

25 JAHRE ELEKTRISCHE WIEDERVEREINIGUNG DEUTSCHLANDS

Netztechnische Maßnahmen zur Wiedervereinigung des Verbundnetzes in Deutschland

Textfassung des Vortrages von

Dr. Frank Berger und Harald Radtke

anlässlich der virtuellen VDE-Jubiläums-Veranstaltung am 17.12.2020



Inhalt

1. Ohne Trennung keine Wiedervereinigung – ein kurzer Netzblick	3
2. „Elektrische Annäherung“ in der 2. Hälfte der 1980er Jahre	4
3. Netztechnische Vorbereitungen zum DVG/UCPTE-Anschluss ab 1990	8
4. Realisierung der Kuppelleitungen bis 1995	11
5. Schaltfolge der Elektrischen Wiedervereinigung am 13. September 1995	12
6. ... und die „Ost-Erweiterung des UCPTE-Netzes“ am 18. Oktober 1995	14
7. Zusammenfassung	14

Abstract

Skizziert werden durchgeführte Untersuchungen und daraufhin eingeleitete netztechnische Maßnahmen in der öffentlichen Stromversorgung, um die in den 1950er Jahren in Deutschland entstandenen drei, voneinander getrennten 50-Hertz-Synchronegebiete mit jeweils unterschiedlicher Philosophie der Frequenzregelung wieder zu vereinen.

Beschrieben wird auch, wie sich in den 1980er Jahren weiter verschärfende Engpässe in der Stromerzeugung förderlich auf die politische Bereitschaft Ostdeutschlands auswirkten, eine gewisse „elektrische Annäherung“ zum Westen zuzulassen und so bereits vor dem Mauerfall – natürlich ungewollt – einen Baustein zur elektrischen Wiedervereinigung beizutragen.

Und ferner wird gezeigt, dass die Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland fest im Verbund mit den europäischen Nachbarn stehen.

Schlüsselwörter

Zusammenführung von Frequenzgebieten, netztechnische Maßnahmen in Verbundnetzen, Vorbereitung auf Synchronanschluss

Gern laden die Autoren, als Zeitzeugen und Mitwirkende an der Vorbereitung der elektrischen Wiedervereinigung beteiligt, den geneigten Leser nachfolgend zu einem kleinen historischen Spaziergang ein. Dazu wurden sieben Meilensteine zur gemeinsamen Erkundung ausgewählt.

220 kV betrieben, um so auf höhere Transportaufgaben, resultierend aus der Einbindung größerer Kraftwerksblöcke (210 MW und 500 MW), vorbereitet zu sein.

In den 1970er Jahren erfolgte ein verstärkter 380-kV-Netzausbau. Damit konnte ein weiträumigerer Leistungstransport von Kraftwerken (KW) an den Braunkohlelagerstätten zu den entfernten Industriegebieten realisiert werden. Das 220-kV-Netz trug allerdings unverändert die Hauptlast der regionalen „Versorgung“ über die Doppelumspannung von 380/220 kV zur 220/110 kV; erst ab 1977 erfolgte die erste 380/110-kV-Direktabspannung.

In den 1980er Jahren wurde die zunehmende Mangelverwaltung gerade auch in der Stromwirtschaft deutlich sichtbar: Stagnation des KW-Ausbaus, insbesondere durch zeitlichen Verzug beim Ausbau des Kernkraftwerks (KKW) in Lubmin und beim KKW-Neubau in Stendal sowie stark rückläufige Neubau-km beim Freileitungszubau. Ende 1989 existierten schließlich rd. 4.310 km 380-kV- und rd. 6.415 km 220-kV-Stromkreise (davon rd. 680 km 380-kV-Stromkreise mit 220-kV-Betrieb).

Erzeugungsseitig wurden u. a. folgende „Westimporte“ getätigt, um den Erzeugungsmangel abzumildern: 1987 Inbetriebnahme Gasturbinen-KW (GTKW) Thyrow I (4x 37 MW), 1989 GTKW Thyrow II (4x 38 MW) und 1990/91 GTKW Ahrensfelde (4x 38 MW) – als heute unvorstellbare Besonderheit alle drei in Eigentum und Regie des damaligen Verbundnetzes!

Und am 3. Oktober 1989, genau ein Jahr vor der politischen Wiedervereinigung Deutschlands, wurde mit einem 220-kV-Richtbetrieb, d. h. die gerichtete Aufschaltung von im Netz A galvanisch getrennter KW-Leistung auf ein zum Netz A nicht frequenzsynchrones Netz B über ebenfalls separierte Stromkreise, die neu errichtete 380-kV-Leitung Helmstedt (BRD) – Wolmirstedt (DDR) in Betrieb genommen (siehe nächster Abschnitt).

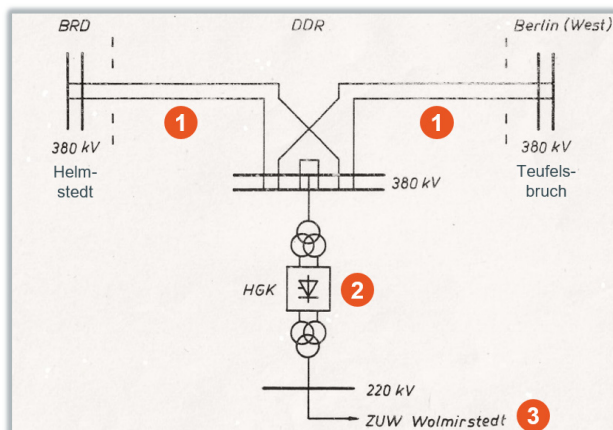
2. „Elektrische Annäherung“ in der 2. Hälfte der 1980er Jahre

Vorstehend beschriebene Engpässe im Osten einerseits, der dem Westberliner Inselbetrieb innewohnende Bedarf nach schnell aktivierbarer Regelleistung und freie Erzeugungskapazitäten im Westen andererseits führten zu der Überlegung, ob denn daraus, wie es heute heißt, eine win-win-Situation für alle Partner entwickelt werden kann. Mit dem im September 1987 stattgefundenen innerdeutschen Staatsbesuch von Erich Honecker bei Helmut Kohl in Bonn war offenbar der Boden dafür bereitet worden, dass es zu Verhandlungen zwischen der PreussenElektra Aktiengesellschaft (PE), der Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-Aktiengesellschaft und dem Kombinat Verbundnetze Energie (KVE) kommen konnte. Damit das sogenannte „staatliche Außenhandelsmonopol“ eingehalten wurde, fungierte jedoch nicht das KVE sondern die DDR-Außenhandelsgesellschaft Intrac als Vertragspartner.

