

ENTSO-E members

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

VDE-Bezirksverein Kassel e.V., Universität Kassel am 21.01.2016

Walter Schossig, Gotha
VDE Ausschuss Geschichte der Elektrotechnik
info@walter-schossig.de
www.walter-schossig.de

Chronologie

- Entstehung von Verbundnetzen
- Trennung des Deutschen Verbundnetzes
- Entwicklung in Ost- und Westeuropa
- Innerdeutscher Stromexport
- Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands
- Erweiterung des Europäischen Verbundnetzes

Ein Auszug der Vortragsfolien. Bei Interesse an Quellenangaben oder weiteren Informationen:

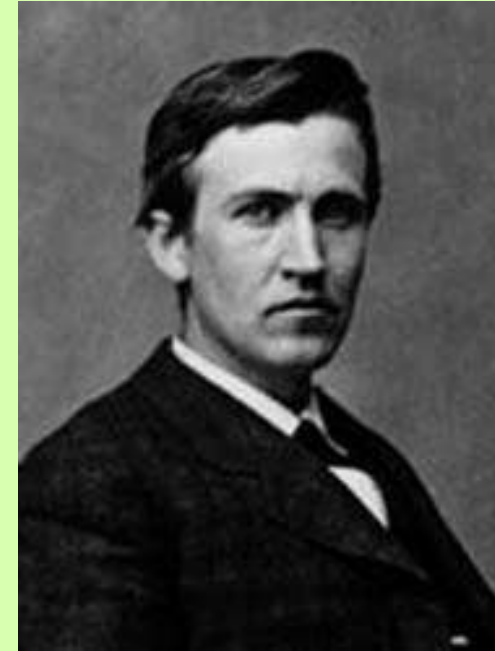
info@walter-schossig.de bzw. www.walter-schossig.de/Literatur

Beginn der Stromversorgung

1866-1878	Technisch wirtschaftliche Versuche
1878-1884	Einzelanlagen
1884-1890	Blockanlagen
1890-1900	Ortszentralen
1900-1913	Überlandzentralen
1913-1915	Anfänge der Verbundwirtschaft

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

< Einzelanlagen 1878-1884 >



1878 *St. George Lane Fox* (GB) u. *Thomas Alva Edison* (US) entwickeln erste Pläne zur kollektiven Verteilung des Stromes in ganze Stadtteile, die im Jahre 1881 in Godalming (GB) und ein Jahr später in New York (US) ihre erste Anwendung finden

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1881 *Deprez* verkündet die These, dass elektr. Energie mit beliebig großem Nutzeffekt über weite Strecken und über beliebig dünne Drähte übertragen werden könne, wenn nur die Spannung genügend hoch gewählt wird

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



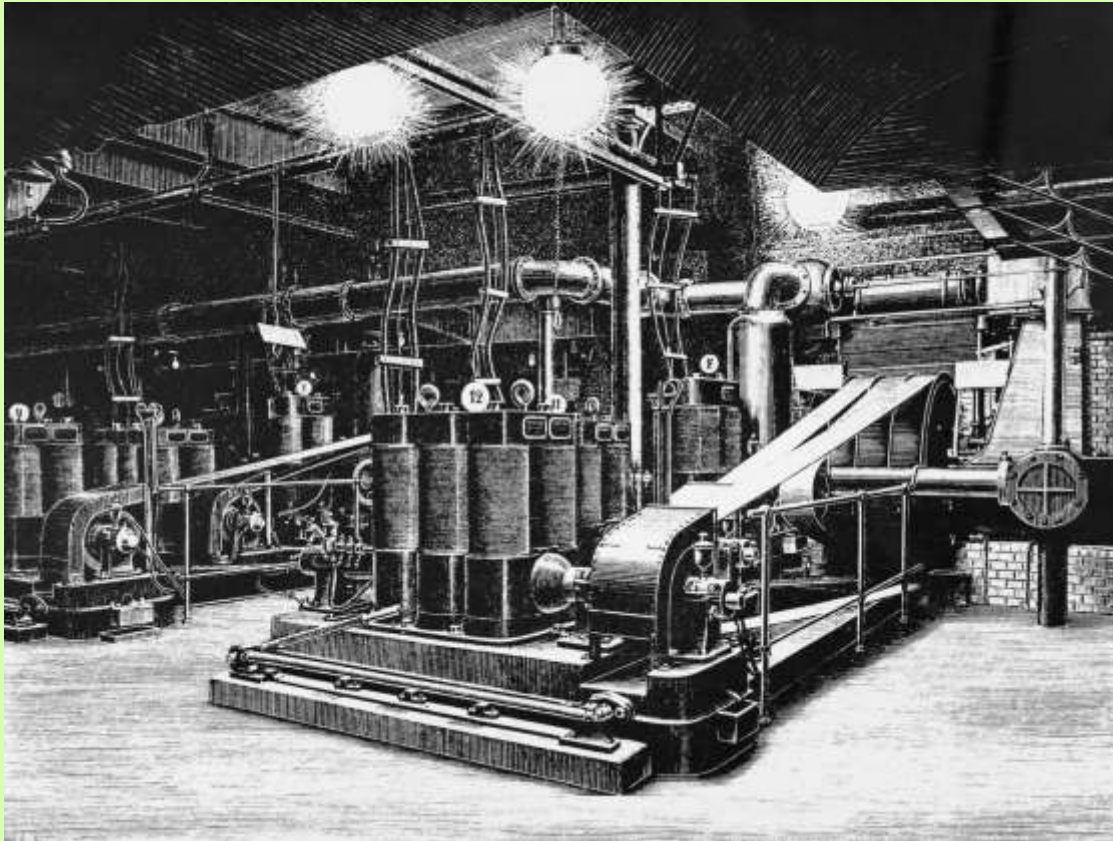
Erinnerungstafel
Deutsches Museum



Wandbild im Eingangsfoyer des
Rathauses Miesbach

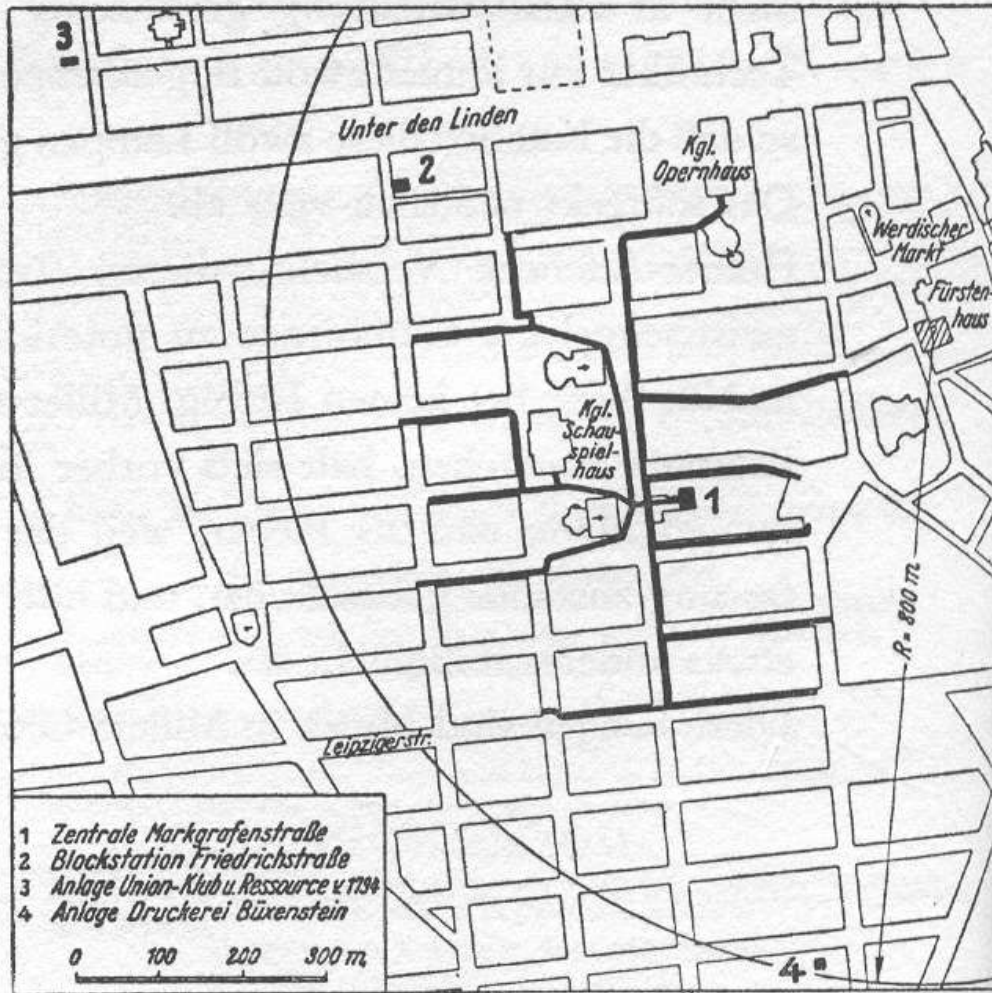
1882 Erste HS-Kraftübertragung, 2 kV Gleichstrom, Miesbach-München, 57 km, 2 kW, $\eta = 22 \%$, *Deprez* u. *O.v.Miller*, *Schuckert*, anlässlich der Internationalen Weltausstellung

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1885 Erstes öffentliches deutsches KW mit 6 Dampfmasch. mit je 150 PS und 12 Dynamomasch. und einer Leistung von insg. 540 kW, 100 V Gs, Zweileitersystem, in Markgrafenstraße 44 in Berlin

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Stadt Berlin genehmigte DEG im Radius von 800 m um den Werderschen Markt Ltgen im Fahrdamm oder Bürgersteig zu verlegen;
Stadt erhielt als Gegenleistung eine jährliche Abgabe von der Bruttoeinnahme wie vom Reingewinn.
Geburtsstunde der öffentlichen Versorgung und des Konzessionsvertrages

Übersicht Berliner Stromnetz 1885, das erste in D

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1891/1999 WKW Neue Mühle, 2 Kaplannturbinen, 2 Generatoren je 76 kW (jetzt 336 kW), mit 2.200 V, 70 Hz, ca. 5 km Bleimantelkabel nach Cassel und dort Umformung auf Gs

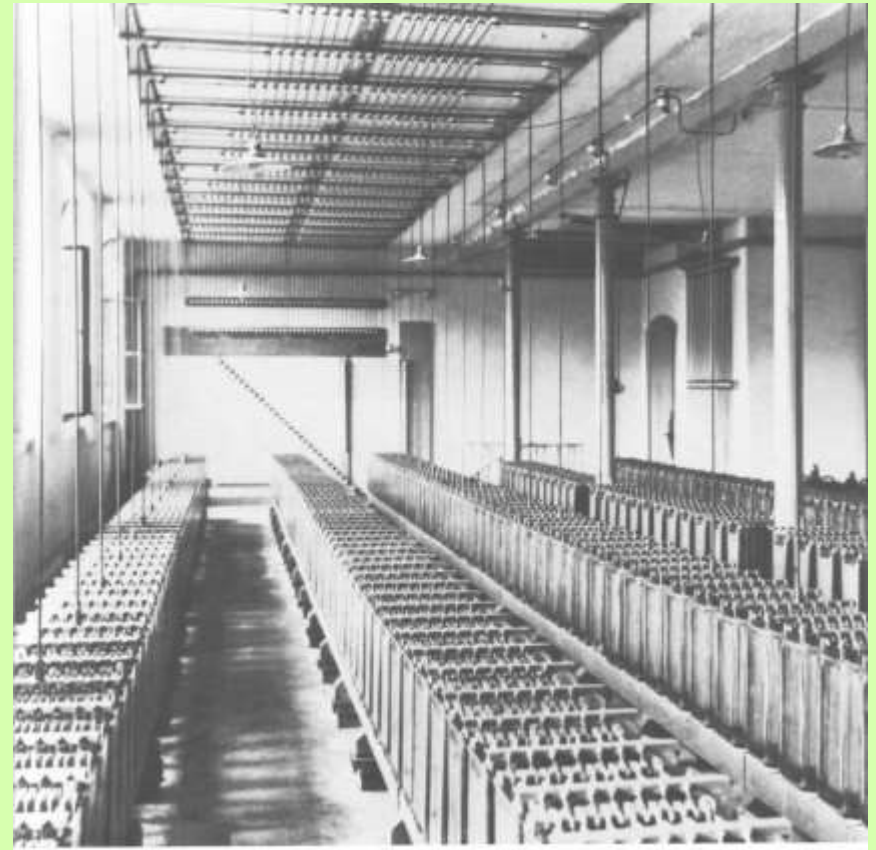
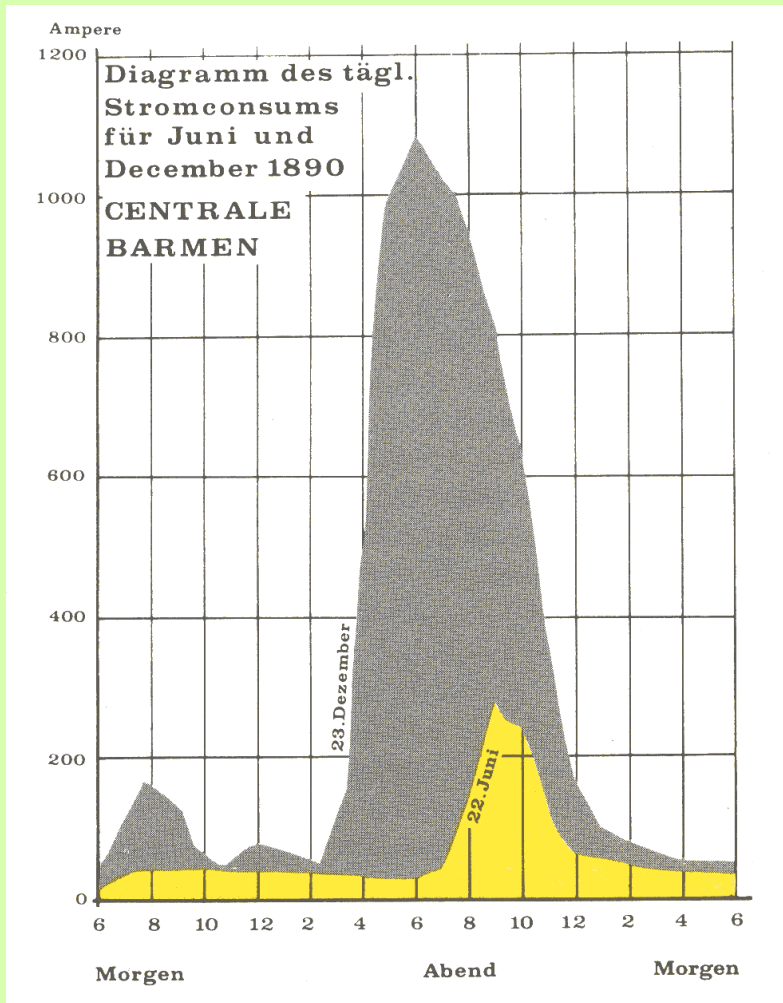
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Weltgrößter heute 1500 MVA

1885 Der erste Transformator der Welt
Patentanmeldung 06. März 1885
(Zipernowsky, Déri und Bláthy)

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Batterieanlage EW St. Gallen

19.12.1888 Inbetriebnahme der Zentrale Barmen, 4x30 kW

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

- 1892 Vertreter von 16 EW'en gründen in Berlin die „Vereinigung der Elektrizitätswerke“ (VdEW)
- 1895 Verabschiedung der ersten deutschen Sicherheitsvorschrift durch den VDE in Eisenach



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

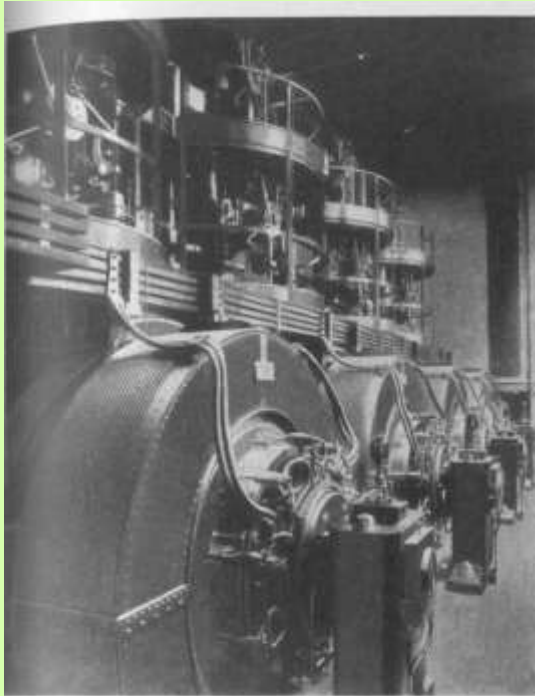


Abb. 257. Maschinengruppe im Werk Markgrafenstraße.

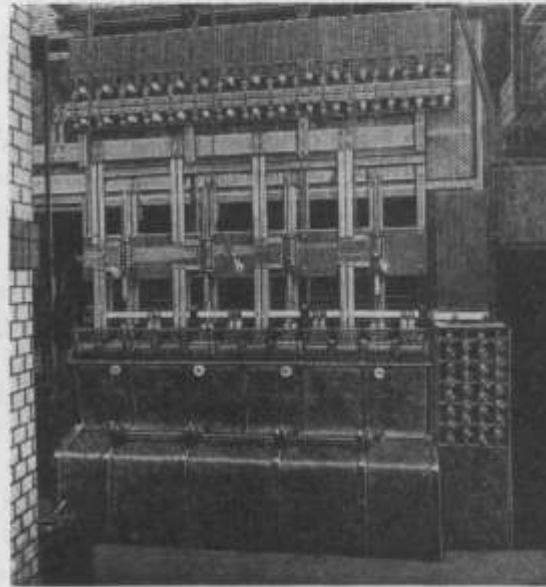


Abb. 258. Schalttafel für das Werk Markgrafenstraße.

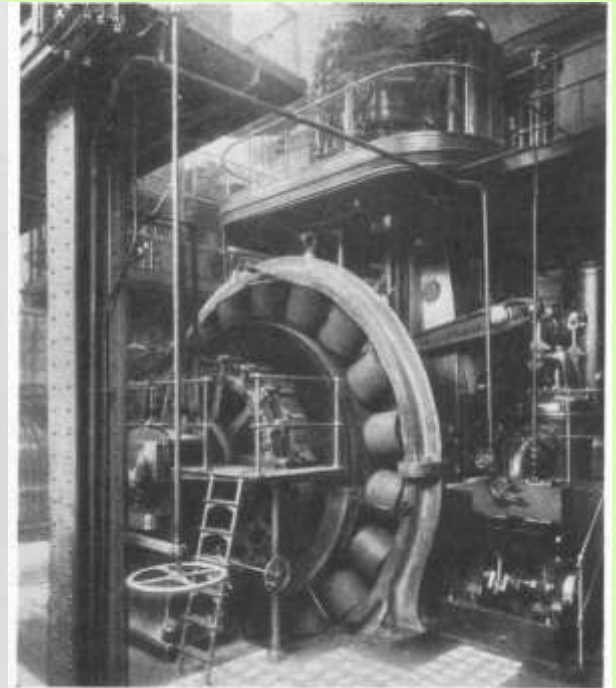


Abb. 260. Kraftwerk Mauerstraße, nördliches Maschinenhaus.

1897 Erste Zusammenschaltung zweier von getrennten KW`en gespeister Netze Markgrafen- und Mauerstr., BEW

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

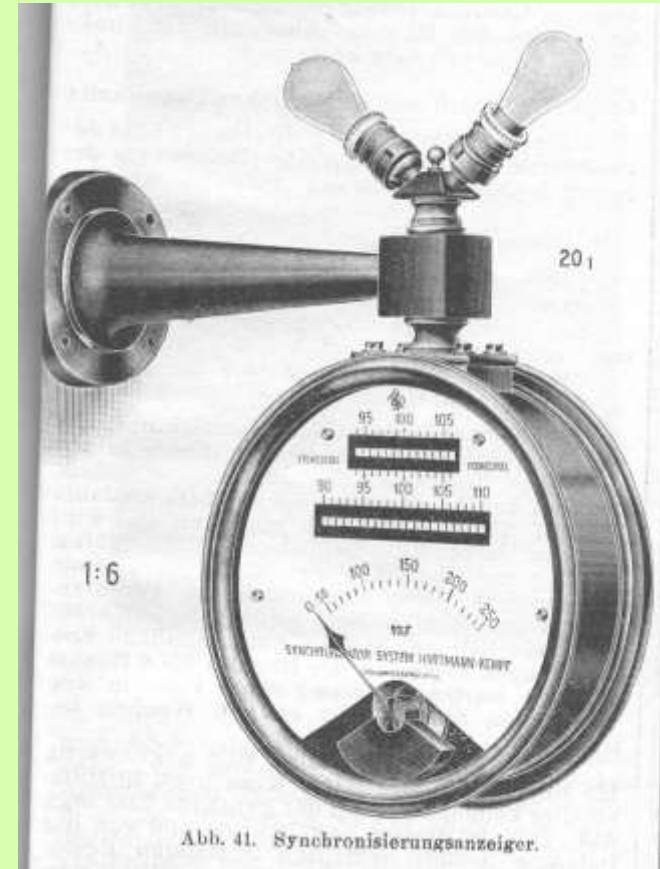
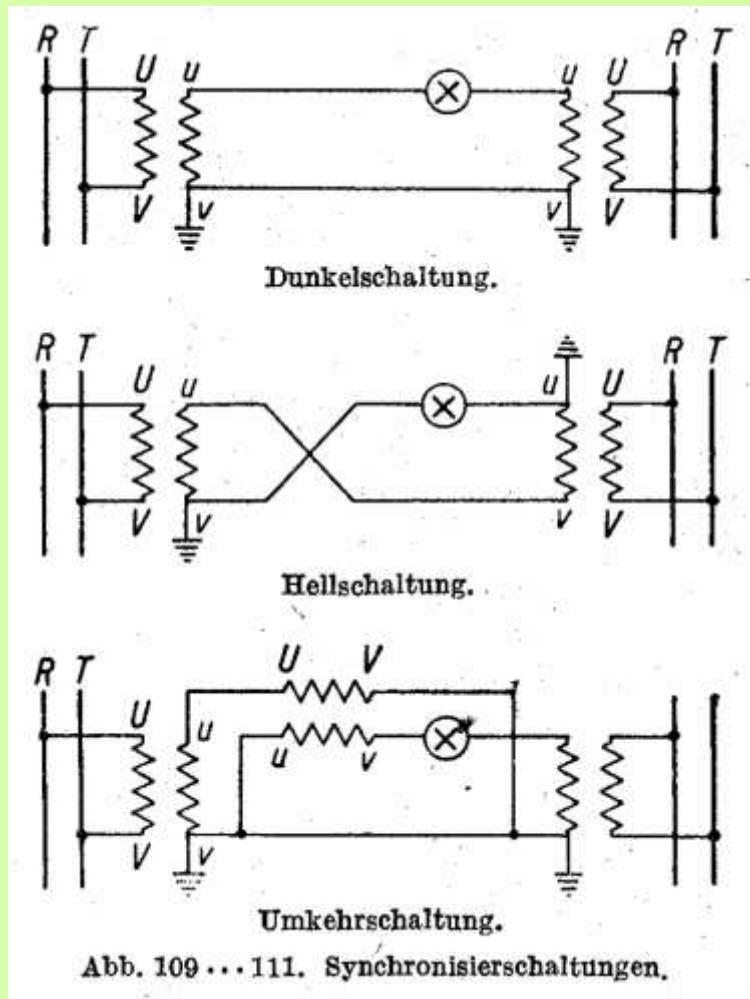


Abb. 41. Synchronisierungsanzeiger.

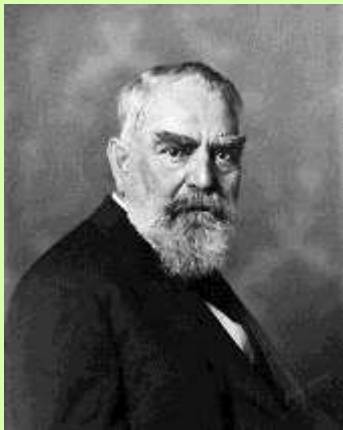
Synchronoskop 1910

„Synchrocheck“ mit Glühlampe

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



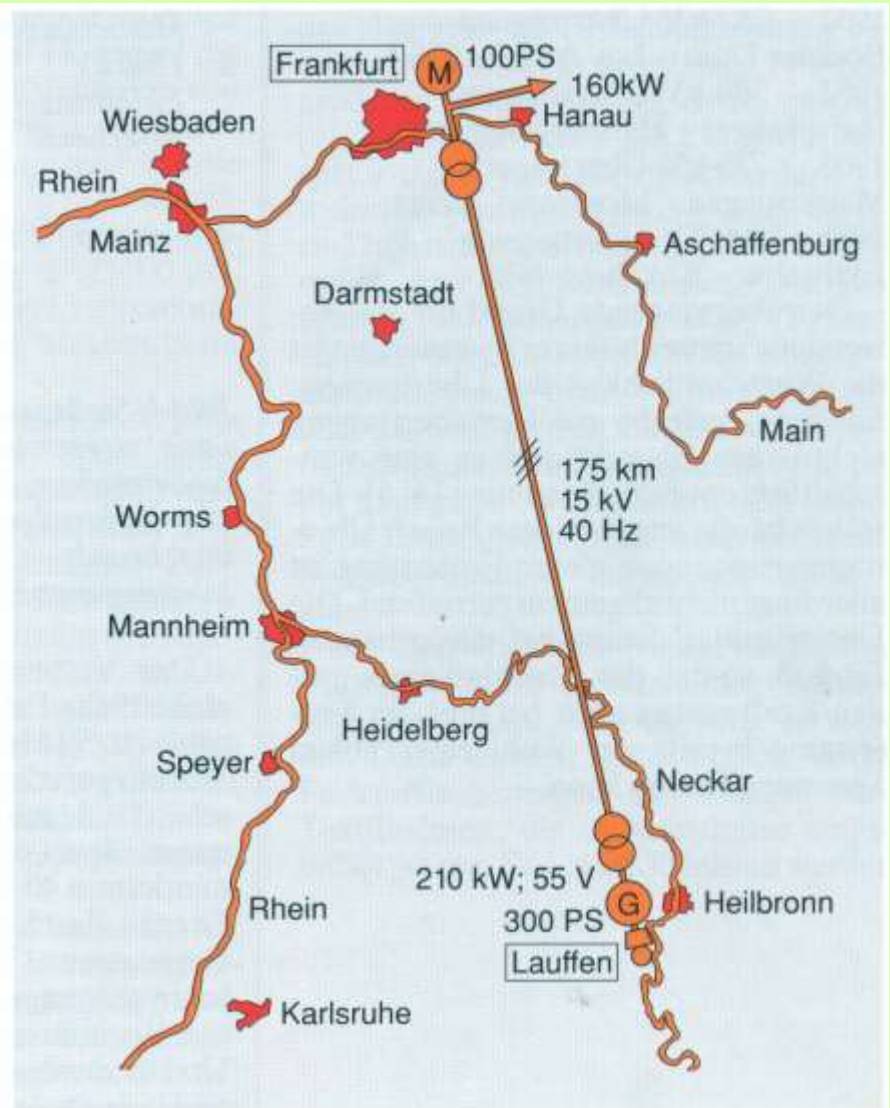
M.v.Dolivo-Dobrowolsky



O.v.Miller

Bild 1. Drehstromübertragung Lauffen – Frankfurt (Main) mit 15 kV im Jahr 1891

$$\eta = 76 \%$$



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Kraftwerk Rheinfelden um 1898 (Quelle: Archiv ABB) Kraftwerk Beznau um 1902 (Quelle: Archiv ABB)

1904 KWR und KW Beznau (CH) stellten den ersten Verbund her, um Basel zu beliefern; Kupplung mittelländischer Flusskraftwerke mit alpinen Hochdruck-Speicherwerken zum Ausgleich der saisonal unterschiedlichen Stromproduktion; Start des schweizerischen und des europäischen Verbundnetzes

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1905 Erste europäische 50-kV-Ds-Übertragung
Moosburg-München, 53 km, 42 mm² Cu

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

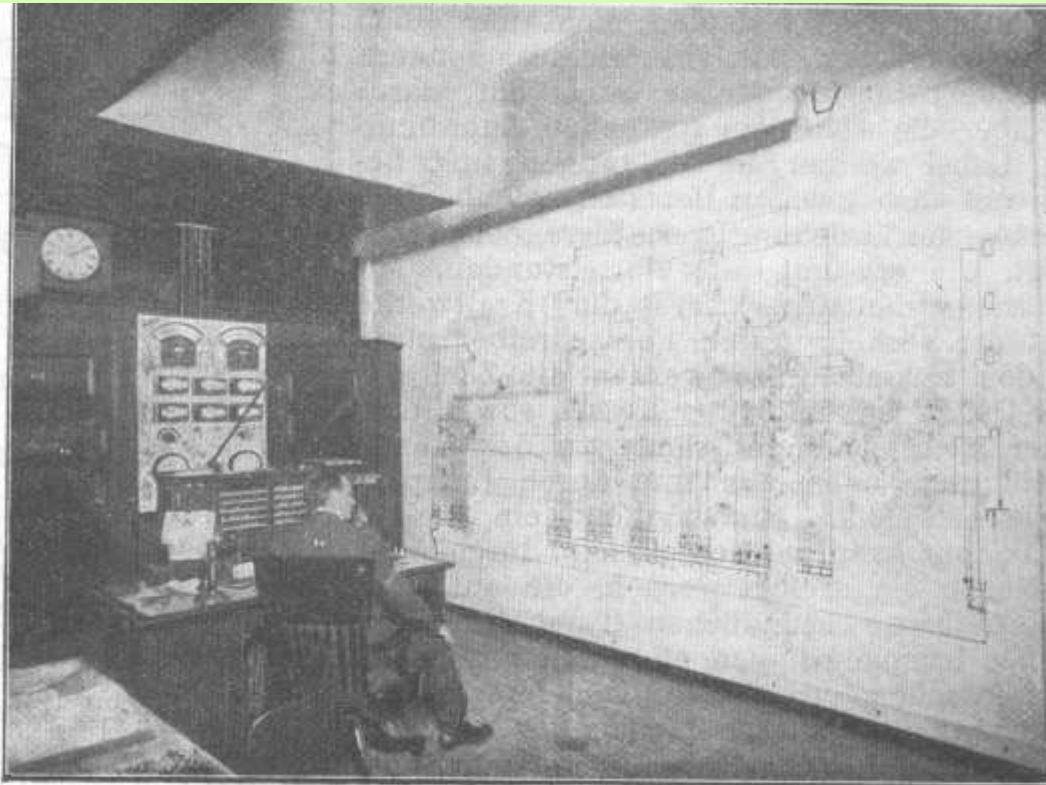


Abb. 31.3) Arbeitszimmer eines Loaddispatcher.

Verbunden mit Zentralen,
Unterwerken u. Büros
durch Fernsprecher, -
schreiber

Aufzeichnungsapp.

$\frac{1}{4}$ h Übermittlung der
Messwerte der Masch.,
Umformer, Batt., Tr. u.
Kab.

Einsatz der Betriebsmittel

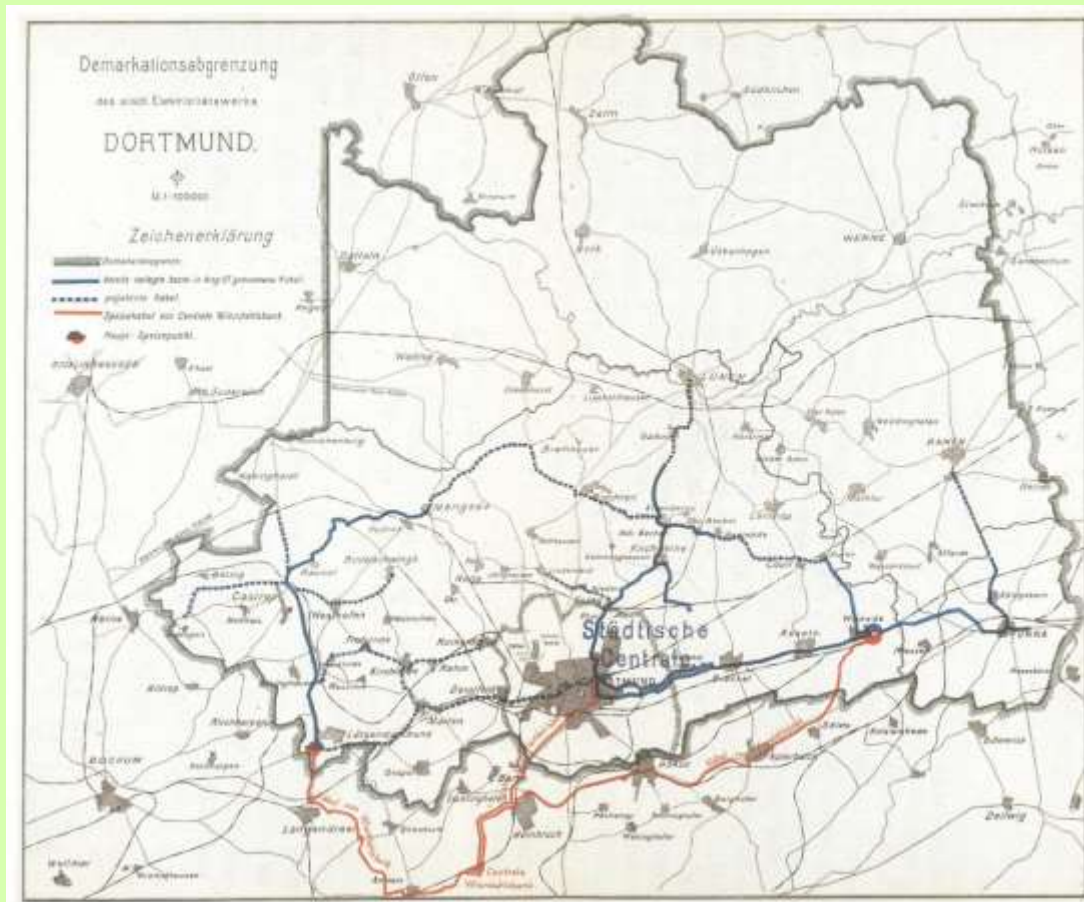
Lastdispatcher 1910, USA

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



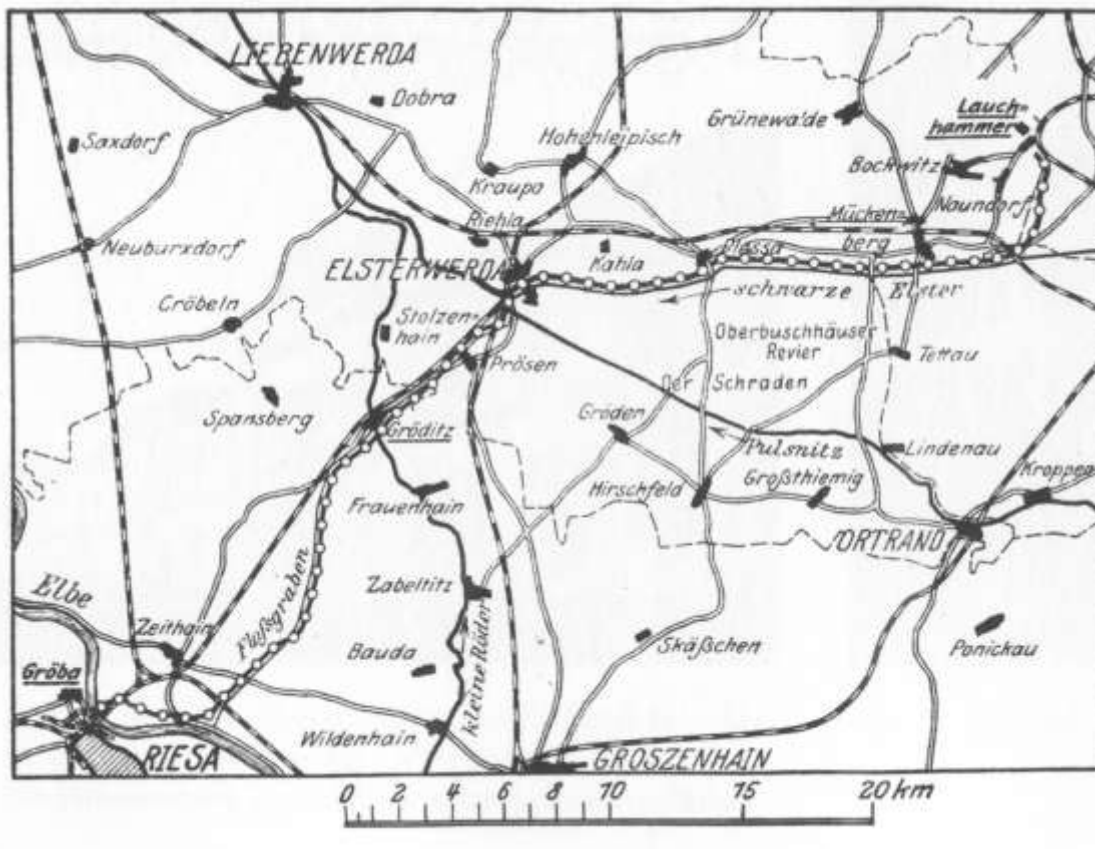
1908 Zusammenwirken des Lauf-WKW Beznau mit dem Speicher-KW Löntsch (CH) „Geburtsdatum des elektrischen Verbundbetriebes“

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

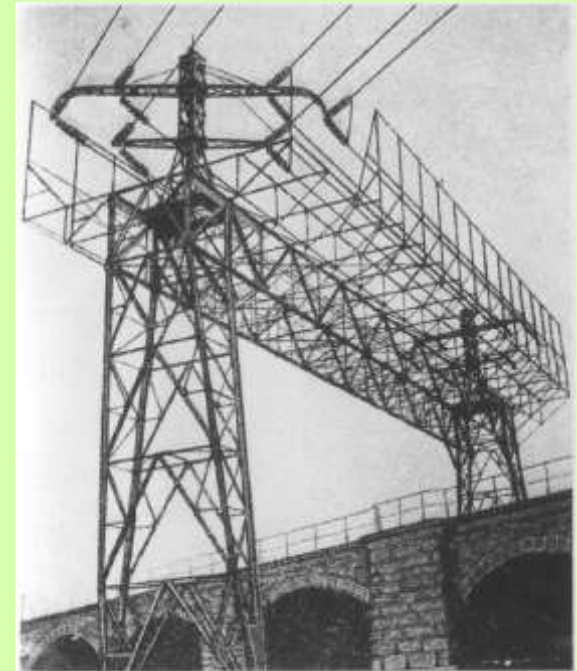


10.03.1908 Abschluss eines Demarkationsvertrages über die Stromversorgung des Ruhrgebiets mit Gemeinden

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Lauchhammer Eisenwerk AG beliefert damit aus dem eigenen Braunkohlen-KW ihr Stahlwerk in Riesa



1912 Erste 100-kV-Ds-Übertragung Europas Lauchhammer-Riesa, 56 km, 2x3x42 mm² Cu, erstmalig Verdrillung, Beginn des Verbundbetriebes

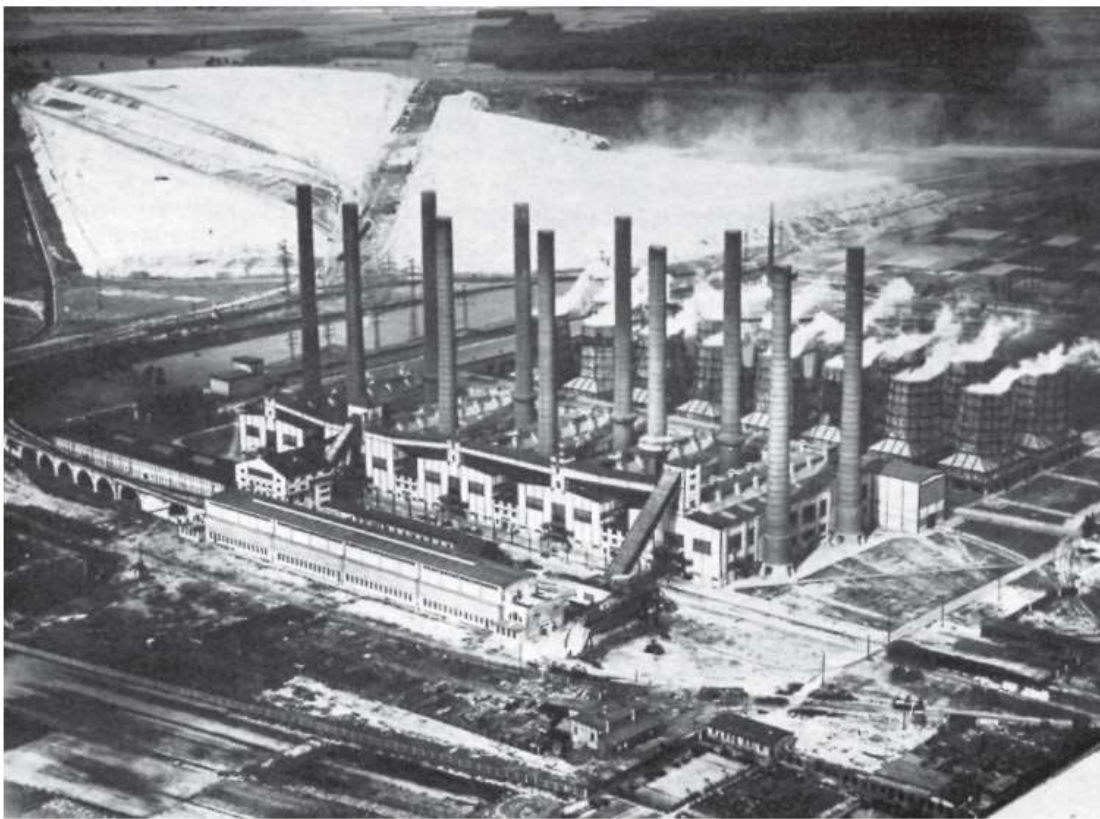
S84 Riesa-lauchhammer.bmp



- 1915 Gründung der Elektrowerke, Berlin
- 1927 Gründung der Preussenelektra

Durch Demarkationsverträge grenzten das gemischtwirtschaftliche RWE, die staatliche Preußische Elektrizitäts AG (Preussenelektra) und die reichseigenen Elektrowerke AG 1927/28 ihre geschäftlichen Interessensphären gegeneinander ab. Damit wurden auch im Norden Deutschlands die Versorgungsgebiete festgeklopft. Nach dem zweiten Weltkrieg passte sich das Versorgungsgebiet der Preussenelektra im Osten dem Verlauf der innerdeutschen Grenze an. Aus den Elektrowerken ging das Verbundsystem der DDR hervor.

