

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 121/122 (1943)
Heft: 2

Artikel: Der Wasserstoffmotor und seine Verwendung im Unterseeboot
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53123>

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: 18.03.2025

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

Das Verlegen der Schleudergussrohre erfordert grosse Sorgfalt. Besonders gegen feste Schläge sind die Rohre zu schützen; einig Rohrbrüche, die sich bei den Druckproben auf den anderthalbfachen Betriebsdruck ereignet haben, konnten nachträglich auf unsachgemässe Behandlung während des Transportes oder beim Verlegen zurückgeführt werden. Das Verlegen der Rohre erfolgte mittels einer Luftseilbahn, die jeweils eine Strecke von 400 m Länge bediente (Abb. 13). Die Rohre ruhen grösstenteils auf einem durchgehenden Betonfundament, einzig bei der Ueberquerung von lokalen tiefen Mulden sind sie auf Einzelfundamente abgestützt.

Der Anschluss an das Maschinenhaus (Abb. 15) erfolgt an einem bereits früher eingebauten Anschlussstutzen. Ein direkter Anschluss an die Verbindungsleitung zwischen den beiden Maschinenhäusern gestattet als Normalfall das volle Gefälle bis zur Zentrale Altendorf auszunützen. Neueingebaute Schieber gestatten, alle notwendigen Betriebskombinationen der einzelnen Maschinen vorzunehmen.

Als Sicherungseinrichtung ist am oberen Ende der Druckleitung ein automatisch wirkender Schnellschlusschieber System Clus eingebaut; dieses Sicherungsorgan kann auch vom Maschinenhaus fernbetätigt werden. Ausserdem ermöglicht ein Keilschieber beim Fixpunkt 1 den Abschluss der Druckleitung. Der trompetenförmige Einlauf der Druckleitung beim Ausgleichbecken ist durch einen Rechen von 25 mm Lichtweite gegen das Einschwemmen groben Schwemmsels geschützt; dieser Rechen trägt unten einen Korb und kann zu Reinigungszwecken hochgezogen werden.

Da die Ausführung einer Druckleitung für Druckhöhen von 528 m in Schleudergussrohren eine aussergewöhnliche Konstruktion darstellt, die vorher erst an zwei Objekten dieses Ausmasses zur Ausführung gekommen war, wurde der Berechnung der Druckstösse besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Es zeigte sich, dass die Druckstösse bei plötzlichem Abschluss der untern Zentrale in 20 sek den Druck bei einem vorhandenen Bruttogefälle von 590 m auf 632 m, d. h. um 7,5 % erhöhen können.

Die Bauausführung. Es war nicht zu verhindern, dass die Ausführung dieses Erweiterungsbaues mit seiner relativ kurzen Bauzeit kriegswirtschaftlich bedingte Schwierigkeiten aller Art verursachte. Solche ergaben sich besonders in der Beschaffung verschiedener Baumaterialien wie z. B. Zement und der für die rasche Bauausführung notwendigen Arbeitskräfte. Um die Bauausführung zu beschleunigen, wurden die Druckleitungsrohre bereits vorgängig der Fertigstellung des Ausführungsprojektes auf Grund des generellen Projektes im Dezember 1941 bestellt. Als dann im Februar 1942 die Rationierung des Zementes erfolgte, waren auch bereits verschiedene andere bewirtschaftete Baumaterialien wie Blei und Hanf für die Abdichtung der Druckleitungsmuffen u. a. m. bewilligt und bezogen. Die Bewilligung des Zementes verzögerte sich bis in den Monat Juni und erfolgte erst, nachdem bereits die Druckrohre der obersten Druckzonen abgeliefert waren und die Baustelle in vollem Betrieb stand. Im Verlauf der Ausführung mussten wir einen grossen Teil ausländischen Zement verwenden, was qualitativ zwar keinen Nachteil verursachte, dafür aber die Baukosten unvorhergesehenmassen erhöhte.

