

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 17

Artikel: Eternit, seine Eigenschaften und Anwendungen in Ingenieurbauten
Autor: Frey, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51167>

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: 17.05.2025

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

INHALT: Eternit, seine Eigenschaften und Anwendungen in Ingenieurbauten. — Eine neue Art der Dampfspeicherung. — Imitation «stark gefragt». — Die Schweizer Mustermesse Basel 1940. — Nekrologe: Rudolf Furter. Peter Behrens. — Mitteilungen: Ein Hochspannungsmesser für

600 kV. Die Talsperre an der Vesdre oberhalb Eupen. Die wärme- und schalltechnischen Eigenschaften des «Novadom»-Trockenmauerwerks. Benzinnachfüllung in Flugzeuge während des Fluges. Persönliches. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 115

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 17

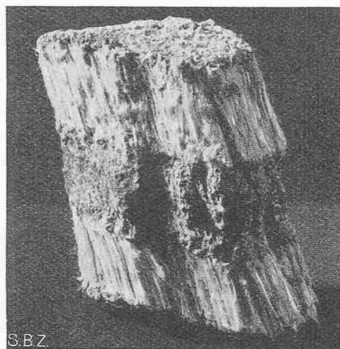


Abb. 1. Asbest, dazwischen Serpentin

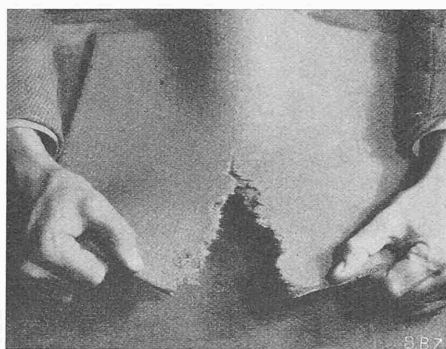


Abb. 2. Faserstruktur frischer Eternit-Pappe

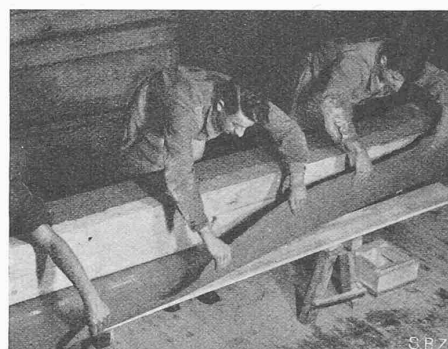


Abb. 3. Formen eines Eternit-Lüftungskanals

Eternit, seine Eigenschaften und Anwendungen in Ingenieurbauten

Von Dipl. Ing. HANS FREY, Direktor der Eternit A. G., Niederurnen¹⁾

«Eternit» ist die Marke für bestimmte Asbest-Zementprodukte. Er enthält ungefähr 15% Asbest und etwa 85% Portland-Zement. Den zweiten und gewichtsmässig weitaus bedeutenderen Bestandteil darf ich wohl als bekannt voraussetzen, ohne mich lange dabei aufzuhalten. Immerhin sei darauf hingewiesen, dass der Eternit dem Zement viele seiner Eigenschaften verdankt, wie Wasserundurchlässigkeit, ständig zunehmende Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse.

Interessanter ist eigentlich die andere Komponente, der Asbest. Es gibt zwar verschiedene Mineralien, die so benannt werden; für die Eternitfabrikation kommt aber nur der Chrysotil-Asbest in Frage, ein Magnesium-Hydrosilikat. Es dauerte lange, bis die mineralische Natur des Asbestes erkannt war (man hielt ihn früher für versteinerte Tierhaare), und dies ist auch begreiflich, denn das Aussehen des Asbestes ist wirklich grundverschieden von dem, was wir uns gewöhnlich unter einem Kristall vorstellen. Man findet den Asbest als Adern eingebettet in Serpentinfelsen, und es zeigt sich, dass Chrysotil-Asbest nichts anderes ist als kristallisierte Serpentin. Unter welchen Umständen dieser Kristallisationsvorgang stattgefunden hat, ist noch nicht abgeklärt. Sicher ist, dass nur selten die Bedingungen günstig genug waren, um einen Asbest von guter Qualität hervorzu-bringen. So sind z. B. in den Schweizeralpen mehr als zwanzig Vorkommen von Asbest bekannt, und doch kann davon keiner zur Eternitfabrikation verwendet werden. Wirklich gute Sorten kommen nur vor in Canada, Rhodesia und im Ural. Verwendet werden auch Sorten aus Zypern, U. S. A., Indien und Italien, doch handelt es sich dabei durchweg um II. und III. Qualitäten. Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, liegen im amorphen Serpentin die Asbestkristalle quer zur Ader. Die Breite der Ader ist zugleich die Länge des Kristalls und der aus ihm gewonnenen Fasern. Viele von Ihnen haben sicher den Serpentinblock im Eternit-Pavillon der LA gesehen. Es war ein schönes Schaustück mit breiten Adern. So lange Fasern, wie sie in jenem Block enthalten waren (es gibt solche, die bis 200 mm Länge erreichen), werden allerdings gesponnen, verwoben und zu unverbrennbaren Stoffen wie Bremsbelägen verarbeitet. Für die Eternitfabrikation kommen nur Fasern von 3 bis 10 mm Länge in Frage. — Die Weltproduktion an Asbest betrug 1937 rund 600 000 t, entspricht somit gewichtsmässig etwa der schweizerischen Zementproduktion.

Welches sind nun die Eigenschaften des Asbestes? Die am meisten charakteristische ist seine Spaltbarkeit, in der er jedes andere Mineral bei weitem übertrifft. Bekannt ist z. B. auch die Spaltbarkeit des Glimmers, der sich in äusserst dünne Blättchen aufteilen lässt. Den Asbest kann man aber weiter bis in feinste Fasern auflösen. Bei der Eternitherstellung macht man sich diese Eigenschaft zunutze. In der ersten Fabrikationsphase werden die von der Mine bezogenen Fasern im Kollergang aufgelöst und hierauf in einem Desintegrator oder Perplexmühle noch weiter aufgeschlossen und gereinigt. Wie weit dabei ihre Ober-

fläche vergrössert wird, kann folgenden Zahlen entnommen werden. Der Durchmesser der aufbereiteten Fasern beträgt etwa $\frac{1}{1000}$ mm. In einer Eternitplatte von 0,15 m² und 5 mm Stärke sind rd. 40 000 km Fasern enthalten; ihre Oberfläche beträgt 150 ar. Diese grosse innere Oberfläche macht es auch erklärlich, wieso ein Zementgehalt von 85% im Eternit möglich ist, ohne dass er die Eigenschaften eines zu festen Mörtels aufweist.

Die zweite hervorragende Eigenschaft der Asbestfasern ist ihre grosse Festigkeit. Sie beträgt 4 bis 5000 kg/cm², eine Festigkeit also, die schon sehr nahe an die von gutem Stahl heranreicht, und die man diesen weichen Fasern eigentlich nicht zutrauen würde. Im Eternit liegen die Asbestfasern wie Armaturen im Zement eingebettet. Seine hohe Festigkeit, verbunden mit der grossen Oberfläche, machen den Asbest zu einem geradezu idealen Armierungsmaterial. Wenn man eine noch unabgebundene Eternitplatte zerreisst (siehe Abb. 2), ist die Schichtung der Faserarmatur deutlich sichtbar.