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Das Kraftwerk Zschornowitz 1917. Das damals größte Dampfkraftwerk der Welt gehörte der Elektrowerke AG (EWAG), die eine Gründung des AEG-Konzerns war. Während des ersten Weltkriegs verkaufte die AEG die EWAG an das Deutsche Reich. In den folgenden Jahren entwickelten sich die EWAG in Mitteldeutschland zu einem ähnlichen Schwerpunkt der Stromerzeugung wie das RWE im rheinischen Revier.

1915 KW Zschornowitz
8x16 MW, 6,6 kV und
22-MVA-Trafos
5x82,5/6,1 u.
3x110/6,1 kV jeweils
umschaltbar

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

1913 Erste 110-kV-Leitung eines deutschen EVU, Pfalzwerke AG, Mannheim-Homburg/Saar, 122 km, 3 x 50 mm² Cu

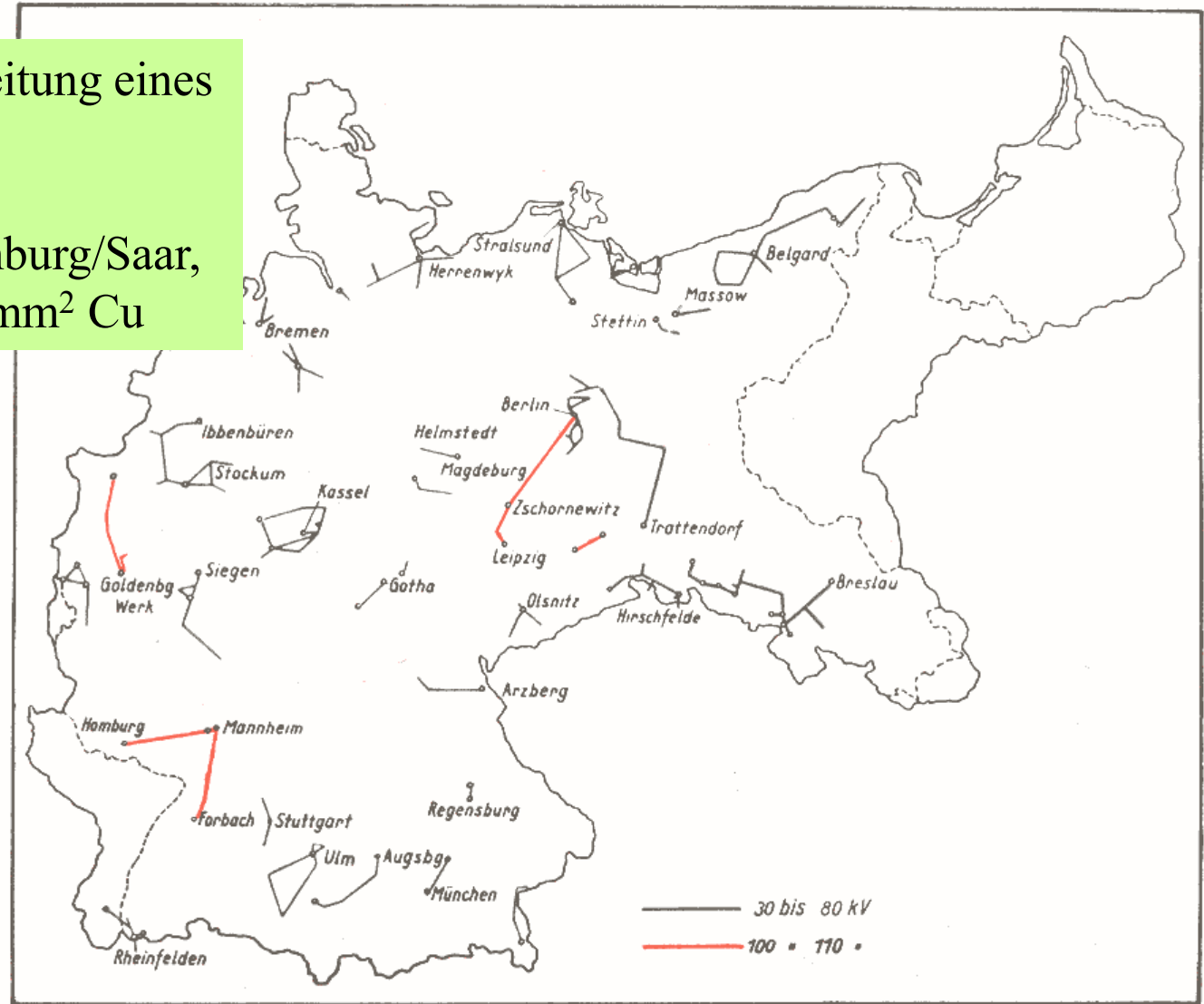
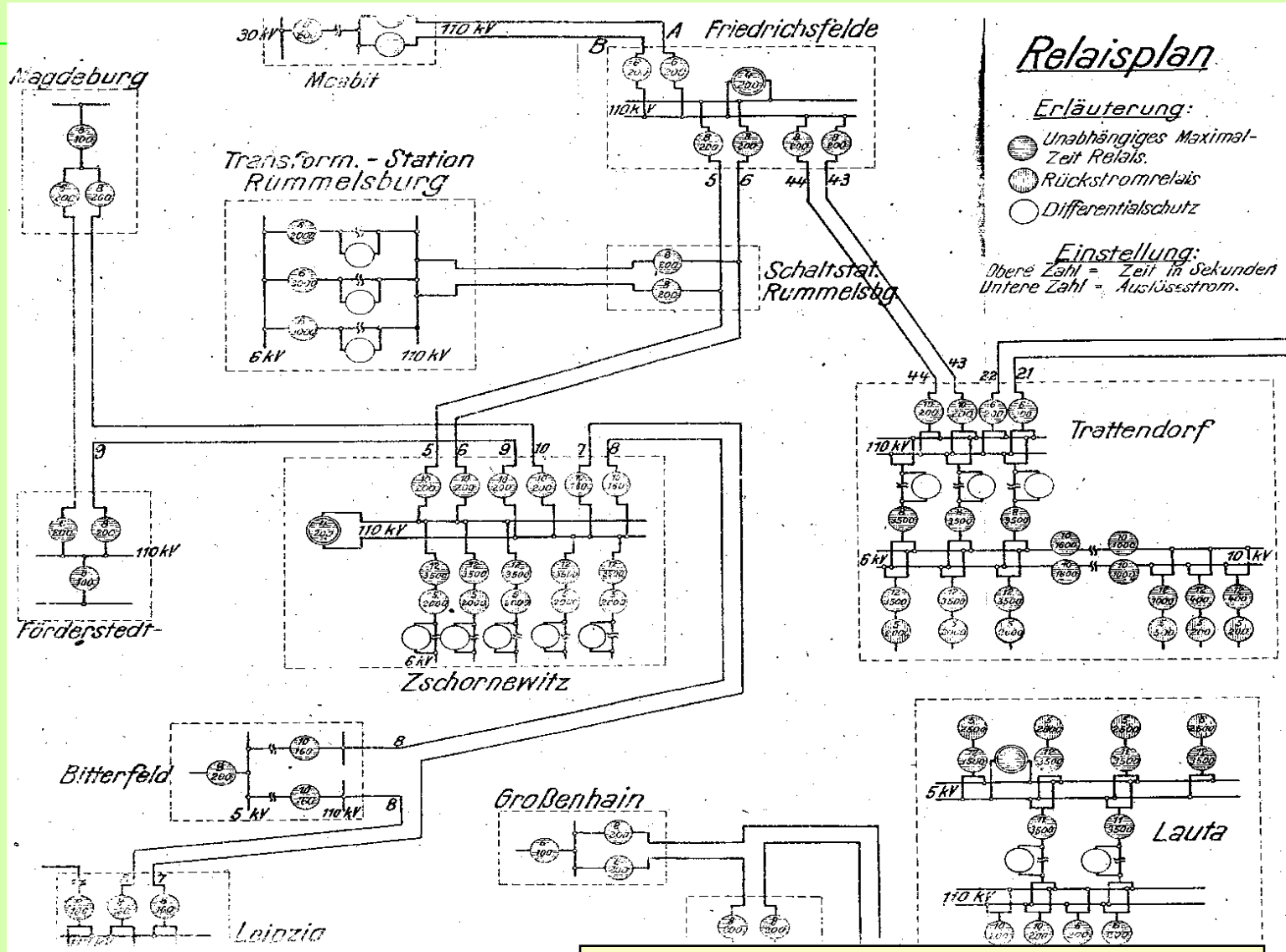
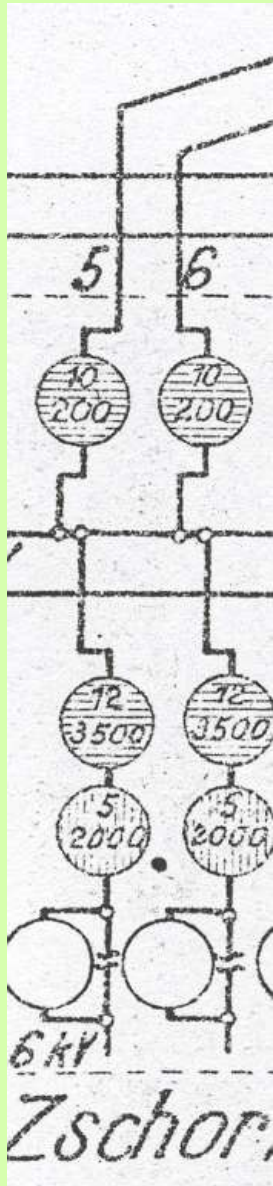


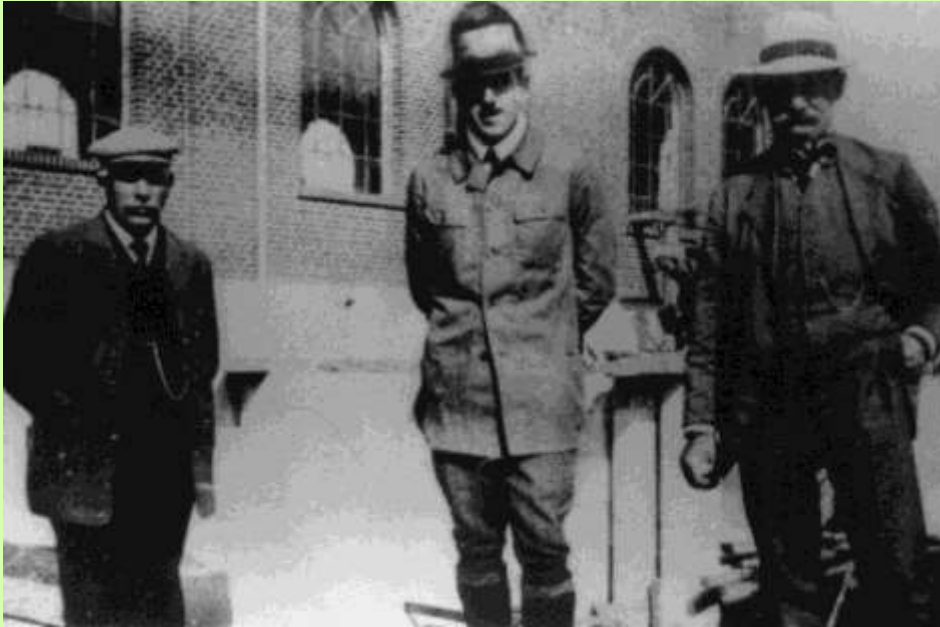
Abb. 3 Hochspannungsleitungen Deutschlands im Jahr 1920

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

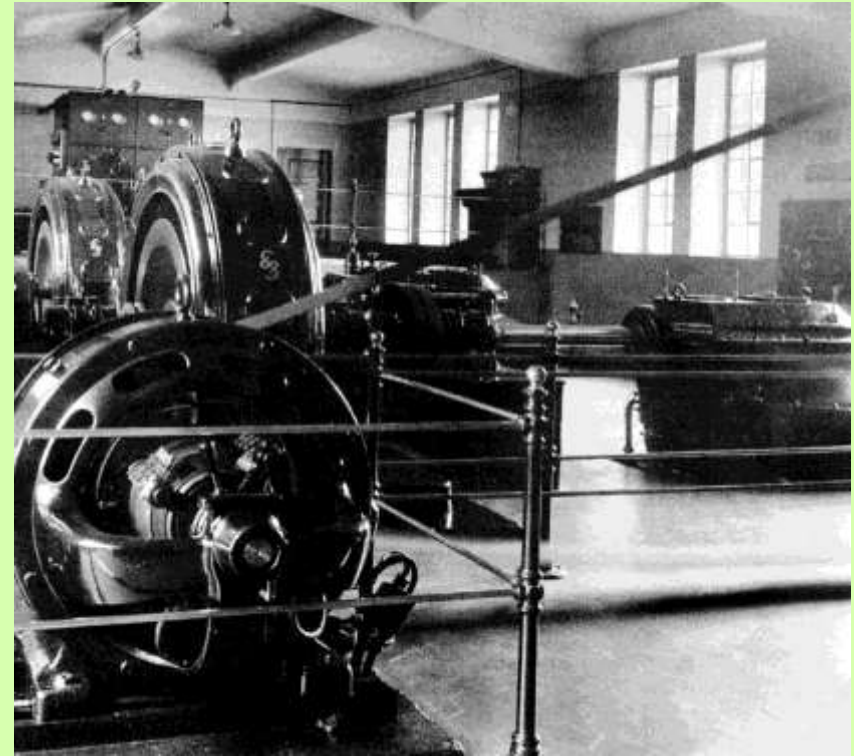


Schutzrelaisplan 110-kV-Netz 1922

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



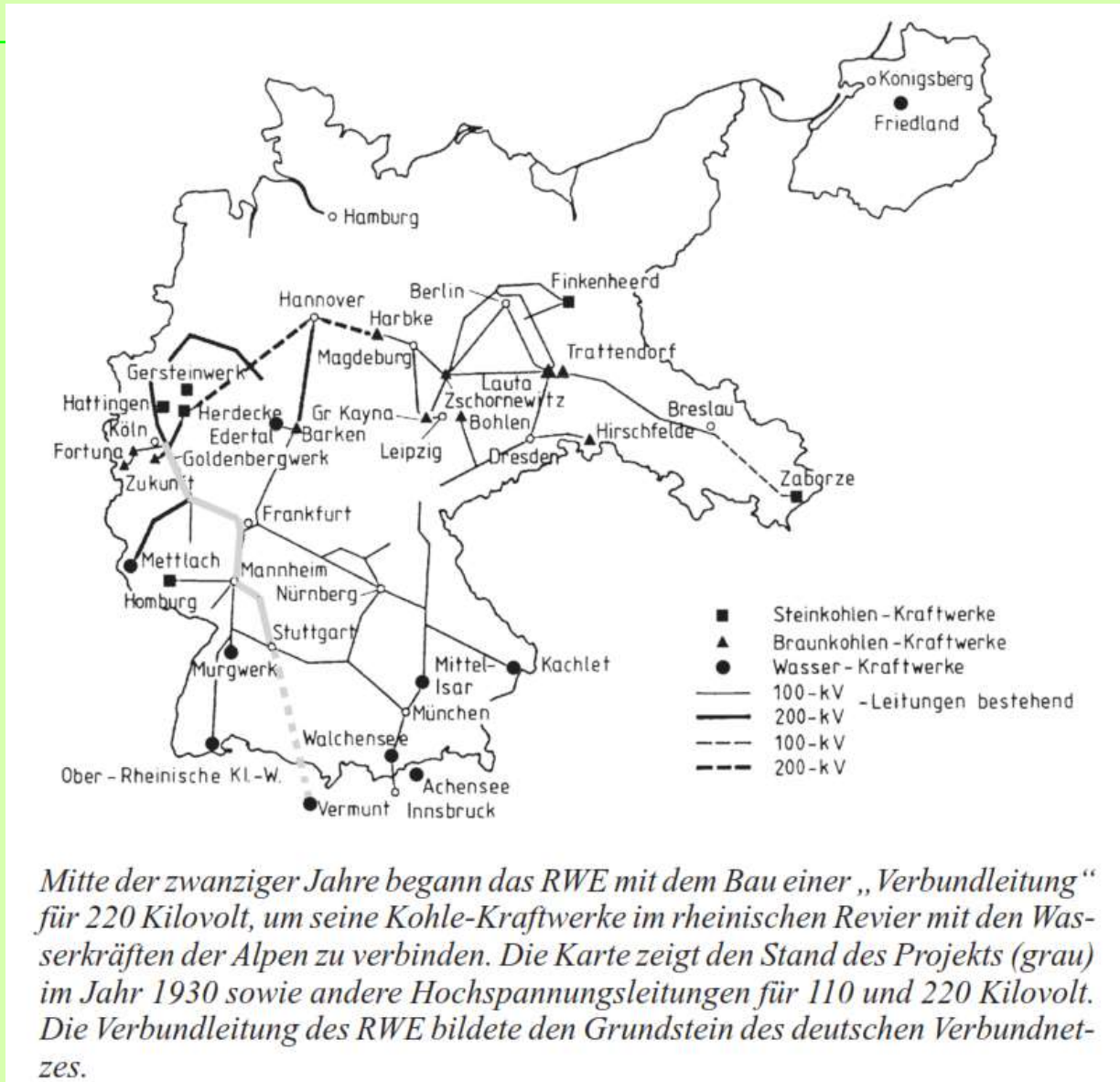
Besitzer der Werra-Mühlen-Wanfried,
Wilhelm von Scharfenberg (Mitte), mit seinen Direktoren
Heinrich Rehbein (li) und *Hermann Ziegler* (re) vor dem
WKW Falken



WKW Wanfried

1913 Vertrag des *Herrn von Scharfenberg* Lieferung von Strom von den
WKW Falken (Thüringen) und Wanfried (Hessen) zur ÜLZ Mühlhausen

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Mitte der zwanziger Jahre begann das RWE mit dem Bau einer „Verbundleitung“ für 220 Kilovolt, um seine Kohle-Kraftwerke im rheinischen Revier mit den Wasserkraften der Alpen zu verbinden. Die Karte zeigt den Stand des Projekts (grau) im Jahr 1930 sowie andere Hochspannungsleitungen für 110 und 220 Kilovolt. Die Verbundleitung des RWE bildete den Grundstein des deutschen Verbundnetzes.

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Um eine bessere Elektrizitäts-Versorgung in allen Teilen des Reiches zu gewährleisten, greift der Staat ein: Die Deutsche Nationalversammlung erläßt 1920 das sogenannte „Sozialisierungsgesetz der Elektrizitätswirtschaft“.



31.12.1919 Reichsgesetz ermächtigt das Reich das Eigentum oder das Recht der Ausnutzung von Anlagen, welche zur Fortleitung mit Spannung ≥ 50.000 V und der Erzeugung von ≥ 5.000 kW dienen, gegen entsprechende Entschädigung zu übernehmen (Sozialisierungsgesetz)

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

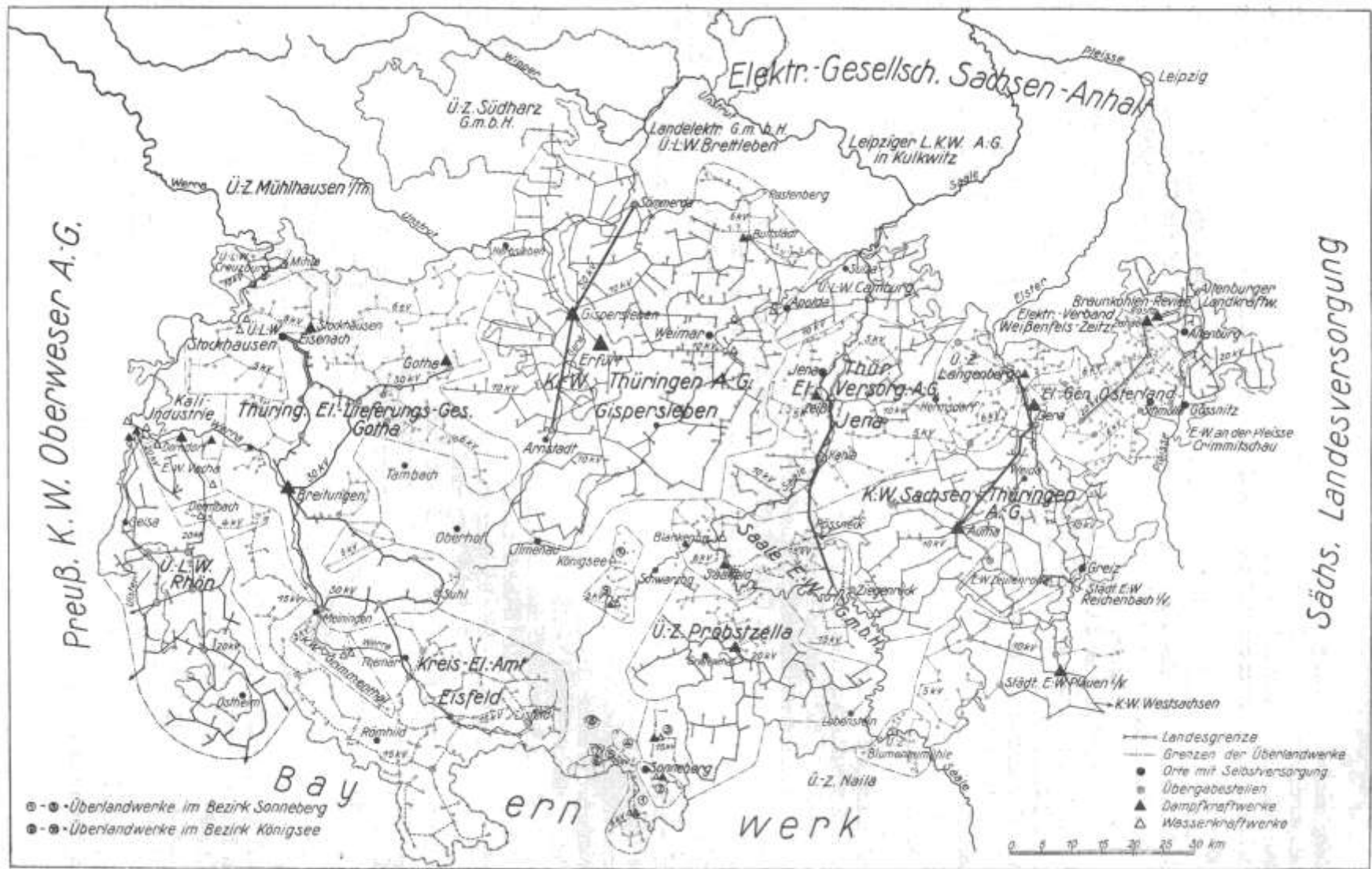


Abb. 1. Elektrizitätsversorgung Thüringens im Jahre 1922 vor Gründung des Thüringenwerkes.

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

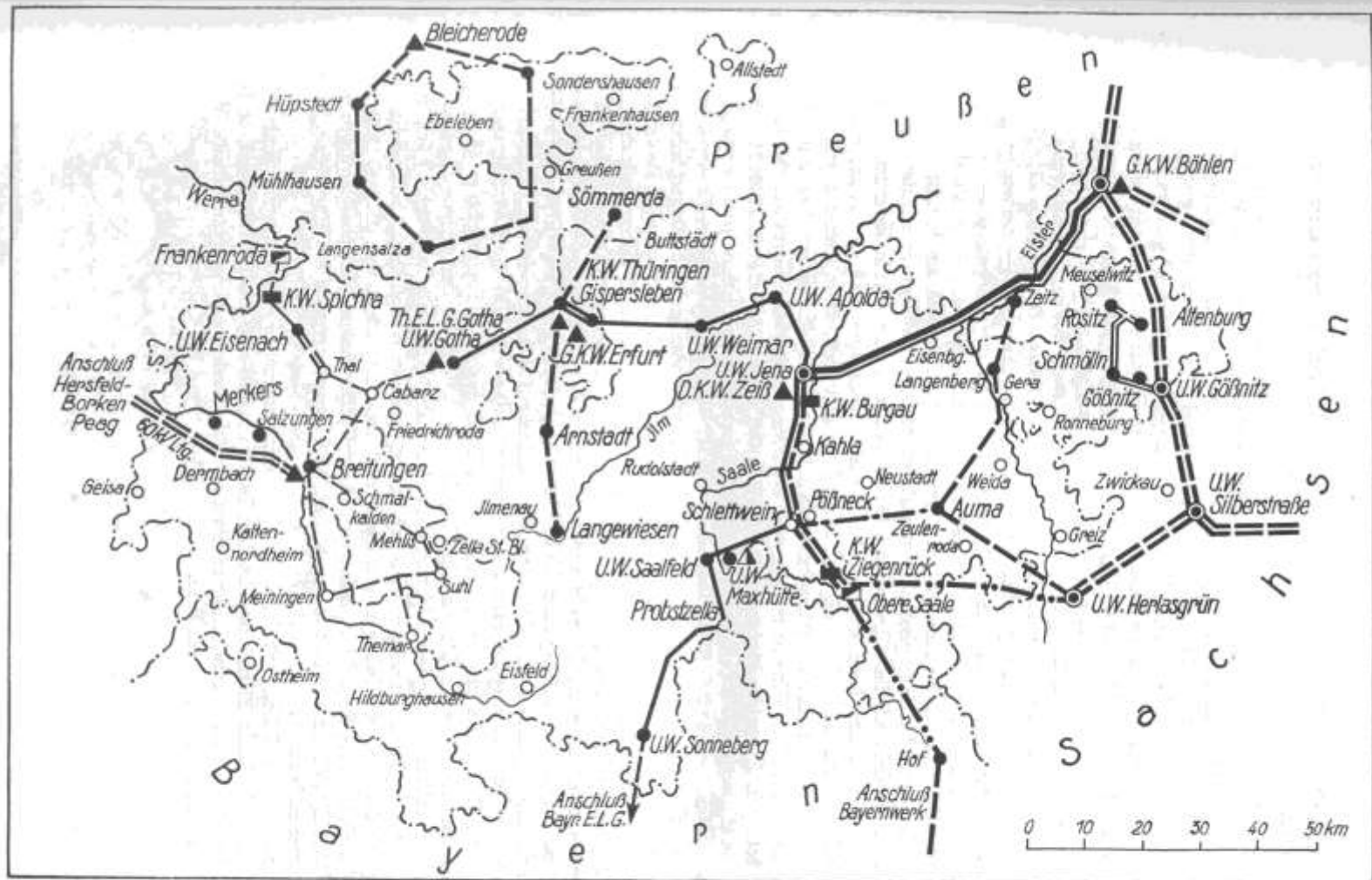
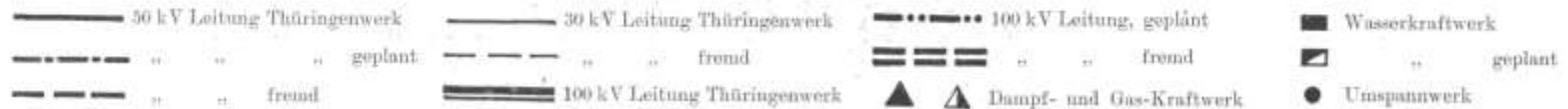
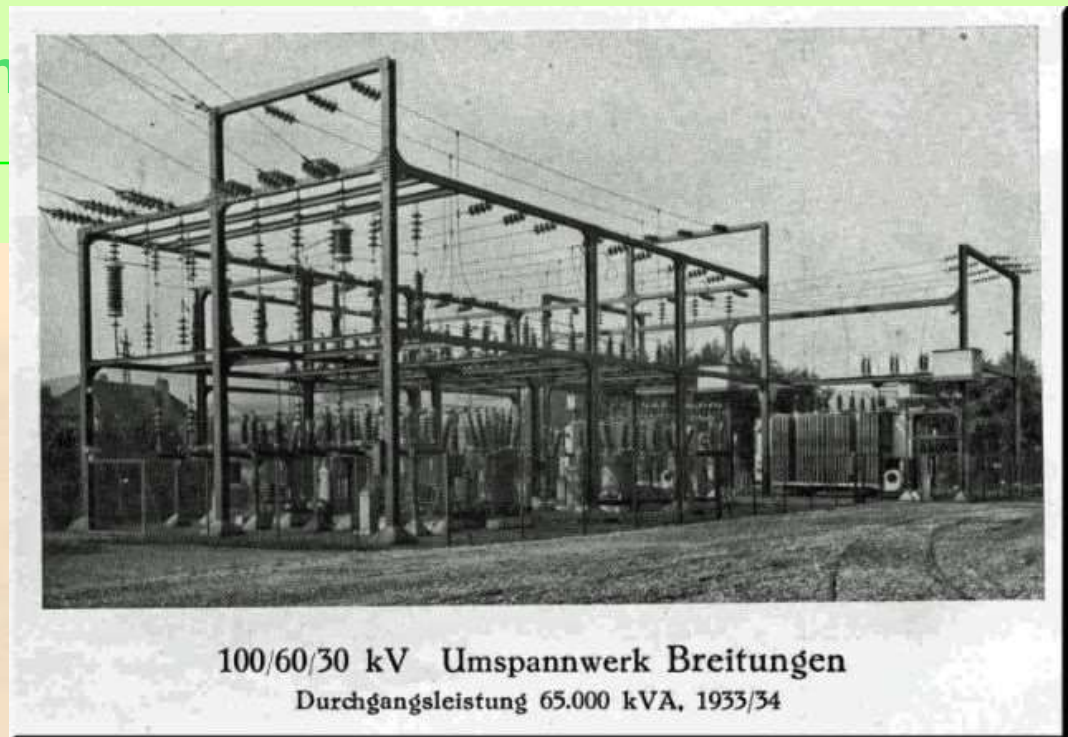
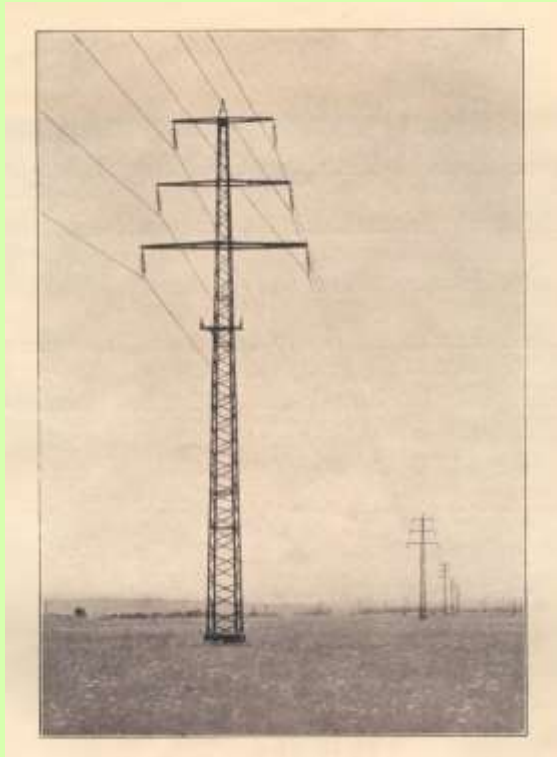


Abb. 2. Die Landes-Elektrizitätsversorgung Thüringens im Jahre 1929.



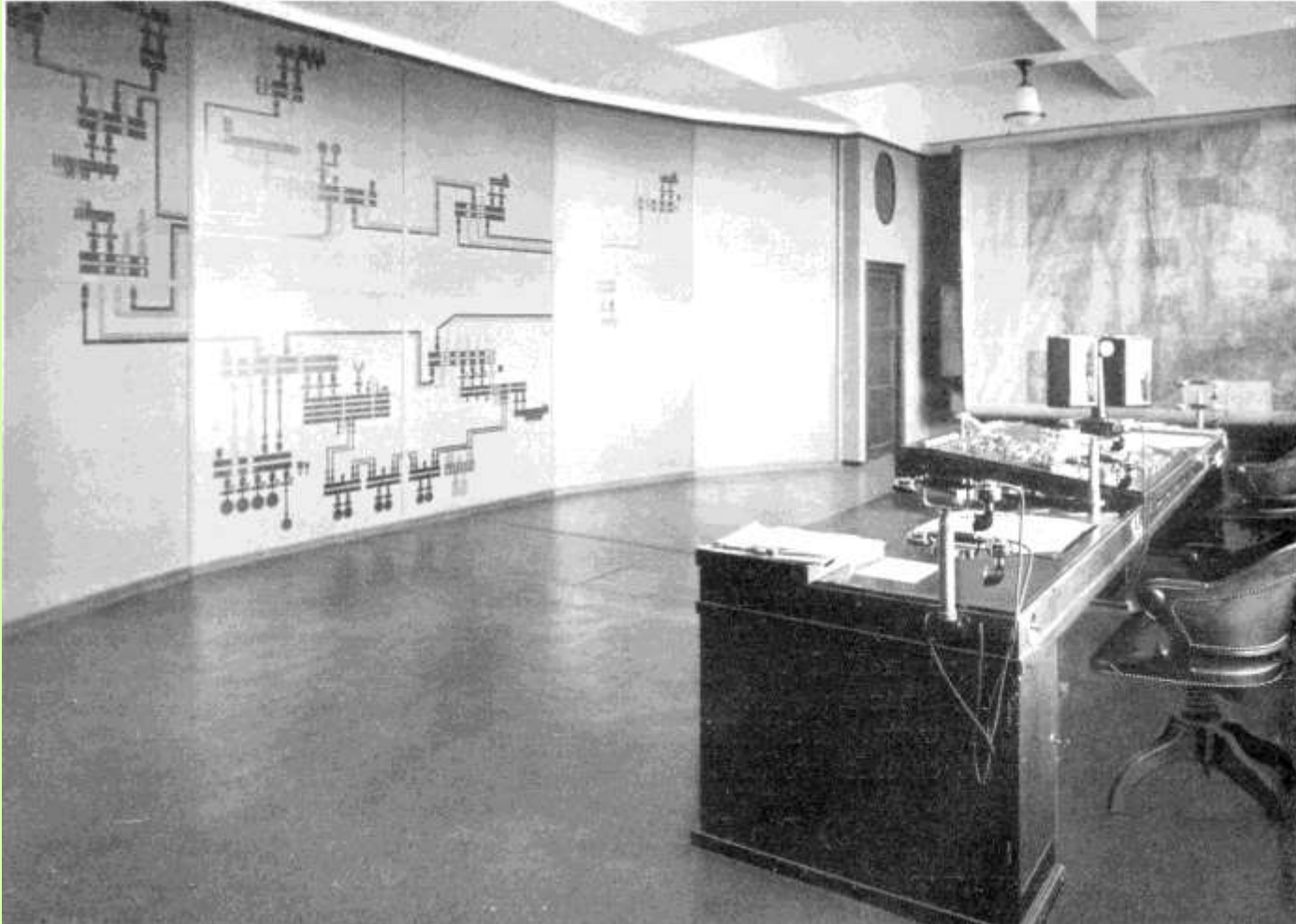


100/60/30 kV Umspannwerk Breitungen
Durchgangsleistung 65.000 kVA, 1933/34

60 kV-
Doppelleitung
Borken - Breitungen

1925 Bau der 60-kV-Kupplungsleitung KW Breitungen-
KW Borken gem. Vertrag von 1924 zwischen
ThELG und Preußischen Elektrizitätswerk AG und
Bezug von 5 MW

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1924 Zentralverteilung (ZV) der BAG geht als Deutschlands erste Landesnetz-Kommandostelle i.B.

