

Ing. – Büro für Hydro-Kraftwerkstechnik

# 85 Jahre PSW Niederwartha

Rückblick und Ausblick



## Meilensteine der Vorbereitung und des Baues

- Herbst 1924: Erste technische Arbeiten für EV Gross-Dresden und das Land zur „Hydro-elektrischen Speicherung“
- 1926: Gründung Wasserwirtschaftszweckverband zur technischen und wirtschaftlichen Vorbereitung aus Finanzministerium Sachsen, AG SW und Stadt Dresden
- 1927: Baubeginn
- 27. November 1929: Erster Pumpspeichersatz am Netz
- März 1930: Letzter Pumpspeichersatz am Netz

Auszug aus Originaldokument von 1929

Gründung der Gesellschaft	24. Dezember 1926
Abschluss der Planung	Januar 1927
Verleihung des Enteignungsrechtes	März 1927
Beschlußfassung des Aufsichtsrates über die Ausführung einschl. der Baukosten	April 1927
Vergebung der Turbinen und Pumpen	Mai 1927
Vergebung der Generatoren und Umspanner	Juni 1927
Wasseramtliche Genehmigung des Bauvorhabens	Juni 1927
Erster Spatenstich (unteres Becken und Grundablaßstollen im oberen Becken)	August 1927
Beginn der Betonarbeiten des Krafthauses	Juni 1928
Beginn der Rohrleitungs-Montage	Oktober 1928
Inbetriebnahme des Maschinenhaus-Kranes 140 to	Dezember 1928
Fertigstellung des Dammes am oberen Speicherbecken bis auf Teile der Lehmschürze sowie Nebenarbeiten	Dezember 1928
Beginn der Schaltanlagen-Montage in der 100 kV-Freiluftanlage	April 1929
Beginn der Maschinenmontage im Krafthaus	April 1929
Beginn der Schaltanlagen-Montage in der Eigenbedarfsanlage, Warte und 20 kV-Anlage	Juli 1929
Druckprobe und Fertigstellung der Rohrleitungen einschl. Wasserschlösser	Juli-September 1929
Beginn des Füllens der Speicherbecken von der Elbe mit Hilfspumpenanlagen	August 1929
Inbetriebnahme (Beginn des Einlaufbetriebes) der ersten Maschinenaggregate nebst Schaltanlagen	September-Oktober 1929
Voraussichtlicher Beginn des Dauerbetriebes mit der Gesamtleistung des ersten Ausbaues (vorher mit Teilen der Leistung)	Dezember 1929

Bei der Bauausführung werden etwa 710 000 Tagewerke von Notstandsarbeitern geleistet (wertschaffende Erwerbslosen-Fürsorge).

# Technische Daten der Ausrüstung

4 ternäre PSS, jeweils mit Motorgenerator, Francisturbine, Reib-Konus-Kupplung und einstufiger, zweiflutiger Speicherpumpe

Motorgenerator:

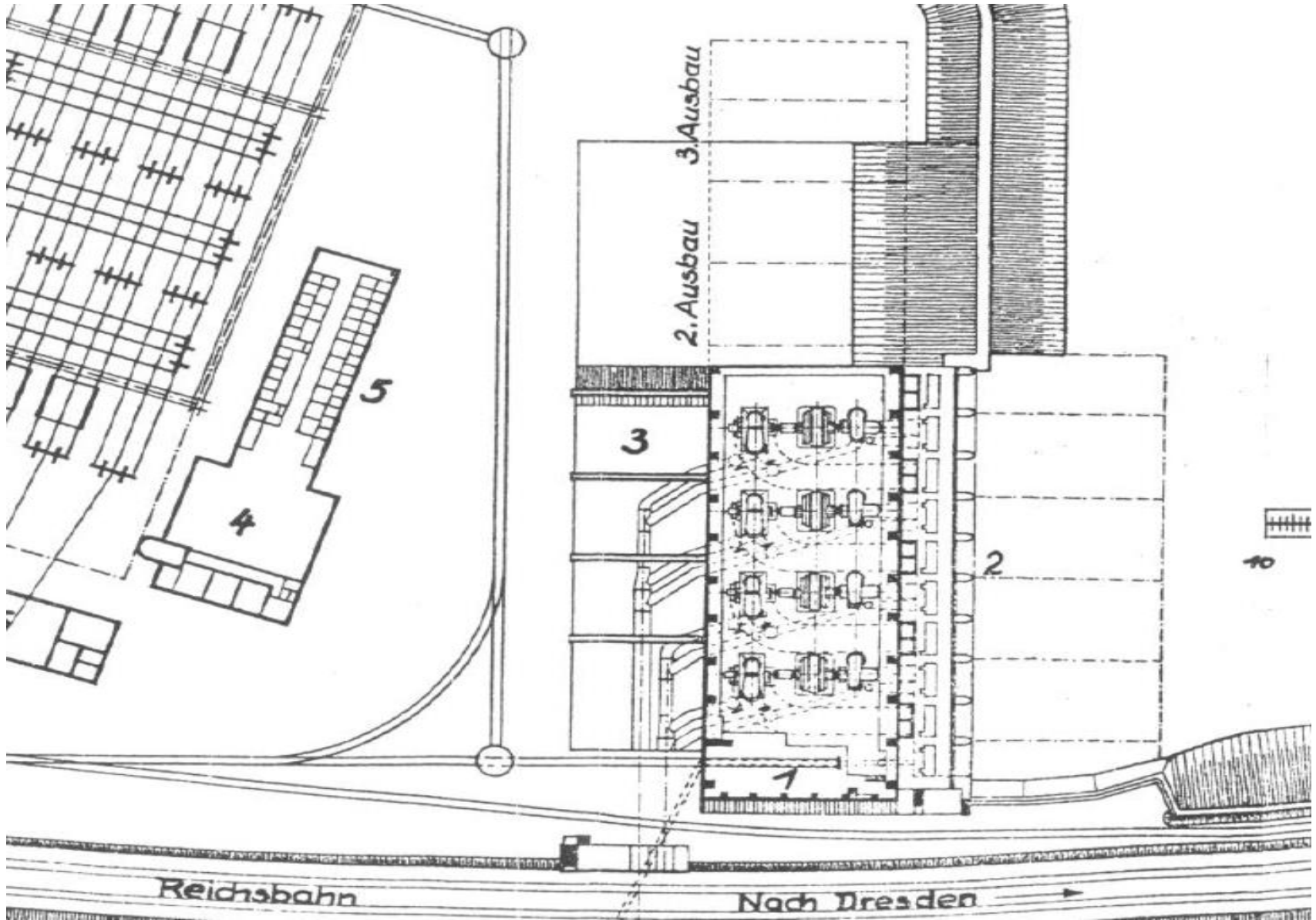
als Generator: 21500 kVA, 15 MW bei  $\cos \varphi = 0,7$ , dauernd  
belastbar: 26875 kVA, 18,75 MW bei  $\cos \varphi = 0,7$   
als Motor: 21,5 MW bei  $\cos \varphi = 1$