Im Sommer drohte dann das Fehlen der erforderlichen Arbeitskräfte das ganze Bauprogramm über den Haufen zu werfen. Die mannigfachen Arbeiten in nationalem Interesse, wie militärische Bauten und Meliorationen in der Ostschweiz, beanspruchten derart viel Arbeitskräfte, dass die Unternehmung während der Zeit der hauptsächlichsten landwirtschaftlichen Arbeiten bis Ende Sommer einen starken Mangel an Arbeitskräften hatte, wodurch die Arbeiten um annähernd einen Monat verzögert wurden. Im Herbst ist es der ausführenden Unternehmung, Gebr. Gantenbein, Buchs, schliesslich gelungen, auch diese Schwierigkeit zu beheben und dank des guten Wetters sogar noch etwas Bauzeit aufzuholen, sodass die Inbetriebnahme der Neuanlage gegenüber dem Bauprogramm nur um 14 Tage verspätet erfolgte.

Folgende Bautermine veranschaulichen die Ausführung dieses Erweiterungsbaues:

1941: August — Oktober Vorarbeiten; November 41 bis Februar 42 Topographische Aufnahmen, Sondierungen, Projektierung; Dezember Vergebung der Druckrohre.

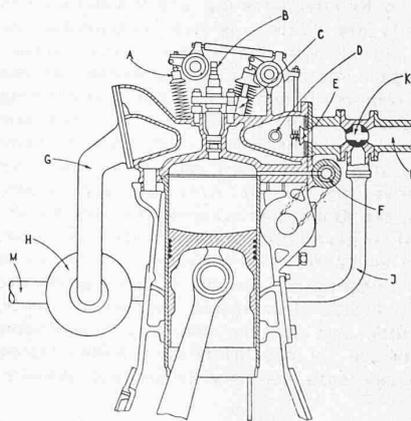
1942: März Ausschreibung; April Vergebung und Arbeitsbeginn; Oktober — Dezember Fertigstellung der einzelnen Bauteile; 10. Dezember Probefüllung des Beckens; 17. Dezember Inbetriebnahme der Neuanlage.

Die Baukosten für den Erweiterungsbau belaufen sich auf 1,15 Mio Franken. Durch diesen Bau erhöht sich die Produktionskapazität um 5,8 Mio kWh, d. h. von 2,7 auf 8,5 Mio kWh. Bei einer jährlichen Kostensumme von 8 % der Er-

stellungskosten für Betrieb, Verzinsung und Amortisation erhalten wir jährliche Betriebskosten von 92 000 Fr. Die Kilowattstunde neuer Energie kommt also auf 1,6 Rp./kWh zu stehen, was als sehr günstig bezeichnet werden muss. — Die zuständigen Kriegswirtschaftsämter beurteilen jeweils die Bauwürdigkeit einer neuen Wasserkraftanlage aus der Zementmenge, die für die Erzeugung einer jährlichen Kilowattstunde erforderlich ist. Der Erweiterungsbau des E. W. Buchs erforderte 700 t Zement, was einem Zementbedarf von 0,120 kg/kWh entspricht.

