elektroenergie AG (Zusammenschluss KVE und SHLV in 1990)
VEAG	Vereinigte Energiewerke AG (Zusammenschluss VENAG und VK-AG, 1990 – 2002)
VES	(ehem.) Vereinigte Energiesysteme (der ehem. Ostblockstaaten)
VE-T	Vattenfall Europe Transmission GmbH (2002 – 2010); nach dem Verkauf durch Vattenfall Europe an Elia und IFM im Jahr 2010 umbenannt in 50Hertz Transmission GmbH
VEW	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG (Gründung 1906, Fusion mit RWE in 2000)
VK-AG	(ehem.) Vereinigte Kraftwerks AG (Zusammenschluss des ehem. VE Kombinat Braunkohlekraftwerke mit den GTKW und Wasser-KW)
VNB	Verteilungsnetzbetreiber
VPE	Vernetztes Polyethylen, Einsatz als Werkstoff für die Isolation von Stromkabeln
VR	Volksrepublik
VUW	Vereinfachtes Umspannwerk (u. a. Sammelschienen-loses Anlagenlayout)
VVB	Vereinigung Volkseigener Betriebe (in der DDR)
WAFB	Witterungsabhängiger Freileitungsbetrieb (ehem. „FLM“)
ZDV	Zentrale Dispatcherverwaltung der (osteuropäischen) Vereinigten Energiesysteme „Frieden“ (ZDV: 1963 – 1996, Auflösung zum Jahresende 2004)
ZST	Zentrale Steuerungsstelle (der ehem. VE Transmission, heute TCC)
ZUW	(ehem.) Zentrales Umspannwerk

GWh	Wirkarbeit in Gigawattstunden (10^9 Wattstunden)
kA	Strom in Kiloampere (10^3 Ampere)
km	Länge in Kilometer (10^3 Meter)
kV	Spannung in Kilovolt (10^3 Volt)
mm ²	Flächeneinheit/Querschnitt in Quadrat-Millimetern
MW	Wirkleistung in Megawatt (10^6 Watt)
MVA	Scheinleistung in Megavoltampere (10^6 Voltampere)
Mvar	Blindleistung in Megavoltampere reaktiv (10^6 Voltampere reaktiv)
TJ	Energie, Arbeit, Wärme in Terajoule (10^{12} Joule)

5. Verzeichnis der Anlagen

5.1 Übersicht über die 380- und 220-kV-Freileitungen und -Landkabel

5.2 Übersicht über die 400-kV-DC- sowie 220- und 150-kV-Kabel auf See

5.3 Außerbetriebnahme von 380- und 220-kV-Freileitungen (Rückbau und Verkauf)

5.4 Übersicht über die 380-, 220- und 150-kV-Anlagen

5.5 Außerbetriebnahme von 380- und 220-kV-Anlagen und Standorten

5.1 Übersicht über die 380- und 220-kV-Freileitungen und -Landkabel

Hinweise:

Die in 5.1 nachfolgend für die Jahre 1956 – 1974 genannten Errichtungsjahre der 220- und 380-kV-Freileitungen wurden aus der dort genannten Quelle [17], Heft 25, 1974, G. Grabe, S. 590 ff., übernommen.

Vergleiche für den Zeitraum 1956 – 1974 und den anschließenden Zeitraum bis 1984 wurden mit den in [17] enthaltenen, hier chronologisch geordneten, Netzkarten der angegebenen Heft-Nummern angestellt:

- Ausbaustand 1950 des 220-kV-Netzes (Heft 34, Sept. 1981, H. Herzog),
- Ausbaustand 1960 des 220-kV-Netzes (dito),
- Ausbaustand 1962 des 380/220-kV-Netzes (Heft 23, Jan. 1973, G. Grabe),
- Entwicklung 1945 bis 1965 des 380/220-kV-Netzes (Heft 14, Dez. 1968, G. Grabe),
- Ausbaustand 1970 des 380/220-kV-Netzes (Heft 34, Sept. 1981, H. Herzog),
- Ausbaustand 1972 des 380-kV-Netzes (Heft 23, Jan. 1973, G. Grabe),
- Ausbaustand 1974 des 380/220-kV-Netzes (Heft 25, Okt. 1974, G. Grabe),
- Ausbaustand 1980 des 380/220-kV-Netzes (Heft 34, Sept. 1981, H. Herzog) und
- Ausbaustand 1984 des 380/220-kV-Netzes (Heft 40, Mai 1985, E. Muschick).

Auf dieser Grundlage sowie der Leitungsstatistik werden die bekannten (farbigen) „380/220-kV-Netzkarten der DDR“ für die Jahre 1960, 1965, 1970 und 1980 in einem nächsten Schritt überarbeitet und in dieser Chronik ergänzt; ebenso die unveränderten Netzkarten der Jahre 1950 und 1990 sowie die Netzkarten ab 1995 in 5-Jahres-Schritten.

