Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 78 (1960)

Heft: 23

Artikel: Aus der Projektierung für die Kraftwerkgruppe Hinterrhein: die Abschluss- und Entlastungsorgane des Ausgleichbeckens Bärenburg

Autor: Jacobsen, Sidney

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-64901

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S. I. A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G. E. P.

Aus der Projektierung für die Kraftwerkgruppe Hinterrhein

DK 627. 83

Motor-Columbus AG., Baden

Fortsetzung von Seite 288

Die Abschluss- und Entlastungsorgane des Ausgleichbeckens Bärenburg

Von **Sidney Jacobsen,** dipl. Ing. S. I. A., Baden

Einleitung

Das Ausgleichbecken Bärenburg, das den Kraftwerken Bärenburg und Sils zwischengeschaltet ist und einen Nutzinhalt von 1,0 Mio m³ aufweist, hat die Aufgabe, tägliche Schwankungen der Wassermengen aufzunehmen und auszugleichen. Es wird durch eine 64 m hohe Staumauer mit Stauziel auf Kote 1080,00 gebildet. Die Bilder 1, 2 und 3 geben eine Uebersicht über die Kraftwerkanlagen. Als Hoch-

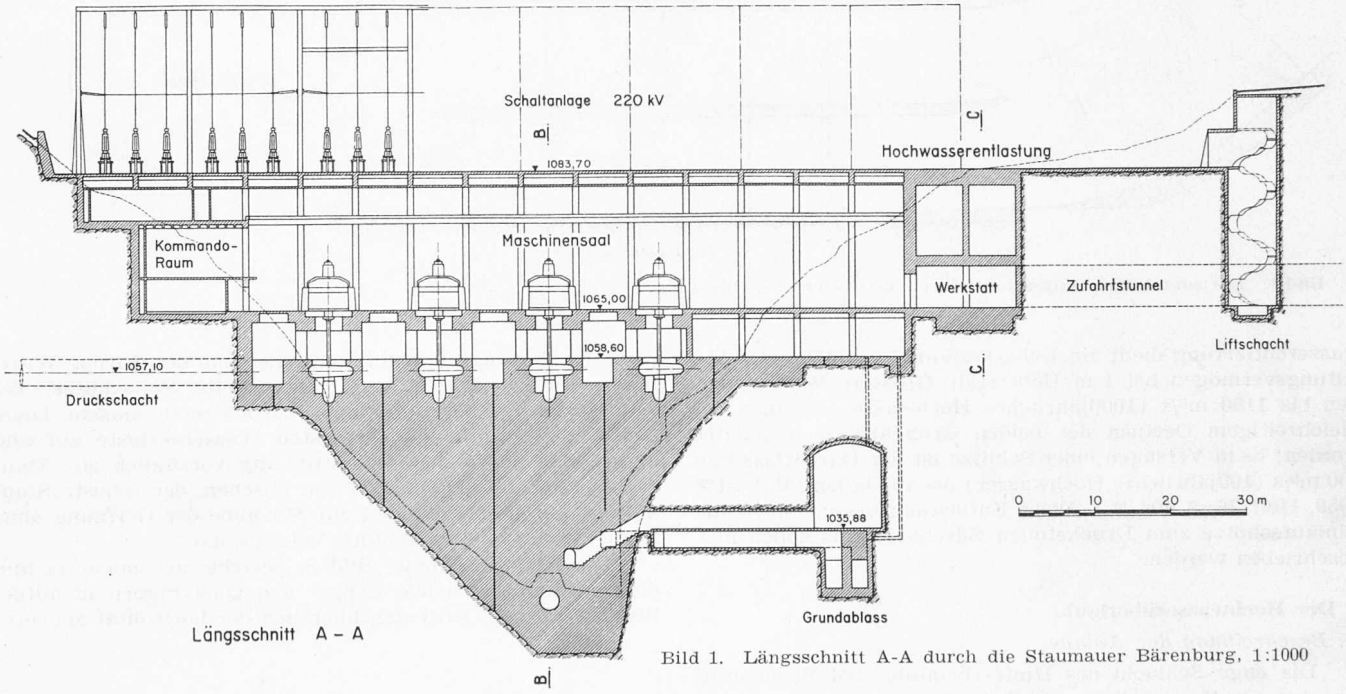


Bild 1. Längsschnitt A-A durch die Staumauer Bärenburg, 1:1000

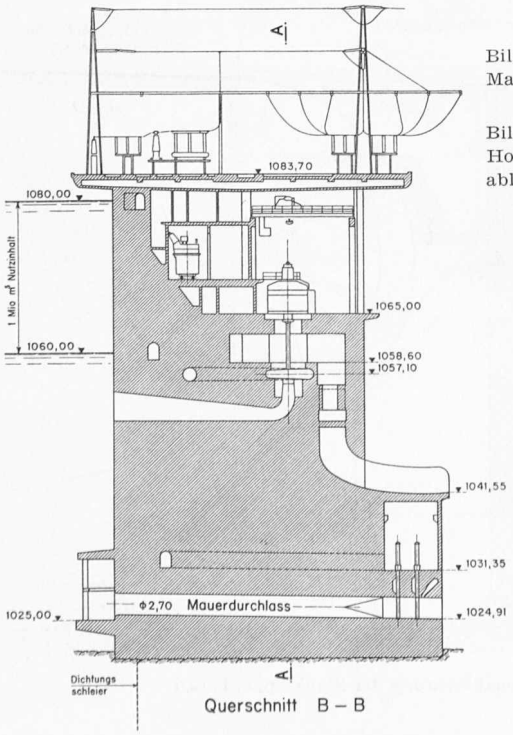
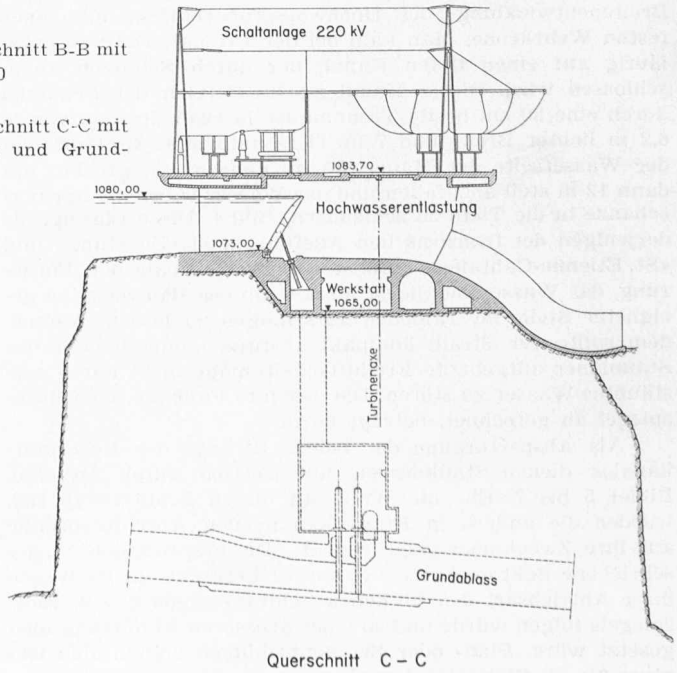