So wurde am 7. März 1988 eine „Vereinbarung zur Regelung grundsätzlicher Fragen zur Lieferung und zur Übertragung von Elektroenergie sowie zur Schaffung der dafür notwendigen technischen Voraussetzungen“ und am 21. April 1988 ein „Vertrag über die Errichtung einer Elektroenergieübertragungseinrichtung“ (EEÜE), ein „Vertrag über die Lieferung und die Übertragung von Elektroenergie“ und ein „Vertrag über die Instandhaltung der Elektroenergieübertragungseinrichtung und die Betriebsführung bei der Lieferung und bei der Übertragung von Elektroenergie“ geschlossen.

Dieses Vertragspaket (Abb. 2 und 3) umfasste:

- (1) Bau, Betrieb und Instandhaltung einer 380-kV-Doppelleitung von Helmstedt (BRD) über Wolmirstedt (DDR) nach Teufelsbruch (Westberlin),
- (2) Bau, Betrieb und Instandhaltung einer Hochspannungs-Gleichstrom-Kupplung (HGK) in Wolmirstedt zur Kopplung mit dem asynchronen 220-kV-Netz der DDR inkl.
- (3) Stromlieferungen an die DDR.



Prinzipbild der EEÜE

© Radtke/Berger, Vortrag zum 300. Elektrotechnischen Kolloquium der TU Dresden, 29.11.1989 (eigene Ergänzungen)



Nach der Vertragsunterzeichnung am 21.04.1988 in Düsseldorf. Rechts im Bild Jürgen Stotz, Preussen-Elektra, der spätere Vorstandsvorsitzende der VEAG.

© Roesler, Semmelmann: „... ohne Energie geht gar nichts!“, VEAG, 2001

Abb. 2: Übersicht über die EEÜE

Abb. 3: Vertragsunterzeichnung EEÜE

Welche Ziele bzw. Vorteile hatten die Vertragspartner bzw. „Betroffenen“ im Blick?

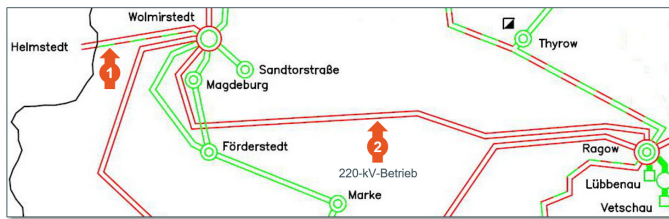
- PE: Absatz von Überkapazitäten im Erzeugungsbereich,
- DDR: Sicherung zusätzlicher Stromlieferungen zur Abmilderung der chronischen Energieknappheit und Einnahme von Devisen für den Stromtransit BRD – Westberlin,
- Bewag: Beendigung der seit 1952 bestehenden „Strominsel Westberlin“ (verbunden mit hohen Kosten inkl. der damals höchsten Strompreise im Bundesgebiet und Vermeidung des notwendigen Retrofits alter bzw. des Baus neuer KW (inkl. Smog-Reduzierung)).

Geplante Kosten und avisierte Inbetriebnahme:

- Über 300 Mio. DM für „die neue 200 km lange Stromtrasse von Helmstedt über Magdeburg nach West-Berlin“ (© *Der Spiegel*, Nr. 5/1988),
- Rund 80 Mio. DM für die 380-kV-Freileitung Teufelsbruch – Reuter der Bewag (© *Prof. D. Winje, Elektrizitätswirtschaft*, Jg. 93 (1994)) und
- Geplante Inbetriebnahme 1991/92.

Doch die Umsetzung dieses Vertragspaketes sollte sich – glücklicherweise – anders gestalten; die Ereignisse des 9. November 1989 und des 3. Oktober 1990 zeigten nachhaltige Wirkungen (Abb. 4):

- 3. Okt. 1989 – Inbetriebnahme der rd. 50 km langen 380-kV-Leitung Helmstedt – Wolmirstedt, (1) 220-kV-Richtbetrieb West - Ost: KW Offleben C (bei Helmstedt) → Wolmirstedt



- 9. Nov. 1989 – Fall der Berliner Mauer
- 3. Okt. 1990 – Deutsche Einheit

- 2. Nov. 1990 – (2+1) 220-kV-Richtbetrieb Ost - West: KW Lübbenau II über Ragow und Wolmirstedt → Helmstedt
 - 26.10.1990 – Bitte von PreussenElektra an VENAG (Nachfolgerin des KVE) nach Stromlieferungen zur Überbrückung von KW-Ausfällen
 - 29.10.1990 – Technisches Konzept des VENAG-Expertenteams steht nach nur 3 Tagen (u. a. Stabilitätsanalysen aufgrund der großen 220-kV-Stromkreislänge) und
 - 02.11.1990 – Nach nur 7 Tagen erfolgt der Probetrieb und die Aufnahme des kommerziellen Betriebes!
 - Daten: rd. 260 km einsystemiger 220-kV-Richtbetrieb, KW-Leistung bis 500 MW, Verstromung von mehr als 10 Mio. t Braunkohle und defacto Grundlastlieferungen von mehr als 5 TWh bis 1995 (inkl. höherer Auslastung KW Lübbenau II)
- © VEAG-Mitarbeiterzeitschrift Megawatt, H. 10, 1995, Dr. E. Broßmann (inkl. seiner Ergänzungen/Korrekturen)

Abb. 4: Inbetriebnahme der Leitung Helmstedt – Wolmirstedt und bilaterale 220-kV-Richtbetriebe

Mit der am 1. Juli 1990 in Kraft getretenen Wirtschafts-, Währungs- und Sozialunion wurde auch auf ostdeutscher Seite der Weg für einen Baustopp der 600-MW-HGK Wolmirstedt freigemacht. Mit der nun absehbaren politischen Wiedervereinigung Deutschlands wurden letzte Zweifel an einer „elektrischen“ Wiedervereinigung ausgeräumt und eine Gleichstrom-Kurzkupplung somit obsolet.

Zum Zeitpunkt des Baustopps war die Stromrichterhalle im Rohbau fertiggestellt. Die Anlagenteile – ohne die Stromrichtertransformatoren (Einphaseneinheiten) – wurden zum Aufbau der Gleichstrom-Kurzkupplung (GKK) Etzenricht (Bayerwerk AG) für die Kopplung mit dem zunächst noch asynchronen tschechischen Netz verwendet (Abb. 5).