Der Wasserstoffmotor und seine Verwendung im Unterseeboot

Aus englischen Quellen verlautet immer wieder, die grosse Aktivität der deutschen Unterseeboote fern von ihren Basen sei auf die Verwendung einer neuartigen Antriebsmaschine, des *Erren-Motors*, zurückzuführen. Im Jahre 1937 erfuhr man zum ersten Mal offen von den Versuchen von Rudolf Arnold Erren in England mit einem Verbrennungsmotor, der mit Wasserstoff betrieben wurde. Der Erren-Motor unterscheidet sich von einem gewöhnlichen Verbrennungsmotor, in dem gasförmige Brennstoffe verbrannt werden, dadurch, dass der Brennstoff zu der bereits angesaugten Verbrennungsluft eingeblasen wird. Es handelt sich also um eine Art Auflademotor. Im Falle von Wasserstoff beträgt das günstigste Luft-Wasserstoff-Gemisch 100:42. Würden nun Luft und Brennstoff gemeinsam angesaugt, so könnte infolge der zur Verfügung stehenden Luft nur 70% der sonst erreichbaren Leistung erwartet werden. Beim Erren-Motor hingegen wird der Wasserstoff in Druckbehältern aufgespeichert und dann eingeblasen, sodass die volle Zylinderfüllung und mithin auch die volle Leistung erreicht werden. Im Gegensatz zu den Ottomotoren erfolgt beim Erren-Motor keine Drosselung der Verbrennungsluft bei der Lastregelung, sondern bei allen Lasten herrscht der gleiche Verdichtungsdruck, was sich günstig auf den Verlauf der Brennstoffverbrauchskurve auswirkt, die bei Teillast flacher verläuft als beim Ottomotor. Theoretisch könnte der Brennstoff zu irgendeinem Zeitpunkt zwischen dem Schliessen des Einlassventils und dem Beginn der Verbrennung eingeblasen werden, jedoch muss mit Rücksicht auf die Dichte des Brennstoffes der Einblasevorgang über 60° Kurbelwinkel ausgedehnt werden. Im Gegensatz zu Dieselmotoren ist bei diesem Brennstoff die Durchdringung durch die Luft infolge der geringeren Dichte bedeutend kleiner, sodass mit dem Einblasen sehr früh begonnen werden muss, um eine genügende Vermischung zu erreichen. Die Bestimmung des Zeitpunktes und der Länge der Einblasung geschieht durch einen Drehschieber, der seitlich am Zylinderkopf befestigt ist und durch Bohrungen mit den Verbrennungsräumen in Verbindung steht (Abb. 1, nach «Automobile Engineer» Aug. 1942). Eine Anpassung eines Otto- oder Dieselmotors an das Erren-System ist infolgedessen leicht durchführbar, ohne dass der Vergaser oder das Einspritzsystem abgebaut werden müssen. Im Vergleich zum Dieselsystem sollen bei Verbrennung von Wasserstoff Motorenlärm und Auspuffarbe stark verbessert werden.



Wasserstoffmotor System Erren

Legende:

- A Auspuffventil
- B Oel-Brennstoffdüse
- C Einlass-Ventil
- D Sauerstoff-Einlass
- E Rückschlag-Ventil
- F Wasserstoff-Einlass
- G Auspuffleitung
- H Dampfaufnehmer
- J Dampf-Einlass
- K Zweiweghahn
- L Luft-Einlass
- M Auslass zum Kondensator

Die Anwendung dieses Prinzips lässt zum mindesten theoretisch Möglichkeiten zu, die den Antrieb von Unterseebooten grundlegend verändern. Das Unterseeboot benötigt bekanntlich für seine zwei Arten von Fortbewegung auch zwei mehr oder weniger getrennte Antriebsaggregate: für Ueberwasserfahrt Diesel-, für Unterwasserfahrt Elektromotoren. Die Dieselmotoren können infolge ihres grossen Luftbedarfs nicht für die Unterwasserfahrt benützt werden, während die Elektromotoren wegen