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

1925 Zusammenschluss der 110-kV-Netze BAG/PE
Drehfeld nicht beachtet

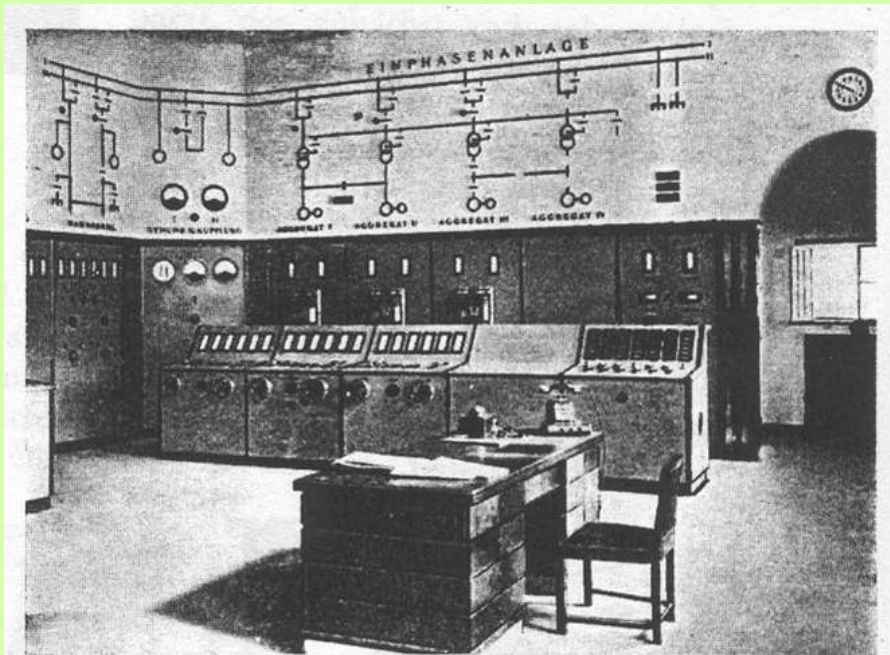


Abb. 4. TIWAG. Achenseekraftwerk (Tirol), Schaltwarte mit lebendem Schaltbild; 1926; Brown Boveri



Bild 23.
Drehfeldrichtungs-
anzeiger
nach R. Schmidt
(1923)

1926 Warte mit beweglichen Symbolen, das „lebende
Schaltbild“ entsteht

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

1926 Deutsche EVU nehmen mit Vertrag über Lieferung von Spitzenleistungen von 40 MW erste internat. Beziehungen auf, zunächst nur bilateraler Austausch über Stickleitungen

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

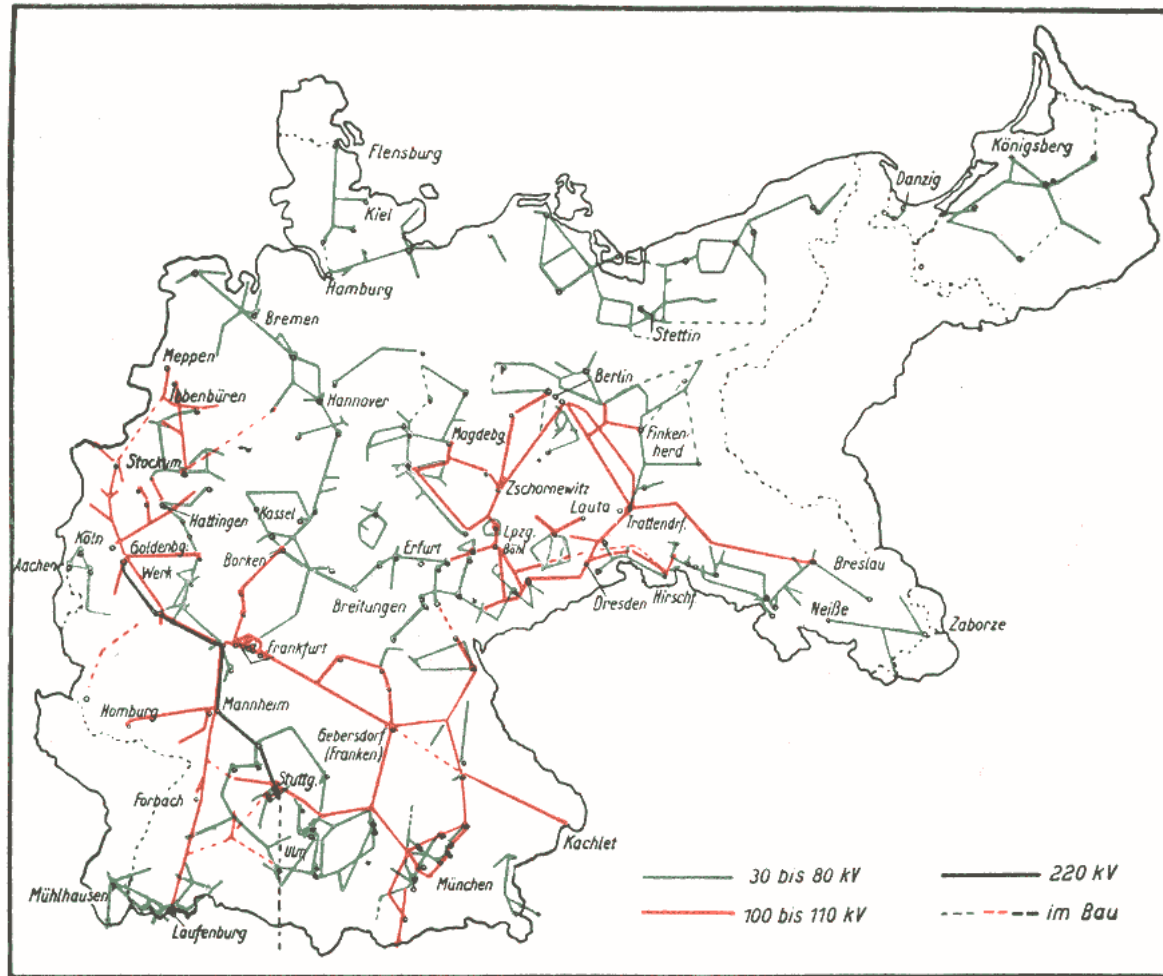


Abb. 4 Hochspannungsleitungen Deutschlands im Jahr 1927

Versorgungsgebiete der regionalen Großunternehmen 1927



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

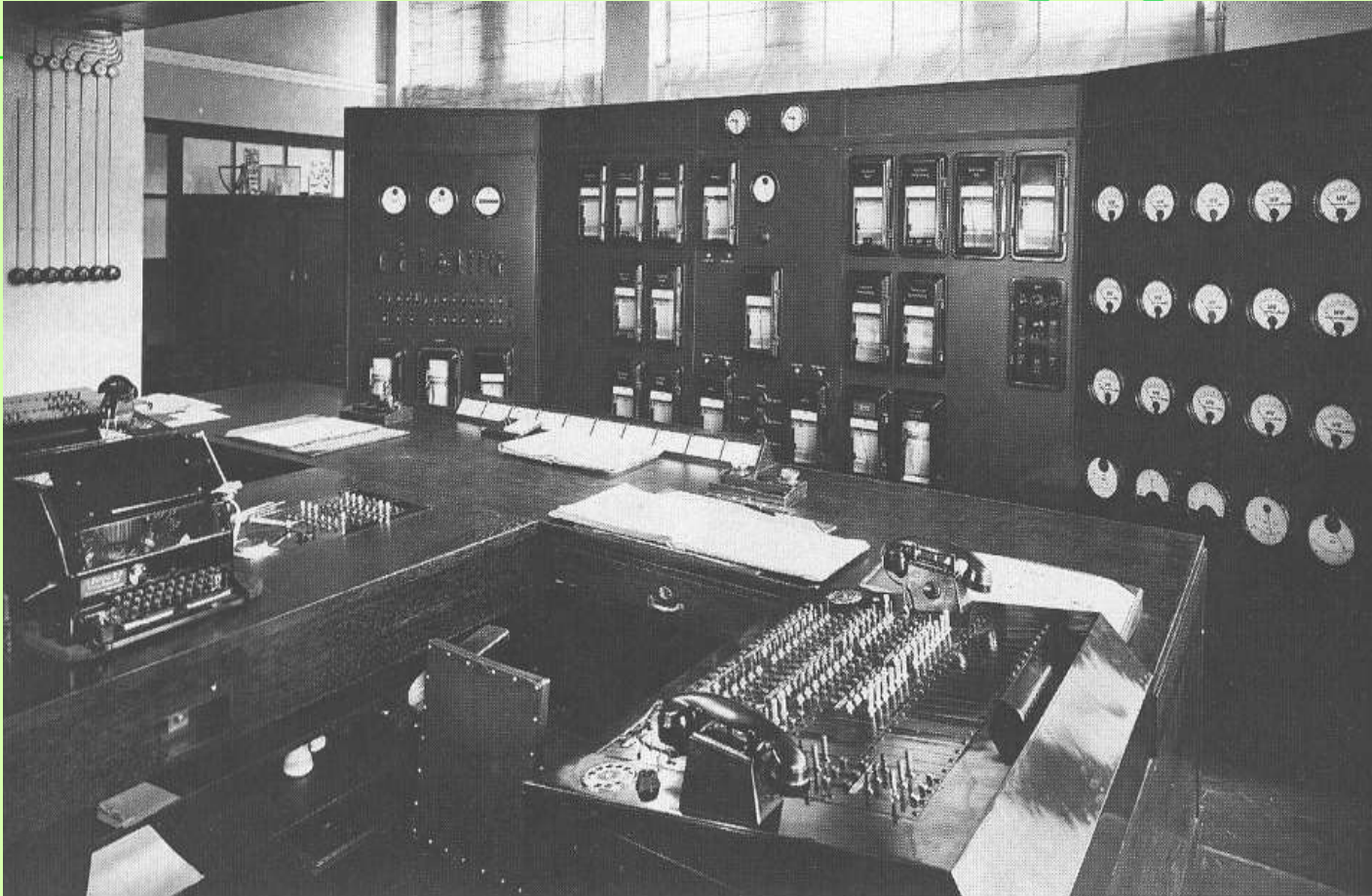


Bild von 1929

1928 Inbetriebnahme der Hauptschaltleitung Brauweiler

(RWE)

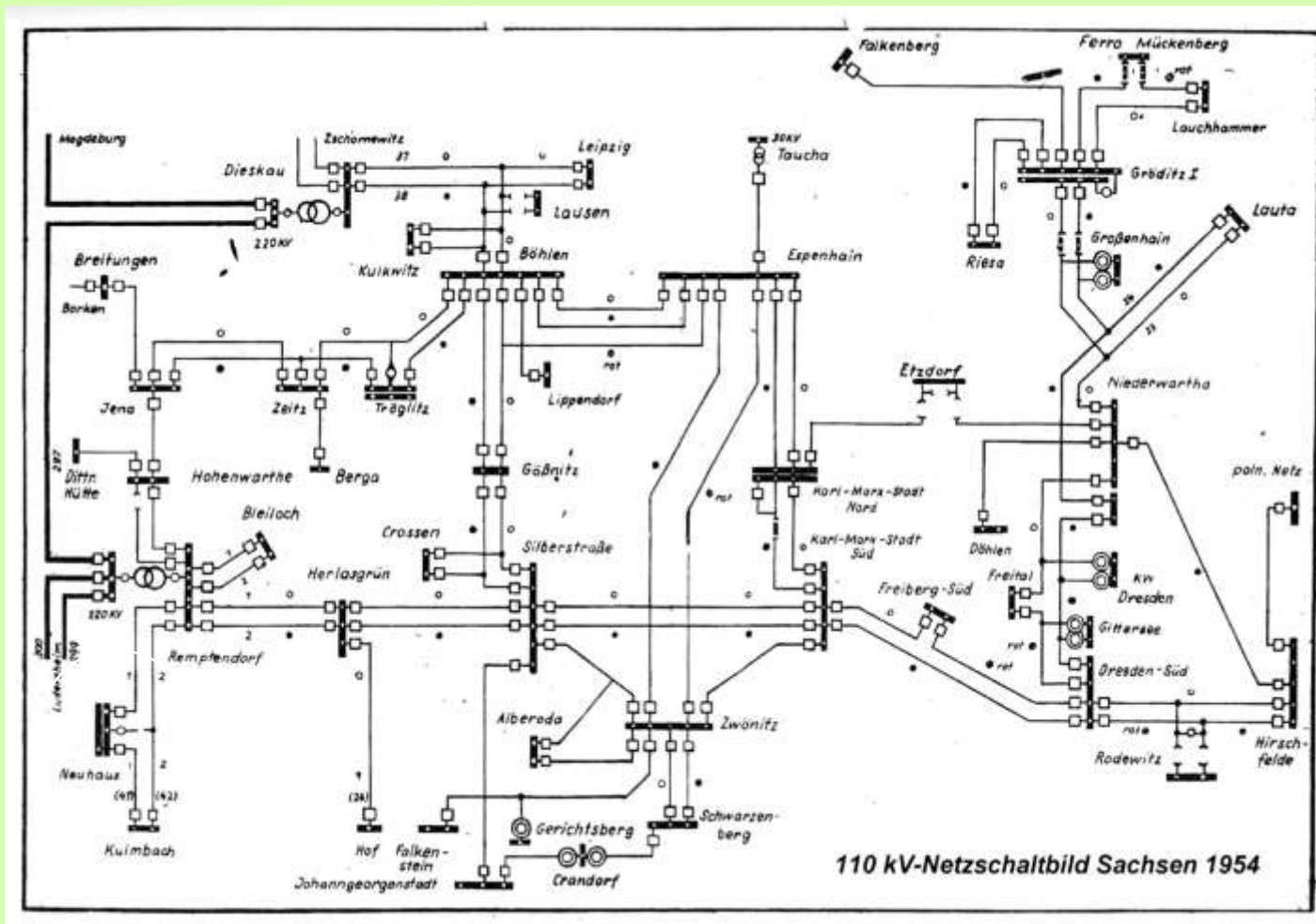
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Hauptlastverteilung im Kraftwerk Klingenberg

**1928 Erste Lastverteilerstelle eines deutschen EVU im
KW Klingenberg, BEWAG**

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



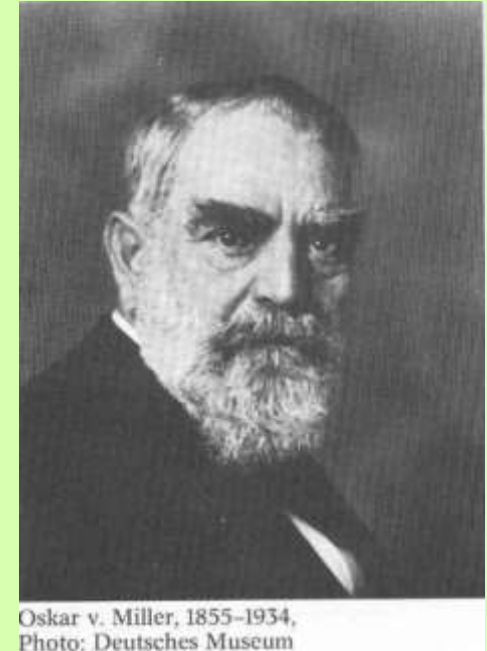
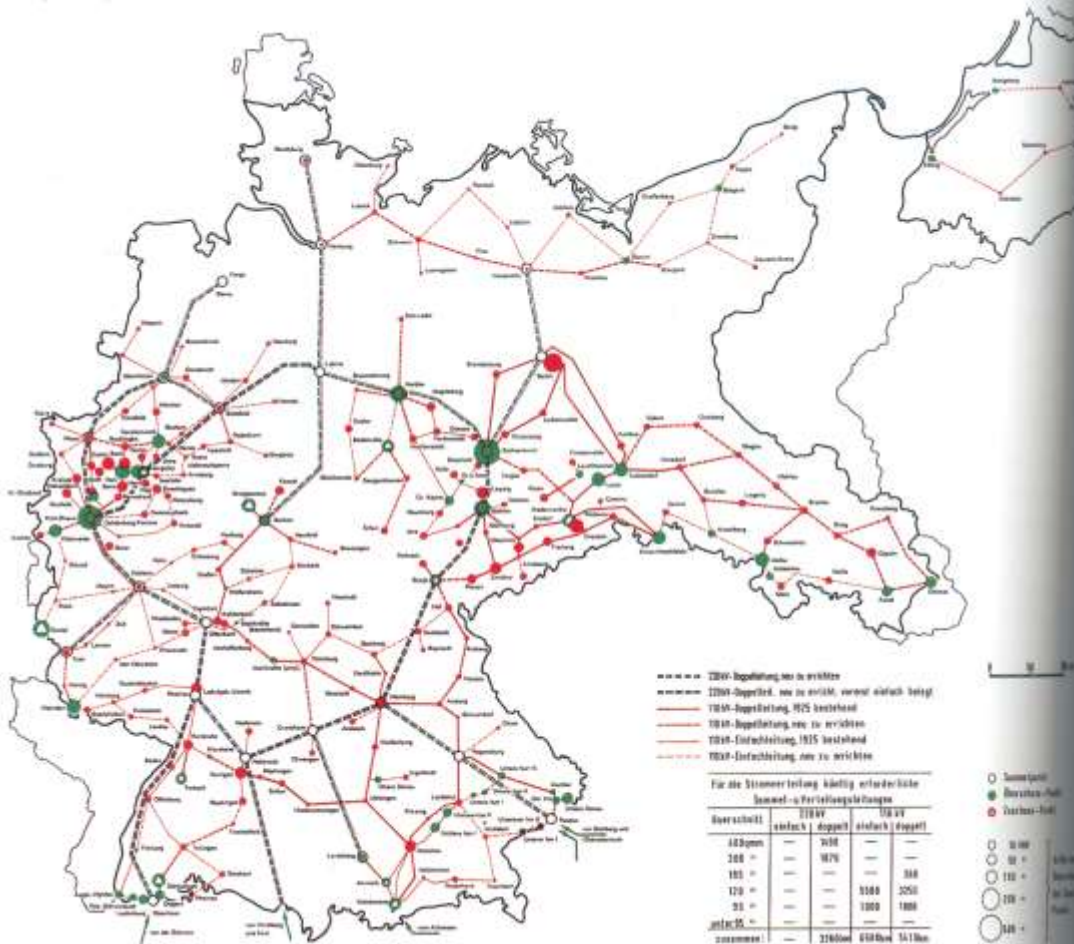
[2471]110kV Sachsen 1954.jpg

1937 Inbetriebnahme 110-kV-Ltg Neuhaus-Kulmbach ermöglicht Stromaustausch zwischen Thüringen und Bayern

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

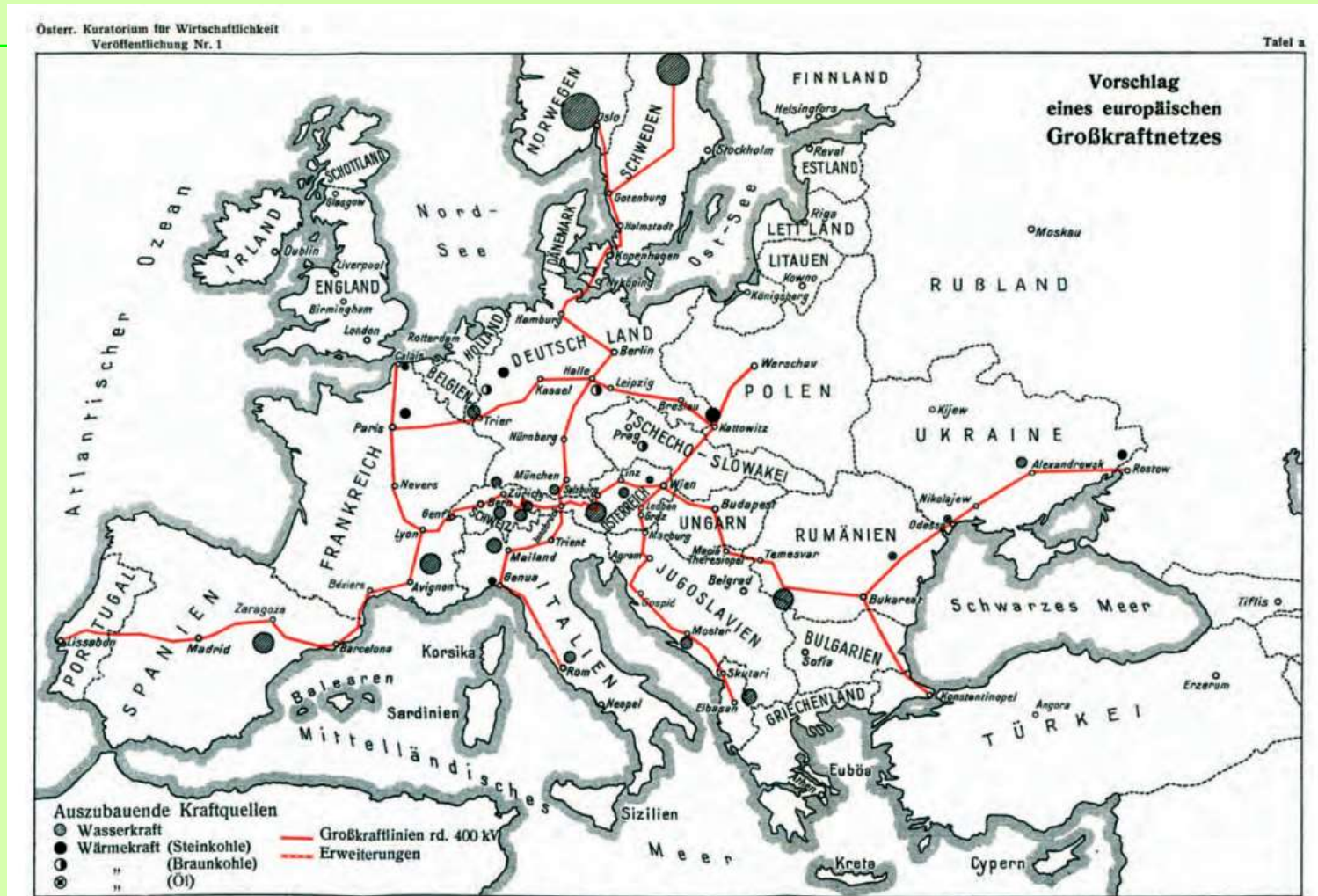


1937 IBS 110-kV-Ltg Neuhaus-Kulmbach ermöglicht
Stromtausch zwischen Thüringen und Bayern



1930 Gutachten *Millers, v.* entwirft ein 220-kV-Netz mit westlicher Nord-Südschiene zur Verbindung der Braun- und Steinkohlen-KW des Rheinisch-Westfälischen Reviers mit den Wasserkräften in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz, die östliche Nord-Süd-Schiene verbindet Sachsen mit Bayern

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1930 Oskar Oliven macht zur 2. Weltkonferenz in Berlin den Vorschlag Wasser- Kohle-Verbund über 380-kV-Ltgen, „Oliven-Plan“ und regt den internationalen Verbundbetrieb an

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

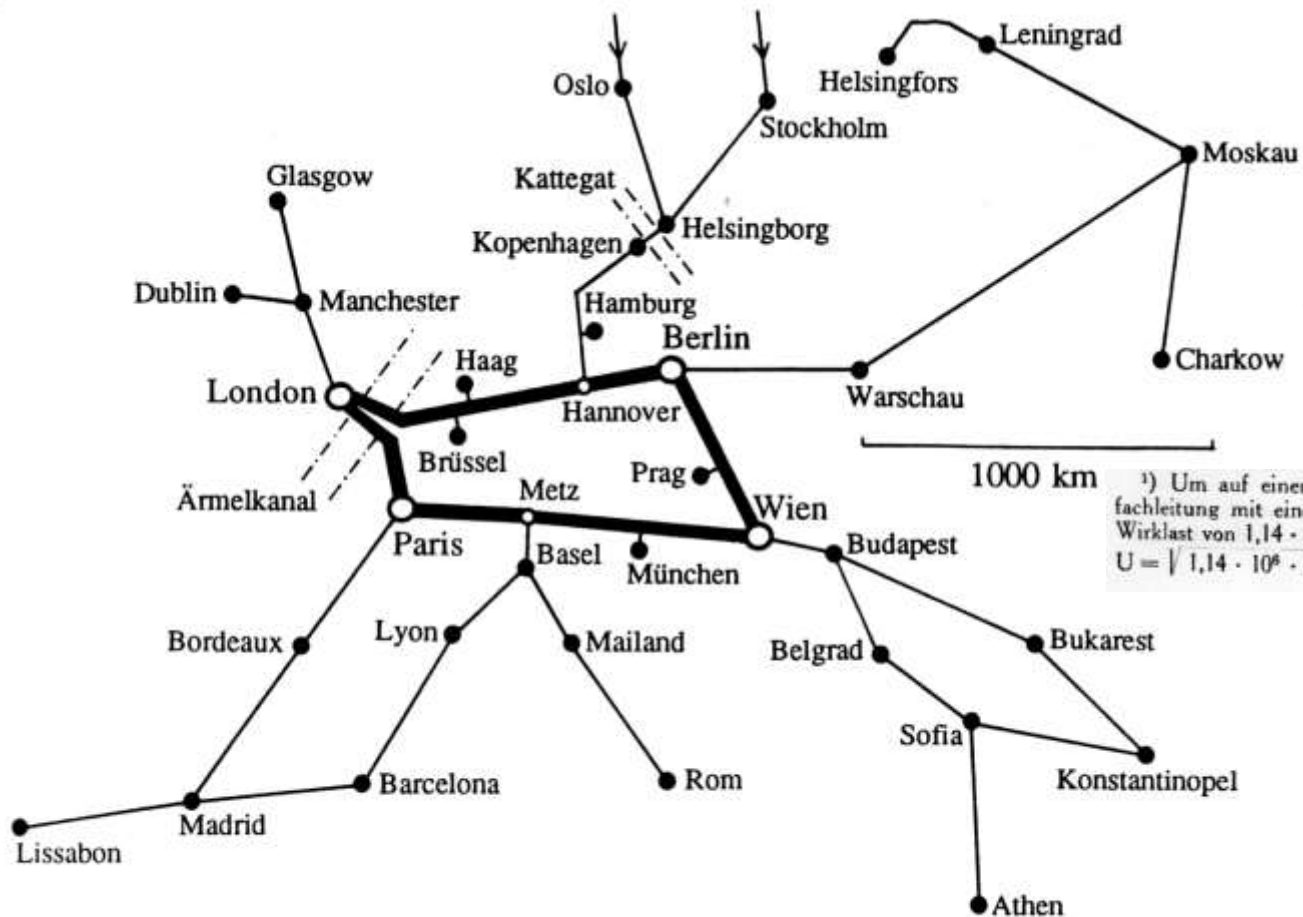


Abb. 3.3.6: Vorschlag zu einem »europäischen Verkehrsstrassen-Netz für elektrische Grundleistung mit zentralem 660 kV-Sammelviereck« von Schönholzer 1930.⁴³

1930 Schönholzer, E., Zürich, schlägt elektrowirtschaftliches Programm für Europa vor

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

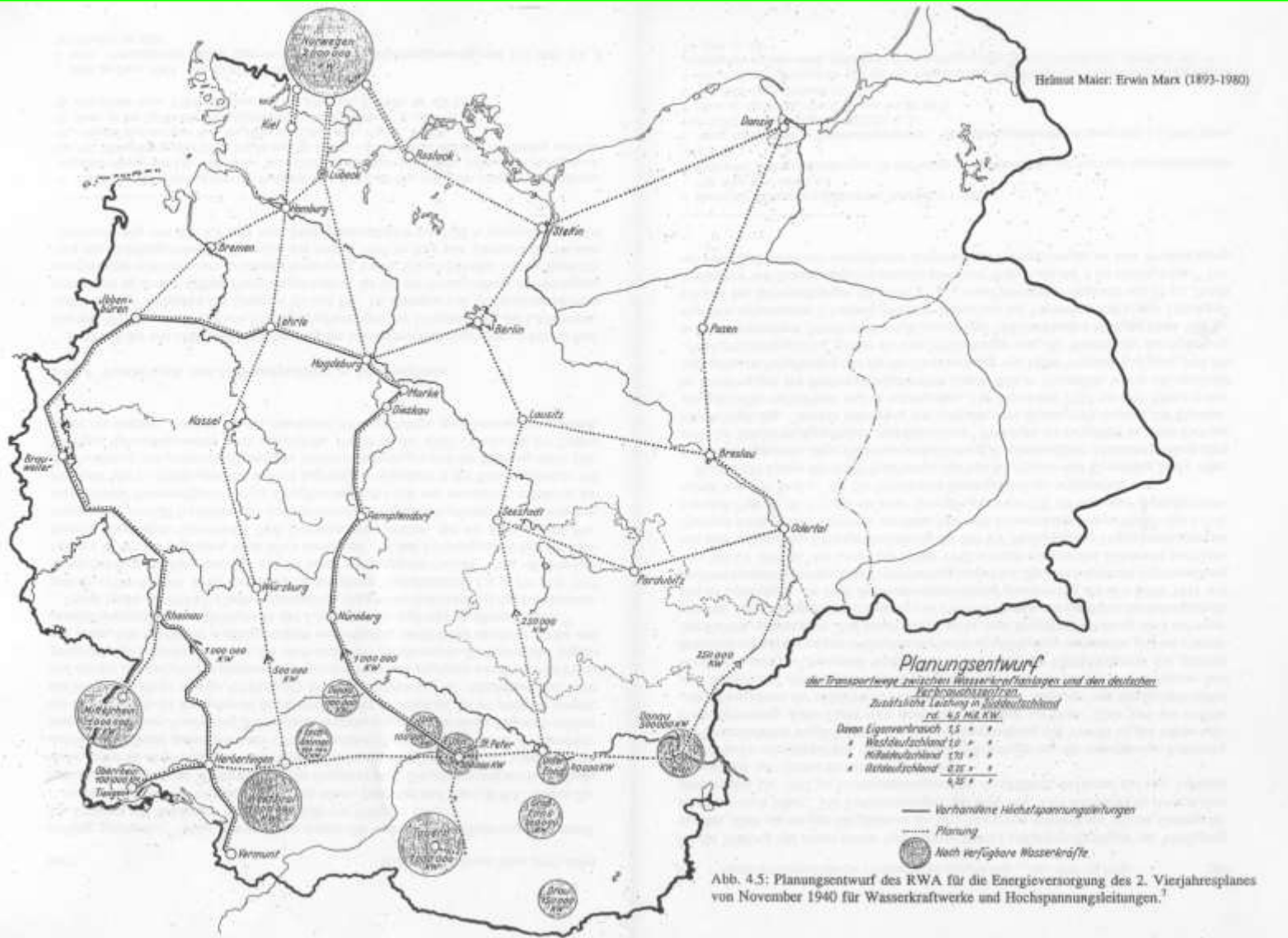
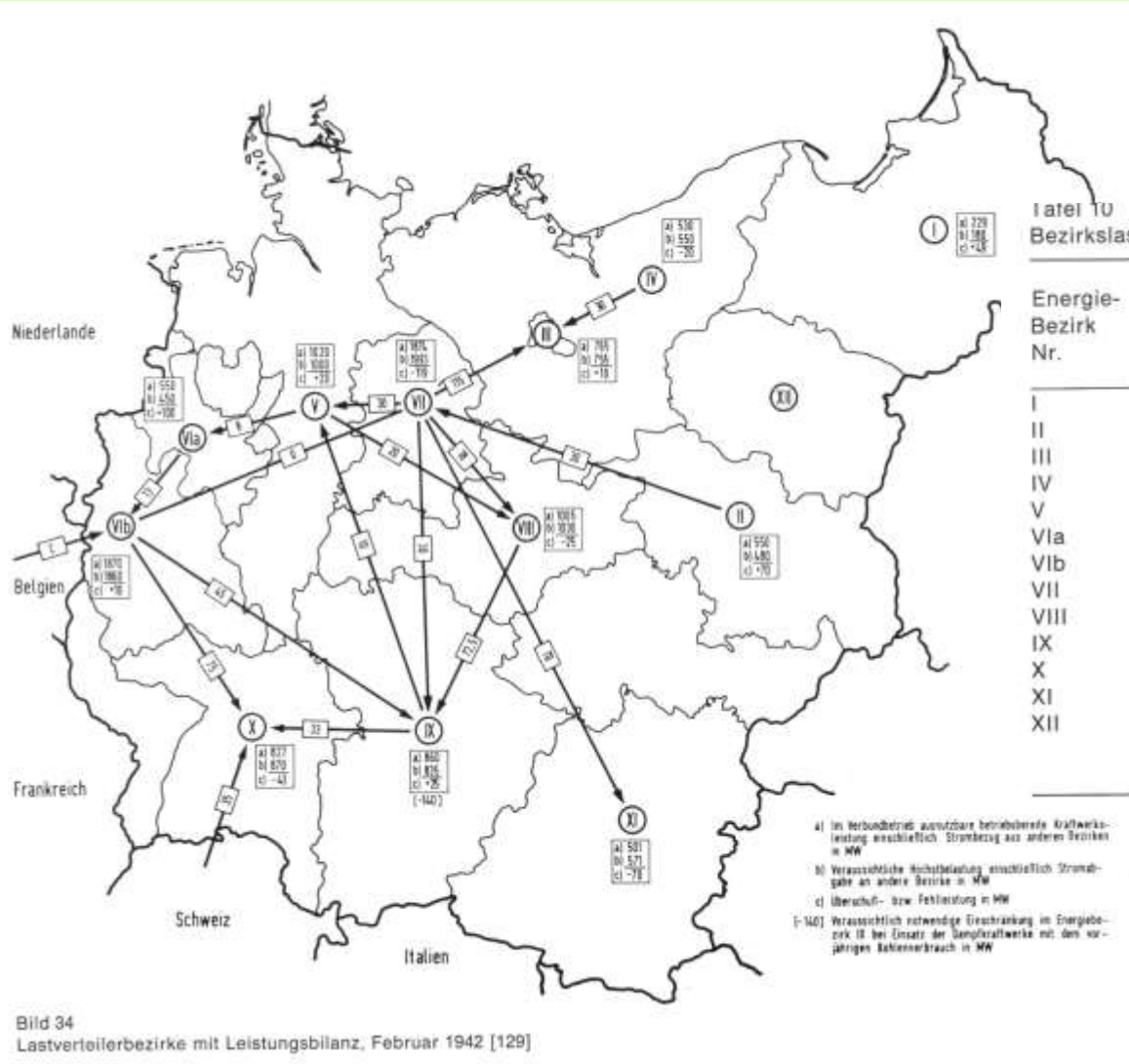


Abb. 4.5: Planungsentwurf des RWA für die Energieversorgung des 2. Vierjahresplanes von November 1940 für Wasserkraftwerke und Hochspannungsleitungen.⁷

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Tafel TU
Bezirkslastverteiler 1939–1945

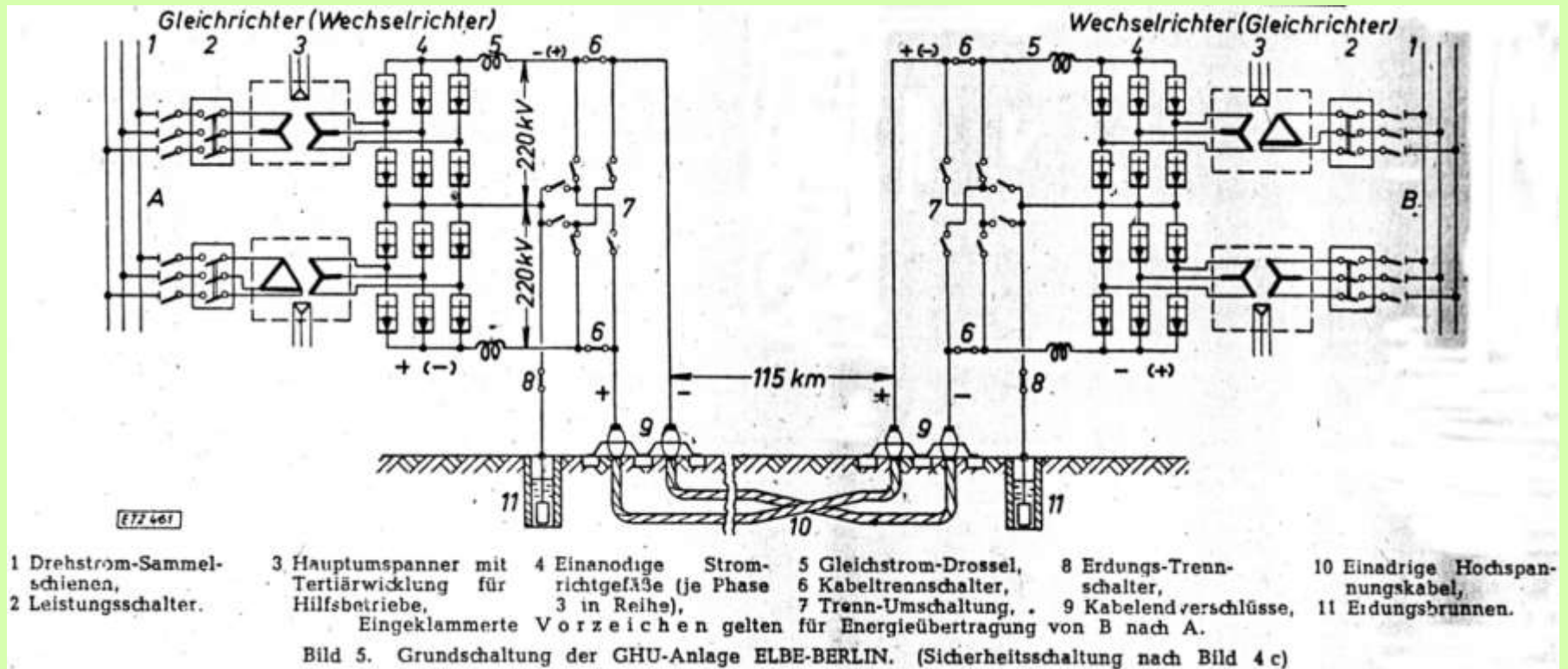
Energie-Bezirk Nr.	Gebiet	Gesamtstromverbrauch 1941 im Bezirk [129] TWh
I	Ostpreußen	0,76
II	Schlesien	5,70
III	Berlin	2,96
IV	Pommern-Brandenburg	4,90
V	Niedersachsen	5,51
Via	Westfalen	6,64
Vib	Rheinland	14,66
VII	Mitteldeutschland	10,15
VIII	Sachsen	8,01
IX	Bayern	6,15
X	Baden-Württemberg	6,45
XI	Österreich	2,89
XII	Warthegau	0,32
		75,10

Bild 34
Lastverteilerbezirke mit Leistungsbilanz, Februar 1942 [129]

