

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Vortrag Seniorenclub „Alte Stromer Berlin“

Berlin, 6. Juni 2023

Dipl.-Ing. Harald Radtke

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Inhalt

- (1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau Berlin
- (2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung
- (3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau Berlin
- (4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss
- (5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau
- (6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin
- (7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Erste 110-kV-Leitungen in Europa, Deutschland und Berlin

1912 Inbetriebnahme der ersten 110-kV-Leitung in Europa und Deutschland:

KW Lauchhammer – Gröditz – Riesa (privatwirtschaftlich vorrangig zur Versorgung der Stahlwerke Riesa und Gröditz geplant und errichtet) → *Bild 1*

1913 Inbetriebnahme der ersten 110-kV-Leitung eines EVU in Deutschland:

Mannheim – Homburg/Saar (Pfalzwerke AG)

1918 Im Juni Inbetriebnahme der ersten 110-kV-Leitung der Elektrowerke AG zur Fernstromversorgung von Berlin:
KW Zschornowitz – Rummelsburg (auch „Golpa-Leitung“ genannt) → *Bild 2*

- Bauzeit 6 Monate ab Winter 1917/18, Länge ~129 km*
- Beginn der Grundlastversorgung Berlins mit Braunkohlestrom anfangs mit 16 MW (insbes. für das Aluminiumwerk Rummelsburg; nach Kriegsende und Stilllegung des Aluminiumwerks auf 40 MW für die öffentliche Versorgung erhöht)

* Netzplan Elektrowerke AG (Ewag) vom 7.11.1940

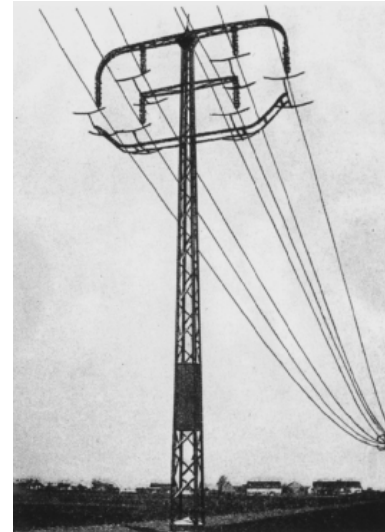


Bild 1: Tragmast der 110-kV-Leitung Lauchhammer – Riesa von 1912

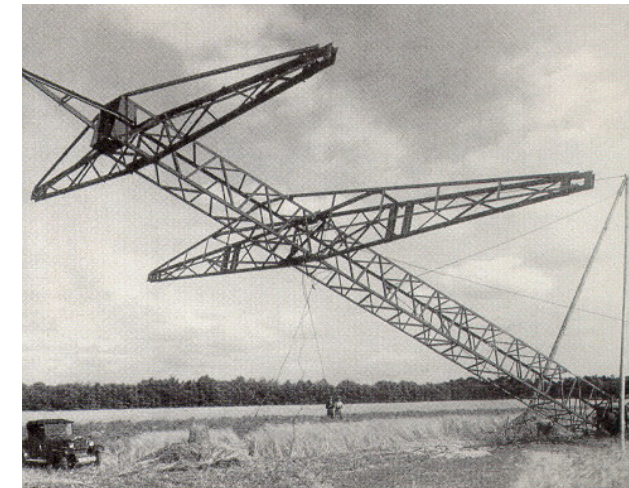


Bild 2: Bau der 110-kV-Golpa-Leitung 1918

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Die Spreequerung der Golpa-Leitung (Bau 1918)

Bild 3: Trassenverlauf der Golpa-Leitung (Auszug)

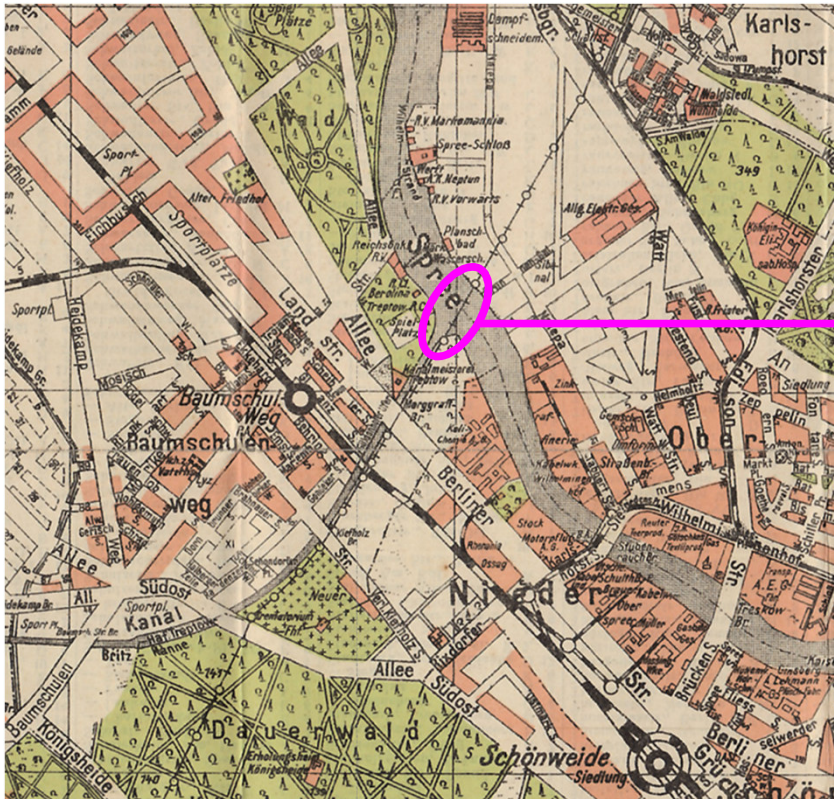
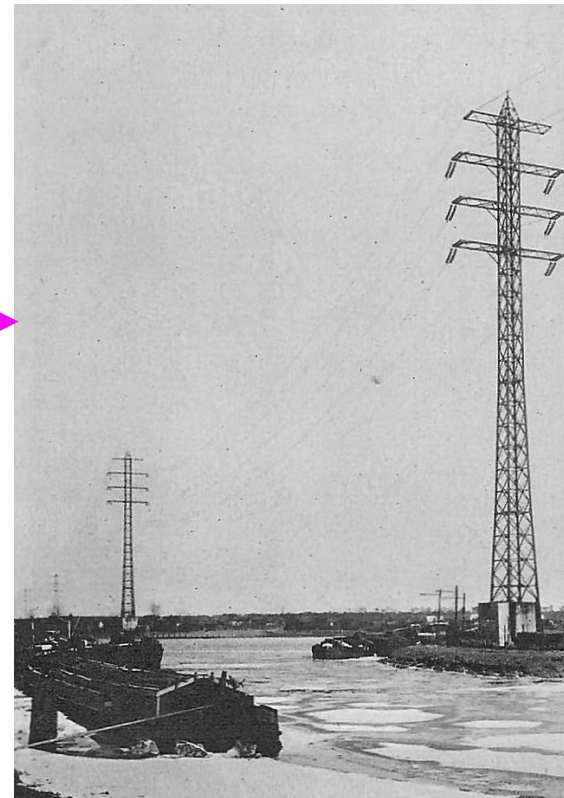


Bild 4: Abspannmasten der Spreequerung



Masthöhen 45,2 m und Mastabstand 233 m; Auszug für die Flusskreuzung „Spree bei Niederschöneweide“ aus © Siemens-Schuckert, Kraftwerks- und Leitungsanlagen in Deutschland, Stand 1928

Anmerkung: Die heutige 220-kV-Freileitung Wuhlheide – Thyrow (Baujahr 1974) folgte im Ostteil Berlins, von der Spreequerung über die Königsheide bis zum Teltowkanal, der Trasse der ehemaligen 110-kV-Golpa-Leitung; dann musste sie dem 1961er Grenzverlauf auf der Ostberliner Seite in neuer Trasse folgen.

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Ausbau der Fernstromversorgung Berlins (1/3)

1920 Bildung von Groß-Berlin

1921 Inbetriebnahme der

- 110-kV-Leitung Rummelsburg – Friedrichsfelde (~6,5 km)
- 110-kV-Hauptschaltstation Friedrichsfelde der Elektrowerke AG (Ewag) zur zentralen Steuerung ihres mitteldeutschen 110-kV-Netzes inkl. ihrer Kraftwerke (KW) Zschornewitz, Trattendorf und Lauta
- zweiten Fernstromleitung KW Trattendorf – Friedrichsfelde (Stabilisierung der Fernstromversorgung Berlins, ~131 km)
- 110-kV-Leitung Friedrichsfelde – KW Moabit (~16 km)*

1923 Inbetriebnahme der 110-kV-Leitung KW Moabit – KW Charlottenburg (~4,6 km)* zur Verknüpfung der Fernstromversorgung mit beiden Kraftwerken

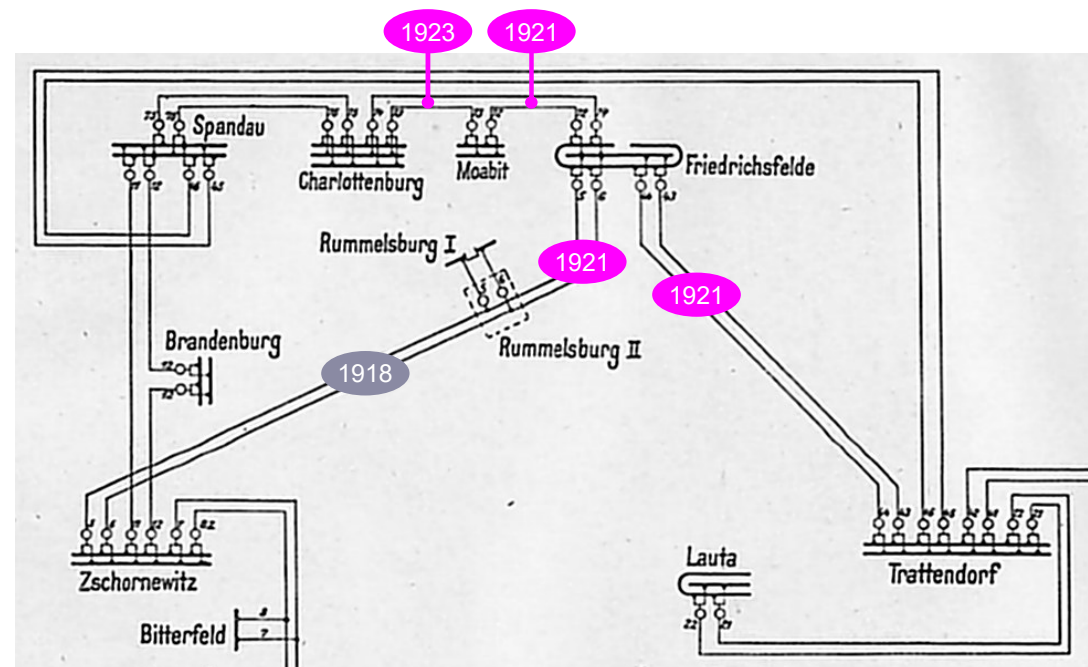


Bild 5: Schaltschema der nach Berlin führenden 110-kV-Fernstromleitungen (Auszug) mit den Inbetriebnahmen 1918 – 1923

* Bewag-Vorgänger „Städtische Elektrizitätswerke“ (nachfolgend nur noch Bewag genannt)

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Ausbau der Fernstromversorgung Berlins (2/3)

1925 Inbetriebnahme der 110-kV-Leitung KW Zschornewitz – Brandenburg – KW Spandau (~143 km) als dritte Fernstromleitung und 110-kV-Leitung KW Spandau¹ – KW Charlottenburg (Bewag, ~10,7 km)²

Historisch betrachtet, entstand damit bereits **1925** mit der dritten Fernstromleitung von Zschornewitz nach Spandau und deren Fortführung von Spandau nach Charlottenburg die erste Berlin-Diagonale mit 110-kV-Leitungen von Spandau im Westen über Charlottenburg und Moabit bis Friedrichsfelde im Osten Berlins! → *Bild 6*

1928 Inbetriebnahme der vierten Fernstromleitung KW Trattendorf – KW Spandau (~176 km) als Endausbau der 110-kV-Fernstromversorgung von Berlin

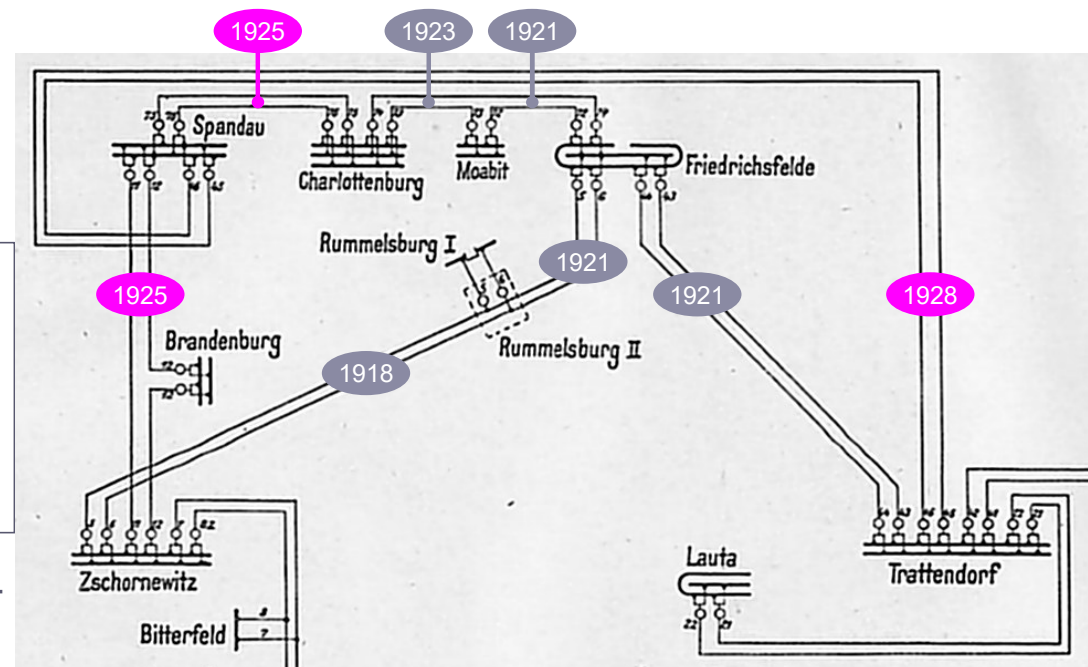


Bild 6: Schaltschema der nach Berlin führenden 110-kV-Fernstromleitungen (Auszug) mit den Inbetriebnahmen 1925 – 1928

¹ Standort der damaligen 110-kV-Anlage „KW Spandau“ identisch mit dem Standort des heutigen UW Teufelsbruch. Dessen seit 1984 unter Denkmalschutz stehendes Gebäude enthält seit 1994 die 380-kV-Anlage.

