Bericht

Besichtigung Wasserkraftwerk + Schleuse

Hans-Joachim Schnäkel, Basel

Wasserkraft ist eine der ältesten Energiequellen der Menschheit. Durch sie wird Sonnenenergie, die den Wasserkreislauf antreibt, konzentriert an Gefällestufen der Gewässer genutzt.[1]
EdF führt auf Anmeldung jährlich 1500 Besucher in Gruppen durch die Kraftwerksanlagen Kembs.
Auf Initiative des Table Ronde, Arbeitsgruppe der Städtepartnerschaft Huningue – Weil nahmen am 2. Juni 2017, 10:00h – 12:00h 25 Personen aus F, D, und der CH teil.

EdF legt Wert auf Sicherheit. Die Identität der Besucher wird überprüft. Besuchervelos dürfen im Werksgelände parken. Weisse Schutzhelme, gelbe Warnweste und Funkkopfhörer sind obligatorisch. Besucher sind damit auf dem Werksgelände erkennbar und erreichbar. Das private Fotografieren und Filmen im Kraftwerk ist nicht gestattet. Die freundliche Führung machte für uns Gruppenaufnahmen.

Mme Marine Francois, EDF public relations Mulhouse betreute charmant die deutschsprachige Gruppe (15), die Einblick in Geschichte, Technik, Organisation, Ökologie und ökonomische Bedeutung der Anlagen für die Region

[1] Erfahrungsbericht Wasserkraft

erhielt. Das, was von der Infrastruktur auf der Führung nicht sichtbar ist, wurde an farbigen Schautafeln und Plänen im Dialog mit den Besuchern ausführlich erklärt. Das leckere Mittagsessen im Chalet Rhin & Decouverte hat viel Freude bereitet. Der Regioboot Verein dankt für die Initiative und Vorbereitung sowie für die professionelle Führung. Eine Besichtigung des 8.4 MW Dotierkraftwerkes beim Stauwehr Märkt hat der Table Ronde für 2018 geplant.

Ökologie:

Der Rhein führt in Basel im Mittel 1‘030 m^3/s Wasser. Bis 2009 blieben dem Altrhein nach der Wasserabzweigung in den betonierten Grand Canal d’Alsace 20-30m^3/s. In der neuen Französische Konzession für die Kembser Staustufe[2] sowie in der neuen Schweizer Konzession den Basler Rückstau betreffend[3] sind Forderungen vieler in der IKSR vertretenen Naturschutzorganisationen enthalten.
Die Mindestwassermenge für den Altrhein wurde erhöht: November–März 52m^3/s, April-Mai + September-Oktober 54-80m^3, Juni-August 95-150m^3/s. Das im neuen Kleinkraftwerk über die Dotierturbinen in den Altrhein abgeführte Wasser kann im Gegensatz zu den 4 in Reihe liegenden Kanalkraftwerken zur Elektrizitätserzeugung nur 1x genutzt werden. Die Wassermengen sind ein Kompromiss zwischen Ökonomie und Ökologie; die nach Erfolgsbewertung der Ausgleichsmassnahmen 2020 allenfalls nochmals vergrössert werden um Flora und Fauna zur Entwicklung bessere Bedingungen zu bieten.
Die Rheininsel ab Stauwehr Märkt wurde mit Anlegung eines neuen Altrheinarmes so renaturiert, dass sie teilweise Geschiebebetrieb und Ufererosion auf 13km, Wild- und Fischdurchgängigkeit sowie Laichhabitate ermöglicht. Laut EDF überleben Fische den Durchgang durch die Kaplan-Turbinen talwärts. Da Wanderfische mehrere Staustufen durchqueren addiert sich ihr Verletzungsrisiko. Auf dem Werksgelände werden Lachse zu Zuchtzwecken gehalten und Jungtiere regelmässig ausgesetzt**.** Die vom Aussterben bedrohten europäischen Aale wurden in Zusammenarbeit mit der Fischzucht der Petite Camargue in Kembs mit Minisendern markiert um zu zählen, wie viele in Strassburg ankommen.[4] Für die Wanderung bergwärts wurden Fischtreppen gebaut. Unerwünschten Neozoen wie invasive Grundeln[5] bietet sich nun diese Wege ebenfalls an.

Geschichte:

1815 enthält die Schlussakte des Wiener Kongress in Art 108-117 Verfügungen die Flussschifffahrt betreffend und im Anhang 16 Reglements zur freien Schifffahrt (vor allem Abschaffung der Stapelrechte und ungerechtfertigter Zollerhebungen sowie Instandhaltung des Rheins als Wasserstrasse). Dafür wurde am 5. August 1816 die ZRK (älteste internationale Organisation, die noch tätig ist) eingesetzt. Regeln wurden in der Mainzer Akte 1831 festgelegt und in der Mannheimer Akte 1868 fortentwickelt.