Bild 2 (links). Querschnitt B-B mit Mauerdurchlass, 1:1000

Bild 3 (rechts). Querschnitt C-C mit Hochwasserentlastung und Grundablass, 1:1000



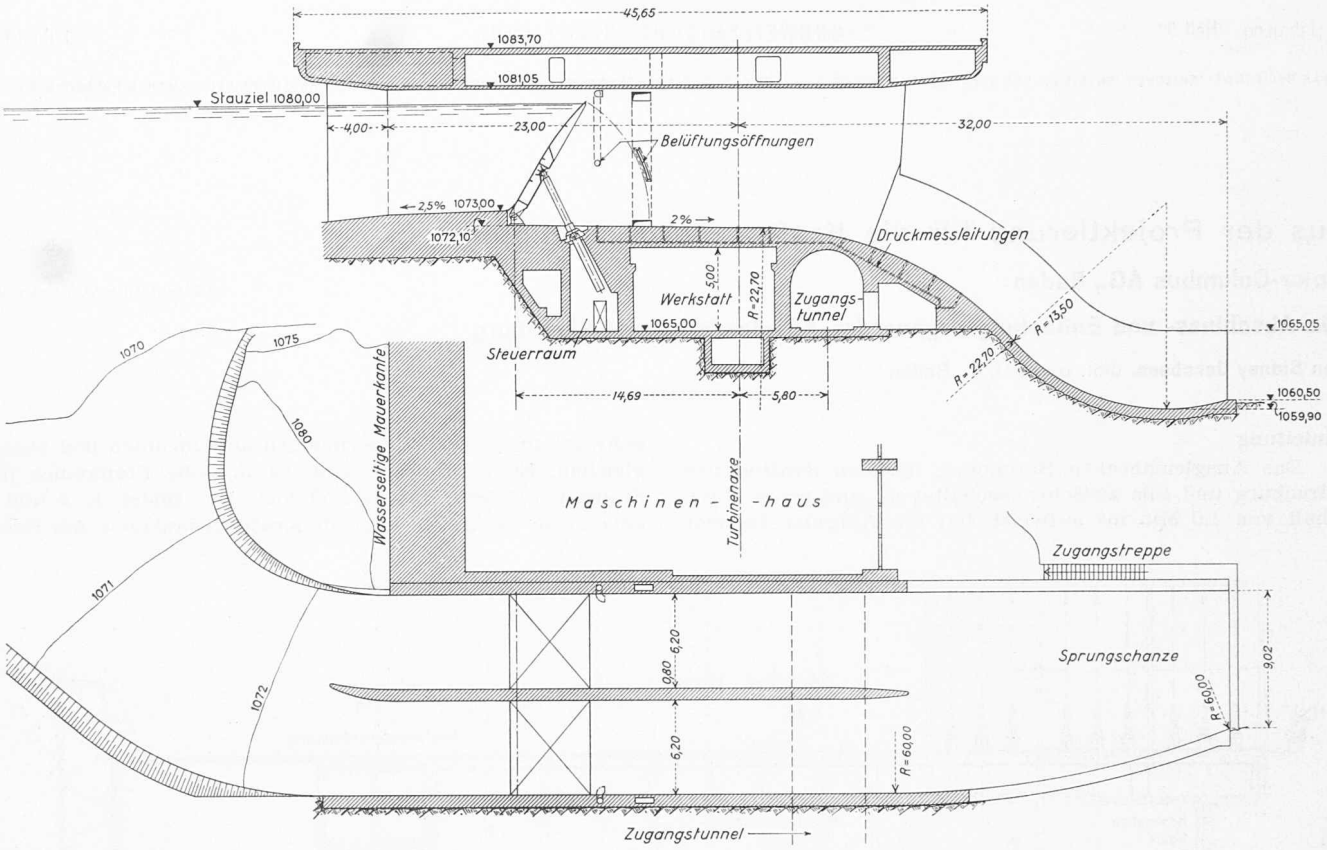


Bild 4. Horizontal- und Längsschnitt durch die Hochwasserentlastung, 1:500

wasserentlastung dient ein Ueberlaufkanal mit 450 m³/s Ableitungsvermögen bei 1 m Ueberstau. Grössere Wassermengen bis 1100 m²/s (1000jährliches Hochwasser) können bei gleichzeitigem Oeffnen der beiden Grundablässe abgeleitet werden; beim Versagen einer Schütze ist der Durchfluss von 700 m³/s (100jährliches Hochwasser) noch möglich (Vgl. SBZ 1959, Heft 26, S. 406 ff.). Diese Entlastungsorgane sowie die Einlaufschütze zum Druckstollen Bärenburg-Sils sollen hier beschrieben werden.

