

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89 (1971)
Heft: 28

Artikel: Eingeschwommene Unterwassertunnel für Autobahnen
Autor: Schnitter, Erwin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84931>

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>

25 Jahre Ingenieurbüro Kälin, Meilen

DK 92.007.2

In diesem Jahr kann Kollege Oskar Kälin in Meilen auf 25 Jahre fruchtbarer Tätigkeit im Dienste des schweizerischen Baugewerbes zurückblicken. Oskar Kälin wurde 1887 in St. Gallen geboren und übernahm nach erfolgreichem Abschluss seines Studiums an der ETH in Zürich unter der Leitung von Prof. Mörsch die Filialen Breslau und Kattowitz der weltweit arbeitenden Bauunternehmung Wayss & Freitag AG, Frankfurt a. M. 1931 kehrte er in die Schweiz zurück und wurde Leiter der technischen Abteilung der AG Heinr. Hatt-Haller, Zürich. In Arbeitsgemeinschaft mit Dr. h. c. *Julius Hausammann* † gründete unser Kollege fünf Jahre später ein Ingenieurbüro in Männedorf. Im Jahre 1946 eröffnete Oskar Kälin sein eigenes Ingenieurbüro in Meilen, das dank der grossen Erfahrung des Büroinhabers rasch einen starken Aufschwung nahm. In folgerichtiger Weiterentwicklung seiner bisherigen Tätigkeit spezialisierte er sich im besonderen auf die Projektierung und Bauleitung von Kraftwerksbauten wie der KW Zervreila, wo er in Ingenieurgesellschaft mit der Motor-Columbus AG, Baden, für die Projektierung, Oberbauleitung und Bauleitung verantwortlich war. Nebst einer Vielzahl von Vorprojekten sowie technischen und betriebswirtschaftlichen Studien für verschiedene Kraftwerke übernahm das Büro auch die Projektierung und Bauleitung des Ausbaues der Kraftwerke Obermatt/Engelberg und Näfels.

Im allgemeinen Tiefbau zeugen viele Strassen, Brücken, Flusskorrekturen, aber auch Luftseilbahnen und Kanalisationen von der Vielseitigkeit des Büros. Die weitverzweigte Arbeit in den Kantonen Zürich, St. Gallen und

Graubünden erforderte schon bald die Gründung von Zweigbüros. So wurde 1956 das Büro Chur und 1961 das Büro St. Gallen eröffnet. Im Laufe der Jahre erweiterte Kälin sein Arbeitsgebiet ständig; nebst den schon von Anfang an gepflegten statischen Berechnungen für den Eisenbetonhochbau bearbeitete sein Büro auch Aufgaben der Wasserversorgung und der Lawinenverbauung. Verschiedentlich wurde Oskar Kälin und seine Mitarbeiter auch für Beratungen und Expertisen zugezogen.

Vom 1. Januar 1962 an zog sich unser Kollege altershalber weitgehend von der aktiven Geschäftstätigkeit zurück und übertrug seinen engsten Mitarbeitern und jüngeren Teilhabern, *Walter Kehrli*, dipl. Bauing. ETH, die technische und *Alfred Egli* die kaufmännische Leitung. Seit 1. Januar 1971 zeichnen als Teilhaber die Ingenieure *Otto Lochmann* und *Eugen Jud* für das Büro Meilen, *Hans Aschmann* für das Büro Chur und *Werner Huber* für das Büro St. Gallen verantwortlich.

Kollege Kälin gehörte auch zu den Initianten für die Gründung der *Ingenieurgesellschaft Signat AG*, Zürich, die sich aus verschiedenen, teilweise spezialisierten technischen Büros zusammensetzt und die als Generalplanungsorganisation die Projektierung und Bauleitung von Bauten im In- und Ausland übernimmt. Zu den bedeutendsten Aufgaben, welche durch Büros der Signat ausgeführt worden sind, gehört die Projektierung und Bauleitung einzelner Teilstrecken der Südrampe des Bernhardinpasses, eines bedeutenden Teilstückes der N 13.

F. Scheidegger

Eingeschwommene Unterwassertunnel für Autobahnen

DK 625.712.35.002.2

In der Zeitschrift «Travaux» 52, H. 420, vom März 1970 beschreibt *Kaj Havno*, technischer Direktor von Christiani & Nielsen, Kopenhagen, unter dem Titel «Les tunnels immergés, Evolution des méthodes d'immersion» acht unter Schiffahrtswegen durchgeführte Autobahn-Tunnel, bei deren Bau diese grosse Bauunternehmung massgebend an Entwurf und Ausführung beteiligt war.