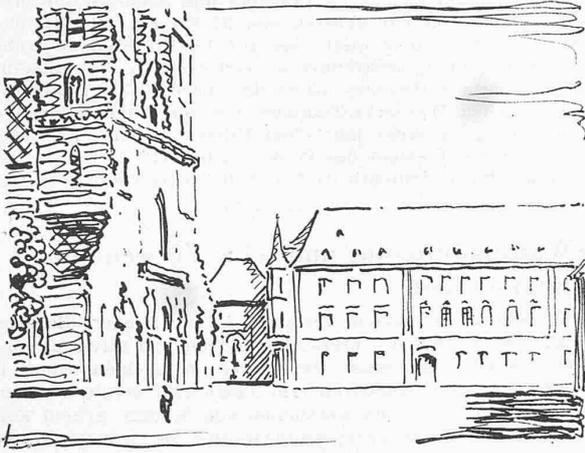


Abb. 7. Münsterplatz gegen die Rittergasse um 1870

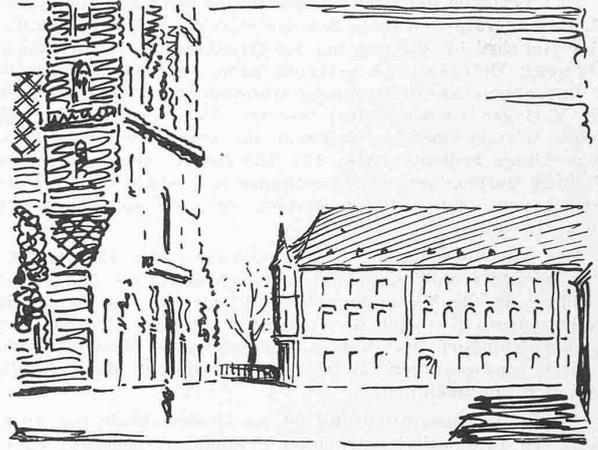


Abb. 8. Münsterplatz gegen die Rittergasse heute

der geringen Kapazität der Akkumulatorenbatterien dem Boote ohne Dieselmotoren einen sehr kleinen Aktionsradius geben würden. Die normale Anordnung ist infolgedessen: Dieselmotor-ausrückbare Kupplung - Elektromotor - ausrückbare Kupplung-Propeller, wobei die Elektromotoren auch als Generatoren zur Aufladung der Batterien, bei Ueberwasserfahrt durch die Dieselmotoren angetrieben, arbeiten können. In diesem Falle kann jedoch ein Teil der Dieselleistung auch für den Vortrieb des Bootes verwendet werden. Der grosse Nachteil dieser doppelten Antriebgruppe ist ersichtlich, jedoch hatte man bis heute noch keine Möglichkeit, mit nur einer Maschinenart auszukommen, ohne eine Verschlechterung der Leistung des Bootes zu verursachen. Diesen Zustand kann auch die Verwendung von Nickel-Cadmium-Batterien nicht stark beeinflussen.

Durch Anwendung des Erren-Prinzips ist es nun möglich geworden, die gleichen Antriebmaschinen wie für die Ueberwasserfahrt auch im getauchten Zustande zu benutzen. Die Dieselmotoren werden bei Unterwasserfahrt anstatt mit Dieselöl mit Wasserstoff und Sauerstoff betrieben, die mittels Hydrolyse gewonnen und in Druckspeichern gelagert werden. Das Verbrennungsprodukt dieses Prozesses, dem noch Dampf beigegeben wird, ist wiederum Dampf, der teilweise kondensiert und teilweise wieder in den Kreislauf eingereicht wird. Ein Auspuff nach aussen ist mithin nicht mehr notwendig. Das Umschalten von Diesel auf Wasserstoff/Sauerstoffbetrieb kann ohne Stillsetzen der Motoren geschehen, was wiederum eine Beschleunigung des Tauchmanövers bedeutet, ein Fortschritt, der gerade heute angesichts der immer zunehmenden Verwendung von Flugzeugen zur Bekämpfung von Unterseebooten von grosser Wichtigkeit ist. Mit dem Wegfall der Akkumulatorenbatterien ist, ganz abgesehen von der Raum- und Gewichtersparnis, eine gefürchtete Gefahrenquelle beseitigt. Im Falle einer abnormalen Schräglage des Bootes, die durch Feindeinwirkung wie Wasserbomben u. a. entstehen kann, läuft die Säure aus den Akkumulatoren zum Teil aus und bildet mit dem in den Bilgen immer vorhandenen Meerwasser Chlorgase, die einen längeren Aufenthalt des Bootes unter Wasser verunmöglichen und seine Vernichtung herbeiführen können. Ein weiterer Vorteil des Vorrates von Sauerstoff und Wasserstoff besteht in der Möglichkeit, beim Eintreten einer Havarie den Wasserstoff zum Ausblasen der Tauchtanks und den Sauerstoff für die Atmung zu benutzen. Dass der Aktionsradius der Boote bei Anwendung des Erren-Prinzips nicht unerheblich gesteigert werden kann, ist klar. Infolge des kleineren Gewichtes der Antriebmaschine kann nicht nur mehr Dieselöl mitgeführt werden, sondern auch der Druckkörper verstärkt werden. Die neuen deutschen Boote, die laut englischen Quellen mit solchen Motoren ausgerüstet sein sollen, erreichen bis 200 m Tauchtiefe und haben daher die Möglichkeit, sich ausserhalb der Reichweite der Wasserbomben zu begeben.