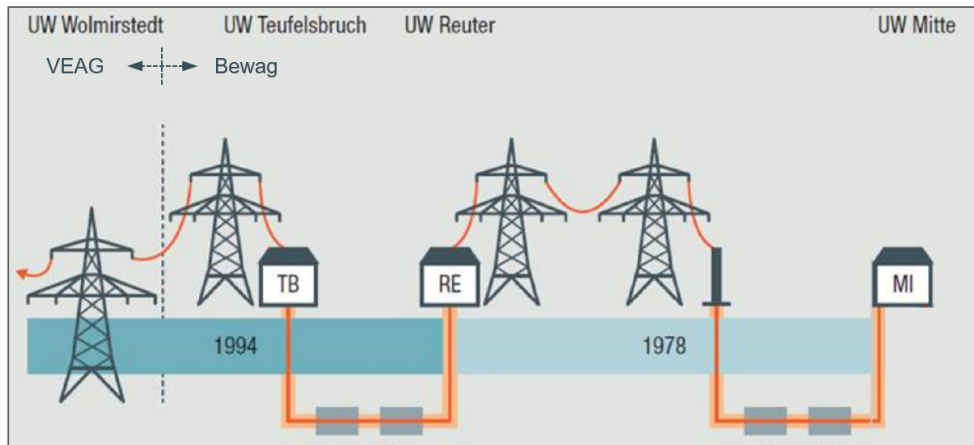


GKK Etzenricht (1993 – 95), in der für die HGK Wolmirstedt geplante/gefertigte Anlagenteile zum Einsatz kamen

© TenneT TSO

Abb. 5: Gleichstrom-Kurzkupplung Etzenricht

Westberlin musste aber auf seinen leistungsstarken Anschluss noch etwas warten, weil genehmigungsrechtliche Auflagen zur Verkabelung im weiterführenden Leitungszug von Teufelsbruch nach Reuter zur Verzögerung und damit zu Kostensteigerungen um 385 Mio. DM gegenüber der o. g. ursprünglichen Freileitungsplanung führten (Abb. 6).

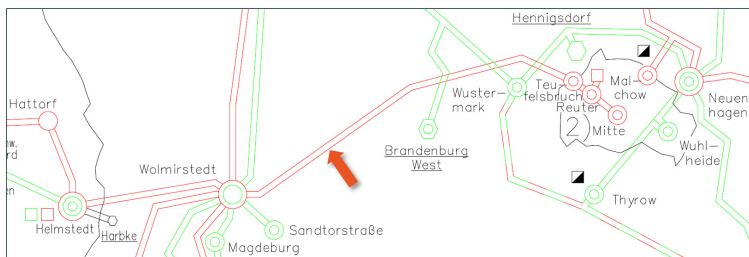


380-kV-Verbundanschluss Bewag an VEAG 1994

© 50Hertz Transmission (bearbeitet)

Abb. 6: Prinzipbild des Bewag-Verbundanschlusses

Am 7. Dezember 1994 erfolgte schließlich die Inbetriebnahme der rd. 140 km langen 380-kV-Leitung Wolmirstedt – Teufelsbruch und damit die formale und offizielle Beendigung des seit dem 5. März 1952 bestehenden „elektrischen Inselnetzbetriebes“ von (West-)Berlin. Zugleich wurde damit die ab dem 1. Dezember 1992 bestehende 110-kV-Notverbindung (300 MW) zwischen dem ehemaligen Ost- und Westteil von Berlin – durch diese war der ehem. Westteil Berlins übrigens ab diesem Tag frequenzsynchro mit dem VEAG- und CENTREL-Netz verbunden – abgelöst (Abb. 7).



Teilabschnitt der EEÜE: 380-kV-Leitung Wolmirstedt – Teufelsbruch (2 x 1.660 MVA)
© VEAG



Zuschaltung der 380-kV-Leitung Wolmirstedt – Teufelsbruch im UW Teufelsbruch
© Bewag

- Die „Bewag-Strominsel“ war seit dem 1. Dez. 1992 faktisch Geschichte – da es aber nur eine „provisorische Strombrücke“ mit limitierter Belastbarkeit (300 MW) zum „elektrischen Festland“ gab, musste der Inselbetrieb-Modus durch die Bewag beibehalten werden, u. a. inkl. betriebsbereiter Batteriespeicheranlage Steglitz (max. $\pm 8,5$ MW über 20 min, 14 MWh) zur Frequenzstützung.
- Am 7. Dez. 1994 wurde mit o. g. Zuschaltung – durch die Anbindung einer leistungsstarken Strombrücke – der Inselbetrieb der Bewag endgültig und offiziell beendet: *„Der Westteil Berlins, jahrzehntelang eine freie Insel im 'Roten Meer', gibt heute endgültig sein Insulaner-Dasein auf.“* (Regierender Bürgermeister Eberhard Diepgen) © Landesarchiv Berlin (www.berlin-chronik.de)

Abb. 7: Das Ende der Strominsel (West-)Berlin / Bewag am 7. Dezember 1994

3. Netztechnische Vorbereitungen zum DVG/UCPTE-Anschluss ab 1990

Bei diesem Meilenstein wollen wir keineswegs das gesamte „Arbeitsprogramm zur Vorbereitung und Aufnahme des Verbundbetriebes mit dem (DVG)/UCPTE-Netz“ der VENAG vom Okt./Nov. 1990 (Abb. 8) behandeln, sondern uns ausschließlich mit den unter dem dort aufgeführten Cluster (3) „Schaffung der netztechnischen Voraussetzungen im (VENAG)VEAG-Netz zur Aufnahme des DVG/UCPTE-Verbundbetriebes“ zusammengefassten Aufgaben befassen.

- (1) Regelung der stromwirtschaftlichen Zusammenarbeit mit den **osteuropäischen** Ländern
 - (2) Regelung der stromwirtschaftlichen Zusammenarbeit mit den **westdeutschen** und weiteren Verbundunternehmen
 - (3) Schaffung der **netztechnischen** Voraussetzungen im (VENAG)VEAG-Netz zur Aufnahme des DVG/UCPTE-Verbundbetriebes
 - (4) Schaffung der Bedingungen für die Erfüllung der Anforderungen an die **Wirkleistungsregelung** bei ...
 - (5) Schaffung der Voraussetzungen zur Erfüllung der Anforderungen an die **Spannungsregelung** bei ...
 - (6) Schaffung der Grundlagen für die **Störfallbeherrschung** bei ...
 - (7) Vorbereitung des unmittelbaren **Übergangs** vom Verbundbetrieb mit dem VES auf den ...
 - (8) Vorbereitung der Betriebsführung der **Lastverteilung*** unter den Bedingungen des ...
 - (9) Sicherstellung des **Informationsaustausches** zwischen den Lastverteilungen* unter den Bedingungen des ...
- Gesamtpaket von **65 Aufgaben**
- Einbeziehung des KW-Bereiches (damalige VK-AG - siehe Fußnote 1) insbes. zum o. g. Punkt (4)
- Abgestimmt mit den Nachbarn PreussenElektra und Bayernwerk sowie dem RWE (sog. DVG-Regelblockführer) zudem mit den weiteren fünf DVG-Mitgliedsunternehmen Badenwerk, Bewag, EVS, HEW und VEW