Bauart	von - nach	Bauart	von - nach
	1937/38		1965
220 kV	Harbke – Magdeburg – Marke – Dieskau ¹⁰²	220 kV	Güstrow – Pasewalk
	1939/1940	220 kV	Ragow – UW (KW) Vetschau (M 5/6 / M7/8)
220 kV	Dieskau – Remptendorf – Ludersheim (BY) ¹⁰²	220 kV	Dieskau – Lauchstädt
	1950	220 kV	Einschleifung Streumen (in Rag – Rö)
220kV?	KW Espenhain (Eula) – Zwönitz ¹⁰³ (110 kV!)	380 kV	Ragow – Röhrsdorf
	1956		1966
220 kV	Dieskau – Eula – Zwönitz ¹⁰³	220 kV	Ragow – UW (KW) Vetschau (M9/10 / M11/12)
	1957	220 kV	Doppeleinschlfg. Siedenbr.zow (in Güs – Pas)
220 kV	Berlin/Ost (Neuenhagen) – Graustein	220 kV	Remptendorf – Suhl
	1958	220 kV	Crossen – Röhrsdorf
220 kV	Magdeburg – Perleberg		1967
	1959	220 kV	Lauchstädt – Wolkramshausen
220 kV	Berzdorf (Hagenwerder) – Graustein	220 kV	Doppeleinschlfg. Dresden/Süd (in Zw – Nw)
220 kV	Zwönitz – Niederwartha	220 kV	KW Espenhain (Eula) - Taucha
220 kV	Berzdorf (Hagenwerder) – Niederwartha	380 kV	(Preilack) – Neuenhagen ¹⁰⁴
220 kV	Doppeleinschleifung Erfurt (in Dk – Re) ¹⁰⁵		1968
	1960	220 kV	Einschlfg. Eisenhüttenst. (EKO, in Nhg - Prl) ¹⁰⁶
220 kV	Berlin/Ost (Neuenhagen) – Pasewalk		1969
220 kV	Doppeleinschleifung Ragow (in Nhg – Grs)	220 kV	Doppeleinschleifung Großdalzig (in Eu – Lau)
220 kV	Zwönitz – Vyskov (ab 1963 Hradec, CSSR)	220 kV	2 x Großdalzig – KW Lippendorf (M 1/2 u. 3/4)
220 kV	Berzdorf (Hagenwerder) – Mikulowa (VR P)	220 kV	Eula – Weida
	1961	220 kV	Niederwartha – Streumen
220 kV	Berlin/Ost (Neuenhagen) – Wustermark	220 kV	Herlasgrün – Weida
380 kV	Ragow – Wustermark ¹⁰⁷	220 kV	Doppeleinschleifung Förderstedt (in Mgd – Ma)
	1962		1970
220 kV	2 x KW Lübbenau (M 7/8 u. 9/10) – Ragow	220 kV	2 x Eula – KW Thierbach (M 1/2 u. 3/4)
220 kV	Güstrow – Perleberg		1971
220 kV	Berlin/Ost (Neuenhagen) – IPH	220 kV	Einschleifung Hennigsdorf (in Nhg – Wu)
220 kV	Doppeleinschleifung Lauchstädt (in Dk – Re)	380 kV	Einschleifung Bärwalde (an Rag – Grs)
380 kV	Ragow – Lauchstädt ¹⁰⁸	380 kV	Bärwalde – KW Boxberg (M 1-6)
	1963	380 kV	Ragow – Magdeburg
220 kV	Perleberg – Wustermark		1972
220 kV	PSW Hohenwarte II – Remptendorf	220 kV	Eisenhüttenstadt – Graustein
220 kV	2 x KW Lübbenau (M 11/12 u. 13/14) – Ragow	220 kV	Berlin/Ost (Neuenhagen) – Wuhlheide
220 kV	Einschleifung Berzdorf (Hagenwerder)	220 kV	Graustein – KW GSP (Schwarze Pumpe)
	1964		1973
220 kV	PSW Hohenwarte II – Remptendorf	220 kV	Doppeleinschleifung Lubmin (in Sow – Pas)
220 kV	KW Lübbenau (M 15/16) – Ragow	220 kV	Görries – Perleberg
220 kV	Doppeleinschleifung Röhrsdorf (in Eu – Zw)	380 kV	Bärwalde – Röhrsdorf
220 kV	Ragow – UW (KW) Vetschau (M 1/2 / M3/4)		1974
220 kV	Einschleifung Thyrow (in Rag – Wu)	220 kV	Thyrow – Wuhlheide
380 kV	Ragow – Graustein	220 kV	Niederwiesa – Röhrsdorf
380 kV	Röhrsdorf – Weida – Remptendorf	380 kV	Einschleifung Kiesdorf (in Bā – Rö)
		380 kV	Kiesdorf – Mikulowa (VR Polen)

Alle Angaben aus [17], Heft 25, 1974, G. Grabe, S. 590 ff., ergänzt um eigene Recherchen (*Ergänzungen in kursiv*). Die Bauart der Leitung muss, nach o. g. Quelle bezogen auf das Jahr der Errichtung, nicht identisch mit der Betriebsspannung zu diesem Zeitpunkt sein (z. B. 110-kV-Betrieb einer 220-kV-Leitung bzw. 220-kV-Betrieb einer 380-kV-Leitung).

