

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN STAHLBAUVERBANDE



Stahlbau
Kundschau

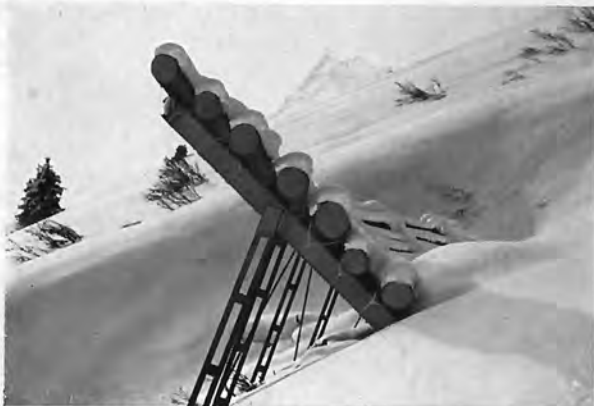
4. Jahrgang
Heft 2/1958

Inhalt

Stahlbauten und moderne Wandverkleidungselemente in den USA (Dipl.-Ing. Dr. techn. Krapfenbauer)	Seite 1
„Autobahn-Dübelstahl“ (Dr. mont. Laizner)	Seite 15
Korrosionsursachen und Haltbarkeit von Konservierungsmitteln bei Eisenkonstruktionen im Freien und auf Stahlwasserbauten (O. Hutzel)	Seite 23
Erprobung einer Niet-Schweißverbindung (Dipl.-Ing. Wieser)	Seite 31
Extracts	Seite 33
Mitteilungen des Österreichischen Stahlbauverbandes	Seite 35

Contents

Steel-Building and modern sheet metal wall-elements in USA (Dipl.-Ing. Dr. techn. Krapfenbauer)	Page 1
Highway Dowel Steel (Dr. mont. Laizner)	Page 15
Cause of corrosion and stability of preserving agents for outdoor steel constructions and hydraulic steel structures (O. Hutzel)	Page 23
Test carried out on a Rivet-Weld-Joint (Dipl.-Ing. Wieser)	Page 31
Extracts	Page 33



Schneebrücke der Tescher-Lawine nach vollendeter Montage
Snow-bridge of the Tescher-Lawine, after mounting

Stahlbau

Rundschau

Zeitschrift des Österreichischen Stahlbauverbandes

4. Jahrgang

Heft 2 - 1958

Stahlbauten und moderne Wandverkleidungselemente in den USA

Aus einem Vortrag, gehalten beim „Österreichischen Ingenieur- und Architektenverein“
am 28. Oktober 1958

Von Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Krapfenbauer, Wien

Den umfassendsten Überblick über die modernen Stahlhochbauten in den USA vermittelt eine Studienreise zu den wichtigsten Zentren der dortigen Stahlerzeugung und des Stahlbaues, vor allem in New York, Pittsburgh und Chicago.

Der vorliegende Beitrag soll dabei auch gleichzeitig die Ausweitung des Stahlskelettbau in Verbindung mit modernen Wandverkleidungselementen und Fertigteildecken behandeln.

Wie bereits in einem Aufsatz „Der Stahlskelettbau und sein gegenwärtiger Entwicklungsstand“ im Heft 1/1957 der „Stahlbau-Rundschau“ erwähnt wurde, bezeichnet man als Stahlskelettbau einen vielgeschossigen Hochbau, bei dem die tragende Konstruktion aus Stahl besteht und die Raumabschließung möglichst durch Stahl in Verbindung mit anderen Baustoffen erzielt wird.

Nun kann man in den USA allorts feststellen, daß dort gerade die Probleme der zugehörigen Raumabschließung weitgehend gelöst erscheinen.

Ist doch z. B. die skyline von New York, die Silhouette der Wolkenkratzer, vorwiegend aus Stahlskelettbauten zusammengesetzt und führt uns somit die Bedeutung des Stahlbaues zwingend vor Augen. Einen ähnlichen Eindruck erwecken übrigens die meisten dortigen Industrie- und Verwaltungszentren.

Auch werden häufig Massiv- und Betonbauten durch Stahlskeletthochbauten ersetzt,

wodurch der Anteil der letzteren ansteigt. Man kennt genau den Einfluß der raschlebigen Zeit auf die Erfordernisse des Baugeschehens hinsichtlich der Variationsmöglichkeiten.