¹ VENAG: ehem. KVE und SHLV (Staatliche Hauptlastverteilung der DDR), ab 12.12.90 VEAG durch Fusion mit der VK-AG (Vereinigte Kraftwerke-AG)

* Heute übliche Bezeichnung „Systemführung(en)“

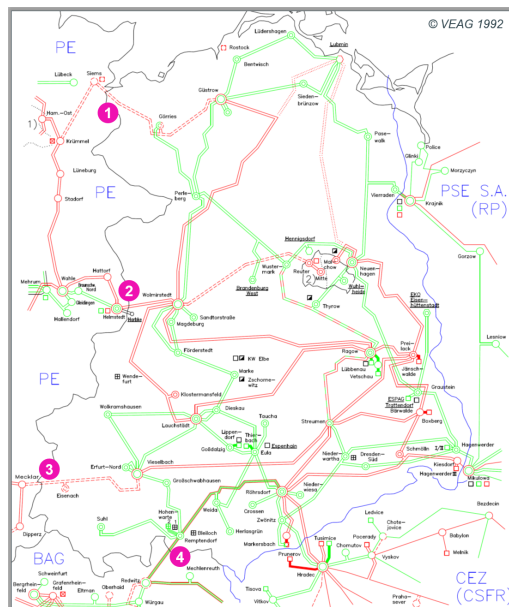
Abb. 8: Arbeitsprogramm der elektrischen Wiedervereinigung

Unmittelbar betroffen vom „Ost-West-Strombrückenschlag“ waren die benachbarten und geografisch angrenzenden Unternehmen PE, Bayernwerk AG (BAG), Bewag und KVE bzw. (VENAG)VEAG.

Aufgrund des im vorangegangenen Kapitel skizzierten Projekts EEÜE verwundert es wohl nicht, dass es angesichts der sich dabei herausgebildeten Arbeitskontakte zwischen PE, Bewag und KVE alsbald nach dem Mauerfall zu ersten Sondierungsgesprächen kam, wie viele Kuppelleitungen es für eine elektrische Wiedervereinigung wohl bräuchte und welche Umspannwerke damit zu verbinden wären. So traf man sich am 27. Dezember 1989 im damaligen Ostberliner Palasthotel, um solche Fragen zu erörtern. Im Ergebnis dieses Termins lag somit bereits Ende Dezember 1989 ein eher „erfahrungs- als leistungsfluss-basierter“ Masterplan mit insgesamt vier Ost-West-Kuppelleitungen (Abb. 9), jeweils in Ausführung als 380-kV-Doppelfreileitung, vor:

- (1) *(Krümmel (PE) –) Lübeck/Siems (PE) – Görries (KVE) – Güstrow (KVE),*
- (2) *Helmstedt (PE) – Wolmirstedt (KVE) (– Teufelsbruch (Bewag)),*
- (3) *Mecklar (PE) – Vieselbach (KVE) und*
- (4) *Redwitz (BAG) – Remptendorf (KVE).*

Abb. 9: Kuppelleitungsprojekte der elektr. Wiedervereinigung



Mit diesem Masterplan im Kopf, wurde in das Jahr 1990 gestartet. Es wurde auch schnell klar, dass ein solcher Synchronanschluss nicht überdimensioniert sein dürfte (Abb. 10).

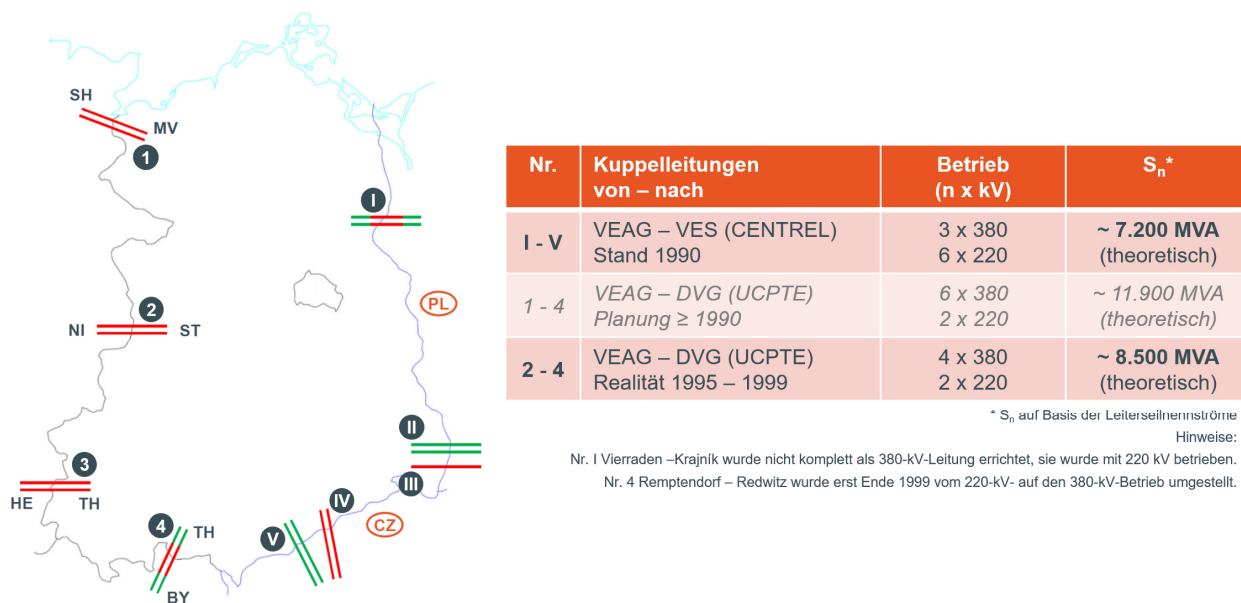


Abb. 10: Kuppelleitungen VEAG (Stand 1990 und danach)

Unter dem koordinierenden Dach der Deutschen Verbundgesellschaft (DVG) – da vorgenannte Verbundunternehmen allesamt Mitgliedsunternehmen der DVG waren – konnten nun gemeinsame netztechnische Analysen mit Expertengruppen aus den Häusern PE, BAG und (VENAG)VEAG verabredet und durchgeführt werden. Folgende Untersuchungen standen dabei insbesondere im Fokus.