1817 begann der badische Ingenieur Johann Gottfried Tulla (1770-1828) die Rheinbegradigung als Hochwasserschutz, Landgewinnung für die Landwirtschaft und Verbesserung des Gesundheitszustandes der Anwohner. Nach Staatsvertrag zwischen Baden und Frankreich 1840 wurde diese 1840-1876 am Oberrhein bis Basel nach seinen Plänen weitergeführt. Der Rhein wurde 81km kürzer, das Gefälle steiler, die Fliessgeschwindigkeit und Tiefenerosion nahmen zu. Die Sohle im steilen Profil zwischen Basel und Breisach sank seit 1860 bei Bellingen um 5m, bei Breisach um 0,5m[6].

---

[2] Décret n° 2009-721 du 17 juin 2009 relatif à l'aménagement et à l'exploitation de la chute de Kembs dans le département du Haut-Rhin
[3] Konzessionsverlängerung bis 2035, Basel Stadt 20. Mai 2009
[4] Auf den Spuren der Aale, Badische Zeitung, 28.11.2012
[5] Eingewanderte Grundelarten im Rheinsystem
[6] Der Stromzustand Schweizerische Bauzeitung Heft 24, S.271, 11. Juni 1921; E. Unterseher nennt durchschnittlich 6-8m zwischen Basel und Neuenburg

Zwischen 1867-1891 wurden in Baden mehrere Projekte für einen Bewässerungs- und Gewerbekanal mit Elektrizitätsgewinnung geplant.[7] 1889 wurden die Isteiner Schwellen in der hydrographischen Darstellung des Rheines noch nicht erwähnt; 1916 war das Geschiebe über ihnen abgetragen, die Jurakalkfelsen traten hervor und die Entstehung eines für Schiffe unpassierbaren Wasserfalls war abzusehen.[8] Das Gefälle zwischen Basel und Strassburg machte für die Schifffahrt entweder die Regulierung oder den kanalmässigen Ausbau mit Schleusen nötig. Die Elektrizitätsgewinnung durch Wasserkraft gewann in den wirtschaftlichen Überlegungen gleichzeitig zunehmende Bedeutung.

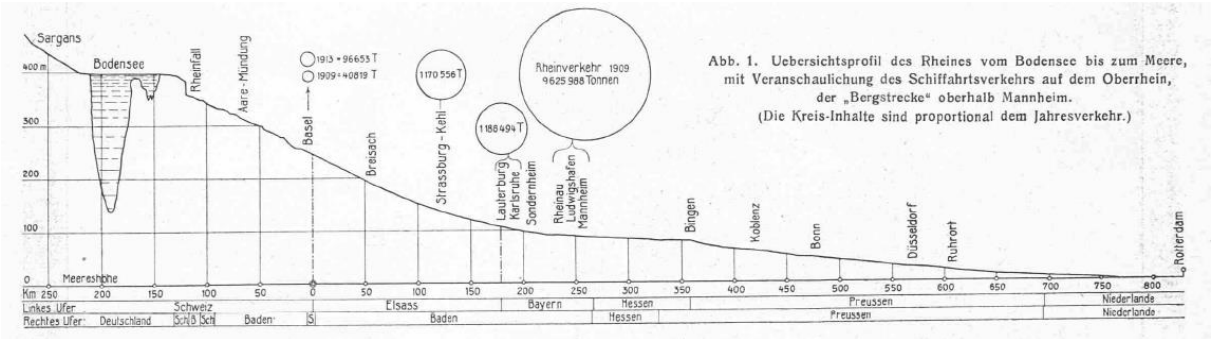


Bild: Schweizerische Bauzeitung Heft 20, S.217, 14. Mai 1921

1893 begann der elsässische Ingenieur René Koechlin (1866-1951) Studien über die Wasserkraftnutzung des Oberrheins inspiriert durch den Jonage Kanal bei Lyon.[9] 1902 reichte er gemeinsam mit den Ingenieurbüros Louis Potterat Basel und Havestadt & Contag Berlin das erste grosse Projekt zur Ausnutzung des Gefälles für Elektrizitätsgewinnung zwischen Niffer und Ottmarsheim zur Konzessionserteilung ein, das er 1904 zurückzog.

1906 beinhaltete das überarbeitete 3-stufige Projekt das Stauwehr in Märkt, einen Kanal auf Elsässischem Gebiet, Staustufe Kembs mit 32'000PS, Staustufe Klein-Landau mit 27'000PS und Staustufe Neuenburg.
Im weiteren Verlauf sollte auf Badener Gebiet ein Kanal mit 2 Staustufen zwischen Neuenburg und Breisach entstehen.[10]

8. September 1906 wurde das Projekt von der Elsässischen und Badener Regierung der ZKR vorgelegt und nach dreijähriger Prüfung und diversen Anpassungen 15. Mai 1909 von der ZKR genehmigt. Daraufhin wurden am 1. August 1910 die Oberrheinischen Kraftwerke „Societé des Forces Motrices du Haut Rhin" mit einem Eigenkapital von 20 Millionen Mark in Mulhouse gegründet. 1910-1911 folgte die Offenlegung der Planung. 1912 wurde das Konzessionierungsverfahren von den Regierungen Elsass und Baden sistiert weil neue Pläne der Rheinkanalisierung studiert wurden.[11] [12]