¹⁰² Ehem. 220-kV-Reichssammelschiene

¹⁰³ 1949/50 Bau und Betrieb 1 x 110 kV; 1954 220-kV-Neubau Dieskau – Eula – Zwönitz mit Betrieb 2 x 220 kV ab 1956/57

¹⁰⁴ Von Neuenhagen zur „Peitzer Spitze“ (später UW Prl) mit Einschleifung in Rag – Grs (in [17], H. 25 nicht aufgezählt)

¹⁰⁵ Später 2 x Erfurt/Nord – Vieselbach

¹⁰⁶ Bis 1972 Anschluss EKO-U200 an die mit 220 kV betriebene 380-kV-Ltg. Neuenhagen – Preilack („Peitzer Spitze“)

¹⁰⁷ 1961 in Betrieb mit 1 x 220 kV, ab 1962 mit 2 x 220 kV, 1964 Einschleifung Thyrow

¹⁰⁸ Dez. 1961 Ragow – Dieskau 1 x 220 kV bis 1967; Dez. 1962 Ragow – Lauchstädt 1 x 380 kV und ab 1967 2 x 380 kV

Bauart	von – nach	Bauart	von - nach
1976		1988	
220 kV	Eula – KW Espenhain (sh. `67 nach Taucha)	220 kV	Vieselbach – Wolframshausen
220 kV	Einschleifung Wolmirstedt (in Mgd – Pe)	220 kV	Anschluss Vierraden (an Vie – Kra, sh. `87)
220 kV	Wolmirstedt – Förderstedt	380 kV	Einschleifg. Güstrow (in Lub – Wol)
380 kV	Röhrsdorf – Hradec (CSSR)	1989	
380 kV	Lubmin – Wolmirstedt	380 kV	Helmstedt – Wolmirstedt ¹⁰⁹
1977		380 kV	Wolmirstedt – Teufelsbruch (1. Teil 107 km)
220 kV	Einschleifung Vierraden (in Nhg – Pas)	1991	
220 kV	Einschleifung Brandenburg/West (in Wu – Pe)	380 kV	Redwitz – Remptendorf
380 kV	Magdebg. – Wolmirst. (zur Rag – Wol, sh. `71)	1993	
380 kV	Lauchstädt – Klostermansfeld	380 kV	Mecklar – Vieselbach (1. Teil 38 km)
380 kV	Streumen – Bärwalde	1994	
380 kV	KW Boxberg III - Bärwalde	380 kV	Mecklar – Vieselbach (2. Teil 47 km)
1978		380 kV	Wolmirstedt – Teufelsbruch (2. Teil 16 km)
220 kV	PSW Markersbach – Zwönitz	380 kV	KW Rostock – Güstrow
1979		1995	
380 kV	Lubmin – Neuenhagen	220 kV	Anschluss Stahlwerk Thüringen
380 kV	PSW Markersbach – Röhrsdorf	380 kV	Mecklar – Vieselbach (3. Teil 1 km)
1980		380 kV	Einschleifung Eisenach (in Meck – Vib)
220 kV	Eula – Weida	380 kV	KW Schkopau - Lauchstädt
380 kV	Klostermansfd. – Wolmirst. (sh. `77, Lau – Klm)	1996	
380 kV	Preilack – Graustein	380 kV	Görries – Güstrow
380 kV	KW Jänschwalde I – Preilack	380 kV	Einschleifung Marke (in Rag – Lau)
1981		380 kV	Doppeleinschleifung Graustein (in Prl – Bä)
220 kV	Lubmin – Lüdershagen	380 kV	KW Schwarze Pumpe – Graustein
220 kV	Wolmirstedt – Sandtorstraße (in Magdeburg)	1998	
220 kV	1. Einschleifg. Großschwabhsn. (in Vib – Re)	380 kV	Vieselbach – Magdala (Remptendorf)
1982		380 kV	Neuenhagen – Marzahn
220 kV	2. Einschleifg. Großschwabhsn. (in Vib – Re)	380 kV	Doppelstichanschluss Eisenhüttenstadt
380 kV	Einschleifung Malchow (in Lub – Nhg)	380 kV	Westl. Einschleifg. Pulgar (in Str – Vib)
380 kV	Streumen – Vieselbach	380 kV	KW Lippendorf – Pulgar
1983		1999	
380 kV	Ragow – Preilack ¹¹⁰	380 kV	(Vieselbach) Magdala – Remptendorf
380 kV	Ragow – Graustein ¹¹⁰	380 kV	Einschleifung Perleberg (in Gü – Wol)
380 kV	KW Jänschwalde II – Preilack	380 kV	Doppeleinschleifg. Dresden/S. (in Rö – Sm)
1984		380 kV	Hagenwerder – Mikulowa (PL)
220 kV	Lüdershagen – Bentwisch	380 kV	Östl. Einschleifg. Pulgar (in Str – Vib)
220 kV	Einschleifung Vieselbach (in Lau – ErN) ¹¹¹	2000	
1985		380 kV	Altenfeld – Remptendorf
220 kV	Bentwisch – Güstrow	2001	
1987		380 kV	Altenfeld – PSW Goldisthal
380 kV	(Vierraden) – Krajnik (VR Polen)	380 kV	Doppelstichanschluss Zwönitz
380 kV	Preilack – Streumen	2002	
380 kV	KW Jänschwalde III – Preilack	380 kV	Einschleifung Wustermark (in Wol – Tb)
		380 kV	1. Einschleifung Siedenbrünzow (in Lub – Gü)