Francisturbine:  $P_{\max\text{Welle}} = 22,3$  MW,  $Q_{\max} = 18,5$  cbm/s

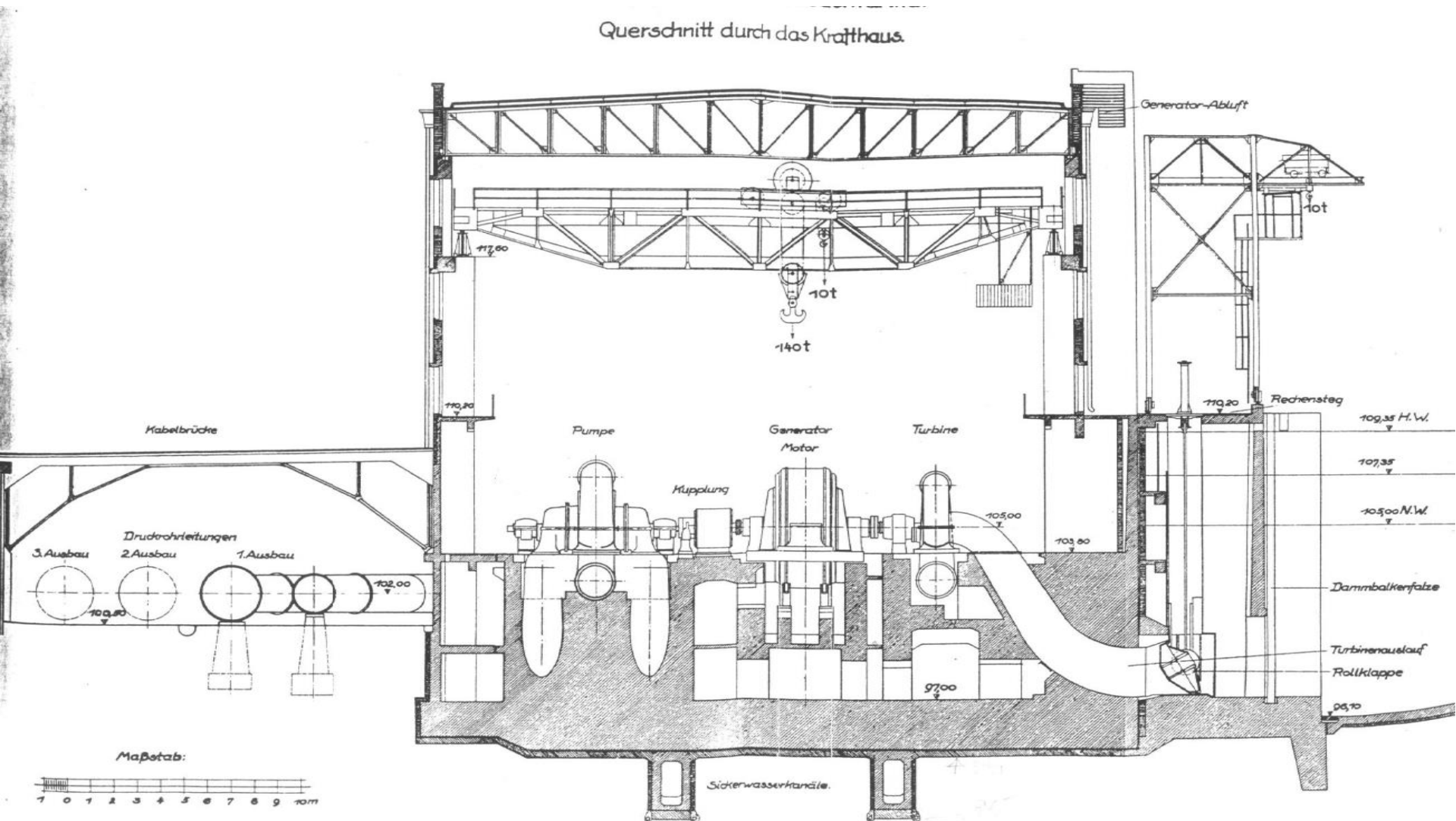
Speicherpumpe:  $P_{\max\text{Welle}} = 19,68$  MW,  $Q_{\max} = 11,8$  cbm/s

Synchrondrehzahl: 375 / min

# Draufsicht auf Kraftwerksgelände



# Querschnitt durch Maschinensatz



## Betrieb bis 1945 und Demontage

1930 – 1945 Gesamterzeugung von 1100 GWh, das entspricht ca. 920 Volllaststunden(80 MW) pro Jahr

Beträchtliche Zerstörungen noch in den letzten Kriegstagen(7.Mai 1945)

Herbst 1945 Beschluss des Alliierten Kontrollrates zur Demontage der kompletten Ausrüstung und Transport in die Sowjetunion als Reparationsleistung

Damit war das PSW NW nicht mehr betriebsfähig

# Wiederaufbau nach 1945

Erste Arbeiten 1952 bei Wasserwirtschaftsdirektion Obere Elbe, sehr schwierig, da gesamte Dokumentation nicht mehr vorhanden

1955 Beginn Projektierung und Vorbereitung bei Energieprojektier. Dresden unter Leitung Prof. Gerstenberger. Ziel: Zunächst in altem Zustand wieder herstellen, dazu neue Ausrüstung und TWL