3.1 Leistungsfluss

- Stationäre Analysen für verschiedene Austauschszenarien auf den Kuppelleitungen infolge unterschiedlicher Last- und Erzeugungsentwicklung in perspektivisch geplanten Ausbauständen, als (n-0)- und (n-1)-Analysen.
- Untersucht wurden dabei der Wirk- und Blindleistungsaustausch und Spannungshaltung/ Blindleistungshaushalt. Im Ergebnis wurden Netzausbaumaßnahmen identifiziert, u. a.
 - Einsatz von Blindleistungskompensationsspulen insbesondere im lastschwachen nördlichen Bereich des VEAG-Netzes zur anteiligen Kompensation der kapazitiven Ladeleistung des 380/220-kV-Netzes (ca. 5.000 Mvar) aufgrund der besonders kritischen Spannungshaltung in Schwachlastzeiten,
 - massiver Ausbau der (wirksamen) Kompensationsleistung von rd. 320 Mvar (1990) auf rd. 1.600 Mvar (1995), was einer Steigerung des Kompensationsgrades von ca. 7 % (1990) auf rd. 35 % (1995) entspricht und
 - mittelfristiges Ziel eines Kompensationsgrades von 50 %, der mit rd. 2.200 Mvar trotz fortschreitenden 380-kV-Netzausbaus schließlich auch bis 2000/2001 erreicht wurde.

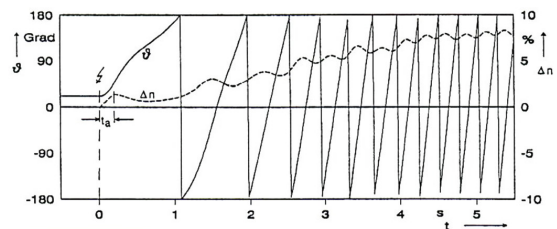
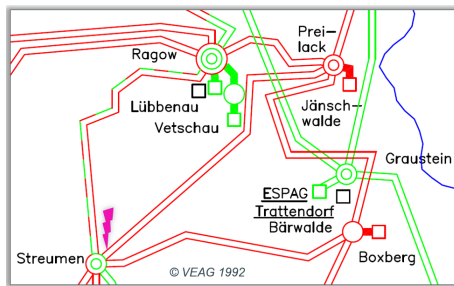
3.2 Kurzschluss

- Stationäre Analysen für unterschiedliche Szenarien der Erzeugungsentwicklung in perspektivisch geplanten Ausbauständen.
- Untersucht wurden die Auswirkungen erhöhter Kurzschlussstrombeanspruchung auf die Kurzschlussfestigkeit der Schaltanlagen in den direkt betroffenen Kuppelpunkten und denen im

„elektrischen“ Nahbereich. Im Ergebnis wurde keine Überschreitung der Kurzschlussfestigkeit in den relevanten Schaltanlagen festgestellt.

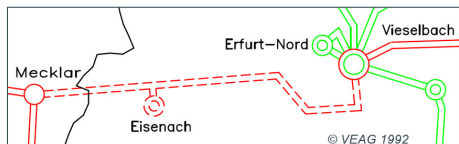
3.3 Stabilität

- Dynamische Analysen zur Ermittlung der Ausgleichsvorgänge im Netz der VEAG und in den Netzen der Nachbarn (Erweiterung der Expertengruppe um die RWTH Aachen, Prof. Haubrich).
- Analyse 3poliger Kurzschlüsse an verschiedenen Fehlerorten für verschiedene Varianten der Anschaltung des VEAG-Netzes an das DVG-Netz (z. B. kurzfristig möglicher 220-kV-Betrieb der Kuppelleitung Redwitz – Remptendorf und erst mittelfristig darstellbarer 380-kV-Betrieb). Dabei wurden definierte Netzlasten für das VEAG- (13 GW) und DVG-Gebiet (60 GW) mit Null-Austauschsaldo zwischen beiden sowie Bewag-Bezug von DVG (0,25 GW) angesetzt.
- Als kritischer Fehlerfall (Abb. 11, Grafik oben links) wurde ein 3poliger Kurzschluss auf einem 380-kV-Stromkreis Preilack – Streumen unmittelbar vor dem UW Streumen mit einer Fehlerklärungszeit von 180 ms (für die Stabilität ungünstig lange Zeitdauer – bedingt durch den technischen Stand der Schalter und des Schutzes) identifiziert.
- Die Ergebnisse der Stabilitätsuntersuchungen, die das Vorhandensein der 380-kV-Doppelleitung Mecklar – Vieselbach als Dreh- und Angelpunkt der elektrischen Wiedervereinigung eindeutig herausstellen, sind in Abb. 11 dargestellt.



Verlauf von Polradwinkel ϑ und Drehzahl n eines 500-MW-Blockes KW Jänschwalde nach 3poligem Kurzschluss nahe UW Streumen (Fehlerklärungs- bzw. Abschaltzeit $t_{ab} = 180$ ms) Ohne (Bild oben) und mit (Bild unten) 380-kV-Ltg. Mecklar - Vieselbach © Brumshagen/Berger, Unjpede-Konferenz, Mai 1993

- Ohne die zentrale Leitung Mecklar – Vieselbach: **Instabilität** aller nahezu kohärent beschleunigten KW-Blöcke im VEAG-Netz (→ obere rechte Grafik)



- Ein Stromkreis Mecklar – Vieselbach: KW-Blöcke im **Grenzbereich der Stabilität** → nur mit starken Reglereingriffen beherrschbar
- ✓ Zwei Stromkreise Mecklar – Vieselbach: **Stabilität** - kein Auseinanderlaufen des VEAG- und DVG-Systems (→ untere rechte Grafik)

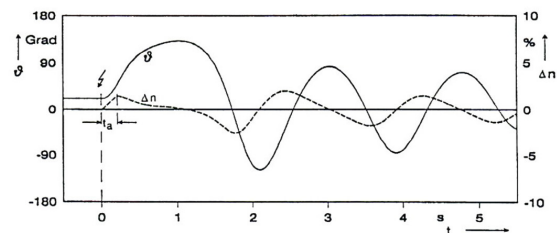


Abb. 11: Ergebnisse der Stabilitätsanalysen

Stellvertretend für die engagierte Mitwirkung vieler Experten sei an dieser Stelle Herrn Dr. Jürgen Schwarz, in den 1990er Jahren Geschäftsführer der DVG bis zu deren Auflösung in 2001, ausdrücklich gedankt.

4. Realisierung der Kuppelleitungen bis 1995

Wie stellte sich die Situation ab Ende 1991 dar?

Es waren zunächst nur zwei der vier geplanten Doppelleitungen potenziell verfügbar (Abb. 12):

- (1) Die für 380 kV errichtete und seit Oktober 1989 mit 220-kV-Richtbetrieb nutzbare Kuppelleitung Helmstedt – Wolmirstedt und
- (2) die für 380 kV errichtete und seit Dezember 1991 mit 220-kV-Richtbetrieb nutzbare Kuppelleitung Remptendorf – Redwitz.

