

Die Kraftwerkanlagen

Autor(en): **Fischer, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 23

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73108>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Kraftwerkanlagen

Von Paul Fischer, Baden

DK 621.311.17

Der im allgemeinen *relativ flache Reusslauf* weist zwischen *Hermetschwil und Bremgarten* eine Gefällstufe auf, die schon vor der Jahrhundertwende durch den Bau eines Flusskraftwerkes zur Wasserkraftnutzung herangezogen worden war. Den damaligen Anforderungen entsprechend begnügte man sich mit der bescheidenen Nutzung eines Bruttogefälles von 4,7 bis 6,5 m und einer Ausbauwassermenge von 35 bis 48 m³/s; so liess sich jährlich bei einer Leistung von maximal 1500 kW eine Energiemenge von etwa 12 bis 13 Mio kWh erzeugen.

Die neue Anlage sieht eine optimale Nutzung der vorhandenen Gefällstufe vor. Während sich die alte Anlage mit einem Aufstau der Reuss auf Kote 375,54 begnügte, wird beim neu erstellten Werk die Talrinne in der Flussschleife unterhalb Hermetschwil bis Kote 380,0 eingestaut; zusätzlich dehnt sich das Staugebiet noch auf einer rund 6 km langen eingedämmten Strecke in den oberliegenden flachen Reussabschnitt aus (vgl. Bild 1 und 2).

Das Wehr und das Maschinenhaus des neuen Kraftwerkes Bremgarten-Zufikon befinden sich bei Flusskilometer 28,4, also etwa 400 m unterhalb der alten, inzwischen abgebrochenen Zentrale. Ausser dem gegenüber früher bedeutend erhöhten Gefällsbereich von 8,8 bis 12,0 m verfügt das neue Kraftwerk auch über eine stark verbesserte Nutzungsmöglichkeit der Wasserführung der Reuss, da die Schluckfähigkeit der Turbinen auf total 200 m³/s festgelegt wurde, so dass bei einer maximalen Leistung von 18100 kW jährlich im Durchschnitt rund 100 Mio kWh Energie produziert werden können.

Hydrologie, Gefällsverhältnisse, Energieproduktion

Den wasserwirtschaftlichen Erwägungen des vorliegenden Projektes liegen die heutigen Abflussverhältnisse der Reuss zugrunde. Der Einfluss einer allfällig später veränderten Regulierung des *Vierwaldstätter- und des Zugersees* wurde ausser acht gelassen.

Das Einzugsgebiet der Reuss in *Mellingen* beträgt 3382 km². Das aargauische Reusstal zwischen der Lorzemündung und Mellingen liefert hiezu nur einen ganz geringen Beitrag, da es aus einem schmalen Streifen ohne grössere Zuflüsse besteht. Die hydrologischen Daten für das Kraftwerk Bremgarten-Zufikon dürfen deshalb unverändert den Aufzeichnungen der *Limmigraphenstation Mellingen* entnommen werden. Diese weisen gemäss dem *Hydrographischen Jahrbuch der Schweiz* folgende Charakteristik auf:

Abflüsse der Reuss auf Basis der 30jährigen Messperiode 1935–1964

	Durchschnittswerte		
	Winter (Okt.–März)	Sommer (April–Sept.)	Jahr
Abfluss m ³ /s	84,7	193,0	138,5
Spez. Abfluss l/s km ²	24,9	57,1	41,0
Wasseranfall Mio m ³	1330	3030	4360
Wasseranfall ‰	30,4	69,6	100

Verteilung der Abflüsse über das Jahr (Monatsmittel der Periode 1935–1964)

Winter		Sommer	
Oktober	106,0 m ³ /s	April	134,0 m ³ /s
November	96,1 m ³ /s	Mai	183,0 m ³ /s
Dezember	71,4 m ³ /s	Juni	249,0 m ³ /s
Januar	65,1 m ³ /s	Juli	245,0 m ³ /s
Februar	77,4 m ³ /s	August	194,0 m ³ /s
März	89,8 m ³ /s	September	146,0 m ³ /s

Während der genannten Messperiode sind *jährlich Niederrwasser* aufgetreten, die den Wert von 55 m³/s erreichten oder unterschritten haben. Die niedrigste Abflusszahl von 15 m³/s wurde im Dezember 1920 registriert.