Beim *Maastunnel in Rotterdam*¹⁾ wurden zum ersten Mal die zwei ursprünglich vorgesehenen kreisrunden Tunnelröhren von 10,9 m Durchmesser durch ein viel leistungsfähigeres Rechteckprofil ersetzt, das eine wesentlich geringere Gründungstiefe erforderte. Bei 24,77 m Breite und 8,39 bis 9,52 m Höhe konnten zwei Autobahnen von 6 m Breite bei 4,2 m Höhe, ein Radfahrerweg von 4,95 m und ein Fussgängertunnel von 4,37 m Breite sowie Raum für Belüftung, Kabel und Leitungen untergebracht werden. Die Flussstrecke zwischen den beiden auf Caissons gegründeten Lüftungsgebäuden betrug 560 m, die auszubaggernde Wassertiefe 25 m. Das Gewicht eines jeden der neun Tunnelstücke von 61,35 m Länge betrug 15000 t. Massgebend für das Absetzen der im Dock angefertigten und eingeschwommenen Tunnelstücke war das System der zwei Auflagerbalken mit Seiten- und Vertikalpressen zum Richten und Absetzen und das neu entwickelte Verfahren der Unterspülung mit Sand-Wasser-Strahl mit Absaugen des Spülwassers. Im März 1937 wurde der Auftrag erteilt; 1941 wurde der Tunnel beendet. Hier mussten die Fugen zwischen den eingeschwommenen Tunnelstücken unter Druckluft ausgeführt werden, da infolge des

Krieges die für Dichtungen solchen Druckes benötigte Gummiqualität nicht erhältlich war.

Von 1956 bis 1959 wurde der *Deas-Island-Autobahntunnel* unter der Mündung des Fraser-River in den Pazifischen Ozean in Vancouver gebaut. Hier wurden zwischen den beiden Lüftungsgebäuden sechs Tunnelsektionen von je 102 m Länge bei 24 m Breite und 7 m Höhe eingeschwommen. Diese enthalten zwei Fahrbahnen von 7,3 m Breite bei 4,27 m Höhe; wasserseitig jeder Fahrbahn ist der Belüftungskanal angeordnet. Ein bedeutender Fortschritt wurde hier dadurch erreicht, dass die Tunnelsektionen über genügende Schwimmfähigkeit verfügten, um auch die Absenk-Ausrüstung zu tragen. Das für die Absenkung benötigte zusätzliche Gewicht wurde durch Einlassen von Wasser in Abschnitte der Belüftungskanäle erhalten. Damit konnten die zusätzlichen Schwimmkörper erspart werden. Die Fuge zwischen den Tunnelstücken wurde mit starken, aussen liegenden Gummidichtungen geschlossen. Haken konnten in das neu eingeschwommene Tunnelstück eingreifen und mit hydraulischen Pressen angezogen werden, wodurch das neu eingeschwommene Tunnelstück so dicht anlag, dass das Wasser der Fuge in das festliegende Tunnelstück abgelassen werden konnte. Der hierdurch auf das neue Tunnelstück ausgeübte horizontale Wasserdruck presste dasselbe zusätzlich mit grösster Kraft gegen das festliegende. Nun konnten die Tunnelwände in sicherer Arbeit verbunden werden.

Weiter werden beschrieben der *Coen-Tunnel* in Amsterdam unter dem Nordsee-Kanal, der 1966 eröffnet wurde, und der *Benelux-Tunnel* unter der Maas in Rotterdam, 1967 eröffnet. In beiden trennt ein achsialer Ventilationstunnel die Autobahnen von 7,25 m Breite bei 4,5 m Höhe. Das Tunnelprofil von 7,8 m Höhe ist beim Benelux-Tunnel 23,9 m breit,

¹⁾ Die SBZ veröffentlichte über diesen Bau: Bd. 117, Nr. 24, 25 und 26: Die Bauausführung der Tunnelstrecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam; Bd. 119, Nr. 17: Autotunnel-Belüftung, dargestellt am Beispiel von Rotterdam, von *Erwin Schnitter*.

beim Coen-Tunnel 23,3 m. Der erstere umfasst acht Sektionen von 93 m Länge und 16000 t Gewicht, der Coen-Tunnel sechs Sektionen von 90 m Länge und 15000 t. Für das Ausrichten der Tunnelstücke auf den neuartigen Unterlagsplatten wurde ein neues Verfahren entwickelt.