I. Der Hochwasserüberlauf

A. Beschreibung der Anlage

Die enge Schlucht des Hinterrheintales bei Bärenburg, die sich als Sperrstelle vorzüglich eignet, gestattete keine Breitenentwicklung des Hochwasserüberlaufes mit einer festen Wehrkrone. Man kam bei der Projektierung zwangsläufig auf einen tiefen Kanal, der durch Schützen abgeschlossen wird. Dieser Kanal ist im Bereich der Schützen durch eine 80 cm breite Trennmauer in zwei Stränge von je 6,2 m lichter Breite und 7 m Tiefe unterteilt. Er läuft von der Wasserseite der Mauer 30 m nahezu waagrecht, um dann 12 m steil abzufallen und das Wasser über eine Sprungschanze in die Tiefe zu schleudern, Bild 4. Diese Lösung, die derjenigen der französischen Ausführungen «Chastang» und «St. Etienne-Cantalès» ähnlich ist, ergab sich aus der Forderung, das Wasser möglichst ausserhalb des Bauwerks an geeigneter Stelle im Talboden aufschlagen zu lassen. Ausserdem sollte der Strahl kompakt abstürzen, um die auf der Staumauer aufgebaute Freiluftschaltanlage nicht durch zerstäubtes Wasser zu stören. Die gesamte Fallhöhe, vom Stauspiegel an gerechnet, beträgt 60 m.

Als Absperrorgane der beiden Stränge des Ueberlaufkanales dienen Stauklappen mit Antrieb durch Drucköl, Bilder 5 bis 7. Ehe die Wahl auf diesen Schützentyp fiel, wurden die andern in Frage kommenden Abschlussorgane auf ihre Zweckmässigkeit geprüft. Die ursprünglich ausgeschriebene Sektorschütze fiel ausser Betracht, da sie wegen ihrer Antriebsart den täglichen Schwankungen des Wasserspiegels folgen würde und so einer grösseren Abnützung ausgesetzt wäre. Plan- oder Segmentschützen eignen sich weniger für die Stauspiegelregulierung, da sie unterströmt werden. In die engere Wahl kam die von der Firma Wartmann & Cie. AG., Brugg, entwickelte Faltschütze, die schliesslich vor der Stauklappe zurücktreten musste. Diese weist mit Abstand die geringsten Wasserverluste auf und eignet sich durch die Ueberströmung vorzüglich zur Stauregulierung. Das Vermeiden von Nischen, der robuste Staukörper und die Möglichkeit zur Freigabe der Oeffnung ohne fremde Kraft stellen weitere Vorzüge dar.

Die Klappenschütze, Bild 5, besteht aus einem 14 mm dicken Staublech sowie Längs- und Querträgern in aufgelöster Form und wird einschliesslich der horizontal angeord-

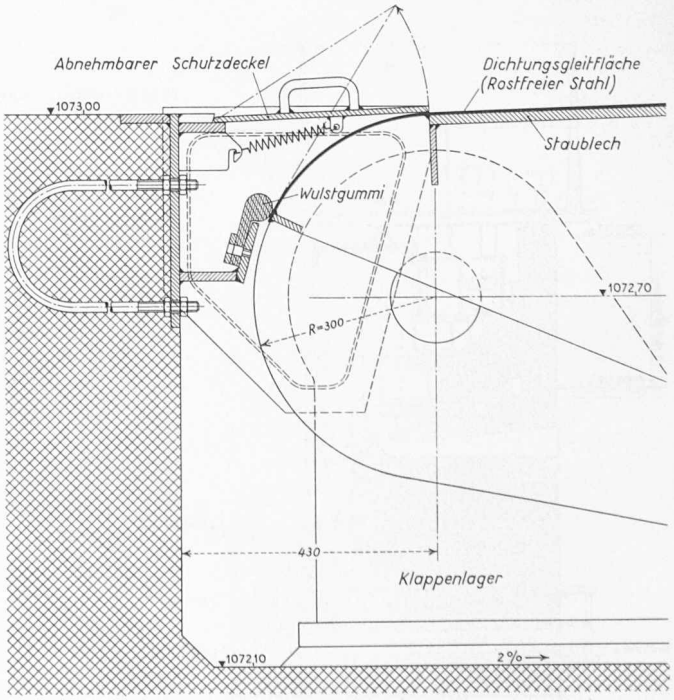


Bild 6. Schwellenabdichtung der Stauklappe, 1:12,5

neten Montagestösse vollständig geschweisst. Zwei Pendelrollenlager und eine in der Mitte unter der Klappe angeordnete Oelpresse übertragen die Wasserlasten in den Kanalboden.

Die Drehaxendichtung besteht aus einem an der Schwelle befestigten Notenprofilgummi, Bild 6, der gegen eine zylindrische, aus rostfreiem Stahl hergestellte Gleitfläche angepresst wird. Der Gummi ist gegen Fremdkörper durch ein Gleitblech geschützt. Die seitlichen Winkelprofil-Gummidichtungen sind am Staublech befestigt und gleiten gegen die Kanalwand. Zur Herstellung des 3 cm dicken Glattstriches im Bereich der Dichtungsfläche wurden im Abstand von 1 m lotrechte Putzleisten verwendet, deren Lage mittels einbetonierten Stellschrauben genau eingestellt werden konnte. Dabei hat man die Klappe gehoben und gesenkt. Nach Erhärten des Glattstriches wurden die von Holzlatten umgebenen Putzleisten entfernt und die Fugen ausgegossen. Auf die wenig ansprechenden Strahlstörer wurde bewusst verzichtet. Sie können, falls erforderlich, später aufgesetzt werden.

Die als Antrieb dienende Oelpresse durchdringt den Boden unter der Schütze. Der Zylinder ist nahe seinem oberen Ende im Kanalboden gelenkig gelagert und ragt in die darunterliegende Steuerkammer hinein. Eine reifenförmige, mit Cordeinlagen verstärkte Gummiplatte ist mit Schrauben am Zylinder und am Lagerstuhl befestigt und dichtet die Kammer gegen sich rückstauendes Wasser vollständig ab. Die Kolbenstange ist hartverchromt und wird durch Eisabstreifer geschützt.

Jeder Schütze ist eine Mehrkolbenpumpe von 20 l/min zugeordnet, die durch einen Drehstrommotor von 12 PS angetrieben wird. Die Geschwindigkeit an der Schützenoberkante beträgt 39 cm/min. In einem Steuerschrank sind die übliche Druckknopfsteuerung sowie die nötigen Ventile, Manometer, Ueberdruckschalter und Sicherheitsventile eingebaut.