Die *höchste* seit 1904 in Mellingen beobachtete Reusswasserführung erreichte 670 m³/s am 24. Juni 1973, bzw. 660 m³/s am 23. November 1972 sowie 650 m³/s am 15. Juni 1910 und am 27. Juni 1953. Das 1000jährige Hochwasser ergibt sich aus der Extrapolation der gemessenen Werte zu 780 m³/s, während nach der Wahrscheinlichkeitskurve höchstens alle 10000 Jahre ein katastrophaler Abfluss von 900 m³/s in Rechnung zu setzen wäre, der jedoch nur bei der kaum je eintretenden Superposition der maximalen Spitzen von Reuss und kleiner Emme entstehen könnte. Dieses schon dem Reuss-Ausbauplan zugrunde gelegte *Hochwasser von 900 m³/s* wurde auch für die Bemessung der Objekte des Kraftwerkes Bremgarten-Zufikon übernommen. Im Verhältnis zu anderen schweizerischen Niederdruckwerken dürfen diese Masse als *sehr grosszügig* bezeichnet werden.

Aufgrund von Wirtschaftlichkeitsberechnungen und in Übereinstimmung mit den modernen Tendenzen beim Ausbau

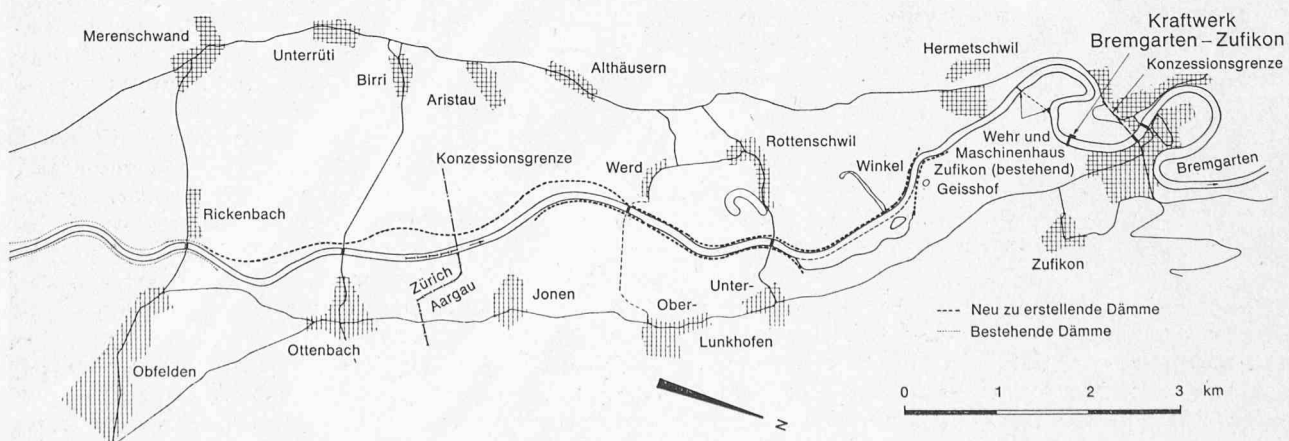


Bild 1. Lageplan

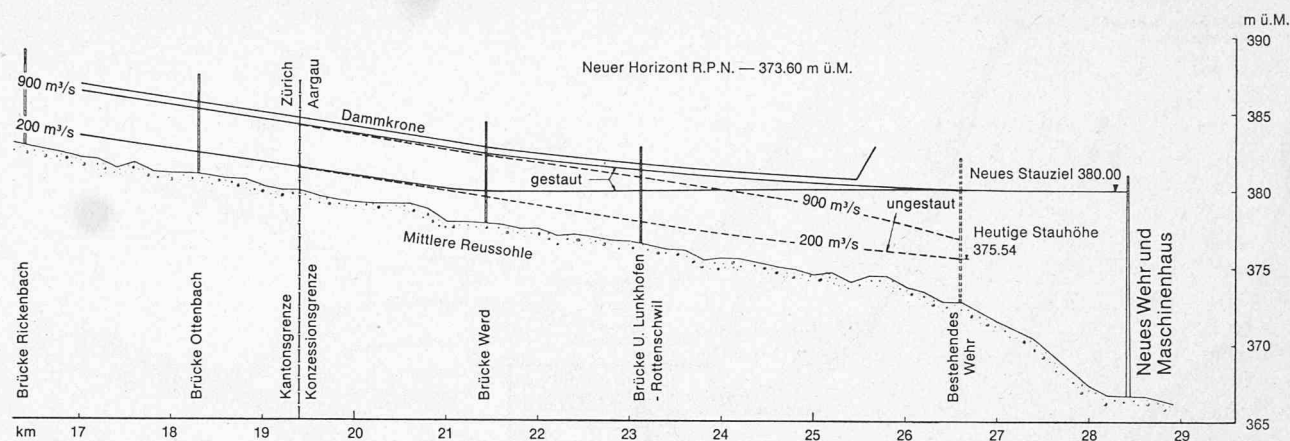


Bild 2. Längsprofil

von Laufwerken wurde die Ausbaugrösse des Kraftwerkes Bremgarten-Zufikon auf $200 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt, das heisst auf den an 88 Tagen im Jahr vorhandenen (oder überschrittenen) Reussabfluss. Der Gefällsbereich der Anlage schwankt zwischen 12,0 m bei Niederwasser und 8,8 m bei höchstem Hochwasser, wobei das Ausbaugefälle 10,9 m beträgt. Die sich für diesen Fall ergebende maximale Leistung des Werkes erreicht bei der vorliegenden Maschinendisposition ab Transformator-klemme 18100 kW. Auf Basis der Dauerkurve der Leistung ergibt sich eine *durchschnittliche jährliche Energieerzeugung von 100 Mio kWh*. Davon entfallen 65 GWh oder 65% auf die Sommermonate April bis September und 35 GWh oder 35% auf den Winter.

Ausbaugrösse des Kraftwerkes

Ausbauwasserführung	$200 \text{ m}^3/\text{s}$
Entsprechendes Nutzgefälle	10,9 m
Maximale Leistung	18100 kW

Durchschnittsproduktion

