

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79 (1961)
Heft: 39

Artikel: Der Strassentunnel unter dem Nord-Ostsee-Kanal bei Rendsburg
Autor: Schnitter, Erwin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-65603>

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: 22.01.2026

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

Zürich, 25. Mai 1961. Das Preisgericht:
 Stadtpräsident Dr. E. Landolt, Vorsitzender
 Stadtrat Dr. S. Widmer, Vorstand des Bauamtes II
 Stadtrat A. Maurer, Vorstand des Finanzamtes
 Prof. Rud. Hartmann, Staatsintendant, Bayrische Staatsoper, München
 Stadtbaumeister A. Wasserfallen, Zürich
 Prof. Ir. J. H. Van den Broek, Architekt, Rotterdam
 Karl Egger, Architekt, Zürich
 Prof. Dr. h. c. Werner M. Moser, Architekt, Zürich
 W. Stücheli, Architekt, Zürich

Ersatzleute:

Dr. Martin Hürlimann, Präsident der Theater AG., Zollikon
 A. Camenzind, Architekt, Lugano

Mit beratender Stimme wurden zugezogen:

Prof. Dr. W. Hardmeier, Präsident der Tonhallegesellschaft, Zürich

Dr. Herbert Graf, Direktor des Stadttheaters Zürich

Dr. Oskar Wälterlin, Direktor des Schauspielhauses Zürich (gestorben am 5. April 1961)

Dr. phil. H. Curjel, Zollikon

Prof. Theo Otto, Bühnenbildner, Zürich

Sekretär:

Dr. J. Schläpfer, Abteilungssekretär des Finanzamtes und Delegierter der Theater AG.

Fortsetzung folgt

Der Strassentunnel unter dem Nord-Ostsee-Kanal bei Rendsburg

DK 625.712.35

Bei einer Wassertiefe des Nord-Ostsee-Kanals von 11,3 m wurde als Konstruktionsoberkante der Tunneldecke — 14,3 angenommen. Damit kommt der tiefste Punkt der Fahrbahn auf —20,15 zu liegen. Für die Rampen wurde ein Gefälle von 4% gewählt; dies ist ein mittlerer Wert unter den bisher ausgeführten Unterwasser-Tunnels (Bild 1). Bei einem Ausrundungsradius der Wanne von 2250 m und Ausrundung der Kuppen mit 11 000 m ergab sich eine Bauwerkslänge von 1279 m bis zu den Straßen-Anschlüssen auf +2. Hier sind 640 m als geschlossener Tunnel ausgeführt. Diese Strecke ist so kurz wie möglich gehalten, um die Betriebskosten für Belüftung und Beleuchtung klein zu halten. Eine einfache Längsbelüftung wurde so noch als tunlich erachtet. An die geschlossenen Rampenstrecken schliessen je 80 m lange Adoptionsstrecken mit Rasterüberbau aus Spannbetonfertigteilen, die der fortschreitenden Dämpfung des Tageslichtes und zudem der Aussteifung der bis 12 m hohen Rampenwände dienen. Durch Dehnungsfugen mit Fugenband in je 20 m Abstand ist das gesamte Tunnelbauwerk in 65 Blöcke unterteilt; dadurch sollen Zusatzspannungen aus ungleichmässigen Baugrundsenkungen und Schwinden vermieden werden. Beim Mittelstück wurden die Raumfugen verdübelt, zur Erzielung ausreichender Steifigkeit beim Einschwimmen und Absetzen.