Zum Einregulieren des Stauspiegels auf Kote 1080,00 bis 1080,40 dient eine elektromechanische Differentialsteuerung mit Rückführung. Der gesamte Ueberstau von 40 cm bei abgesenkter Schütze ist in 40 Stufen eingeteilt, die den jeweiligen 40 Schritten der Schützenbewegung zugeordnet sind. Die Uebertragungsvorrichtungen zu den Stellungsanzeigern der beiden Klappen, die zugleich als Rückführungen wirken, sind in Bild 7 dargestellt. An den innern, dem Mittelpfeiler zugekehrten Längsspanten der beiden Klappen, in welche je ein Klappenlager eingebaut ist, ist je ein Mitnehmer angeschraubt, der über einen im Abschlusskasten gelagerten Hebel ein Rückführsegment bewegt, über das ein Stahlband gelegt ist. Dieses führt durch ein im Mittelpfeiler einbetoniertes Rohr nach der Anzeigevorrichtung im Steuerraum. Der Stauspiegel wird mittels Druckwaage gemessen.

Entsprechend dem Betrieb der Kraftwerke Bärenburg und Sils kann der Stauspiegel zeitweise täglich bis zu 20 m schwanken, wodurch der Hochwasserüberlauf trockengelegt wird. Die Schützen bleiben dabei in der höchsten Stellung. Jede Schütze ist mit einer Steuerung ausgerüstet, die bei Störungen auch für die andere Schütze arbeiten kann. Normalerweise regulieren die beiden Schützen gleichzeitig miteinander. Uebersteigt die Wassermenge 410 m³/s, so steigt der Wasserspiegel bei ganz abgesenkten Schützen über Kote 1080,40 und erreicht bei einer Wassermenge von 460 m³/s Kote 1081,00.

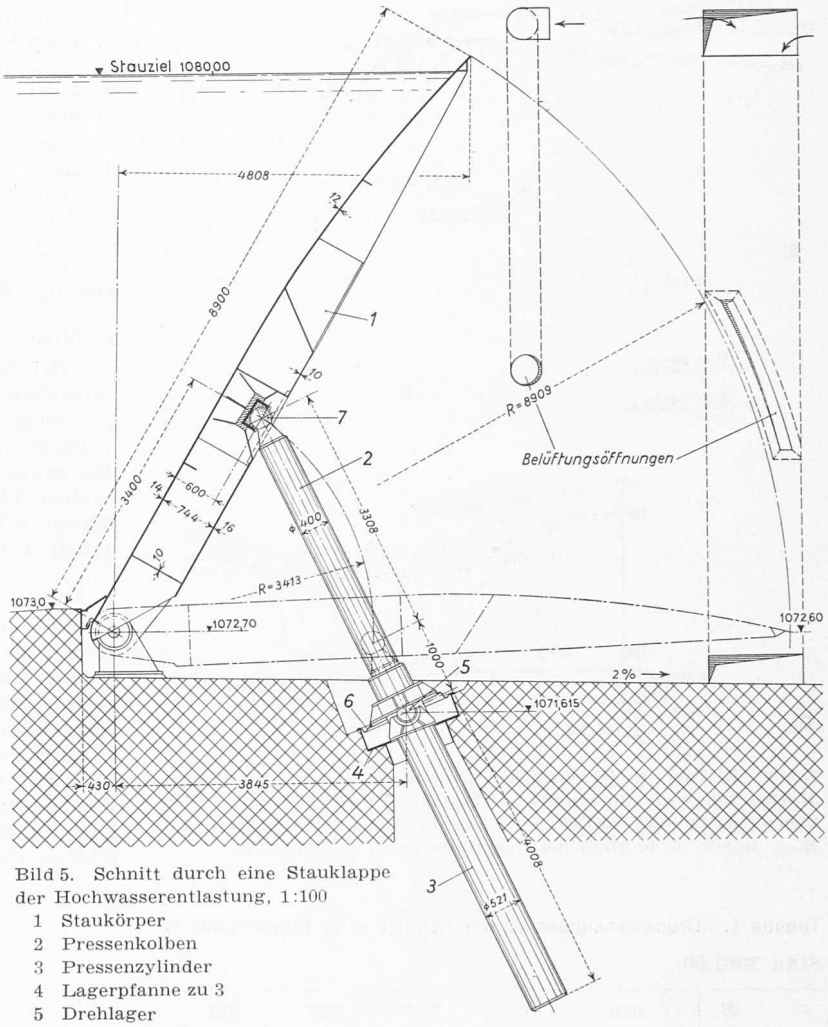


Bild 5. Schnitt durch eine Stauklappe der Hochwasserentlastung, 1:100

1 Staukörper
2 Pressenkolben
3 Pressenzylinder
4 Lagerpfanne zu 3
5 Drehlager
6 Dichtungsreifen
7 Kugeldrehlager

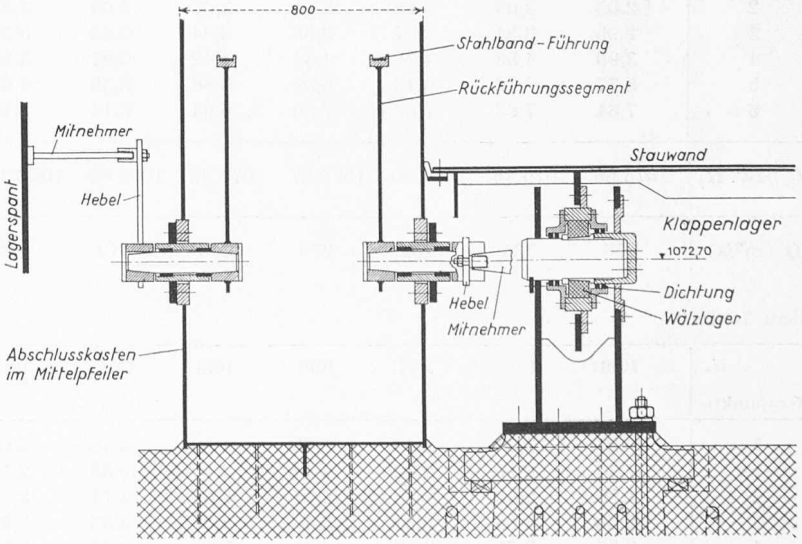


Bild 7. Klappenlager mit Uebertragungsvorrichtung zu den Stellungsanzeigern der beiden Klappen, 1:25

Selbstverständlich kann die automatische Steuerung ausgeschaltet und der Schützenantrieb von Hand betätigt werden. Bei Stromausfall können die Schützen durch Eigengewicht abgesenkt werden, indem man die Rücklaufventile öffnet und das Oel aus den Zylindern in den Oeltank zurücklaufen lässt.