Sommerenergie	65 Mio kWh
Winterenergie	35 Mio kWh
Jahresenergie	100 Mio kWh

Das Projekt

Allgemeines

Unter den verschiedenen in Erwägung gezogenen Wehrbaustellen erwies sich die dem ausgeführten Projekt zugrunde gelegte als die günstigste. Um das vorhandene Gefälle optimal zu nutzen, musste das neue Kraftwerk möglichst weit flussabwärts platziert werden, gleichzeitig sollte es aber doch auf zweckmässige Weise in den Überbauungsplan der Gemeinde Bremgarten eingegliedert werden. Die Frage, ob das Maschinenhaus rechts- oder linksufrig angeordnet werden sollte, wurde entschieden, als sich das *Aargauische Elektrizitätswerk* entschloss, in Kombination mit dem Kraftwerk am linken Ufer auf dem Gebiet der Gemeinde Bremgarten eine *50/16-kV-Unterstation* zu erstellen. Aus betrieblichen Gründen wurde daher beim Kraftwerk das Maschinenhaus ebenfalls linksufrig angeordnet.

Keinen besonderen Einfluss auf die Wahl der Sperrstelle hatten die *geologischen Verhältnisse*; die durchgeführten Sondierungen zeigten nämlich, dass im ganzen Gebiet der Untergrund aus verschwemmtem Moränenmaterial, d.h. einer stark wechselnden Lagerung von tonigen Sanden bis schwach plastischen Tonen, besteht. Fels wurde nirgends angetroffen, obwohl die *tieftste Bohrung bis auf 78 m* abgeteufte wurde.

Für die Platzierung des neuen Werkes war ferner von Bedeutung, dass die bestehende alte Anlage durch die Bauarbeiten nicht zerstört wurde und der Betrieb bis zu ihrem Abbruch unmittelbar vor dem Einstau aufrechterhalten werden konnte. Ein durch die Baugruben für den Neubau bedingter Rückstau hat allerdings das Nutzgefälle des bestehenden Kraftwerkes bei grösseren Wasserführungen zeitweise beeinträchtigt.

Das Stauwehr

Das Stauwehr weist fünf, durch je eine Dilatationsfuge voneinander getrennte Öffnungen auf, umfassend je eine starre Fundamentplatte mit darüberliegendem, steif ausgebildetem, kastenförmigem Wehrkörper, bestehend aus Pfeilern und Stau-balken (Bild 4).