Quelle: Leitungsstatistik 50Hertz (Netzkennzahlen) und eigene Ergänzungen.

Die Bauart der Leitung muss, bezogen auf das angegebene Jahr, nicht identisch mit der Betriebsspannung zu diesem Zeitpunkt sein (z. B. 110-kV-Betrieb einer 220-kV-Leitung bzw. 220-kV-Betrieb einer 380-kV-Leitung).

¹⁰⁹ Spätere 1. innerdeutsche Kuppelleitung der damaligen VEAG, danach Nr. 2 Redwitz – Remptendorf und Nr. 3 Mecklar – Vieselbach

¹¹⁰ Auflösung der sog. „Peitzer Spitze“ mit dem neuen 380-kV-UW Preilack (sh. Ragow – Graustein `64 und (Preilack) – Neuenhagen `67)

¹¹¹ Spätere Auflösung in 2 x Erfurt/Nord – Vieselbach und 220-kV-Anschlüsse aus Lauchstädt und Wolframshausen in Vieselbach

Bauart	von - nach
2003	
220 kV	Einschleifung Bertikow (in Vie – Pas)
380 kV	Stichanschluss Windpark Putlitz
2005	
380 kV	Stichanschluss Großschwabhausen ¹¹²
380 kV	Einschleifung Schönewalde
380 kV	Einschleifung Weida (in Rö – Re)
380 kV	1. Einschleifung Eula (in Str – Pul)
2006	
380 kV	2. Einschleifung Eula (in Str – Pul)
380 kV	Einschleifung Wessin (in Gü – Gö)
2008	
380 kV	Lauchstädt – Vieselbach (Hochstrom) ¹¹³
2009	
380 kV	Doppeleinschleifg. Stendal/West (in Wol – Pe)
2010	
380 kV	Krümmel – Görries (1. Teil 46 km)
2011	
380 kV	Einschleifung Freiberg/Nord (in DrS – Rö)
2012	
380 kV	Krümmel – Görries (2. Teil 19 km)
2013	
380 kV	Vieselbach – Altenfeld (1. Teil 13 km)
380 kV	Anschluss Vierraden (an Vie – Kra, sh. `88)
380 kV	Einschleifg. Altentrept./Nord (in Lub - Nhg)
2014	
380 kV	Vieselbach – Altenfeld (2. Teil 43 km)
380 kV	Bärwalde – Schmölln (Hochstrom) ¹¹⁴
380 kV	Doppeleinschleifg. Förderstedt (in Rag – Wol)
380 kV	Einschleifung Parchim/Süd (in Gü – Pe)
2015	
380 kV	Altenfeld – Redwitz
380 kV	2. Einschleifung Siedenbrünzow (in Lub – Gü)
2016	
380 kV	Neuenhagen – Wustermark (westl. Abschnitt)
380 kV	Einschleifung Gransee (in AtN - Nhg)
380 kV	Südl. Doppeleinschlf. Jessen/N. (in Rag -Lau)
380 kV	Einschleifung Putlitz/Süd (in Sow - StW)
2017	
380 kV	Doppeleinschlf. Altentrept./Süd (in Lub - Nhg)
380 kV	Einschleifung Heinersdorf (in Nhg – Prl)
2018	
380 kV	Nördl. Einschleifg. Jessen/N. (in Rag - Fö) ¹¹⁶