² Lt. Matschoß et.al., 50 Jahre BEW 1884-1934, S. 47, als „Kabelverbindung“ ausgeführt (1925 in 110 kV?). Aber: Die ersten 110-kV-Kabel Deutschlands wurden erst 1926/27 für das KW Lauta (Hersteller: AEG und F&G) und das KW Franken bei Nürnberg (Hersteller: Siemens-Schuckert) eingesetzt.

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Ausbau der Fernstromversorgung Berlins (3/3)

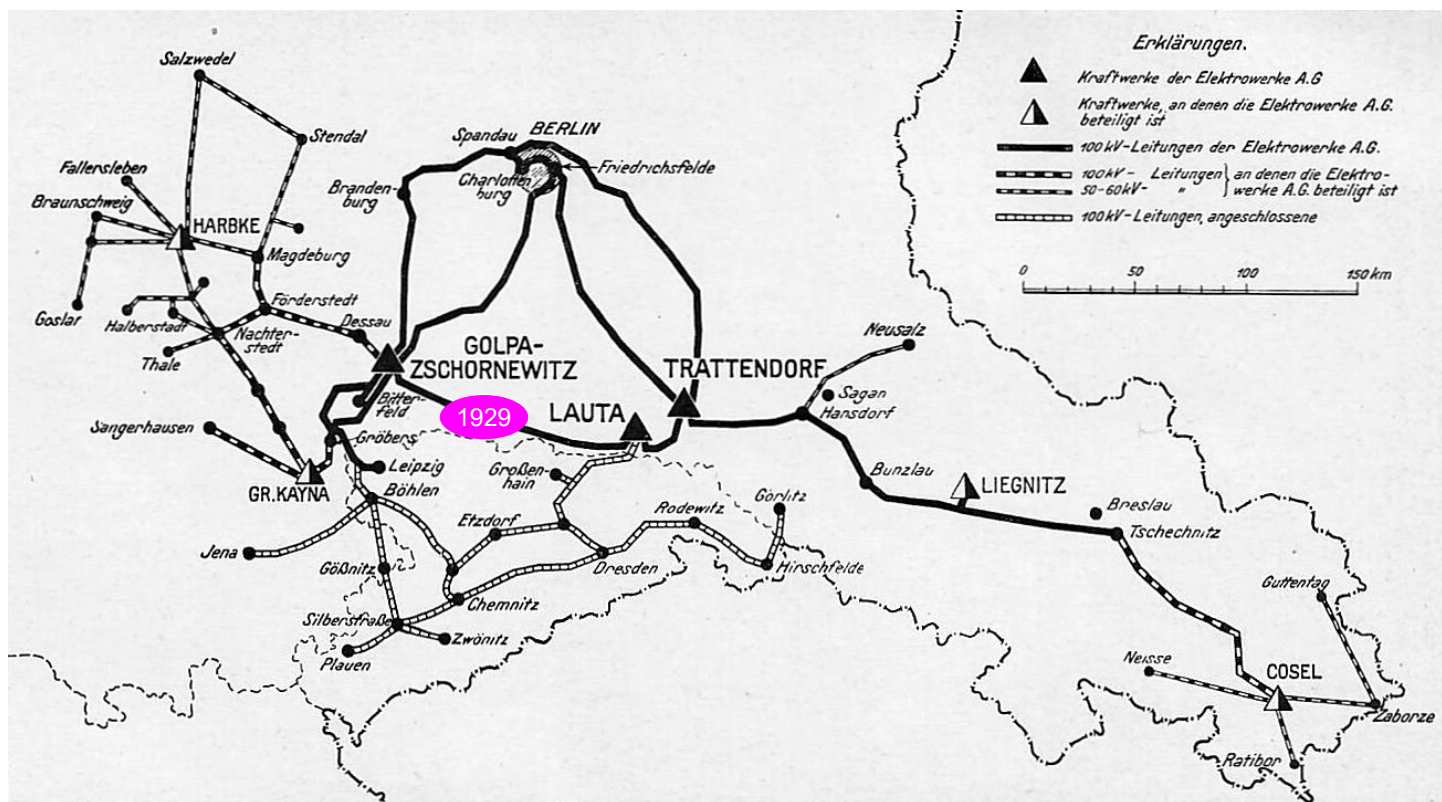


Bild 7: Hochspannungsnetz der Elektrowerke und angeschlossener Leitungen anderer Unternehmen um 1930

1929 Inbetriebnahme der 110-kV-Leitung KW Zschornowitz – KW Lauta (~135 km), damit Ringschluss zwischen den drei Groß-Kraftwerken Zschornowitz, Lauta und Trattendorf der Ewag sowie ihrer 110-kV-Hauptschaltstation Friedrichsfelde
→ Mit der 110-kV-Berlin-Diagonale von Spandau nach Friedrichsfelde als integraler Bestandteil!

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Fernstromversorgung Berlins – Bedeutung Friedrichsfelde und Klingenberg

Bild 8: Hauptschaltstation Friedrichsfelde



Ab **1921** zentrale Steuerung des mitteldeutschen 110-kV-Netzes der Ewag inkl. ihrer KW Zschornowitz (1915), Trattendorf (1917) und Lauta (1918/19) aus der 110-kV-Hauptschaltstation Friedrichsfelde

Ab **1922** Standort des Ewag-Netzdienstes Friedrichsfelde

Anmerkung: Im Netzverbund befanden sich auch die Bewag-KW Oberspree, Moabit, Charlottenburg und Rummelsburg (Moabit u. Charlottenburg ab 1923). Bis 1928 fuhr das KW Trattendorf Frequenz, die nach Berlin liefernden Maschinen in Zschornowitz und Trattendorf versorgten nach Fahrplan die Werke Moabit und Rummelsburg. Diese übernahmen jedes für sich in ihren Bezirken die Lastverteilung, indem sie durch das Regeln ihrer Maschinen sowie der parallel fahrenden Maschinen in den KW Charlottenburg und Oberspree den Fernstrombezug einstellten.

Bild 9: Bewag-Lastverteilerwarte im KW Klingenberg



1928 Gründung des Bewag-Lastverteilers mit Sitz im KW Klingenberg (zuvor ab 1926 1. Bewag-Lastverteilerstelle in Moabit)

Ab **1929** übernimmt die Bewag für die gekuppelten 110-kV-Netze der Ewag und Bewag die Frequenzhaltung durch ihre Lastverteilerwarte im KW Klingenberg

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Fernstromversorgung Berlins – Anlage Friedrichsfelde inkl. Freileitungen

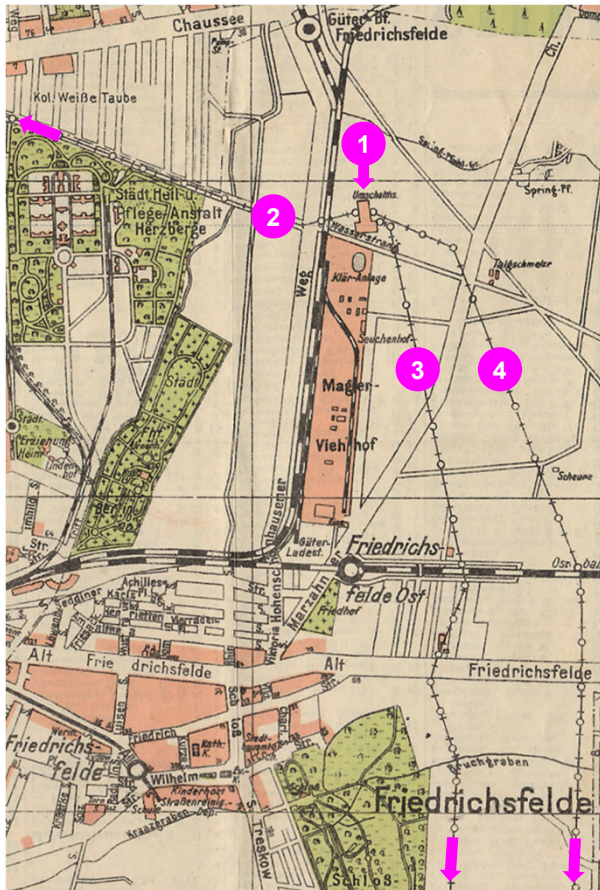


Bild 10: 110-kV-Anlagen in Berlin-Friedrichsfelde

- 1) „Umschalths.“ (Hauptschaltstation Ewig)
- 2) Freileitung nach Moabit (Bewag)
- 3) Freileitung nach Zschornowitz (Ewig)
- 4) Freileitung nach Trattendorf (Ewig)



Bilder 11-13: Gebäude der Hauptschaltstation Friedrichsfelde (Inbetriebnahme 1921)

- 11) vor 1928
- 12) Sept. 2010
- 13) Juli 2012 (Abriss 2011 nach 90 Jahren Existenz)

(1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau

Fernstromversorgung Berlins – Diagonale mit Freileitungen im Stadtgebiet

110-kV-Berlin-Diagonale mit **Freileitungen** (!!!) im Stadtgebiet:

- In den Berliner Stadtplänen von 1925/1933 für die Leitungen mit dem Endpunkt Friedrichsfelde (nach Moabit, Zschornewitz und Trattendorf) dargestellt
- Dito im 1925er Plan für die Leitungen von Zschornewitz nach Spandau und von Wildau nach Marienfelde
- Z. B. führte von Friedrichsfelde eine rd. 16 km lange 110-kV-Freileitung nach Moabit „...mitten durch die Straßen des stark bevölkerten Berliner Nordens...“* *Ausschnitt* → *Bild 14*
- Darstellung dieser als „Hochspannungsleitung“ vom „Umschalts.“ Friedrichsfelde entlang des Nordrandes der „Städt. Heil- u. Pflege-Anstalt Herzberge“ weiter über die Landsberger Allee (Wasserwerk), Ostsee Str., Wisbyer Str., Bornholmer Str., Christiania Str. (ab Nov. 1938 Osloer Str. → *Bild 15*) und Seestraße zum KW Moabit

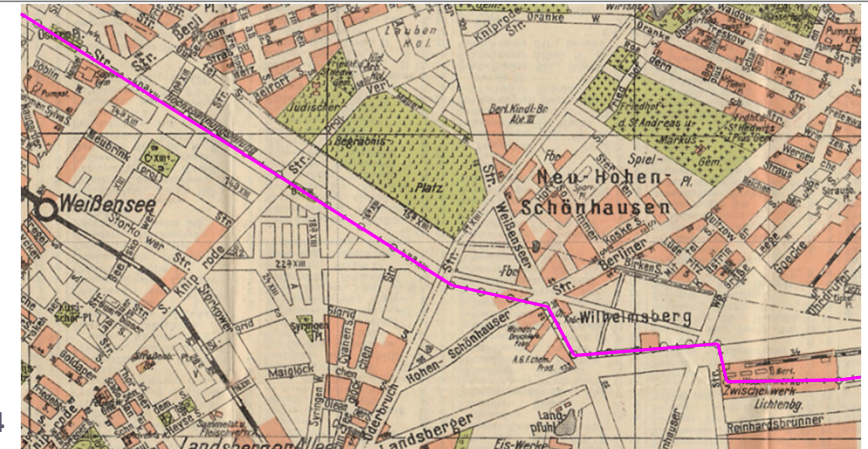


Bild 14



Bild 15

Berlin N 20, Prinzen-Allee und Osloer Straße

* C. Matschoß et.al., 50 Jahre Berliner Elektrizitätswerke 1884 – 1934, VDI-Verlag, 1934

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Inhalt

- (1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau Berlin
- (2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung
- (3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau Berlin
- (4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss
- (5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau
- (6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin
- (7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

(2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung Fernstromversorgung Berlins – Demontagen 1945-48

Sofern nicht kriegszerstört erfolgten Demontagen von Anlagen der Elektroenergieerzeugung und -verteilung als Reparationen in der SBZ*, anfangs inkl. der Berliner Westbezirke, u. a.:

110-kV-Freileitungen für die Fernstromversorgung:

- Trattendorf – Friedrichsfelde (komplett),
- Trattendorf – Spandau (komplett),
- Zschornewitz – Lauta (etwa zur Hälfte)

sowie zahlreicher intakter Kraftwerksanlagen im dargestellten 110-kV-Netzverbund der Ewag (Ausschnitt → Bild 16):

- Zschornewitz (teilweise, nur seit 1928 eingebaute Anlagen)
- Lauta und Trattendorf (komplett)

und der Bewag in Berlin:

- *Teilweise: Klingenberg, Charlottenburg und Südwest (das spätere KW Wilmersdorf),*
- *Komplett: West (später KW Reuter nach Wiederaufbau)*