Zur Gewährleistung der Grundbruch- und der Gleitsicherheit sind unter der Fundamentplatte ober- und unterwasserseits durchgehende Dichtungswände bis auf die nötige Tiefe vorgesehen. In den unteren fünf Durchlassöffnungen von je 8,8 m Breite und 1,55 m Höhe sind Segmentschützen eingebaut, während die fünf Überströmungsquerschnitte von je 8,8 m Breite und 1,9 m Höhe durch Überfallklappen abgeschlossen sind. Der Antrieb erfolgt ölhdraulisch über eine in der Mitte der Schützen und Klappen angebrachte Presse. Die Steuerbefehle werden im Normalfall von der automatischen Niveauregulierung gegeben, die auf Einhaltung des vorgeschriebenen Stauzieles von 380.00 beim Wehr ausgerichtet ist. Für allfällige Revisionsarbeiten steht ein Satz Dammbalken zur Verfügung; die oberwasserseitigen Dammbalken können allenfalls auch bei den Turbineneinläufen verwendet werden.

Die unteren Durchlassöffnungen und der Wehrüberfall sind so bemessen, dass sie das Katastrophenhochwasser von $900 \text{ m}^3/\text{s}$ gefahrlos abzuführen vermögen, und zwar unter der erschwerenden Bedingung, dass die Einlauföffnungen der Turbinen sowie je ein unterer Leerschuss und eine Überfallklappe geschlossen bleiben. Das Schluckvermögen eines Wehrdurchlasses bzw. einer Klappe beträgt 195 bzw. $45 \text{ m}^3/\text{s}$.

In Anbetracht der leichten Erodierbarkeit der Flusssohle wurde auch der *Kolksicherung* die erforderliche Aufmerksamkeit geschenkt. Der eigentliche unterwasserseitige Kolkschutz, der mit Modellversuchen überprüft wurde, besteht aus einem langgestreckten Tosbecken aus Beton mit drei eingebauten Zahnschwellen und einem anschliessenden 40 m langen Teppich aus Blöcken mit Durchmessern von 60 bis 100 cm.

Über das ganze Wehr und das angegliederte Maschinenhaus läuft eine Gleisbahn für die auch als Dammbalkenver-setzkran verwendbare Rechenreinigungsmaschine. Parallel zu dieser Gleisbahn ist ein Übergang für Fussgänger vorhanden, der auch der Öffentlichkeit zur Verfügung steht.