Hydraul. Maschinen (Tu, Pu) bei Fi. Voith St. Pölten (A) nach alten Unterlagen des früheren Herstellers Fi. Voith Heidenheim

Motorgeneratoren bei Fi. Sachsenwerk Dresden (hatte auch 2 MG der Erstaufst. geliefert). Dabei Erhöhung der Leistung auf 31500kVA

Neue Rohrleitungen nach alter hydraulischer Bemessung in Schweißausführung für TWL von Fi. Voest Linz (A)

# Erweiterung des Werkes

Im Anschluss an den Wiederaufbau Erweiterung um 2 PSS und einen Montageblock mit Sozialräumen entsprechend der alten Planung in Verlängerung des alten Krafthauses in Richtung Norden

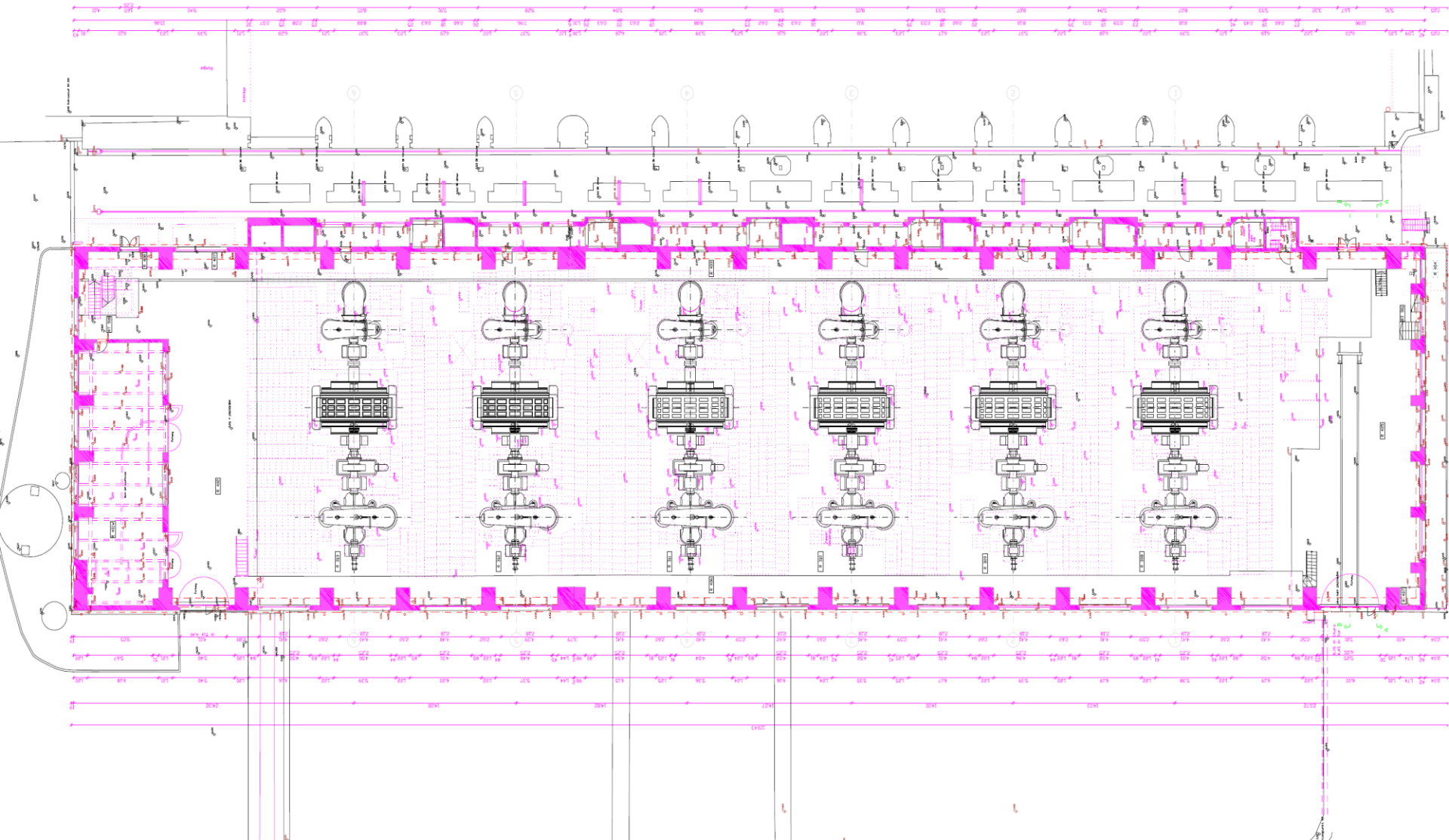
Bei Bauprojektierung und Bauausführung starke Anlehnung an alte Ausführung sowohl bei der Gründung als auch im Hochbau