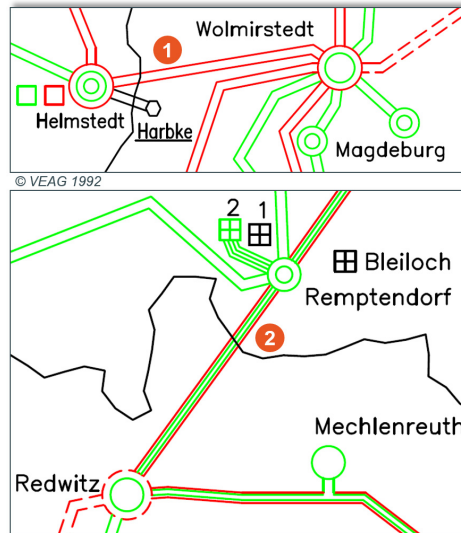


Abb. 12: Verfügbare Kuppelleitungen VEAG – DVG Ende 1991

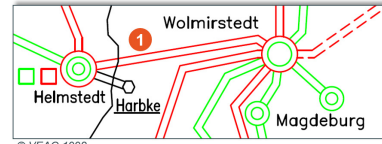
Nach vielfältigen Erörterungen im Kreise der Mitglieder der DVG und unter Einbeziehung von externem Sachverstand (insbesondere RWTH Aachen) zeichnete sich ab,

- dass mit diesen zwei Kuppelleitungen allein keine elektrische Wiedervereinigung vollzogen werden konnte,
- dass die dritte Kuppelleitung Mecklar – Vieselbach dafür unabdingbar ist und auch nur unter der Voraussetzung ausreichend ist,
- dass die CENTREL-Länder (Polen, Tschechien, Slowakei und Ungarn) ebenfalls an das UCPT-Netz angeschlossen werden. Die ansonsten nötige vierte Kuppelleitung wird in diesem Fall quasi durch das synchronisierende Moment der CENTREL-Netzanbindung ersetzt.

Nachfolgend (Abb. 13 und 14) wird etwas näher auf die Realisierungsschritte der Kuppelleitungen eingegangen. Es bleibt aber jetzt schon einmal festzustellen, dass es fünf Jahre dauerte, bis die elektrische Wiedervereinigung der politischen Wiedervereinigung folgen konnte. Das waren zwar drei Jahre mehr als ursprünglich geplant, aber angesichts heutiger langwieriger Genehmigungsverfahren jedoch immer noch ein recht sportliches und erfolgreich abgeschlossenes Unterfangen.

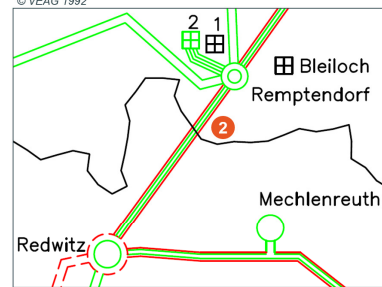
(1) 380-kV-Kuppelleitung Wolmirstedt – Helmstedt:

- Fertigstellung im Rahmen des „EEÜE-Vertrages“ (380-kV-Verbindung Helmstedt (PreussenElektra) – Wolmirstedt (KVE) – Teufelsbruch (Bewag)) im Okt. 1989
- **Inbetriebnahme** des ersten Abschnittes **am 3. Okt. 1989** mit dem 220-kV-Richtbetrieb West (Helmstedt) → Ost (Wolmirstedt)
- **Inbetriebnahme des zweiten Abschnittes Wolmirstedt – Teufelsbruch am 7. Dez. 1994**



(2) 380(220)-kV-Kuppelleitung Remptendorf – Redwitz:

- Grundlage bildete der 1940 in Betrieb genommene Abschnitt Remptendorf – Ludersheim der 220-kV-Reichssammelschiene, der nach Trennung der Stromnetze 1954 auf DDR-Gebiet später rückgebaut wurde.
- Da die Grundbucheinträge über beschränkt persönliche Dienstbarkeiten aber erhalten blieben, war das für das neuerlich nötige Genehmigungsverfahren von großem Vorteil!
- Bereits am **20. Dez. 1991*** konnte die Leitung Redwitz – Remptendorf, bis zur elektrischen Wiedervereinigung zunächst im 220-kV-Richtbetrieb, in Betrieb genommen werden.
- Auch nach der elektrischen Wiedervereinigung dauerte es noch bis 1999, bevor seitens VEAG die 380-kV-Spannungsebene in Remptendorf verfügbar war und der 380-kV-Betrieb nach Redwitz aufgenommen wurde.

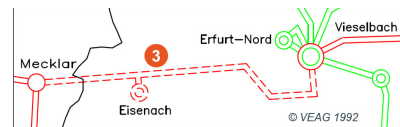


* Am 51. Jahrestag der Inbetriebnahme der ersten 220-kV-Freileitung von Thüringen (Remptendorf) nach Bayern (Ludersheim).

Abb. 13: Kuppelleitungen Wolmirstedt – Helmstedt und Remptendorf – Redwitz

(3) 380-kV-Kuppelleitung Mecklar – Vieselbach:

- Die öffentlich-rechtlichen und insbesondere die privatrechtlichen Genehmigungsverfahren zogen sich, vor allem in Hessen, sehr lang hin.
- Schlussendlich konnte die Leitung 1995 fertiggestellt und im Zuge der Elektrischen Wiedervereinigung am **13. Sept. 1995** in Betrieb genommen werden.
- Für die Spannungsstützung im Raum Eisenach (Automobilindustrie) wurde zudem das gleichnamige 380/110-kV-Umspannwerk in die Leitung eingebunden.



(4) 380-kV-Kuppelleitung Lübeck/Siems – Güstrow:

- Der PreussenElektra-Abschnitt Krümmel – Lübeck/Siems war ursprünglich Bestandteil der 380-kV-Netzanbindung der HGÜ Baltic Cable (Konverterstation Herrenwyk). Für das ins Stocken geratene Genehmigungsverfahren in Schleswig-Holstein sollte der Rückenwind der Elektrischen Wiedervereinigung genutzt werden, um dieses voran zu bringen.
- **1996** Inbetriebnahme VEAG-Teilstück **Güstrow – Görries**. **2000** verfügte VEAG in Mecklenburg-Vorpommern über eine planfestgestellte Trasse bis zur Landesgrenze (52 km).
- Die Einstellung des Genehmigungsverfahrens **Krümmel – Lübeck/Siems** in **2001** seitens PreussenElektra bzw. E.ON Netz führte zum **Abbruch** des Kuppelleitungsprojektes.