1939 Einsetzung der Reichsstelle für die Elektrizitätsw.;
Gründung Reichs-LV mit 12 Bezirks-LV

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

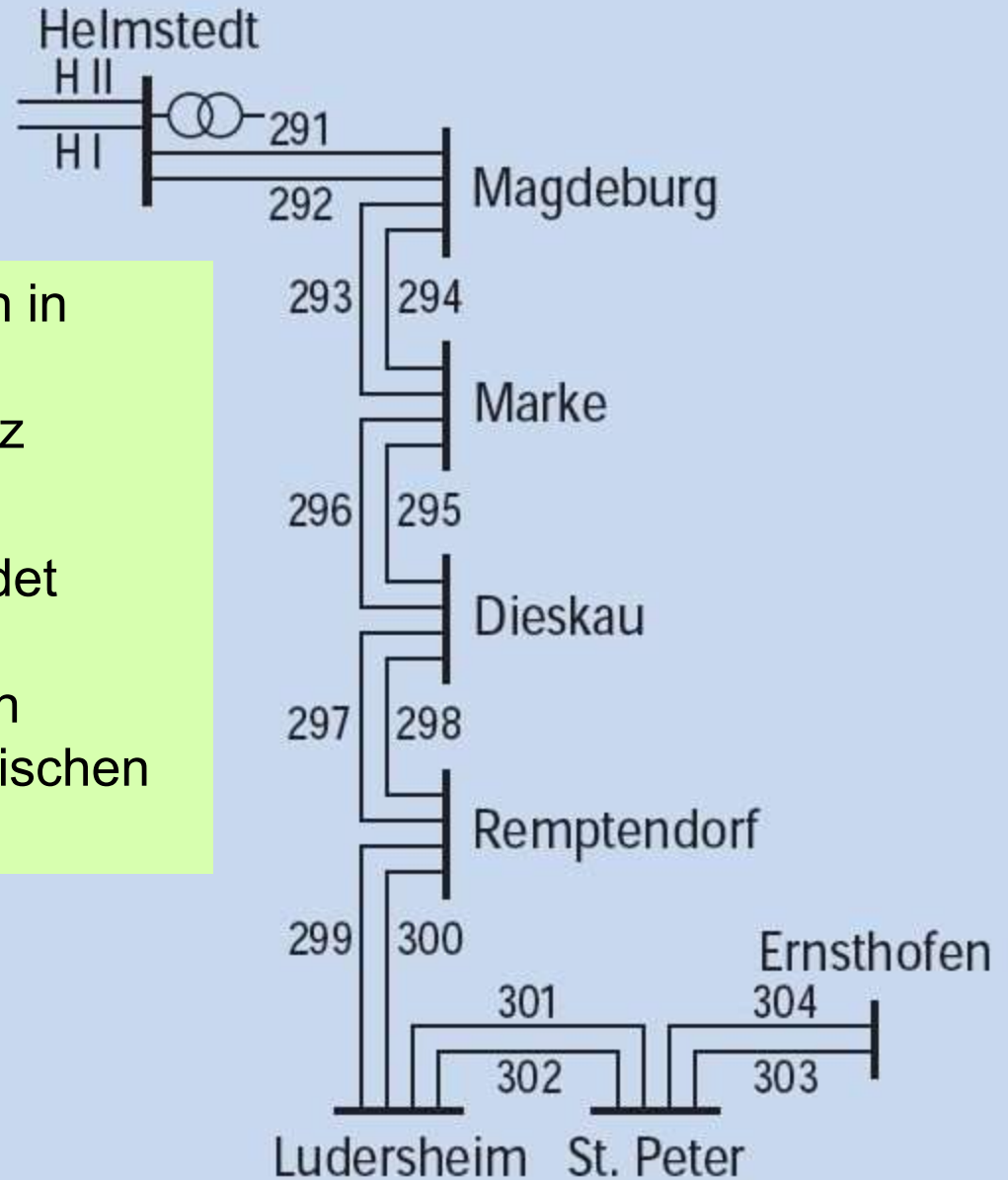
1943 220-kV-Verbindungen vom deutschen Netz nach NL, B und F, erstmals größerer Parallelbetrieb



1942- HGÜ-Versuchsanlage Dessau/Elbe-Berlin/Marienfelde, 100 MW, 115 km, ± 220 kV

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

- 1939 Elektrowerke AG schlagen in einer Denkschrift vor, in D reichseigenes 220-kV-Netz aufzubauen
- 1941 220-kV-Reichs-SS verbindet mitteldeutsches Braunkohlengebiet mit den bayrischen und österreichischen Alpen



20 Jahre Elektrische Wiederver



1943 Bau der Verbindung Mitteldeutschland im Raum Magdeburg

20 Jahre Elektrische Wiederver

Test der 220-kV-Isolatoren bei 300 kV DC bis 500 A um 150 MW zu übertragen

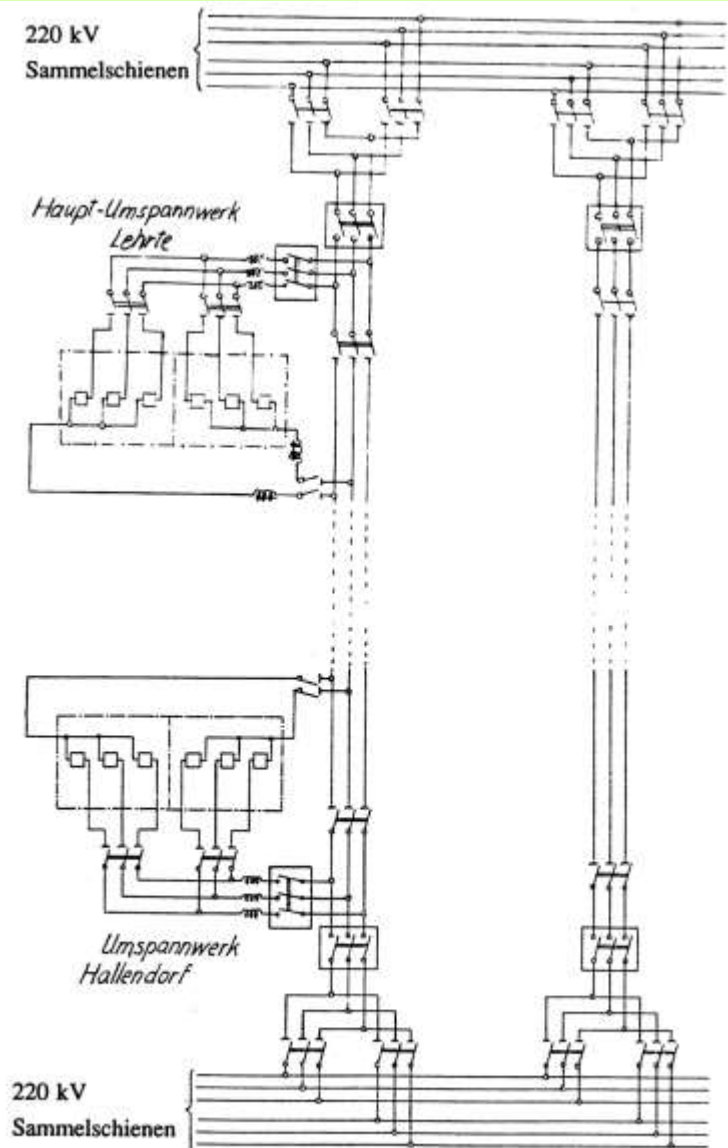
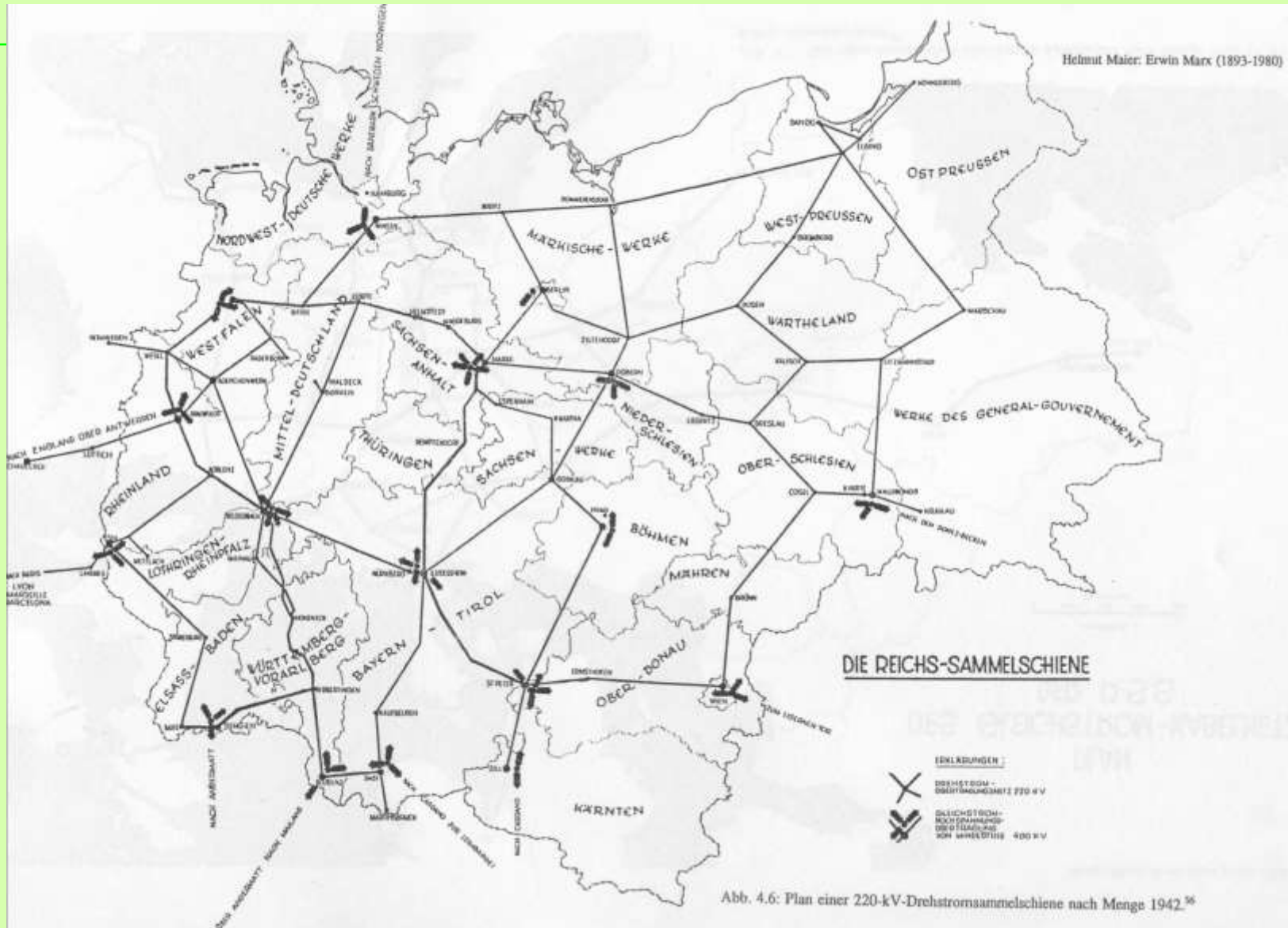


Abb. 3.4.31: Plan der sechsphasigen HGÜ »Hallendorf-Lehrte« mit Leistungs- und Trennschaltern nach Marx 1942.¹⁷

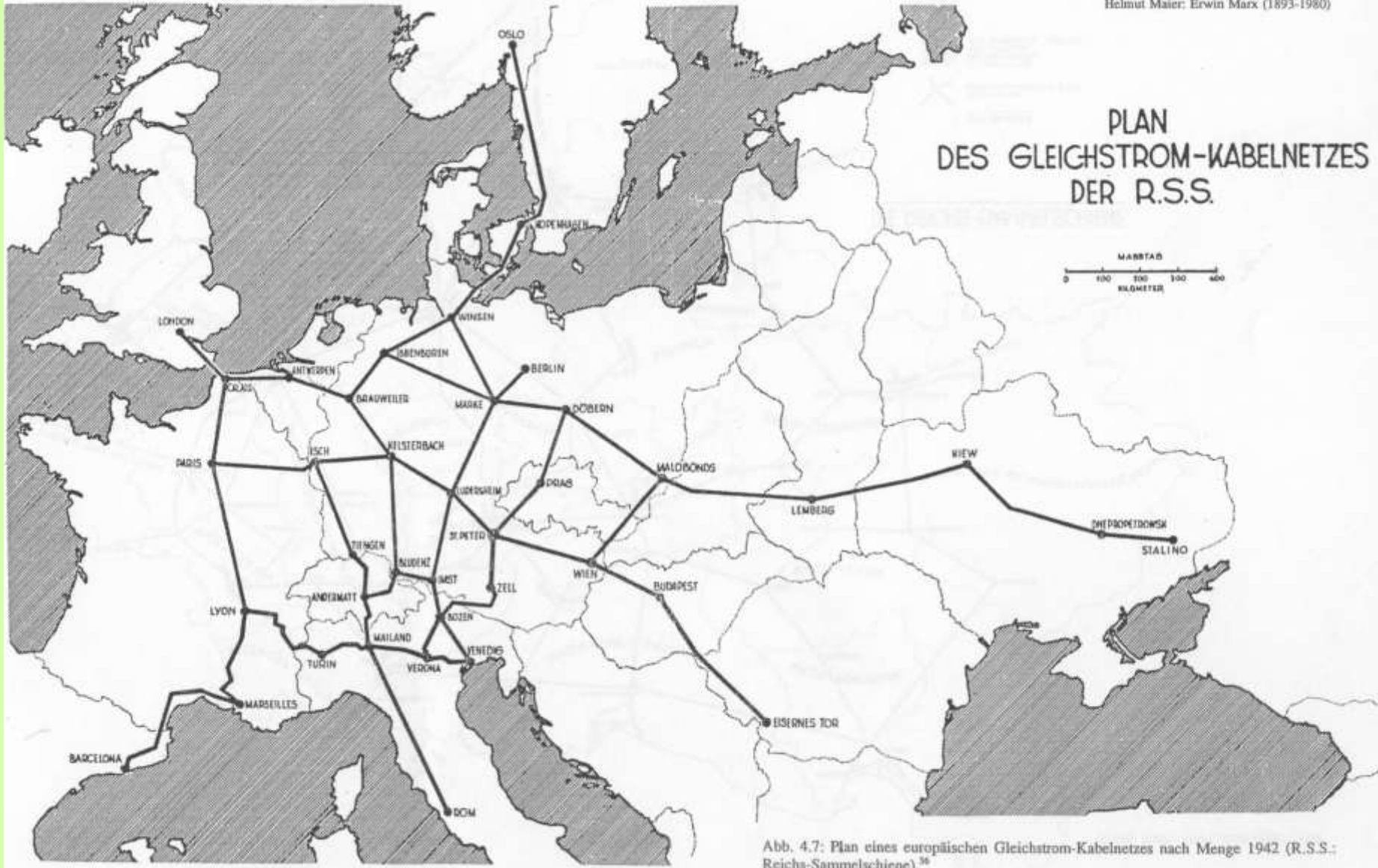
1942 Marx Plan sechsphasige HGÜ Hallendorf-Lehrte

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

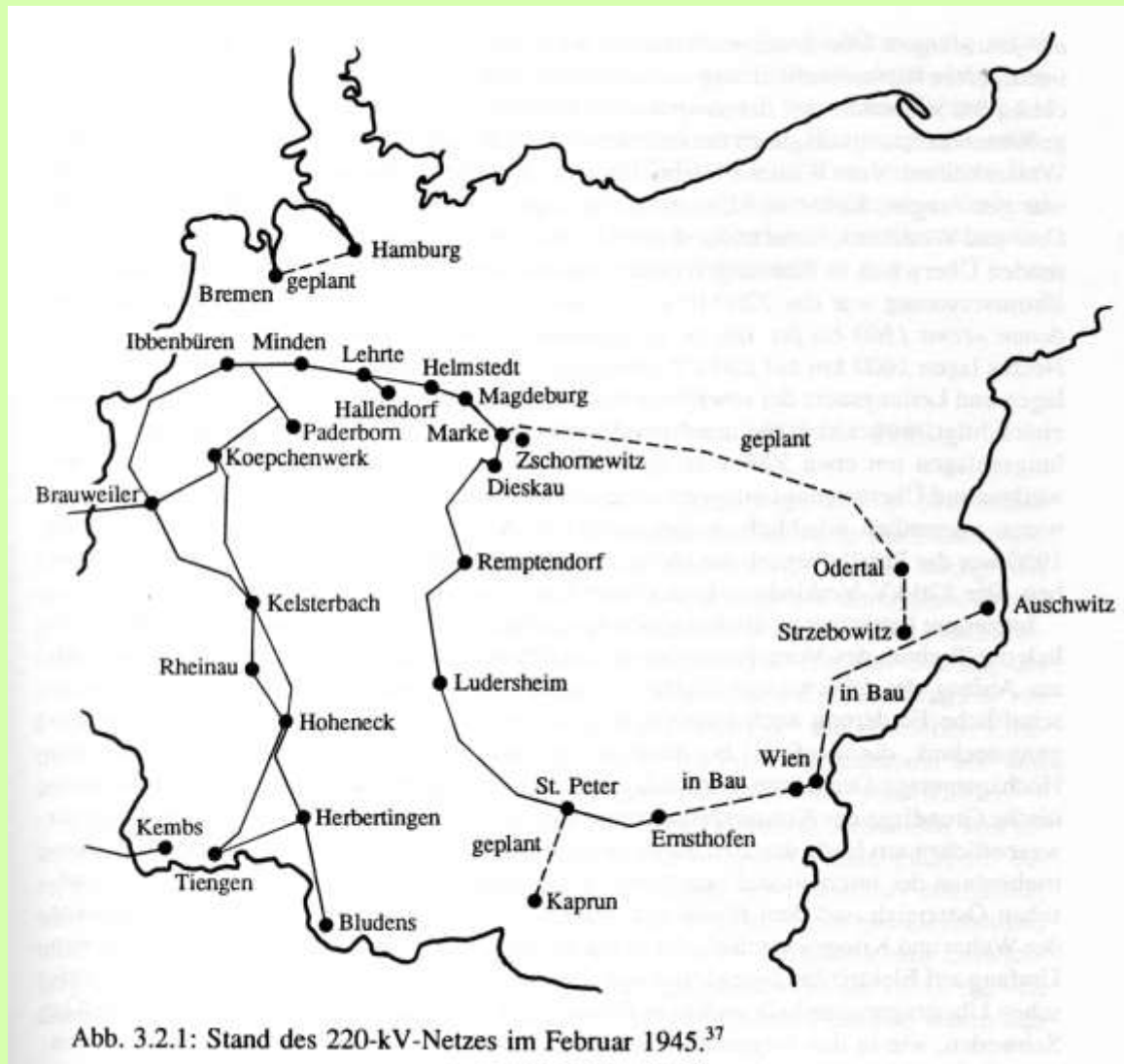
Helmut Maier: Erwin Marx (1893-1980)



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

1943 220-kV-Verbindungen vom deutschen Netz nach NL, B und F, erstmals größerer Parallelbetrieb

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

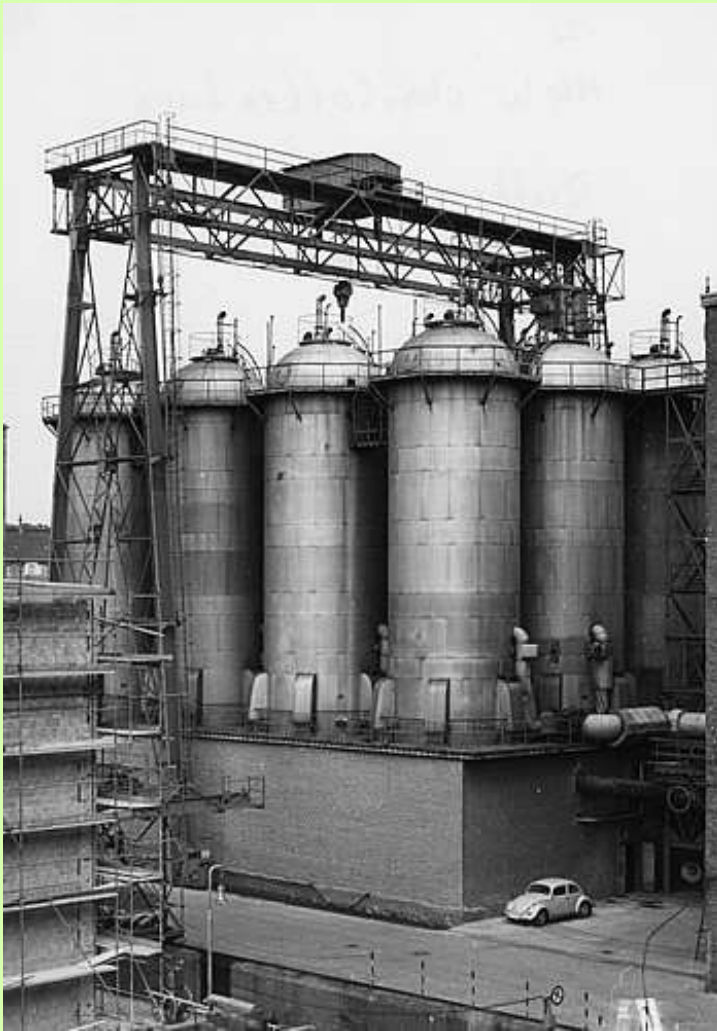


20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

1947 ZLV für deutsches Verbundnetz wird in Bad Homburg eingesetzt



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



40-MW-Ruthsdampfspeicher



17-MW-Batterie

$U_n = 1180 \text{ V}$, $U_{\max} = 1650 \text{ V}$ (VDE 0100)

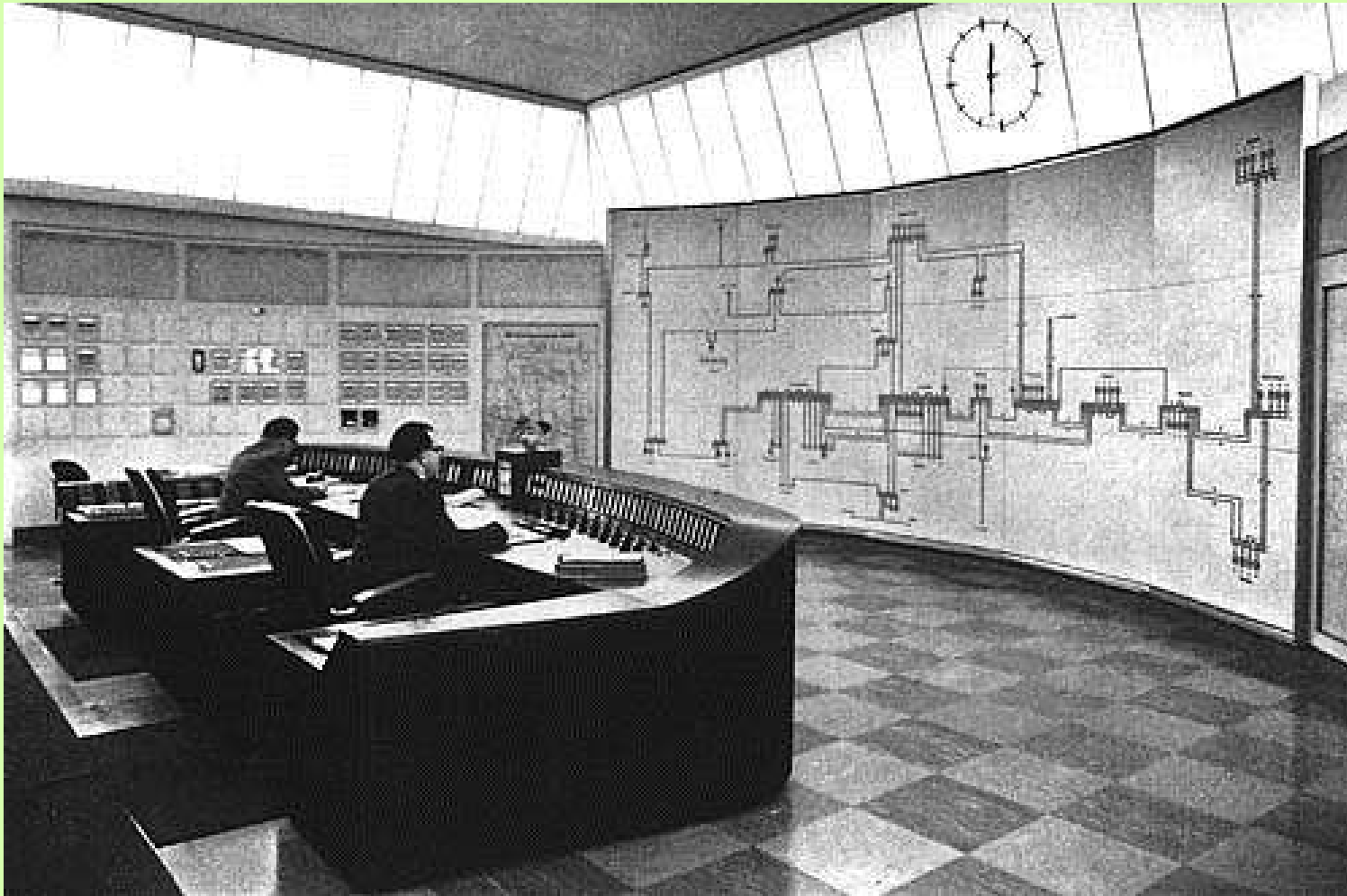
12 parallele Batterien je 590 Zellen, **7080 Zellen**

1416 5zellige Module 100 OCSM 1000, Hagen-Batterien



1952 IBS der ersten 380-kV-Leitung der Welt Harspränget-Hallsberg (S), 460 MW, 950 km, 2x593 mm² Al/St, Leiterabstand 12 m, Masthöhe 25 m

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



HSL Brauweiler 1956



1957 Erste 380-kV-Verbindung in der Bundesrepublik von Rommerskirchen nach Hohenneck über Brauweiler, Koblenz, Rheinau, 341 km, Doppelleitung, 4er Bündel

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

«Stern von Laufenburg» (Bild 98)



Dispatching Laufenburg. (Bild 100)



1958 Im Rahmen der UCPTÉ werden in Laufenburg erstmals die 220-kV-Netze F, D und CH verbunden

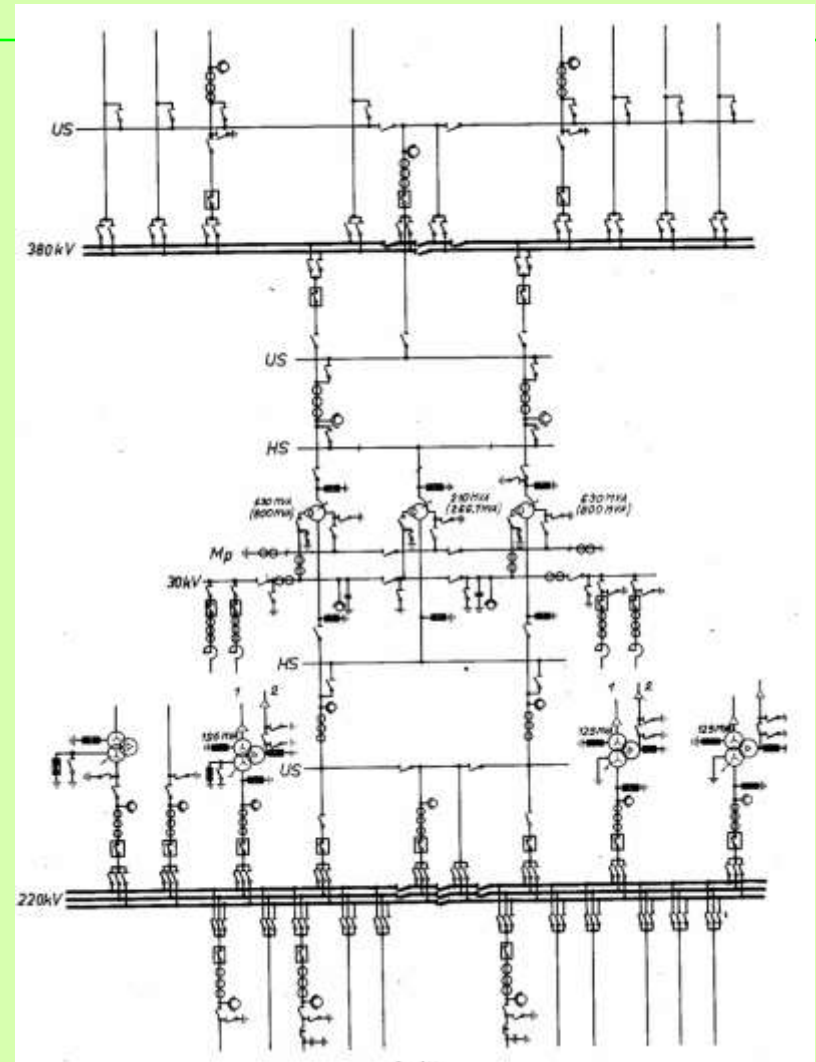
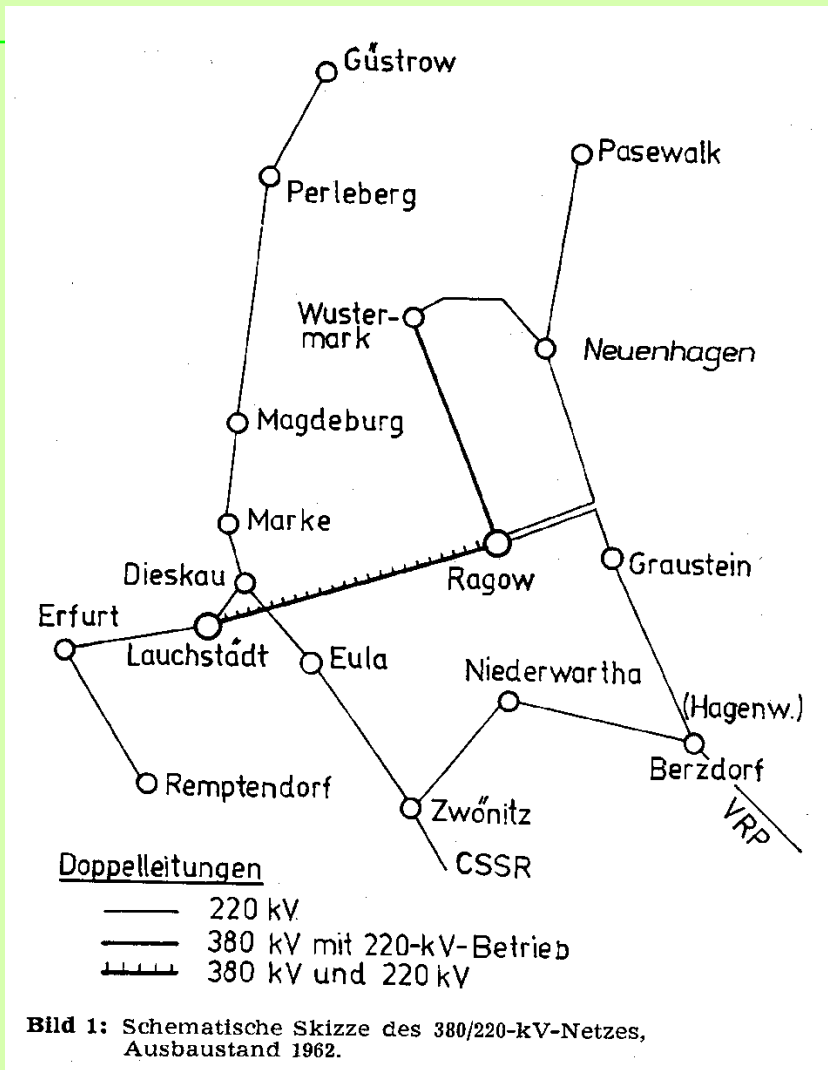
1959 Schaffung der Dispatcher-Organisation für Elektroenergie in der DDR, der alle Lastverteiler unterstellt wurden

20 Jahre Elektrische V



1962 Abkommen der VRB, UVR, DDR, VRP, SRR, SU und CS über die Gründung ZDV (CDO) der VES; Zentrale Lastverteilung des RGW-Verbundnetzes „Frieden“ nimmt in Prag ihre Tätigkeit auf

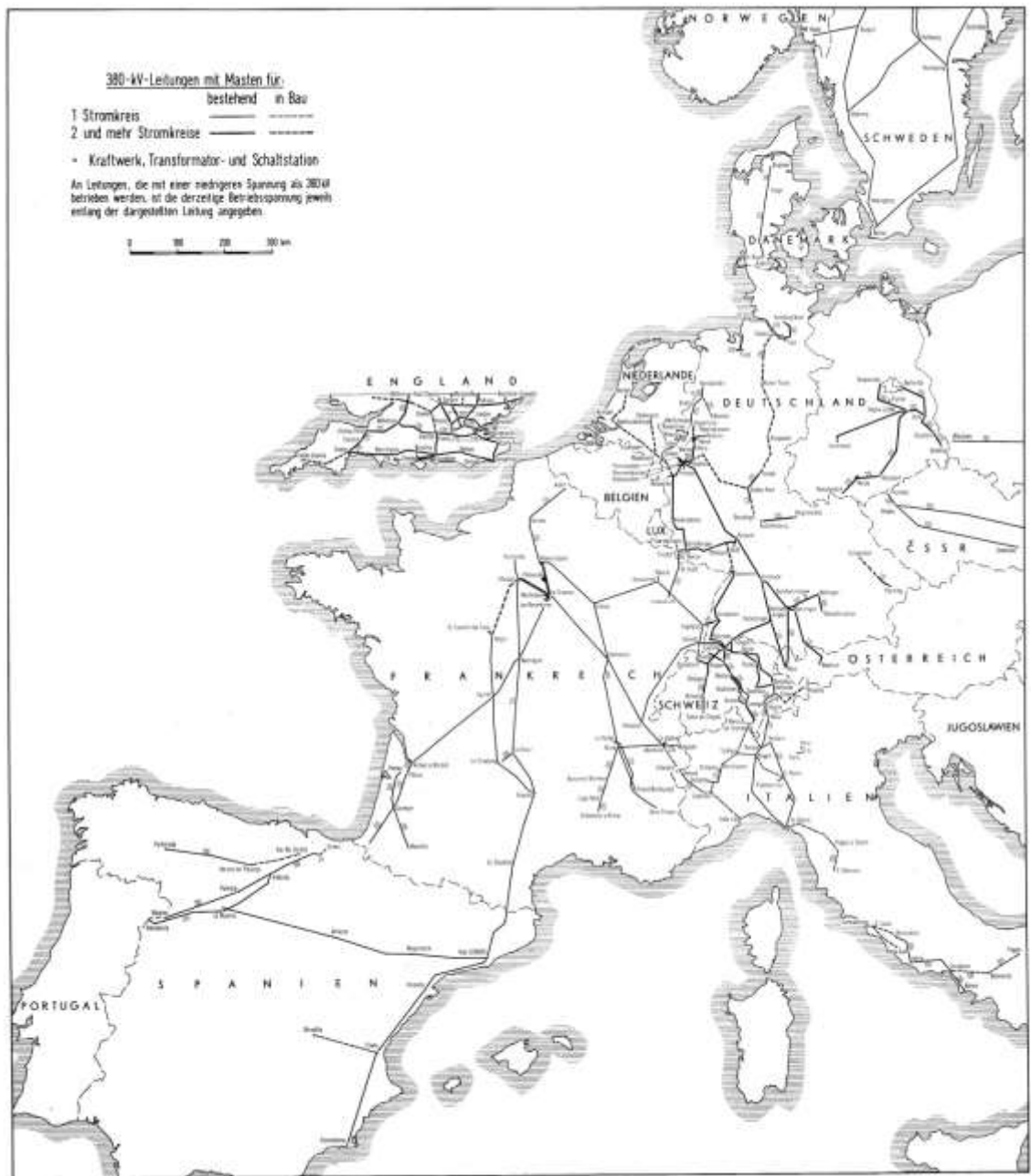
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



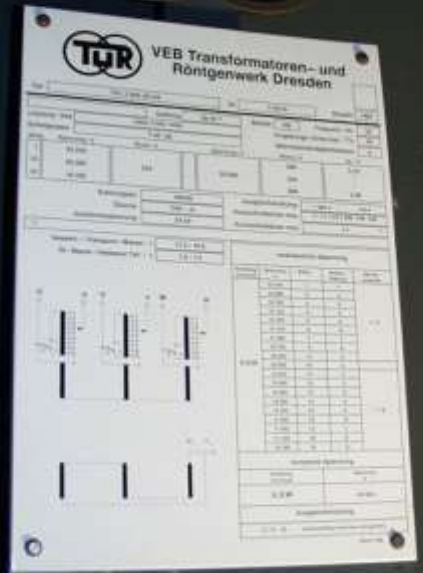
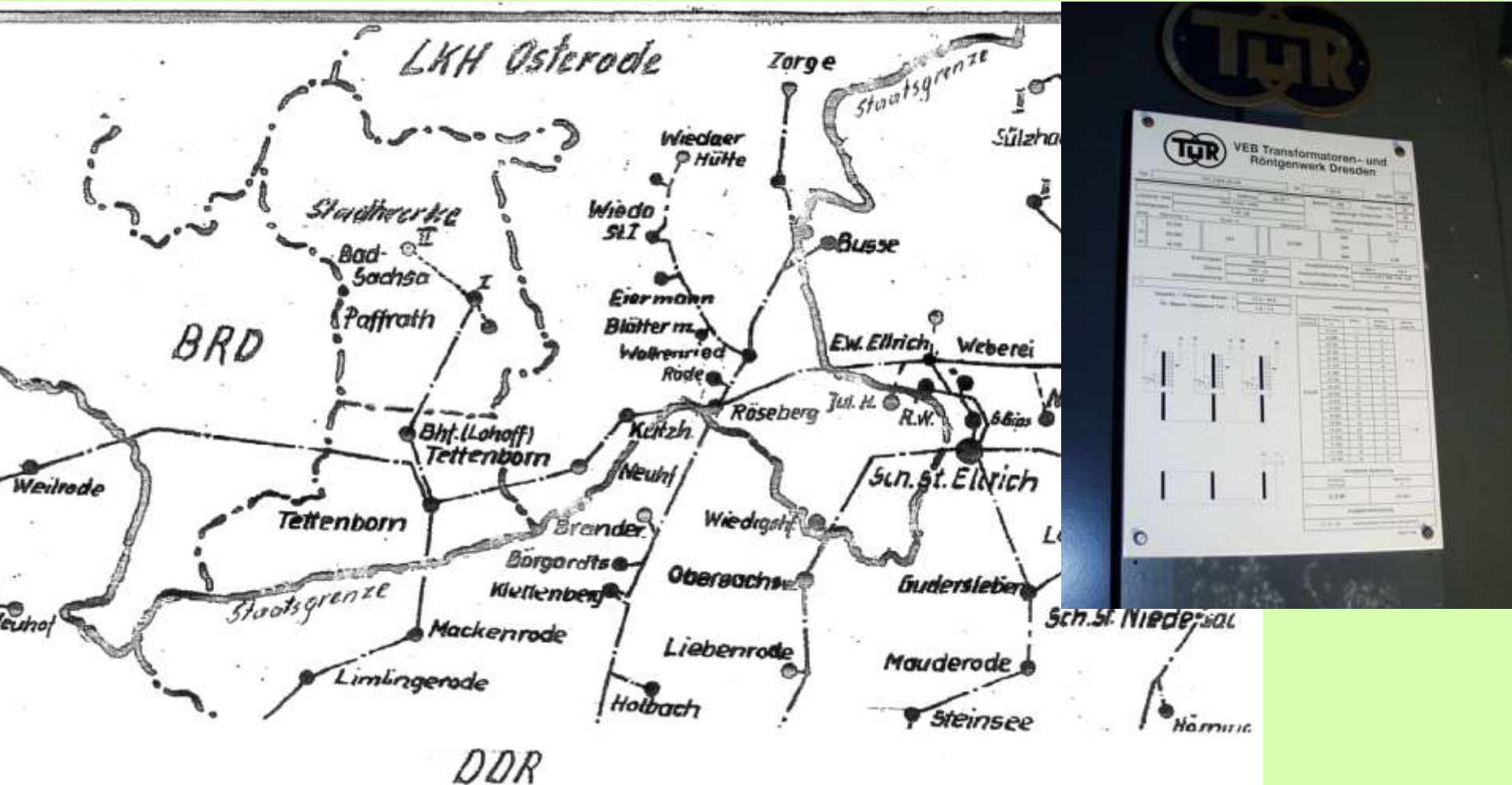
1962 IBS der ersten 380-kV-Verbindung in der DDR von Ragow nach Lauchstädt, 163 km