* SBZ – Sowjetische Besatzungszone

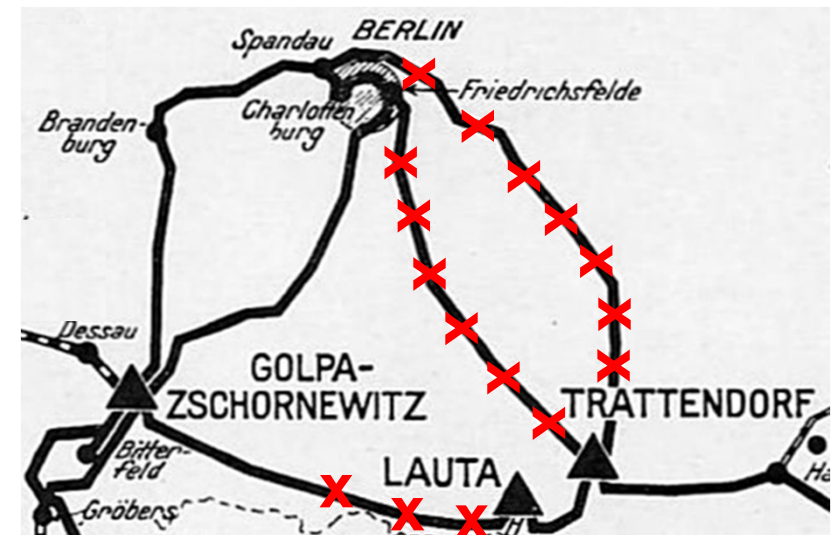


Bild 16: Demontage von 110-kV-Leitungen der Fernstromversorgung Berlins (Ausschnitt, vgl. Bild 7)

(2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung

Berlin-Blockade 1948-49

- **1948** Kurz vor Mitternacht des 23.06. erfolgte auf Anweisung der SMAD* die Einstellung der Fernstromlieferung aus dem KW Zschornowitz in die drei Westsektoren Berlins. Als Grund musste eine angebliche technische Störung im KW Zschornowitz herhalten.
- Am 24.06. folgten wegen angeblicher Kohlenknappheit die Verbote von Stromlieferungen in die Westsektoren aus den beiden Ostberliner KW Klingenberg und Rummelsburg sowie von Kohlelieferungen an die KW in den Westsektoren mit der Folge dort eintretender großflächiger Stromausfälle (→ Bild 17).
- Damit begann die Blockade der Westsektoren („Berlin-Blockade“), die **vom 24.06.1948 bis zum 12.05.1949** dauerte, inkl. Sperrung des gesamten Straßen-, Schienen- und Wasserstraßenverkehrs.**
- *Wiederaufbau u. -inbetriebnahme KW West (1.12.49, Ende 1953 zu Ehren von Ernst Reuter in KW Reuter umbenannt)*

* SMAD – Sowjetische Militäradministration in Deutschland

** Die Blockade galt den Verbindungen von Westberlin in die drei westdeutschen Besatzungszonen. Die Grenzen von West- nach Ost-Berlin und ins Umland waren offen sowie der innerstädtische Nah- und der Regional-/Fernverkehr in die SBZ weiterhin in Betrieb.



Bild 17: Plakat „Stromsparappell während der Luftbrücke“ in Westberliner U-Bahnhöfen 1949

(2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung

Netztrennung DDR/Ostberlin – Westberlin 1952

- **1952** In der Nacht vom 4. zum 5. März erfolgte die Einstellung der Fernstromlieferungen nach Westberlin inkl. der dafür aus Hamburg in die DDR geleisteten Stromlieferungen und die Trennung der Stromnetze DDR/Ostberlin – Westberlin
- **Strominsel Westberlin** für mehr als 40 Jahre mit Versorgung aus eigenen Kraftwerken inkl. Frequenzregelung (Vorhaltung ausreichender und schnell aktivierbarer Regelleistung)
- *1954 Trennung der Stromnetze DDR – BRD*
- *Ab diesem Zeitpunkt existieren drei nicht-frequenzsynchrone Netzgebiete auf deutschem Boden*
- *1961 Bau der Berliner Mauer als letzter Schritt der politischen Teilung DDR – BRD/Westberlin*



Bild 18: Bewag-Darstellung der Strominsel Westberlin 1952

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Inhalt

- (1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau Berlin
- (2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung
- (3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau Berlin
- (4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss
- (5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau
- (6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin
- (7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

(3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau

Rückblick – Entwicklung des HöS-Netzes in und um Berlin bis Mitte der 70er Jahre

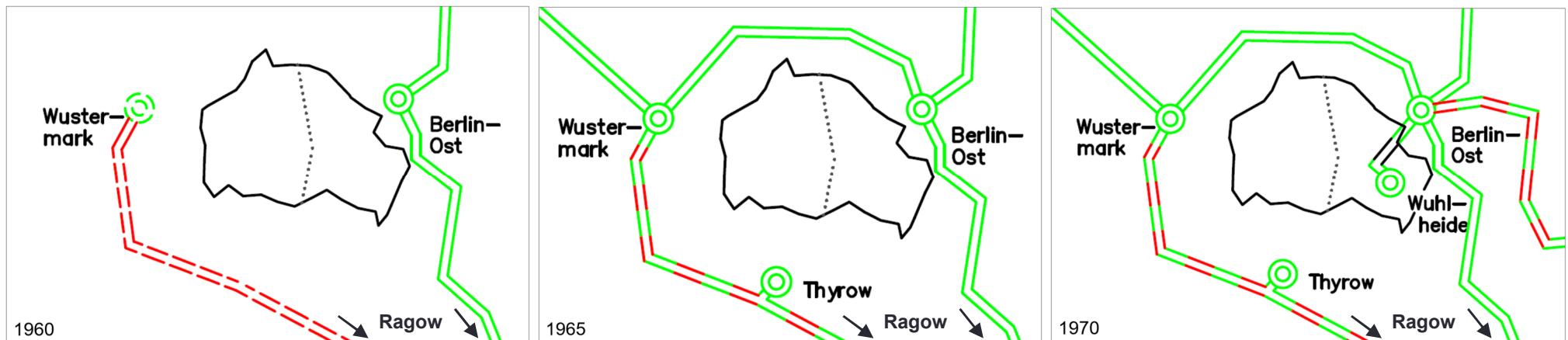


Bild 19: HöS-Netzentwicklung im Berliner Umland und in Ostberlin 1960 – 1970

—○ 380 kV —○ 220 kV —○ 220-kV-Betrieb einer 380-kV-Ltg.

- Westberlin verfügte bis in die 2. Hälfte der 1970er Jahre ausschließlich über ein 110-kV-Netz als höchste Spannungsebene
- Das Berliner Umland wurde ab Mitte der 1960er Jahre von einem geschlossenen, mit 220 kV betriebenen Netz umspannt
- Ostberlin erhielt ab 1972 mit der 220-kV-Umstellung Berlin-Ost – Wuhlheide (UW des Energiekombinats Berlin) einen Direktanschluss an das 220-kV-Netz (zuvor mit 110 kV betrieben → *Bild 1970*)
- Ab 1974 wurde daraus mit der Inbetriebnahme Wuhlheide – Thyrow eine geschlossene 220-kV-Netzmasche vom UW Berlin-Ost (später UW Neuenhagen) über UW Wuhlheide zum UW Thyrow → *Bild 22*

(3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau

380-kV-Planung und -Realisierung der Bewag-Verbindung Reuter – Mitte (1/2)

- Grundsatz-Netzuntersuchungen der Bewag Anfang der 1970er Jahre mit Entscheidung zur Überlagerung der 110-kV-Teilnetze mit einem 380-kV-Netz, wegen:
 - Begrenzter Kurzschlussfestigkeit der 110-kV-Anlagen der Westberliner Teilnetze Reuter I/II und Mitte I/II
 - Erforderlichem Leistungstransport innerhalb Westberlins
- Zunächst wurde nur eine 380-kV-Doppelleitung, quasi als verbindende „Sammelschiene“, konzipiert
- **1978** wurde dann die weltweit erste längere 380-kV-Kabelverbindung (8,1 km) zwischen den UW Reuter und Mitte als erdverlegte, wassergekühlte Ölkabel-Anlage (1.200 mm² Cu) in Asbest-Zement-Rohren in Betrieb genommen; komplettiert mit einem 380-kV-Freileitungsabschnitt (2,6 km)
- Max. Übertragungsleistung 2 x 1.120 MVA



Bild 20: Verlauf der 380-kV-Verbindung Reuter – Mitte von 1978 (in Grün und Orange) 1978 ohne Verbindungen Teufelsbruch – Reuter (1994) und Mitte – Friedrichshain (1998), ohne UW Charlottenburg (2001) und Schachtbauwerke

- (1) Freileitung UW Reuter – R.-Wissell-Brücke
- (2) (Kabel-)Tunnel Schlosspark 1,15 km
- (3) Kabel (erdverlegt)
- (4) (Kabel-)Tunnel Spree 0,64 km

(3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau

380-kV-Planung und -Realisierung der Bewag-Verbindung Reuter – Mitte (2/2)

- **1978** wurden zudem in den UW Reuter und Mitte die weltweit ersten 380-kV-SF₆-gasisolierten (GIS-) Schaltanlagen in Betrieb genommen → *Bild 21*
- *1987/88 Inbetriebnahme HKW Reuter West mit 2 x 300 MW (380-kV-Anschluss im UW Reuter)*



Bild 21: SF₆-gasisolierte 380-kV-Schaltanlage im UW Reuter

(3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau

380-kV-Ausbau in und um Berlin Ende der 1970er bzw. Anfang der 1980er Jahre

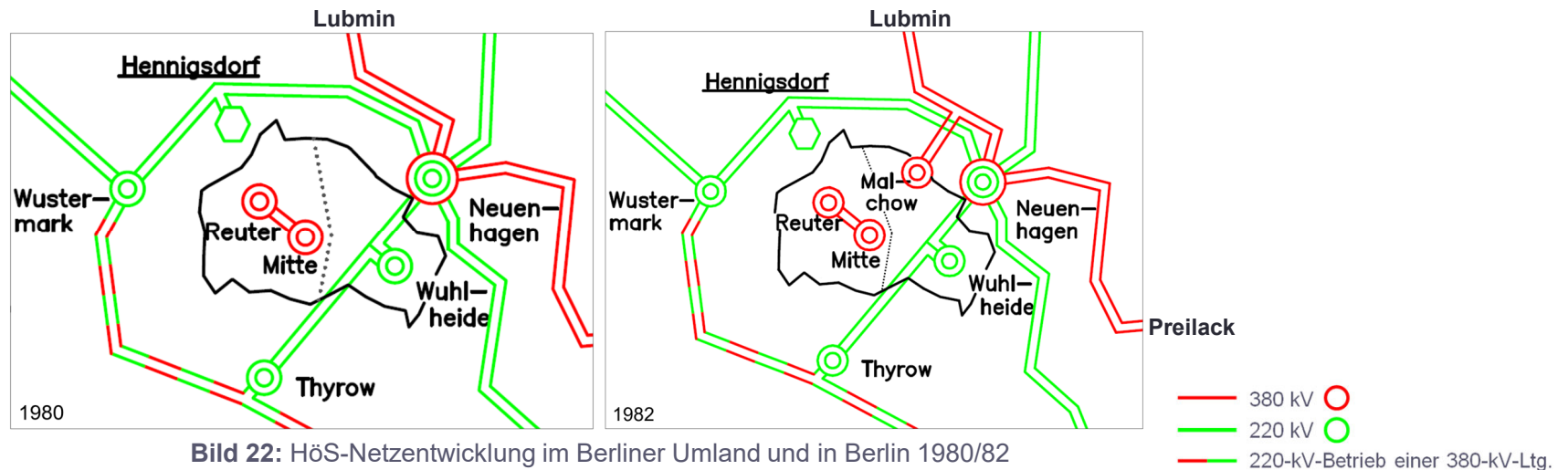


Bild 22: HöS-Netzentwicklung im Berliner Umland und in Berlin 1980/82

- Mit der Verbindung Reuter – Mitte verfügte die Bewag ab 1978 über ihre erste 380-kV-Netzmasche („Korsettstange für die 110-kV-Teilnetze“) inkl. 380/110-kV-Transformatoren → *linkes Bild*
- Mit den Freileitungen nach Lubmin (Inbetriebnahme 1979) und Preilack (380-kV-Umstellung 1980) stand die 380-kV-Spannungsebene im UW Neuenhagen ab 1979/80 „vor der Ostberliner Haustür“ → *linkes Bild*
- 1982 erhielt Ostberlin mit dem UW Malchow einen 380-kV-Anschluss (inkl. zweier von DDR-weit bis 1989/90 nur zehn 380/110-kV-Transformatoren) → *rechtes Bild*

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Inhalt

- (1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau Berlin
- (2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung
- (3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau Berlin
- (4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss
- (5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau
- (6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin
- (7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

(4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss

Rückblick (1/2) – Entwicklungen in den 1970er/1980er Jahren



Bild 23:
Planungen von
Stromlieferungen aus
Polen und der UdSSR

- **1970er Jahre:** Planungen von Stromlieferungen für Westberlin/die BRD aus dem KW Dolna Odra bei Stettin (Polen) und aus Kaliningrad (UdSSR; geplantes KKW der Kraftwerk Union (KWU) und UdSSR) scheiterten u.a. an der DDR-Regierung und Sicherheitsbedenken Westberliner Politiker (mögliche Blockade der Stromzufuhr seitens DDR)
- DDR-Energie- und -Devisenknappheit und zwischenzeitlich gute Erfahrungen Westberlins mit sowjetischen Gaslieferungen führten zum Umdenken und 1988 zum EEÜE-Vertrag