Der *Lim-Fjord-Tunnel* bei Aalborg im Norden Dänemarks wurde 1965–1969 gebaut. Er besitzt zwei Fahrbahnen von 10,5 m Breite und 4,5 m Höhe, durch eine Zwischenwand getrennt. Fünf eingeschwommene Stücke von 102 m Länge, 27,4 m Breite und 8,54 m Höhe weisen ein Gewicht von je 25000 t auf. Beim Einschwimmen wurde das Tunnelstück mittels einer Konsole auf eine solche des vorhergehenden Stückes abgesetzt. Damit werden die entsprechenden provisorischen Lagerplatten im Dock eingespart (Weiteres ist der «Umschau» der SBZ 1970, No 17, S. 390, zu entnehmen).

Der *Kennedy-Tunnel* in Antwerpen²⁾ ist 47,85 m breit und 10,1 m hoch. Er umfasst zwei Fahrbahnen von 12,25 m Breite bei 5 m Höhe für die sechsspurige Autobahn E3, einen Eisenbahntunnel für Doppelspur von 10,5 m Breite bei 5,2 m Höhe, einen Radfahrer-Tunnel und Raum für Leitungskabel und Ventilation. Die unter dem Bett der Schelde liegende Strecke wird gebildet durch eingeschwommene Tunnelstücke, vier von je 98 m Länge, das fünfte von 115 m wog 55000 t. Für das Ausrichten, besonders der Höhenlage dieser grossen Tunnelstücke wurden die hydraulischen Pressen weiterentwickelt und die Eisenbeton-Unterlagsplatten schon funktionsbereit im Trockendock angeschlossen. Das Unterspülen der abgesetzten Tunnelstücke erforderte das gleichzeitige Absaugen des einströmenden Schlamm-Sandes. Das Einschwimmen eines Tunnelstückes erforderte zehn Schlepper mit einer Gesamtleistung von 12000 PS. Die grosse Tiefe und die bedeutende Breite des Tunnels führten zu einer ausserordentlichen Beanspruchung der provisorischen, aussen liegenden Gummidichtung der Fugen, die mit Schub bis 12000 t

²⁾ «La Technique des Travaux» 46, Januar/Februar 1970, enthält einen eingehenden Aufsatz über Méthodes de calcul des éléments immergés für diesen Tunnel von Bent A. Nilsson, Directeur d'études de Christiani & Nielsen A/S.

belastet wurden; die 12 m langen Dichtungen in Sohlen- und Decken-Mitte weisen ein Spezialprofil auf und wurden für 400 t je m Druck bemessen.

Der *Tunnel bei Heinenoord* unter der Maas, unmittelbar oberhalb Rotterdam, liegt im Zuge einer vierspurigen Autobahn mit beiseitigen Lokalstrassen. Das Profil ist 30,7 m breit und 8,8 m hoch. Es wird durch eine Mittelwand in zwei Hälften getrennt und weist je eine 7,25 m breite Autobahn mit danebenliegender Fahrbahn von 3,9 m für den Lokalverkehr auf. Vier der Tunnelstücke sind 115 m lang und wiegen je 30000 t; das Mittelstück ist 111 m lang. Der Bau begann im Dezember 1965; der Tunnel wurde im Juli 1969 eröffnet. Da hier keine Verschlämmung vorlag, wurden die fünf Tunnelstücke in laufendem Arbeitsgang eingeschwommen, was 42 Tage erforderte; anschliessend wurde die Unterspülung mit Sand durchgeführt.