In den USA sind die Möglichkeiten der Stahlbauweise auch bei Verwendung von Fertigteilen für Decken- und Wandgestaltung und nicht zuletzt infolge der Entwicklungsarbeit der baustahlerzeugenden Firmen allgemein bekannt. Gibt es doch so riesige Werke wie das Ambridge-Werk der United States Steel Corporation am Ohio-River nächst Pittsburgh, der größte baustahlverarbeitende Industriebetrieb der Welt, dessen Monatsproduktion einschließlich der Schiffswerft bei 30.000 Tonnen liegt. Ambridge zählt neben zahlreichen Brückenprojekten auch viele bedeutende Hochbauten, wie z. B. das Empire State Building und den Rockefeller Center, zu seinen Arbeiten.

Außer dem Werk Ambridge arbeiten noch weitere neun Stahlbaugroßanstalten der United States Steel Corporation in verschiedenen Staaten. Eine weitere bedeutende Firma ist Armco in Middletown, Ohio. In ganz Nordamerika beschäftigen sich etwa 400 Gesellschaften mit der Verarbeitung von Baustahl, sie weisen eine Jahresproduktion von etwa 2 Millionen Tonnen aus.

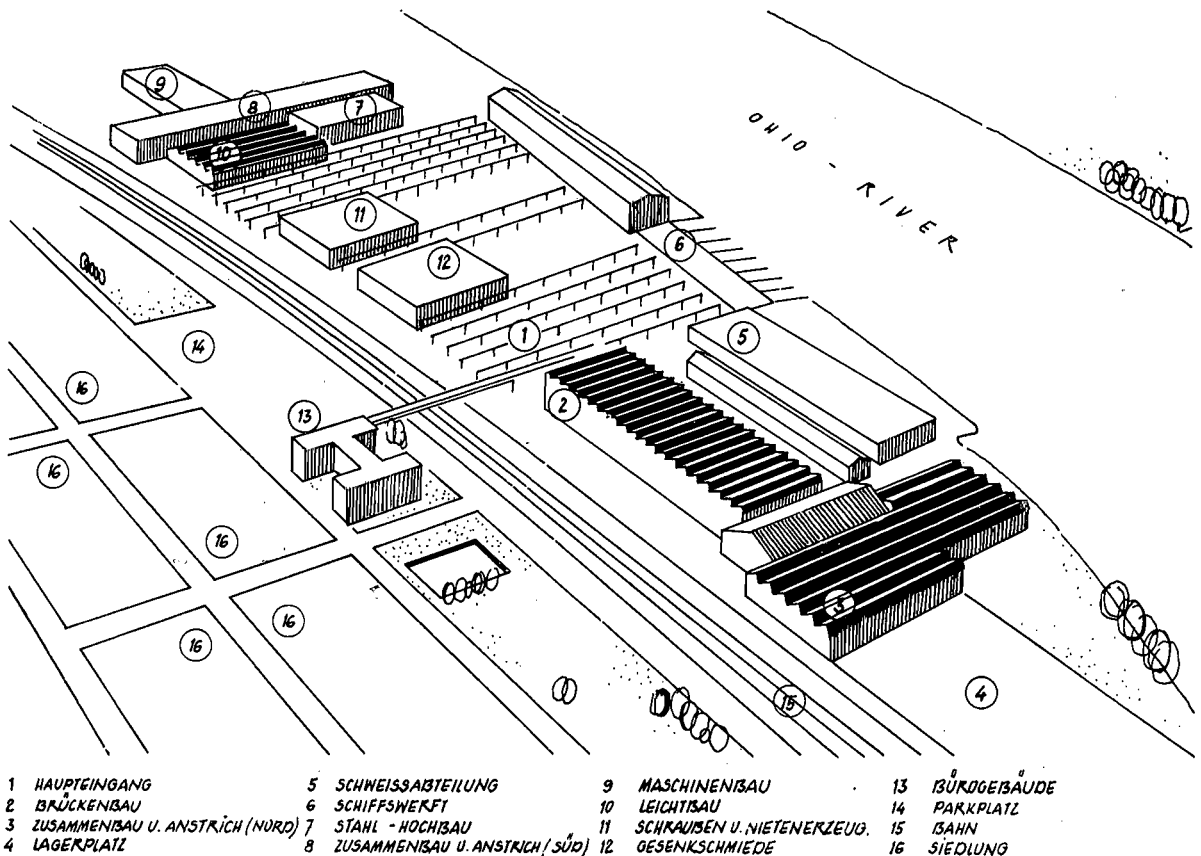
Die Verwendung der montierbaren Fertigteile hat auf die Bauführung merklichen Einfluß: Zunächst kann die Montage infolge