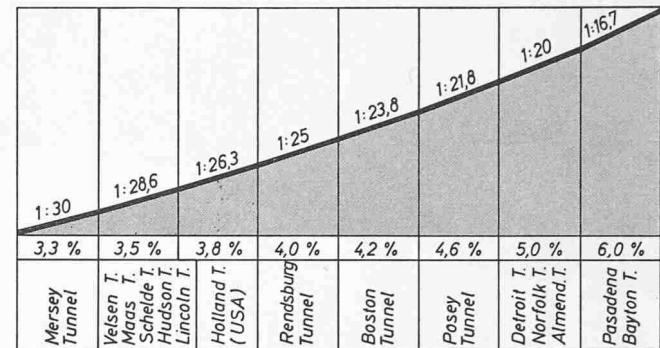
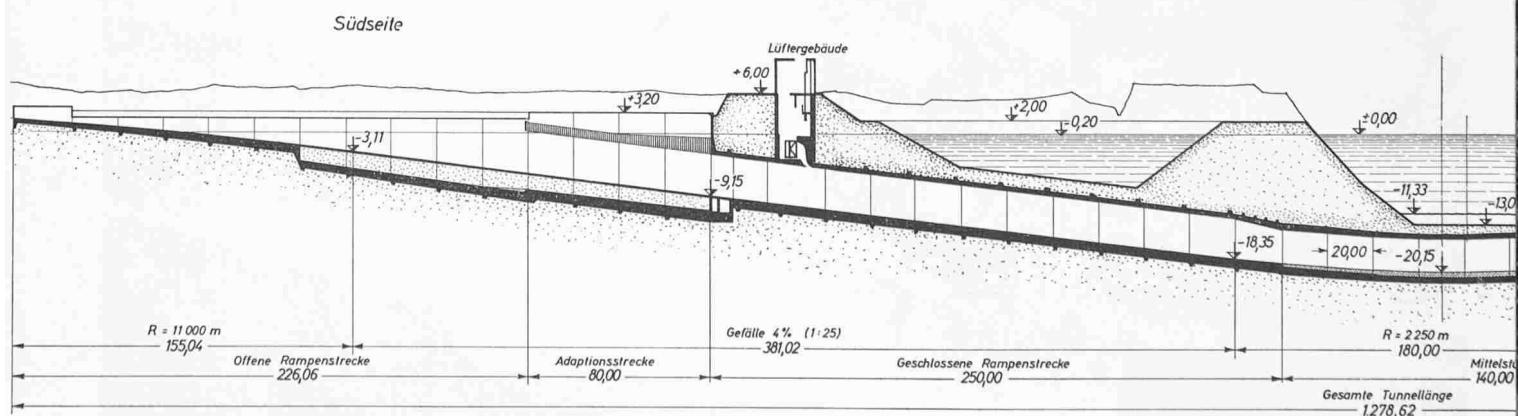


Bild 1. Zusammenstellung der Rampenneigungen von ausgeführten Unterwassertunneln

Der Querschnitt von 4,5 m freier Durchfahrtshöhe zeigt für jede Richtung einen Tunnel mit zwei Fahrspuren mit 6,80 m Breite; dazu treten Schrammbordbreiten von 50 cm an den Außenwänden, 80 cm an den Innenwänden. In der Mittelwand ist der 1,2 m breite Bedienungsgang eingebaut mit Zugangstüren alle 40 m, darüberliegendem Kabelkanal und darunterliegenden Wasserversorgungsleitungen und Entwässerungsrinne. Das 140 m lange eingeschwommene Mittelstück zeigt bei äusserer Breite von 20,2 m und Höhe von 7,28 m im Querschnitt horizontale Sohle und Decke. Die Außenwände sind nach aussen um 30 cm ausgeknickt. Das Lichtraumprofil zeigt sorgfältige Uebergänge. Im Längsschnitt ist das Mittelstück gekrümmmt, eine langgezogene Wanne bildend. Sein Konstruktionsgewicht betrug 20 140 t. Die endgültige Fahrbahn wird durch den Ballastbeton geformt. Beidseitig schliessen geschlossene Rampenstrecken an, die mit gewölbter Decke mit 6,55 m lichter Höhe über der Fahrbahn eine äussere Breite von 20,29 m eine gesamte Konstruktionshöhe von 9,23 m erreichen. Für die offenen Rampenstrecken wurde ein besonders wirtschaftlicher Trogrquerschnitt entwickelt mit gewölbter Sohle und auskragenden Spornen von 27,5 m Breite, bei dem der Restauftrieb durch den Sandballast über der Sohle und den Boden über den Spornen aufgenommen wird.

Der Abdichtung des gesamten Tunnels in bewährter Weise wurde besondere Sorgfalt gewidmet. Da das Mittelstück beim Absenken mechanischer Beanspruchung unterworfen wird, erhielt es eine besonders widerstandsfähige Abdichtung aus 6 mm Stahlblech St 37.12 in SM-Güte mit Dehnschlaufen an den Fugen. Durchlaufende Bewehrungseisen ergaben eine ausreichende Biegesteifigkeit für die Beanspruchung beim Aufschwimmen und Absenken. Die Stahlblechtafeln der Decke wurden auf einbetonierte Trägerroste nachträglich aufgeschweisst und der Raum zwischen Beton und Blechhaut verpresst. Alle anderen Bauwerksteile wurden mit einer bituminösen Klebeabdichtung versehen. Die Wände und Ecken erhielten zusätzlich eine Lage von 0,2 mm dickem Aluminium-Riffelblech. Alle Blockfugen wurden mit drei Lagen Kupferriffelblech 0,2 mm verstärkt. Nach der Tiefe, mit zu-



nehmendem Wasserdruck, waren bis zu fünf Lagen Wollfilz-pappe 500 g/m^2 notwendig. Die Abdichtung wurde durch Schutzbeton bzw. Schutzmauerwerk gesichert. Die bituminöse Weichabdichtung wurde an die Stahlblechhaut des Mittelstückes mit Flanschkonstruktionen angeschlossen.