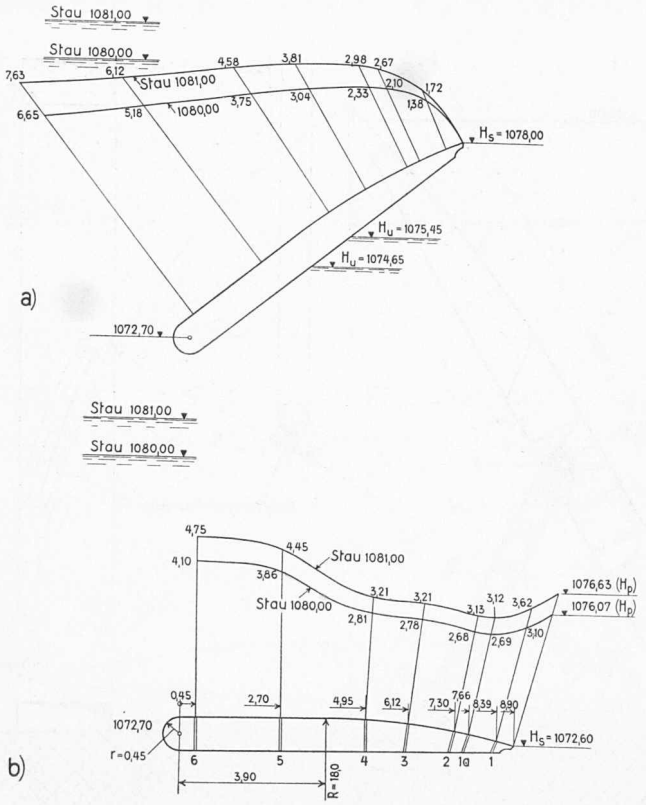


Bild 8. Bei den Modellversuchen gemessener Verlauf des Wasserdruckes längs der Stauklappe (siehe auch Tabelle 1) bei den Stauhöhen 1080,00 und 1081,00 m, 1:200; a) Höhe der Ueberfallkante H_s = 1078,00 m, b) Höhe der Ueberfallkante H_s = 1072,60 m

Tabelle 1. Druckmessungen an der Schütze in m Wassersäule [1])

Stau 1081,00

H_s / Messpunkte	1080	1078	1077	1076	1075	1074	1073	1072,80	1072,60
1	1,05	1,72	1,83	1,76	1,97	2,51	3,13	3,34	3,62
1a	1,80	2,67	2,84	2,73	2,71	2,84	2,89	2,98	3,12
2	2,05	2,98	3,13	3,11	3,02	3,09	2,98	3,01	3,13
3	2,95	3,81	3,97	3,98	3,84	3,62	3,24	3,19	3,21
4	3,90	4,58	4,70	4,64	4,42	3,97	3,39	3,28	3,21
5	5,77	6,12	6,16	6,09	5,86	5,33	4,68	4,57	4,45
6	7,64	7,63	7,52	7,30	6,94	6,14	5,16	4,95	4,75
H_u bzw. H_p	1073,80	1075,45	1075,80	1075,87	1075,93	1076,02	1076,32	1076,45	1076,63
Q (m³/s)	26	135	203	276	349	412	452	456	460

Stau 1080,00

H_s / Messpunkte	1079	1078	1077	1076	1075	1074	1073	1072,80	1072,60
1	0,97	1,38	1,48	1,63	1,68	2,10	2,69	2,87	3,10
1a	1,58	2,10	2,32	2,44	2,40	2,53	2,56	2,59	2,69
2	1,80	2,33	2,58	2,71	2,64	2,74	2,65	2,64	2,68
3	2,56	3,04	3,32	3,47	3,37	3,33	2,92	2,83	2,78
4	3,35	3,75	3,97	4,02	3,90	3,75	3,04	2,89	2,81
5	5,00	5,18	5,30	5,31	5,15	4,93	4,13	4,00	3,86
6	6,65	6,65	6,56	6,42	6,11	5,64	4,52	4,31	4,10
H_u bzw. H_p	1073,70	1074,65	1075,12	1075,35	1075,45	1075,55	1075,84	1075,92	1076,07
Q (m³/s)	26	74	133	199	266	326	365	370	374

1) Vorgenommen am Modell mit der endgültig festgelegten Form. Die Anordnung der Messpunkte geht aus Bild 8 hervor.

Die Liefergewichte der Hauptteile betragen:

1. Zwei Klappenschützen mit je 6,2 m lichter Breite und 7,0 m Höhe einschl. Armaturen 35,2 t
2. Zwei Oelpressen, Hubkraft 250 t, Hubhöhe 3,30 Meter, Kolbendurchmesser 400 mm, Betriebsdruck 200 atü, Hubgeschwindigkeit 15 cm/min 16,5 t
3. Zwei Steuerschränke einschl. Pumpengruppen, Oelbehälter, Oelleitungen usw. 3,3 t

Totalgewicht 55,0 t

Rostschutzbehandlung: Sandstrahlreinigung, Spritzverzinkung, drei Chlor-Kautschukanstriche.

B. Modellversuche

Bei der Projektierung dieser Anlage zeigte es sich, dass verschiedene Probleme theoretisch nur sehr mühsam oder gar nicht gelöst werden konnten. Die Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau der ETH wurde daher beauftragt, den ganzen Hochwasserüberlauf Bärenburg im Masstab 1:30 nachzubilden und die notwendigen Modellversuche durchzuführen, Bild 9. Deren wichtigste Ergebnisse sollen hier mitgeteilt werden.