20 Jahre Elektrische

380-kV-Netz in Europa 1968



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Wirtschaft

Immer mehr Städte und Gemeinden beziehen Elektrizität aus der DDR

Beim Strom gibt's keinen Stacheldraht

10 Prozent von „drüben“

Dies bestätigt auch der Pressesprecher der „Licht- und Kraftwerke Harz“, Manfred Graetsch. In dem Bereich seines Werkes decke die DDR allein zehn Prozent des Strombedarfs und versorge damit knapp 15 000 Bundesbürger in fünf Orten. Den restlichen Strom beziehen die Ostharzer größtenteils von der Preußen-Elektra, die auch die EAM versorgt. Graetsch: „Wir sind mit den zuständigen Stellen in der DDR sehr zufrieden, zumal der Strom aus

dem Osten effektiv nahezu zwölf Prozent billiger ist.“

Auszug aus der „HNA“ 18.04.1984

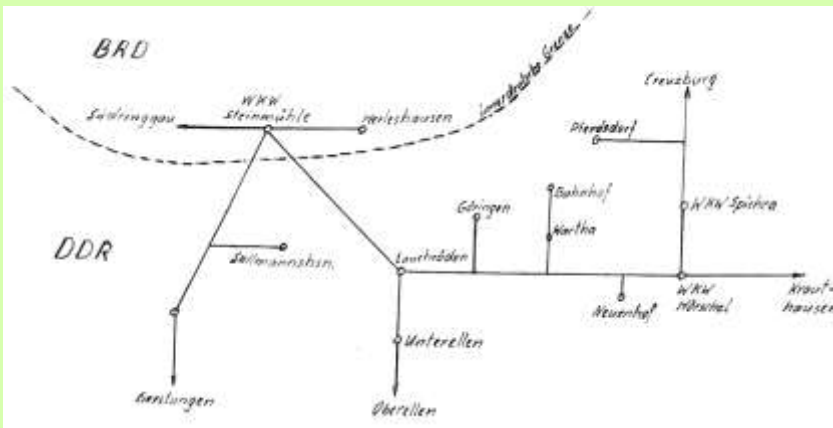
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



WKW Steinmühle (Hessen)



Maschinenraum, Betriebsleiter Oskar Austen (mit
 ÜLW Südthüringen, Betriebsstelle Herleshausen



DIE STEINMÜHLE BEI WOMMEN:

Strombrücke über Stacheldraht

Kleiner „Grenzverkehr“

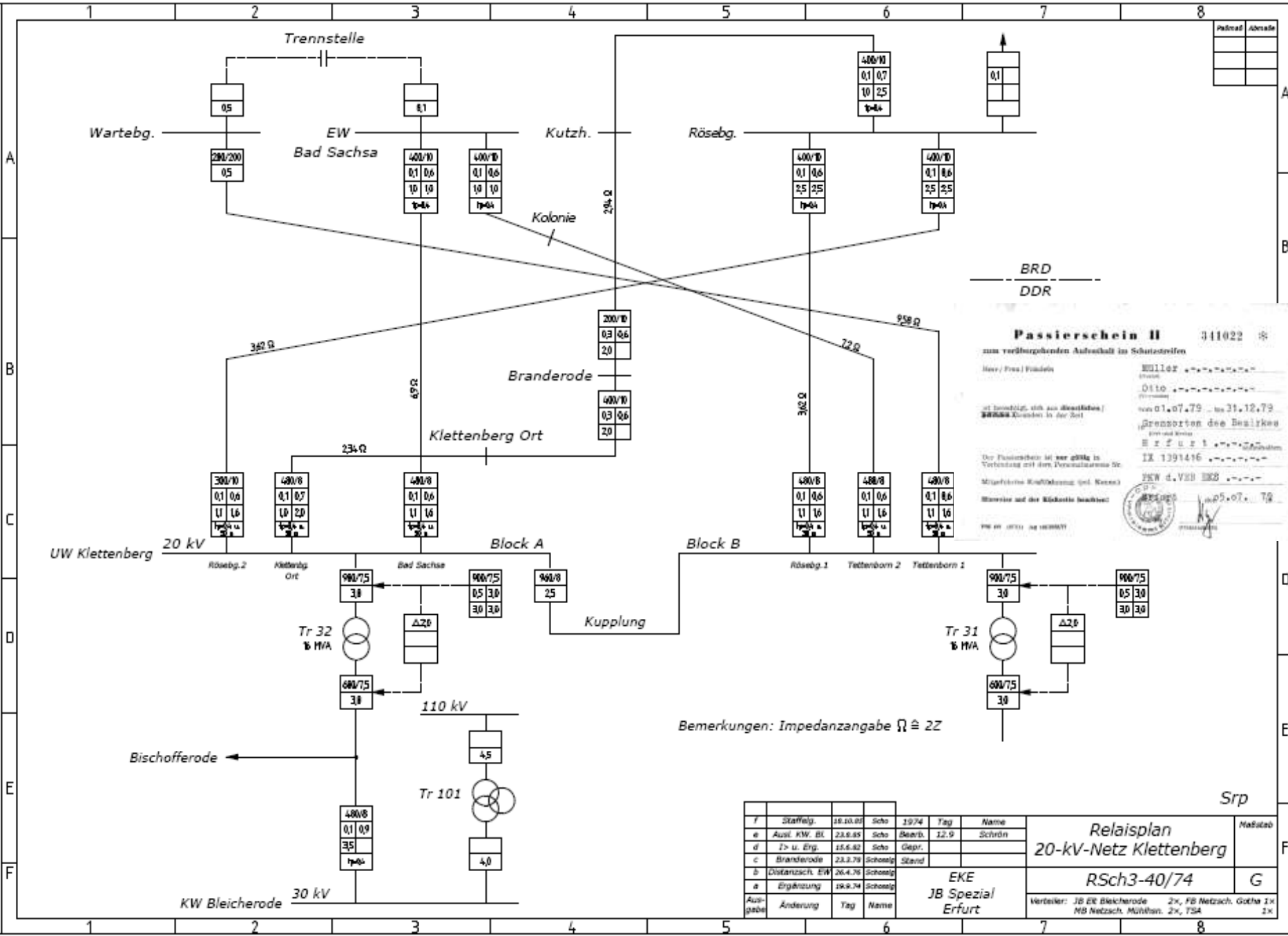
Für die Männer in der Steinmühle gibt es längst einen kleinen „Grenzverkehr“. Ein Teil ihrer Anlagen liegt nämlich bereits auf ostzonaler Seite. Weiter als bis auf die andere Seite des Wehres dürfen sie jedoch ebenfalls nicht.

In der Steinmühle wird schon seit der Jahrhundertwende Strom erzeugt. 1920 wurden die Anlagen modernisiert und schließlich an die Süd-Thüringische Elektrizitätsgesellschaft verkauft. Noch bis 1952 wurden weite Teile des Ringaus über diese Leitung versorgt. Als letzte

Gemeinde hängt nur noch Herleshausen am ostzonalen Netz. „Bisher hat es mit der Versorgung immer gut geklappt“, ist die Meinung der Männer, die täglich die „kleinen gesamtdeutschen Kontakte“ herstellen.

HA Eschwege, 18.2.1967

Nach den extremen Witterungsverhältnissen im Winter 1978/79 und den damit verbundenen Stromausfällen wird der DDR-Strombezug eingestellt



BRD
DDR

Passierschein II 311022 *

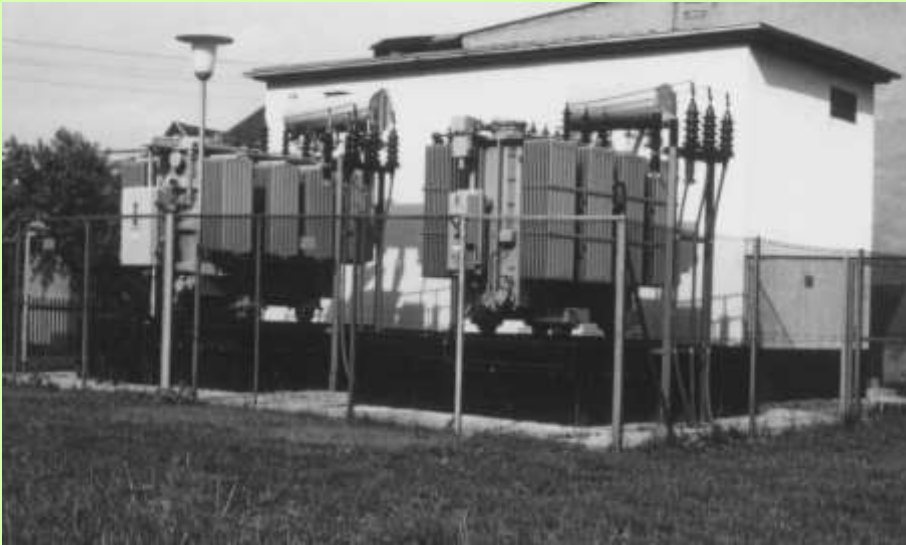
zum vorübergehenden Aufenthalt im Schutzbereich

Herr / Frau / Feldler: Müller, Otto
 Ort: Klettenberg
 vom 01.07.79 bis 31.12.79
 Grenzbereich des Bezirkes
 Erfurt
 IX 1391416
 PKW d. VSB 888
 vom 01.07.79

Bemerkungen: Impedanzangabe $\Omega \approx ZZ$

f	Staffelfg.	15.10.81	Scho	19/74	Tag	Name	Relaisplan 20-kV-Netz Klettenberg	RSch3-40/74	G
a	Ausl. KW. Bl.	23.6.85	Scho	Bearb.	12.9	Schrön			
d	Zu- u. Erg.	15.6.82	Scho	Gepr.					
c	Branderode	23.2.79	Scho	Stand					
b	Distanzsch. EW	26.4.76	Scho						
e	Ergänzung	19.9.74	Scho						
Ausgabe	Änderung	Tag	Name	EKE JB Spezial Erfurt			Srp Maßstab Verteiler: JB EK Bleicherode 2x, FB Netzsch. Gotha 1x NB Netzsch. Mühlhau. 2x, TSA 1x		

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1970 Inbetriebnahme
30/10-kV-UW Wanfried



UW Katharinenberg

Strom aus DDR für Wanfried

Heute Leitung von ost- auf westdeutsches Gebiet gespannt

Wanfried (wl). Soldaten der Nationalen Volksarmee und Beamte von Zoll und Bundesgrenzschutz standen heute vormittag am „Katharinenberg“ bei Wanfried Seite an Seite – ein Dialog kam allerdings nicht zustande. Freundschaftlich und angeregt unterhielten sich dagegen Vertreter der Elektrizitätswerke Werra-Mühlen und der Mühlhäuser Kraftwerke (DDR) am thüringischen Grenzstein, als die 30 000-Volt-Leitung von DDR-Gebiet auf westdeutsches Gebiet „gereicht“ wurde. Dieses historische Ereignis hatte mehrere Monate lang die große Grenzkommission beschäftigt. Die Kraftwerke in Mühlhausen werden voraussichtlich ab Anfang Dezember dieses Jahres Strom über die neue 30 000-Volt-Leitung nach Wanfried leiten. Damit – so Geschäftsführer Heinrich Büchner von den Elektrizitätswerken Wanfried gegenüber der Werra-Rundschau – wird die Stromversorgung in der Kernstadt und in den Stadtteilen künftig sicherer.

liegenden Wochen haben die Werra-Mühlen in Wanfried bereits die Leitung vom „Katharinenberg“ bis zum Kraftwerk an der Werra gelegt. Darüber hinaus wurden zahlreiche Versorgungsleitungen in der Innenstadt erneuert.

Die Elektrizitätswerke Werra-Mühlen beliefern zur Zeit etwa 2300 Kunden. Rund 25 Prozent der jährlich verkauften 12 Millionen Kilowattstunden werden durch Wasserkraft

in Wanfried gewonnen. Die restlichen 9,5 Millionen Kilowattstunden für den Bereich Wanfried werden aus der DDR geliefert, betonte Büchner. Mit dem Energiekombinat Erfurt unterhalte man bereits seit Jahrzehnten enge Beziehungen. So konnte der Bau der neuen Ringleitung von Mühlhausen bis Wanfried mit Hilfe der Vertreter der Grenzkommission ohne große Schwierigkeiten vorbereitet werden. Büchner: „Die Zusammenarbeit klappt be-

ten war. Bereits zwei Stunden später wurde die 30 000-Volt-Leitung von ost- auf westdeutsches Gebiet gezogen. An einem 20 Meter hohen Gittermast am „Katharinenberg“ nahmen Monteure der Elektrizitätswerke Werra-Mühlen schließlich die Installationsarbeiten vor. Ein deutsch-deutsches Gemeinschaftswerk war vollbracht.

Wie Geschäftsführer der Werra-Rundschau Anfang Dezember S diese neue Leitung werden. In den zuri es besonders in der l sorgungsschwierigkei „Diese Mängel werde die Investitionen in Mark wird zugleich fen, das Stromnetz Stadtteilen weiter au

Soldaten der Nationalen Volksarmee hatten bereits gestern abend den Metallgitterzaun am „Katharinenberg“ bei Wanfried gelockert. Pünktlich um 8 Uhr wurden heute morgen, wie von der großen Grenzkommission vereinbart, die Arbeiten in Angriff genommen. Wolfgang von Scharfenberg, Besitzer des Elektrizitätswerkes Werra-Mühlen, und Geschäftsführer Heinrich Büchner sprachen wenig später im Beisein von Beamten des Bundesgrenzschutzes und des Zollkommissariats Wanfried mit Vertretern der Kraftwerke in Mühlhausen letzte Einzelheiten ab.

Zunächst mußten einige Bäume von Mitarbeitern der Kraftwerke Mühlhausen gefällt werden. Unmittelbar an der deutsch-deutschen Grenze überwachten Soldaten der Nationalen Volksarmee mit Maschinenpistolen die Arbeiten. Vorübergehend wurden die Arbeiten unterbrochen, da Stacheldraht in eine Säge gera-

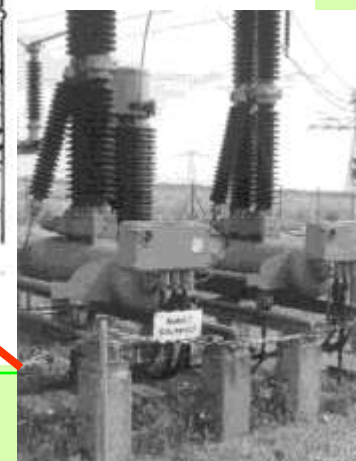
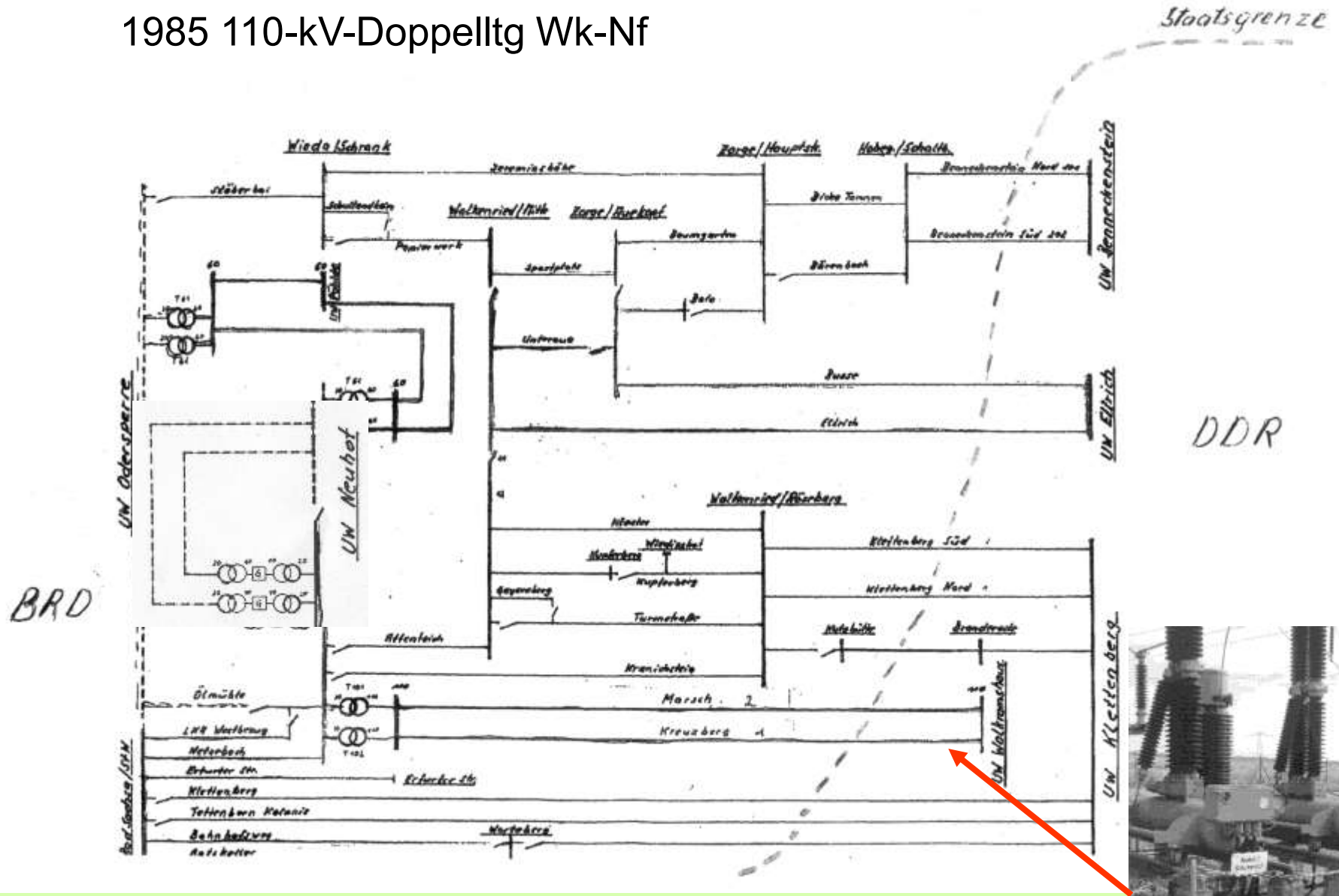


20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

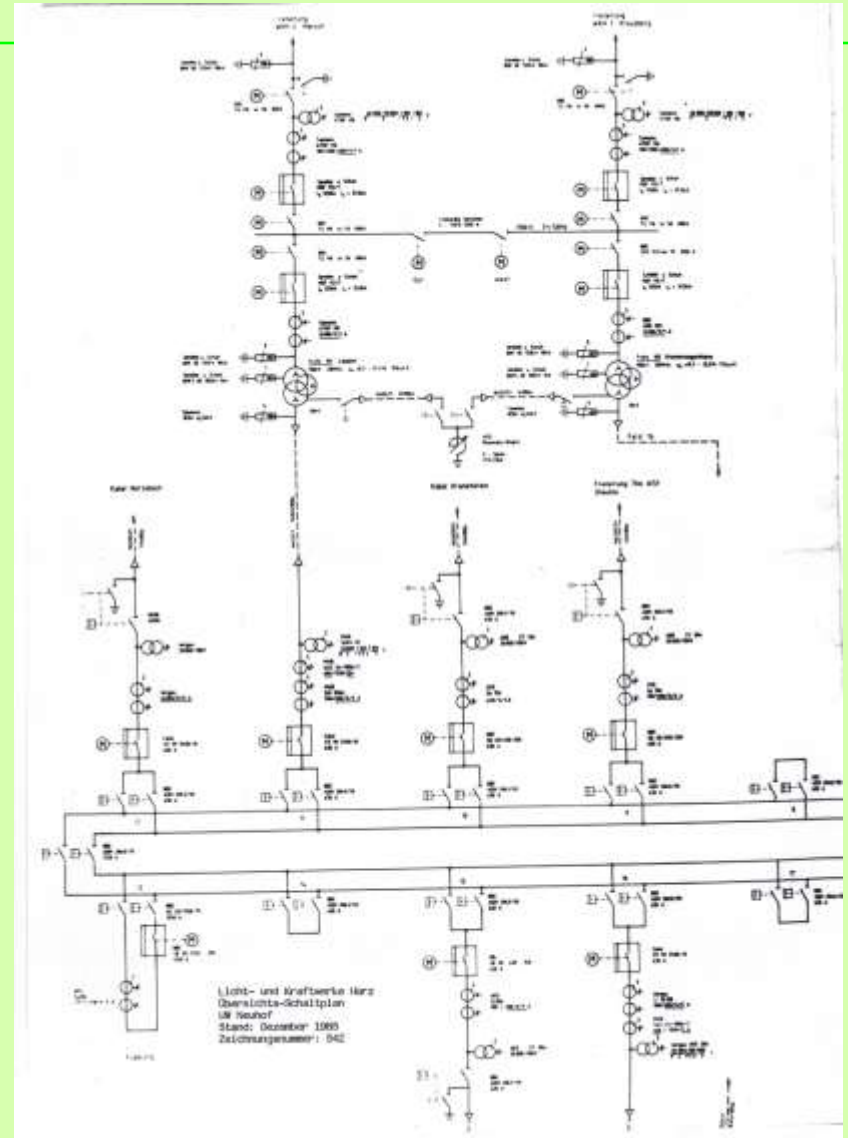
1985 110-kV-Doppeltg Wk-Nf



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



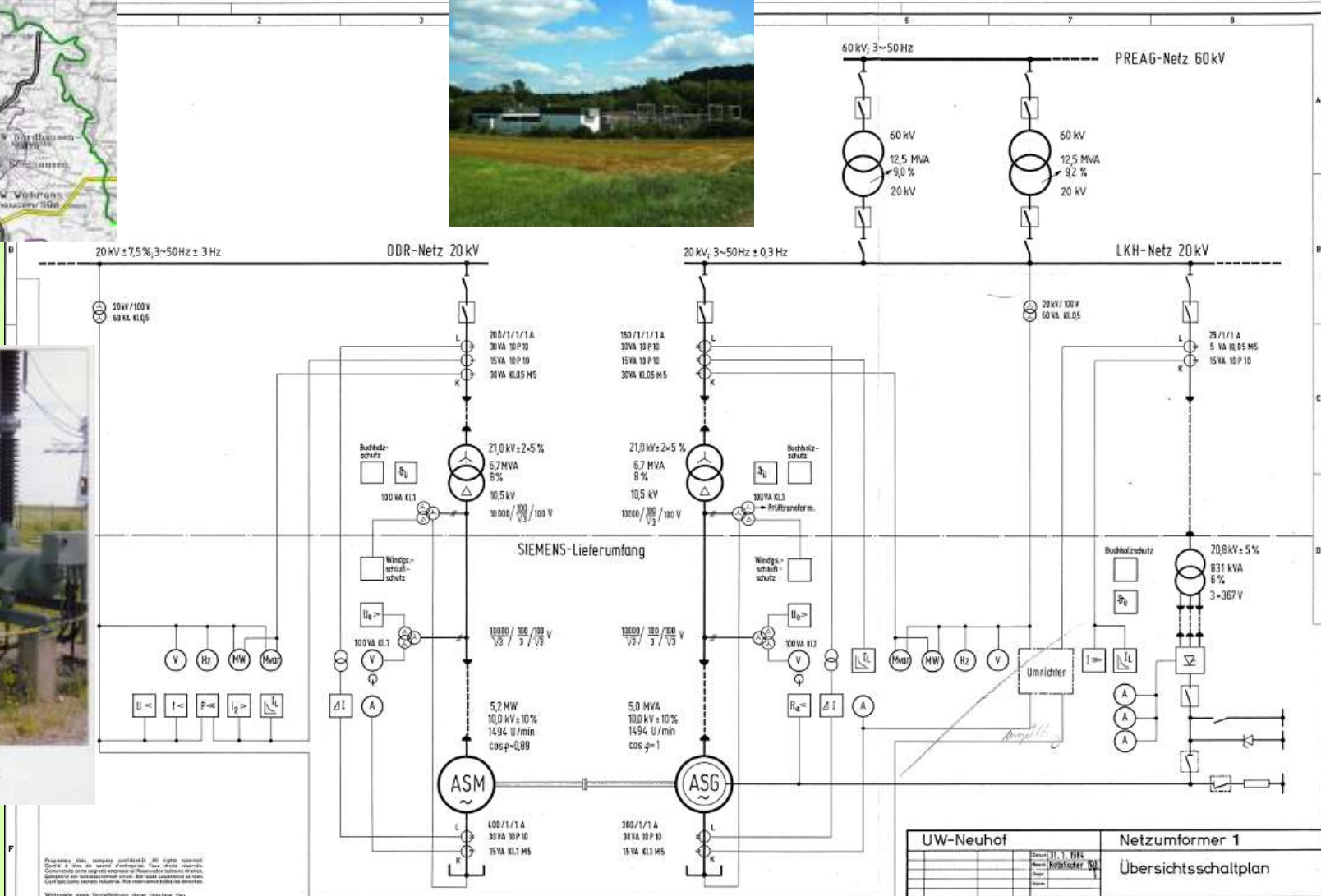
UW Neuhof



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Bild 3. UW Wolframshausen, 110-kV-Leitung Neuhof



UW-Neuhof		Netzumformer 1	
Standort	31.1.1984	Standort	Fürstlicher BU
Projekt		Projekt	
Zeichner		Zeichner	
Geprüft		Geprüft	
Siemens AG		2 E 111 S 51693	

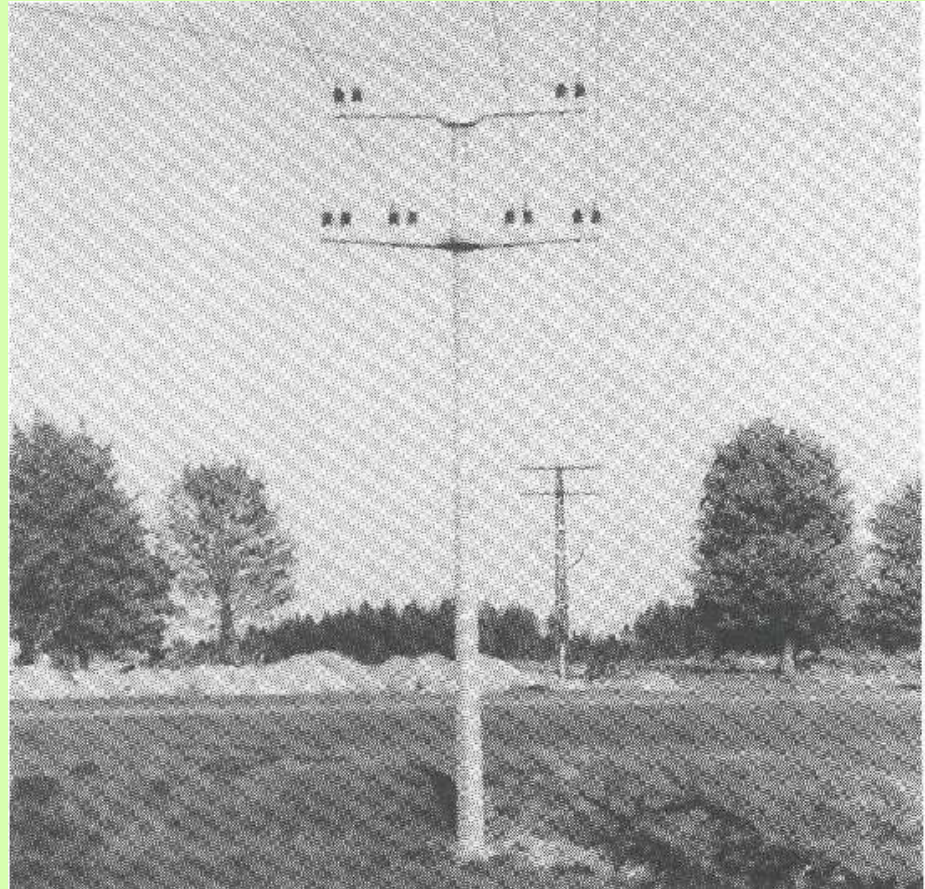
1985 IBS 2 Asynchronmotoren und –generatoren, je 5 MW, geplant 5 Sätze
 1989 Im RGW-Netz tritt eine wesentliche Verbesserung in der Frequenzhaltung (sog. Gorbatschow-Effekt) ein

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Jahr	Energielieferung
1951	ca. 38 GWh
1952	ca. 15 GWh
1955	ca. 15 GWh
1960	ca. 20 GWh
1970	ca. 34 GWh
1980	ca. 70 GWh
1986	ca. 170 GWh
1989	ca. 175 GWh

Lieferung von Elektroenergie Energiekombinat Erfurt an BRD

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



20-kV-Doppelleitung Benneckenstein-Hohegeiß

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Gebürtiger Trefffurter *Egon Bahr* bei Grenzöffnung Hesse-Thüringen



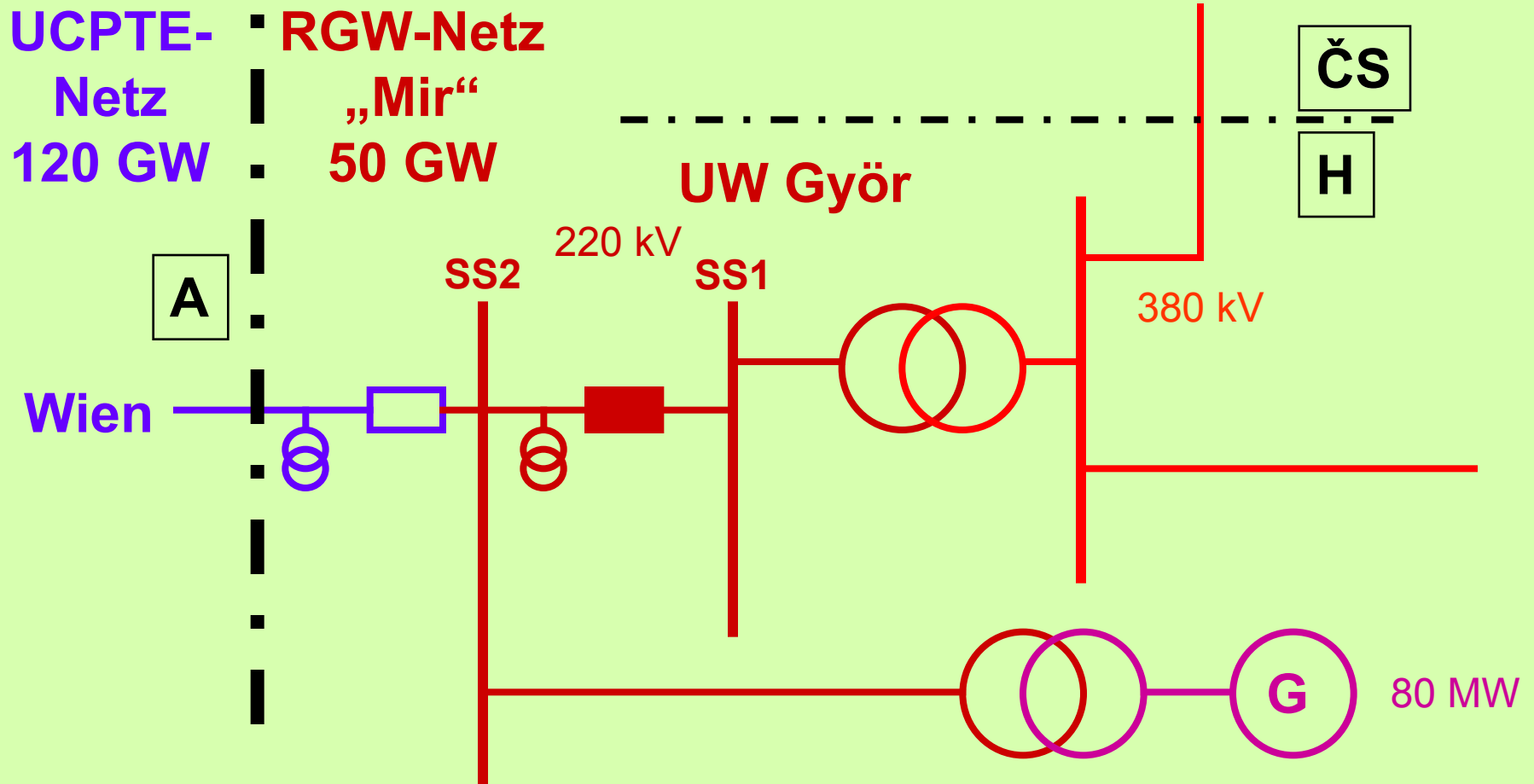
Ehemalige Straße zwischen Trefffurt und Wanfried wird provisorisch hergerichtet



Auf Einladung von *Herrn von Scharfenberg* und Hr. *Büchner* die Thüringer *Haase*, *Neuhaus* und *Schossig* (von re) 2001

**Jubiläum E-Werk Wanfried
- 100 Jahre Energieversorgung**

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1973 Entwicklung einer Pseudo-Automatik zum Parallelschalten von Netzen und Einsatz im UW Győr, MVMT (H)

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1973 Entwicklung einer Pseudo-Automatik zum Parallelschalten von Netzen und Einsatz im UW Göyr, MVMT (H)

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1979 Erste 750-kV-Leitung des VES Winniza (SU)-Albertirsa (H) geht i.B.

20 Jahre Elektrische Wiederver



750-kV-UW Albertirsa (H)



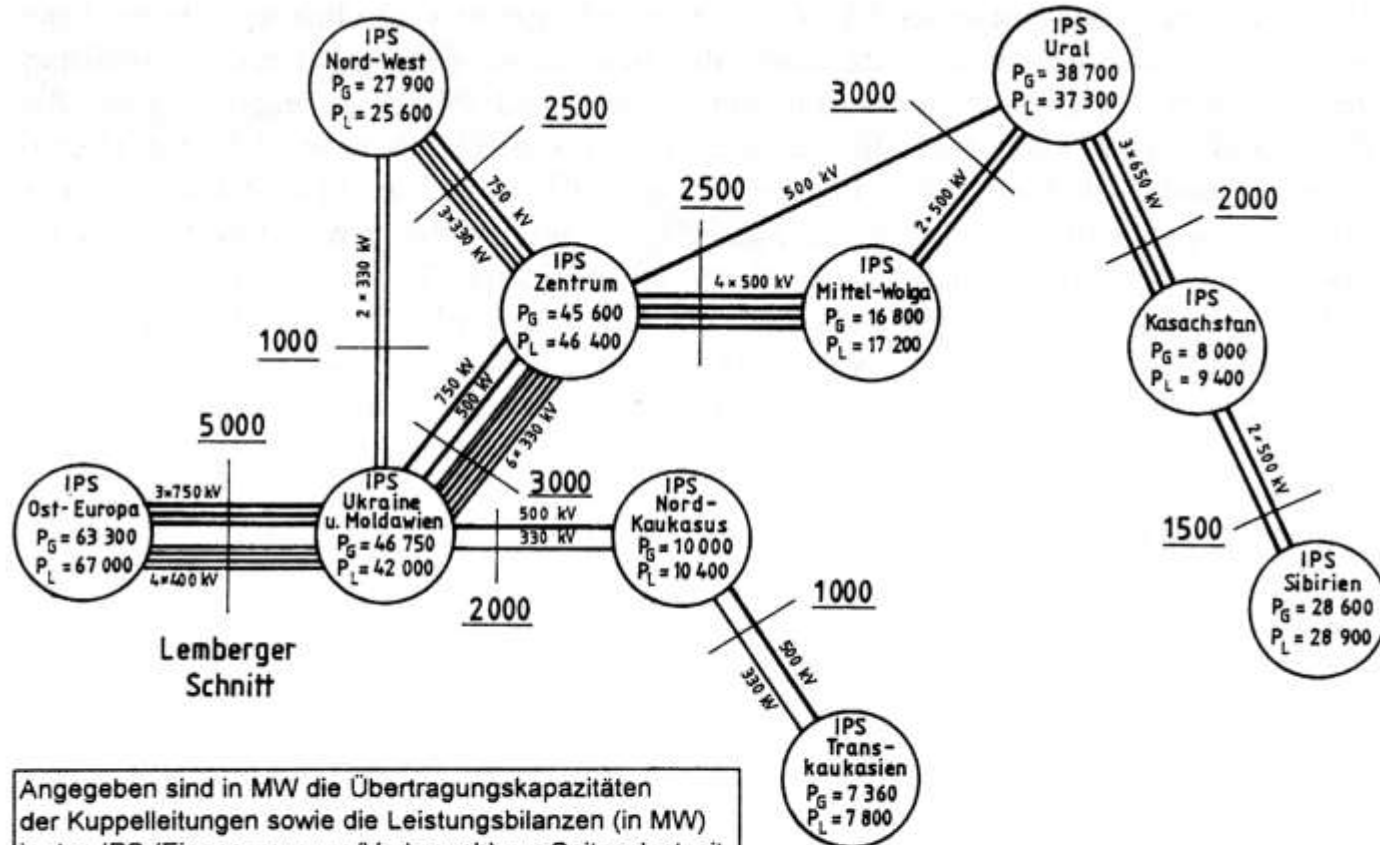
Aufnahmen stammen von
der Kontinentgrenze
Europa/Asien im Südural
(in der Nähe der Stadt
Tscheljabinsk)

Dr. Liebach



1985 Inbetriebnahme der ersten 1.150-kV-Drehstrom-Fern-
übertragung der SU Sibirien-Kasachstan-Ural

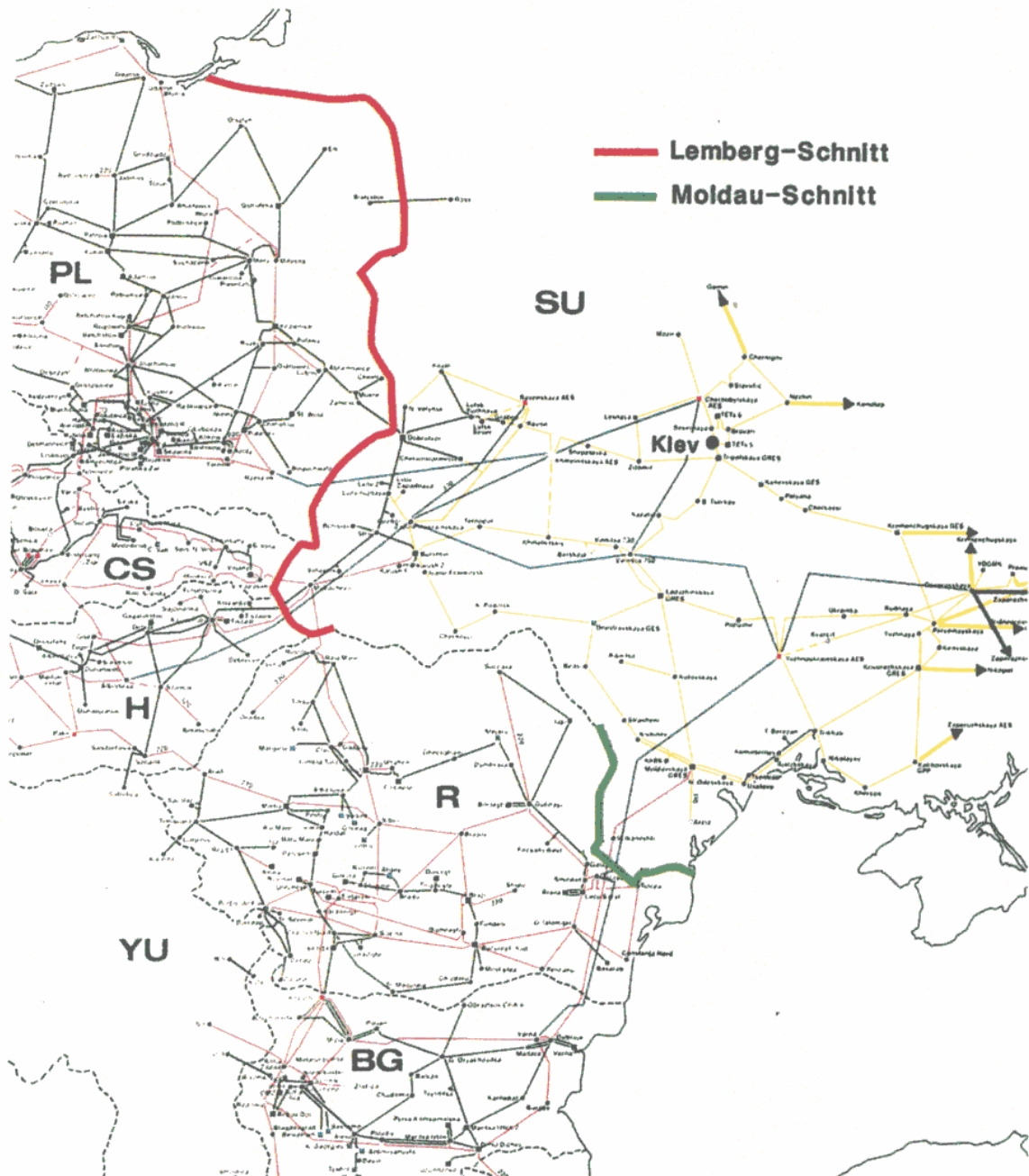
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Angegeben sind in MW die Übertragungskapazitäten der Kuppelleitungen sowie die Leistungsbilanzen (in MW) in den IPS (Eigenerzeugung/Verbrauch) zur Spitzenlastzeit an einem Winterabend 1990.