1956 kamen die 1945 demontierten Maschinen- und Anlagenteile aus der Sowjetunion zurück. Sie konnten teilweise nach entsprechender Aufarbeitung (z. B. 2 MG nach Neuwicklung) für die zusätzlichen PSS 5 und 6 verwendet werden

Für die zusätzlichen PSS wurde eine 3. TWL gebaut, ebenfalls entsprechend der ursprünglichen Planung

Abschluss des Wiederaufbaues einschließlich der Erweiterung auf 6x20 MW war im November 1960 erreicht. Ebenfalls der Anschluss an einen ebenfalls neu geschaffenen 220 kV-Netz-Knotenpunkt.

# Draufsicht Krafthaus nach Erweiterung 1960



Ing. – Büro für Hydro-Kraftwerkstechnik

# Blick in das Krafthaus



## Betrieb nach 1960

Zunächst Betrieb im VEB Verbundnetz Ost, dann in der EV Dresden (später EKD)

Ab 1971 Eingliederung in den VEB Pumpspeicherwerke, Sitz Hohenwarte. Vorteil: Gleiche Stellung wie übrige PSW bezüglich Instandhaltung und Einsatz. Die Erfahrung und auch die im VEB PSW vorhandene, eigene Instandhaltungskapazität kam des PSW NW zu gute (z. B. erster Innenkorrosionsschutz der TWL).

Im Ergebnis stabiler Betrieb mit guter Verfügbarkeit. Die Verfügbarkeit, also die Möglichkeit bei Bedarf im Netz sehr schnell Energie zu liefern, hatte damals Priorität.

Der im Vergleich z. B. gegenüber anderen PSW geringere Wälzwirkungsgrad war erst in 2. Linie interessant und wurde durch die damals in der Energiewirtschaft der DDR praktizierte Vergütung der PSW (50 % nach Verfügbarkeit, 50 % nach elektrischer Arbeit) abgedeckt.

# Stellung des PSW NW im VEB PSW

Bezüglich installierter Leistung Nr. 2 nach PSW Hohenwarte II

1971 war das PSW Markersbach (Ausbauleistung 1050 MW) bereits im Bau mit Konzentration aller materiellen und immateriellen Kapazitäten auf dieses damals gewaltige Vorhaben.

Darüber hinaus wurde bereits vor Fertigstellung des PSW Markersbach 1976 mit der konkreten Vorbereitung des nächsten Großvorhabens, des PSW Goldisthal, mit geplanter Ausbauleistung von 3000 MW, begonnen.

Auswirkungen für PSW NW: Gegenüber diesen Großprojekten verlor PSW Niederwartha mit 120 MW Leistung an Bedeutung. Außerdem war dafür weder Geld noch Kapazität vorhanden.

## Betrieb nach der Wende

Über die Stationen VKAG (1990), VEAG (1991) bis Vattenfall Europe AG (2003) weiterer Betrieb als ein PSW im Pumpspeicherwerk Hohenwarte.

Keine Änderung der Stellung innerhalb der PSW. Fokus Anfang der Neunziger auf Verbesserungen im PSW Markersbach (Beginn HR 1993, 1 PSS/Jahr) und Vorbereitung PSW Goldisthal mit dem Baubeginn 1997.