Nach der Behandlung des Rohmaterials soll in grossen Zügen das wichtigste über die Eternitfabrikation gesagt werden. Als der Erfinder des Eternits, der Oesterreicher Hatschek, um die Jahrhundertwende seine Patente anmeldete, hielt man ihm mit Recht entgegen, dass Asbest-Zement als Produkt schon bekannt sei. Schon früher hatte man Asbest und Zement mit dem notwendigen Anmachwasser wie Mörtel gemischt und verschiedene Gegenstände hergestellt. Auch heute noch werden z. B. in der elektrischen Industrie auf diese Weise Trennwände in Schaltern, kleine Formstücke und dergleichen hergestellt. Zu einer nennenswerten Bedeutung ist aber das primitive Verfahren nicht gelangt, denn es zeigte zwei grosse Mängel: die Fasern sind erstens in dem Produkt nicht gleichmässig verteilt und zweitens sind sie nicht so gerichtet, dass sie als Armatur sich auswirken können. Vom Verfahren Hatscheks möchte man sagen, dass es auf einem Umweg zum Ziele gelangt, dabei aber diese beiden Mängel vollständig ausschliesst. Der Grundgedanke besteht darin, Asbest und Zement mit einem sehr grossen Ueberschuss von Wasser (es sind etwa 1000%) zu mischen und das überschüssige Wasser nach der Fabrikation wieder zu entfernen. Unter dieser Voraussetzung ist es möglich fast die gleichen Maschinen zu verwenden, wie sie zur Herstellung von Papier oder Karton üblich sind. Die Asbestfasern und Zementkörner schwimmen in einer dünnen Brühe, die ständig aufgerührt wird. Durch rotierende Siebe werden sie nun herausgefischt und auf einer Filzbahn ausgebreitet. Dadurch erreicht man einmal eine völlig gleichmässige Mischung von Asbest und Zement und zudem sind fast alle Fasern in der Ebene der entstehenden Platte gerichtet, und zwar vorzugsweise in der sogenannten Fabrikationsrichtung. Es sind Vorrichtungen erfunden worden, die gestatten, die Fasern gleichmässig in der Längs- und Querrichtung der Platte zu verteilen. Meistens ist aber die Bevorzugung einer Richtung erwünscht, umso mehr, als auch beim normalen Prozess die Festigkeit in der Querrichtung immer noch im Mittel 74% der Längsfestigkeit ausmacht. Das überschüssige Wasser wird durch den Druck der Format-

¹⁾ Nach einem Vortrag, gehalten vor der S. I. A.-Fachgruppe der Ingenieure für Brücken- und Hochbau an der E. T. H., Zürich, am 20. Jan. 1940.

walze und Absaugen der im Entstehen begriffenen Pappe entfernt. Den Beton-Ingenieuren wird es vielleicht unbehaglich zu Mute, wenn sie hören, dass ein Zementprodukt, sehr im Widerspruch zu den Grundsätzen der Beton-Aufbereitung, bei seinem Entstehen sozusagen aus dem fliessenden Wasser gezogen wird. Es ist aber zu berücksichtigen, dass das überschüssige Wasser immer wieder von neuem verwendet wird, sodass ein gesättigtes Kalkwasser entsteht, wodurch ein Auslaugen des Kalziums aus dem Zement vermieden wird. Ähnlich wie bei der Papierfabrikation und auf einer ganz analogen Maschine wird nun der Eternitflor von der Filzbahn auf einer Formatwalze so lange aufgewickelt, bis die gewünschte Materialdicke erreicht ist. Man erhält als Ausgangsmaterial für alle Eternit-Produkte die frische, weich-plastische Eternit-Pappe (Abb. 2 und 3).

Was sind nun die *Eigenschaften des Eternits* im allgemeinen? Das *Raumgewicht* beträgt im Mittel 2,0. Bei ganz schwach gepressten Platten sinkt es bis auf etwa 1,8 und steigt dafür bei stark gepressten Schiefen bis etwa 2,1. Eternit ist somit etwas leichter als Beton, ungefähr dreimal schwerer als Holz und viermal leichter als Eisen. Angesichts seiner hohen Festigkeit lassen sich mit Eternit sehr dünnwandige Gegenstände herstellen. Darum kann er als ein *leichter* Baustoff bezeichnet werden, und zwar in viel ausgesprochenerem Masse, als man dies bei der blossen Nennung seines Raumgewichtes vermuten würde.

Die *Druckfestigkeit* beträgt im Mittel 600 kg/cm²; die hier genannten Festigkeitszahlen sind die der Eternit-Druckrohre. Ich wähle dieses Produkt, weil einmal mit Röhren am meisten Bruchversuche vorgenommen werden und die Festigkeiten am genauesten bekannt sind. Ferner stellen sie auch gerade einen Mittelwert der Festigkeit der verschiedenen Eternitprodukte dar. Weiche, schwach gepresste Platten und namentlich komplizierte Formstücke haben bedeutend geringere, hartgepresste Schiefer dagegen höhere Festigkeiten als die Eternitrohre. Dies gilt für die Druck-, Zug- und Biegefestigkeit und den Elastizitätsmodul in gleicher Weise. Die Druckfestigkeit des Eternits ist eine hohe, etwa doppelt so hoch wie die vom Fichtenholz oder gutem Beton, und wird nur von metallischen Stoffen überboten.

Die *Zugfestigkeit* (Ringzugfestigkeit) beträgt im Mittel 250 kg/cm². Ich nenne hier absichtlich einen Wert, den wir in der normalen Fabrikation laufend überschreiten. Es ist nämlich möglich, Werte von 350 ÷ 400 kg/cm² zu erreichen. Holz und namentlich Eisen sind in der Zugfestigkeit überlegen. Beim Vergleich mit Holz muss aber berücksichtigt werden, dass beim Eternit mit keinen Schwächungen durch Astbildungen und andere Wachstums-Unregelmässigkeiten, wie sie bei grösseren Holzstücken immer vorkommen, zu rechnen ist. Dank der vollständigen Homogenität steht in grossen und kleinen Eternitstücken überall die gleiche Festigkeit ungeschmälert zur Verfügung. Sehr überraschend aber ist die Höhe der Zugfestigkeit von Eternit, wenn man bedenkt, dass es sich um ein Zementprodukt handelt. Es ist ja ein grosser Nachteil des Betons, dass seine Zugfestigkeit 10 bis 20 mal kleiner ist, als die Druckfestigkeit. Um dies ungünstige Verhältnis zu verbessern, hat man zu Eisenarmaturen gegriffen. Sie bedingen aber eine starke Unhomogenität im Querschnitt, die nur bei grossen Abmessungen in Kauf genommen werden kann. Eigentlich sind sie ein Hilfsmittel in der Not, ein Umgehen des Problems. Die wahre Lösung, der «ideale Beton», ist im Eternit gefunden worden. Bei völlig einheitlicher Zusammensetzung erreicht seine Zugfestigkeit $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Druckfestigkeit, ein Verhältnis also, wie wir es von Metallen, Gusseisen z. B., gewohnt sind. Damit erschliessen sich viele Möglichkeiten, namentlich was leichte, dünnwandige Konstruktionen anbelangt. Wandstärken von 5 bis 6 mm sind bei Eternit das normale, 20 bis 30 mm ein seltenes Maximum, d. h. was für den Beton-Ingenieur der cm, bedeutet für den entwerfenden Eternit-Fabrikanten der mm. Doch wir wollen uns nicht nur mit schwächeren Konkurrenten befassen, sondern auch mit denen, die uns voraus sind, und das ist — namentlich im Rohrbau — das Gusseisen. Gutes Gusseisen hat eine etwa zehnmal grössere Zugfestigkeit als Eternit. Andererseits ist sein spezifisches Gewicht viermal grösser. Aber auch wenn wir die Festigkeit pro Gewichtseinheit vergleichen, so ist uns Guss immer noch rund 2,5 mal überlegen. Ein Eternitrohr sollte also eigentlich schwerer sein, als ein entsprechendes Gussrohr. In Wirklichkeit ist es für die in der Praxis vorkommenden Fälle gerade umgekehrt. Die Eternitrohre sind 2 bis 2,5 mal leichter als Gussrohre. Dies rührt davon her, dass aus geissertechnischen Gründen es schwierig ist, hochwertiges Gusseisen herzustellen, sofern die Wandstärke 4 mm unterschreitet, während beim Wickeln des Eternitrohres sich immer die gleiche spezifische Festigkeit ergibt, gleichgültig ob die Wandstärke nur 5 oder ob sie 40 mm erreicht. Damit sind, vom rein technischen Standpunkt aus, d. h. gestützt auf den

Grundsatz «für hohe Belastungen hohe Materialfestigkeiten», auch die Grenzen für die Verwendung der Eternitrohre gesteckt. In all den Fällen, in denen die Gussindustrie die hohe Festigkeit ihres Materials nicht ausnützen kann, sind Eternitrohre am Platz. Bei Rohrdurchmessern bis 200 mm ist diese Grenze bei einem statischen Betriebsdruck von etwa 12 at erreicht, bei Durchmessern von 300 bis 400 mm schon bei 6 bis 9 at. Leitungen für höhere Drücke und grössere Durchmesser müssen wir der Gussindustrie überlassen, die ja auch ihrerseits für sehr grosse Durchmesser und höchste Drücke, wie sie etwa bei einem Hochdruck-Kraftwerk vorkommen, dem Stahlrohr den Vortritt lassen muss. Um ein Missverständnis auszuschliessen, sei folgendes festgestellt. Es liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit, ein Eternitrohr herzustellen von z. B. 600 mm $\varnothing$, das einen Innendruck von 50 at aushält, ohne zu brechen. Aber solche Rohre werden schwer, schwerer als ein entsprechendes Gussrohr und auch teurer, denn die wirtschaftliche Grenze fällt, wenigstens in normalen Zeiten, ziemlich genau mit der Grenze der technischen Zweckmässigkeit zusammen.