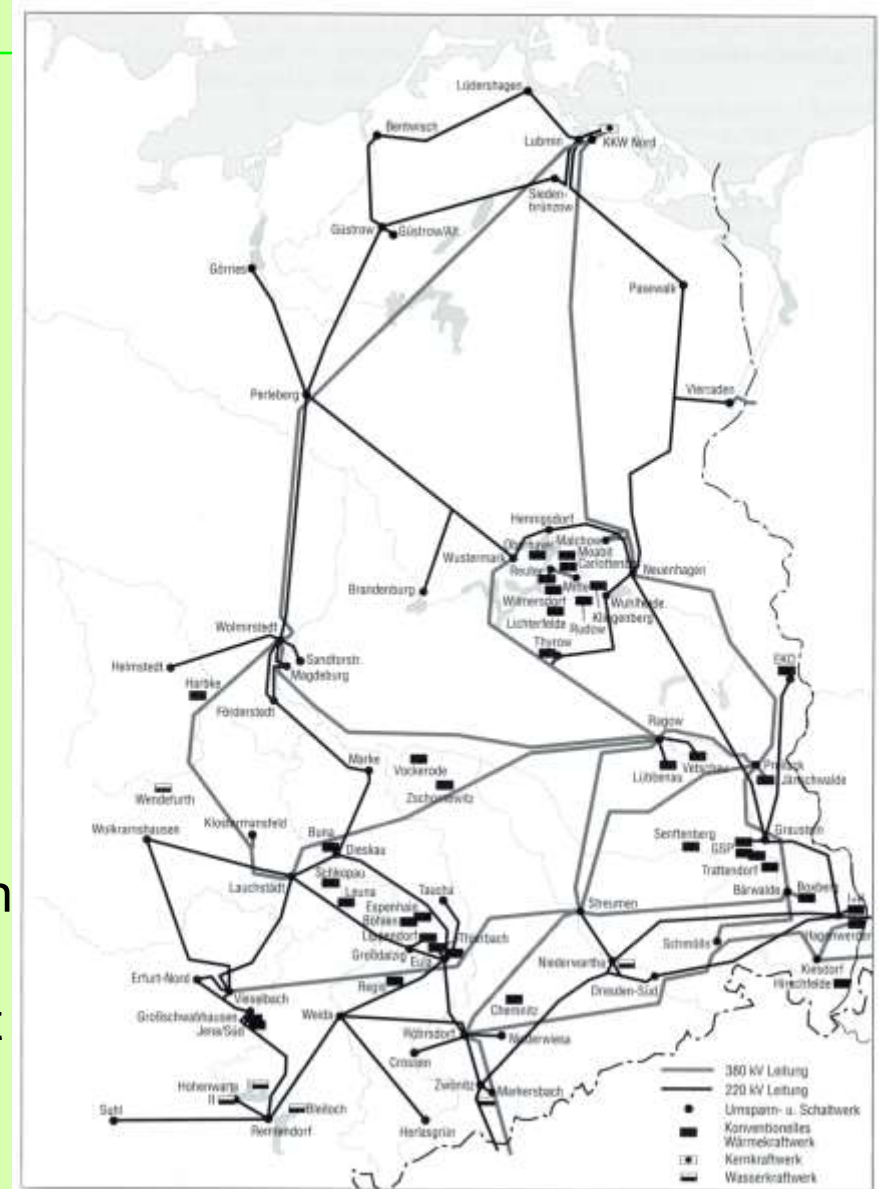
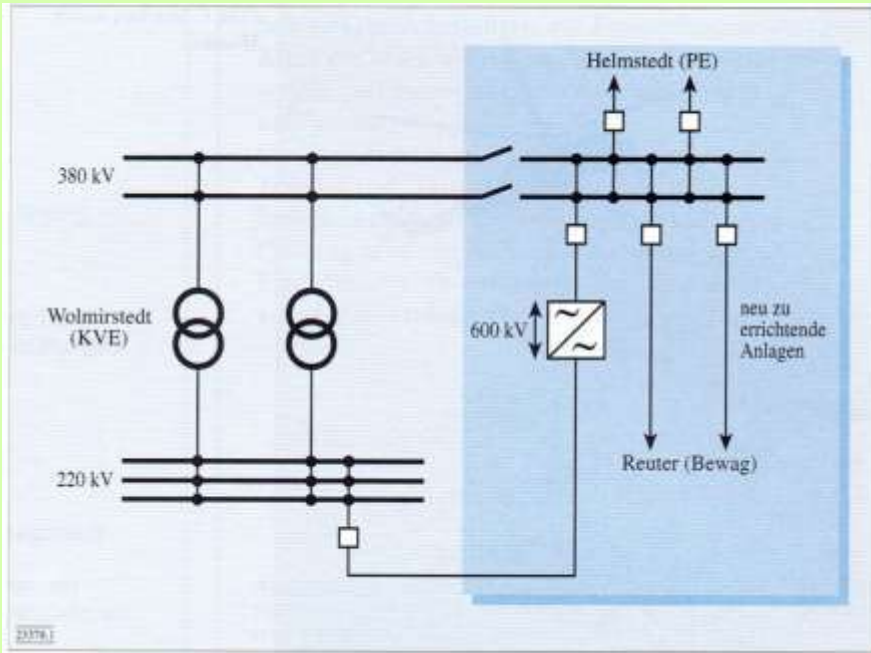
Abbildung 15: „Struktur des Einheitlichen Energiesystems der ehemaligen Sowjetunion mit den Kuppelleitungen zwischen den Verbundsystemen (IPS)“ 1990.

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Ende 1978 Anschluss des VES an das 750-kV-Netz durch Inbetriebnahme 750-kV-Leitung Vinnitsa (SU, jetzt UA) Sapadnoukrainskaja-Albertirsa bei Budapest (H), 838 km (570 km SU und 268 km H), 1.300 MW, nat. Leistung 2.140 MVA und Einführung des "Lwower-Schnitt", "Lemberg-Schnitt", zur Trennung des Netzes der UdSSR von Polen, Ungarn, DDR, CSFR und Teilen Rumäniens, wenn maximale Summenleistung im Normalbetrieb von 3.050 MW, die die westlichen Verbundpartner aus Sicherheitsgründen deutlich unterschreiten, im Fall eines Anstiegens über 3.400 MW nach 10 min, über 3.700 MW schon nach 1,5 s, durch Auslösung sämtlicher Kupplungen

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



07.03.1988 Vertrag PE und BEWAG
mit INTRAC/DDR über Bau
380-kV-Ltg Helmstedt-Westberlin
mit GKK Wolmirstedt, 600 MW
03.10.1989 IBS Helmstedt-Wolmirstedt

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

03.09.1992 GKK Etzenricht zum Energieaustausch BAG/CEZ und 380-kV-Ltg Etzenricht (D)-Hradec (CZ) gehen in Betrieb, 600 MW



27.10.1992 Inbetriebnahme der GKK Wien/Südost, ÖVG (A) zusammen mit der 380-kV-Einfachleitung Wien/Südost (A)-Győr (H), 600 MW



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

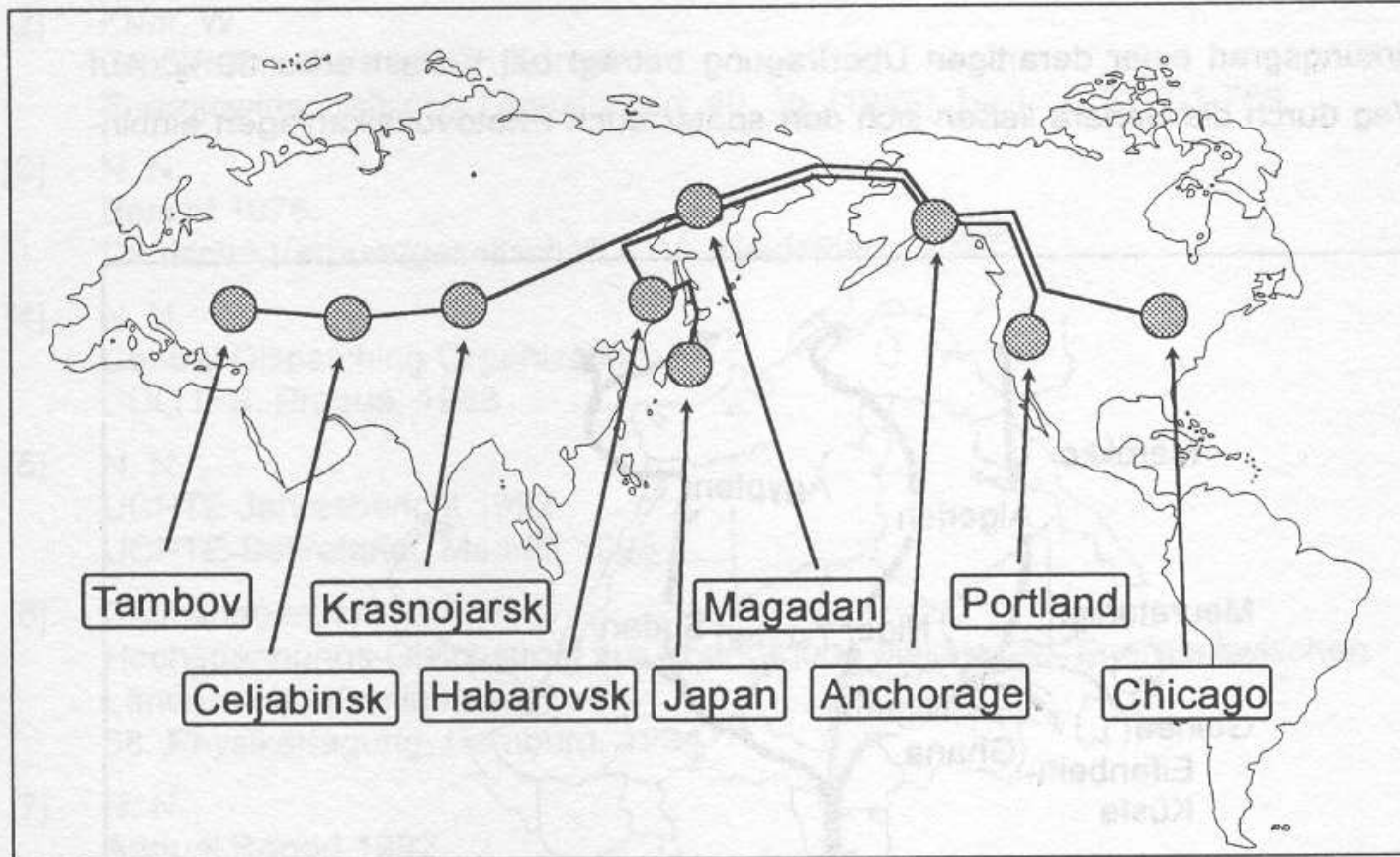
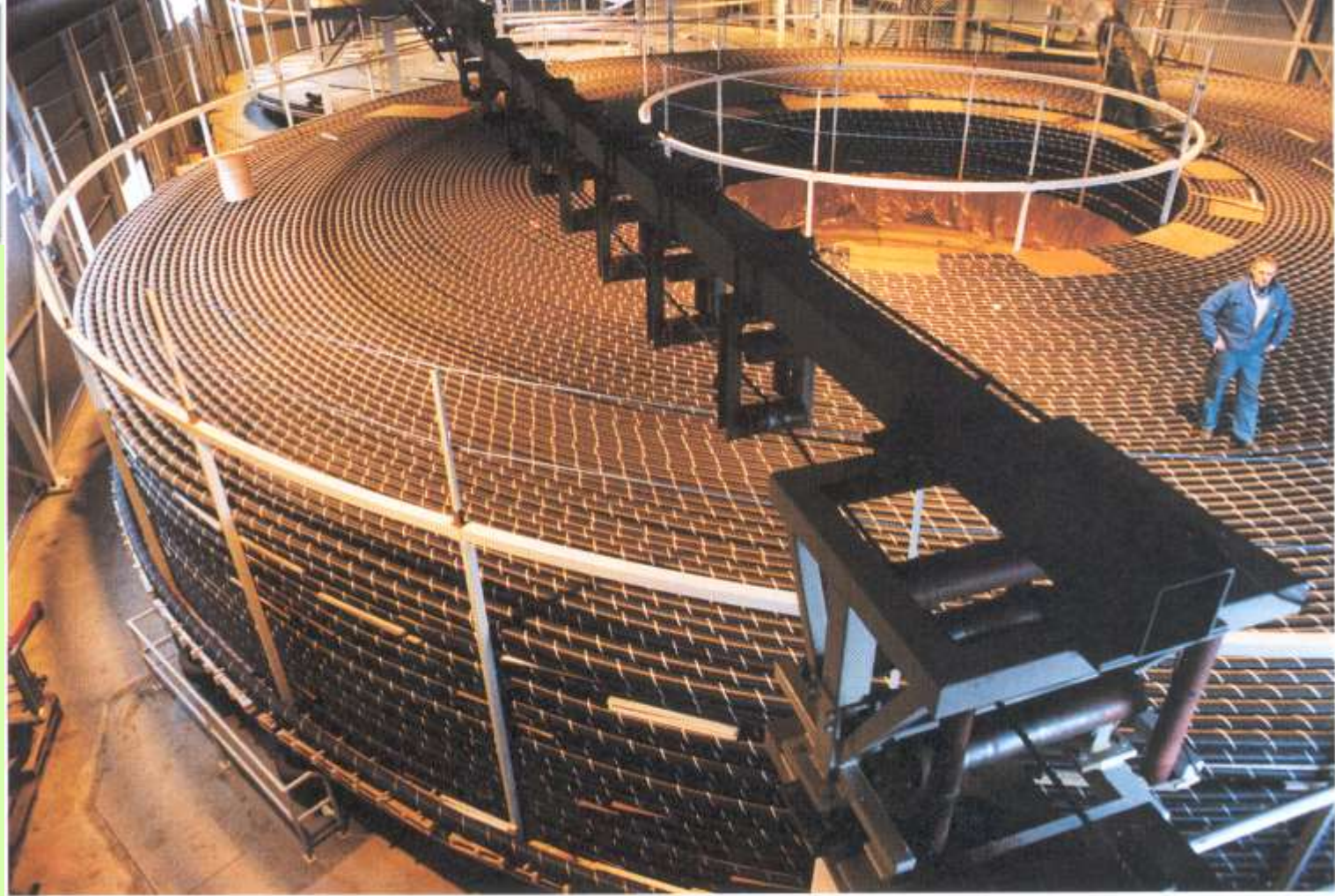


Fig. 12: Vision einer HGÜ-Verbindung zwischen Rußland und den USA

1992 Russisch-amerikanische Arbeitsgruppe erörtert in Anchoraga, Alaska, eine HGÜ RU-US, 20 GW, 5000 km, durch Beringstraße nur 85 km



1994 „Baltic Cable“-HGÜ, ± 450 kV, 600 MW, 1.600 mm²,
250 km, Einleiter, dav. 220 km Seekabel,
Lübeck/Herrenwyk, PE (D) – Kruseberg,
Vattenfall/Südkraft (S) im kommerziellen Betrieb

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

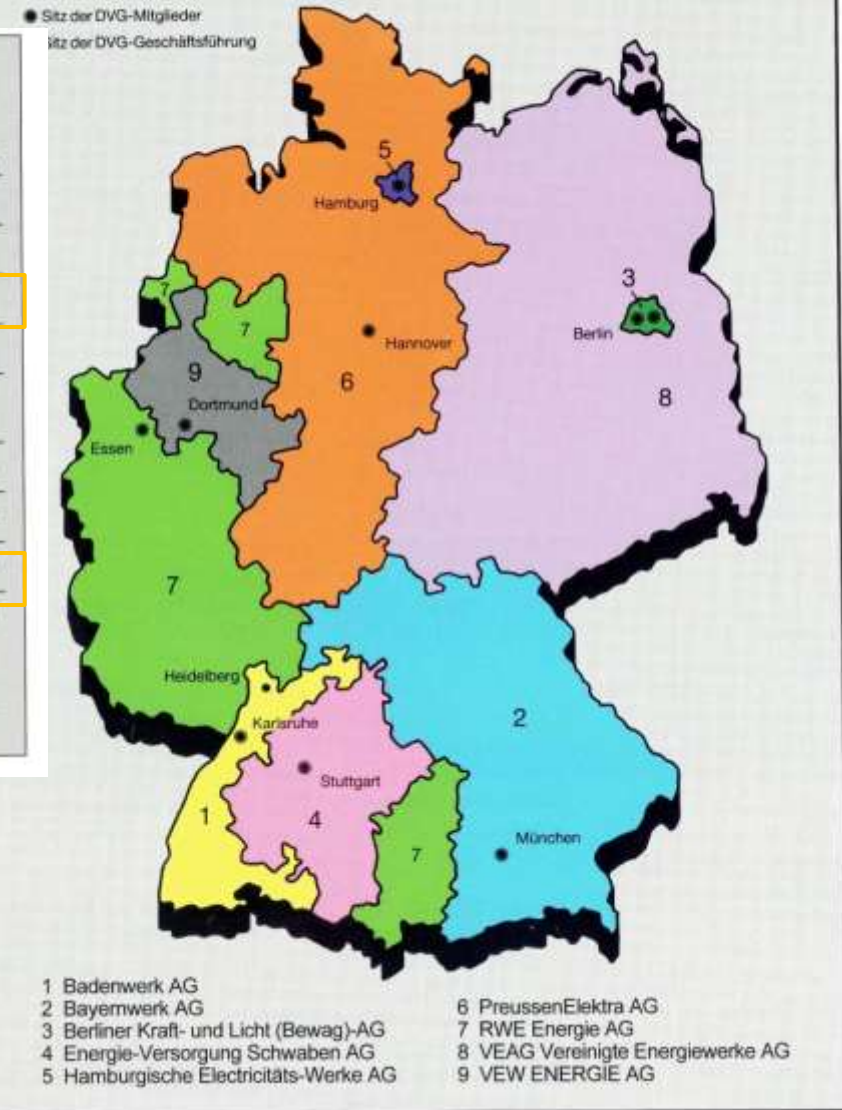


20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Die DVG-Mitglieder auf einen Blick

Mitglieder	Geschäftsjahr	Grundkapital (Mio DM)	Beschäftigte ¹⁾	Nutzbare Stromabgabe (TWh)	Abnehmerstruktur in %	Tarifkunden	der Abgabe Mittelbare Versorgung	Jahreshöchstlast (MW)	Länge der Stromkreise über 100 kV (km)	Investitionen (Mio DM)
Badenwerk AG	1. 1. 95-31. 12. 95	463	3503	19,5	23,9	21,2	54,9 ²⁾	4380	4135	628
Bayernwerk AG	1. 1. 95-31. 12. 95	932	3431	37,9	9,0	0	91,0	6130	5554	256
Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-AG	1. 7. 94-30. 6. 95	560	10489	13,04	53,0	47,0	0	2571	905	1246
Energie-Versorgung Schwaben AG (EVS)	1. 1. 95-31. 12. 95	500	4581	21,0	23,3	23,3	53,4 ³⁾	4229	5429	292
Hamburgische Electricitäts-Werke AG (HEW)	1. 1. 95-31. 12. 95	460	5100	13,0	70,0	24,0	6,0	1930	1397	174
PreussenElektra AG	1. 1. 95-31. 12. 95	1250	6392	57,6	8,0	0	92,0	11259	18287	1976
RWE Energie AG	1. 7. 94-30. 6. 95	1850	22461 ⁴⁾	125,6	39,3	11,0	49,7	21143	21077	1945
VEAG Vereinigte Energiewerke AG	1. 1. 95-31. 12. 95	500	11560	48,7	0,001	0,1	99,9	8622	11688	1360
VEW ENERGIE AG	1. 1. 95-31. 12. 95	800	5661	33,8 ⁴⁾	30,2	15,7	54,1 ⁴⁾	6100	5339	713

1) einschließlich Auszubildende
 2) einschließlich Lieferung an Verbundwerke
 3) durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter
 4) einschließlich Lieferung Ausland (Sep)



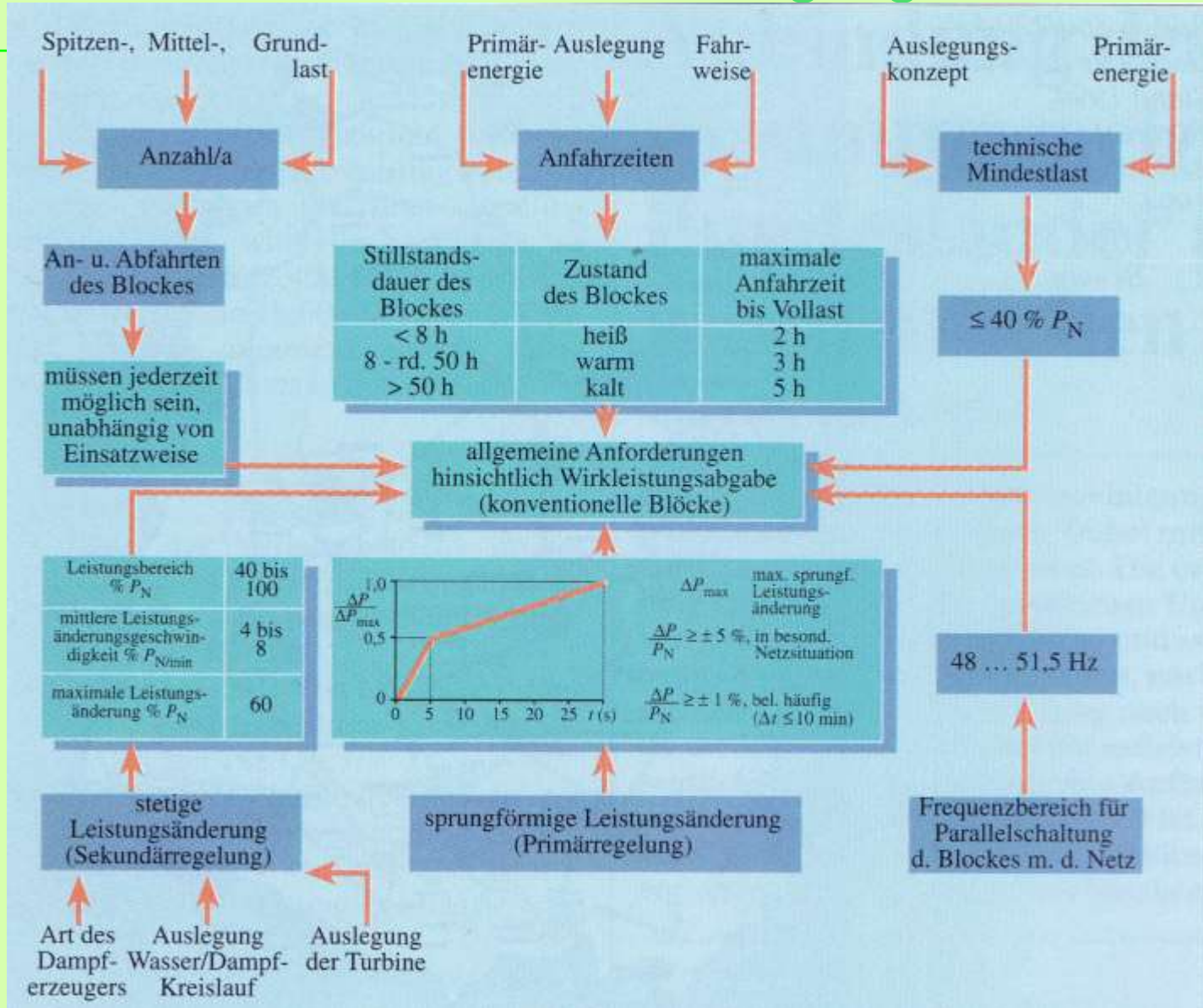
1995 DVG-Mitglieder

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

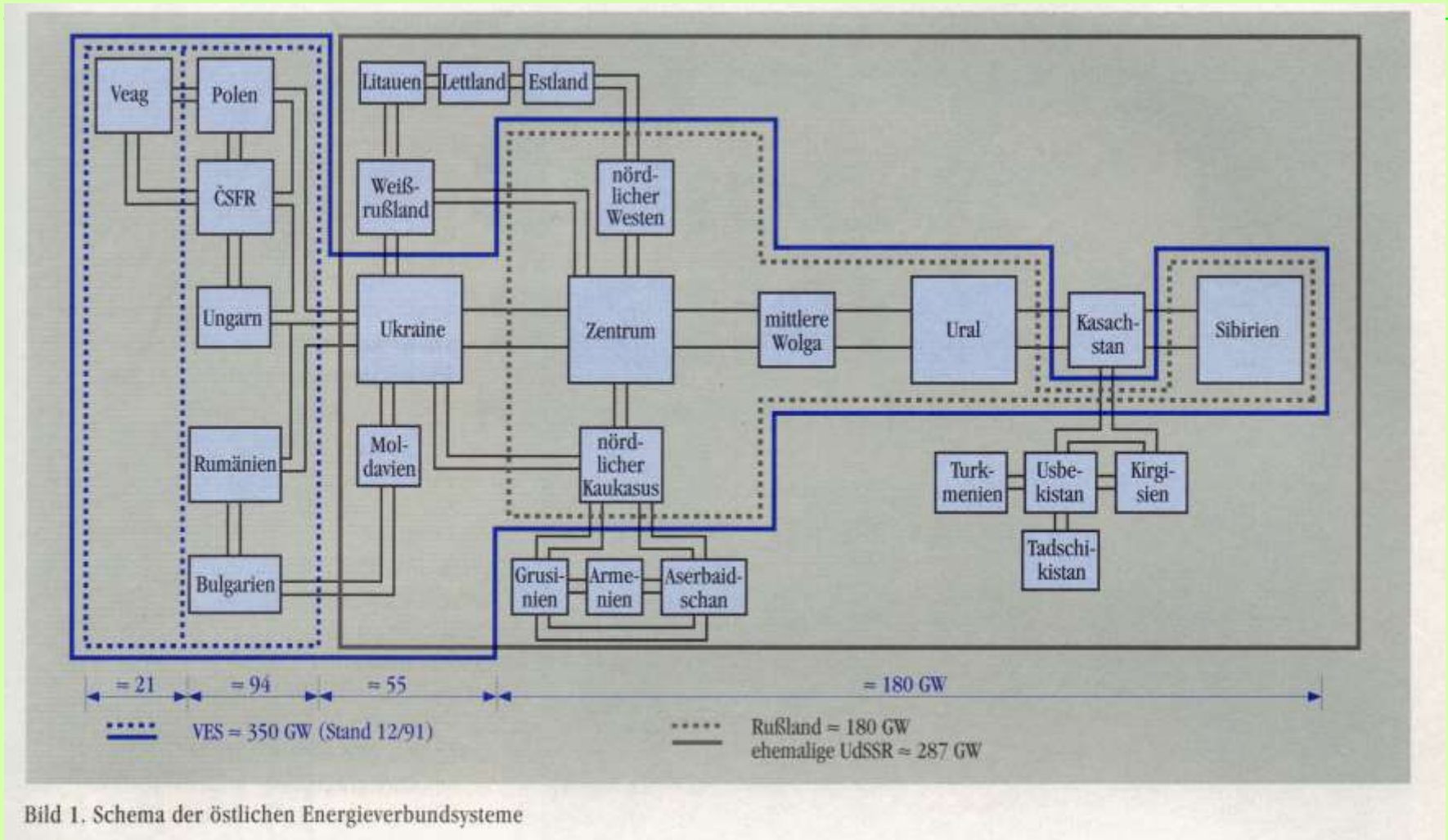
öffentliche Versorgung				synchroner Verbund mit		
Gebietsbezeichnung	Versorgungsgebiet [km ²]	Höchstlast [GW]	Installierte Kraftwerksleistung [GW]	Verbundbezeichnung	Höchstlast [GW]	installierte Kraftwerksleistung [GW]
Fünf Bundesländer (neu, mit ehemals Ostteil Berlin)	≈ 108 000	≈ 18	≈ 24	VES	≈ 300	≈ 350
Ehemaliger Westteil Berlin	≈ 500	≈ 2	≈ 2,6	kein Verbund		
Zehn Bundesländer (alt)	≈ 250 000	≈ 64	≈ 88	UCPTE	≈ 250	≈ 390

Deutschland 1992 mit 3 Frequenzzonen

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

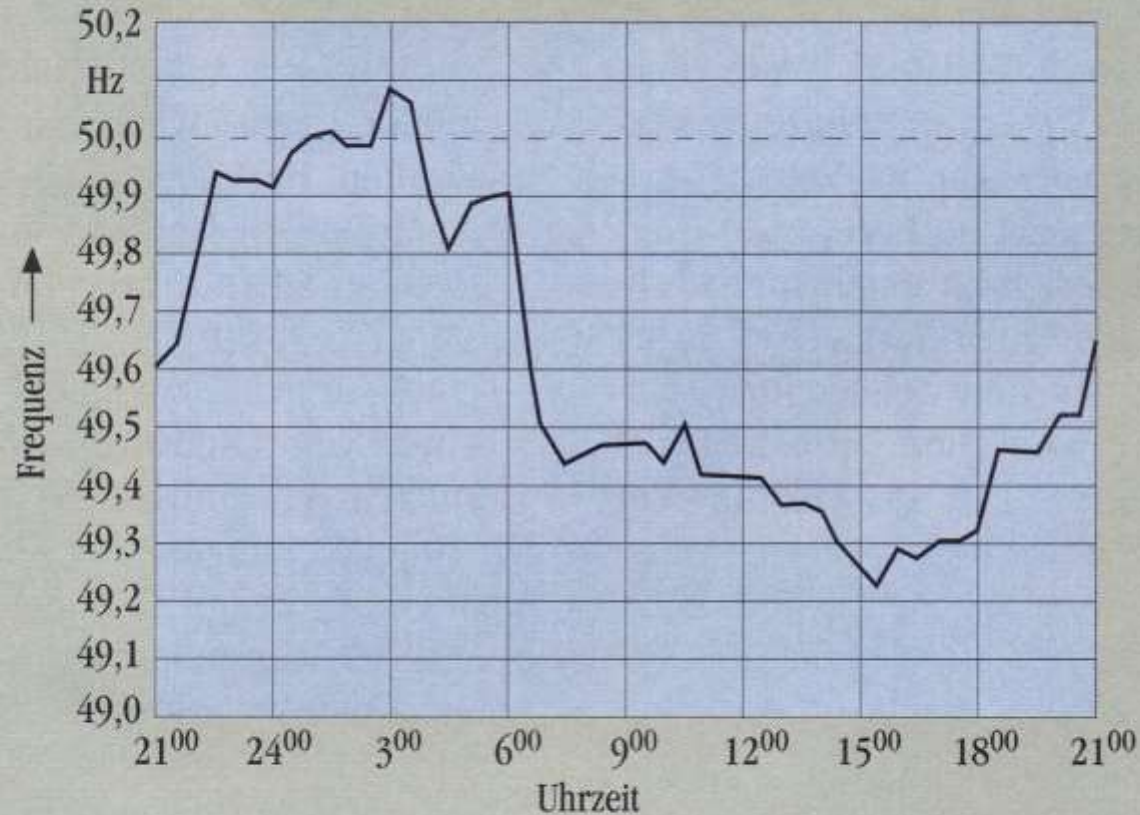


Bild 2. Ausgewählte VES-Frequenzverläufe im Dezember 1991

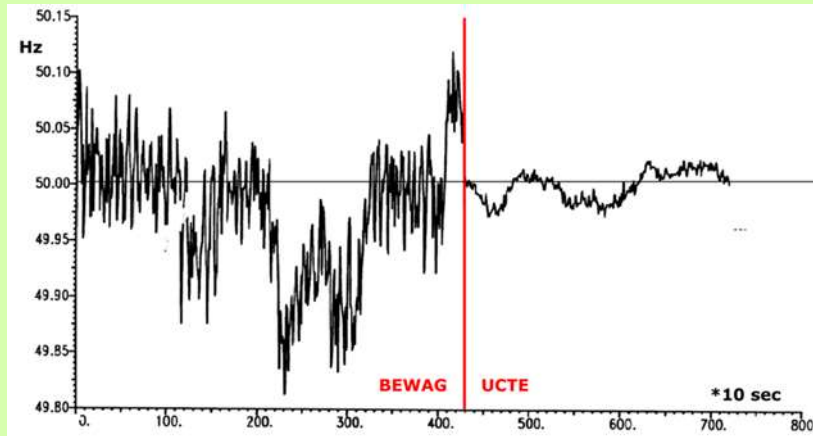
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Bild 3. Kraftwerke und Verbundnetz

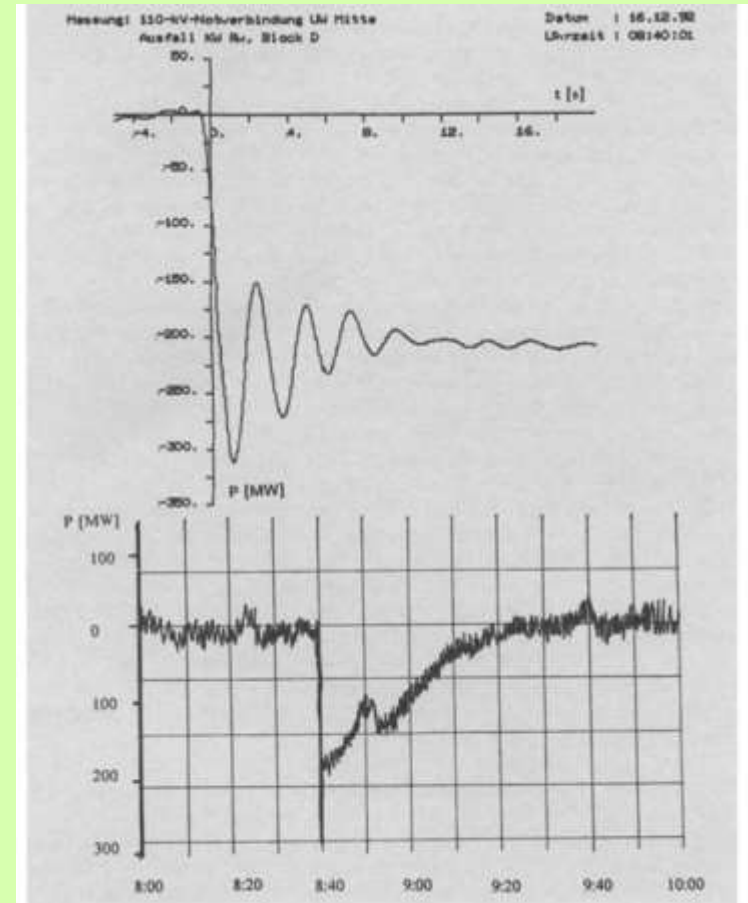
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

01.12.1992 110-kV-Kabelverbindung (Notverbindung) UW Jägerstr. –
UW Mitte zwischen Ost- und West-Berlin und damit **Aufhebung
des Inselbetriebes u. Kupplung mit dem osteuropäischen Netz**



16.12.1992 Ausfall eines großen
BEWAG-Blockes wird ohne
Probleme durch kurzzeitigen
Reservebezug ausgeglichen

1993 IB drei 110-kV-Leitungen zwischen
W- und O-Berlin, 300 MW



oben: dynamisches Einschwingen auf den Reservebezug von 220 MW
unten: Leistungsbezug als Kurzzeitreserve

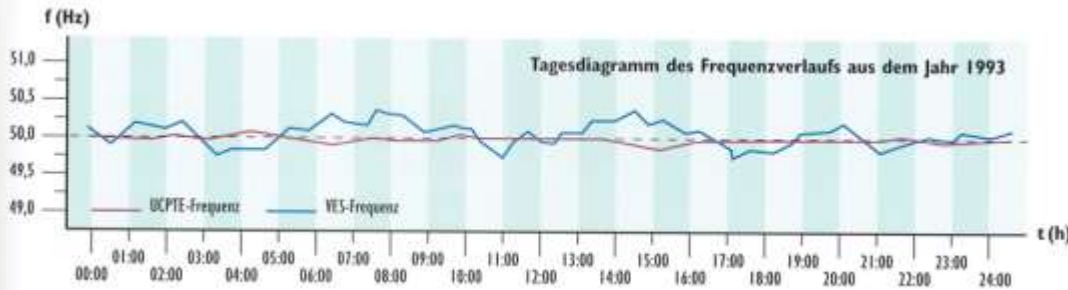
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