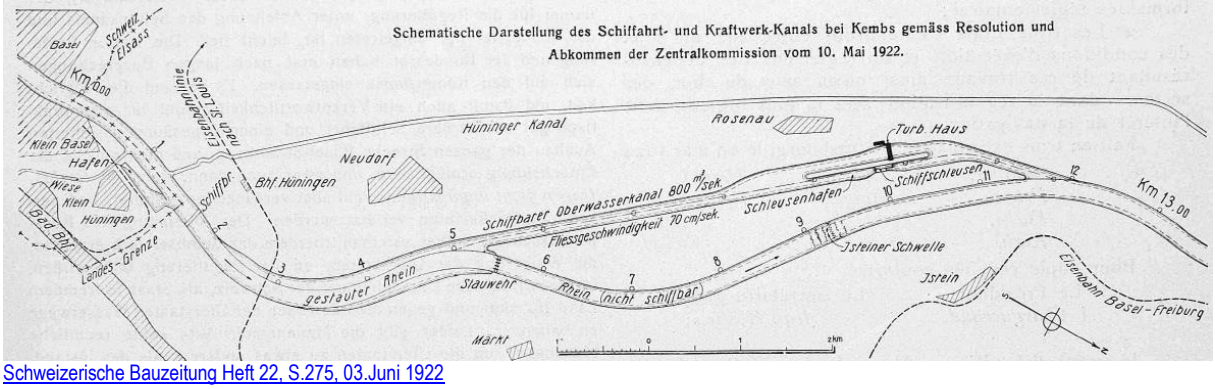
Gegenüber einer Kanalisierung favorisierte Ingenieur Rudolf Gelpke (1873-1940) als treibende Kraft der Basler Hafenentwicklung leidenschaftlich einen freien regulierten Oberrhein als Schifffahrtsweg der Schweiz zum Meer.[13] [14] [15]

28. Juni 1919 fiel mit dem Versailler Vertrag Art. 358 das ausschliessliche Verfügungsrecht über das Rheinwasser am Oberrhein bis zur Lautermündung an Frankreich. Im gleichen Monat reichte die „Societé des Forces Motrices du Haut Rhin" das Konzessionsgesuch für die Anlage Kembs in Mulhouse ein

1920 reichte die Firma ein überarbeitetes Projekt für einen *Wasserkraftausnutzungs- und Schiffahrts-Kanal Basel-Strassburg* mit 8 Staustufen bei der ZKR ein.[16] [17]

---

[7] R. Caroli, Baurath: Entwurf für einen Bewässerungs- und Gewerbekanal. Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogtums Baden, Heft 9, 1898
[8] Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.245, 21. Mai 1921
[9] Historique du Grand Canal d'Alsace et en particulier du projet d'usine hydroélectrique de Kembs sur le Rhin, La Houille Blanche Nr. 184, Sep 1923
[10] Die Wasserkräfte des Oberrheins von Neuhausen bis Breisach und ihre wirtschaftliche Ausnützung
Schweizerische Bauzeitung Heft 19, S.228-230, 12. Mai 1906
[11] Lösung der Rheinfrage, Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.243-248, 21. Mai 1921
[12] Der Ingenieur, Heft 52, 27. Dezember 1929 Das Rheinkraftwerk Kembs: S. 926Aufstellung Gesamtschiffahrtsprojekt Basel-Konstanz
[13] R. Gelpke: Rhein-Seitenkanal oder Freier Oberrhein? Schweizerische Bauzeitung Heft , S. 94-95, 25. Februar 1905
[14] Technische Grundlagen zur Beurteilung schweizer. Schiffahrtsfragen, Schweizerische Bauzeitung Heft 23, S.259-263, 04. Juni 1921
[15] Nachruf Rudolf Gelpke, Schweizerische Bauzeitung Heft 07, S.82-83, 17. Februar 1940
[16] Ein neues Projekt für einen Wasserkraftausnutzungs und Schiffahrts-Kanal Basel-Strassburg, Schweizerische Bauzeitung Heft 2, S.18-19, 10. Januar 1920
[17] Technische Grundlagen zur Beurteilung schweizerischer Schifffahrtsfragen, Schweizerische Bauzeitung Heft 20, S.217-222, 14. Mai 1921



Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.275, 03.Juni 1922

10. Mai 1922 wurde in der ZKR im „Kompromiss von Strassburg“[18] vereinbart, dass Frankreich konform mit Versailler Vertrag Art. 358 einen Seitenkanal anlegen darf, der sein Wasser dem Rhein entnimmt und ein Kraftwerk bei Kembs speist. Zur Erstellung des nötigen Gefälles kann es im Rhein zirka vier Kilometer unterhalb der schweizerisch-französischen Grenze ein Stauwehr im Rhein selbst bauen. Der Stau des Rheins soll bis zur Birs, also auf Schweizergebiet, reichen, wenn die Schweiz die Konzession dazu erteilt, oder aber nur bis zur Schweizergrenze, wenn die Schweiz die Konzession nicht oder nur unter unbilligen Auflagen oder nicht innert der gesetzten Frist erteilt. Die Schweizer Konzession wurde den Rückstau betreffend am 27. Januar 1925 für 75 Jahre erteilt. 29. April 1925 genehmigte die ZRK sowohl die Staustufe Kembs als Vorbild für alle weiteren Staustufen wie auch die Regulierung des Rheines zwischen Strassburg und Istein/Kembs[19] jeweils mit detaillierten Bestimmungen.[20]

