

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 63/64 (1914)
Heft: 21

Artikel: Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweiz.
Landesausstellung Bern 1914
Autor: Prášil, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31557>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

die Stollenerweiterungs-Attake mit einem Ausbruch entsprechend etwa 3 m^2 Profilerweiterung und gleich daran anschliessend, in etwa 150 bis 180 m Distanz vom Ort, Ausbruch und Betonierung des definitiven Kanals. Dadurch kamen die „Bahnhöfe vor Ort“ auf den fertigen Kanal zu liegen und bedingten Manöver bis zu 250 m Länge. Ausserdem wurde der Vortrieb durch die Stollenerweiterungs- und Kanalattake während der Schutterung gestört und die Manöver vor Ort bedeutend erschwert. Wenn also der Fortschritt des Stollenvortriebes betrachtet wird, so muss gleichzeitig der mit ihm so eng verbundene Kanal berücksichtigt werden. Durch geeignete Anordnung der Bohr- und Sprengarbeit in den drei verschiedenen Attaken (vor Ort, Stollenerweiterung und Kanal) gelang es jedoch, in allen dreien recht befriedigende Fortschritte zu erzielen. So wurden z. B. am 15. Mai 1914 12,50 m Stollenfortschritt, 12,0 m Kanalausbruch und 18,0 m Kanalbetonierung geleistet.

Glücklicherweise ist der Bau einer Unternehmung anvertraut worden, deren bewährte Kräfte den Tücken des Juragebirges vollauf gewachsen waren. Die Schweizer-Ingenieure, deren hervorragende Leistungen auf der Nordseite des Lötschbergtunnels noch in frischer Erinnerung stehen, waren auch hier wieder gemeinsam tätig: Oberingenieur *F. Rothpletz* (als Unternehmer) und seine Ingenieure *O. Casparis* (Nordseite) und *S. Prada* (Südseite). Ihnen und ihren Mitarbeitern, von denen nur noch die Ing. F. Lienhard und A. Graber genannt seien, ein herzliches Glück auf!

Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914.

Von Prof. Dr. Franz Präsil in Zürich.

(Fortsetzung von Seite 214.)

Geschwindigkeits-Regulatoren von Escher Wyss & Cie., Zürich.

Die Firma hat den Bau von Geschwindigkeits-Regulatoren normalisiert und führt unter der Bezeichnung Universal-Oeldruck-Regulatoren¹⁾ und entsprechender Nume-

¹⁾ Es dürfte wohl besser die Bezeichnung Universal-Drucköl-Regulator gewählt werden, da nicht der Druck des Oeles reguliert, sondern unter Druck stehendes Öl (Drucköl) als servomotorische Flüssigkeit verwendet wird.

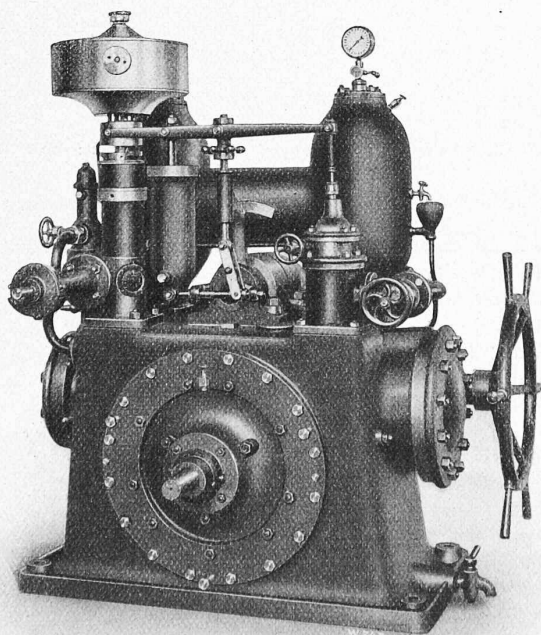


Abb. 16. Universal-Drucköl-Regulator von Escher Wyss & Cie., Zürich.

rierung acht Grössen aus, von denen die fünf auf Seite 125 aufgezählten ausgestellt sind. Der allgemeine Aufbau der Regulatoren soll an Hand der Abbildungen 15 und 16, die dem Berichte über die Wasserturbinen und Regulatoren des El. W. Sao Paolo, Brasilien, in der „Schweiz. Bauzeitung“ Bd. LVII, 1911, Seite 165, entnommen sind und des Schemas Abbildung 17 geschildert werden.