«Knopfdruck» zum
Anschluß Westberlins an
das Verbundnetz
von links nach rechts:
Prof. Dr. Dietmar Winje,
Dr. Klaus Bechthold
und Oberbürgermeister
Eberhard Diepgen
(Bild 61)

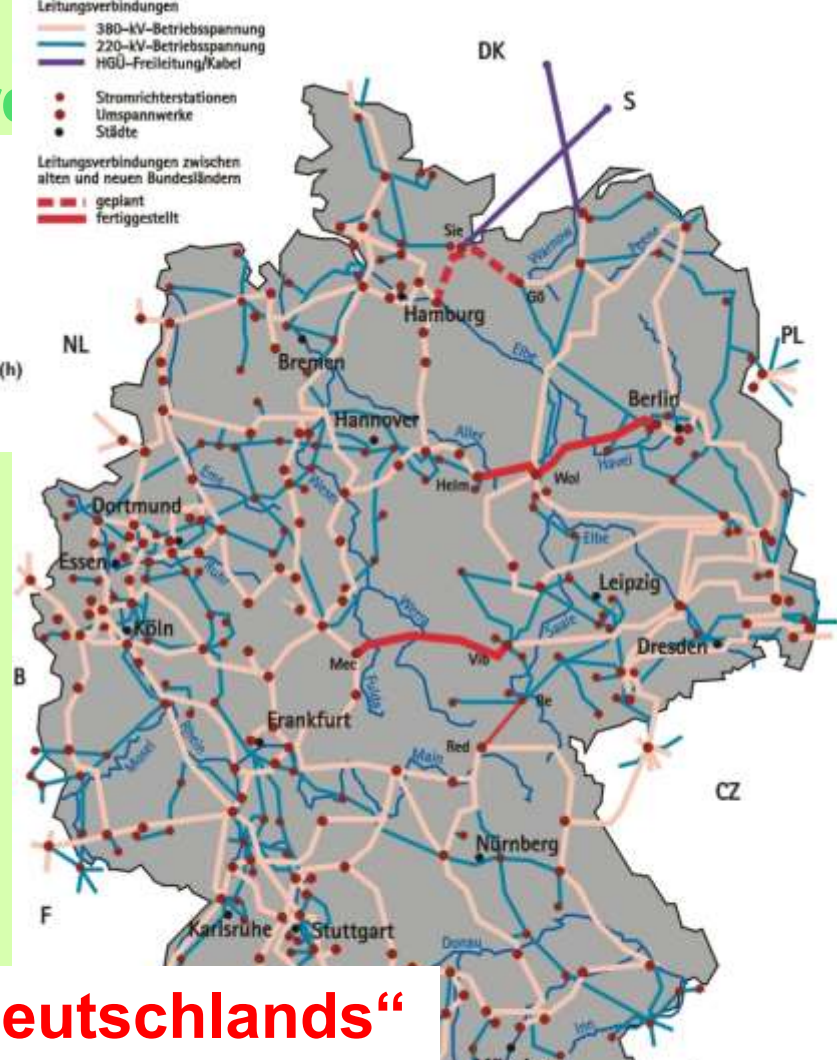


07.12.1994 Offizielle Beendigung des 40jährigen Inselbetriebes von
W-Berlin durch IB 380-kV-Ltg UW Reuter-Teufelsbruch (BEWAG)
- Wolmirstedt (VEAG)

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung



Die zentrale Steuerungsstelle der VEAG in Berlin



„Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands“

13.09.1995 (Mittwoch), 9:31 Uhr, Inselschaltung VEAG-Netz und 9:34 Uhr Parallelschaltung im UW Helmstedt mit dem UCPTÉ-Netz (Lieferung 110 MW/-95 Mvar, VEAG-UCPTÉ), danach Einschaltung der 380-kV-Ltg Meklar-Vieselbach und der mit 220 kV betriebenen 380-kV-Ltg Redwitz-Remptendorf



14.03.1995 Nach 50jähriger Trennung erfolgt um 15:06 Uhr die **Parallelschaltung der 110-kV-Bahnenergienetze** der ehem. DB und der ehem. DR, nachdem bereits um 13:28 Uhr der erste Synchronisierungsversuch gelungen war

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Leitungen der Wiedervereinigung, Nähe Gotha,
380 kV, 50 Hz und 110 kV, $16\frac{2}{3}$ Hz

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Umspannwerk Heiligenstadt 1990 – Besuch leitender Mitarbeiter der EAM-Göttingen und der SN-Gas: fünfter von rechts Dipl.-Ing. Manfred Grund (Heiligenstadt), dritter von rechts Dipl.-Ing. Berthold Pfützenreuther

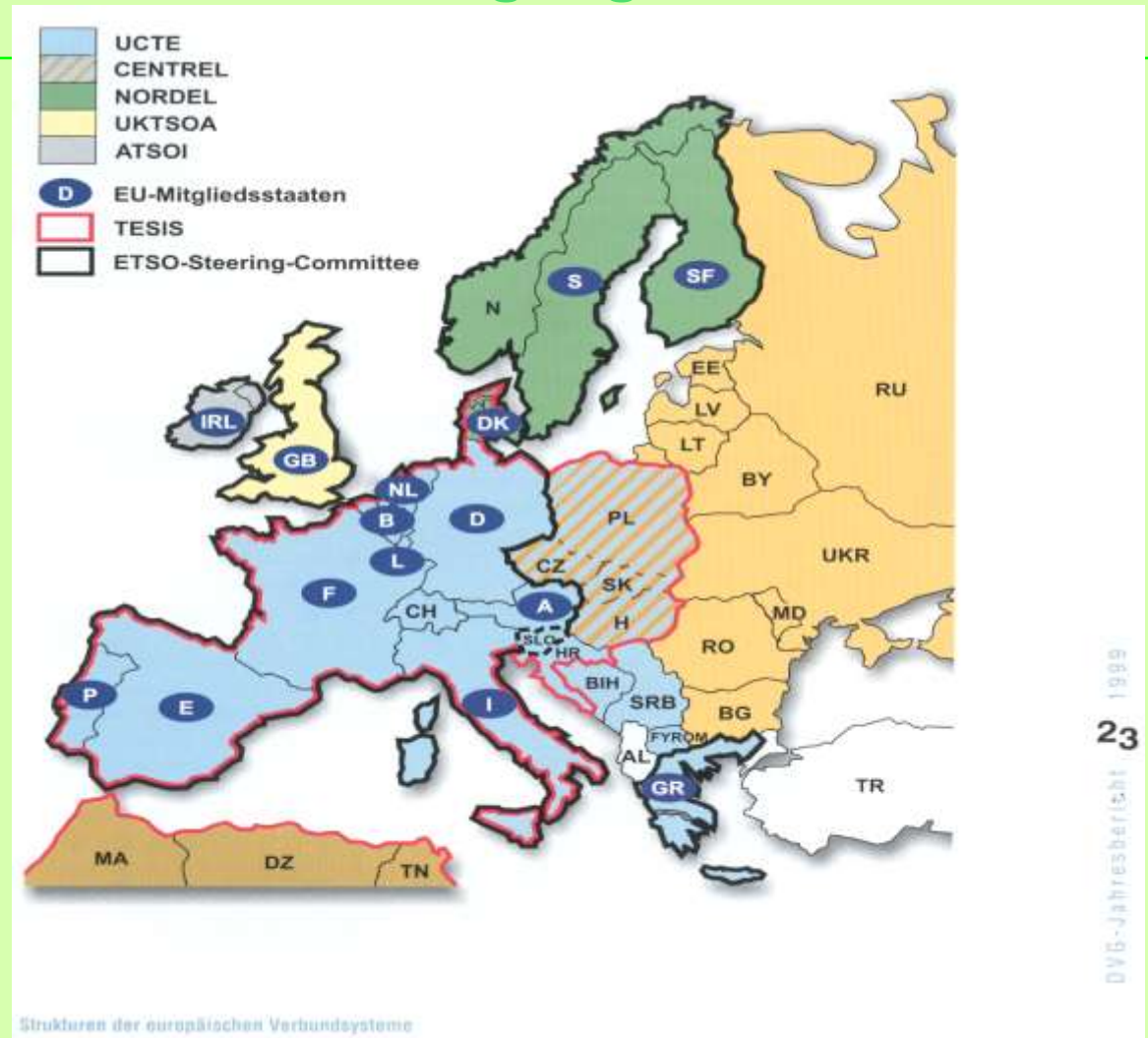


20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



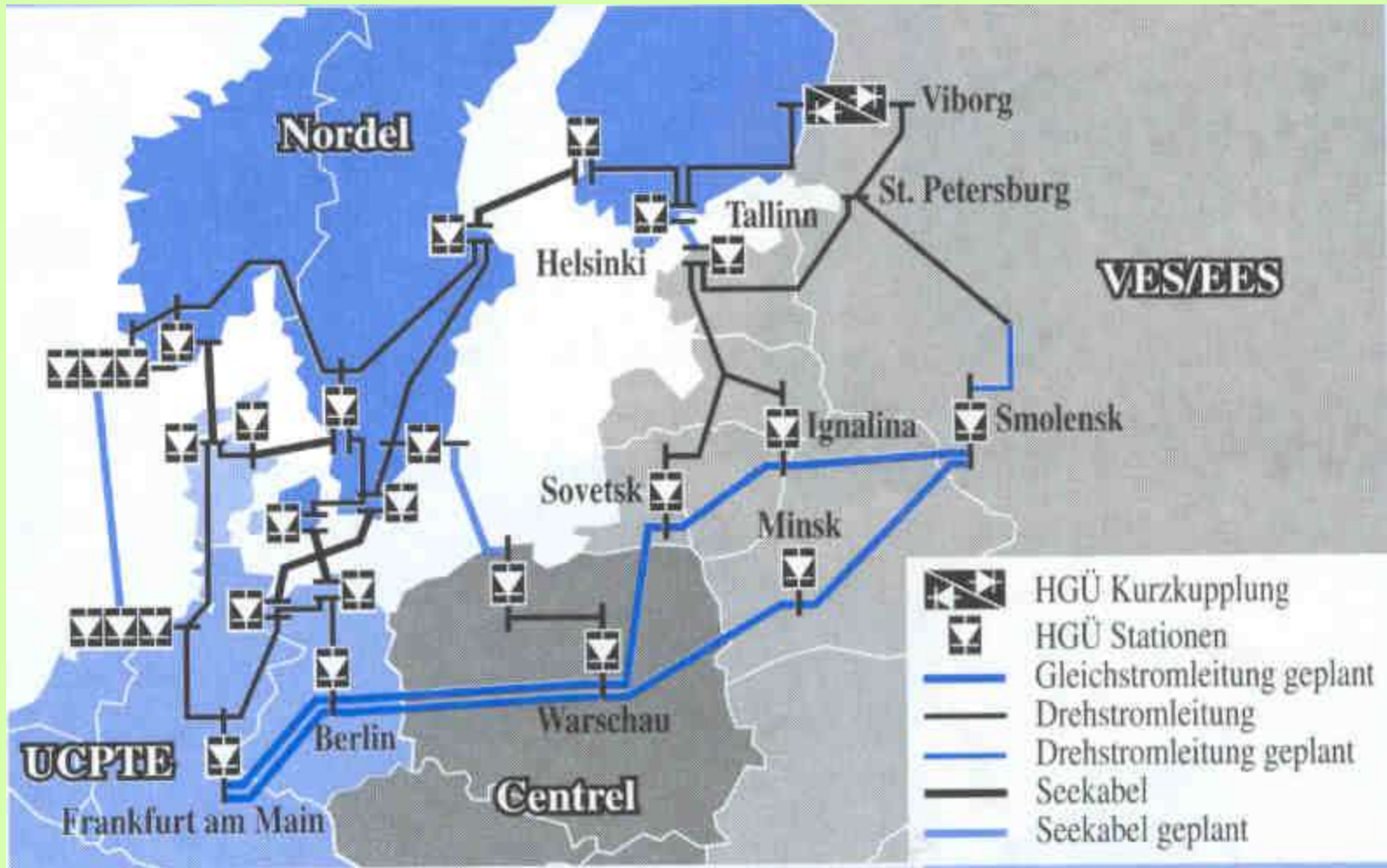
18.10.1995 Probeweise Parallelschaltung des CENTREL-Netzes (Polen, Ungarn, Tschechien, Slowakei) mit dem UCPTE-Netz über die 380-kV-VEAG-Leitungen Röhrsdorf - Hradec, CEZ (CZ) und Kiesdorf-Mikulowa (PL) sowie die 220-kV-Leitungen Vierraden-Krajnik (PL) und später Umgehungsschiene GKK Etzenricht , BAG

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1996 Betriebsversuche mit Netzen Marokkos, Algeriens und Tunesiens für den 1997 geplanten und ausgeführten Verbund

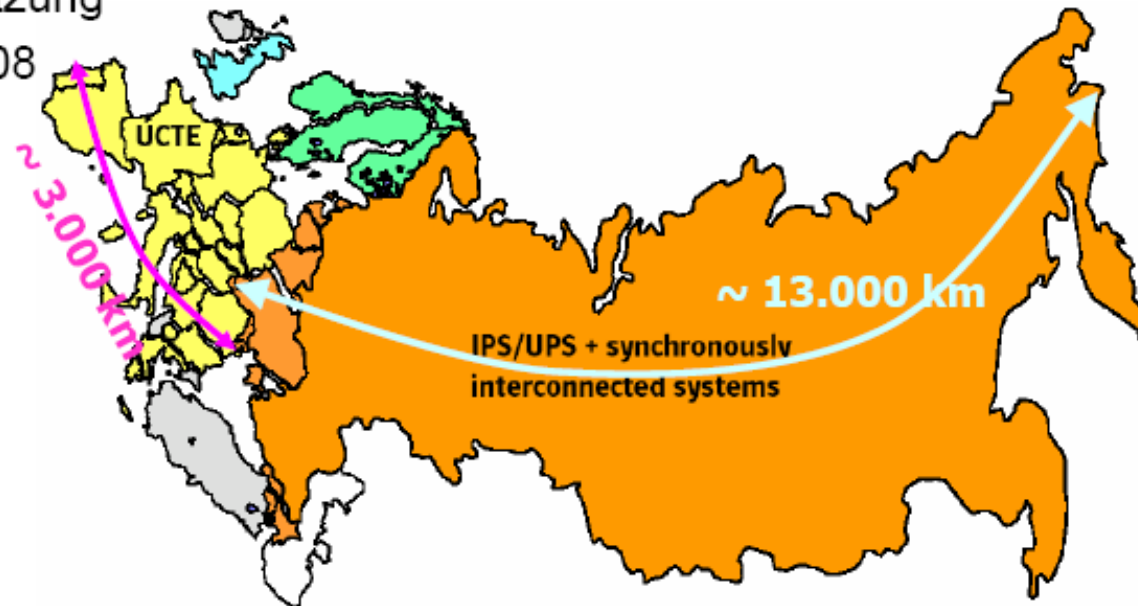
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



1996 Plan der Osterweiterung

Machbarkeitsstudie UCTE–IPS/UPS

- Möglichkeit eines Synchronbetriebs von IPS/UPS + UCTE
- Voraussetzungen beider Seiten prüfen
- Kostenabschätzung
- Abschluss 11/08



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

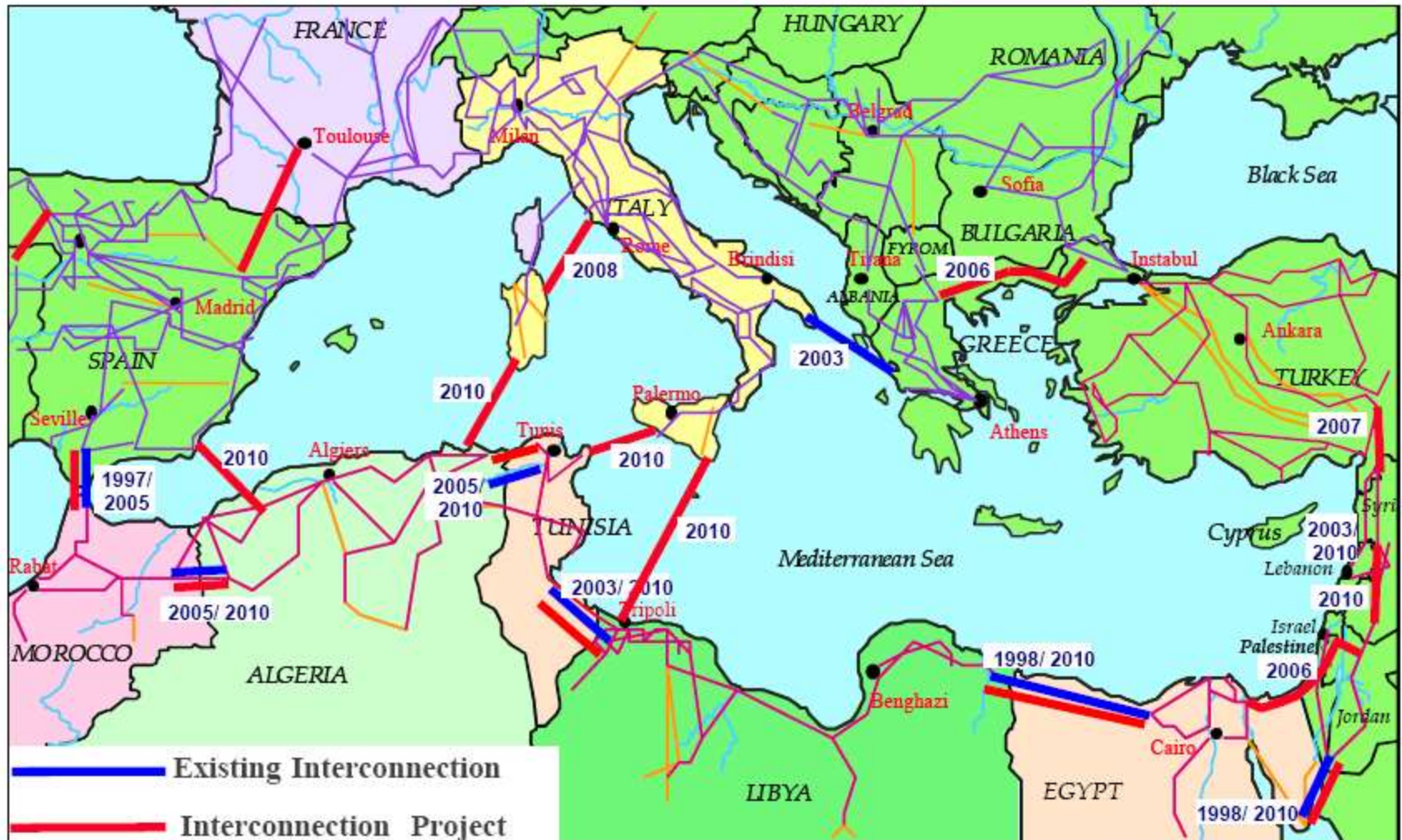


Abb. 17: Geplanter Ringschluss (Quelle: Hafner, 2005).

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

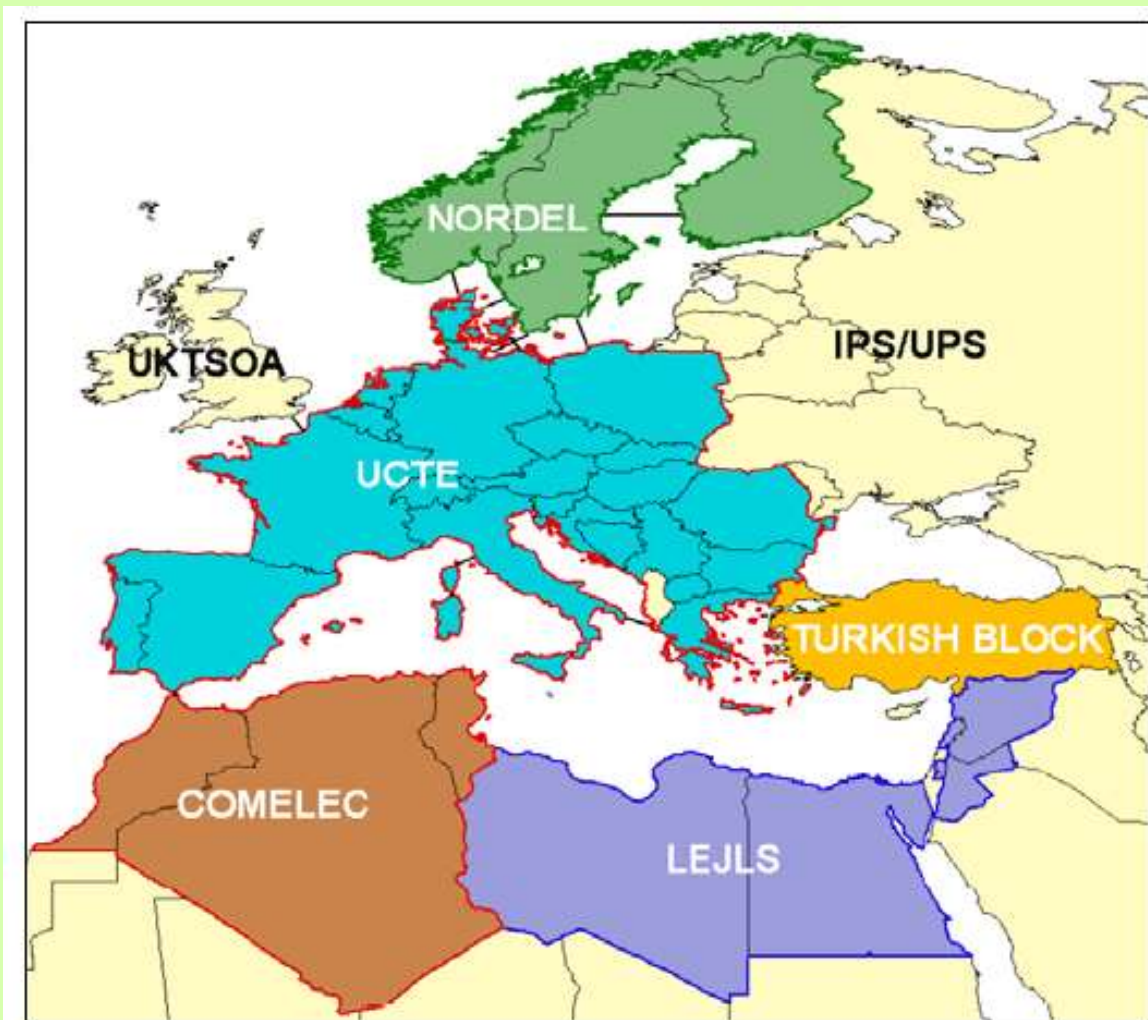
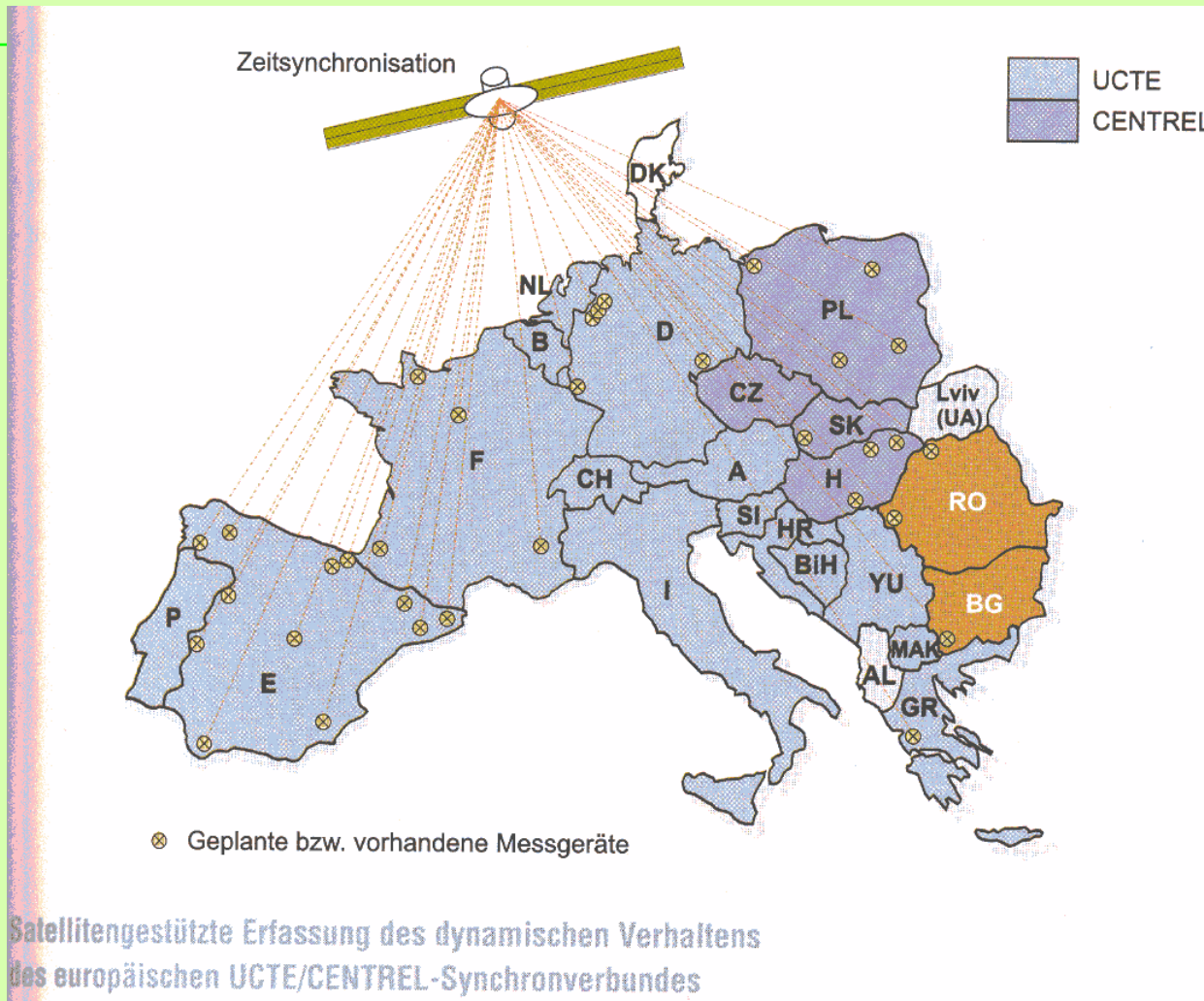


Abb. 15: Verbundnetze im Mittelmeerraum.

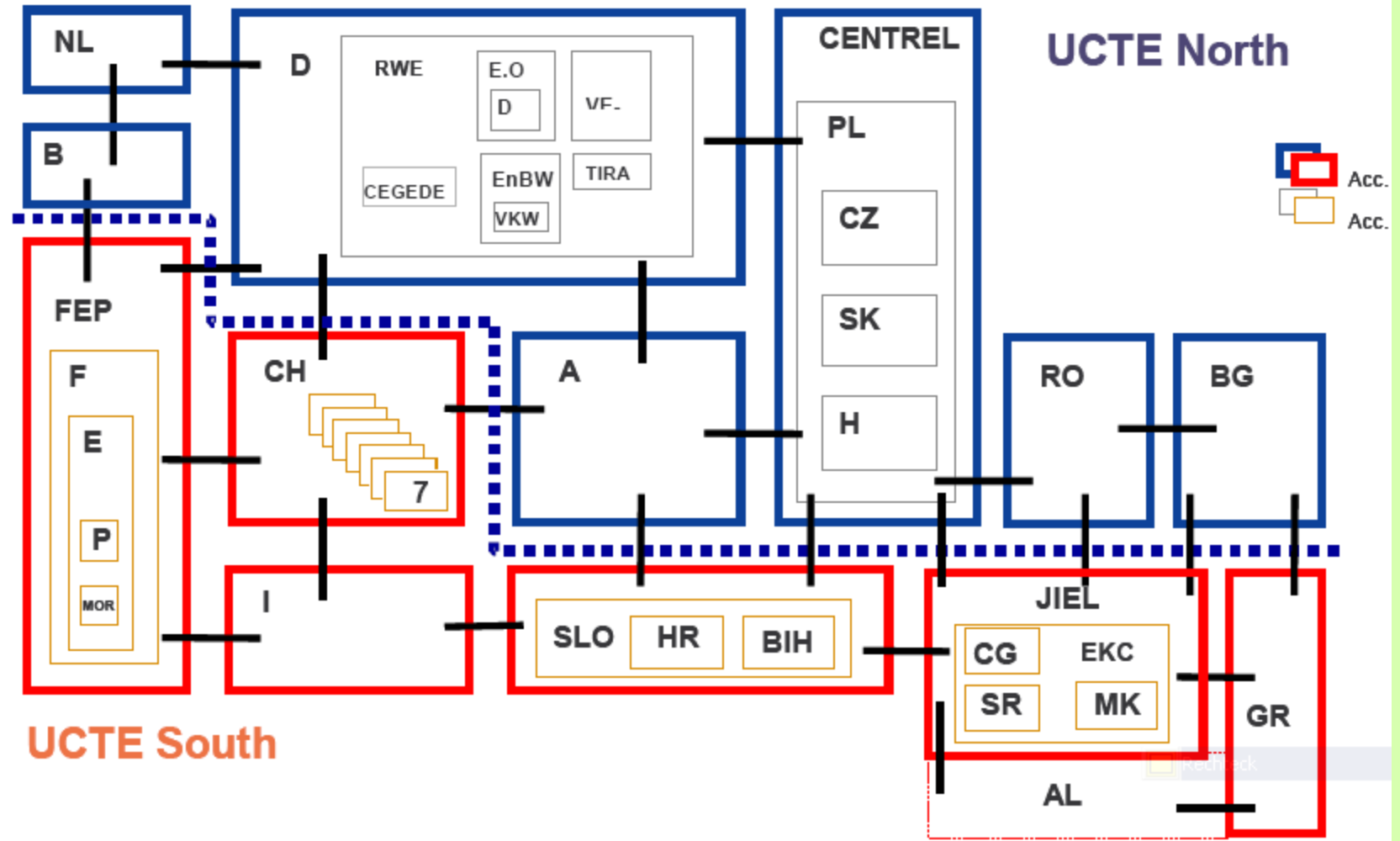
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



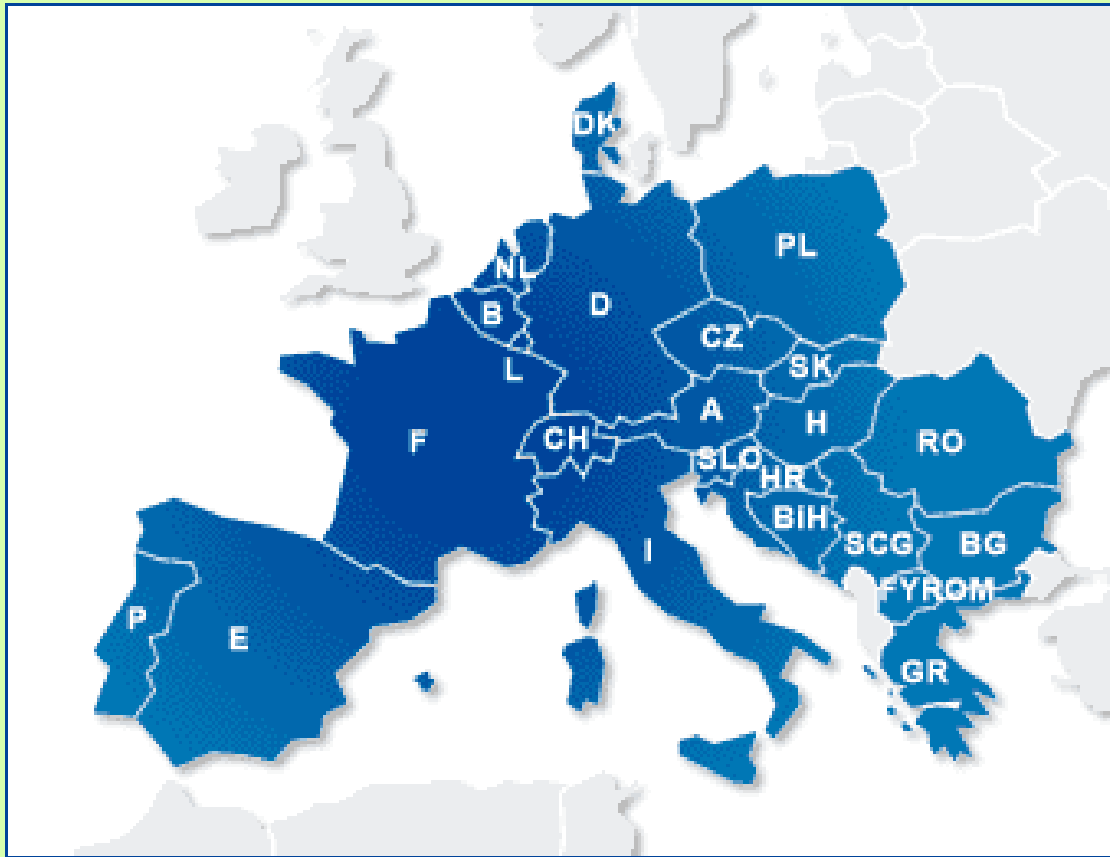
2000 Aufbau des WAMS zur Schwingungsverhaltens-Analyse bei Erweiterung UCTE/CENTREL-Netz

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

- the structure and organisation of the CONTROL BLOCKS /AREAS of the UCTE SYNCHRON AREA by companies



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



UCTE-Mitglieder 2004

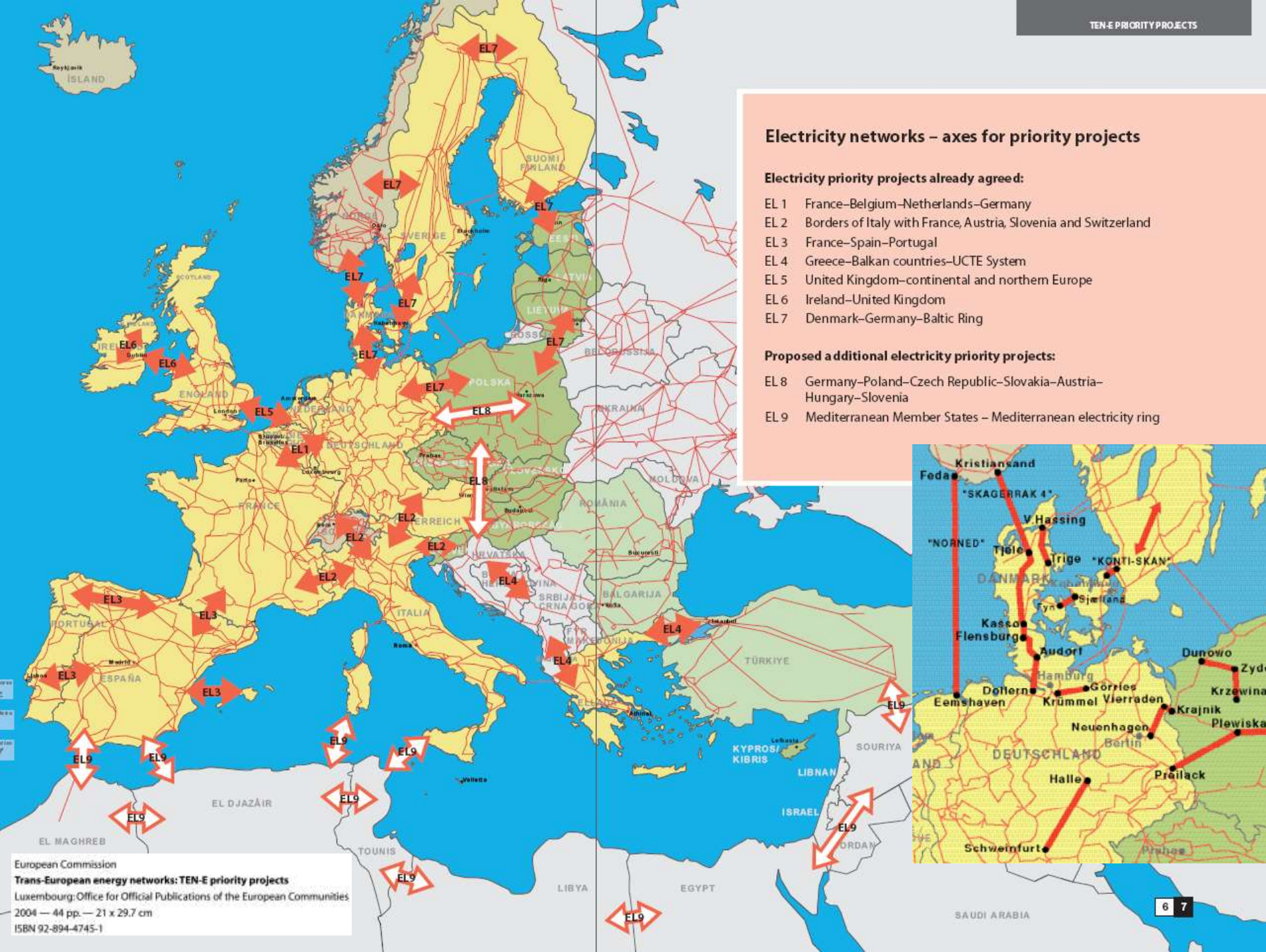
Hilfsmittel während der Resynchronisierung

Netzlast: 223 GW



Elektrische Wiedervereinigung Europas

Netzlast: 21 GW



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

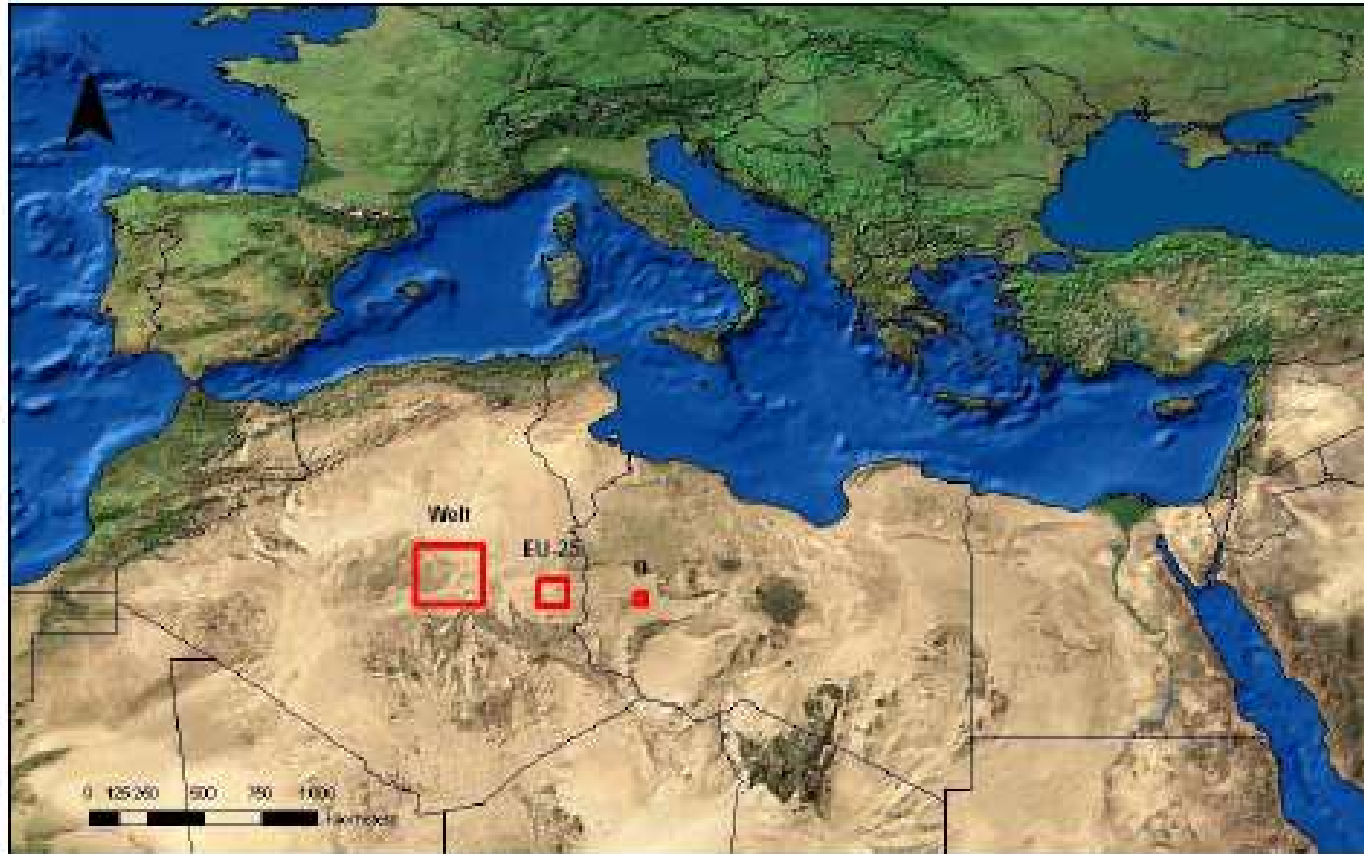


Abb. 12: Theoretischer Flächenbedarf zur Deckung des Elektrizitätsbedarfs der Welt, Europas (EU-25) und Deutschlands (Daten aus DLR, 2005).