Wie bei allen Zementprodukten liegt die *Biege-Zugfestigkeit* über der reinen Zugfestigkeit, beim Eternit bei 600 bis 800 kg/cm², je nach der Belastungsart. Bei allen Angaben über Festigkeiten von Eternit muss man aber noch die Nacherhärtung berücksichtigen. Im Gegensatz zu den meisten andern Baumaterialien wird der Eternit mit zunehmendem Alter besser, insbesondere steigt — wie beim Beton — seine Festigkeit ganz erheblich. Wir hatten letzthin Gelegenheit einige Eternitrohre zu untersuchen, die während zehn Jahren ihren Dienst in einer Hydrantenleitung in Oberuster getan hatten; in diesen zehn Jahren war die Ringzugfestigkeit um 42 % gestiegen.

Recht überraschend ist das *elastische Verhalten* des Eternit. Die Werte für den Elastizitätsmodul schwanken je nach Alter und Belastung zwischen 2 und 300 000 kg/cm²; sie sind also etwa doppelt so gross wie jene des Holzes, ungefähr gleich wie die des Betons bei Druckbelastung, und etwa $\frac{1}{5}$ derjenigen vom Gusseisen. Eternit gilt als spröder Baustoff. Er verdankt diesen nicht ganz gerechtfertigten Ruf dem Umstand, dass sein Elastizitätsmodul sich bis zum Bruch verhältnismässig wenig ändert. So grosse Deformationen wie sie beim Holz, oder während der Fliegerscheinung des Stahles dem Bruch voraus gehen, fehlen beim Eternit; der Bruch tritt unmittelbar ein. Für Belastungen aber, die innerhalb der zulässigen Spannungen liegen, ist Eternit ein hochelastisches, leicht verformbares Material. Damit im Zusammenhang steht auch sein Verhalten bei Stossbelastung. Dies ist z. B. bei Druckleitungen von grosser Bedeutung. Auch heute noch lehnen viele Ingenieure die Eternitrohre ab, mit der Begründung, sie seien empfindlich gegen Wasserschläge. Eine nähere Prüfung ergibt aber, dass die Eternitrohre gerade in dieser Beziehung ganz hervorragende Eigenschaften aufweisen. Wenn eine Schwierigkeit überwunden werden soll, so besteht die beste Taktik in Krieg und Frieden darin, dass man versucht, sie zu umgehen. Das tun auch die Eternitrohre hinsichtlich der Wasserschläge. Infolge des kleineren Elastizitätsmoduls sind nämlich die Wasserschläge ganz erheblich niedriger als in Gussleitungen. Deutsche Versuche haben ergeben, dass eine Eternitleitung etwa 44 % kleinere Druckstösse aufweist als eine entsprechende Gussleitung. Für Stahl ist das Verhältnis noch viel ungünstiger. Diese Eigenschaft ist nicht nur von Vorteil für die Eternitrohre selber, sondern bedeutet auch eine willkommene Schonung für alle Apparate und Absperrorgane im Leitungsnetz. Ausserdem aber zeigt sich, dass die Festigkeit der Eternitrohre etwa 35 % über der Bruchbelastung bei statischer Beanspruchung liegt. Die Sicherheit einer Eternitleitung ist denn auch in fast allen Hydrantennetzen für Stossbelastungen noch höher als gegenüber statischem Druck. Die grosse Verformbarkeit der Eternitrohrwand ermöglicht es ihr, eine beträchtliche Deformationsarbeit in sich aufzuspeichern und damit kurze Druckspitzen zu überwinden. Die erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Stossbelastung verkleinert ganz beträchtlich die Ueberlegenheit des Gusseisens, das bekanntlich gegen Stösse ziemlich empfindlich ist. Im übrigen zeigen nicht nur die Eternitrohre, sondern auch andere Eternitprodukte eine ganz erstaunliche Unempfindlichkeit gegen Stösse. Es ist wohl bekannt, dass wir schon seit mehr als 30 Jahren eine Garantie für die *Hagelsicherheit* unserer Dachmaterialien abgeben. In dieser langen Zeit mussten wir nur in einem einzigen Fall einige Eternitschiefer auswechseln, die von mehr als taubeneiergrossen Hagelkörnern durchschlagen waren. Hagelkörner unter Taubeneiergrösse können dem Eternit nichts anhaben. Schwere Hagelkatastrophen mit grosser Beschädigung der Ziegeldächer haben denn auch immer eine starke Belebung des Absatzes von Eternit in der betreffenden Gegend zur Folge gehabt.

Die chemische Widerstandskraft des Eternits ist hervorragend, aber nicht unbegrenzt. Zunächst ist der hohe Gehalt an Zement zu berücksichtigen. Alle chemischen Stoffe, die zementgefährlich sind, greifen auf die Dauer auch den Eternit an. Die Asbestfasern sind chemisch sehr träge, werden aber, wie schon ihr stark basischer Charakter erwarten lässt, durch starke Säuren langsam aufgelöst. Dies kommt immerhin in den seltensten Fällen vor, vielmehr bietet normalerweise chemisch angegriffener Eternit das Bild einer mit feinem Samt überzogenen Oberfläche. Der Zement ist ausgelaugt und die Asbestfasern bilden eine Schutzschicht. So kommt es oft vor, dass sich Eternit auch in Fällen gut bewährt hat, in denen wir von seiner Verwendung abgeraten hatten, mit Rücksicht auf den zementgefährlichen Charakter der in Frage kommenden Gase oder Flüssigkeiten. Der chemische Angriff dringt immer langsamer in die Tiefe und hört schliesslich praktisch ganz auf. Als Richtlinie kann etwa dienen, dass Eternit chemisch sich infolge seiner geringen Porosität und auch des Gehaltes an den inerten Asbestfasern etwas günstiger verhält, als guter Beton. Als Beispiel hierfür sei die Wasserstoffjonen-Konzentration angeführt. Selbst bei gutem Beton mit hoher Zementdosierung wird man eine Konzentration unter 6,5 nicht zulassen; bei Eternit aber ist noch 6,0 zulässig. Auch beim Gehalt an Magnesium und Sulfaten darf man dem Eternit mehr zutrauen, als dem Beton. Starke Säuren greifen dagegen den Eternit an; er ist namentlich empfindlich gegen aggressive Kohlensäure. Abgesehen von diesen verhältnismässig seltenen Fällen erweist sich Eternit als sehr widerstandsfähig. Er rostet und fault nicht, ist unempfindlich gegen trockene Rauchgase und Abwässer. So gehören zu unsern Spezialitäten die Fabrikation von Abgasröhren und Jaucheleitungen.

Obschon der Eternit ein poröser Baustoff ist, kann er als völlig *wasserdicht* bezeichnet werden. Die Poren sind so fein, dass sie wohl Wasser aufsaugen, aber keines abgeben, es sei denn ganz langsam durch Verdunsten. Dagegen ist Eternit durchlässig in geringem Masse für Luft und ziemlich stark für leichte Gase, z. B. Wasserstoff. In vielen Fällen ist dies erwünscht. Der Durchgang von Gas kann aber auch leicht verhindert werden; es genügt schon, den Eternit mit Wasser zu sättigen, wie dies z. B. in der feuchten Erde immer der Fall ist, um die Gasdurchlässigkeit weitgehend einzuschränken, und durch eine Bitumierung kann sie praktisch völlig unterbrochen werden. So sind denn in Belgien und Italien schon sehr ausgedehnte Leuchtgasleitungen in Eternit ausgeführt worden, und ich bin überzeugt, dass sich diese Anwendung auch in der Schweiz durchsetzen wird.

Mit der Wasserundurchlässigkeit steht auch die *Frost- und Wettersicherheit* des Eternits im Zusammenhang. Ich erwähne die Eternit-Schiefverkleidung des Säntis-Observatoriums, die sich schon seit 30 Jahren unter schwersten Bedingungen ausgezeichnet gehalten hat. Die Abwitterung beträgt etwa $\frac{1}{10}$ mm in 25 Jahren. Es sind aber auch in der EMPA mit Eternitrohren Frostversuche vorgenommen worden. Trotz sehr häufigem Gefrieren und wieder Auftauen konnte keine Verringerung der Festigkeiten konstatiert werden.