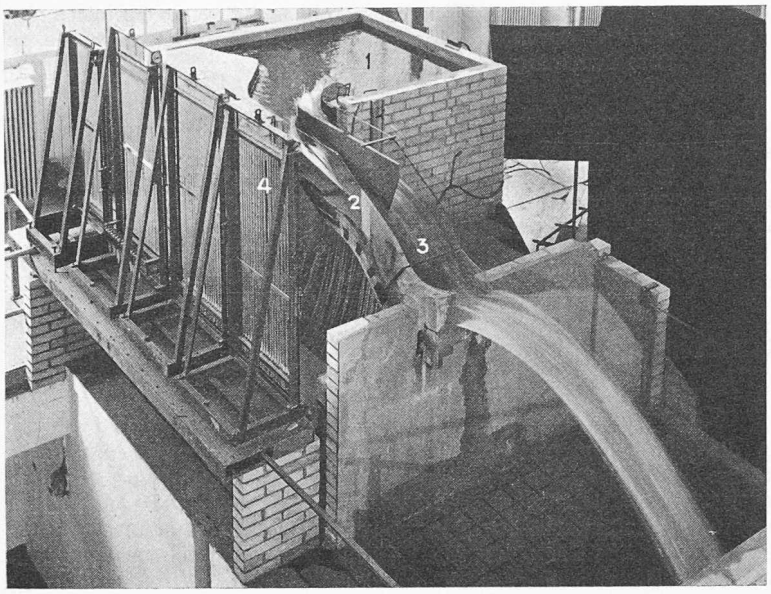
1. Form des Einlaufes

Die endgültige Ausbildung des Einlaufes entstand aus einer Reihe von Untersuchungen an verschieden geformten rechts- und linksseitigen Kanalwänden. Erstrebt war ein ruhiger Zulauf, möglichst geringe Ueberhöhung des Wasserspiegels und ein grosses Ableitungsvermögen. Es war notwendig, die linke Kanalwand in Form eines Einlaufkopfes seewärts vorzuziehen. Ebenso musste die Krümmung der rechten Kanalwand durch vermehrten Felsausbruch verringert werden. Diese Ausbildung genügt weitgehend den gestellten Forderungen und lässt eine Ableitung von 460 m³/s zu. Die endgültige Form der Kanalwände ist aus dem in Bild 4 gezeigten Grundriss ersichtlich.

2. Druckmessung und Belüftung

Die Messung der Drücke an der Kanalsohle erfolgte am Modell mittels Piezometerrohren. Messtellen waren unter der Schütze (wegen des auf die Decke der darunterliegenden Werkstatt - Kammer aufprallenden Strahles) sowie im konvex gekrümmten Teil der Schussrinne, wo Unterdrücke zu erwarten waren, angeordnet. Ausserdem ermittelte man die dynamischen Wasserdrücke an den Modellschützen selbst, um daraus die Hub- bzw. Auflagerkräfte bestimmen zu können. Es zeigte sich, dass bei der gewählten Einlaufform die an den beiden Schützen gemessenen Drücke praktisch gleich waren und dass die an der Längsaxe der rechten Schütze gemessenen Werte als guter Mittelwert über die ganze Schützenbreite gelten konnte. An der Kanalsohle dagegen wurde jeweils 80 cm von der Wand entfernt und in Kanalmitte gemessen.

Der Krümmungsradius von 14,75 m im konvex ge-



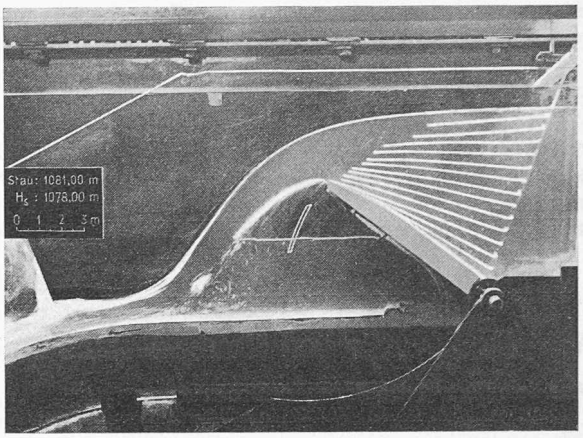


Bild 10. Ueberfall über die Stauklappe (Modellversuch) mit Rückstau unter der Klappe

Bild 9 (links). Modell für die Strömungsversuche an der Hochwasserentlastungsanlage Bärenburg
1 Beruhigungsbecken
2 Ablaufkanal mit abgesenkten Stauklappen und Trennpfeiler
3 Sprungschanze
4 Piezometerröhrchen mit Verbindungsschläuchen zu den Messstellen

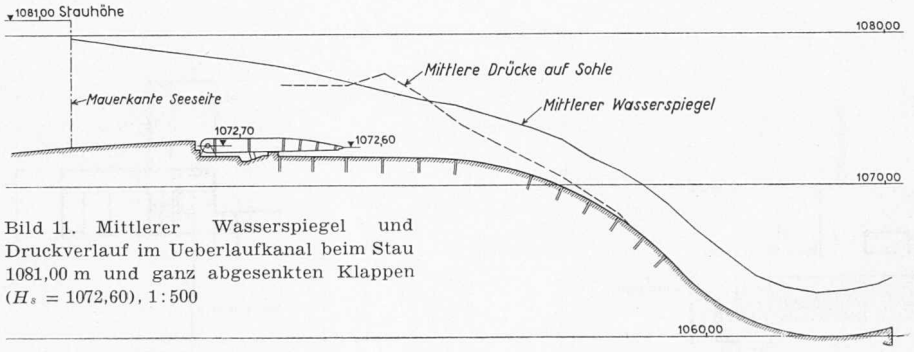


Bild 11. Mittlerer Wasserspiegel und Druckverlauf im Ueberlaufkanal beim Stau 1081,00 m und ganz abgesenkten Klappen (H_s = 1072,60), 1:500