© Der Spiegel, Nr. 36/1987

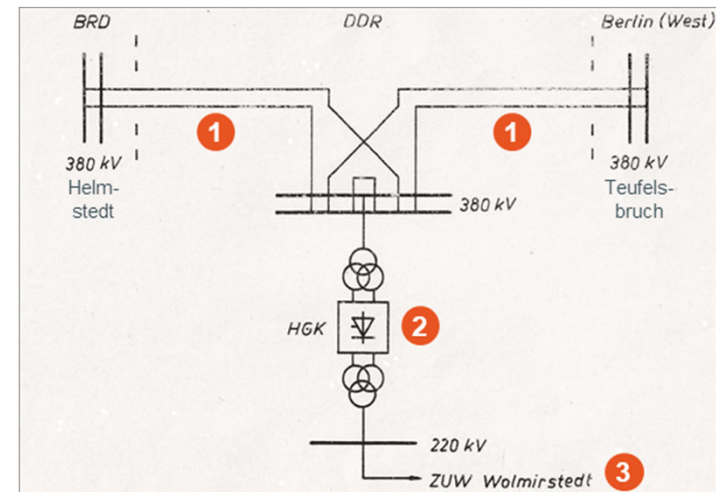


Bild 24:
EEÜE BRD – DDR –
Westberlin

- **1988** (Elektroenergieübertragungseinrichtung-) EEÜE-Vertrag BRD – DDR – Westberlin:
 - (1) 380-kV-Leitung Helmstedt – Wolmirstedt – Teufelsbruch,
 - (2) HGÜ-Kurzkupplung (HGK) Wolmirstedt und
 - (3) Stromlieferungen in die DDR
- **Okt. 1989** Inbetriebnahme Helmstedt – Wolmirstedt
- Geplante Inbetriebnahme Wolmirstedt – Teufelsbruch in 1991/92
- **Nov. 1989 Fall der Berliner Mauer**

(4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss

Rückblick (2/2) – Bewag-Planungen Anfang der 1990er Jahre

- Grundsatzuntersuchung der Bewag zur Gestaltung der Stromversorgung des wiedervereinigten Berlins
- Entscheidung zur 380-kV-Diagonale im Vergleich zu einem 380-kV-„Außenring“ um Berlin mit
 - außenliegenden 380/110-kV- oder
 - innerstädtischen 380/110-kV-Umspannwerken
- Externe gutachterliche Bestätigung der Diagonale (Prof. Funk, Hannover, und Prof. Pundt, Dresden)
- Bewag-Planungen gingen bei geschlossener Diagonale vom künftig anteiligen Bezug Berlins zu 40% vom westlichen und zu 60% vom östlichen Verbundanschluss aus (u. a. aufgrund des VEAG-KW-Parks in der Lausitz), d. h.
 - Ansatz einer Lastsenke Berlin (inkl. Einsatz Bewag-eigener KWK-Anlagen), im Grundsatz ohne 380-kV-Transitleistungsflüsse über die Diagonale / durch Berlin
- Planungshorizont 2010: u. a. sternförmiger 380-kV-Netzausbau nach Süden (z. B. Thyrow – Steglitz – Mitte)
 - *Bild 25.2*

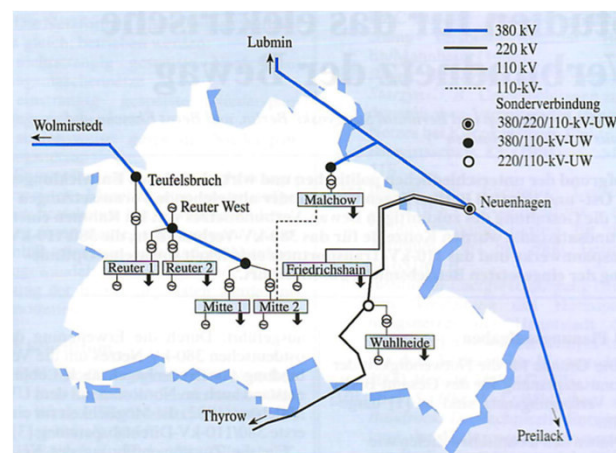


Bild 25.1:
Verbundnetzausbau 1995

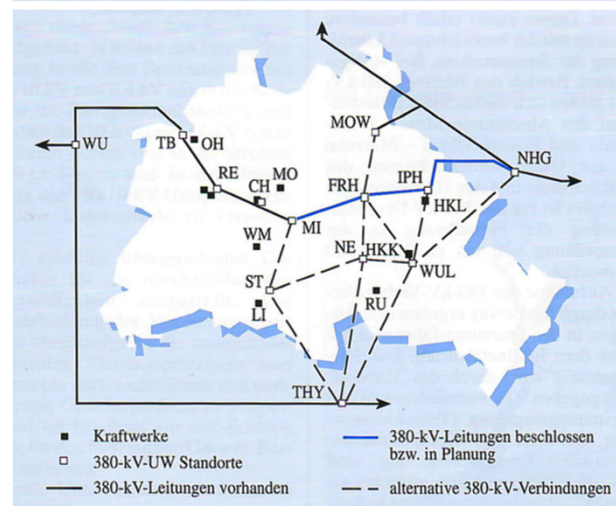


Bild 25.2:
380-kV-Planungshorizont 2010 von 1995 (IPH = Marzahn)

© Raskop et. al., Studien für das elektrische Verbundnetz der Bewag, 1995

(4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss

110-kV-Notverbindung vom Ost- zum Westteil Berlins 1992

- Geplante Inbetriebnahme der 380-kV-Leitung Wolmirstedt – Teufelsbruch 1991/92, aber
 - Verzögerung auf Ende 1994 aufgrund genehmigungsrechtlicher Auflagen zur Verkabelung des Abschnittes Teufelsbruch – Reuter im ehem. Westteil Berlins, daher
 - Planung und Realisierung einer 110-kV-Notverbindung (~2 km, 300 MW Übertragungsleistung) vom Ost- zum Westteil Berlins zur Beherrschung des Ausfalls eines KW-Blockes Reuter West
- **1992** Mit Inbetriebnahme der Notverbindung am 1. Dez. war die „Strominsel (West-)Berlin“ eigentlich Geschichte und das Bewag-Netz frequenzsynchron mit dem VEAG- und osteuropäischen (VES-)Netz ...
 - ... ab diesem Zeitpunkt gingen im Westteil Berlins die Netzfrequenz-gesteuerten Uhren nach (Zustand bis Anfang 1994, Verbesserung durch Zerfall VES und die zwischenzeitlich erreichte Regelfähigkeit der VEAG- und CENTREL-KW-Blöcke)
 - ... die Bewag erhielt sich wegen der „Notverbindung“ dennoch die Fähigkeit zur „Strominsel“ bis Dez. 1994

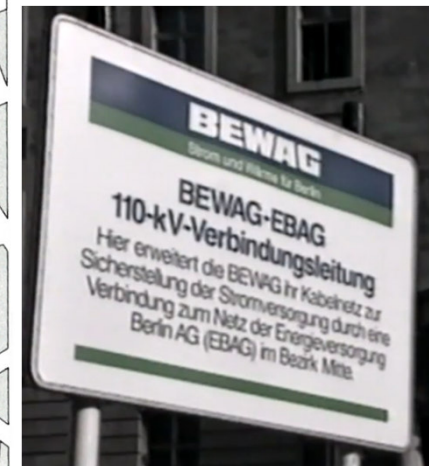
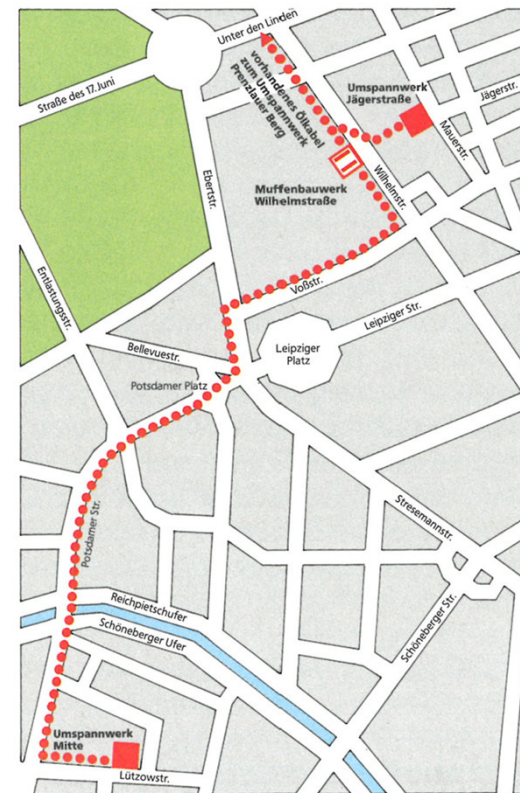
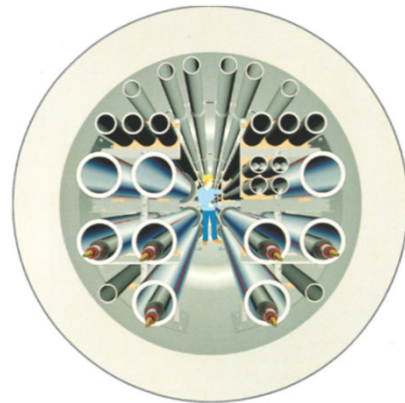


Bild 26: 110-kV-Notverbindung (links) und Baustellen-Infotafel (rechts)

(4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss 380-kV-Verbindung Teufelsbruch – Reuter 1994



Havel-tunnel: Länge 530 m, Innendurchmesser 2 m u. a. mit den beiden 380-kV-Kabelsystemen, drei Reserverohren sowie Kühl- und Begleitrohren

Bild 27: Trasse Teufelsbruch – Reuter (links) mit Havel-tunnel (oben)

1994 Fertigstellung der 380-kV-Kabelverbindung Teufelsbruch – Reuter (Mehrkosten der Verkabelung von rd. 385 Mio. DM führten zu Gesamtkosten von rd. 465 Mio. D-Mark)

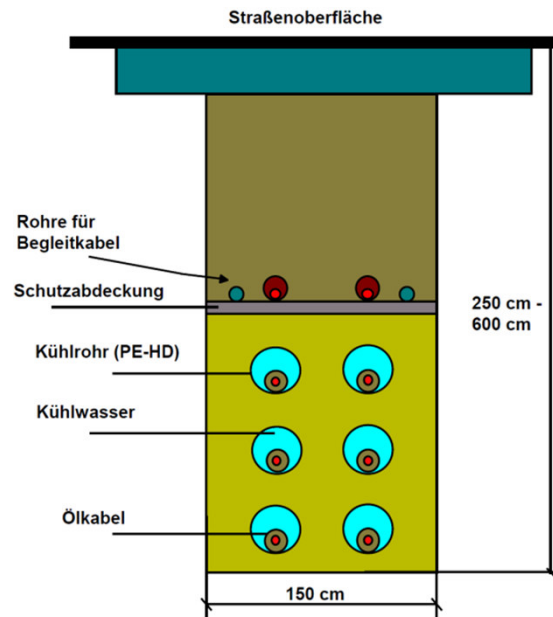


Bild 28: Anordnung der Erdverlegung (links) und PE-HD-Rohrlegung (rechts)



Analog Kabeltrasse R.-Wissel-Brücke – Mitte von 1978: Erdverlegte, wassergekühlte Ölkabel (1.200 mm² Cu) aber in PE-HD-Rohren, Max. Übertragungsleistung 2 x 1.120 MVA

(4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss

380-kV-Anschluss Bewag 1994 – Offizielles Ende der Strominsel

- **1994** Am 7. Dezember Inbetriebnahme der rd. 140 km langen 380-kV-Ltg. Wolmirstedt – Teufelsbruch und damit „offizielles“ Ende des seit 5.3.1952 bestehenden „Inselnetzbetriebes“ von (West-) Berlin inkl. Ablösung der 110-kV-Notverbindung
- Bewag-Netz ab 7.12.94 unverändert frequenzsynchron mit dem VEAG- und CENTREL-Netz (Tschechien, Ungarn, Polen und Slowakei)

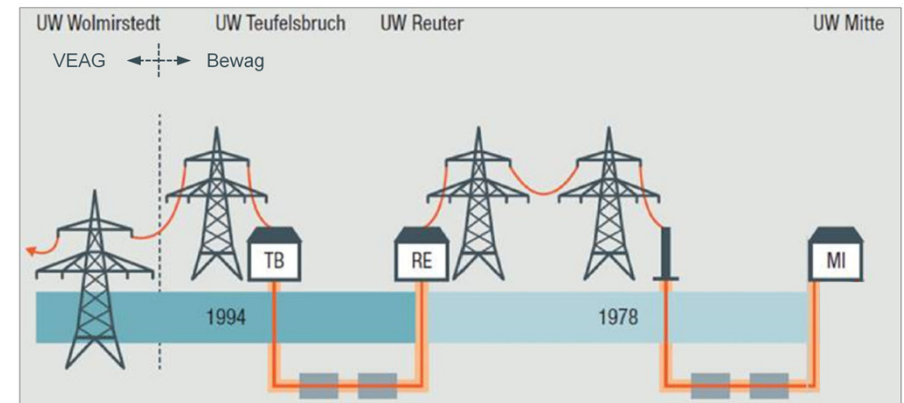
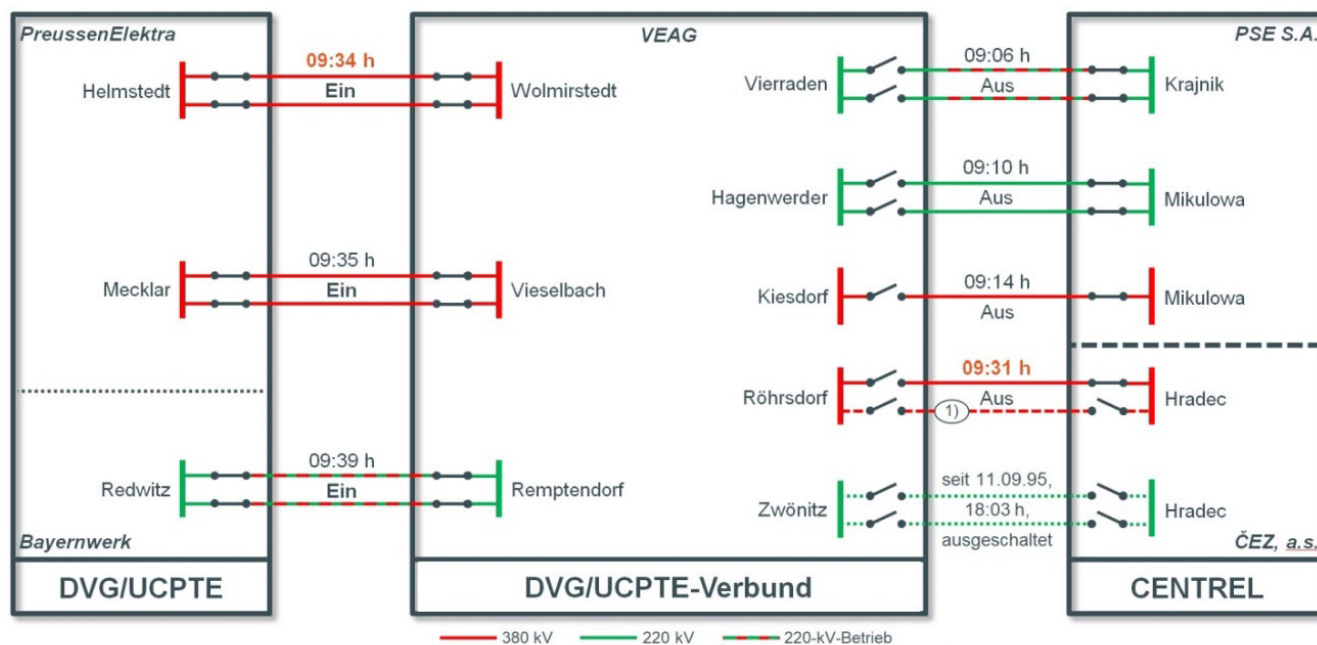