Der *Elektrizität* gegenüber verhält sich Eternit wie ein Isolator 2. Klasse. Dieser Eigenschaft verdankt er zahlreiche Anwendungen in der Elektrizitätsindustrie, z. B. als Zählbrett, Trennwände in Schaltern, Funkenschutz, Zellwände und Schaltanlagen, in neuester Zeit hauptsächlich auch als Kabelrohre. Seine schlechte Leitfähigkeit unterstützt auch in hohem Masse seine chemische Widerstandskraft, namentlich im Vergleich zu Metallröhren. Es zeigt sich nämlich, dass in den weitaus meisten Fällen die Korrosion von Leitungen auf elektrische Vorgänge zurückzuführen ist, oder doch durch elektrische Ströme ganz erheblich gefördert wird, sodass man sehr oft nicht weiss, wo der chemische Vorgang aufhört und die elektrische Korrosion anfängt. Das ist auch sehr wohl verständlich, denn die meisten Korrosionserscheinungen sind ja Umsetzungen von Ionen. Wenn nun eine Rohrleitung der Träger von elektrischen vagabundierenden Erdströmen ist, entstehen Potentialdifferenzen, die die Ionen anziehen und damit die Umsetzung mächtig beschleunigen. Weiter ist auch ganz natürlich, dass man besonders bei Kabelschutzröhren, die ja fast immer im Bereich von starken Erdströmen liegen, auf diese Eigenschaft zuerst aufmerksam geworden ist. Aber auch bei Wasserleitungen längs von Tram- oder Signalleitungen haben schon oft Eternitrohre wegen ihrer elektrischen Isolationsfähigkeit sich bewährt. Bis heute werden die Hochspannungsleitungen mit Wechselstrom gespeist, deren Erdströme nicht so gefährlich sind. Es ist aber bekannt, welche grosse Vorteile die Verwendung von sehr hoch gespanntem Gleichstrom für Ueberlandleitungen bieten würde. Sollte sich diese Uebertragungsart durchsetzen, so würde das Problem der Erdströme sehr schwerwiegende Folgen nach sich ziehen und

für den Rohrleitungsbau eine völlige Umwälzung bedeuten, bei der dem Eternitrohr sicher eine wichtige Rolle zufallen wird.

Eternit brennt nicht. Das ist sein Hauptvorteil gegenüber Holz, was angesichts seiner ausschliesslich mineralogischen Zusammensetzung sich eigentlich von selbst versteht. Daraus soll aber nicht gefolgert werden, dass Eternit jeder beliebigen Temperatur ohne weiteres ausgesetzt werden darf. Wenn er nicht völlig ausgetrocknet ist, enthalten seine feinen Poren Wasser, das bei der Erwärmung in Dampfform entweicht. Geschieht nun die Erhitzung sehr rasch, so löst diese Dampfbildung kleine Explosionen aus, die von der Eternitplatte kleinere oder grössere Splitter knallartig absprengen. Sie sind aber harmlos und gefährden bei einem Brand z. B. die Feuerwehrleute nicht. Frischer oder feuchter Eternit muss somit das erste Mal wenigstens langsam erhitzt werden, namentlich bei der Temperaturstufe von etwa 100°, damit der sich bildende Wasserdampf Zeit hat, aus dem Gefüge des Materials ohne Schaden zu entweichen. Ist Eternit einmal völlig ausgetrocknet, so werden ihm weitere, spätere Erhitzungen, auch wenn sie rasch erfolgen, nichts mehr anhaben. Eine zweite kritische Temperaturstufe liegt bei etwa 450°. Bei dieser Temperatur wird nämlich das im Asbest enthaltene Kristallwasser ausgetrieben, was sich somit in diesem Falle zur Abwechslung einmal als der schwächere Bestandteil des Eternits im Vergleich zum Zement erweist. Da es sich indessen nur um geringe Wassermengen handelt, kommen Absplitterungen nicht vor; allein die Asbestfasern werden geschwächt. Der Eternit behält zwar noch sein Gefüge, büsst aber einen erheblichen Teil seiner Festigkeit ein. Eternit ist somit temperaturbeständig bis gegen 400° (sofern er langsam ausgetrocknet wird); er hält aber auch bedeutend höhere Temperaturen aus, wenn es dabei nicht gleichzeitig auf seine mechanische Festigkeit ankommt. Trotz dieser Einschränkung hat Eternit hervorragende brandhemmende Eigenschaften. Wegen seiner schlechten Wärmeleitfähigkeit dauert es nämlich recht lang, bis er über die kritische Temperatur hinauf erhitzt ist. So sind schon viele Holzhäuser durch Eternit ganz oder teilweise vor einem Brand bewahrt worden, und in den schwedischen Normen zum Schutze von Eisenkonstruktionen gegen Feuer wird er in der Gefahrenklasse C für leichtere Brände als Bekleidung von Stahlträgern empfohlen.

Die *Wärmeleitfähigkeit* von Eternit ist $\lambda = 0,47 \text{ Cal/mh}^\circ\text{C}$; also etwa zweimal grösser als die von Holz, etwa dreimal kleiner als die des Beton und 100 mal kleiner als beim Eisen. Als sehr hochwertig wärmeisolierend kann somit Eternit nicht angesprochen werden. Es gibt aber kein Material, das so hohe Festigkeit mit so guten Isolationseigenschaften verbindet und zugleich nicht brennt. So ist denn auch bei vielen Anwendungen die schlechte Wärmeleitfähigkeit des Eternits eine willkommene Beigabe zu seinen andern guten Eigenschaften.

Mit der *Schallisolierung* verhält es sich ganz ähnlich: Eternit ist hervorragend schallschluckend. Das fällt namentlich auf bei den Wellplatten, die auch bei starkem Regen praktisch alles Geräusch völlig verschlucken, sicher ein grosser Vorteil gegenüber Blech. Auch bei Ventilationskanälen hat sich diese Schallisolierung sehr bewährt, z. B. bei der Luftkonditionierung von verschiedenen Radio-Studios. Der Schall wird zwar längs dem Kanal wenig absorbiert, kann aber praktisch nicht durch die Wand hindurchdringen. Versuche haben gezeigt, dass eine 6 mm dicke Eternitwand gleichwertig ist einer Blechwand von 1 mm Dicke, die aber innen mit 6 cm dickem Isoliermaterial, Stoff und Kork, geschützt war. Man lobt auch die sehr gute Schallisolierung der Eternit-Ablaufrohre in Gebäuden. Eternitrohre sind somit ein wirksamer Helfer bei der Lärmbekämpfung.

Zum Schluss dieser Zusammenstellung der Eigenschaften des Eternits möchte ich noch auf seine *Formbarkeit* zu sprechen kommen. Dabei handelt es sich nicht um eine Eigenschaft des fertigen Produktes. Die frische Pappe aber, wie sie von der Formatwalze kommt, ist beliebig formbar. Solange der Zement noch nicht abgebunden hat, können aus ihr Gegenstände von allen möglichen Formen hergestellt werden. Biographen grosser Männer streiten sich manchmal darüber, ob ein gewisses Ereignis oder ein Zeitabschnitt von entschiedener schicksalhafter Bedeutung für das Leben ihrer Helden gewesen sei. Sicher ist, dass der Eternit eine solche Schicksalsstunde durchmacht. Was mit der frischen Pappe innerhalb der ersten zwei bis drei Stunden nach ihrer Herstellung geschieht, das entscheidet über die Gestalt des Eterniterzeugnisses, das vielleicht Jahrhunderte überdauern wird. Die Formerei einer Eternitfabrik erfordert deshalb eine besondere Bearbeitungs-Technik und Organisation. Der Formling muss vollendet sein bevor der Abbindevorgang des Zementes zu weit fortgeschritten ist, weil sonst beim Formen das Gefüge des Eternits leiden könnte. Für grosse Stücke müssen deshalb oft zwei bis drei Mann gleichzeitig arbeiten (Abb. 3).