Bilder 12 und 13. Form des frei fallenden Strahles in Ansicht und Grundriss beim Stau 1080,00 und ganz abgesenkten Klappen (H_s = 1072,60). Im Grundriss erkennt man deutlich den durch die Kanalform erzeugten Drall des Strahles (Modellversuch)

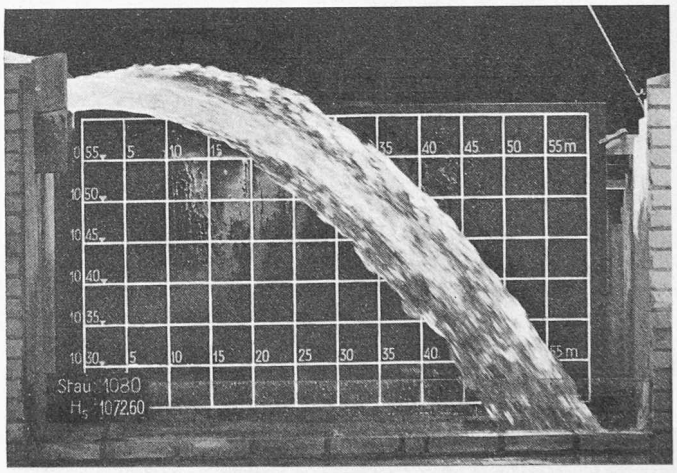
krümmten Teil der ursprünglichen Kanalform hatte bei einer Wassermenge von 460 m³/s einen Unterdruck von 1,5 Meter zur Folge. Durch Verminderung der Krümmung (Radius 22,7 m) konnte der Unterdruck auf 0,6 m verkleinert werden.

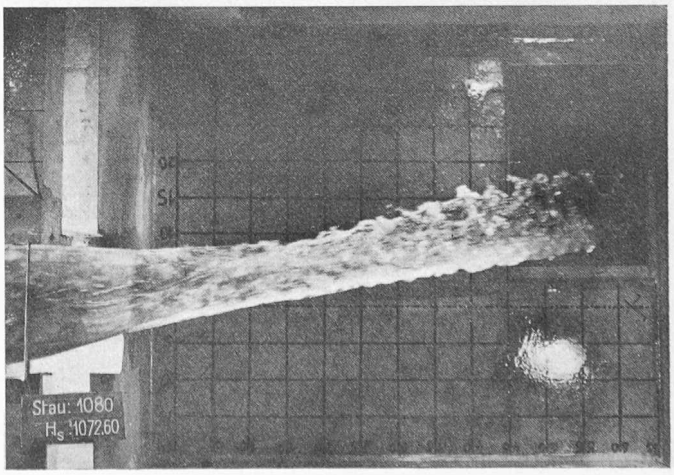
Infolge des auf den Kanalboden aufprallenden Wasserstrahles bildet sich im Kanalteil zwischen Schütze und Strahlauftreffstelle ein Rückstau, Bild 10, der um so grösser wird, je stärker sich die Schütze senkt. Bei der ursprünglichen Schützenform zeigte sich im Modellversuch, dass sich die Klappe wegen diesem Stau nicht weit genug absenken lässt. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, eine Schützenform zu suchen, die den geringsten Auftrieb ergibt, welche Aufgabe denn auch durch Einbau verschiedener Schützen in die Modellversuchsanlage gelöst worden ist. Mit der endgültigen Schützenform ergab der Modellversuch, dass bei der Schützenstellung H_S = 1076,00 der Raum zwischen Schützenklappe und Strahl mit Wasser völlig ausgefüllt wurde und sich bei einer Stauhöhe von 1081,00 auf dem Kanalboden ein maximaler Druck entsprechend Kote 1077,00, also von 5,00 m Wassersäule, einstellte.

Am Klappenkörper des Modells wurden ebenfalls Druckmessungen vorgenommen. Tabelle 1 und Bild 8 zeigen die Ergebnisse für verschiedene Klappenstellungen.

Ein weiteres Problem bildete die Belüftung der Schützenunterseite. Die ideale Lösung mit einem Belüftungsschlitz ausserhalb der Streichbahn der Seitendichtungen war nur möglich für Schützenstellungen unterhalb H_S = 1078,50 m. Für höhere Schützenstellungen musste wegen des steil abfallenden Strahles eine zusätzliche Oeffnung innerhalb der Dichtungsstreichbahn vorgesehen werden. Die endgültig festgelegten Oeffnungen sind in den Bildern 4 und 5 eingezeichnet. Bei Stellungen unterhalb H_S = 1076,00 ist keine Belüftung mehr notwendig.

Die in der Grossausführung tatsächlich angesaugte Luftmenge kann vom Modellversuch nicht abgeleitet werden. Die Belüftungskanäle wurden daher sehr gross dimensio-





niert, so dass unter der Schütze mit Sicherheit kein nennenswerter Unterdruck entstehen kann.

3. Die Sprungschanze

Ursprünglich hatte die Sprungschanze in ihrem letzten Teil ein Gefälle von 2 %. Die Versuche zeigten, dass die Sprungweite vergrössert werden konnte, indem die Abwurfrichtung leicht nach oben geneigt wurde. Die zur Einsparung von Felsausbruch eingeengte Kanalbreite an der Sprungschanze steuert den Strahl mehr gegen Talmitte und bewirkt durch den Linksdrall eine wesentlich kompaktere Strahlwirkung, Bilder 12 und 13.