Bild 29: Feierliche Inbetriebnahme des 380-kV-Verbundanschlusses der Bewag (unten) und 380-kV-Netzkonfiguration 1994 (oben)

(4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss

Verbundanschluss VEAG/Bewag an DVG/UCPTE 1995

- **1995** Fertigstellung Mecklar – Vieselbach nach Verzögerungen in Hessen
- Gemäß Netzanalysen war der VEAG-Synchronanschluss mit nur drei statt vier Doppelleitungen zulässig (im Vorgriff auf den bevorstehenden Anschluss der CENTREL-Länder an UCPTE)
- **13. Sept. 1995** „Elektrische Wiedervereinigung“ Deutschlands (inkl. zuvor 3-minütiger Inselnetzbetrieb VEAG/Bewag)
- Ab dem Zeitpunkt der „Elektrischen Wiedervereinigung“ (09:34 h) waren VEAG/Bewag frequenzsynchron mit dem deutschen (DVG) und westeuropäischen Netz (UCPTE)
- 18. Okt. 1995 CENTREL-Anschluss



1) Stromkreis ausgeschaltet in Vorbereitung des einsystemigen 380-kV-Ringbetriebes von PSE (Mikulowa) über VEAG (Kiesdorf und Röhrsdorf) zur ČEZ (Hradec).

Herstellung am Nachmittag des 13.9.95 nach Aufnahme des Synchronbetriebes VEAG – DVG/UCPTE.

Bild 30: Ablauf der „Elektrischen Wiedervereinigung“ Deutschlands am 13. September 1995

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Inhalt

- (1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau Berlin
- (2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung
- (3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau Berlin
- (4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss
- (5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau
- (6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin
- (7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

(5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau

Ausbauetappen der Diagonale – Inbetriebnahmen 1998 - 2001

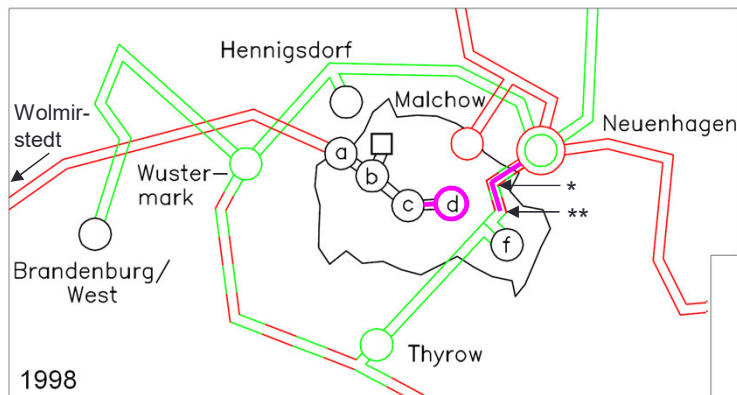


Bild 31.1: UW Friedrichshain (d), Kabel (c-d) Mitte – Friedrichshain u. Freileitung Neuenhagen – Marzahn* – Biesdorf/Süd** (Freileitung bis 2000 mit 220-kV-Betrieb)

Beachte:

Rückbau von je zwei 220- und 110-kV-Freileitungen der VEAG in Berlin und Brandenburg für den Neubau der 380-kV-Freileitung Neuenhagen – Marzahn – Biesdorf/Süd der VEAG/Bewag im Verhältnis von **3 : 1** (66 km : 22 km)

Anmerkung: Darstellung des VEAG-fremden Eigentums in damaligen Netzkarten in Schwarz. Im Bild 31.1 wurde die 380-kV-Freileitung Neuenhagen – Marzahn – Biesdorf/Süd für die Erkennbarkeit des 220-kV-Betriebes nachträglich in Rot/Grün dargestellt.

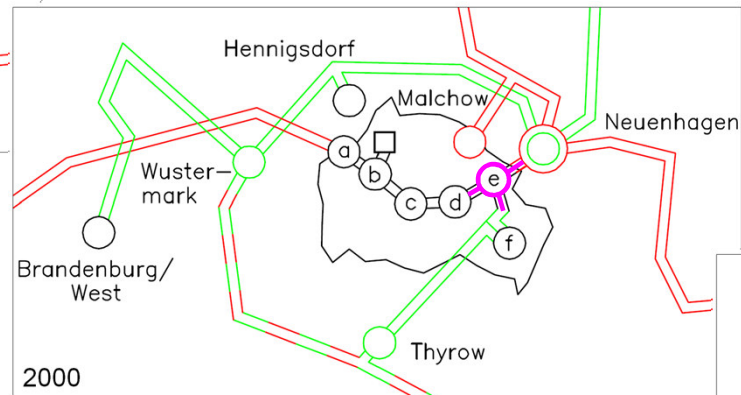


Bild 31.2: UW Marzahn (e), Kabel (d-e) Friedrichshain – Marzahn mit 380-kV-Umstellung Freileitungsabschnitt Neuenhagen – Marzahn und 220-kV-Betrieb Freileitungsabschnitt Marzahn – Biesdorf/Süd

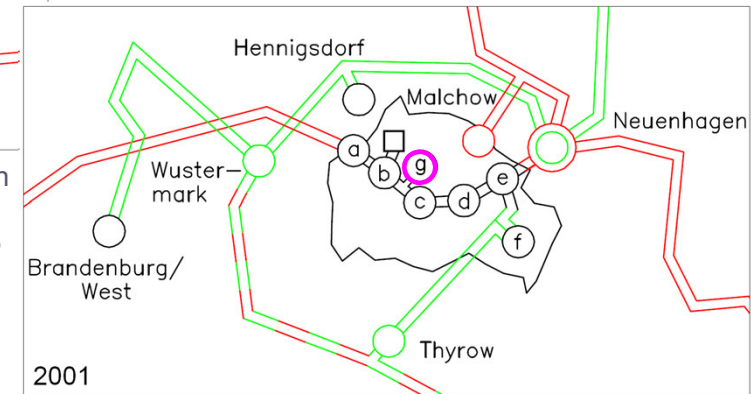


Bild 31.3: Einschleifung UW Charlottenburg (g) in eine der beiden Kabelverbindungen (b-c) Reuter – Mitte

Umspannwerk

- a) Teufelsbruch
- b) Reuter
- c) Mitte
- d) Friedrichshain
- e) Marzahn
- f) Wuhlheide
- g) Charlottenburg

- 380 kV
- 220 kV
- 220-kV-Betrieb einer 380-kV-Ltg.

(5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau

Ausbau Diagonale: Kabeltunnel Mitte – Friedrichshain – Marzahn (1/2)



Warum Tunnel- statt offener Bauweise?

- Tunnelbauweise ist technisch und wirtschaftlich vorteilhaft, weil sie in ca. 20 bis 30 m Tiefe zwischen den Schächten annähernd geradlinig verlaufen kann (nicht an Straßenverlauf gebunden).
- Während der Bauphase werden weder Straßen noch Grünflächen für die Kabelverlegung aufgerissen, damit langwierige Straßensperrungen/Verkehrseinschränkungen vermieden.
- Medien/Infrastrukturen Dritter werden nicht beeinträchtigt.
- Nur an den Schächten (Zugang zum Tunnel während der Bau- und Betriebszeit) erfolgen Eingriffe an der Oberfläche.
- Als unterirdische Baustelle reduziert die Tunnelbauweise den Baulärm.
- Grundwasserabsenkungen sind nicht erforderlich.
- Insgesamt ist die Tunnelbauweise eine „minimalinvasive“ und umweltschonende Bauweise.

Im Trassenverlauf Mitte – Friedrichshain mussten z. B. der Landwehrkanal, beide Spreearme, der Fern- und Regionalbahntunnel sowie zehn U- bzw. S-Bahn-Linien unterquert werden, was ohnehin Tunnelabschnitte erfordert hätte. Machbarkeitsstudien belegten die Vorteile der kompletten Tunnelbauweise.

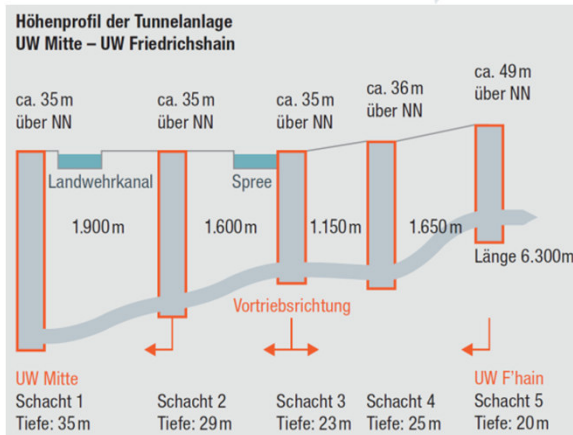


Bild 32.1: Abschnitt Mitte - Friedrichshain



Höhenprofil der Tunnelanlage
UW Friedrichshain – UW Marzahn

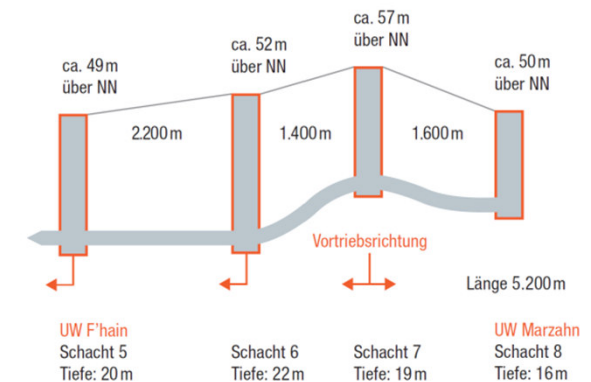


Bild 32.2: Abschnitt Friedrichshain - Marzahn

(5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau

Ausbau Diagonale: Kabeltunnel Mitte – Friedrichshain – Marzahn (2/2)

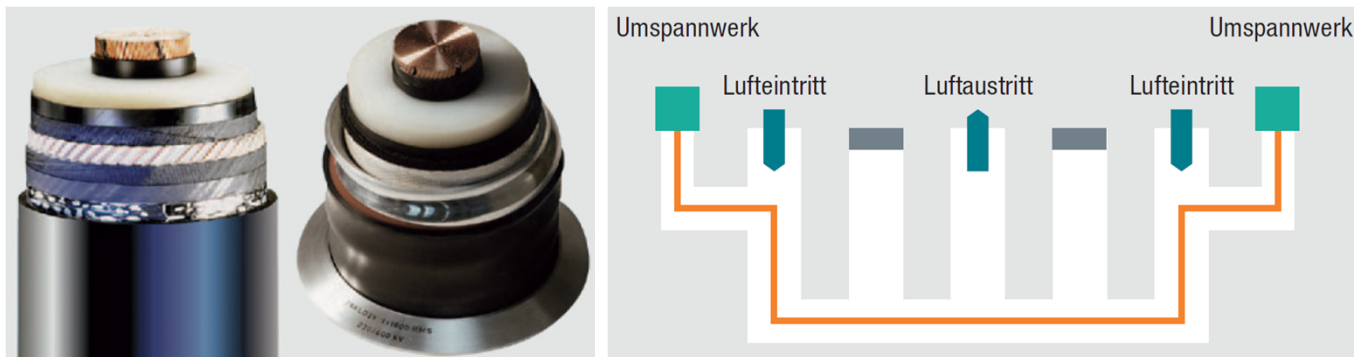


Bild 33.1: VPE-Kabel 1.600 mm² Cu (linkes Bild) mit max. Übertragungsleistung von 2 x 1.100 MVA mittels Kühlung im belüfteten Tunnel (Prinzipbild rechts)



Bild 33.2: Kabeltunnel Mitte – Friedrichshain – Marzahn (linkes Bild) inkl. Tunnelbahn (rechtes Bild)

(5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau Ausbau Diagonale: Umfang 1978 – 2000 im Überblick