Zur Aufnahme des Tagwassers sind in der Sohle des ersten Blockes unterhalb des Tunnelmundes Pumpensümpfe von 250 m^3 angeordnet.

Für die Belüftung des Tunnels sind 40 m hinter den Tunneleingängen Ringdüsen angeordnet, durch welche in Fahrtrichtung Frischluft eingeblasen wird. Jede Fahrbahn-röhre erhält solche Einblasdüsen für beide Richtungen. Die durch Ventilatoren von je 30 kW angesaugte Luft gelangt über günstig geformte Kanäle in die Ringdüsen, deren Oeffnungsweite durch Bleche verstellt werden kann.

Der Baugrund besteht im Bereich des Tunnelbauwerkes aus gut tragfähigen Schmelzwassersanden, die in einer Mächtigkeit von 22 bis 26 m den festen Geschiebemergel überlagern. Oberhalb des Mergels folgt zunächst eine Schicht groben Kieses, die in Grob- und Mittelsand und ab $-8,0 \text{ m}$ in schluffigen Feinsand übergeht.

Für die Wahl des Bauvorganges gab die Rücksicht auf den kürzest möglichen Unterbruch der intensiven Schiffahrt im Kanal die Richtlinie. Durch die Wahl eines Schwimmstückes, das den gesamten Kanalquerschnitt erfasste, hat es sich als möglich erwiesen, diesen Unterbruch auf 70 Stunden zu beschränken.

Zur Herstellung dieses 140 m langen, im Längsschnitt gekrümmten, einzuschwimmenden Tunnelkörpers wurde die Südrampe zunächst auf $-10,0$ ausgehoben, womit sie genügend Tiefgang ergab, um als Trockendock zu dienen. Hier wurde das Tunnelstück erstellt und mit wasserdichten Abschlüssen an beiden Enden versehen, während an den Rampen gearbeitet wurde und im Kanal die Absenkkrinne mit Eimerkettenbagger auf $-22,0$ geegraben wurde. Nach Bereitstellung des Schwimmstückes und Prüfung mittels Vakuumprobe auf Dichtigkeit wurde die südliche Rampenbaugrube geflutet, der kanalseitig verbliebene Damm weggebaggert und das Stück eingeschwommen und in die Kanalsohle abgesetzt. Hierauf wurde quer über das Südende des Stückes ein 18 m breiter Spundwandkasten-Fangedamm von 15,6 m Höhe mit drei Anker-Lagen $\varnothing 2-3"$ und Entwässerung durch Brunnen aufgebaut, dessen Bohlen auf der Tunneldecke in eine mit Bitumen ausgegossene U-Eisen-Nut gestellt wurden, während der Anschluss an die seitlichen Fangedämme über an die Seitenwände angeschweißte Stahlblechführungen und Passbohlen gebildet wurde.

Unter dem Tunnelstück durch war jede Spundwand durch eine Unter-Wasser-Spundwandschürze weiter geführt. Zur Verbindung derselben mit der Sohle des Tunnelstückes wurden in das Kiesbett Harfen aus Injektionsrohren $1\frac{1}{2}"$ verlegt, durch die nach dem Absetzen des Tunnelstückes und Verfüllen des Fangedamms der Kies mit Zement verpresst wurde. Nach Erstellung dieses Baugrubenabschlusses für einen Wasserüberdruck von 21 m wurde die Rampenbaugrube wieder leergepumpt und auf volle Tiefe zwischen Spundwänden ausgehoben, zur Erstellung der anschliessen-