Bauart	von – nach (ehem. Bewag)
1976/77	
380 kV	Reuter – Mitte (Kabelabschnitt)
1977/78	
380 kV	Reuter – Mitte (Freileitungsabschnitt)
1987	
380 kV	Reuter – KW Reuter West
1992	
380 kV	(Wolmirstedt) Stadtgrenze – Teufelsbruch
1993	
380 kV	Teufelsbruch – Reuter (Kabel)
1998	
380 kV	(Neuenhagen) Stadtgrenze – Marzahn
380 kV	Marzahn – Biesdorf/Süd (Wuhlheide)
380 kV	Mitte – Friedrichshain (Kabel)
1999	
380 kV	Friedrichshain – Marzahn (Kabel)
Bauart von – nach (ehem. HEW)	
1962	
380 kV	Hamburg/Nord – Hamburg/Ost
1962/65	
380 kV	Hamburg/Ost – Hamburg/Süd
1965/70	
380 kV	Hamburg/Süd – Dollern
1972	
380 kV	KKW Brunsbüttel – Hamburg/Nord
380 kV	KW Moorburg – Hamburg/Süd
1977	
380 kV	KKW Krümmel – Hamburg/Ost
380 kV	Portal Krümmel – Mast 7 ¹¹⁵

Quelle: Leitungsstatistik 50Hertz (Netzkennzahlen) und eigene Ergänzungen.

Die Bauart der Leitung muss, bezogen auf das angegebene Jahr, nicht identisch mit der Betriebsspannung zu diesem Zeitpunkt sein (z. B. 110-kV-Betrieb einer 220-kV-Leitung bzw. 220-kV-Betrieb einer 380-kV-Leitung).

¹¹² Einfachstich durch Umbau einer 220-kV-Doppelleitung (Horizontalmastkopf) zur einsystemigen 380-kV-Leitung

¹¹³ Ablösung der gleichnamigen 220-kV-Ltg., die zum Großteil aus der ehem. Reichssammelschiene bestand, durch die erste 380-kV-V-Hochstromleitung in Ostdeutschland (3.600 A/Stromkreis)

¹¹⁴ Ablösung der 380-kV-„Alt-Leitung“ Bärwalde – Schmölln (Abschnitt der ehem. Bärwalde – Röhrsdorf, Baujahr 1973)

¹¹⁵ Start der Nordleitung nach Görries/Güstrow am UW Krümmel (vom Portal bis Mast 7 im Eigentum 50Hertz).

¹¹⁶ Pilotprojekt „compactLine“

5.2 Übersicht über die 400-kV-DC- sowie 220- und 150-kV-Kabel auf See

Bauart	von - nach
1995	
400 kV DC	Bentwisch – Bjaeverskov (DK) ¹¹⁷
2010	
150 kV AC	Baltic 1 (OWP-Anschluss 151 in Bentwisch)
2015	
150 kV AC	Baltic 1 (OWP-Anschluss 152 in Bentwisch)
150 kV AC	OWP-Verbindung (153) Baltic 1 – Baltic 2
150 kV AC	OWP-Verbindung (154) Baltic 1 – Baltic 2
2018	
220 kV AC	OST-1-1 / OWP-Anschluss Wikinger (281 in Lubmin)
220 kV AC	OST-1-3 / OWP-Anschluss Wikinger (282 in Lubmin)
2019	
220 kV AC	OST-1-2 / OWP-Anschluss Arkona (261 in Lubmin)
220 kV AC	OST-1-3 / OWP-Verbindung Wikinger – Arkona (265)
2020	
150 kV AC	OWP-Verbindung (155) Baltic 2 – KFE (DK) ¹¹⁸
150 kV AC	OWP-Verbindung (156) Baltic 2 – KFE (DK) ¹¹⁸

Quelle: Leitungsstatistik 50Hertz (Netzkennzahlen) und eigene Ergänzungen.

OWP – Offshore-Windpark

¹¹⁷ Im Eigentum von 50Hertz befindet sich nur das rd. 15 km lange Landkabel von Bentwisch bis zum Ostseestrand bei Markgrafenheide (östlich Warnemünde) – der Übergangspunkt zum Seekabel (HGÜ KONTEK).

¹¹⁸ Zu je 50 % bei 50Hertz und Energinet.dk. KFE – Offshore-Plattform Kriegers Flak Extension (DK)