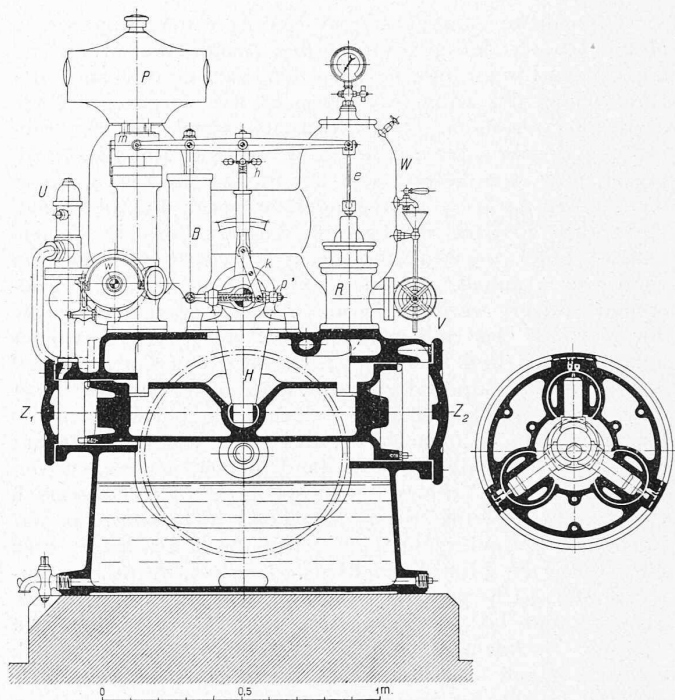


Abb. 15. Schnitt durch Differentialkolben und Oelpumpe. — 1:25.

In einem als Oelbehälter dienenden gusseisernen Gehäuse befinden sich die Oelpumpe, der zweizylindrige Kolben-Servomotor, die Kanäle zur Führung des Oels von der Pumpe zum Regulierventil und von diesem zu den Arbeitsräumen des Servomotors. Am Gehäuse befestigt sind an der äusseren Deckenwand nach dem Schema Abb. 17 rechts der Fliehkraftregler (Jahns-Regler), links das Regulierventil, in der Mitte ein Ständer zur Aufnahme der Lagerung der Regulierwelle und einer Führung für den, durch das links vom Ständer ersichtliche Rückführungsgestänge verstellbaren Stützpunkt S des Uebertragungshebels zwischen der Hülse des Reglers und dem Lenker für das Regulierventil. Zwischen Ständer und Regler ist die Oelbremse, seitlich am Ständer der Mechanismus für die Handregulierung angeordnet.

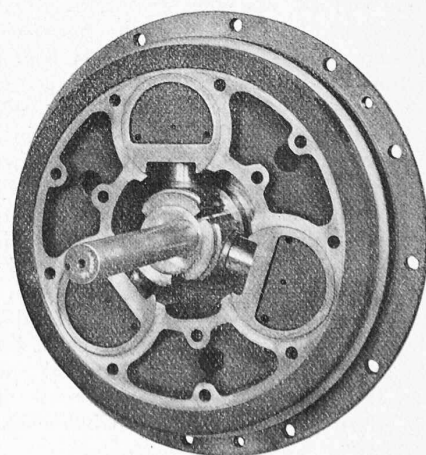


Abb. 18. Kolben-Oelpumpe.

Als Ölpumpen werden entweder dreizylindrige Kolbenpumpen mit oszillierenden Zylindern nach den gegenüberstehenden Abbildungen 15 und 18 oder zumeist Zahnradpumpen nach Abbildung 19 verwendet, die mittelst Riemen von der Turbinenwelle aus, oder auch in einzelnen Fällen von besonderen kleinen Turbinen angetrieben werden.