*

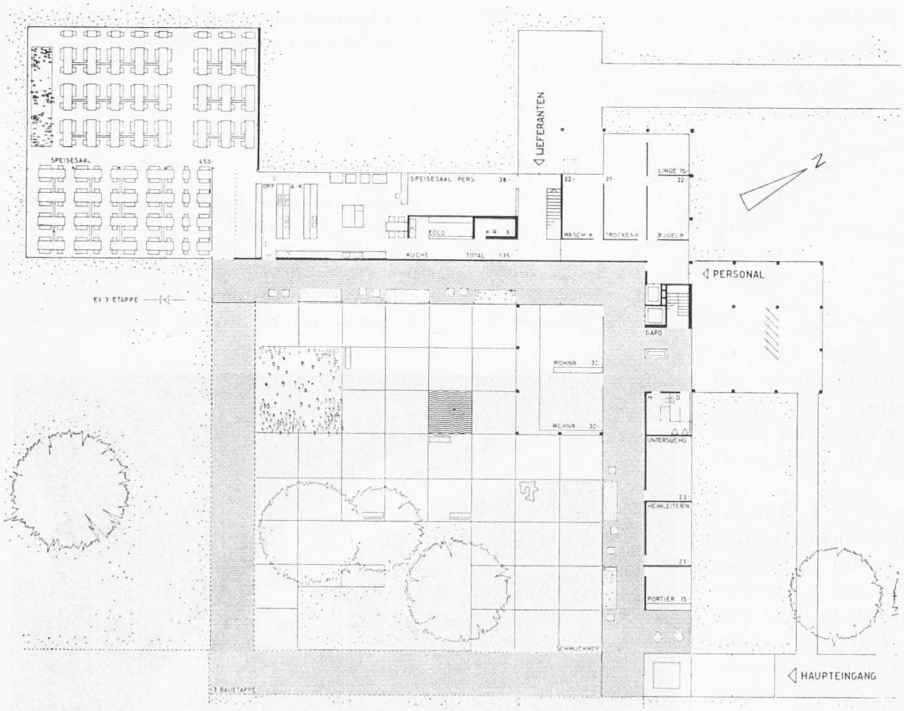
Die Schützen wurden von der Firma Wartmann & Cie. AG., Brugg, geliefert und montiert. Die Antriebe lieferte Ernst Wirz, Kipper- und Maschinenfabrik, Uetikon, während die Steuerungseinrichtungen von Rittmeyer AG., Zug, angefertigt wurden.

Wettbewerb für den Neubau eines Burgerheimes in Bern

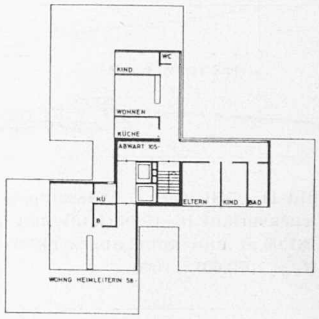
DK 725. 56

Aus dem Bericht des Preisgerichtes

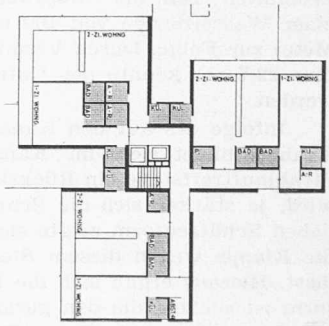
Die Burgergemeinde der Stadt Bern beabsichtigt die Schaffung eines Wohnheims für betagte oder werktätige Burger. Für die Ueberbauung steht ein Bauplatz von rd. 23 000 m² auf dem Mittelfeld zur Verfügung. Im Wettbewerb waren fristgemäss 20 Entwürfe eingereicht worden. Die Vorprüfung der Entwürfe wurde durch das Architekturbüro G. Thormann & J. Nussli, Bern, vorgenommen. Sie erstreckte sich auf die Vollständigkeit der abgelieferten Arbeiten, die Einhaltung der Vorschriften des Wettbewerbsprogramms und der Bauordnung sowie die Kontrolle der kubischen Berechnung, der Wohnflächen und der Ausnützungsziffer.



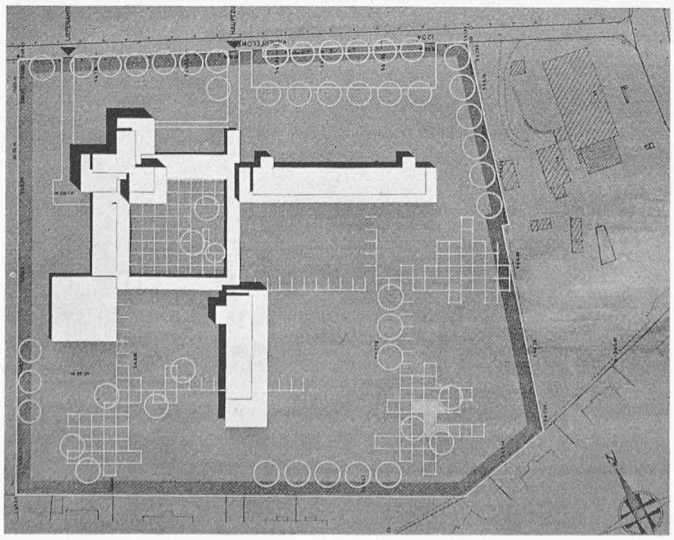
Erdgeschoss-Grundriss 1:700

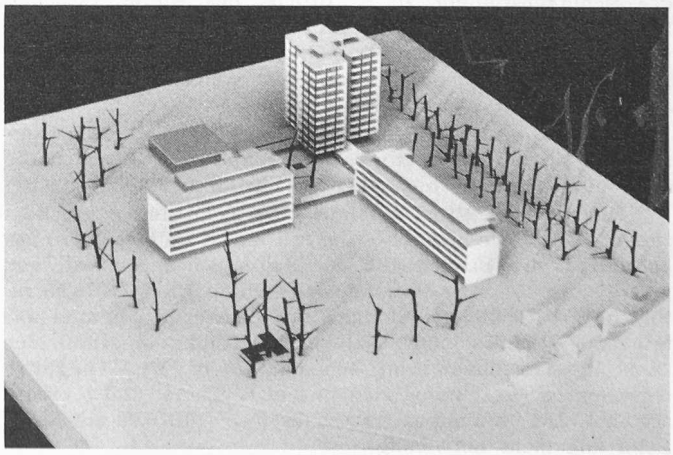


Dachgeschoss



Rechts Hochhaus-Grundriss 1. bis 10. Geschoss





1. Preis (5000 Fr. und Empfehlung zur Weiterbearbeitung). Entwurf Nr. 7. Verfasser **Hans Müller,** dipl. Arch., und **Hans Christian Müller,** dipl. Arch., Burgdorf