Wegfall der Verfügbarkeit als Vergütungskriterium, nur noch Erzeugung maßgebend. Durch den niedrigen Wälzwirkungsgrad, bedingt vor allem durch das kleine Verhältnis von Fallhöhe zur Länge des Treibwasserweges (führt zu relativ hohen Verlusten in der TWL), Verringerung der Wirtschaftlichkeit und in der Folge weiter abnehmender Einsatz.

# Auswirkungen Elbehochwasser 2002

Während des Augusthochwassers kam es zur vollständigen Überflutung des Krafthauses mit der gesamten Ausrüstung mit gravierenden Folgen und dem Verlust der Betriebsfähigkeit.

Um das PSW NW wieder betriebsfähig zu machen, waren sehr hohe Aufwendungen für Reinigung, Trocknung, Sanierung und Reparatur von Anlagen und Ausrüstungen notwendig.

Zu diesem Zeitpunkt stand das PSW Goldisthal unmittelbar vor dem Start der IBS. Vor diesem Hintergrund und auf Grund des bekannten, niedrigen Wirkungsgrades des PSW NW, wurde in der VEAG die Entscheidung getroffen, nur zwei PSS wieder betriebsfähig zu machen und an den übrigen 4 PSS nur unbedingt notwendige Reinigungs- und Trocknungsarbeiten vorzunehmen.

Die PSS C und D waren nach Abschluss der Sanierung im Juli 2003 bzw. im Frühjahr 2004 wieder betriebsfähig.

# Arbeiten von Vattenfall zur Modernisierung

Erst 2003 mit der bevorstehenden Fertigstellung PSW Goldisthal Erarbeitung der Pre-Feasibility-Studie durch Bogenrieder/Martens. Im Ergebnis der Variantenuntersuchung steht der Vorschlag: Neubau eines Schachtkrafthauses in Verlängerung des alten Krafthauses mit einem vertikalen 100MW-PSS und Weiterbetrieb des Alt- Werkes für Regelaufgaben als wirtschaftlichste Lösung.

Sept. 2005 – März 2006 Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie durch die Planungsgemeinschaft LI/HPI im Auftrag von Vattenfall für die Errichtung eines 120 MW Neubaukraftwerkes als Schachtkrafthaus mit einem PSS mit vertikaler Welle mit reversibler Pumpturbine und starr gekoppeltem reversiblen Synchronmotorgenerator.

Oktober 2007 – Dezember 2009 Erarbeitung einer Entwurfsplanung für neues 120 MW Kraftwerk (ähnlich Machbarkeitsstudie, lediglich ASM anstelle von SM) durch eine Interessengemeinschaft ILF/IUB/guB.

# Abbruch der Planungsarbeiten

- Ende 2009 Abbruch des Vorhabens durch Vattenfall trotz kompletter Entwurfsplanung wegen nicht ausreichender Wirtschaftlichkeit
- Grundsätzliche Kritik: Neben der eingetretenen Verschlechterung der Rahmenbedingungen für PSW und starker Kostenerhöhung (ca. Faktor 3 zur Machbarkeitsstudie) sind noch diese Ursachen für das Scheitern zu nennen:
- Bereits beginnend mit der Pre-Feasibility-Studie zu einseitige Fixierung auf Minimierung der Investitionskosten bei nicht ausreichender Berücksichtigung der Einsatz- und Vermarktungschancen des neuen Werkes und des damit erzielbaren Erlöses . Zu starke Anlehnung an das Beispiel Modernisierung PSW Herdecke durch den AG, ohne die Unterschiede und die zwischenzeitlichen Veränderungen ausreichend zu beachten.

## Wie weiter ?

- **Sein** oder **nicht sein** ? Diese Frage stand und steht damit noch heute für das PSW NW.
- **Sein des Standortes bedeutet:** Erhalt der Möglichkeit des Speichers für ca. 600 MWh, der Stabilisierung des Netzes im Raum Dresden einschließlich eines Schwarzstarts in kritischer Situation, der mit dem PSW Niederwartha gewachsenen Infrastruktur (z. B. Freibad Cossebaude) und des unter Denkmalschutz stehenden Krafthauses.
- **Nicht sein bedeutet:** Verlust der Speichermöglichkeit von ca. 600 MWh, der möglichen Netzstabilisierung im Raum Dresden einschließlich eines Schwarzstarts, der gewachsenen Infrastruktur in noch nicht überschaubarem Ausmaß und der Genehmigung (Wasserrecht) als PSW-Standort. Dazu käme ein Rückbau mit hohem Zeit- und Kostenaufwand. Ein denkbarer Erhalt „nur“ als technisches Denkmal würde ebenfalls zu hohen Aufwendungen führen.