weitgehender industrieller Arbeitsvorbereitung schneller durchgeführt werden, die Trockenbauweise erlaubt auch im Winter eine Fortsetzung der Bauarbeiten; das Totgewicht beim Bauen wird erfolgreich bekämpft, der Konstruktionsanteil am umbauten Raum kann gesenkt werden, Umbau und Demontage sind erleichtert; die Raumordnung und Raumwidmung werden variabel gehalten, Nutzraum wird gewonnen; aus der Leichtigkeit der Wände resultieren Einsparungen beim Tragskelett und bei der Fundierung.

Durch eine bis auf die Minute vorausrechnende Zeitplanung ist das vorher erwähnte Team, bzw. der Generalunternehmer, in der Lage, z. B. bei Umbauten ohne Straßen- und Gehsteigabsperungen auszukommen und die Baumaterialien bei durchgehendem Straßenverkehr zuführen zu lassen. Dem Generalunternehmer werden bis ins letzte Detail durchgezeichnete und beschriebene Ausführungsunterlagen zur Verfügung gestellt, so daß dieser oft das Bauvorhaben vorbehaltlos im Pauschale übernehmen kann.

Bild 1: Werksgelände der USS, Ambridge

Fig. 1: Works area of USS, Ambridge Corporation



Da sämtliche Installationen und die Klimaanlagen bei dieser Art von Bauten mit den verwendeten Bauelementen gekoppelt sind, hat sich in den USA eine enge Zusammenarbeit zwischen Architekt, consulting engineer und mechanical engineer entwickelt. Dieses „teamwork“ beginnt schon bei der Planung, bei welcher auch enorme Modellkosten nicht gescheut werden. Der Begriff des mechanical engineer ist bei uns leider noch ziemlich unbekannt. (Consulting engineer und mechanical engineer treten auf dem Planstempel meist gemeinsam mit dem Architekten in einem Dreieck auf, wobei der Architekt die Spitze einnimmt.)

Bekannt ist hierfür beispielsweise die Architekturfirma Skidmore, Owings und Merrill mit Niederlassungen in New York, Chicago und Los Angeles, die sogar eine eigene Monatszeitschrift herausbringt. Angeführt sei hier vor allem der auch bei uns weitbekannte Bahnbrecher Professor Mies van der Rohe, der 1921 mit seinem Entwurf für ein Hochhaus in Stahl und Glas hervortrat und dessen Werke, bzw. die seiner Schüler, nun in den Hauptstraßen von New York aufscheinen, vor allem aber das Stadtbild von Chicago entscheidend beeinflussen.

Die Probleme des Stahlskelettbaues schlechthin stellen sich in den USA nicht wesentlich anders dar als bei den in Europa ge-

sammelten Erfahrungen. Einen maßgeblichen Faktor bei der Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile des Stahlbaues bilden aber die sogenannten curtain walls und die Q-Floors.

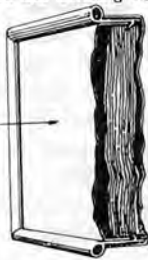
Die Konstruktion von curtain walls, (zu deutsch: Vorhangwände oder auch Mantelwände) ist seit etwa 50 Jahren bekannt. Der Name zeigt schon, daß es die moderne Funktion der Wand ist, abzuteilen und abzuschirmen, aber nicht, die darüberliegende Konstruktion zu tragen, wie das früher die Funktion der Wände war, die das Dach trugen.