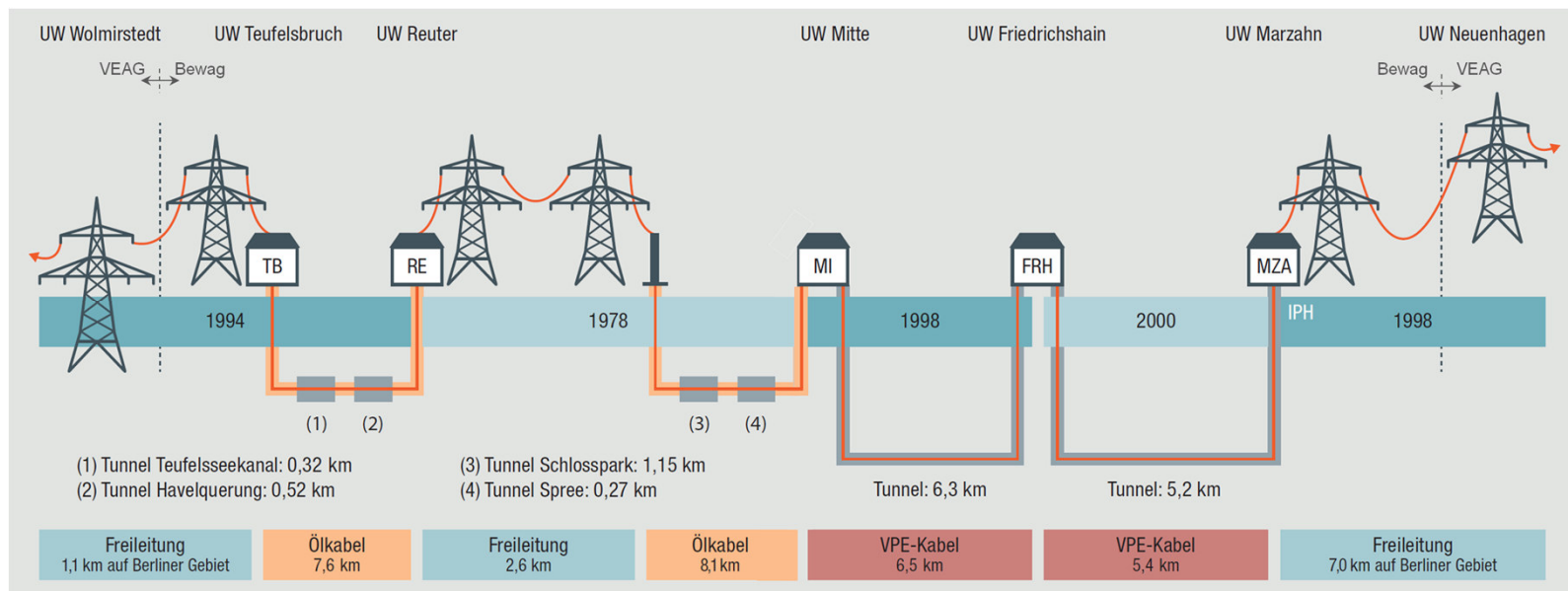


Bild 34: 380-kV-Diagonale Berlin in den Ausbautetappen 1978 – 2000 mit westlichem und östlichem Verbundanschluss
Darstellung ohne UW Charlottenburg, Einschleifung 2001 zwischen den UW Reuter und Mitte (westlich Tunnel Nr. 4)

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Inhalt

- (1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau Berlin
- (2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung
- (3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau Berlin
- (4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss
- (5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau
- (6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin
- (7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

(6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin

Notwendigkeit des (Teil-)Projektes Reuter – Mitte

Vergangenheit und Gegenwart:

- 380-kV-Diagonale als integraler Bestandteil des umgebenden HöS-Netzes wurde und wird mit steigenden Transportaufgaben, u. a. durch geänderte energiepolitische und -wirtschaftliche Rahmenbedingungen, konfrontiert:
 - Starke Veränderungen der Stromerzeugungsstrukturen in Deutschland, insbes. auch der massive Erneuerbare-Energien-(EE-)Ausbau im Nordosten (bei dort zugleich geringer Last), führen zu
 - Steigenden Ost-West-Leistungsflüssen durch Berlin / über die Diagonale (anders als in den frühen 1990er Jahren prognostiziert), diese auch begünstigt durch die
 - Elektrischen Eigenschaften der mit rd. 95% dominanten Kabel der 380-kV-Diagonale zwischen Teufelsbruch und Marzahn gegenüber dem umgebenden, fast kompletten HöS-Freileitungsnetz
 - Bereits erfolgte Stilllegungen städtischer Stromerzeugung im Verteilnetz, u. a. durch das Ende der Bewag-Netzinsel und den Kohleausstieg Berlins (bei KWK-Anlagen im Regelfall kein Ersatz der Stromerzeugung in gleicher Leistungsgröße)
- Altersbedingter Ersatz der Anlagen von 1978:
 - 380-kV-Kabelabschnitt UW Reuter – UW Mitte
 - 380-kV-Anlagen der UW Reuter und Mitte

(Gegenwart und) Perspektive:

- Steigende Berliner Lastentwicklung / Belastung Diagonale:
 - Power-to-Heat (PtH) für die Fernwärmeversorgung anstelle kohle- und gasgefeuerter KWK-Anlagen (= Verlust an „netzentlastender“ Berliner Stromerzeugung = steigende Belastung der Diagonale)
 - Errichtung leistungsstarker Rechenzentren (Digitalisierung)
 - Ausbau der E-Mobilität, etc. (Dekarbonisierung)
 - Bevölkerungswachstum und Entwicklung neuer Wohn- und Gewerbegebiete (u. a. Europacity und ehem. Flughafen TXL)
- Steigende Belastung der Diagonale durch innerdeutsche Strom-Ferntransporte:
 - Weiterhin starke Veränderungen der deutschen Stromerzeugungsstrukturen (u. a. Atom- und Kohleausstieg, Gas (nunmehr LNG) als Brückentechnologie, künftiger Einsatz von H₂; vgl. S. 39, NEP 2023)
 - Massiver EE-Ausbau (Wind und PV), insbes. im Norden/Nordosten Deutschlands im On- u. Offshore-Bereich (vgl. S. 39, NEP 2023)
 - Dekarbonisierung von Industrie, Gewerbe, Haushalten, Verkehr, etc. führt zu sehr stark steigender Stromnachfrage (vgl. S. 39, NEP 2023)

Ergebnis, zusammen mit anderen Projekten für Berlin, u. a.: Projekt „Netzverstärkung Marzahn – Teufelsbruch (380-kV-Diagonale Berlin)“; im NEP 2019 bestätigt → vgl. Punkt 7

(6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin

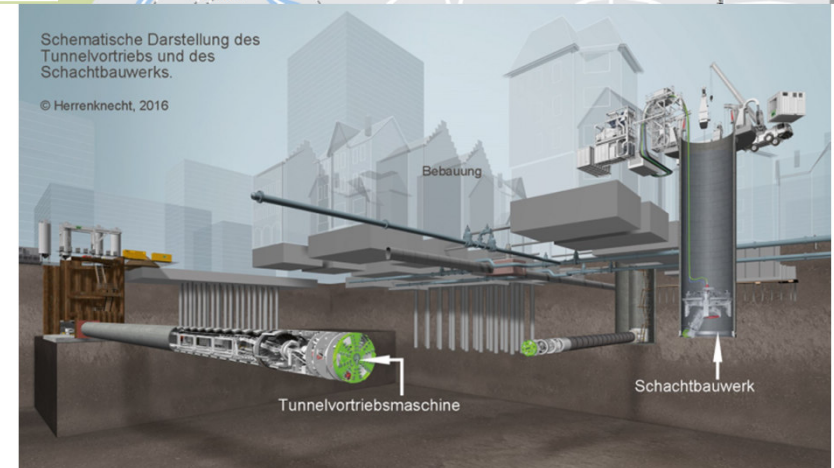
Projektdaten (Auswahl) des Tunnelbaus R.-Wissell-Brücke – UW Mitte

- 6,7 km langes Tunnelbauwerk
- Vier Schachtbauwerke (Endschächte R.-Wissell-Brücke und UW Mitte sowie Zwischenschächte UW Charlottenburg und Tiergarten) mit drei Tunnelabschnitten
- Hydroschildvortrieb \varnothing 3,7 m (Schneidrad mit Überschnitt), Neigung < 1,0 %
- Einschaliger Tübbing-Ausbau ($\varnothing_a = 3,6$ m, $\varnothing_i = 3,0$ m, $D = 0,3$ m/Tübbing, $B = 1,2$ m/Tübbing)
- Einbau einer Einschienen-Hängeseilbahn
- Notaufzug im Schacht Charlottenburg
- Kabelzuführungsbauwerke in die bestehenden UW
- Tunneltiefe 20...30 m unter EOK

© Implenia AG / 50Hertz Transmission

Bild 35 (oben): Verlauf der 380-kV-Tunneltrasse Reuter – Mitte (Rot punktiert)

Bild 36 (unten): Schematische Darstellung Tunnelvortrieb



(6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin

Meilensteine des Tunnelbaus R.-Wissell-Brücke – UW Mitte

- **Nov. 2014** – Information an Berliner Behörden zum geplanten Weiterbau der Berliner 380-kV-Diagonale als Kabeltunnel im Ergebnis der Vorplanungen
- **2016** – Vorstellung des Vorhabens vor Berliner Medien (inkl. Tunnelbesichtigung)
- **2018-19** – Öffentliche Informationsveranstaltungen zum Projekt
- **Juni 2019** – Standortentscheidung für den Zwischenschacht Tiergarten seitens BV Mitte
- Baubeginn der Schächte (jeweils 1/2 Jahr zuvor Bauvorbereitung/Baustelleneinrichtung)
 - April 2020: Anfangsschacht R.-Wissell-Brücke
 - Jan. 2021: Zwischenschacht UW Charlottenburg
 - Juni 2021: Zwischenschacht Tiergarten
 - Sept. 2022: Endschacht UW Mitte
- **März 2021** – Werksabnahme der Tunnelvortriebsmaschine (TVM) im Herstellerwerk
- **Okt. 2022**
 - Tunneltaufe durch die Regierende Bürgermeisterin von Berlin und Tunnelpatin, Franziska Giffey, auf den Namen „Franziska“; die TVM wird auf den Namen „Candela“ getauft
 - Beginn des Tunnelvortriebs von der R.-Wissell-Brücke in Richtung UW Charlottenburg, voraussichtlich im Dez. 2023 wird der Zwischenschacht UW Charlottenburg erreicht
- **2024/25** – Voraussichtliches Ende des Tunnelbaus mit Erreichen des Endschachts UW Mitte
- **2028/29** – Voraussichtliche Inbetriebnahme nach Abschluss des Kabeleinzugs und der Arbeiten in den 380-kV-Anlagen der UW Charlottenburg und Mitte

Bild 37 (oben): Werksabnahme der TVM am 11.03.2021

Bild 38 (unten): Tunneltaufe am 13.10.2022



(6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin

Meilensteine der Baumaßnahmen in den UW Mitte und Charlottenburg

UW Mitte

- Ab **2015** – Vorbereitung für Ersatz der 380-kV-GIS-Altanlage (von 1978)
- **2019** – Baubeginn mit Gebäudeerweiterung
- Ende **2021** – Beginn der 380-kV-GIS-Neuanlagen-Montage
- Ende **2022** – Inbetriebnahme erster Teile der Neuanlage inkl. Verbindung zur Altanlage
- **2026** – Geplante Fertigstellung der Neuanlage
- **2027/28** – Geplante Inbetriebnahme der Neuanlagenteile für die neuen VPE-Kabel (2.500 A) des Abschnittes nach Charlottenburg

UW Charlottenburg

- **2023** – Geplanter Abschluss des Neubaus der 380-kV-GIS-Anlage
- **2027/28** – Geplante Umstellung von der heutigen Einfacheinschleifung (Ölkabel von 1978, 1.600 A) zur künftigen Doppelschleifung (neue VPE-Kabel, 2.500 A)
- Doppelschleifung schafft gegenüber der Einfacheinschleifung eine höhere Verfügbarkeit des UW und betriebliche Flexibilität der Diagonale

UW Reuter

- *Start des 380-kV-GIS-Anlagen-Neubaus als Ersatz der Altanlage (von 1978) nach Inbetriebnahme des Neubau-UW Berlin/Südost (voraussichtlich 2026) sowie nach Abschluss des Ersatzneubaus der UW Charlottenburg und Mitte (2027/28)*



Bild 39: 380-kV-GIS-Neuanlage (vorn) und -Altanlage (hinten) mit Verbindung der Neuzur Altanlage im UW Mitte

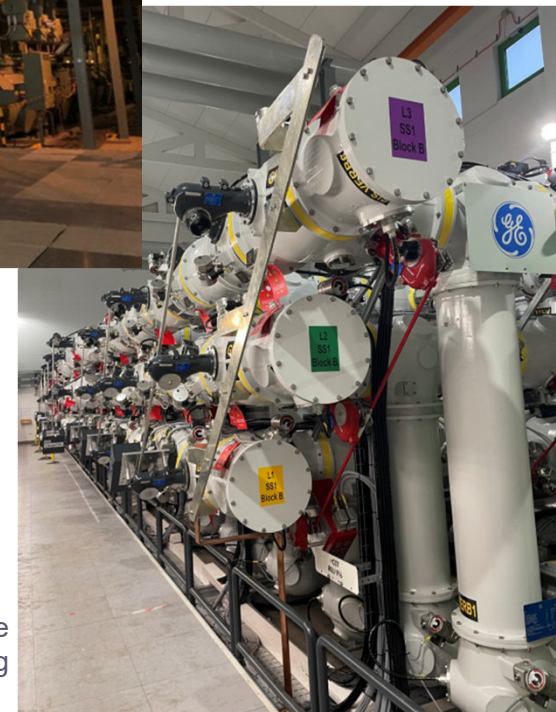


Bild 40: 380-kV-GIS-Neuanlage im UW Charlottenburg

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

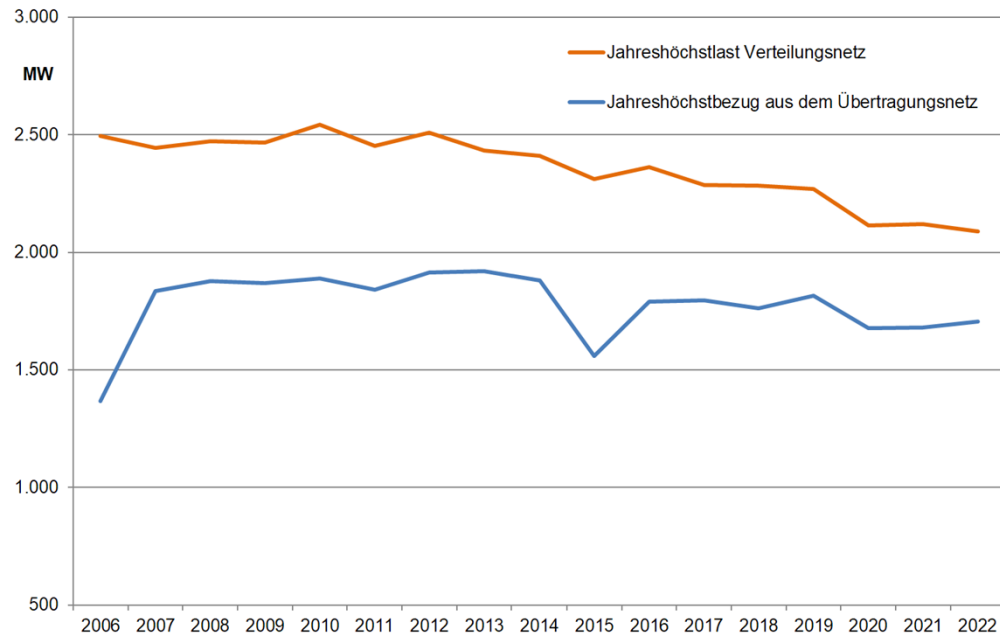
Inhalt

- (1) 1920er Jahre – 110-kV-Ausbau Berlin
- (2) 1940er/1950er Jahre – Demontage, Blockade und Netztrennung
- (3) 1970er Jahre – Beginn 380-kV-Ausbau Berlin
- (4) 1992-1995 – Bewag-Verbundanschluss
- (5) 1998-2001 – Vorläufiger Abschluss 380-kV-Ausbau
- (6) Aktuelle Übertragungsnetz-Verstärkung Berlin
- (7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