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

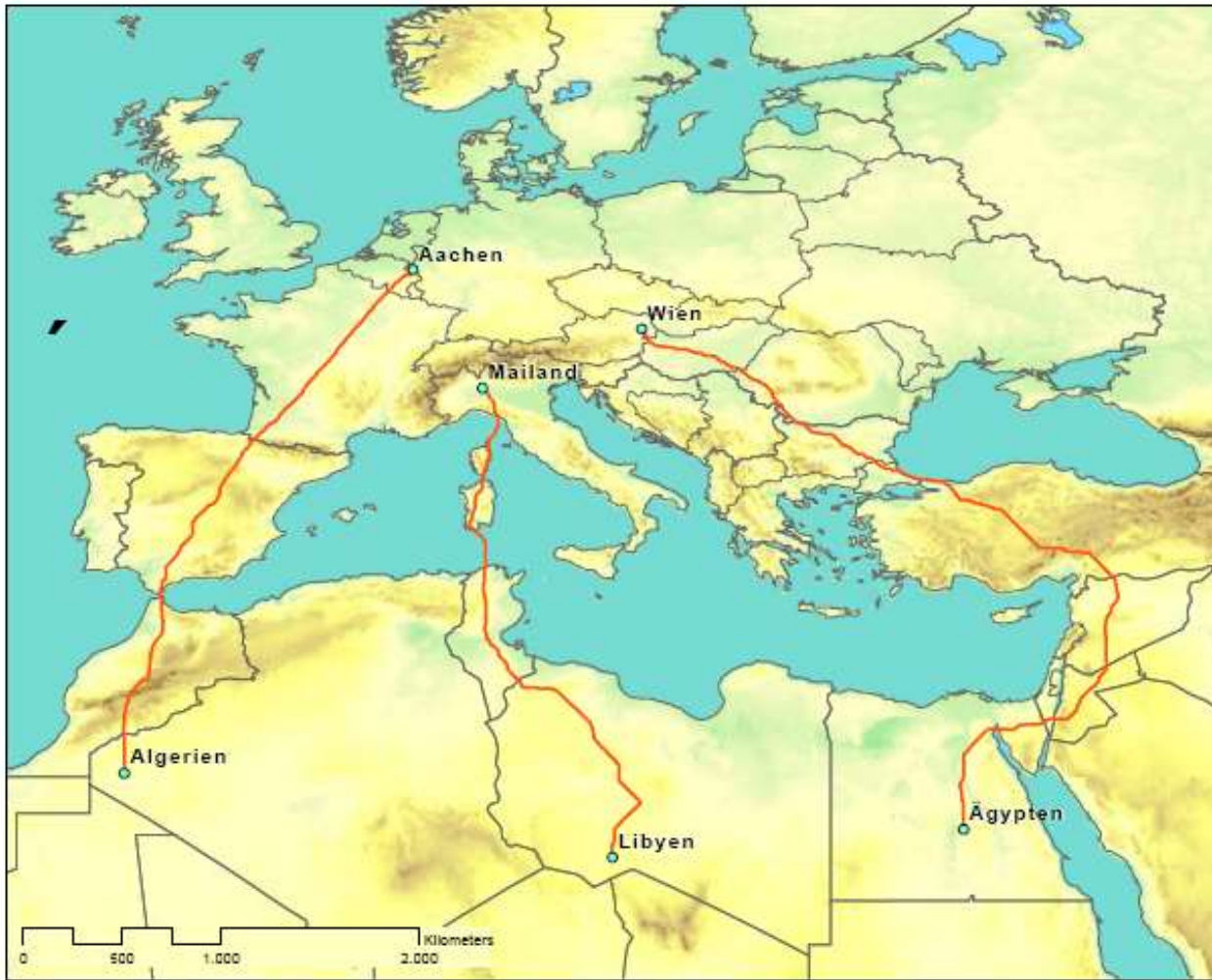
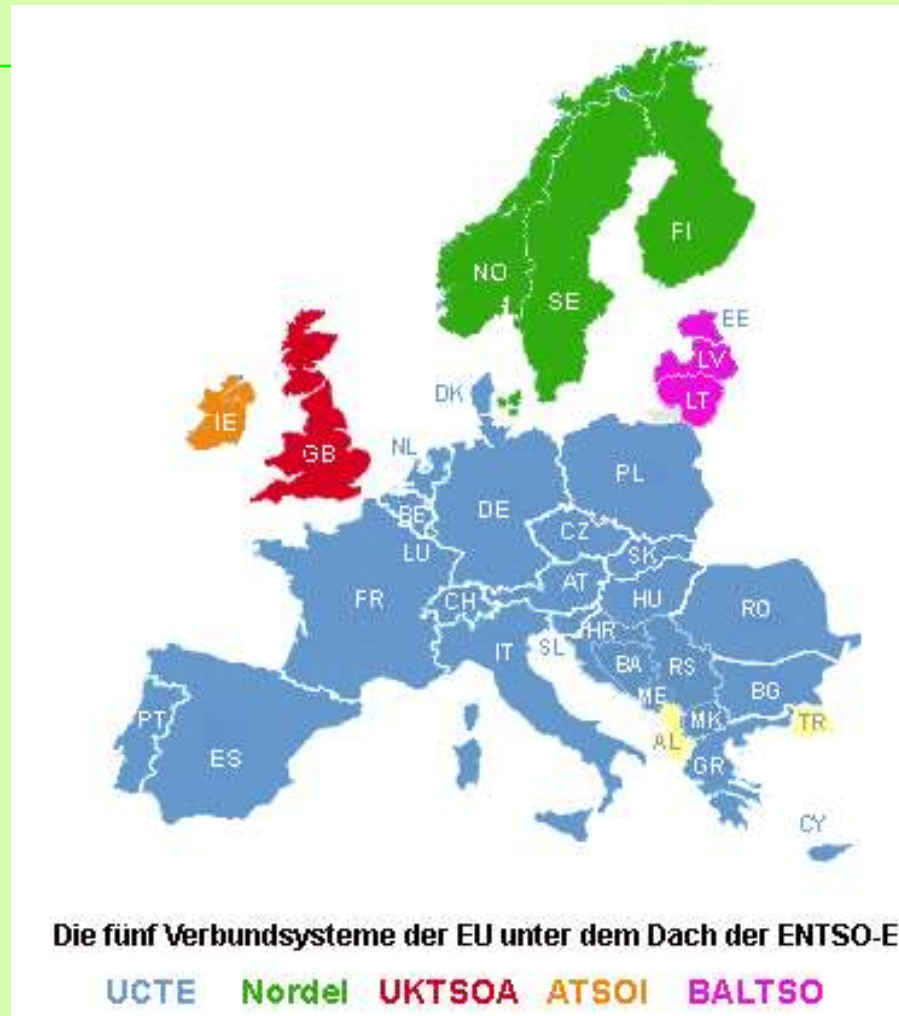


Abb. 55: Modellierte Trassenführung für einen Solarstromimport.

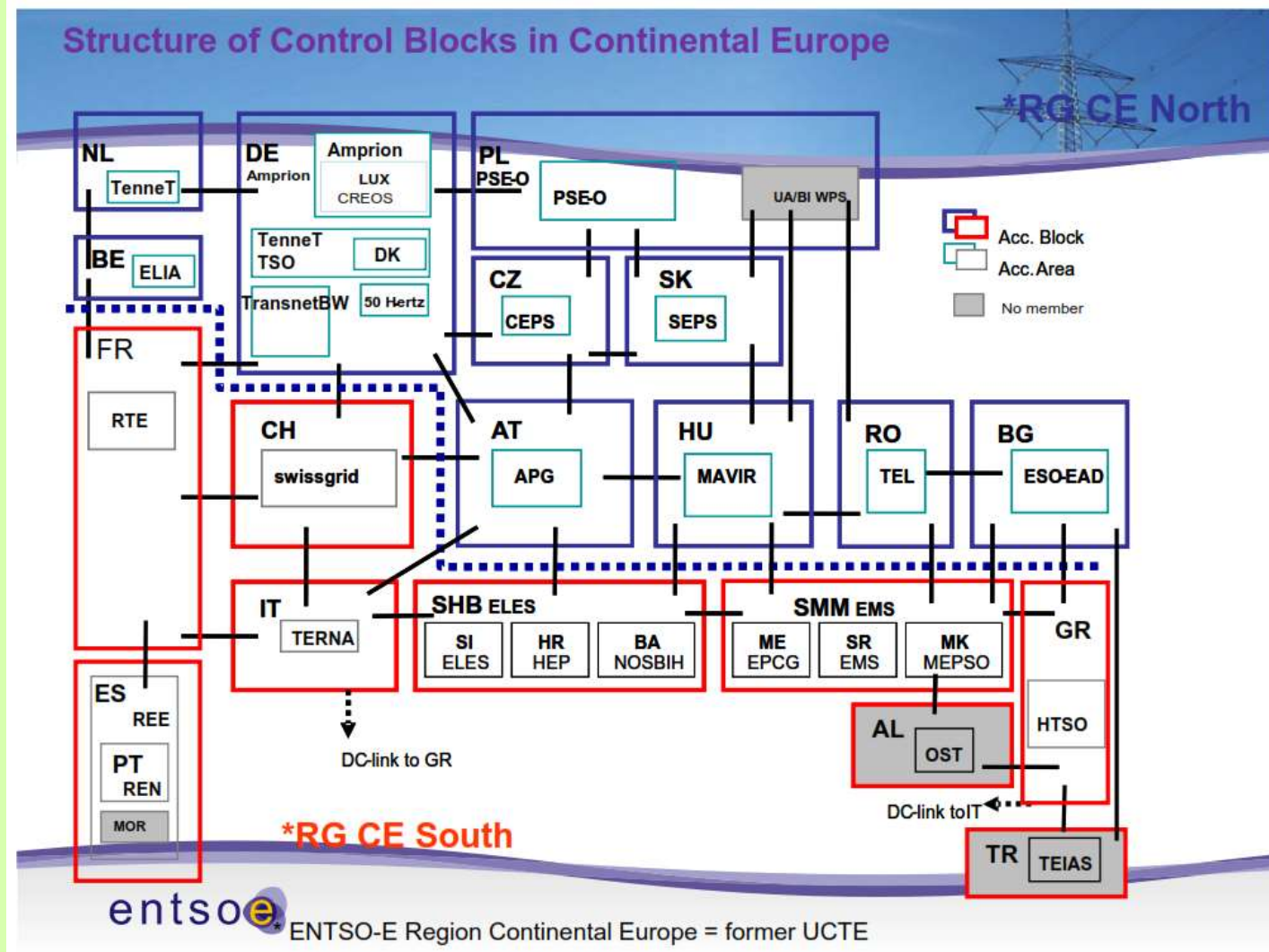
± 800-kV-HVDC-Doppel-Bipolar-Ltgen

Entwicklung des Verbundnetzes in Europa



19.12.2008 Gründung der Organisation European Network of Transmission System Operators for Electricity , ENTSO-E in Brüssel durch 42 ÜNB aus 34 europäischen Ländern

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



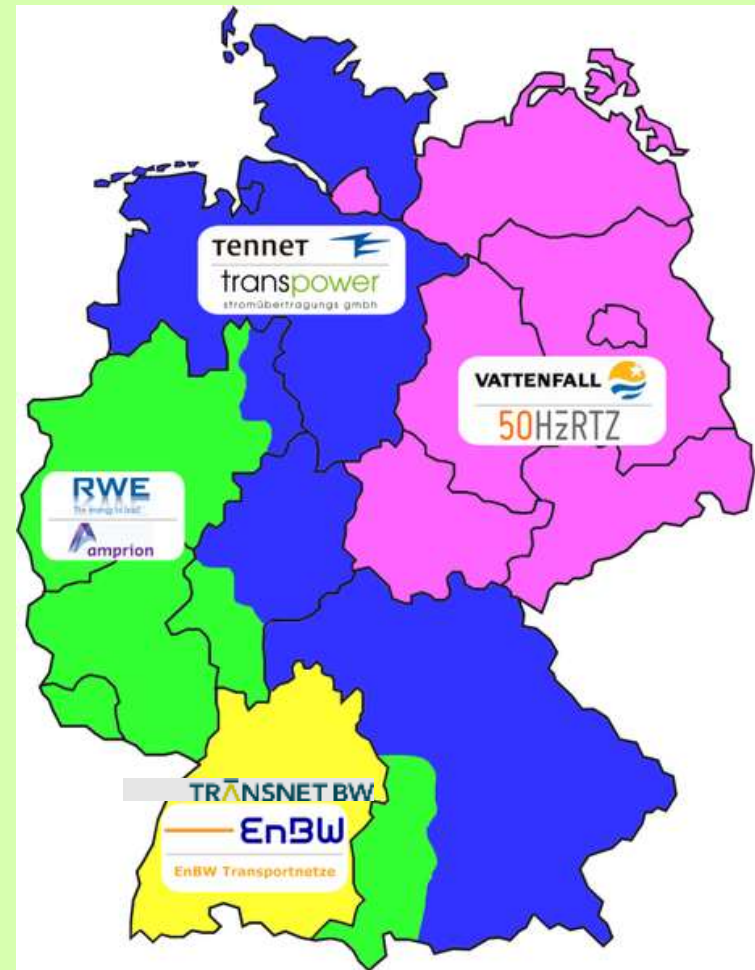
20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



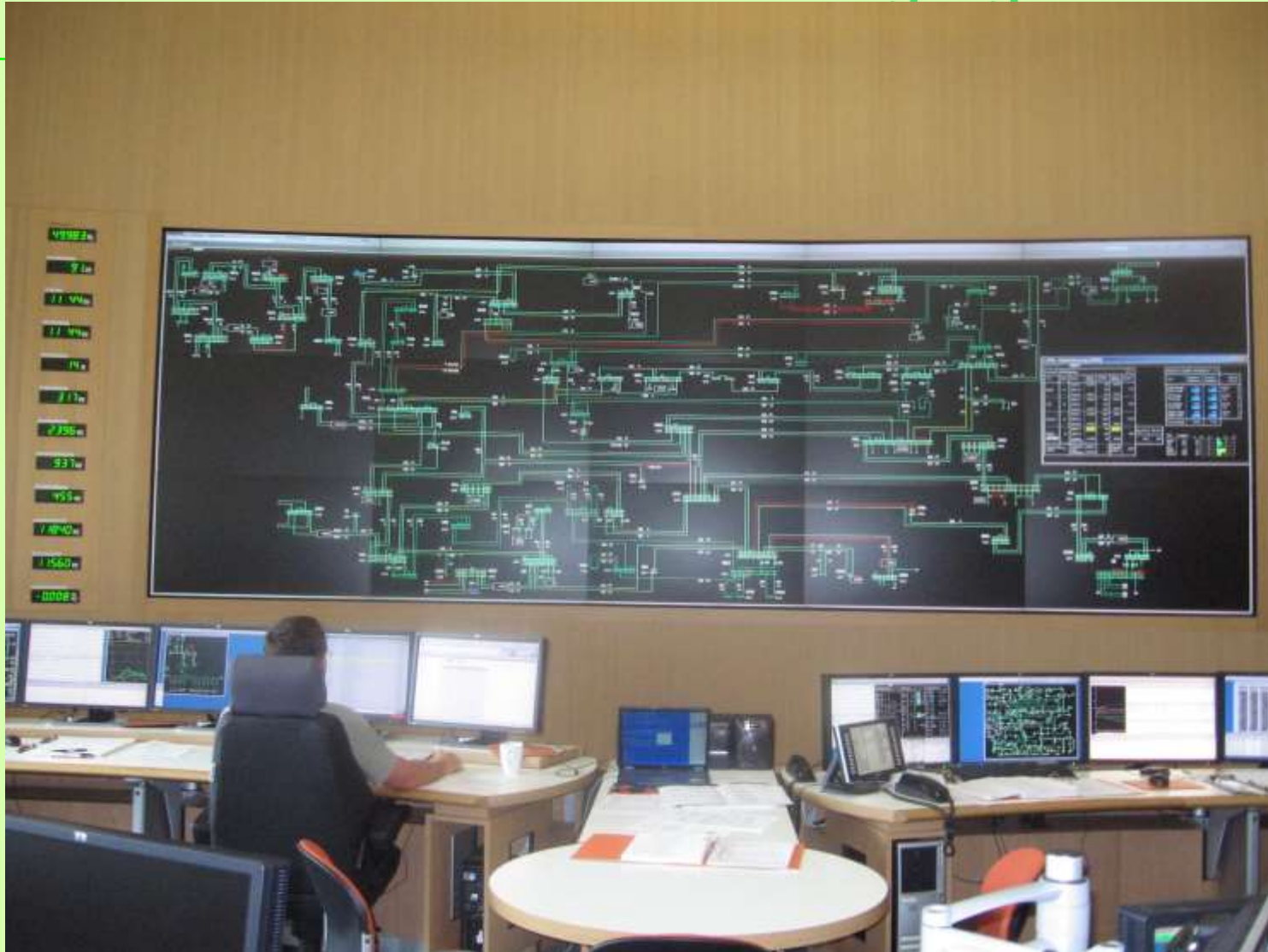
LV Hauptschaltleitung Brauweiler (TSO) amprion, 2009
Koordinator UCTE-Nord, jetzt ENTSO-E, RG CE North

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) und Regelzonen in Deutschland



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



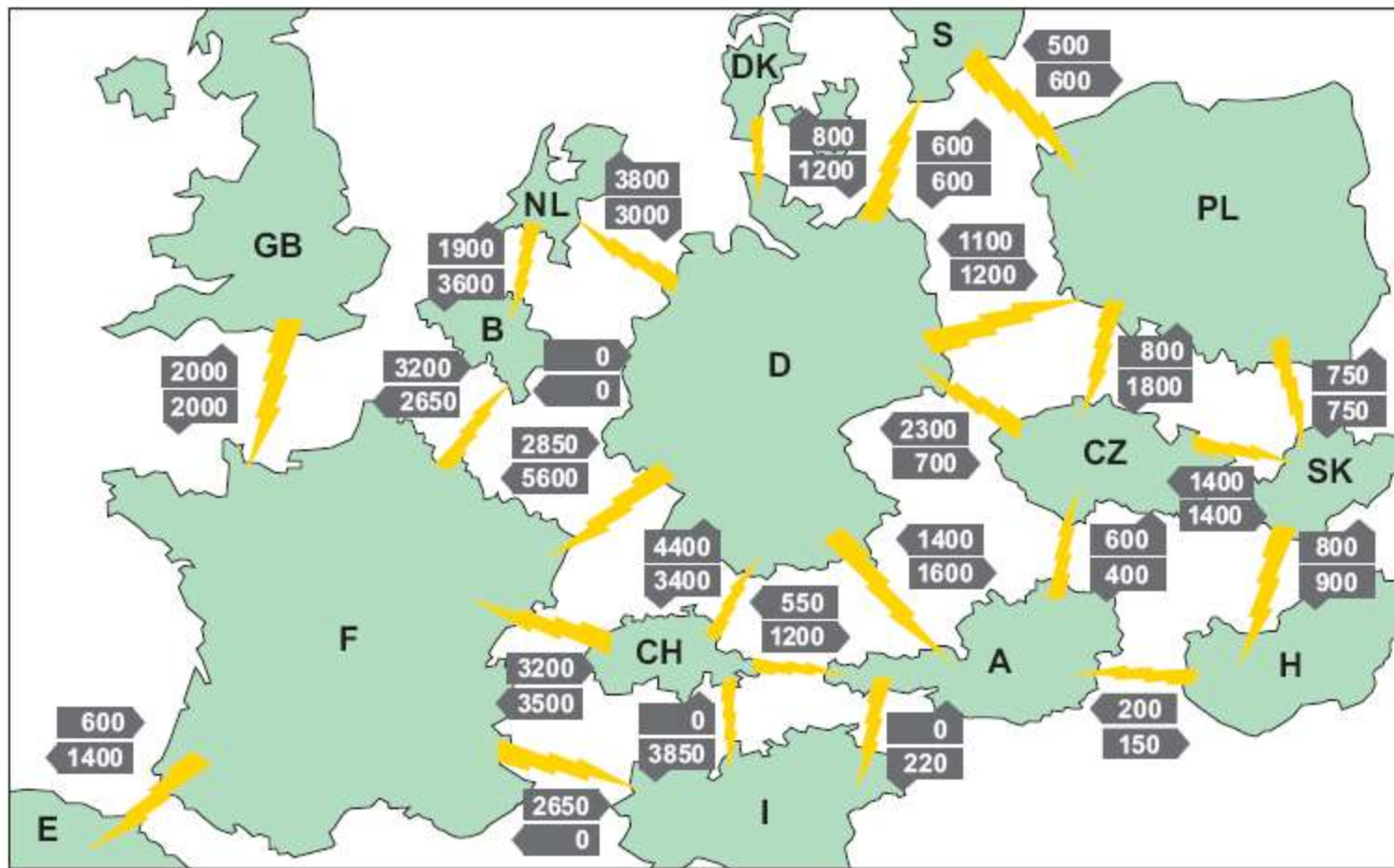
2011 Inbetriebnahme TSO, 50HzT, in Neuenhagen

20 Jahre Elektrische W

18.12.2012 **Vollendung der Elektrischen Wiedervereinigung Deutschlands** mit der Inbetriebnahme der 380-kV-Nordleitung zwischen Schwerin und Hamburg



20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands



Quelle: etso NTC-Werte 22.12.2005 für Arbeitstage von 8.00 bis 20.00

Vereinbarte Netto-Transferkapazitäten Dezember 2005 zwischen den einzelnen Ländern in MW

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Swissgrid

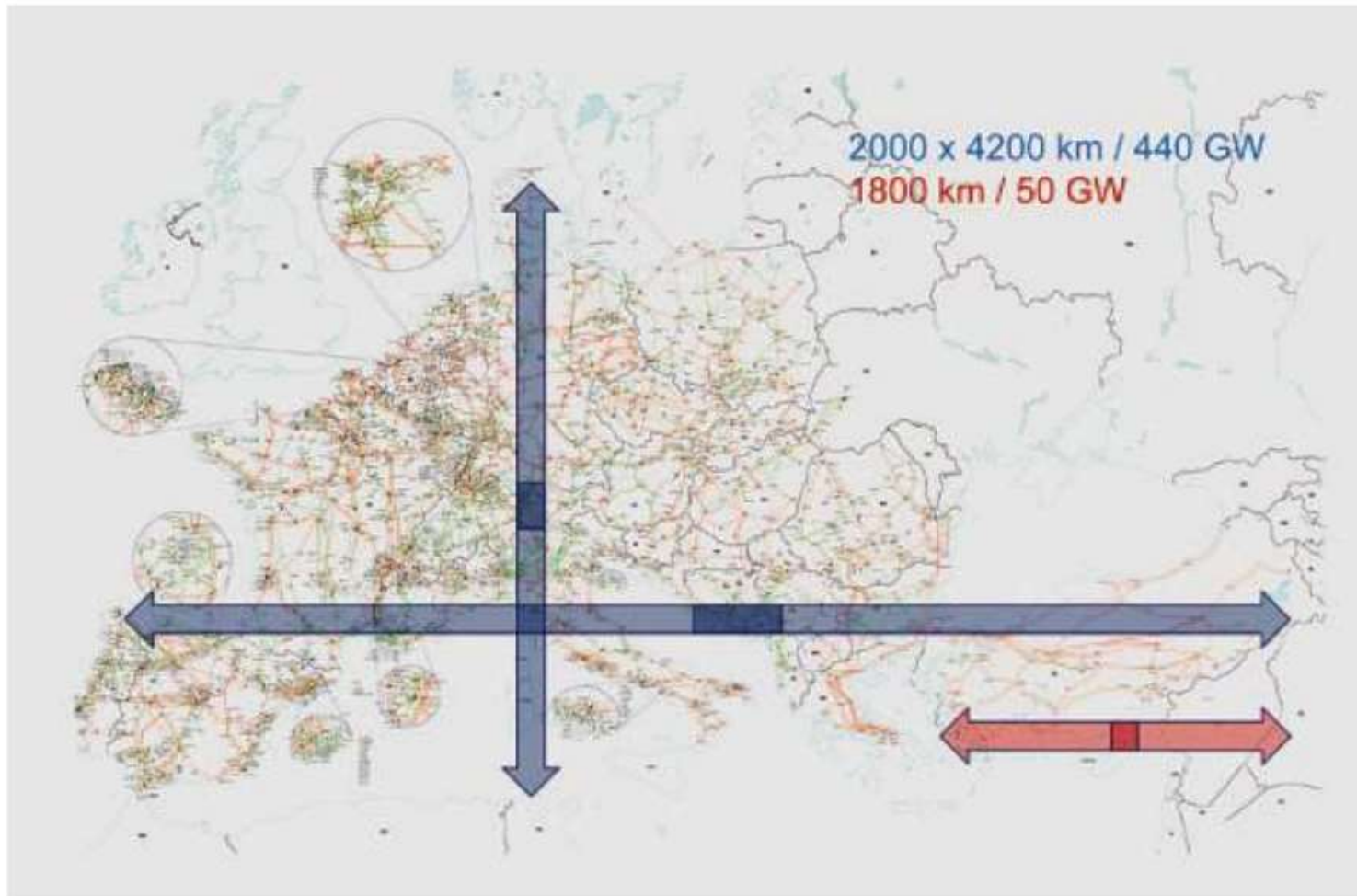


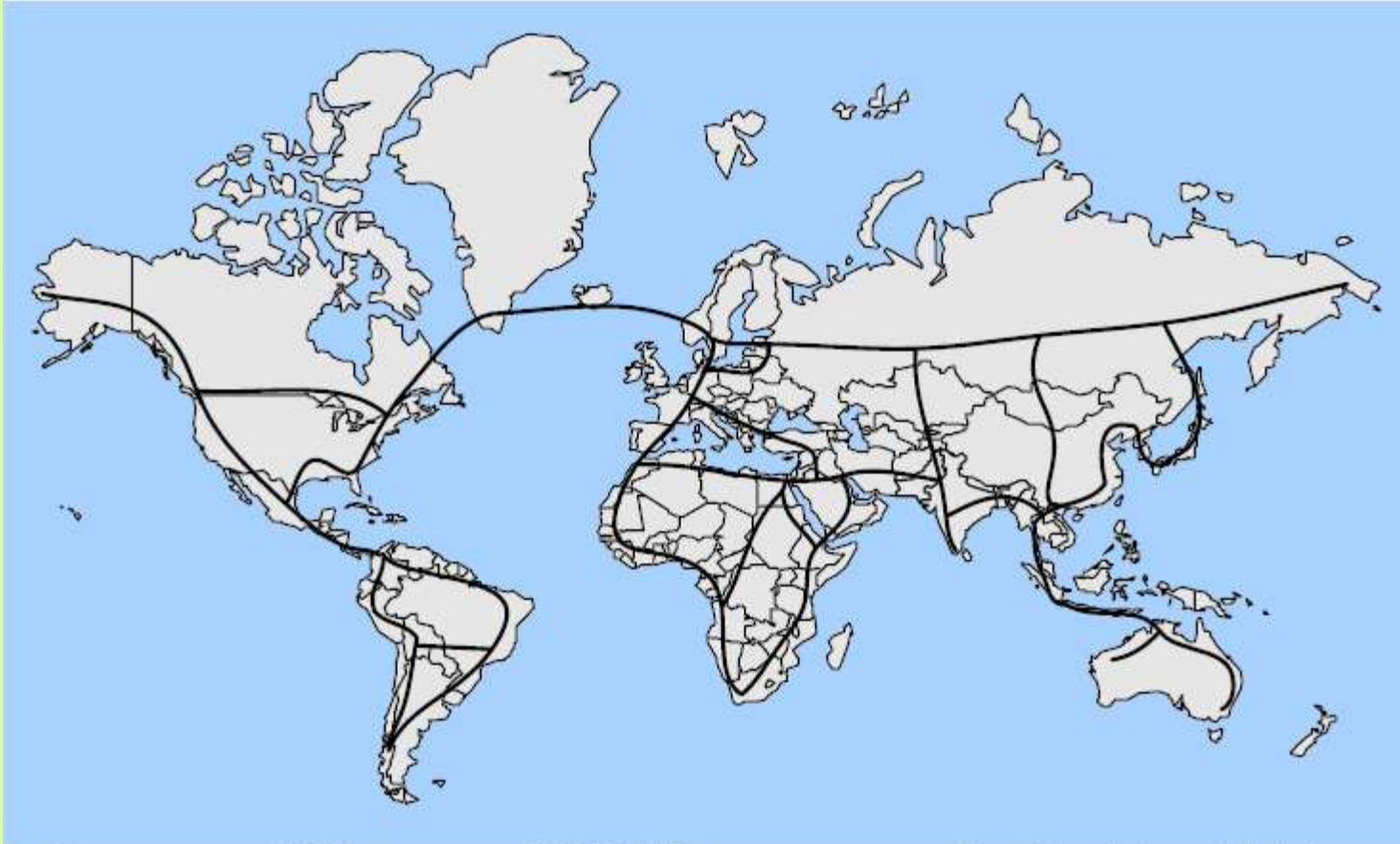
Bild 10 Kontinentaleuropäisches Verbundnetz in seiner heutigen Grösse.

18.09.2010 Synchronisierung des türkischen 400-kV-Netzes, TEIAS, mit dem Verbundnetz Continental Europe, CE, der ENTSO-E über zwei 400-kV-Ltgen nach Bulgarien und einer 400-kV-Ltg nach Griechenland

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

The Future ? - **Global Link for Green Energy**
with **HVDC** and **FACTS**

SIEMENS



39

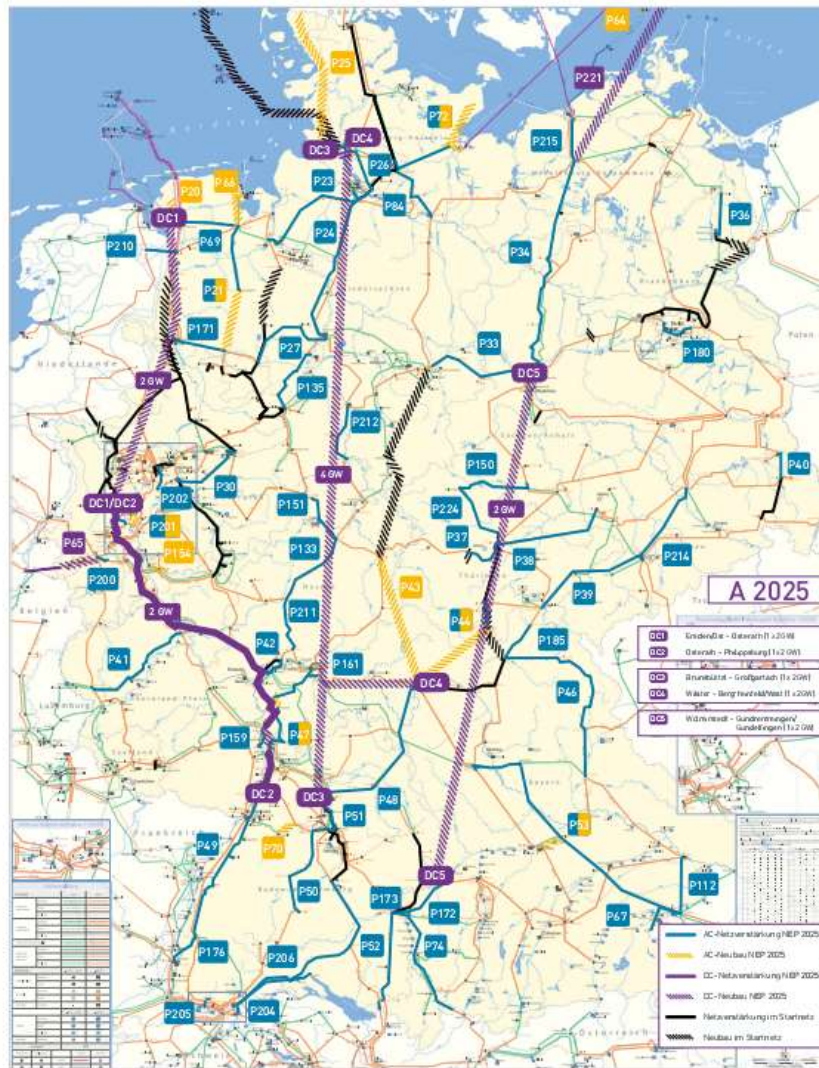
04-2007

PTD H 1 MT/Re

Power Transmission and Distribution

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Abbildung 39: Szenario A 2025/alle Leitungsprojekte

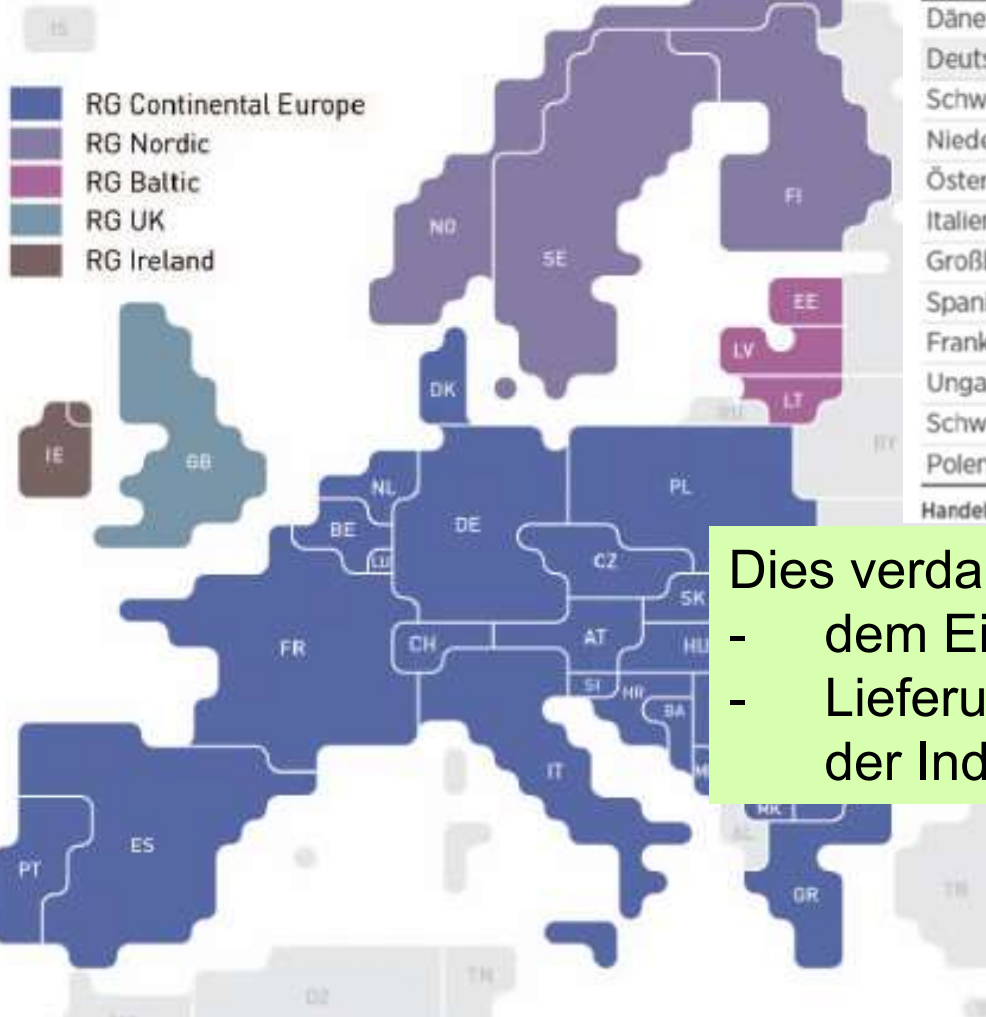


Quelle: VDE | FNN/Übertragungsnetzbetreiber

NEP, Entw. 2015

20 Jahre Elektrische Wiedervereinigung Deutschlands

Übersichtskarte der ENTSO-E*-Regional Groups



System Average Interruption Duration Index (SAIDI)*

Zahlen für 2012 in Minuten

Dänemark	14,75		
Deutschland	15,91	2013 15,32	2014 12,28
Schweiz	21,00		
Niederlande	27,00		
Österreich	34,74		
Italien	45,45		
Großbritannien	55,43		
Spanien (2011)	58,20		
Frankreich	60,10		
Ungarn	76,25		
Schweden	84,02		
Polen	254,00		

Handelsblatt | *Ungeplante Nichtverfügbarkeit für Netzkunden im Jahr

Quelle: CEER

Dies verdanken wir:

- dem Einsatz der KWe, ÜNB und VNB
- Lieferung zuverlässiger Bauelementen der Industrie

Danke