5.3 Außerbetriebnahme von 380- und 220-kV-Freileitungen (Rückbau und Verkauf)

Zeitraum	Leitung von - nach	Trassenlänge in km
1995 - 2000		
220 kV	Perleberg - Görries	75,8
220 kV	Pkt. Damme - Perleberg	67,9
220 kV	Graustein - Neuenhagen	131,2
220 kV	Graustein - EKO-U200	78,2
220 kV	Graustein - Hagenwerder	88,9
220 kV	Hagenwerder - Mikulowa *	1,9
220 kV	Hagenwerder - Niederwartha	110,2
220 kV	Hagenwerder - Dresden/Süd	97,4
220 kV	Pkt. Weistropp - Dresden/Süd	22,3
220 kV	Niederwartha - Zwönitz	82,7
220 kV	PSW Markersbach - Zwönitz	16,0
220 kV	Zwönitz – Hradec (VEAG-Teil)	35,8
220 kV	Marke - Förderstedt	50,0
220 kV	Marke - (Pkt. Hohenturm -) Dieskau *	36,0
220 kV	Dieskau - Eula	55,0
220 kV	2 x Dieskau - Lauchstädt	28,6
220 kV	Pkt. Frauendorf - Eula (ehem. Eu - Rö) *	11,2
220 kV	Vieselbach - Pkt. Magdala (- Großschwabhausen) *	26,4
220 kV	(Großschwabhausen -) Pkt. Magdala - Remptendorf *	50,7
220 kV	Neuenhagen - Biesdorf/Süd (- Wuhlheide) *	15,7
220 kV	Neuenhagen - IPH	15,1
220 kV	5 x KW Lübbenau - Ragow	19,9
220 kV	6 x KW Vetschau - UW Vetschau (Märkischheide)	6,4
220 kV	3 x UW Vetschau (Märkischheide) - Ragow	54,5
220 kV	KW Schwarze Pumpe - Graustein *	9,5
220 kV	2 x KW Lippendorf - Großdalzig	16,5
220 kV	2 x KW Thierbach - Eula	2,9
380 kV	Kiesdorf – Mikulowa (VEAG-Teil)	3,9
380 kV	Pkt. Frohburg - Pkt. Geußnitz (ehem. Str - Vib)	32,6
Summe Außerbetriebnahmen 1995 - 2000:		1.243

Zeitraum	Leitung von - nach	Trassenlänge in km
2001 - 2010		
220 kV	Doppeleinschleifung Lubmin (in Sow - Pas)	87,2
220 kV	Lauchstädt - Vieselbach *	76,5
220 kV	Remptendorf - Altenfeld (- Suhl) *	50,3
221 kV	(Remptendorf -) Altenfeld - Suhl	27,7
220 kV	Röhrsdorf - Zwönitz	32,7
220 kV	2 x Erfurt/Nord - Vieselbach	15,9
220 kV	Einschleifung Weida *	1,8
220 kV	Bereich Adlershof (Ltg. Wuhlheide - Thyrow) **	1,4
380 kV	Pkt. Frauendorf - Pkt. Frohburg (ehem. Str - Vib) ***	2,8
Summe Außerbetriebnahmen 2001 - 2010:		296

Zeitraum	Leitung von - nach	Trassenlänge in km
2011 - 2019		
220 kV	Wolmirstedt - Förderstedt	45,6
220 kV	Magdeburg - Förderstedt	26,7
220 kV	Wolmirstedt - Magdeburg	20,3
220 kV	Abschnitt Eula - Großdalzig - Wolframshausen **	4,6
220 kV	Neuenhagen - Wustermark (westlicher Abschnitt) *	28,4
220 kV	Einschleifung Vierraden (380-kV-Ltg. nach Krajnik) *	2,9
380 kV	Bärwalde - Schmölln (alt) ****	45,9
380 kV	Abschnitt Hamburg/Süd - Dollern (alt) ****	3,5
Summe Außerbetriebnahmen 2011 - 2019:		178

Gesamte Trassenlänge (km) der im Zeitraum 1995 - 2019 außer Betrieb genommenen 380/220-kV-Freileitungen mit anschließendem Rückbau und/oder Verkauf:	1.717
---	--------------

Hinweise:

Zudem wurden neben den o. g. 380/220-kV- auch noch rund 80 Trassen-km 110-kV-Freileitungen außer Betrieb genommen und rückgebaut bzw. veräußert, sodass im o. g. Zeitraum von fast 25 Jahren die Gesamtsumme an Außerbetriebnahmen bei rund 1.800 Trassen-km liegt!

Da es sich dabei fast ausnahmslos um Doppelleitungen handelte, beträgt die außer Betrieb genommene gesamte Stromkreislänge ca. 3.600 km bzw. ca. 3.430 Stromkreis-km des 380/220-kV-Netzes in Ostdeutschland!

Der Zeitraum der Außerbetriebnahme ist nicht immer mit dem Zeitraum des Rückbaus oder Verkaufs gleich zu setzen. Gerade beim großen Umfang an Außerbetriebnahmen von 1995 bis 2000 zog sich besonders der Rückbau bis in die erste Hälfte der 2000er Jahre hinein.

- * (anteilige) Nutzung 220-kV-Trasse für 380-kV-Neubau
- ** 220-kV-Verkabelung (Adlershof) bzw. 220-kV-Ausbindung Großdalzig und Lauchstädt
- *** "Downgrade" von 380 kV durch Neubau auf 220 kV
- **** Nutzung 380-kV-Trasse für 380-kV-Neubau

Teile der ehem. 220-kV-Reichssammelschiene:

Magdeburg - Förderstedt
 Förderstedt - **Marke**
 Marke - (Pkt. Hohenturm -) **Dieskau**
 Dieskau - (Lauchstädt - Erfurt/Nord bzw. Vieselbach -) **Remptendorf**