27. August 1926 vereinbarten F und CH mit Staatsvertrag[21] die Bedingungen über den Bau und Betrieb der Staustufe Kembs mit Rückstau bis zur Birs. Dies bot für Basel den Vorteil für die Ausnutzung der Wasserkraft kein eigenes Kraftwerk an der Landesgrenze und keine zusätzlichen Schleusen für den Hafen bauen zu müssen. Die Schweiz sollte aus dem Rückstau auf CH Gebiet einen 20% Anteil an der erzeugten Energie erhalten, wie wenn sie auf CH Gebiet erzeugt würde.[22]

Im Frühjahr 1927 wurde der Bau des Grand Canal d’Alsace im französischen Parlament mit dem Schwerpunkt der Elektrizitätsgewinnung behandelt und am 28. Juli 1927 durch Gesetz genehmigt.[23] Am 29. Dezember 1927 trat der Staatsvertrag über den Bau der Staustufe mit Austausch der Ratifizierungsurkunde in Bern in Kraft.

10. Dezember 1927 gründeten die Forces Motrices du Haut Rhin und René Koechlin mit FF 125 Millionen Kapital die „Energie Electrique du Rhin" zur Realisierung zunächst der Staustufe Kembs 1928 – 1932 und der weiteren Staustufen des Grand Canal d’Alsace.
1930 wurde das Kraftwerkprojekt mit geplanten 760 Mio kWh/a als leistungsfähigste hydroelektrische Anlage Europas bezeichnet. 1932 lieferte das Kembs 0,9 Milliarden KWh/a, ca. 6% des französischen Strombedarfs. Heute Bedarf einer Stadt mit 180‘000 EW. Anfang Mai 1932 konnte der Kembser Kanal den Betrieb aufnehmen. Durch die Staustufe wurden die Isteiner Stromschnellen als Schifffahrtshindernis umgangen. Die Basler Häfen waren damit ganzjährlich bis auf extreme Pegelstände zugänglich.

1940 wurde das Maschinenhaus und die Generatoren vor deutscher Erbeutung von französischer Truppen beschädigt.[24] 7. Oktober 1944 warfen die „Dam Busters“ der No.617 Squadron RAF 5t Tollboy Bomben auf das Wehr und Ostern 1945 richteten deutsche Truppen durch Sprengung weiteren Schaden an.[25]

1946 Wiederinbetriebnahme nach Verstaatlichung und Übertragung an die neu gegründete EdF.

1952 folgte die Kanalverlängerung bis Ottmarsheim, 1956 bis Fessenheim und 1959 bis Vogelgrün mit Unterstützung des Marshallplans.

---

[18] Lösung der Rheinfrage, Resolution ZRK vom 25.Mai 1922, Kompromiss von Strassburg, Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.275-278, 03.Juni 1922
[19] Regulierung des Rheins zwischen Strassburg und Basel (Kembs) nach dem Projekt 1924, Schweizerische Bauzeitung Heft 13, S.177-178, 28. März 1925
[20] Die Strassburger Resolution vom 29. April 1925. Schweizerische Bauzeitung Heft 20, S.256-259, 16. Mai 1925
[21] Übereinkommen zwischen der Schweiz und Frankreich über die Regelung gewisser Rechtsverhältnisse betreffend die künftige Ableitung des Rheines bei Kembs Anhang 771.610.
[22] Zum Rheinkraftwerk Kembs, Schweizerische Bauzeitung Heft 8, S.101-102, 25.Februar 1928
[23] Jean R. Frey: Das Kembser Kraftwerk vor dem Französischen Parlament. Schweizerische Monatshefte für Politik und Kultur, Heft 2, S.65-76, Mai 1927
[24] John Wesley Löwen: Die dezentrale Stromwirtschaft: S. 133-134
[25] Zerstörung und Wiederaufbau am Stauwehr des Kraftwerkes Kembs. Schweizerische Bauzeitung Heft 24, S.299-304, 14.12.1946

Bild: aus http://www.aufildurhin.com

Bild aus: http://alsace.edf.com/actions/presentation-generale-de-lamenagement-de-kembs/

1956 wurde mit Staatsvertrag zwischen Frankreich und Deutschland für eine bessere ökologische Verträglichkeit die Schlingenlösung unterhalb Vogelgrün bei den Kraftwerken Marckholsheim, Rheinau, Gerstheim, Strassburg statt einem Kanal vereinbart.
1982 Vereinbarung zwischen D und F mit Massnahmen für den Hochwasserschutz
1999 unterschrieben die Rheinanliegerstaaten ein Übereinkommen zum Schutz des Rheins in Bern.

Funktion + Technik:

Leitstelle Kembs steuert heute alle Wasserkraftwerke rheinabwärts bis Iffezheim. Hierzu existiert ein automatisches Steuerungssystem für Durchflussmengen und Pegelstände. Bei Hochwasserpegeln mit 3300 m^3/s in Basel und 4200 m^3/s in Maxau schalten die Kraftwerke in den Sonderbetrieb mit gedrosseltem Turbinendurchfluss. Hochwasser wird dann kann gemäss dem IRP in den Altrhein und weitere Rückhalteräume (Polder) in D und F geleitet.[26] Die EdF beschäftigt in allen Kraftwerken zusammen ca. 40 MitarbeiterInnen.