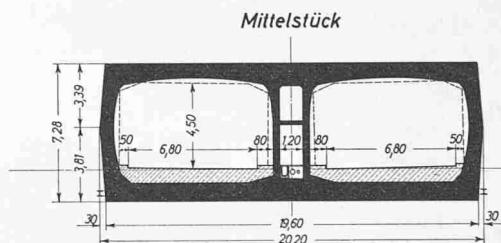
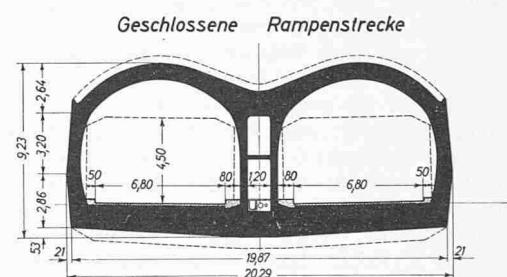
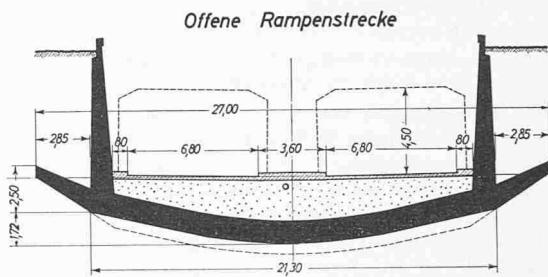
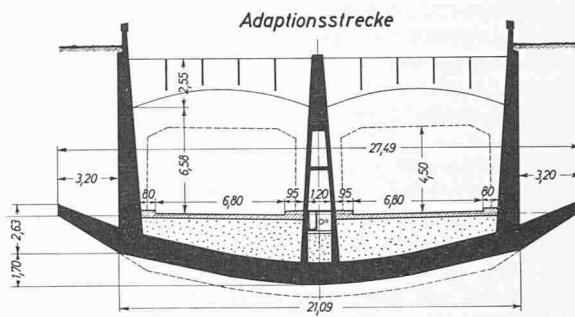


Bild 3. Querschnitte 1:400 durch Tunnel mit Rampen

den geschlossenen Rampenstrecke, die unter Grundwasserabsenkung von 14 m mit zusätzlicher offener Wasserhaltung erfolgte. Hierzu wurden je Seite etwa 30 Brunnen $\varnothing 1,15 \text{ m}$ gebohrt; auf der Südseite wurden bis $3300 \text{ m}^3/\text{h}$ gefördert. Notaggregate von 480 kVA standen bereit. Nach teilweiser Auffüllung über diese Strecke wurde der das Schwimmstück

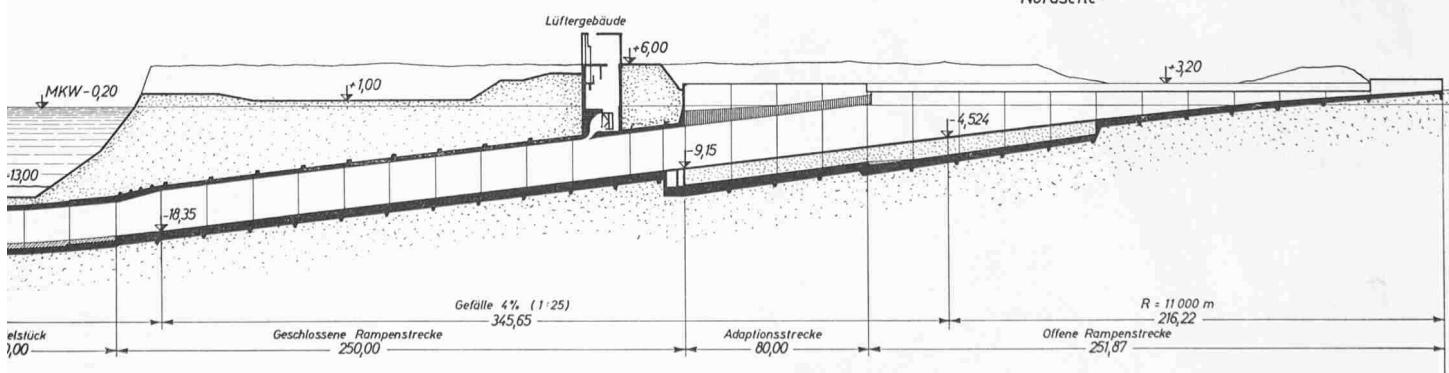


Bild 2b. Fortsetzung zu Bild 2a

Alle Bildunterlagen verdanken wir der Firma Philipp Holzmann AG.

querende Reiterfangdamm gezogen und auf dem Nordende desselben aufgebaut, so dass in der Nordrampe in gleicher Weise vorangegangen werden konnte. In dieser Weise war es möglich, sämtliche Blockfugen im Trockenen zu schließen; die Anschlussfugen an das Mittelstück reichten dabei auf —21 m.