## Weitere Untersuchungen zur Modernisierung

- In dieser Situation und ohne Auftrag von VE begann 2010 bei VPC die Suche nach einer wirtschaftlichen Lösung für die Modernisierung
- Dabei Umkehr der Fragestellung: Was muss ein modernisiertes PSW NW können, um bei den bekannten Nachteilen seinen Platz in der EV behaupten und wirtschaftlich arbeiten zu können?
- Durch das vorhandene, kleine Verhältnis von H/ l (Fallhöhe zu Länge der TWL) ist Wirtschaftlichkeit **im vorrangigem Speicherbetrieb** nicht erreichbar, es bieten sich aber Chancen als PSW **mit vorrangigen Regelaufgaben** für die ganze Palette der Netzdienstleistungen.
- Um einer solchen, neuen Hauptaufgabe eines modernisierten PSW NW gerecht werden zu können, muss die Ausrüstung ein bisher nicht realisiertes Maß an Flexibilität einschließlich sehr kurzer Zeiten für Betriebsartenwechsel ermöglichen.

# Wie muss diese Flexibilität aussehen?

- Es soll ein ununterbrochener Betrieb über 24 h/Tag möglich sein und in der Erweiterung auch über längere Zeiten (z. B. 7x24h)
- Dabei soll das Werk jeder Anforderung des Netzes in der für die Erfüllung von Netzdienstleistungen erforderlichen Reaktionszeit folgen können, möglichst von der maximalen Turbinenabgabeleistung bis zur maximalen Pumpenaufnahmeleistung ohne Unterbrechung.
- Ständige Erfüllung von Regelaufgaben bei einer Fahrplanleistung von oder nahe von 0 MW erfordert etwa gleiche Einsatzzeiten im Tu – und Pumpbetrieb. Zur Wahrung der Wasserbilanz ist dabei auch ein etwa gleicher Summendurchsatz in beiden Richtungen notwendig.

# Folgerungen für Werk und Ausrüstung

- Ausrüstung mit nur einem PSS bedingt immer eine Lücke zwischen  $\min. P_{elTu}$  und  $\min. P_{elPu}$  in der Leistungskennlinie. Deshalb Aufteilung der Werksleistung auf 2 PSS mit regelbarer Drehzahl und vertikaler Welle, am sinnvollsten baugleich jeweils mit MG und PT.
- Auch mit 2 baugleichen PSS bleibt eine Lücke zwischen  $\min. P_{elTuPSS}$  und  $\min. P_{elPuPSS}$  jeweils bezogen auf einen PSS. Überbrückung der Lücke durch die Betriebsart hydraulischer Wasserkurzschluss (HWKS).
- Im HWKS fährt ein PSS mit  $\min. P_{elPuPSS}$  und der 2. PSS im Turbinenbetrieb, dessen Leistung so geregelt wird, dass die Summe der vom Werk geforderten Leistung entspricht.

# Weitere Folgerungen

- Bei binärem PSS bedingt jeder Betriebsartenwechsel auch einen Drehrichtungswechsel, d. h. es muss von Betriebsdrehzahl auf null abgebremst und anschließend wieder auf Betriebsdrehzahl in der anderen Drehrichtung beschleunigt werden.
- Um die angestrebten sehr kurzen Umstellzeiten zu erreichen, muss dabei auf das Entwässern und das dann notwendige Bewässern der PT (z. B. beim Übergang von Tu in Pu) verzichtet werden.
- Das erfordert, dass zum Anfahren bei bewässerter PT in Pu-Drehrichtung am MG das volle Nennmoment zur Verfügung steht, dass dann auch zum Bremsen genutzt werden kann.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**