Teile der Staustufe Kembs (Reihenfolge zu Tal):

1. Wehr bei Märkt (Rhein km 174) mit 5 Rollschützen System Stoney[27]
(nicht Bestandteil der Besichtigung).

2. Zuleitungskanal zwischen Märkt und Kraftwerk Kembs (Rhein km 174-179.8)
Die Kanalwandung wurde ausbetoniert weil ein Versickern des Wassers im Geschiebeuntergrund befürchtet wurde. 98% der Wasserführung im Kanal zur Elektrizitätsgewinnung führte zur Grundwasserabsenkung mit Folgen für Flora und Fauna; die in Güteabwägung 1920 in Kauf genommen wurden.
(nicht Bestandteil der Besichtigung).

3. Schleusen Kembs mit Hubtoren (Rhein km 179.3)
Westkammer L183 x B 25, Ostkammer 1996 auf L190m verlängert, B 25m, Tiefe jeweils 20,5m, Durchfahrtshöhe jeweils 7m. Die Kembser Schleusen von 1932 sind im Kanal die einzigen, die mit Hubtoren ausgestattet sind. Grosse Hubtore aus Stahl wurden ab 1920 gebaut.[28]
Mit Gegengewichten braucht der Typ nur geringe Antriebskraft.
Tore Niederhäupter: Höhe 19,5m, Gewicht 500t. Tore Oberhäupter: Höhe 8m, Gewicht 100t.
1996 Modernisierung der Schiffahrtsanlagen und Verlängerung der Ostkammer. Kostenteiler CH 60% F 40%.[29]
März 2013 – April 2014 Erneuerung Schleusentor Unterhaupt Westkammer (NW); Erneuerung Leitsystem.
April 2016 – August 2017 Erneuerung Ostkammer

Die Schleusen haben 24h Betrieb. 2 Kammern dienen der Kapazität, Verkürzung der Wartezeit und Redundanz bei Betriebsausfällen. Schleusungen dauern ca. 20min und sind für die Schifffahrt kostenlos.
Ca. 15'000 Schiffsbewegungen/a. Kleinschiffe werden möglichst gemeinsam mit anderen Schiffen geschleust um Wasser zu sparen; ihre Wartezeit kann 1h betragen. Die Amtssprache ist Deutsch.

[26] Nachweis der Wirksamkeit der Hochwasserrückhaltemaßnahmen am Oberrhein zwischen Basel und Worms, Zwischenbericht 2016
[27] Vom Bau des Stauwehrs Schweizerische Bauzeitung Heft 17, S.201-205, 25. Oktober 1930
[28] (vgl. Schleuse Feudenheim Neckar 1927, Architekt Bonatz)
[29] 94.942 Botschaft zu einem Staatsvertrag über den Ausbau der Schiffahrtsanlagen Kembs vom 4 Mai 1994