(7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

Übertragungsnetz-Entwicklung Berlin – Notwendigkeit umfangreicher Maßnahmen

Blick zurück – Lastentwicklung Berlin:



Grafik 1: Stromnetz Berlin – Jahreshöchstlast Verteilungsnetz und Jahreshöchstbezug aus dem Übertragungsnetz (nicht zeitgleiche Jahreswerte)

© Geschäftsberichte VE Distribution Berlin (2009-2012) bzw. Stromnetz Berlin (2013-2022) und www.stromnetz.berlin (historie-netzstrukturdaten-berlin.xlsx)

Blick voraus – Lastentwicklung als wesentlicher Treiber der Übertragungsnetz-Entwicklung Berlin (Beispiele):

- Sept. 2019: Inbetriebnahme einer PtH-Anlage von 120 MW_{el} im HKW Reuter West
- Anfragen der Fernwärme für PtH-Anlagen allein bei Stromnetz Berlin (SNB) von +550 MW bis 2033 *
- Dezidierte Leistungsanfragen für 110-kV-Netzanschlüsse von Rechenzentren bei SNB (ca. +550 MW bis 2033) *
- Prognose SNB: Verdopplung der Last innerhalb von zehn Jahren von rd. 2.200 MW (2022) auf rd. 4.100 MW (2033) *
- Vattenfall Wärme setzt verstärkt auf die Elektrifizierung des Wärmesektors durch PtH und Großwärmepumpen sowie auf der Erzeugungsseite weiterhin auf KWK-Anlagen **

Ergebnis: Umfangreiche Entwicklung des Berliner Übertragungsnetzes mittels Verstärkung und Ausbau, inkl. der Netzschnittstellen (UW und Transformatoren) zu SNB, zum Erhalt der Netz- und Versorgungssicherheit Berlins erforderlich

* Stromnetz Berlin, Dr. Landeck, Handout Jahrespressegespräch 2022, 4. April 2023

** Vattenfall Wärme, Chr. Feuerherd, Interview Berliner Zeitung, 19. April 2023

(7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin

Netzentwicklungsplan Strom (NEP) – Szenariorahmen NEP 2037 / 2045 (2023)

Übersicht wesentlicher Kennzahlen der Erzeugungs- und Verbrauchsentwicklung in Deutschland

© NEP kompakt, Netzentwicklungsplan Strom 2037 / 2045, Version 2023, 1. Entwurf; 24.3.2023 (Auszug)

	Referenz 2020/21	A...C 2037	A...C 2045	Relation zu 2020/21
Kernenergie	4,1	0,0	0,0	
Braun- und Steinkohle	37,9	0,0	0,0	
Erdgas / H2	32,1	>38,4	>34,6	
Öl	4,7	0,0	0,0	
Pumpspeicher	9,8	11,1	11,1	
Sonstige	4,3	1,0	1,0	
Summe konventionelle Erzeugung (GW)*	92,9	>50,5	>46,7	↓ Faktor ~0,5
Wind onshore	56,1	158,2...161,7	160,0...180,0	↑ Faktor 2,8...3,2
Wind offshore	7,8	50,5...58,5	70,0	↑ Faktor 6,5...9
Photovoltaik	59,3	354,4	400,0...445,0	↑ Faktor 6...7,5
Sonstige (u.a. Biomasse, Wasser)	15,5	10,8	8,3	↓ Faktor 0,5...0,7
Summe regenerative Erzeugung (GW)*	138,7	564,9...576,3	638,3...703,3	↑ Faktor 4...5
Summe Erzeugung (GW)*	231,6	615,7...627,1	685,3...750,3	↑ Faktor 2,5...3,2
Nettostromverbrauch (TWh)	478	828...982	999...1.222	↑ Faktor 1,7...2,6
Bruttostromverbrauch (TWh)	533	899...1.053	1.079...1.303	↑ Faktor 1,7...2,5
Treiber Sektorenkopplung (Auszug)				
Power-to-Heat (Fernwärme/Industrie) (GW)	0,8	12,6...22,0	14,9...27,0	↑ Faktor 16...34
Elektrolyse (GW)	<0,1	40,0...26,0	80,0...50,0	↑ Faktor 260...800

* installierte Erzeugungsleistung

Szenariorahmen für Deutschland:

- Je 3 energiewirtschaftliche Szenarien A/B/C mit unterschiedlicher Ausprägung zur Analyse des Netzentwicklungsbedarfs für die Zieljahre 2037 und 2045
- Ausblick 2045 auf das gesetzliche Zieljahr zum Erreichen der Klimaneutralität in Deutschland
- Kennzeichen u. a. ein beschleunigter EE-Ausbau (EEG-Novelle 2023) sowie eine stark steigende und zunehmend flexiblere Stromnachfrage (Elektrifizierung des Gebäude-, Verkehrs- und Industriesektors)

Ergebnisse 1. Entwurf:

- Anstieg des innerdeutschen Stromtransportbedarfs bis 2037 auf rund 87,7 GW
- Bis 2045 verbleibt dieser auf ähnlichem Niveau bzw. nimmt nur moderat zu; der weitere EE-Zubau kann weitgehend über den Ausbau von Flexibilitäten kompensiert werden
- Erheblicher Zuwachs an erforderlichen Netzverstärkungs- und Netzausbaumaßnahmen auf dem Weg zur Klimaneutralität (Umfang und Kosten des Zubaunetzes vergrößern sich weiter gegenüber dem NEP 2035 (2021))

(7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin Netzentwicklungsplan Strom (NEP)

Startnetz NEP 2035 (2021) und 1. Entwurf NEP 2037 (2023)

* Zubaunetz NEP 2035, Startnetz NEP 2037

Projekt	Maßnahme	Bezeichnung
50HzT-P180	M406	Netz <u>verstärkung</u> : Marzahn – Teufelsbruch (380-kV-Diagonale Berlin)
50HzT-P252	M585	Netz <u>ausbau</u> : Umspannwerk Berlin/Südost
50HzT-P360*		Netz <u>verstärkung</u> und - <u>ausbau</u> : Blindleistungskompensationsanlagen ... 50Hertz (u.a. M685h 120-Mvar-Spule UW Fr`hain)

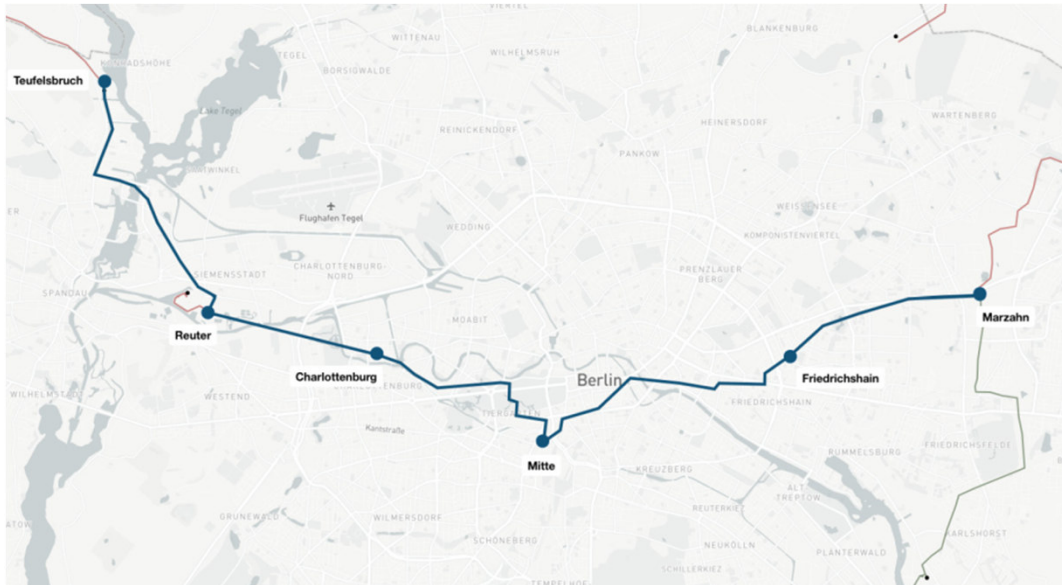


Bild 41: 380-kV-Netzverstärkung Berlin als 50HzT-P180 im © NEP 2035 (2021)

Status im NEP 2037 (2023):

- Bestätigung im NEP 2030 (2019)
- Startnetz seit NEP 2035 (2021)
- BBPIG 2022: Nr. 87
- Im Bau bzw. in Vorbereitung oder im Genehmigungsverfahren

Kurzbeschreibung:

- Erhöhung der Übertragungskapazität
- „Ersatzneubau“ der Kabelabschnitte **Mitte – Charlottenburg – R.-Wissell-Brücke** (Reuter) und Reuter – Teufelsbruch als Austausch der Öl- gegen leistungsfähigere VPE-Kabel inkl. **Tunnel-Neubau** statt Erdverlegung
- Verstärkung Mitte – Friedrichshain – Marzahn als Austausch der VPE-Kabel im Bestands-Tunnel gegen leistungsfähigere
- Anpassung bzw. Erweiterung betreffender UW
- Anvisierte Inbetriebnahme: 2038 (Abschluss der Gesamtmaßnahme)

(7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin Netzentwicklungsplan Strom (NEP)

Startnetz NEP 2035 (2021) und 1. Entwurf NEP 2037 (2023)

* Zubaunetz NEP 2035, Startnetz NEP 2037

Projekt	Maßnahme	Bezeichnung
50HzT-P180	M406	Netz <u>verstärkung</u> : Marzahn – Teufelsbruch (380-kV-Diagonale Berlin)
50HzT-P252	M585	Netz <u>ausbau</u> : Umspannwerk Berlin/Südost
50HzT-P360*		Netz <u>verstärkung</u> und - <u>ausbau</u> : Blindleistungskompensationsanlagen ... 50Hertz (u.a. M685h 120-Mvar-Spule UW Fr`hain)

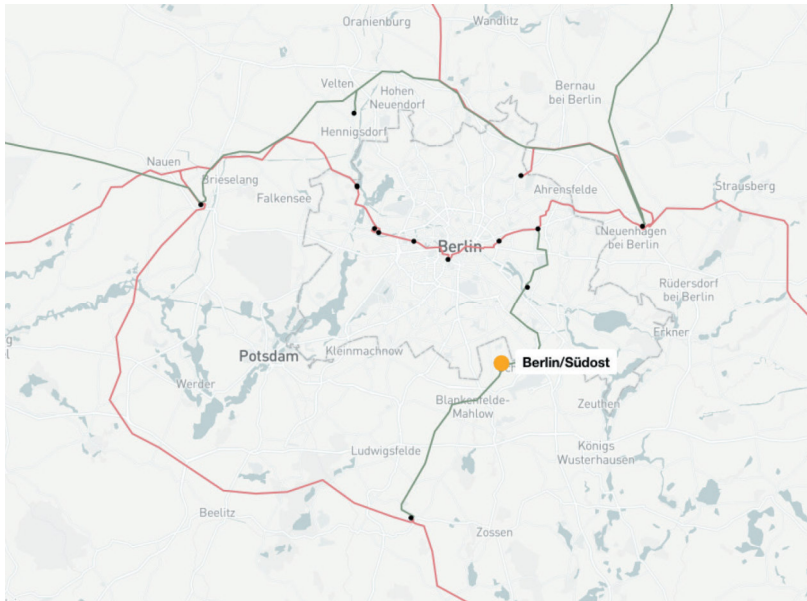


Bild 42: 380-kV-Netzausbau Berlin als 50HzT-P252 im © NEP 2035 (2021)

Status im NEP 2037 (2023):

- Erstmals im NEP 2030 (2017) identifiziert
- Bestätigung im NEP 2030 (2019)
- Im Genehmigungsverfahren

Kurzbeschreibung:

- Erhöhung der Netz- und Versorgungssicherheit der Hauptstadt
- **Neubau-UW** als entlastender und stützender Einspeisepunkt für die, über die Diagonale gespeisten, aktuellen Netzschnittstellen (NSS) zu SNB plus perspektivische NSS für VNB in Brandenburg
- 380(220)/110-kV-Neubau-UW Berlin/Südost mit Einschleifung in den 220-kV-Leitungsabschnitt Wuhlheide – Thyrow und temporärem 220-kV-Betrieb
- Anvisierte Inbetriebnahme: 2025