- (V) Daraufhin wurde die ehem. Kuppelleitung durch den VEAG-Nachfolger Vattenfall Europe Transmission **von Görries nach Krümmel** neu geplant und ein neues Verfahren gestartet. Als sog. „380-kV-Nordleitung“ wurde sie am **18.12.2012** von der 50Hertz Transmission als Regelzonen-interne Netzleitung – quasi als „4. Kuppelleitung“ – in Betrieb genommen.*

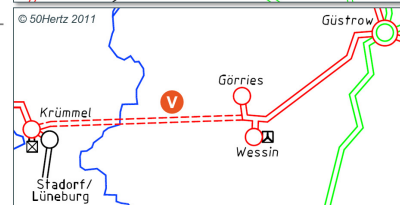


Abb. 14: Kuppelleitung Mecklar – Vieselbach und Leitung Görries – Krümmel

5. Schaltfolge der Elektrischen Wiedervereinigung am 13. September 1995 ...

Nachfolgende Abb. 15 zeigt die Abfolge der Schalthandlungen am Tag der elektrischen Wiedervereinigung von der Trennung vom CENTREL-Verbund (oberes Bild) über den kurzzeitigen und für das VEAG-Netz erstmaligen Inselbetrieb (mittleres Bild) zum DVG/UCPTE-Verbund (unteres Bild).

Die Basis für die unmittelbare Ausführung der elektrischen Wiedervereinigung bildete dabei das „Technische(s) Programm zur Aufnahme des Verbundbetriebes mit dem DVG/UCPTE-Netz“.

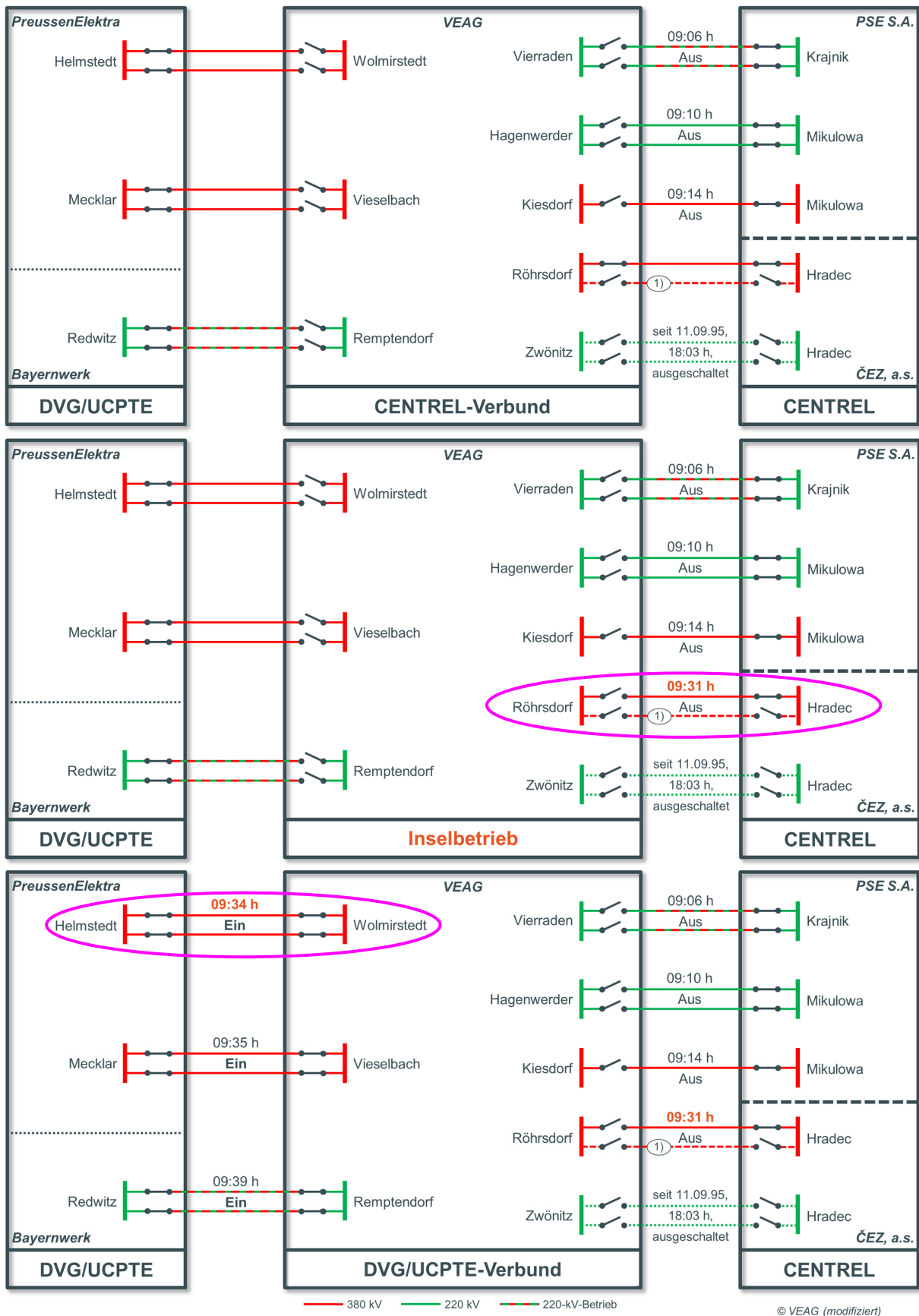


Abb. 15: Abfolge der Schalthandlungen am 13.9.1995

6. ... und die „Ost-Erweiterung des UCPT-Netzes“ am 18. Oktober 1995

Diese Erweiterung wurde technisch und organisatorisch ab 1992 vorbereitet.

Die CENTREL-Gründung erfolgte am 2. Oktober 1992 mit dem Ziel der Herauslösung der Netze aus dem VES-Verbund (UPS/IPS) und dem Synchronanschluss an das UCPT-Netz (Abb. 16). Zunächst wurde die Realisierungsdauer der durchzuführenden Maßnahmen mit ≥ 1997 eingeschätzt. Der Umfang dieser Maßnahmen resultierte aus dem Maßnahmenkatalog für die Vorbereitung des Synchronanschlusses („Catalogue of Measures“) und sah zusammengefasst folgende Aktivitäten vor:

- Machbarkeitsstudie,
- Verbundübergreifende Stabilitätsstudie (unter Obhut der DVG in Heidelberg),
- Studie im Rahmen PHARE-C zur Vorbereitung des CENTREL-Anschlusses durch BAG, PE, Verbundplan (AT) und VEAG,
- Lastverteilerschulungen,
- Inselbetriebsversuch und
- Versuchsweiser Probetrieb.

Der Maßnahmenkatalog wurde mit und von den Übertragungsnetzbetreibern in Polen, Tschechien, Slowakei und Ungarn zügig abgearbeitet, sodass bereits fünf Wochen nach dem VEAG-Verbundanschluss an das UCPT-Netz auch der CENTREL-Verbundanschluss am 18.10.1995 erfolgen konnte.