Der *Elbe-Tunnel* in Hamburg, im Zuge der Autobahn E3, besitzt eine Gesamtlänge von 3000 m mit Querventilation, davon bestehen 1057 m aus acht Elementen von je 46000 t; sie sind 132 m lang, 47,7 m breit und 8,4 m hoch und werden eingeschwommen. Die Elemente enthalten in fünf Sektionen drei zweispurige Fahrbahnen von 9 m Breite bei 4,7 m Höhe, zwischen denen zwei Lüftungstunnel liegen. Infolge der grossen Breite besitzt die Stirnwand zwei Konsolen, die beim Einschwimmen auf zwei entsprechende Konsolen des vorangehenden Tunnelstückes aufgelegt werden. Am äusseren Ende liegt dabei das Tunnelstück vorübergehend auf zwei Fundamentblöcken, die vor dem Einschwimmen auf die geebnete Baugrubensohle abgesetzt wurden. Der Gezeitenhub beträgt hier 2,5 m, die maximale Strömung 2 m/s; Verschlämmung tritt nicht auf. Die in Antwerpen entwickelte Absetzvorrichtung soll hier wieder zur Anwendung kommen. Die Eröffnung dieses Tunnels ist für 1973 vorgesehen.

Während in Rotterdam die Herstellung der Tunnelstücke etwa gleiche Kosten erforderte wie deren Einbau, hat die geschilderte Entwicklung dazu geführt, dass das Einbauen heute weniger als die Hälfte der Herstellungskosten erfordert.

Erwin Schnitter, Küsnacht ZH

Erschliessungsverordnung zum kantonalen Baugesetz Schaffhausen

DK 711.62

Gemäss Art. 3 des schaffhauserischen Baugesetzes vom 9. Nov. 1964 müssen die Gemeinden ihr Gebiet in einzelne Zonen wie Bauzonen, Bauverbotszonen, Zonen für künftige öffentliche Werke und Grünflächen sowie Landwirtschaftszonen aufteilen und für jede Zone die entsprechenden Bau- und Nutzungsvorschriften aufstellen. Der Bauzone dürfen nur Grundstücke zugewiesen werden, die durch eine genügende Zufahrt und durch die erforderlichen Werkleitungen erschlossen sind oder innert zehn Jahren erschlossen werden können (Art. 4). In weiteren Bestimmungen verlangt das Gesetz, dass Gebäude nur errichtet werden dürfen, wenn sie eine genügende Zufahrt haben und die Versorgung mit Trinkwasser sowie die einwandfreie Beseitigung des Abwassers sichergestellt sind (Art. 37 und 26).

In Ausführung dieser Vorschriften hat der Regierungsrat des Kantons Schaffhausen im April 1971 eine Erschliessungsverordnung erlassen. Darin umschreibt er die genannten Erschliessungsvoraussetzungen im einzelnen, so die Zufahrt, die Versorgung mit Trink- und Löschwasser und die Abwasser- und Kehrrechtbeseitigung. Gemäss § 10 ist die Voraussetzung der einwandfreien Abwasserbeseitigung nur erfüllt, wenn das Grundstück über eine bestehende Kanalisation der Gemeinde an die Abwasserreinigungsanlage angeschlossen werden kann oder wenn bis zur Erstellung einer solchen Anlage eine nach den Richtlinien der Vereinigung Schweizerischer Abwasserfachleute bemes-

sene biologische Kläranlage betrieben wird. Für Sonderfälle stellt die Verordnung auf die im neuen Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vor Verunreinigung aufgestellten Grundsätze ab.

In einem besonderen Abschnitt werden die Pflichten der Gemeinden behandelt. Sie ergeben sich aus dem erwähnten gesetzlichen Auftrag, der Bauzone nebst dem bereits erschlossenen nur soviel Land zuzuweisen, als in einer überblickbaren Zeitspanne von zehn Jahren erschlossen werden kann. Um diese Aufgabe zweckmässig erfüllen zu können, werden die Gemeinden verpflichtet, die Erschliessung der Baugebiete in Richtplänen festzulegen. Diese sind auf die Regionalpläne abzustimmen und mit den zuständigen Organen der Versorgungswerke des Kantons (zum Beispiel Elektrizität) und des Bundes (zum Beispiel PTT) zu bereinigen. Im weiteren sind die Gemeinden verpflichtet, die Etappen der Erschliessung unter Berücksichtigung der erforderlichen finanziellen Aufwendungen und der verfügbaren Mittel (Finanzplanung) festzulegen.

Aus diesen Pflichten ergeben sich zwei wichtige Folgen: Zunächst wird in einer weiteren Bestimmung geordnet, wer die Erschliessung zu tragen hat, wenn zwar in der Bauzone, aber ausserhalb einer Erschliessungsetappe gebaut werden will. Und als weitere wichtige Konsequenz werden die Gemeinden bzw. die Gemeindeverbände verpflichtet, den Anschluss von Grundstücken, die ausserhalb