Quelle: Leitungsstatistik 50Hertz (Netzkennzahlen) und eigene Ergänzungen

5.4 Übersicht über die 380-, 220- und 150-kV-Anlagen

Anlage	Standort	Anlage	Standort
1938		1971	
220 kV	Magdeburg	220 kV	Hennigsdorf (Fremdanlage)
220 kV	Marke	380 kV	Schaltanlage Bärwalde
220 kV	Dieskau	1972	
1941		380 kV	Neuenhagen
220 kV	Remptendorf	220 kV	Wuhlheide (Fremdanlage)
1956		1973	
220 kV	Eula	220 kV	Herlasgrün
220 kV	Zwönitz (zus. mit Espenhain 1949/50 110 kV)	220 kV	Schaltanlage Lubmin (Fremdanlage)
1957		220 kV	Görries
220 kV	Graustein	1974	
220 kV	Berlin/Ost (Neuenhagen)	220 kV	Niederwiesa
1958		380 kV	Schaltanlage Kiesdorf
220 kV	Perleberg (1953 110 kV)	1975	
1959		380 kV	Schmölln
220 kV	Berzdorf (Hagenwerder) (Fremdanlage)	1976	
220 kV	Niederwartha	220 kV	Crossen
220 kV	Erfurt/Nord	220 kV	Wolmirstedt
1960		380 kV	Wolmirstedt
220 kV	Pasewalk	1977	
1961		220 kV	Brandenburg/West (Fremdanlage)
220 kV	Ragow	380 kV	Klostermansfeld
220 kV	Wustermark	380 kV	Schaltanlage Lubmin (Fremdanlage)
1962		1979	
220 kV	Güstrow	220 kV	Vierraden
220 kV	Lauchstädt	220 kV	Schaltanlage Markersbach (Fremdanlage)
380 kV	Lauchstädt	380 kV	Schaltanlage Markersbach (Fremdanlage)
380 kV	Ragow	1980	
1964		380 kV	Schaltanlage Preilack
220 kV	Röhrsdorf	1981	
220 kV	Thyrow	220 kV	Lüdershagen
220 kV	Weida	220 kV	Sandtorstraße
1965		1982	
220 kV	Streumen	220 kV	Großschwabhausen
1966		380 kV	Malchow
220 kV	Siedenbrünzow	1983	
1967		220 kV	Vieselbach
220 kV	Wolkramshausen	380 kV	Vieselbach
220 kV	Dresden/Süd	380 kV	Streumen
1968		1984	
220 kV	EKO-U200 (Fremdanlage)	220 kV	Bentwisch
220 kV	Suhl (1968 110 kV)	220 kV	Taucha
1969		1988	
220 kV	Großdalzig	380 kV	Güstrow
220 kV	Förderstedt (1958 110 kV)		
380 kV	Röhrsdorf		

Anlagen ohne Zusatz „Schaltanlage“ sind Umspannwerke HöS/HöS und/oder HöS/HS.

Die Bauart der Anlage muss, bezogen auf das angegebene Jahr, nicht identisch mit der Betriebsspannung zu diesem Zeitpunkt sein (z. B. 110-kV-Betrieb einer 220-kV-Anlage).

Die ehem. „Fremdanlagen“ bzw. „Anlagen Dritter“ Hagenwerder, Niederwartha und Markersbach gingen 1990, Lubmin 1994 und Wuhlheide 2002 zum Übertragungsnetz über – näheres siehe Text-Historie → 1990.

Der Großteil der 380-kV-Anlagen wurde nach 1990 neu gebaut bzw. ertüchtigt, zum Teil auch 220-kV-Anlagen.

Die Jahreszahl in Klammern gibt die Inbetriebnahme der Anlage an – allerdings mit 110 kV statt 220 kV.

Quelle: Anlagenstatistik 50Hertz (Netzkennzahlen) und eigene Ergänzungen

Anlage	Standort
1994	
380 kV	Schaltanlage Rostock
1995	
220 kV	Stahlwerk Thüringen (Fremdanlage)
1996	
380 kV	Eisenach
380 kV	Görries
380 kV	Graustein
380 kV	Hagenwerder
380 kV	Marke
380 kV	Schaltanlage Schwarze Pumpe (Fremdanlage)
1998	
380 kV	Eisenhüttenstadt
380 kV	Pulgar
1999	
380 kV	Dresden/Süd
380 kV	Perleberg
380 kV	Remptendorf
2001	
220 kV	Iven (Windpark-UW)
380 kV	Altenfeld
380 kV	Bentwisch
380 kV	Zwönitz
2002	
220 kV	Bertikow (Windpark-UW)
380 kV	Siedenbrünzow
2003	
380 kV	Putlitz (Windpark-UW)
2004	
380 kV	Wustermark
2005	
380 kV	Eula
380 kV	Großschwabhausen
380 kV	Schönewalde (Start als Windpark-UW)
380 kV	Weida
2006	
380 kV	Wessin (Start als Windpark-UW)
2009	
380 kV	Stendal/West
2010	
380 kV	Thyrow
2011	
150 kV	Baltic 1 (Offshore-UW auf See)
380 kV	Freiberg/Nord
2013	
380 kV	Altentreptow/Nord (Windpark-UW)
2014	
380 kV	Parchim/Süd (Start mit 220 kV)
2015	
150 kV	Baltic 2 (Offshore-UW auf See)
380 kV	Förderstedt