Von den hierbei erforderlichen Bauleistungen seien genannt: Zu baggernder Boden 1 100 000 m³, davon 600 000 m³ nach teilweiser Zwischenlagerung wieder eingefüllt; 65 000 m³ Stahlbeton, Betongüte B 300; 4000 t Bewehrungsseisen, Torsstahl St III 6, 54 000 m² bituminöser Abdichtung und 6 mm Stahlblechhaut mit 450 t Konstruktionsgewicht; 10 500 m² Stahlspundwände wurden für die tiefen Baugruben und 9500 m² für die Fangedämme gerammt. Die Bauarbeiten begannen im November 1957; am 17. März 1959 wurde das Mittelstück eingeschwommen und am 25. Juli 1961 wurde der Tunnel dem Verkehr übergeben.

Die Arbeitsweise für das Einschwimmen und Absetzen des 20 140 t schweren Mittelstückes zeigt folgende bemerkenswerte Einzelheiten: Das Stück lag im gefluteten und geöffneten Baudock an 20 schweren Stahlrossen von 28 mm Ø vertaut, wobei 60 mm dicke Perlonrecker für eine ausreichende Dehnfähigkeit der Seile sorgten; hiemit wurde dem Schwall und Sog aus dem Schiffahrtskanal begegnet. Infolge der Krümmung des Mittelstückes entsprechend der Gradienten ragten im Schwimmzustand nur die Tunnelenden 50 cm hoch aus dem Wasser. Das Einschwimmen erfolgte mittels Winden, bis das Tunnelstück zwischen den beiden Absenkbrücken lag und an den vier Lochstangen der Absenkanlage befestigt war, zur Absenkung mittels sorgfältig bemessener Wasserballastierung. Vorher war der Kies für die Auflagerung auf der Baggersohle verklappt und grob verteilt worden. Für seine genaue, profilgemäße Einplanierung im Zuge des Absenkvganges war ein neuartiger, besonders entwickelter Unterwasser-Planierpflug unter dem

Tunnelstück an seitlichen Führungsschienen verfahrbar aufgehängt. Jede Lochstange wurde durch zwei hydraulische Pressen von je 75 t mit 1,2 m Senkung zwischen den Absteckbolzen abgelassen; über ein Kardangelenk war sie mittels einem Bolzen mit der Aufhängeöse des Tunnelkörpers verbunden. Wenn die Absenkung soweit fortgeschritten war, dass der Planierpflug den Kies berührte, wurde derselbe durch zwei an beiden Ufern stationierte Winden vor- und zurückbewegt. Nach 28 Planierfahrten mit Spandicken von 5 bis 1 cm war das Kiesbett in der vorgeschriebenen Höhe abgezogen. Zum Ausbau des Pfluges wurde der Tunnelkörper noch einmal um 3 m angehoben. Hierauf wurde er auf das geplante Kiesbett abgesetzt und alle Ballastkammern wurden geflutet. In diese Ballastkammern auf der Tunnelsohle waren 400 t Wasserballast zur Erzielung der richtigen Schwimmilage eingebracht worden; mit 500 t wurde abgesenkt und nach der Auflagerung mit 3000 t festgelegt. Alle diese Operationen konnten von dem auf dem südlichen Absenkgerüst eingerichteten Leitstand gelenkt und überprüft werden, indem hier das Steuerpult für die Absenkpressen mit der Kontrolle für die Lastverteilung, die Ballastierungstafel mit den Wasserzählern, Telefon, Lautsprecheranlage und Sprechfunk konzentriert waren. Hier mündete auch der Einstiegschacht in den Tunnel, der gegen die südliche Abschlusswand angebaut war. Die Arbeiten für das Einschwimmen, Absenken, Planieren und Absetzen erforderten in zweischichtigem, ununterbrochenem Einsatz 67 Stunden, wobei 27 Ingenieure, 73 Facharbeiter und Poliere, 5 Taucher, 66 Monteure und Meister sowie 50 Bauhelfer und Vorarbeiter mitwirkten.

Die Ausführung dieses hervorragenden Werkes moderner Ingenieurkunst lag in den Händen der «Arbeitsgemeinschaft Tunnelbau Rendsburg» Philipp Holzmann AG., Dyckerhoff & Widmann K. G., Grün & Bilfinger AG., Hochtief AG., Siemens-Bauunion GmbH, Wayss & Freytag K. G.; dem reich illustrierten, hochinteressanten Heft vom Juli 1961 der «Technischen Berichte» der erstgenannten, federführenden Firma sind obige Angaben entnommen. Weitere Literaturangaben finden sich in «Die Bautechnik», Juli 1961: Gerd Vogel und Martin Hager, Konstruktive Entwicklung der Rampenstrecke des Rendsburger Strassentunnels.