4. Kraftwerk Kembs mit Turbinenhalle (Rhein km 179.8)

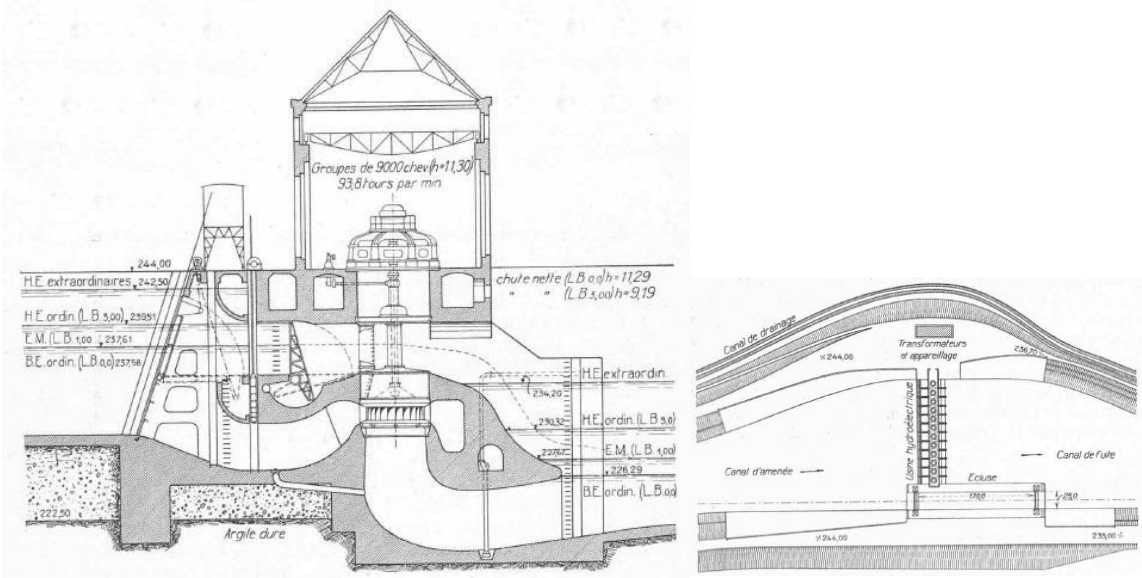


Bild: Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.247, 21. Mai 1921

Planung	Nutzgefälle	Durchfluss	Konzession	hydraulische Leistung	Leistung	Turbinen	Typ
1902	7 - 10	850 m³/s		27 - 32 000 PS			Francis
1906		850 m³/s		45 600 PS			Francis
1920	9.90 m	850 m³/s		85 000 PS		12	Francis
1921		850 m³/s		50 - 80 000 PS		10	Francis
1932*	14,20 m	1080 m³/s	1400 m³/s	216 000 PS	160 MW	6	Kaplan

*Mit Rückstau bis zur Birs

1926 ging im schwedischen Kraftwerk Lila Edet die damals grösste Kaplan-Turbine der Welt mit 5,7m Laufdurchmesser in Betrieb; ihre Effizienz übertraf alle Erwartungen. Produzenten der Francis-Turbine und Entwicklungskonkurrent Lawaczeck konnte den Siegeszug der Kaplan-Turbine nicht aufhalten. Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt, 21 km flussaufwärts Basel wurde ab 1926 von Anbeginn mit grossen Kaplan Turbinen geplant.[30]
Die Neuentwicklung war für Kembs und andere Rheinkraftwerke prädestiniert. Die Bauverzögerung des Kraftwerks konnte für Leistungssteigerung genutzt werden. Betriebsaufnahme der 1.Turbinengruppe Herbst 1932.

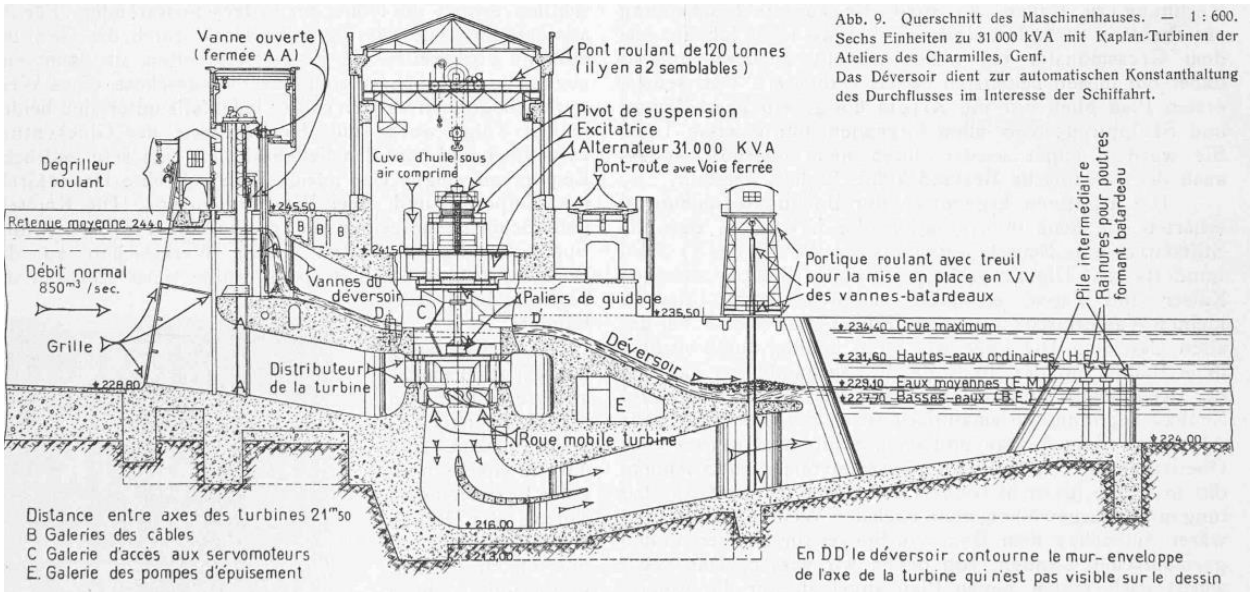


Bild: Schweizerische Bauzeitung, Heft 26, S.341 24. Dezember 1932

[30] Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt (Kaplan Turbine) Schweizerische Bauzeitung Heft 21, S.266-270, 21. Mai 1932

- Einlaufrechen mit Rechenreinigungsmaschinen oberwasserseitig
  mit Greifer für Treibholz und Harke für kleines Treibgut (war bei Besichtigung in Aktion).