Anlage	Standort
2016	
380 kV	Gransee
380 kV	Jessen/Nord
380 kV	Putlitz/Süd
2017	
380 kV	Heinersdorf
380 kV	Altentreptow/Süd
380 kV	Vierraden
2018	
220 kV	Wikinger (Offshore-UW auf See)
2019	
220 kV	Arkona (Offshore-UW auf See)

Anlage	Standort (ehem. Bewag) *
1978	
380 kV	Mitte
380 kV	Reuter
1993	
380 kV	Teufelsbruch
1997	
380 kV	Friedrichshain
2000	
220 kV	Marzahn
380 kV	Marzahn
2001	
380 kV	Charlottenburg

Anlage	Standort (ehem. HEW)
1972	
380 kV	Hamburg/Süd
1973	
380 kV	Schaltanlage Brunsbüttel
380 kV	Hamburg/Nord
380 kV	Hamburg/Ost
1976	
380 kV	Schaltanlage Krümmel

* Die (Ost-)Berliner Anlage Wuhlheide ist auf der Seite zuvor gelistet (→ 1972); sie gehörte zum ehem. Energiekombinat Berlin.

Anlagen ohne Zusatz „Schaltanlage“ sind Umspannwerke HöS/HöS und/oder HöS/HS
Der Großteil der 220- und 380-kV-Anlagen wurden nach 1990 neu gebaut, hier ist die Übersicht nicht vollständig.
Die Stilllegung von Standorten bzw. die Ablösung einer Spannungsebene durch Umstellung auf eine höhere ist Anlage 5.5 zu entnehmen.

Quelle: Anlagenstatistik 50Hertz (Netzkennzahlen) und eigene Ergänzungen

5.5 Außerbetriebnahme von 380- und 220-kV-Anlagen und Standorten

IBN	Anlage/Standort	ABN	Bemerkung
1938	220 kV Magdeburg	2017	Anlage und Standort stillgelegt
1938	220 kV Marke ¹¹⁹	1996	Umstellung auf 380 kV
1938	220 kV Dieskau	1998	Anlage und Standort stillgelegt
1956	220 kV Zwönitz (1953)	2001	Umstellung auf 380 kV
1957	220 kV Graustein	1996	Umstellung auf 380 kV
1958	220 kV Perleberg (1953)	1999	Umstellung auf 380 kV
1959	220 kV Berzdorf (Hagenwerder)	1996	Umstellung auf 380 kV → Hagenwerder
1959	220 kV Niederwartha	1999	Umstellung auf 110 kV
1959	220 kV Erfurt/Nord	2008	Anlage und Standort stillgelegt
1961	220 kV Ragow	2010	Anlage stillgelegt
1962	220 kV Lauchstädt	2007	Anlage stillgelegt
1965	220 kV Streumen	2003	Anlage stillgelegt
1966	220 kV Siedenbrünzow	2002	Umstellung auf 380 kV
1967	220 kV Dresden/Süd	1999	Umstellung auf 380 kV
1968	220 kV EKO-U200	1998	Umstellung auf 380 kV → Eisenhüttenstadt
1968	220 kV Suhl	2001	Anlage und Standort stillgelegt
1969	220 kV Großdalzig	2014	Anlage und Standort stillgelegt
1969	220 kV Förderstedt (1958)	2014	Umstellung auf 380 kV
1973	220 kV Görries	1996	Umstellung auf 380 kV
1974	380 kV Schaltanlage Kiesdorf	1996	Anlage und Standort stillgelegt
1979	220 kV Schaltanlage Markersbach	1998	Anlage stillgelegt
1981	220 kV Sandtorstraße	2006	Anlage und Standort stillgelegt
1982	220 kV Großschwabhausen	2005	Umstellung auf 380 kV

Anlagen ohne Zusatz „Schaltanlage“ sind Umspannwerke HöS/HöS und/oder HöS/HS.
IBN – Inbetriebnahme, ABN – Außerbetriebnahme (der Spannungsebene am Standort)

Quelle: Anlagenstatistik 50Hertz (Netzkennzahlen) und eigene Ergänzungen

¹¹⁹ 1946/47 Komplett-Demontage des 220/110-kV-UW Marke (außer Gebäude) als Reparatur durch die sowjetischen Besatzer; 1955 Beginn des Wiederaufbaus

Kontakt

Harald Radtke | info@50hertz.com

50Hertz Transmission GmbH
Heidestraße 2 | 10557 Berlin | Germany