Adresse des Verfassers: Erwin Schnitter, dipl. Ing., Am Itschnerstich 1, Küsnacht ZH.

Nekrolog

† Hans Conrad, alt Oberingenieur der Rhätischen Bahn. Als ich in den Krisenjahren 1933/34 als junger Bauingenieur an so und so vielen Orten um Arbeit anfragte, führte mich mein Weg auch nach Samedan zum damaligen Sektionsingenieur Conrad. Nachdem ich ihm meinen sehnlichsten Wunsch — arbeiten zu dürfen — vorgetragen hatte, sagte er: Wir Ingenieure in der Praxis tragen die *Verantwortung* für unsere jungen Kollegen und wir haben die *Pflicht*, ihnen Gelegenheit zu bieten, sich praktisch auszubilden. Ein Lächeln strahlte über ihn, denn Verantwortung und Pflicht waren für ihn keine Bürde, sondern eine *Freude*. Neben den vielen schönen Erinnerungen, die uns verbinden, denke ich heute gerne an unsere Gespräche zurück, ob die Technik unter die Dämonie oder unter das Gebot Gottes zu stellen sei. Eindeutig entschied er sich für die letzte These, denn er wusste, dass schliesslich die Persönlichkeit und nicht die Technik dominiert. In dieser Weltanschauung verwurzelt finden wir auch sein grosses Interesse für die Urgeschichtsforschung, die berufliche Erziehung, die sozialen und menschlichen Probleme, für politische Fragen, sowie die lebendige Teilnahme am kirchlichen Geschehen und nicht zuletzt seine Bindung zur moralischen Aufrüstung.

Geboren wurde Hans Conrad am 8. April 1887 in Eisenach, am Fusse der Wartburg, als Sohn des im Bündnerland sehr bekannten Seminardirektors Paul Conrad-Bärtsch. Bald siedelte die Familie in die rätische Kapitale über, wo sie im Nicolaischulhaus wohnte. In Davos-Glaris, dem Bürgerort dieses Walser-Geschlechtes, erwarb die Familie ein schönes

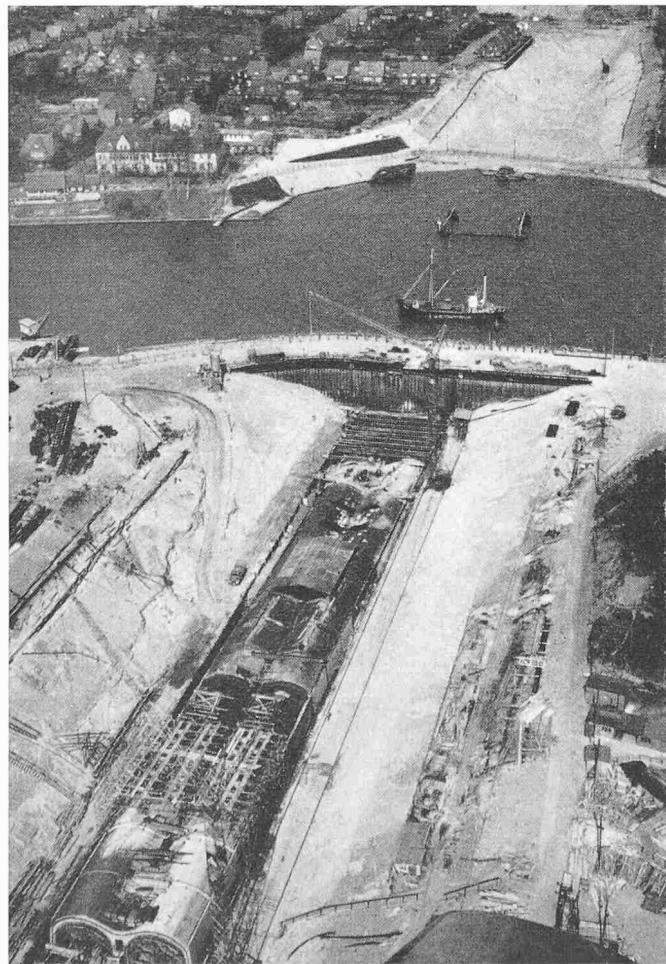


Bild 4. Baugrube Süd, Fangdamm, Kanal und Baugrube Nord