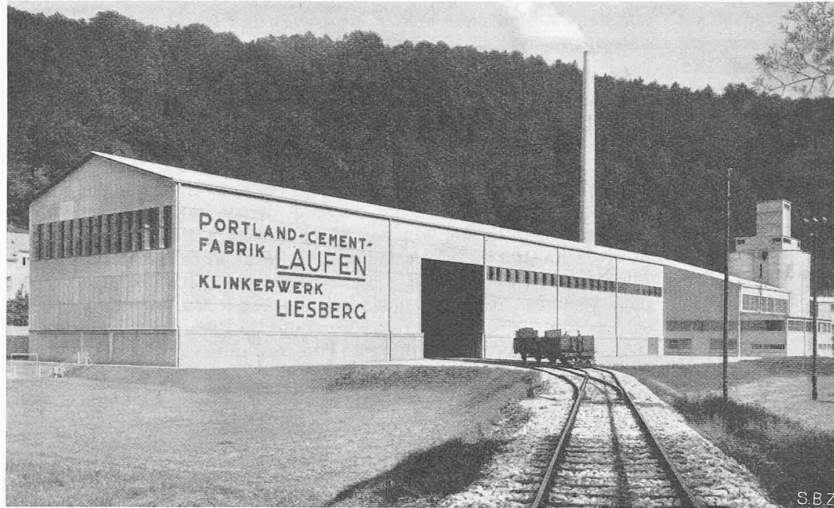


Abb. 6. Mit Welleternit verkleidete Stahlkonstruktion; Gewicht der Verkleidung 16 kg/m²

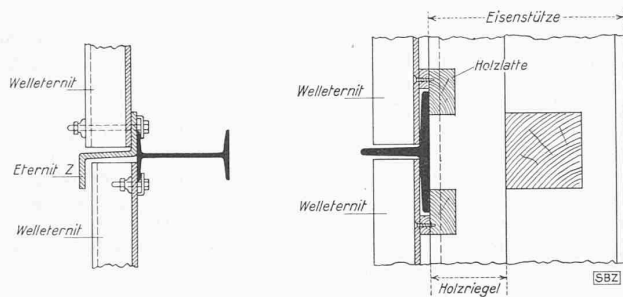


Abb. 8. Befestigung von Welleternitplatten ohne Ueberdeckung

Das Material, das von der Pappmaschine gebracht wird, muss innerhalb nützlicher Frist verarbeitet sein. Bis heute geschieht das Formen ausschliesslich von Hand. Es handelt sich dabei nicht etwa, wie dies oft vermutet wird, um ein Giessen, sondern das Ausgangsmaterial ist immer die weiche Eternitpappe, die über Modelle gelegt und geformt wird, auf denen sie etwa 24 h bis zur Erhärtung bleibt. Aus diesem Grunde hat ein richtiges Eternit-Formstück eine überall gleichbleibende Materialstärke. Es ist zwar in beschränktem Masse möglich, gewisse Verstärkungen anzubringen. Aber so weitgehend veränderliche Wandstärken mit allen möglichen langsamen Uebergängen, wie sie in der Giesserei üblich sind, kommen für Eternit-Formstücke nicht in Frage. Genau so wie in der Giessereitechnik gewisse Formen sich besonders eignen und leichter herstellen lassen als andere, so auch beim Eternit-Formstück, und ebenso ist auch eine lange Erfahrung notwendig, um die günstigsten Formen herauszufinden. Diese Formbarkeit des frischen Eternits ermöglicht die Herstellung einer grossen Anzahl von verschiedenen Erzeugnissen. Die Wichtigsten von ihnen sollen nun noch einzeln besprochen werden, an Hand einiger typischer Ausführungen aus dem Ingenieurbau in Holz, Stahl und Beton.

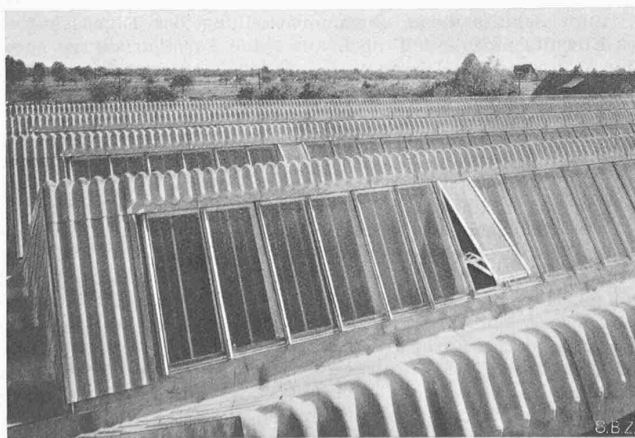


Abb. 5. Eternit-Sheddach mit eigens geformten Firstkappen

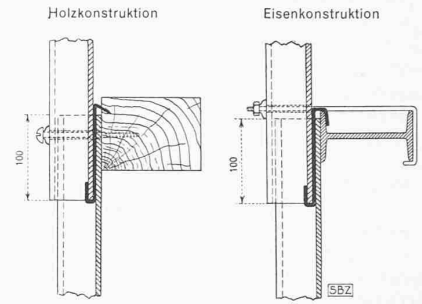


Abb. 7. Befestigung sich überdeckender Welleternitplatten als Wandverkleidung

Die Eternitschiefer. Es ist schon erwähnt worden, dass auf der Pappmaschine ein grosser Teil des Wasserüberschusses entfernt wird. Bei den Schiefern geht man noch einen Schritt weiter; sie werden in hydraulischen Pressen einem Druck von 400 at ausgesetzt und dabei noch weiter entwässert. Die Eternitschiefer sind deshalb unsere Erzeugnisse mit den höchsten Festigkeiten, das beste

was wir in bezug auf Unempfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse zu liefern imstande sind. Seit etwa fünf Jahren ist auch das Problem der Färbung gelöst, indem die Farben mit Silikat vermischt im elektrischen Ofen wie ein Emailüberzug eingebrannt werden. Die alte Holzbrücke in Sils im Domleschg (Abb. 4) ist ein Beispiel dafür wie das leichte Gewicht der Eternitschiefer ausgenutzt werden kann. In der Tat besteht das einfachste Mittel, eine alte Holzbrücke zu verstärken und den modernen grösseren Lasten anzupassen darin, das Ziegeldach durch die viel leichtere Eterniteindeckung zu ersetzen. Das Eigengewicht der Brücke wird immerhin um 70 bis 100 kg/m² verkleinert und damit die Reserve des Hauptträgers für Verkehrslasten vergrössert. Eine ganze Reihe Holzbrücken im St. Gallischen Rheintal haben aus diesem Grunde Eternit-Bedachung erhalten. Zudem passt diese sehr gut zur Holzkonstruktion und ist feuersicher. Jeder einzelne Schiefer ist auf seiner Unterlage befestigt in einer Weise, die die völlige Sturmsicherheit dieser Dächer gewährleistet.

Zahlreich sind die Stahlbauten, die mit Eternitschiefern eingedeckt sind, namentlich bei Bahnhofshallen und Perrondächern, wo sich die Unempfindlichkeit des Eternits gegen den Angriff der Rauchgase gut bewährt hat. Leider werden sie in letzter Zeit im Stahlbau etwas weniger gebraucht. Sie haben den Nachteil, dass sie sich etwas teuer stellen und zwar nicht so sehr des Eternitmaterials wegen, als vielmehr infolge der engen Latung (oder der Schalung), die das Eternit-Schieferdach, namentlich im Stahlbau, wesentlich verteuert. Trotzdem ist angesichts ihrer guten Qualität bei der LA in der Hochbau-Ausstellung vom V. S. B. besonders auf die Eternit-Schieferverkleidung hingewiesen worden.

Die Eternit-Wellplatten sind heute im Industriebau am besten bekannt. Ihr grosses Widerstandsmoment (bei grosswelligen Platten 79 cm³/m Breite) lässt die hohe Eternit-Biegefestigkeit zur vollen Wirkung kommen und verleiht ihnen eine ganz erhebliche Tragfähigkeit; bei einem Pfettenabstand von 1,00 m z. B.

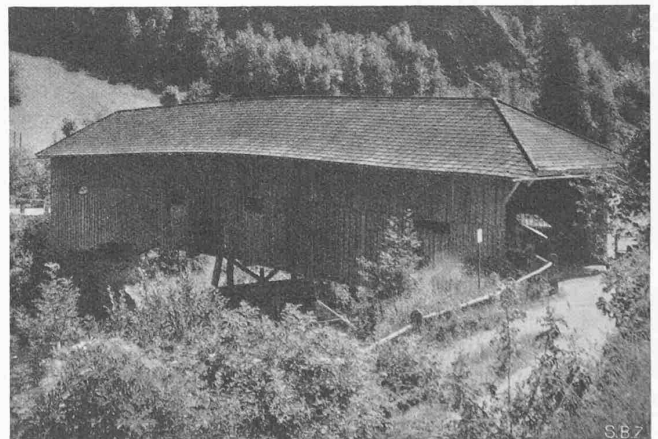


Abb. 4. Alte Holzbrücke mit wagrechter Eternitschieferdeckung 30/60

1700 kg/cm² gleichmässig verteilte Last. Für das Pfettendach sind die Wellplatten überall da, wo es auf eine hochwertige Wärmeisolation nicht ankommt, eine sehr günstige Eindeckung. Der Pfettenabstand wird zu 1,10 bis 1,15 m gewählt, sodass eine Standardplatte von 2,50 m Länge zwei Felder überdeckt. Die Platten werden dann nur auf jede zweite Pfette beim Plattenstoss befestigt. Dieser Umstand muss in den Fällen berücksichtigt werden, in denen ein starker Unterdruck oder Auftrieb möglich ist. Die Pfetten unter dem Plattenstoss müssen den ganzen Auftrieb aufnehmen können und dementsprechend verankert sein, während die Platten nur bei der Belastung nach abwärts auf der Mittelpfette aufrufen.