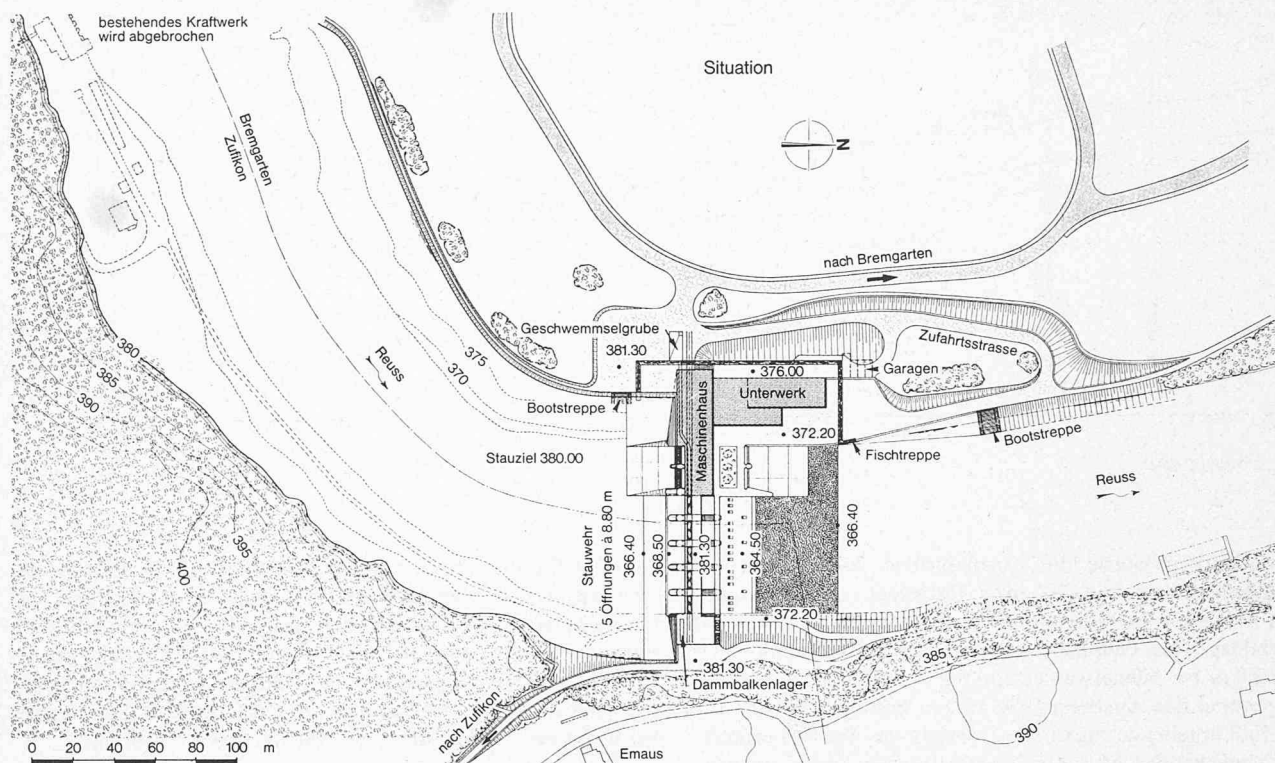


Bild 3. Lageplan von Maschinenhaus, Wehr und Unterwerk

Das Maschinenhaus

Das Maschinenhaus umfasst zwei *Rohrturbinengruppen* mit den zugehörigen, in Block geschalteten Transformatoren (Bild 3).

Zwei Rohrturbinen:

Laufraddurchmesser 3,80 m
Schluckvermögen je 100 m³/s
Leistung je 13 700 PS
Drehzahl 150/min

Zwei Dreiphasengeneratoren:

Leistung (bei cosphi 0,95) je 10 000 kVA
Spannung 4,25 kV

Zwei Transformatoren:

Leistung 10 000 kVA
Übersetzung 4,25/17,1 kV

Die Turbinen bestehen aus einem horizontalachsigen Laufrad mit vorgesetztem Leitapparat. Lager und hydraulische Reguliereinrichtungen sind zusammen mit dem direkt gekuppelten Generator im tropfenförmigen Stahlgehäuse untergebracht. Über den oberwasserseitigen Teil dieses Gehäuses, die sogenannte Kalotte, wird die Generatorenwärme an das umströmende Wasser abgeführt. Für Montage- und Revisionsarbeiten der Maschinengruppen stehen zwei Brückenkranen von je 40 t Tragkraft zur Verfügung. Kleinere Stücke wie Stopfbüchsenlager, Steuerungsteile und einzelne Rotorpole können durch die beiden Einsteigsschächte ein- und ausgefahren werden, der Ein- und Ausbau der Generatoren und der Turbinen erfolgt dagegen durch zwei besondere Montageschächte bei entleertem Einlauf und Saugrohr. Als provisorischer Abschluss dient dabei wie beim Wehr je ein Satz von Oberwasser- und Unterwasserdambalken. Die zu den Gruppen gehörigen Schalttafeln befinden sich in ihrer unmittelbaren Nähe, an der Maschinensaalwand, während die Maschinenspannungsanlage und die Maschinentrafos sowie die Hilfs-