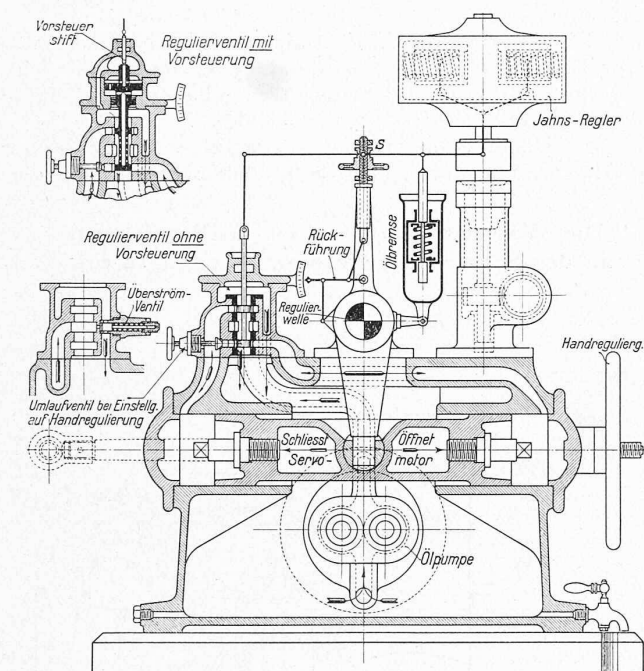


Abb. 17. Schema eines Universal-Drucköl-Regulators (mit und ohne Vorsteuerung) von Escher Wyss & Cie., Zürich.

Die Servomotoren sind entweder entsprechend dem Schema doppelwirkend, d. h. es ist bei Bewegung des Kolbens immer der eine Arbeitsraum mit der Pumpe, der andere mit dem Ölbehälter in Verbindung, oder entsprechend der Abbildung 15 mit Differentialwirkung ausgebaut, wobei der kleinere Arbeitsraum stets unter konstantem Druck, der grössere je nach der Bewegungsrichtung des Kolbens unter gleichem oder kleinerem Druck steht als der kleinere. Die Bewegung des Kolbens wird durch einen in dessen Mitte angreifenden Hauptantriebshebel auf die Regulierwelle übertragen; von letzterer aus erfolgt die Betätigung des Reguliermechanismus an der Turbine. (Siehe z. B. Abbildung 7.)

Die Reguliertventile werden entweder entsprechend der Hauptfigur des Schemas Abbildung 17 ohne Vorsteuerung, d. h. mit direkt von dem am Uebertragungshebel hängenden Lenker mitgenommenen Verteilungsschieber ausgeführt, oder entsprechend der obern linken Figur des Schemas mit Vorsteuerung, d. h. mit hydraulisch bewegtem

Verteilungsschieber (auch Schwebekolben genannt), wobei das Vorsteuerungsorgan, d. i. ein zylindrischer Stift, mit dem Lenker verbunden ist.

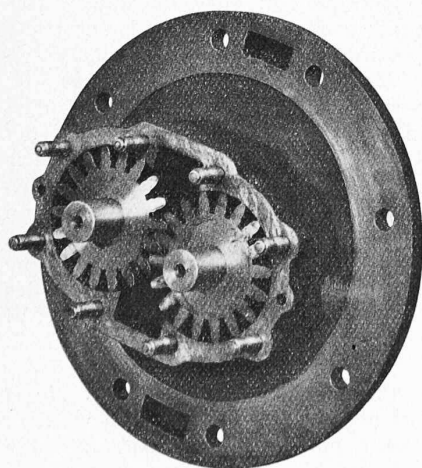


Abb. 19. Zahnrad-Ölpumpe.

Die Verteilungsschieber sind in allen Fällen aus gehärtetem Stahl hergestellte Kolbenschieber, deren Kolben derart auf einem gemeinschaftlichen zentralen Zylinder angeordnet sind, dass je nach der Stellung des Schiebers entsprechende Kanäle im Ventilgehäuse, die in Verbindung stehen mit den Kanälen im Servomotor-Gehäuse, gedeckt oder geöffnet werden. Die Anwendung der Kolben und der Kanäle ist nun verschieden, je nachdem der Servomotor doppelwirkend oder für Differentialwirkung ausgeführt ist.