Selbstverständlich sind auch alle notwendigen Formstücke für die Ausbildung der Firstanschlüsse an die Traufen und Mauern entwickelt worden. Abb. 5 zeigt die für die *Sheddächer der Firma Wild A. G.* in Heerbrugg eigens entworfenen Spezial-Firstkappen. Sie ermöglichen einen einfachen und sauberen Anschluss an die Glasfläche. Bei Sheddächern haben sich übrigens die Wellplatten bestens eingeführt, weil die hellgraue Fläche das Tageslicht durch die Fensterfläche ins Gebäude-Innere reflektiert und so die Beleuchtung wesentlich verbessert. Eine Blendung ist dabei — dank der Wellung, die ein angenehmes, diffuses Licht zurückwirft, ausgeschlossen. Die ebenfalls mit gewölbten Wellplatten eingedeckten Sheds der Bindfadenfabrik Flurlingen sind in diesem Blatte bereits beschrieben worden²⁾.

Für die Verkleidung von Stahlkonstruktionen ist die *Klinkerfabrik in Liesberg* ein typisches Beispiel (Abb. 6). Bei so grossen Hallen macht sich die Gewichtersparnis bei Verwendung von Welleternit nicht nur für das Dach, sondern auch für die Wände deutlich bemerkbar. Die Welleternitverkleidung wiegt 16 kg/m²; ein halb steinstarkes Mauerwerk, je nach Ausführung, 180 bis 240 kg/m². Dass somit im Riegelwerk und auch in den Fundationen erhebliche Ersparnisse erzielt werden können, ist offensichtlich. Bei Industriebauten ist die chemische Widerstandskraft des Eternits in der im allgemeinen mit Abgasen geschwängerten Atmosphäre ein grosser Vorteil. Die Fabrikanschrift besteht aus

²⁾ Vgl. Seite 8* (Nr. 1) lfd. Bds.

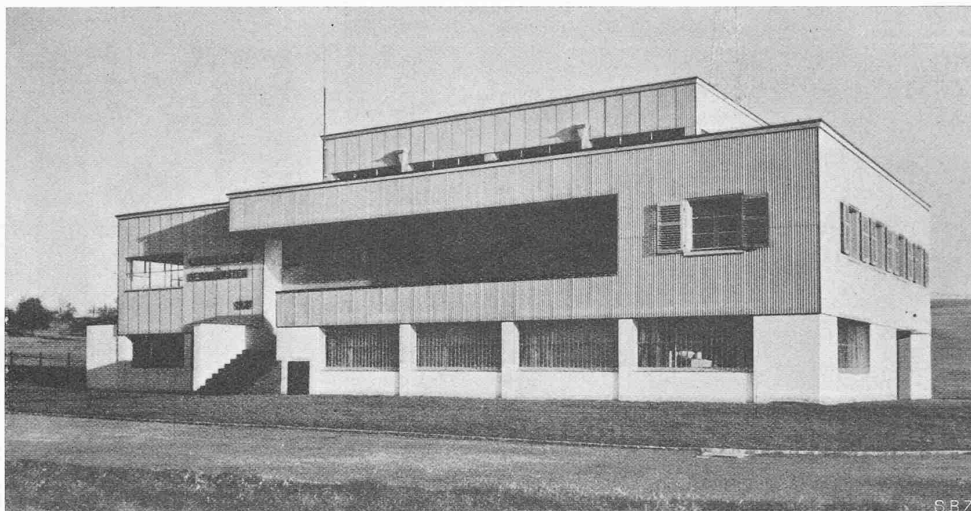


Abb. 10. Kleinwellige Eternitverkleidung eines Betonbaues zwecks Wärme- und Feuchtigkeits-Isolierung

Eternitbuchstaben, die aus Eternitplatten ausgeschnitten sind. Die Farben sind im elektrischen Ofen eingebrannt. Das Wort «Laufen» ist 3,20 m hoch. Die Anschrift hebt sich von der gewellten Wand deutlich ab.

Es sei nun noch auf verschiedene Details der Befestigung hingewiesen. Die Wellplatten-Befestigung am Dach ist wohl allgemein bekannt. Bei der Fassade stehen sich zwei Lösungen gegenüber. In Liesberg wurde die einfachste und auch gebräuchlichste Ausführung gewählt, die darin besteht, dass die Wellplattenreihen einander um 10 cm überdecken. Aus der Abb. 7 ist ersichtlich, wie ein Haken das Gewicht der Wellplatte auf den Riegel überträgt, während sie eine Hakenschraube in horizontaler Richtung anpresst. Die Befestigung geschieht ganz analog beim Holzbau, wo nur die Hakenschraube durch eine Holzschraube ersetzt ist. Eine zweite Lösung wurde bei unserer neuen Rohrfabrik in Niederurnen gewählt. Hier sind die Wellplatten nicht überdeckt, sondern der Stoss wird durch ein Eternit-Z gebildet (Abb. 8); die Befestigung geschieht durch Klemmplatten an der Eisenkonstruktion. Auf diese Weise wird das Wasser einwandfrei abgeleitet, ohne dass sich die Platten überdecken müssen. Die Eternit-Z beleben mit ihrem Schatten das Bild der Fassade.

Abb. 9 zeigt die Innenansicht unserer neuen *Rohrfabrik* in Niederurnen. In erster Linie fällt die Leichtigkeit der Eisenkonstruktion auf, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass ein 6 t-Kran die ganze Halle bestreicht, was natürlich eine Verstärkung der Säulen bedingte. Weiter ist die grosse Helligkeit der Halle bemerkenswert. Diese rührt zunächst von den seitlichen Lichtstreifen her, die übrigens alle mit Eternitfenstern versehen sind; sie wird aber auch ganz erheblich verstärkt durch den Reflex auf den hellgrauen Wellplatten.

Ein Beispiel kleinwelliger Verkleidung ist Abb. 10, ursprünglich als unverkleideter Betonbau ausgeführt. Die sehr empfindlichen Einrichtungen machten eine bessere Isolation der Wand gegen Wärme und Feuchtigkeit wünschbar. So wurde er nachträglich mit kleinwelligigen Platten verkleidet, die alle auf Dübeln festgeschraubt sind. Die Verkleidung hat sich so gut bewährt, dass sie auch bei andern Massivbauten ganz ähnlich ausgeführt wird. Die kleinwelligigen Platten werden längs mit $1\frac{1}{2}$ Wellen überdeckt. Darum ist der Plattenstoss viel deutlicher sichtbar als bei grosswelligigen Platten mit einer Ueberdeckung von nur



Abb. 9. Neue Rohrfabrik Niederurnen: Stahlkonstruktion mit Eternit-Deckung und -Wandverkleidung

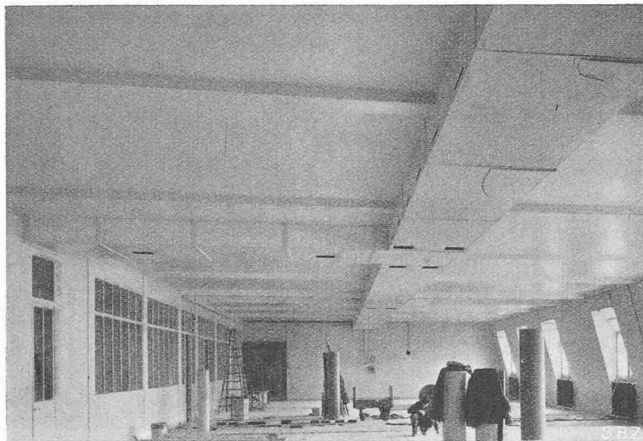


Abb. 18. Nachträglich eingebaute Eternit-Lüftungskanäle

einer halben Welle. Unter Umständen ist aber eine solche Belegung der Fassade ein Vorteil.