Eine weitere Möglichkeit liegt in der Anwendung des Erren-Prinzips auf den Antriebmotor des Torpedos. Bei Verwendung der bisher üblichen Motoren verrät die Blasenbahn, die durch den Auspuff entsteht, den Torpedoangriff, und es ist in vielen Fällen dem Angreifenden möglich, durch geschicktes Manövrieren dem Torpedo auszuweichen. Das Torpedo ohne Blasenbahn ist ein Ziel, das mit der Verwendung des Erren-Motors erreicht sein dürfte, da der Auspuff bei Verwendung von Wasserstoff und Sauerstoff aus Wasser besteht.

Rittergasse und Schiffflände in Basel Zwei stadtbauliche Altstadtprobleme

Man hat diese beiden eminent wichtigen Aufgaben in Basel durchaus nicht vergessen. Zwar bleibt ihre Idealität, solange es beim Projektieren sein Bewenden hat und nicht an eine Wirklichkeit gedacht werden kann. Bis dahin ist aber jedermann berechtigt, den Karren weiter zu schieben oder wenigstens zu versuchen, zu diesen Fragen ein wenig beizutragen und zur Diskussion zu stellen.

Die Bebauung des nordwestl. Teils der Rittergasse war letztes Jahr Gegenstand einer Ideenkonkurrenz. Bei einer Neuanlage ist vor allem die Stellung des Münsters zur Strasse von ausschlaggebender Bedeutung. Im Urteil des Preisgerichts (siehe Bd. 120, S. 116* ff) wurde die Beibehaltung der Gebäudeflucht des jetzigen Real-Gymnasiums empfohlen (Abb. 3, 4); die Türme kommen so für das Auge ungefähr in die Mitte des Strassenbildes zu stehen. Ein Vergleich der Abb. 4 und 6 zeigt, dass die Türme unbedingt in die Strassenwand gehören. Erst dann sind sie architektonisch verankert und stehen sie fest. Heute schwimmen sie unentschieden. Diese Einsicht sollte Ausgangspunkt für die Neubebauung der Strassenwände und der ganzen Anlage sein. Viele namhafte Beispiele guter Turmwirkung aus aller Welt können zum Beleg des Gesagten dienen; der praktische Gewinn an Mehrfläche für eine spätere Vergrösserung von Gericht und Baudepartement sei nur nebenbei erwähnt. Was hier wichtiger, der Blick vom Münsterplatz her verlangt ebenfalls diese Vorschreibung der südwestl. Strassenflucht um mindestens

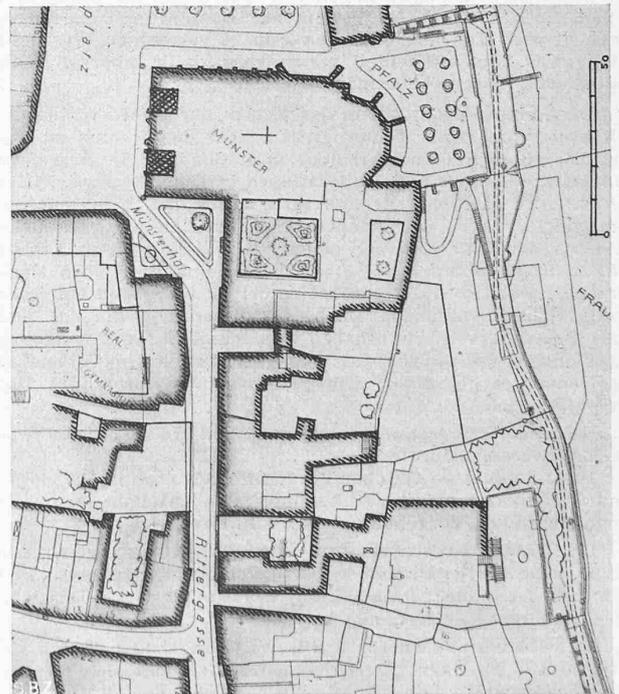


Abb. 1. Die schmale Rittergasse um 1870