- **1. Inselbetriebsversuch CENTREL mit VEAG im Sept. 1993**
 - Ziele:
 - Prüfung der Primärregelung
 - Prüfung der Arbeitsweise der Sekundär- mit der Primärregelung
 - Prüfung des Verhaltens der Insel bei sprungförmigen und stetigen Laständerungen ausgewählter Kraftwerke/Pumpspeicher (siehe Grafik: Δ power station (switch off point))
 - Ergebnisse:
 - Frequenzabweichung $\leq \pm 20$ mHz von der Nennfrequenz
 - Gutes dynamisches Verhalten der Insel
- Zustimmung der **UCPT-Vollversammlung** am 28. Sept. 1995 zum „Vorläufigen Betriebsversuch“ einer probeweisen Anschaltung des CENTREL-Netzes an den UCPT-Verbund
- **18. Oktober 1995** Aufnahme **Verbundbetrieb CENTREL – UCPT** über die Kuppelleitungen zum VEAG- und Bayernwerk-Netz
- **18. Okt. 1995 - 01. Okt. 1996:** VEAG als Regelblockführer für CENTREL
- **1. Okt. 1996** Inbetriebnahme des CENTREL-Regelungs- und Abrechnungszentrums in Warschau inkl. Beginn des einjährigen Verbund-Probebetriebes
- **30. Sept. 1997** – Offizielles, erfolgreiches Ende des Verbund-Probebetriebes



Abb. 16: Schritte des Verbundanschlusses von CENTREL an UCPT

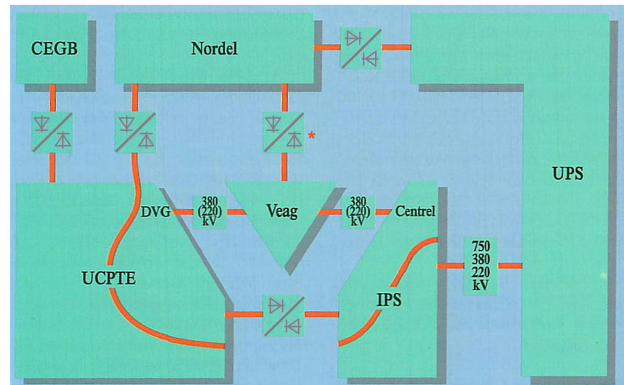
7. Zusammenfassung

Der Vortrag spannte über mehrere Jahrzehnte einen weiten Bogen vom Ende des innerdeutschen Verbundbetriebes als Folge der politisch vollzogenen Ost-West-Teilung bis zur elektrischen Wiedervereinigung in Folge der politischen Wiedervereinigung Deutschlands. Den Schwerpunkt bildete dabei die netztechnische Vorbereitung der elektrischen Wiedervereinigung.

Die bekannten Vorteile eines elektrischen Verbundbetriebes dokumentierten sich in der jeweiligen Zusammenarbeit der Verbundunternehmen in Ost (VES/IPS) und West (UCPT). Mit den politischen Umwälzungen der 1990er Jahre änderte sich auch die Zusammensetzung der europäischen Verbundsysteme.

Nachfolgende Abbildungen zeigen die europäische Einbindung des ostdeutschen Verbundnetzes der ehem. VEAG zum Zeitpunkt der elektrischen Wiedervereinigung (Abb. 17) bzw. die der heutigen 50Hertz Transmission zum aktuellen Zeitpunkt (Abb. 18).

- **Im Osten:** Über **CENTREL** an **IPS** (Interconnected Power System) bzw. **VES** (Vereinigte Energiesysteme) - ehemals mit Polen, ČSSR, DDR, Ungarn, Rumänien, Bulgarien und Süd-/West-Netz der UdSSR
- **Im Westen und Süden:** **UCPTE** (Union für die Koordination der Erzeugung und des Transportes von Elektrizität) mit Portugal, Spanien, Frankreich, Belgien, Niederlande, Luxemburg, Deutschland (DVG), Schweiz, Österreich, Italien, ehem. Jugoslawien und Griechenland
- **Im Norden:** **NORDEL** (Nordelektrie) mit Schweden, Norwegen, Finnland, Dänemark und Island



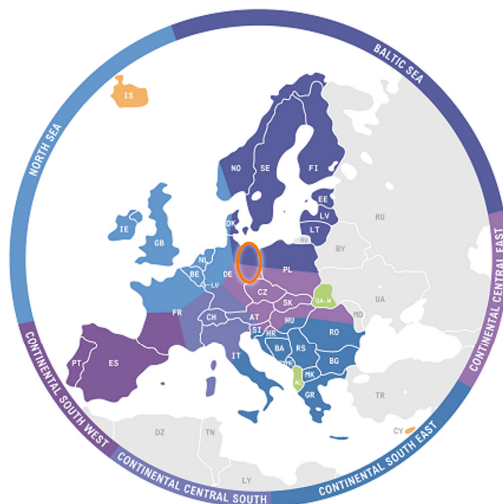
Fünf europäischen Verbundsysteme und die strukturelle Einbindung der VEAG- (und Bewag-)Regelzone

* Spätere HGÜ KONTEK (DE - DK) - Inbetriebnahme 1996

© u. a. Stotz, Elektrizitätswirtschaft, Jg. 93, (1994), H. 13

DVG (Deutsche Verbundgesellschaft): 1948 - 2001, Dachverband der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (Mitglieder 1995: HEW, PreussenElektra, VEAG, BEWAG, VEW, RWE, EVS, Badenwerk und Bayernwerk)
CENTREL: 1992 - 1999, TSO aus Tschechien, Polen, Ungarn und der Slowakei
NORDEL: 1963 – 2009
CEGB: Central Electricity Generating Board (GB) bis 1990, heute National Grid

Abb. 17: VEAG – 1995 an der Nahtstelle europäischer Verbundsysteme



Regional Groups (RG) der ENTSO-E

50Hertz: RG Baltic Sea und

RG Continental Central East

© ENTSO-E

Abb. 18: 50Hertz Transmission – 2020 in zentraler Lage im ENTSO-E-Verbund

... by the way:

Und das **UW Wolmirstedt** wird mit dem AC/DC-Konverter für die geplante 2.000-MW-HGÜ-Verbindung „**SuedOstLink**“ nach Isar (Landshut) in **2025** – nach mehr als 30 Jahren – nun endlich seine **Drehstrom-Gleichstrom-Umwandlungsstation** erhalten!

Nachtrag für Interessierte:

... der Ablauf am 13. September 1995 im Video (9:53 min)



<https://www.youtube.com/watch?v=E7aT7kRPza8>

... u. a. der 7. Dezember 1994 – Ende der Strominsel (West-)Berlin / Bewag



The Power Island (Bewag), 14:59 min,
<https://www.youtube.com/watch?v=v2DrazDwwel>

Kontakt

Dr.-Ing. Frank Berger | frank.berger@50hertz.com
Dipl.-Ing. Harald Radtke | harald.radtke@50hertz.com

50Hertz Transmission GmbH
Heidestraße 2 | 10557 Berlin | Germany