Im Betonbau werden die Wellplatten noch verhältnismässig wenig verwendet, und doch passt sich Eternit dem ihm verwandten Betonmaterial sehr gut an. Das Projektieren einer weitgespannten und hohen Halle in Beton ist ja eine Jagd nach dem Eigengewicht. Verwendet man an Stelle der Betonplatte Eternit, so lassen sich ganz erhebliche Einsparungen machen. Die Wellplatten werden wie im Stahlbau direkt auf die Betonpfetten gestützt und in Dübel verschraubt, die im Beton eingelassen sind (Abb. 11). In allen Fällen, in denen eine Wärmeisolation keine Rolle spielt, erreicht man so eine sehr wirtschaftliche Konstruktion. Bei grossen Höhen kann auch noch ein grosser Teil der Gerüstkosten dadurch gespart werden, dass die Pfetten vorgegossen und mit dem Kran versetzt werden, sodass nur die Binder eingeschalt werden müssen. Das Unangenehme bei der Kombination Betonkonstruktion-Wellplatten sind allerdings die normalerweise notwendigen Holzdübel. In Abb. 12 sei deshalb ein Vorschlag gemacht, wie auch im Betonbau die Befestigung mit Hakenschauben, wie sie im Stahlbau üblich ist, verwendet werden kann. Es genügt, der Pfette einen T-förmigen Querschnitt zu geben und am oberen Flansch einen Wulst vorzusehen, an dem der Haken einzuhängen ist.

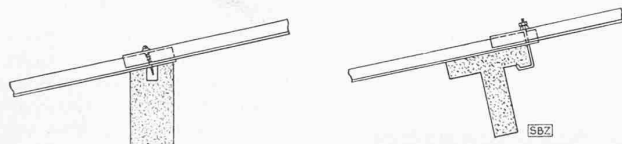


Abb. 11 und 12. Befestigung von Wellplatten auf Eisenbetonpfetten

Ebene Eternit-Tafeln. Mannigfaltig sind die Verwendungsmöglichkeiten ebener Eternit-Tafeln als Fassadenverkleidungen, Fenstersimse, Trennwände, Tischplatten, Verkleidungen und Deckenuntersichten im Innenbau. Wenn die Eternitplatten sich dabei gegenüber billigeren Bauplatten behaupten können, ist dies hauptsächlich ihrer Unverbrennbarkeit und brandhemmenden Eigenschaft zu verdanken. Als Beispiel der Verwendung von Eternitplatten sei deshalb auf den Lagerraum der *Zündholzfabrik Unterterzen* (Abb. 13) hingewiesen. Er ist ganz mit unsern Geaplatten ausgekleidet, eine Spezialfabrikation der Eternitplatte für den Innenbau. Ausserdem sind die verschiedenen Zündholzstapel durch Zwischenwände, kleine «Brandmauern» in Geaplatten, getrennt, die imstande sind, einen allfälligen Brand zu lokalisieren.

Eternit-Röhren. Im Rohr-Leitungsbau ist es immer schwierig Bilder zu zeigen, weil die fertige Anlage im Boden vergraben nicht mehr sichtbar ist. Die Leitung für das Mineralwasser in *Weissenburg* macht eine seltene Ausnahme. Abb. 14 zeigt die alte Holzleitung, eigentlich ein recht kühnes und ehrwürdiges Bauwerk. Sie erforderte aber zu viel Unterhalt, ergab empfindliche Wasserverluste und wurde darum ersetzt durch eine Eternitleitung (Abb. 15), wobei zugleich das Tracé verbessert und in den Felsen hineinverlegt wurde. Es ist möglich jedes Eternitrohr in seiner Kupplung um 4° abzulenken, eine Eigenschaft, die hier besonders angenehm empfunden wurde. Ueber die Festigkeit und Widerstandskraft der Eternitrohre gegen Korrosion habe ich bereits gesprochen. Wir fabrizieren serienmässig die

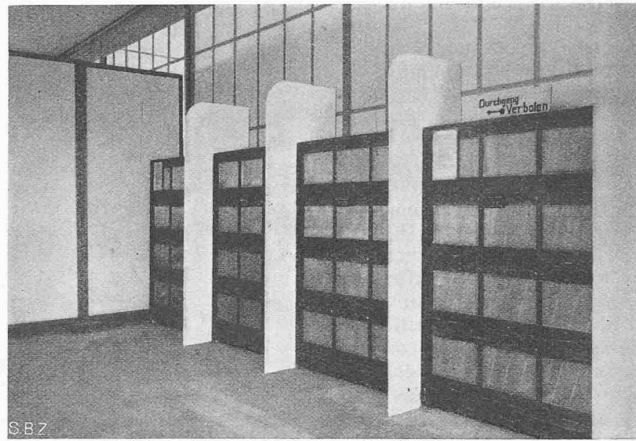


Abb. 13. Anwendung von Geaplatten in einer Zündholzfabrik

50 bis 400 mm Rohre und zwar für 3, 6, 9 und 12 at Betriebsdruck. Geprüft werden alle diese Rohre wenn sie in Gräben verlegt sind mit 6, 12, 18 und 24 at Prüfdruck, während sie im Werk noch um 6 at höher abgepresst werden, also auf 12, 18, 24 und 30 at. Auf eine wichtige Eigenschaft sei noch hingewiesen: der Rohrreibungswiderstand der Eternitrohre ist 20% und mehr geringer als bei Metallröhren. Das ist auch begreiflich, wenn man bedenkt, dass sie bei der Fabrikation auf einem hochglanzpolierten Stahlzylinder aufgewickelt werden. Im Frühling 1939 haben wir in Bülach eine etwa achtjährige Leitung ausgegraben, bei der immer noch der innere Glanz festgestellt werden konnte. Die Eternitrohre verkrusten also auch nicht, da ja die Verkrustung der Metallrohre meistens durch Rostbildung eingeleitet wird, die bei Eternit entfällt. Ferner ist der Beginn einer Kruste auf der völlig glatten Innenfläche der Eternitrohre an sich sehr erschwert. Bei einer deutschen Leitung wurde festgestellt, dass der Fließwiderstand nach sechs Betriebsjahren sogar um 4% abgenommen hatte.

Der Schnitt durch die von uns verwendete *Gibault-Kupplung* ist auf Abb. 16 ersichtlich. Sie besteht aus einem Ueberschubring, zwei Gummiringen, zwei eisernen Aussenringen und drei bis sechs Schrauben, die die Gummiringe zusammenpressen; es handelt sich hier also um eine Quetschdichtung. Wenn man eine Eternitleitung anbietet, gibt meistens die Gibault-Kupplung viel mehr zu reden als die Rohre selber. Es heisst: Ich bin überzeugt von der guten Qualität der Rohre, aber die Kupplung! — Hierzu ist zu sagen, dass die Gibault-Kupplung nicht für die Eternitrohre, sondern für Gussrohre erfunden worden ist. Bei ihr verfügt man über eine etwa 50jährige Erfahrung, während beim Eternitrohr erst vor 25 Jahren die ersten grösseren Leitungen erstellt wurden. Die Gibault-Kupplung hat sich aber überall sehr gut bewährt. Beanstandet werden meistens die Gummiringe und die Schrauben. Seit nun allerdings auch bei der schweizerischen Gussindustrie sich die Ueberzeugung durchgesetzt hat, dass man der Haltbarkeit eines Gummiringes ebensoviel zutrauen darf wie einem Hanfstrick, erledigt sich dieser Einwand von selber. Gummi muss geschützt werden gegen Hitze, Licht und Trockenheit, alles Bedingungen, die bei einer eingegrabenen Gibault-Kupplung in hervorragender Weise erfüllt sind. Bleiben noch die Schrauben; bei jedem Hydranten und Schieber aber finden sich Schrauben über die sich niemand aufhält. Tatsächlich halten sich die Schrauben der Gibault-Kupplung erstaunlich gut. Nach zehn Jahren konnten wir z. B. bei einer wieder ausgegrabenen Gibault-Kupplung die Schrauben mit dem gewöhnlichen Schlüssel lösen. Ich führe dies auf die elektrische Isolationsfähigkeit des Eternits zurück. Bei Vorhandensein von Erdströmen sind allerdings bei einer Metalleitung Schrauben sehr gefährdet, woraus man aber keine Schlüsse auf ihr Verhalten bei einer Eternitleitung ziehen darf.