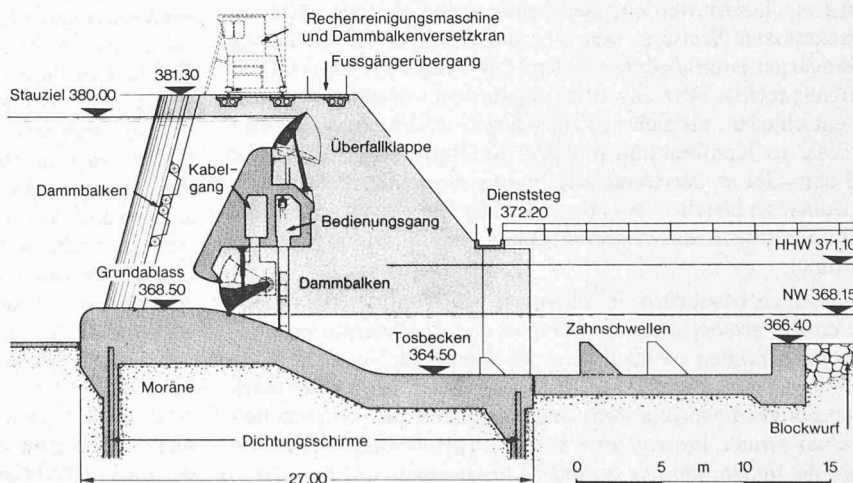


Bild 4. Längsschnitt durch das Stauwehr

einrichtungen wie Eigenbedarfsanlagen, Druckluftanlagen, Kühlwasseraufbereitung usw. in der landseitigen Verlängerung des Maschinensaales untergebracht sind. Hier sind auch Montageplatz und Magazine vorgesehen.

Rechtwinklig zum eigentlichen Maschinenhaus, im Anschluss an einen niedrigen Zwischentrakt, ist die 50/16-kV-Unterstation angeordnet. Die gemeinsam benötigten Räume wie Büro, Kommandoraum, Fernmeldeanlagen, Werkstatt usw. sind im Zwischentrakt untergebracht, der anschliessende Haupttrakt nimmt die spezifischen Einrichtungen der Unterstation auf, also insbesondere die 50/16-kV-Innenraum-Schaltanlage. Die Kommandoanlage ist als Fernsteuerzentrum geplant; es können von hier aus die Unterwerke *Niederwil, Spreitenbach, Muri* und später auch *Sins* ferngesteuert werden.

Die Anlage ist für vollautomatischen Betrieb konzipiert, d.h. die Maschinen werden durch die Niveauregelung aufgrund des Wasserdargebotes zu- oder abgeschaltet sowie über je einen elektronischen Turbinenregler entsprechend beaufschlagt. Überschreitet das Wasserdargebot das Schluckvermögen der Turbinen, tritt die Wehrregelung in Funktion. Für Unterhalts- und Überwachungsarbeiten ist das Kraftwerk nur während der Normalarbeitszeit mit Personal besetzt. Ausserhalb der Arbeitszeit ist ein Pikettdienst organisiert, der bei allfälligen Störungen automatisch alarmiert wird.

Die Nebenanlagen

Als Zusatzeinrichtungen sind besonders die auf der Maschinenhausseite angeordnete Fischtreppe und der Kahntransportwagen, der es erlaubt, Kähne vom Unter- ins Oberwasser und umgekehrt zu transportieren, zu erwähnen. Auf der Maschinenhausseite sind ferner auch die für die Geschwemmselfbeseitigung erforderlichen Anlagen vorgesehen.

Bauausführung

Das neue Kraftwerk liegt vollständig im Bereich des bestehenden Flussbettes. Da die Reuss an der Sperrstelle ziem-

lich tief eingeschnitten ist, kam eine Umleitung nicht in Frage. Das Bauwerk musste daher in zwei Etappen erstellt werden. In der ersten Phase, *Baubeginn November 1971*, wurden rechtsufrig in einer umpundeten Baugrube die Wehröffnungen 2 bis 5 erstellt; während dieser Zeit wurde das Reusswasser durch die linke Flusshälfte abgeleitet, wobei das Reussbett zur Gewährleistung einer genügenden Abflusskapazität durch Ausbaggerungen um etwa 4 m abgeteufte wurde.