- Das Turbinenhaus hat nach Patent Koechlin die Besonderheit eines 2. Wasserweges über der Turbine. Unter Umgehung ausgeschalteter Turbinen bleibt dadurch das Kanalwasser für Kraftwerke unterhalb Kembs energetisch nutzbar.
  (brausendes Wasser oberhalb des Saugrohrs ist Indikator, dass der Bypass genutzt wird)

- Vorgebäude mit Stoney Rollschütz im Zulauf (Verschluss für Wartungszwecke)

- Leitwerk zur Wasserlenkung mit Drall auf die Turbinen

- 4 Propellerturbinen je 36‘000 PS (Flügelschaufeln nicht verstellbar), 2 Kaplan Turbinen (Flügelschaufeln verstellbar) je 36‘000PS. Regulator gesteuerte feste Turbinendrehzahl 93,7 U/min. Laufraddurchmesser 5600mm, Abstand zwischen Turbinenlaufrad und Laufradringmantel 3-4mm. Laufradschaufeln aus Edelstahl Cr.17% Ni 4%; geplant von Atelier Charmilles, Geneve, erbaut von Société Alsacienne de Constructions Mécaniques à Belfort - SACM. Die Technologie war damals wie heute effizient und blieb im Wesentlichen unverändert. Austausch einer Turbine 1967.

- Generator: 93.7 U/min wird über eine Vertikalwelle von der Turbine angetrieben.
  Hersteller Alsthom-Jeumont. 8800V Wechselstrom Einspeisung werden im benachbarten freien Umspannwerk bis auf 225‘000V transformiert.

- Das Saugrohr bestehend aus Krümmer, Trennpfeiler, Diffuser + Rollschütz (Wartungsabschluss) ist der Übergang zwischen Laufradaustritt und dem freien Spiegel des Unterwassers. Es bezweckt die vorhandene kinetische Energie am Laufradaustritt in Druckenergie zu wandeln. Die so gewonnene Druckenergie steigert die im Rad nutzbare Energie.

Der steiermärker Viktor Kaplan (1876-1934) erfand zwischen 1912 -1913 die einer Schiffsschraube ähnliche Turbine mit einstellbaren Flügeln und meldete hierzu 4 Patente an; ohne sie wären Wasserkraftwerke an grossen Flüssen mit wenig Gefälle und schwankendem Durchfluss nur halb so effizient. Das Wasser strömt an den Leitschaufeln vorbei im Drall auf die Turbinenschaufeln. Über eine Welle treibt die Turbine mit fester Drehzahl das Polrad des Generators (Rotor) an und erzeugt damit einspeisungsfähigen Drehstrom. 1921 entdeckte Kaplan mit dem Assistenten Slavik die Kavitation bei Wasserturbinen. Jahrelange beharrliche Entwicklung konstruktiver Massnahmen reduzierte die schädliche Kavitationsfolge: Werkstoffschäden, Einschnürung des Strömungsquerschnittes und Fallen des Wirkungsgrades. Die Kavitation muss auch heute kontrolliert und regelmässig behandelt werden.

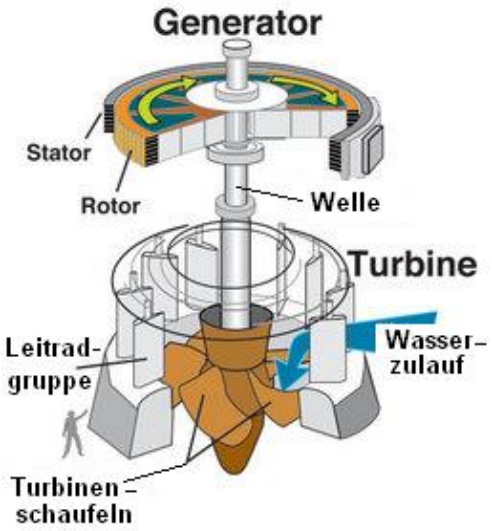


Bild aus:
https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserkraftwerk#/media/File:Water_turbine-de.png

Bild aus: http://www.aufildurhin.com/public_files/gallery_img/1083/kembs_maintenance_hclice_atoll.jpg

Planung und Bau der Staustufe Kembs mit Kraftwerk, Schleusen, Wehr und Kanal wurden in zeitgenössischen Fachpublikationen ausführlich dokumentiert; ebenso die pro-contra Argumente alternativer Projekte. Dank der ETH-Bibliothek Zürich ist es heute leicht auf viele Periodika, insbesondere die Schweizerische Bauzeitung 1883-1978 lückenlos online zurückzugreifen und somit die Entstehung dieser grossen Anlage über einen Zeitraum von 40 Jahren quasi am Puls der Zeit nochmals mitzuerleben.

R. Gelpke: Rhein-Seitenkanal oder Freier Oberrhein?
Schweizerische Bauzeitung Heft 8, S. 94-95, 25. Februar 1905

H.E. Gruner: Die Wasserkräfte des Oberrheins von Neuhausen bis Breisach und ihre wirtschaftliche Ausnützung
Schweizerische Bauzeitung Heft 19, S.228-230, 12. Mai 1906

Ein neues Projekt für einen Wasserkraftausnutzungs und Schiffahrts-Kanal Basel-Strassburg
Schweizerische Bauzeitung Heft 2, S.18-19, 10. Januar 1920

ZRK Sitzung 25.Februar – 03. März 1920 in Strassburg, Einsatz Prüfungskommission Koechlin-Projekt
Schweizerische Bauzeitung Heft 13, S.146, 26. März 1921