Im Schema Abbildung 17 sind die Reguliertventile für den ersten Fall gezeichnet; an Hand dieses Schemas soll der Reguliertvorgang beschrieben werden.

Der Verteilungsschieber hat zwei zur Ölverteilung dienende Kolben, die in der Mittelstellung des Ventils, also bei Beharrungszustand, denjenigen Kanälen im Ventilgehäuse gegenüberstehen, die zu den Verbindungskanälen gegen den Servomotor hinführen; die mittleren Kanäle im Ventilgehäuse schliessen an den Verbindungskanal zur Pumpe, die Endkanäle bzw. Räume im Ventilgehäuse an den Ölbehälter an. Somit wird durch eine Aufwärtsbewegung des Ventils einerseits die Verbindung der Pumpe mit dem linken Arbeitsraum, andererseits die Verbindung des rechten Arbeitsraumes mit dem Ölbehälter und hiemit eine Bewegung des Servomotorkolbens von links nach rechts, bei Abwärtsbewegung ein entsprechender Wechsel der Verbindungen und hiermit eine Bewegung des Servomotorkolbens von rechts nach links eingeleitet. Da bei der bestehenden Disposition des Gestänges ein Heben der Hülse des Fliehkraftreglers die Abwärtsbewegung des Ventils und umgekehrt zur Folge hat, so entspricht der Bewegung des Servomotorkolbens von rechts nach links das Schliessen, derjenigen von links nach rechts das Öffnen am Leitapparat der Turbinen, in Uebereinstimmung mit der Eigenschaft des Reglers, bei Entlastung das Heben, bei Belastung das Senken der Hülse einzuleiten. Die notwendige Rückführung des Ventils in die Mittellage bei eingetretenem Reguliertvorgang erfolgt durch Verschiebung des Stützpunktes S in der Mitte des Hebels zwischen Reglerhülse und Ventil mittelst des linksseitig am Antriebshebel angreifenden Gestänges, das den Stützpunkt bei der eingezeichneten geometrischen Anordnung bei Schliessbewegung des Servomotorkolbens hebt, bei Öffnungsbewegung senkt. Der Rückführungsweg kann geändert werden durch Veränderung der Entfernung des rechtsseitigen Scharniers am wagrecht gezeichneten Hebel des Rückführungsgestänges von der lotrechten Mittelebene der Reguliertwelle; die konstruktive Ausführung dieser Verstellvorrichtung ist aus den Abbildungen 15 und 16 zu ersehen. Wird dieser Abstand ganz aufgehoben, so bleibt der Stützpunkt S in Ruhe. Es kann das Reguliertventil nur bei einer Lage der Hülse in Mittelstellung sein. Die Rückführung ist isodrom eingestellt. Durch Veränderung der Lage des Stützpunktes S an der im Lagerständer vertikal geführten Tragstange mittelst der angedeuteten mit Handrad versehenen Schraubeneinstellung kann die Mittelstellung des Verbindungshebels zwischen Hülse und Reguliertventil geändert und hiermit in der gebräuchlichen Weise die Verstellung zur Aenderung der mittleren Umdrehungszahl bewerkstelligt werden, von Hand mittelst des Handrades und, wenn ein von einem kleinen Elektromotor angetriebenes Schneckenwerk zugeschaltet ist, durch elektrische Uebertragung vom Schaltbrett aus.

Am Ventilgehäuse befindet sich einerseits ein Ueberströmventil, d. h. ein Sicherheitsventil, das zwischen den mittleren Kanal im Gehäuse des Reguliertventils und dem Verbindungskanal zum Ölbehälter eingeschaltet ist, mittelst dessen der Arbeitsdruck eingestellt wird; ferner ist noch ein Umlaufventil angebracht, durch das die beiden Arbeitsräume des Servomotors in Verbindung gebracht werden können, was dann zu geschehen hat, wenn die automatische Regulierung ausser Wirksamkeit und die Handregulierung in Betrieb gesetzt werden soll.