Nach Abschluss dieser Etappe im Frühjahr 1973 wurde die linke Flusshälfte umpundet und das Wasser durch die nun fertiggestellten Wehröffnungen 2 bis 5 abgeleitet. In der linksufrigen Baugrube konnten dann das Maschinenhaus und die Wehröffnung 1 erstellt werden, wobei im Spätsommer 1973 mit den Betonierarbeiten begonnen wurde, die bis Spätsommer 1974 dauerten. Im August 1974 begannen die Montagearbeiten für die Ausrüstungen im Unterwerk, im September 1974 die Turbinenmontage im Maschinenhaus. Das für die regionale Stromversorgung wichtige Unterwerk wurde bereits Mitte März 1975 in Betrieb genommen. Anfang Juli 1975 waren die Bau- und Montagearbeiten so weit fortgeschritten, dass mit dem Aufstau der Reuss angefangen werden konnte. Gleichzeitig begannen die Inbetriebnahmeversuche bei der 1. Maschinengruppe; der Beginn des Probetriebes und damit die eigentliche Stromproduktion erfolgte Mitte August. Bis Anfang Oktober war auch die Inbetriebnahme der 2. Maschinengruppe abgeschlossen. Damit konnte trotz baulicher Erschwernisse und zwei extremen Hochwassern, die zeitweise eine Bauverzögerung von etwa sechs Monaten zur Folge hatten, dank den Anstrengungen aller Beteiligten die Gesamtanlage termingerecht dem Bauherrn zum Betrieb übergeben werden.

Adresse des Verfassers: Paul Fischer, dipl. Ing. ETH/SIA, c/o Motor Columbus, Ingenieurunternehmung AG, 5400 Baden.

Die Reusstalsanierung – ein Partnerschaftswerk

Von Kurt Schmid, Muri

DK 626.86

Die aargauische Reussebene zwischen *Hermetschwil* und *Mühlau* auf der westlichen Talseite und zwischen *Unterlunkhofen bis Jonen* auf der Ostseite der Reuss, ist durch Auflandung eines spätglazialen Reussees entstanden. Der Fluss hat im Laufe der Jahrtausende mäandriert, d.h. er hat sein Bett im Gefolge von Hochwassern immer wieder selbst verlegt, so dass die Reussebene heute noch viele *Altwasserläufe* aufweist.

Eine *Besiedlung der Talhänge* ist gemäss *prähistorischen* Funden, die im *Geisshof* in der Gemeinde *Unterlunkhofen* gemacht worden sind, bereits vor ca. 5000 bis 6000 Jahren erfolgt.

Hochwasser und Dammbüche

Erste Flusskorrekturen sind kurz nach dem Jahre 1400 vorgenommen worden. Weitere Flusslaufkorrekturen, Kanal- und Dammbauten erfolgten in den Jahren 1858/60.

Im Jahre 1910 ereignete sich ein sehr grosser *Dammbuch* mit weiträumigen Überschwemmungen, der Anlass gab zu neuen Dammbauarbeiten in den Jahren 1912 bis 1914. Der Ausbruch des 1. Weltkrieges hat die Fortführung dieser Arbeiten verhindert.

Während den Jahren 1939 bis 1945 wurden im Rahmen des *ausserordentlichen Eidg. Meliorationsprogrammes* die Projektierungsarbeiten für die Melioration der Reussebene wieder an die Hand genommen. Nach Kriegsende wurde aber

auf deren Weiterführung verzichtet. Ein *letzter grosser Dammbuch* im Jahre 1953 bildete dann das auslösende Moment für ein generelles Studium einer Sanierung.

Bei den *Reusshochwassern* der letzten Jahre konnten Dammbüche gewissermassen jeweils in *letzter Stunde verhindert* werden. Solche bedrohliche Situationen stellten sich beispielsweise in den Jahren 1970, 1972 und 1973 ein.

Die Reussebene wird periodisch durch Hochwasser des Flusses oder durch die Wasser der Seitenbäche überschwemmt und schliesslich wegen ungenügendem Abfluss des Wassers in den Vorflutkanälen, verursacht durch *Rückstauwirkung* des Flusses, mehr oder weniger vernässt. Die *Vernässungsursachen* wurden durch ausgedehnte *Hangentwässerungen* im Gebiete des *Lindenberges*, die während und nach dem 2. Weltkrieg erfolgten, noch vermehrt, so dass der Ruf nach einer Sanierung der laufend unerträglicher werdenden Situation immer lauter wurde.

Im Jahre 1955 bildete sich auf Initiative des Schmiedemeisters *Roman Käppeli* aus *Merenschwand*, die sog. *Reusstal-kommission*, die aus Vertretern der betroffenen Gemeinden und aus Parlamentariern der Region zusammengesetzt war. Dieser Kommission gelang es die kantonalen und eidgenössischen Behörden von der Notwendigkeit der angestrebten Sanierungsmassnahmen zu überzeugen.

Ein *erstes* Entwässerungsprojekt, das in der Folge ausge-