Technische Grundlagen zur Beurteilung schweizerischer Schifffahrtsfragen
Schweizerische Bauzeitung Heft 20, S.217-222, 14. Mai 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 21, S.234-236, 21. Mai 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.243-248, 28. Mai 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 23, S.259-263, 04. Juni 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 24, S.271-276, 11. Juni 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 25, S.292-296, 18. Juni 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 26, S.304-305, 25. Juni 1921

Zur Schifffahrt auf dem Oberrhein
Schweizerische Bauzeitung Heft 04, S.50, 15. Juli 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.265-267, 26. November 1921
Schweizerische Bauzeitung Heft 26, S.318, 22. Dezember 1921

Schifffahrt auf dem Oberrhein
Schweizerische Bauzeitung Heft 02, S.24-26, 14. Januar 1922 ZRK zum 2. Koechlin Projekt
Schweizerische Bauzeitung Heft 04, S.49-50, 28. Januar 1922
Schweizerische Bauzeitung Heft 12, S.156-157, 25.März 1922
Schweizerische Bauzeitung Heft 13, S.169-171, 01.April 1922
Schweizerische Bauzeitung Heft 18, S.235-236, 06.Mai 1922

Lösung der Rheinfrage
Schweizerische Bauzeitung Heft 22, S.275-278, 03.Juni 1922
Schweizerische Bauzeitung Heft 24, S.303-305, 17.Juni 1922
Schweizerische Bauzeitung Heft 25, S.313-315, 24.Juni 1922

Die Entwicklung der Rheinschifffahrt nach Basel
Schweizerische Bauzeitung Heft 21, S.272-275, 24. November 1923

Rückstau des Rheines auf Schweizer Gebiet
Schweizerische Bauzeitung Heft 16, S.192-195, 18. Oktober 1924

Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926
Schweizerische Bauzeitung Heft 6, S.192-195, 07. Februar 1925

Zur Rheinschifffahrt Strassburg-Basel
Schweizerische Bauzeitung Heft 11, S.137-141, 14. März 1925

Der Ausbau der Basler Rheinhafenanlagen.
Schweizerische Bauzeitung Heft 11, S.143-148, 14. März 1925

Die Niederwasser-Regulierung des Rheins zwischen Strassburg und Basel
nach dem Ausführungs-Entwurf 1924. von Dr. Ing. II. BERTSCHINGER, Zürich.
Schweizerische Bauzeitung Heft 11, S.148-149, 14. März 1925
Schweizerische Bauzeitung Heft 13, S.177-178, 28. März 1925
Schweizerische Bauzeitung Heft 14, S.179-184, 04. April 1925
Schweizerische Bauzeitung Heft 15, S.194-196, 11. April 1925

Die Strassburger Resolution vom 29. April 1925.
Schweizerische Bauzeitung Heft 20, S.256-259, 16. Mai 1925

Regulierung des Oberrheins und Schiffahrt
Schweizerische Bauzeitung Heft 25, S.324-326, 20. Juni 1925

Jean Rich. Frey: Das Kembser Kraftwerk vor dem Französischen Parlament.
Schweizerische Monatshefte für Politik und Kultur, Heft 2, S.65-76, Mai 1927

Zum Rheinkraftwerk Kembs,
Schweizerische Bauzeitung Heft 8, S.101, 25.Februar 1928

Rheinregulierung und Schiffahrt Strassburg-Basel
Schweizerische Bauzeitung Heft 12, S.151-152, 22.September 1928

Vom Rhein-Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt
Schweizerische Bauzeitung Heft 15 S.181-186, 13.Oktober 1928

Das Rheinkraftwerk Kembs
Der Bauingenieur Heft 52, 27. Dezember 1929

Vom Bau des Rheinkraftwerkes Kembs
Schweizerische Bauzeitung Heft 15, S.177-180, 11. Oktober 1930
Schweizerische Bauzeitung Heft 16, S.189-192. 18. Oktober 1930
Schweizerische Bauzeitung Heft 17, S.201-205, 25. Oktober 1930
Vom Bau des Stauwehrs

H. Strobe und H. Rode: Baubetrieb auf einer Grossbaustelle – Bau des Rheinkraftwerkes Kembs
Der Bauingenieur Heft 7, 13. Februar 1931

Das Kraftwerk von Kembs
Die Bautechnik Heft 53, S. 681-682, 09. Dezember 1932

Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt (Kaplan Turbine)
Schweizerische Bauzeitung Heft 21, S.266-270, 21. Mai 1932

Schifffahrtskanal und Kraftwerk Kembs
Schweizerische Bauzeitung, Heft 26, S.339-341 24. Dezember 1932

Les turbines de l'usine hydro-électrique de Kembs
Bulletin technique de la Suisse romande, N° 24, 25 novembre 1933

Bemerkenswerte Einzelheiten am Rhein-Stauwehr für das Kraftwerk Kembs
Schweizerische Bauzeitung, Heft 1, S.1-5, 5. Januar 1935

Nachruf Rudolf Gelpke
Schweizerische Bauzeitung Heft 07, S.82-83, 17. Februar 1940

Zerstörung und Wiederaufbau am Stauwehr des Kraftwerkes Kembs.
Schweizerische Bauzeitung Heft 24, S.299-304, 14.12.1946
Schweizerische Bauzeitung Heft 25, S.316-320, 21.12.1946