Neben den Druckröhren stellen wir auch leichtere Rohre für *Installationsleitungen* her. Eine der grössten Anlagen findet sich im neuen Kantonsspital Chur, mit Ablaufröhren für Dach- und Abwasser von über 2 km Länge, und Sammelkanälen im Keller von 300 mm Ø (Abb. 17). Man ist hier sehr sorgfältig vorgegangen und hat pro Kupplung zwei Sockel gebaut, während man sich gewöhnlich mit einem begnügt; auch sind die Rohre geteert und die Schrauben galvanisiert worden. Die Teerung der Innenseite ist bei Sanitärrohren angezeigt, um das Durchdringen von Gerüchen absolut auszuschliessen. Auf die Aussenteerung verzichten wir aber im allgemeinen. Bei eingegrabener Leitung hat

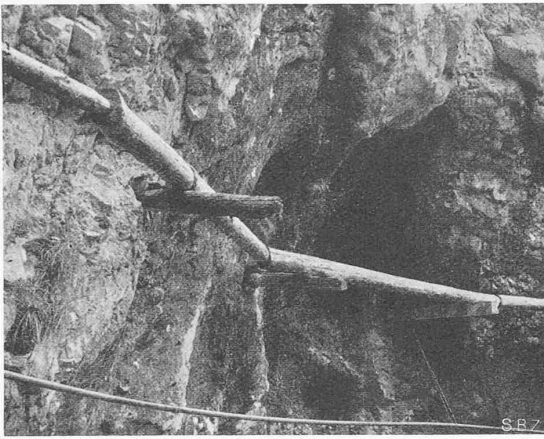


Abb. 14. Alte Holzrohrleitung zum Bad Weissenburg

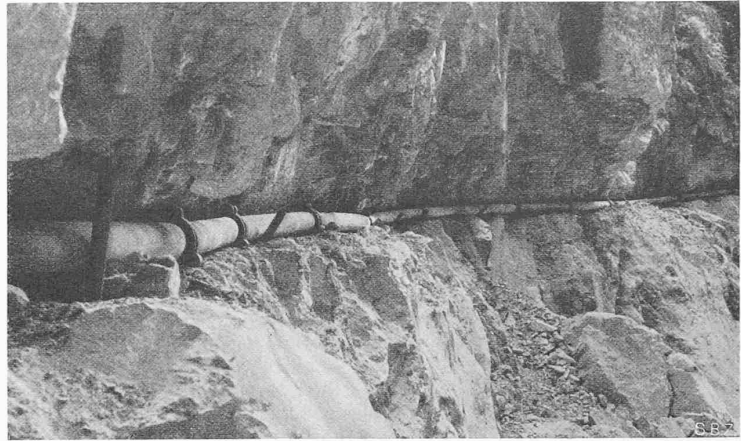


Abb. 15. Neue Eternitrohr-Zuleitung des Mineralbades Weissenburg

sie den Nachteil, die Nacherhärtung des Eternits zu behindern, die natürlich nur bei einem Austausch von Feuchtigkeit mit der Umgebung des Rohres ungestört vor sich geht. Nur bei leicht aggressiven Böden oder Wasser empfehlen wir die Rohre zu teeren. — Ein Vorteil der Gibault-Kupplung soll hier noch erwähnt werden. Es ist möglich, jedes auch noch so kleine Leitungs- oder Formstück mit Leichtigkeit auszubauen, was bei Revisionen oder Abänderungen eine grosse Erleichterung bedeutet.

Eternit-Ventilationskanäle. Mit der Entwicklung der Lüftungstechnik und Luftkonditionierung haben auch unsere Ventilationskanäle einen mächtigen Aufschwung genommen. Die Wärmeisolation und die schallschluckende Eigenschaft haben sich dabei vorzüglich bewährt. Meistens befindet sich die konditionierte Luft nahe am Taupunkt. Schon eine kleine Verbesserung der Wärmeisolation genügt unter diesen Umständen oft, um eine Kondensation zu verhindern. Tritt eine solche aber trotzdem auf, so ist beim Eternit wenigstens keine Korrosion zu befürchten. Im Preise waren schon vor dem Kriege grosse Kanäle in Eternit billiger als in Blech; seit der Verteuerung der Metalle hat sich dieses Verhältnis noch verbessert. In bezug auf Reibungswiderstand stellen sich die geraden Eternitkanäle etwa gleich wie Blechkanäle, zum Teil sind sie ihnen sogar etwas überlegen. Dagegen ist es dank der Formbarkeit des Eternits möglich, den Spezialstücken die strömungstechnisch günstigsten Formen zu geben und so in den Krümmungen und Abzweigungen die Druckverluste auf ein Minimum herabzudrücken. Auch in die zu ventilierenden Räume lassen sich die Eternitkanäle einwandfrei einpassen. In der Post in Lausanne z. B. (Abb. 18) mussten wir in einem bestehenden Raum einen Ventilationskanal 600×1200 einbauen, was ästhetisch befriedigend gelungen ist. Das geringe Gewicht und die Verwandtschaft des Eternits mit andern Baumaterialien ist uns dabei zustatten gekommen. Die Eternitkanäle werden im Werk fertig hergestellt und können auf Montage nur in sehr beschränkter Masse angepasst werden. Solche Anlagen bedingen deshalb zu ihrer Vorbereitung eine gründliche und interessante Ingenieurarbeit.

Eternit-Kabelröhren. Eternit hat seit langem in der Elektrotechnik die verschiedensten Anwendungen gefunden. Den Ingenieur interessieren hauptsächlich die Kabelröhren und -Träger. Abb. 19 zeigt solche Kabelröhren bei einer Strassenüberführung der SBB. Es handelt sich hier um Halbschalen; man versetzt zuerst die untere Schale, legt das Kabel hinein und deckt es mit der



Abb. 17. Kombination von Eternit und Guss-Formstücken im Kantonsspital Chur

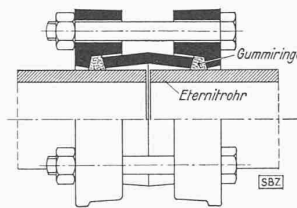


Abb. 16. Gibault-Kupplung

oberen Schale zu. Besondere Kupferbriden oder Kupferdrähte halten die beiden Rohrhälften zusammen. Gerade bei den SBB haben sich die elektrischen Eigenschaften des Eternits, verbunden mit seiner Korrosionsfestigkeit, gut bewährt. Oft werden Kabelröhren auch in Städten verwendet, wo ihre völlig glatte Innenfläche das Durchziehen der Kabel erleichtert. Ein Kabelträger in U-Form wurde im Gotthardtunnel verwendet (Abb. 20). Er ist bemessen für vier Kabel und eine Nutzlast von 20 kg/m ; die Spannweite war durch bestehende Stützen mit $3,35 \text{ m}$ gegeben. Die Kabelleitung ist 8 km lang und führt vom Nordportal bis Tunnelmitte. Sehr wichtig war in diesem Fall die dünne Wandstärke des Eternits. Die vorhandenen Tragkonsolen bestimmten die Abmessungen des Trägers. Die Eternitwandungen sind so dünn, dass vier Kabel in dem Träger Platz fanden, statt nur drei, wie bei dem ursprünglich vorgesehenen Kanal aus Beton.

Eine neue Art der Dampfspeicherung

Von Dipl. Ing. WALTER GOLDSTERN, London

1. Grundsätze der Dampfspeicherung. Die Zweckmässigkeit der Dampfspeicherung ist im wesentlichen durch zwei Tatsachen begründet: Erstens ist der Dampfverbrauch in den meisten Industrien nicht gleichmässig, sondern mehr oder weniger heftigen Schwankungen unterworfen und zweitens erreicht eine Kesselanlage ihren besten Wirkungsgrad, wenn sie dauernd gleich und voll belastet ist. Sobald die Dampflieferung nicht wenigstens für längere Zeiträume gleichmässig gehalten werden kann, entstehen zusätzliche Brennstoffverluste. Daher ist es einleuchtend, dass man durch Dampfspeicherung den Kesselbetrieb verbessern und den Brennstoffverbrauch verringern kann. Ja, in manchen Fällen lässt sich überhaupt erst mit Hilfe der Dampfspeicherung eine zweckmässige Wärmeversorgung erreichen. Man unterscheidet zwei hauptsächliche Arten der Dampfspeicherung: Speicher, die mit Dampf und solche, die im wesentlichen mit Heisswasser (über 100°C) gefüllt sind. Dampfspeicher nach der ersten Art

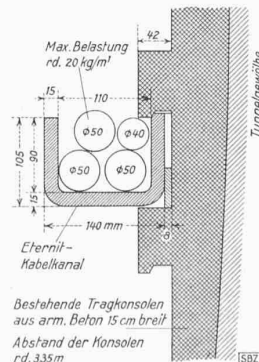


Abb. 20. Tunnel-Kabelkanal

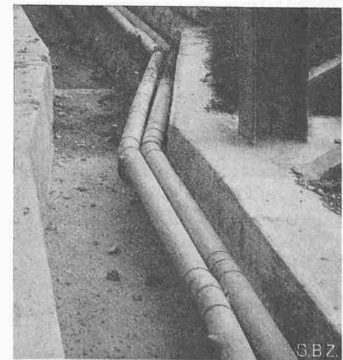


Abb. 19. Halbschalen-Kabelröhren