Die Oelbremse kommt bei jeder Hülsebewegung zur Wirksamkeit; es ist hierbei der Kataraktkolben in elastischer Verbindung mit dem von der Hülse zum Regulierventil führenden Hebel. Da aber der Kataraktzylinder infolge seiner Verbindung mit dem Antriebshebel an dessen

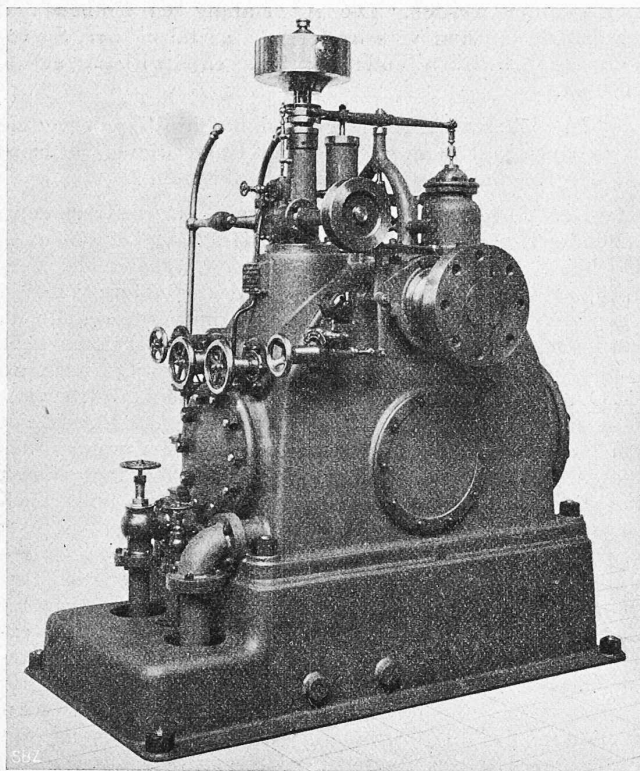


Abb. 21. Universal-Drucköl-Regulator Nr. VI.

Bewegung teilnimmt, und zwar in der Weise, dass er bei Öffnungsbewegung des Servomotorkolbens nach aufwärts gedrückt, bei Schliessbewegung nach abwärts gezogen wird, so wird unter dem Einfluss des Kataraktes auf die Hülse immer ein Zwang ausgeübt, der trachtet, diese in die dem Beharrungszustand der eingetretenen Belastung entsprechenden Lage entgegenzuführen, was umso mehr von Belang ist, je mehr die Ventülrückführung isodrom eingestellt ist.

Der nicht vorgesteuerte Verteilungsschieber hat nur die beiden Verteilungskolben, und besteht im Prinzip aus einem vollen Stück; der Schwebekolben des vorgesteuerten Ventiles hat ausser den beiden Verteilungskolben noch ein Differentialkolbensystem und ist nach der oberen Abbildung links mit zentralen und seitlichen Kanälen versehen, durch die der Raum zwischen den beiden Verteilungskolben mit den Räumen des Differentialkolbens in geeignete Verbindung kommt. Bei der gezeichneten Mittelstellung, in welcher der Vorsteuerstift vom Schwebekolben etwas absteht, findet Durchfluss statt, wobei die Pressungen in den verschiedenen Räumen um den Schwebekolben durch geeignete Dimensionierung so eingestellt werden können, dass der Schwebekolben in Mittelstellung bleibt. Wird der Vorsteuerstift dem Schwebekolben genähert, so wird der Abfluss durch denselben gehemmt, der Schwebekolben geht nach abwärts, bis die Entfernung vom Vorsteuerstift wieder genügend ist; bei Entfernen des Vorsteuerstiftes vom Schwebekolben findet Aufwärtsbewegung statt. Bei der geringen Masse des Schwebekolbens ist die Bewegungsfolge eine sehr rasche, die allgemeine Wirkungsweise also dieselbe, wie bei nicht vorgesteuertem Ventil.