(7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin Netzentwicklungsplan Strom (NEP)

Zubaunetz NEP 2035 (2021) und 1. Entwurf NEP 2037 (2023)

Projekt	Maßnahme	Bezeichnung
P252		Netzverstärkung: Marzahn – Wuhlheide
	M534a	(Marzahn –) Punkt Biesdorf/Süd – Wuhlheide

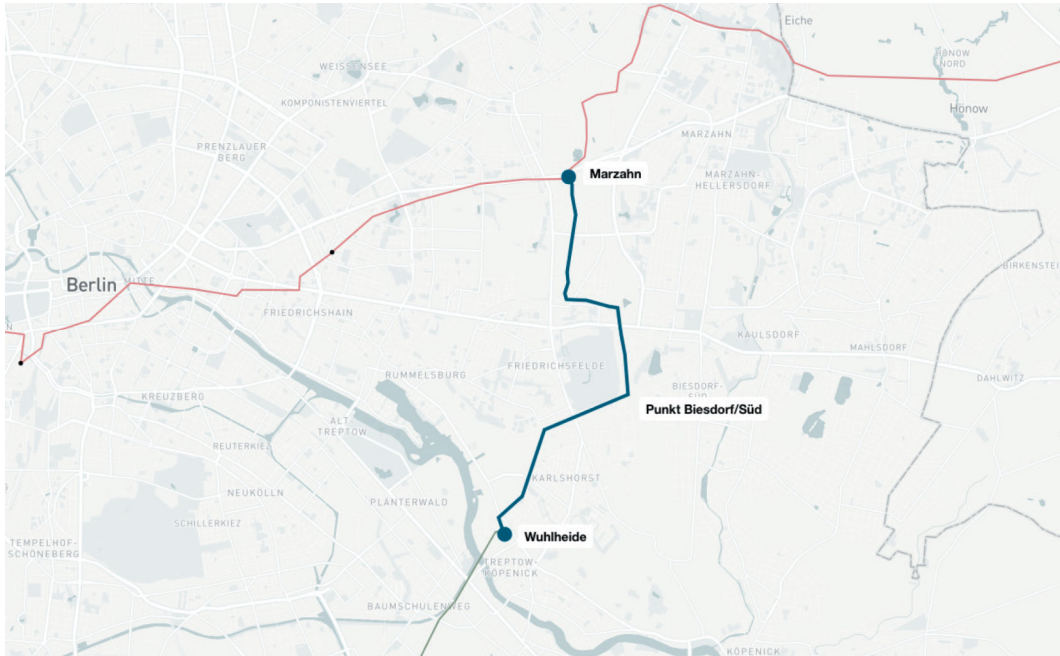


Bild 43: 380-kV-Netzausbau Berlin als P252 im © NEP 2035 (2021)

Status im NEP 2037 (2023):

- Erstmals im NEP 2035 (2021) identifiziert
- Bestätigung im NEP 2035 (2021)
- Noch nicht im Genehmigungsverfahren

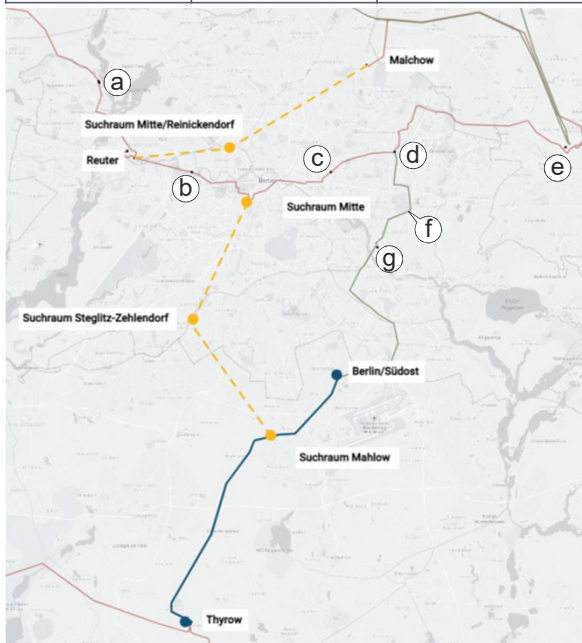
Kurzbeschreibung:

- Erhöhung der Versorgungssicherheit der Hauptstadt
- Ergänzung zum Neubau-UW Berlin/Südost
- „Ersatzneubau“ 380-kV-Leitungsabschnitt Biesdorf/Süd – Wuhlheide (ca. 4 km)
- Verstärkung UW Wuhlheide von 220/110 kV auf 380/110 kV plus 380/220-kV-Transformatoren für den Weiterbetrieb der 220-kV-Leitung Wuhlheide – Berlin/Südost (– Thyrow)
- Anvisierte Inbetriebnahme: 2032

(7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin Netzentwicklungsplan Strom (NEP)

Zubaunetz NEP 2035 (2021) und 1. Entwurf NEP 2037 (2023)

Projekt	Maßnahme	Bezeichnung
P531		Netzverstärkung und -ausbau Berlin
	M531a	Thyrow – Suchraum Großbeeren/Blankenfelde-Mahlow – Berlin/Südost / Suchraum Stadtbezirk Steglitz-Zehlendorf – Suchraum Stadtbezirke Mitte/Friedrichshain-Kreuzberg
	M531b	Malchow – Suchraum Stadtbezirke Mitte/Reinickendorf – Reuter



Eigene Ergänzung:
a) UW Teufelsbruch
b) UW Charlottenburg
c) UW Friedrichshain
d) UW Marzahn
e) UW Neuenhagen
f) Punkt Biesdorf/Süd
g) UW Wuhlheide

Bild 44: 380-kV-Netzausbau Berlin als P531 im © NEP 2037 (2023)

Status im NEP 2037 (2023):

- Erstmals im NEP 2035 (2021) identifiziert
- Bestätigung im NEP 2035 (2021)
- Vorbereitung Planungs- und Genehmigungsverfahren

Kurzbeschreibung:

- Erhöhung der Versorgungssicherheit der Hauptstadt
- Weitere 380-kV-Anbindungen zum umgebenden Übertragungsnetz zur Stützung der Diagonale mit zusätzlichen Anbindungen im Süden (~20 km Neubau und ~25 km Ersatzneubau) und Nordosten (~18 km Neubau)
- Erweiterung betreffender UW sowie Neubau-UW bzw. -Schaltanlage
- Anvisierte Inbetriebnahme: 2038 (Abschluss der Gesamtmaßnahme)

(7) Perspektive Übertragungsnetz-Verstärkung und -Ausbau Berlin Netzentwicklungsplan Strom (NEP)

Zubaunetz 1. Entwurf NEP 2037 (2023)

Projekt	Maßnahme	Bezeichnung
P360		Netzverstärkung und -ausbau: Blindleistungskompensationsanlagen Regelzone 50Hertz
		u. a.:
	M595f	Neuenhagen: 1 x rotierender Phasenschieber ± 300 Mvar *
	M595g	Malchow: 1 x STATCOM ± 300 Mvar inkl. Kurzzeitspeicheranlage
	M595o	Reuter: 1 x rotierender Phasenschieber ± 300 Mvar (M595o1) mit 1 x Kompensationsspule 176 Mvar (M595o2)
	M686	30-kV-Kompensationsspulen mit Bezug zu Berlin (n x Mvar): 2 x 40 Berlin/Südost, 3 x 40 Mitte und 2 x 40 Malchow
P638	M638a	Netzausbau: Leistungsflusssteuerung Neuenhagen *

* Netztechnische Wirkung auf Berliner Übertragungsnetz

Zubaunetz (Punktmaßnahmen) 1. Entwurf NEP 2037 (2023)

Projekt	Maßnahme	Bezeichnung
P364		Netzverstärkung und -ausbau Regelzone 50Hertz mittels sog. Punktmaßnahmen, u. a.:
		Hennigsdorf: 380/110-kV-Transformatoren (<i>zusätzliche nordwestliche Netzschnittstelle u. a. zu Stromnetz Berlin</i>)

Berlin-Diagonale

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der innerstädtischen Stromautobahn(en)

Zusammenfassung:

- Wie das gesamte Elektroenergiesystem (Strom-Erzeugung, -Übertragung und -Verteilung) in Deutschland, steht auch das in Berlin vor sehr großen Herausforderungen, um seinen Beitrag zum Erreichen der anspruchsvollen Klimaschutzziele (Klimaneutralität) zu leisten.
- Die für Berlin zuständigen Netzbetreiber 50Hertz Transmission (Übertragungsnetz) und Stromnetz Berlin (Verteilungsnetz) müssen diese Herausforderungen meistern, um auch künftig die Netz- und Versorgungssicherheit Berlins vor dem Hintergrund der in Berlin deutlich steigenden Stromnachfrage (Last) sowie der wachsenden innerstädtischen Übertragungs- und Verteilungsaufgaben zu gewährleisten.
- Die Berliner 380-kV-Diagonale muss dafür, wie im Netzentwicklungsplan Strom (NEP) seit Jahren aufgezeigt, deutlich verstärkt und ausgebaut (erweitert) werden, um auch künftig das sichere und zuverlässige Rückgrat der Berliner Stromversorgung zu bilden.
- Dazu ist die heutige Berlin-Diagonale (= „Stromautobahn“) mit ihren zu verstärkenden Kabelabschnitten künftig um weitere Anbindungen (= „Stromautobahnen“) und neue Umspannwerke/Netzschnittstellen zum Verteilungsnetz in Berlin zu erweitern. Ebenso sind die heutigen 50Hertz-Umspannwerke zu Stromnetz Berlin um- und auszubauen.

Anhang 1

Redaktionelle Hinweise

Die Literaturstellen zu diesem Vortrag finden sich in:

- Historie der Elektroenergieübertragung im Osten Deutschlands von 110 kV über 220 kV zur 380 kV, H. Radtke, 50Hertz Transmission, März 2020 (1. Ausgabe) bzw. Dez. 2022 (korrigierter Nachdruck)
- Netztechnische Maßnahmen zur Wiedervereinigung des Verbundnetzes in Deutschland, Dr. F. Berger und H. Radtke, 50Hertz Transmission, VDE-Vortrag, 17.12.2020

unter <https://www.altestromer-seniorenclub.de/empfehlungen/akademie/geschichte-der-elektrizitätswirtschaft/>

Sofern Texte des Vortrages nicht in o. g. Dokumenten aufgeführt sind, werden die Literaturstellen direkt per Fußnote bzw. © im Vortrag vermerkt (Irrtümer vorbehalten).

Die Bildnachweise sind nachfolgend in Anhang 2 aufgelistet.

Anhang 2

Bildverzeichnis

Nr.	Quelle	Nr.	Quelle
1	ELEKTRIE, 1987, H. 8	25	Raskop et. al., Studien für das elektrische Verbundnetz der Bewag, EW H. 8, 1995
2	Ort und Fotograf unbekannt; Foto aus dem Nachlass von Fritz G. Waack, veröffentlicht 2011 in Wikipedia von Ulrich Waack	26	Bewag (linkes Bild) und The Power Island (Bewag) – YouTube-Video (rechtes Bild)
3, 10, 14	Silva-Stadtplan Berlin 1933 (www.Berliner-Stadtplansammlung.de)	28	380-kV-Diagonale Berlin - ein Erfahrungsbericht, C. G. Henningsen, 2015
4	Spreekreuzung der 100000 Volt-Leitung (Elektrowerke A.-G.), undatierte gleichnamige Postkarte im eigenen Besitz	30	VEAG (eigene, neue Darstellung)
5, 6, 8, 11	Musterbetriebe deutscher Wirtschaft, Band 1: Die Elektrizitätswirtschaft, Elektrowerke A.-G. Berlin, R. Hamburger, Organisation Verlagsgesellschaft m.b.H. (S. Hirzel), 1. Auflage 1928	31, 32, 33, 34, 35, 38	50Hertz Transmission
7, 16	Siehe Nr. 5, aber 2. Auflage 1930	36, 37	Fa. Herrenknecht
9	50 Jahre Berliner Elektrizitätswerke 1884 – 1934, C. Matschoß, E. Schulz und A. Th. Groß, VDI-Verlag GmbH, 1934	39	50Hertz Transmission / Siemens
12, 13	Google Earth Pro	40	50Hertz Transmission / GE
15	Weddinger Straßenkreuzung mit 110-kV-Leitungsmast (Aufnahme ab Ende 1938), undatierte Postkarte im eigenen Besitz	41, 42, 43	NEP 2035 (2021)
17	130 Jahre Energie für Berlin, Von 1884 bis heute; Vattenfall	44	NEP 2037 (2023) plus eigene Ergänzung
18	https://history.vattenfall.com/media-archive?medialD=140288 (ID: VF000502)		
19, 20, 22	50Hertz Transmission		
21, 27, 29	Bewag		
23	The Power Island (Bewag) – YouTube-Video		
24	Radtke/Berger, Vortrag zum 300. Elektrotechnischen Kolloquium der TU Dresden, 29.11.1989 (plus eigene Ergänzungen)		

Anhang 3

Tipps zu sehenswerten Videos

50Hertz Transmission	Die 380 kV-Diagonale – 50Hertz verbindet Berlin	https://www.youtube.com/watch?v=CeuXlgFnNAs
50Hertz Transmission	50Hertz-Kabeldiagonale Berlin – Tunneltaufe	https://www.youtube.com/shorts/5zxZ2F5YtE8
Implenia	Kabeldiagonale Berlin	https://www.youtube.com/watch?v=ZcT97ySnLzI
50Hertz Transmission	50Hertz-Trafotransport zum Berliner Umspannwerk Reuter	https://www.youtube.com/watch?v=33_1SUi7YDY
ProSieben Galileo	Berlins geheimste U-Bahn	https://www.youtube.com/watch?v=gjBYJcAtWTE
Bewag	The Power Island (history of Bewag)	https://www.youtube.com/watch?v=v2DrazDwwel
VEAG	Elektrische Wiedervereinigung – Veag verbindet	https://www.youtube.com/watch?v=E7aT7kRPza8