Bei den kleineren Nummern 00 bis II kommen dopplertwirkende Servomotoren zur Verwendung, wobei das Regulierventil ohne Vorsteuerung für negative Ueberdeck-

ung in der Mittelstellung derart dimensioniert ist, dass das von der Pumpe gelieferte Oel mit ganz geringem Druck in den Oelbehälter zurückfliessen kann; die Pumpe läuft deshalb normaler Weise mit geringem Druck (etwa 2 at) und nur während der Regulierbewegungen, deren Dauer stets eine kurze ist, hat sie den für den Servomotor erforderlichen maximalen Druck zu erzeugen, wodurch kleinster Kraftverbrauch und geringste Abnutzung der Pumpe gewährleistet sind.

Bei den grösseren Ausführungen mit Differentialservomotor kann dies nicht zur Anwendung kommen; um nicht unzweckmässig grosse Ölpumpen zu erhalten, sind dann Windkessel als Ausgleich angewendet.

Die Handregulierung der Nummern 00 bis IV erfolgt im Allgemeinen mit einem Schraubenmechanismus, der

Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914.

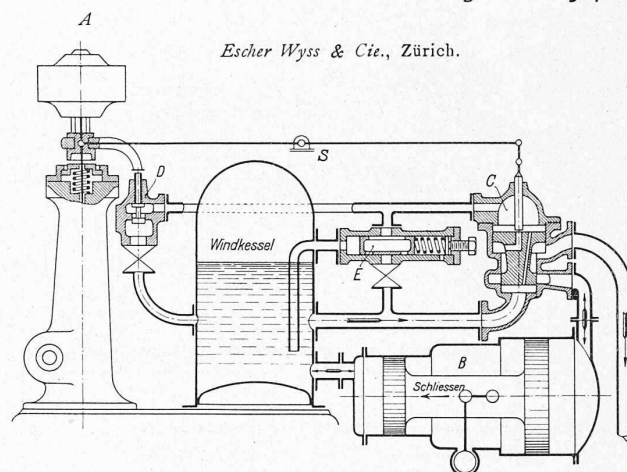


Abb. 20. Schema zu nebenstehender Abb. 21.

an eine, mit einem Hebel der Reguliermasse in geeigneter Verbindung stehende Kulissee eingreift; bei den Nummern V und VI ist hydraulische Umsteuerung von Hand vorgesehen.

Von grösstem Interesse sind noch die namentlich bei den grösseren Nummern angewendeten Sicherheitseinrichtungen, über die das Schema Abbildung 20 Aufschluss gibt. In demselben sind A der Jahnsregler, B der Servomotor, C das Regulierventil für den Servomotor, D das Sicherheitsventil wirksam bei Versagen des Antriebes des Reglers, E das Sicherheitsventil wirksam bei unrichtigem Oel-Druck im Windkessel, S der Stützpunkt für den Verbindungshebel zwischen Hülse und Regulierventil. Die Sicherheitsventile D und E bewirken Abstellen der Turbine, wenn eine der angegebenen Ursachen eintritt. Wenn der Antriebsriemen des Reglers abfällt, also die Hülse rasch sinkt, so wird das Ventil in D durch den mit der Hülse verbundenen Anschlag herabgestossen, es kommt der Windkessel mit dem Raum oberhalb des Regulierventils in Verbindung und letzteres wird demzufolge so verstellt, dass der Servomotor die Schliessbewegung annimmt. Wird der Druck im Windkessel abnorm, so wird der bei normalem Druck unter dessen und einer Feder Einfluss in Mittelstellung gehaltene Kolbenschieber verschoben, wobei dann wieder eine Verbindung zwischen dem Windkessel und dem Regulierventil im Sinne des Schliessens der Turbine hergestellt wird; die Vorgänge sind leicht an Hand des Schemas zu verfolgen. Abb. 21 stellt den Regulator Nummer VI dar, der mit allen diesen Einrichtungen versehen ist.

Auf das ausgestellte Modell des Kraftwerks Augst der Stadt Basel braucht hier nicht eingetreten zu werden, da in Band LXIII, Seite 1 und ff. eine vollständige Beschreibung dieser Anlage erschienen ist.

(Fortsetzung folgt.)