Bild 2: Umbau der Central Station, New York
Fig. 2: Reconstruction of Central Station in New York



Witterungsbeständige und elastisch bleibende Dichtung aus Polyvinylchlorid-Plastik Ecken auf Gehrung dicht geschweißt

farbig emailliertes unversteiftes Außenblech 1,6 mm stark



feuchtigkeitsbeständige Glaswolle - Isolierung für Wärme- und Schalldämmung mechanisch verbunden mit dem Innenblech (durch Edelstahlklammern)
Innenblech 1,6 mm stark emailliert oder gestrichen über Verzinkung und Bonierung
"Atmungs"-Raum für Feuchtigkeits- und Druckausgleich

Schwitzwasseraustritt

Links Left
Bild 3: Curtain wall = unversteifte Außenhaut

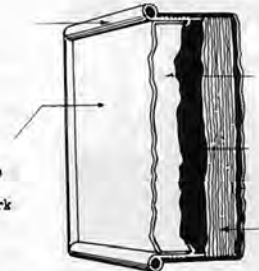
Fig. 3: Curtain wall = outer steel sheet not reinforced

Rechts Right
Bild 4: Curtain wall = versteifte Außenhaut

Fig. 4: Curtain wall = outer steel sheet reinforced

Witterungsbeständige und elastisch bleibende Dichtung aus Polyvinylchlorid-Plastik

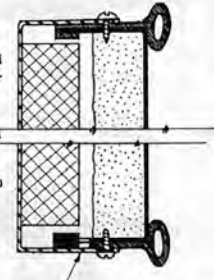
Ecken auf Gehrung dicht geschweißt
farbig emailliertes Außenblech 1,6 mm stark



feuchtigkeitsbeständige Glaswolle-Isolierung für Wärme- und Schalldämmung, mechanisch mit dem Innenblech (durch Edelstahlklammern) verbunden

eingegossene Gipsplatte zur Verstärkung des Außenbleches und zur Schallisolierung

"Atmungs"-Raum für Feuchtigkeits- und Druckausgleich



Schwitzwasseraustritt

Innenblech 1,6 mm stark, emailliert oder gestrichen über Verzinkung und Bonierung
Verbindung von Innen- und Außenblech mit Schlitzschrauben aus rostfreiem Stahl

Bei der neuen Bauweise trägt das Skelett aus Baustahl oder Stahlbeton das Gewicht des Gebäudes einschließlich des Daches. Die Wände sind an dem Skelett gleichsam aufgehängt.

Die Vorteile der modernen Wandtafelkonstruktion ergeben sich vom ästhetischen und praktischen Standpunkt. Vorhangwände sind selbstverständlich wesentlich leichter als Massivmauern jeder Art. So wiegen curtain walls aus emaillierten Blechen etwa 28 bis 30 kg/m²,

Steinmauern vergleichsweise etwa 300 bis 700 kg/m², je nachdem, ob Schüttaußen-, Hohlblock- oder Vollziegelmauern zur Verwendung kommen. Die Dicke der Fertigteilwand variiert von 5 bis 10 cm (Massivmauern vergleichsweise 20 bis 40 cm).

Die Einsparung an Baukosten und die Erhöhung der Bauwerksrentabilität, die schon genannt wurde, werden in den USA nicht unwesentlich durch die Wandverkleidungselemente erzielt. So geben dortige Quellen

an, daß bei einem Bauwerk von etwa 27.000 m² Fußbodenfläche die Verkleidung innerhalb von drei Wochen montiert wurde, während die Aufführung von Massivwänden 8 bis 10 Wochen gedauert hätte.

Die Wetterbeständigkeit, ob emaillierte Blechplatte, eloxiertes Aluminium oder rostfreier Stahl, ist hinreichend erprobt.

Das Isoliermaterial, das in den Platten als Wärmedämmung zur Verwendung kommt, bringt auch die erforderliche Schalldämmung mit sich. Farben und Gefüge der Wandelemente sind nahezu unbegrenzt variierbar.

Es gibt drei Grundtypen der Plattenkonstruktion:

1. Die früheste war die Haut-Wandplatte (die noch eine Rückwand aus Mauerwerk oder Beton benötigte),
2. später kannte man eine dünne, leichte Platte, die auf Parapetfachwerken unter Heranziehung von Dämmstoffen aufgebracht wurde,
3. die modernste Art bilden vollständig vorgefabrizierte Wandelemente.



Bild 5: Montage der Wandverkleidungselemente
Fig. 5: Installation of wall lining elements

Amerikanische Hersteller liefern auch bereits Raster für die einfache Befestigung der Platten verschiedener Art, die von Stütze zu Stütze

oder von Stockwerk zu Stockwerk reichen. In die Öffnungen dieser Raster werden die vollisolierten Metallplatten oder Fenster je nach Fassadengestaltung eingefügt.

Bei den vollständig vorgefabrizierten Wandelementen lassen sich zwei Arten unterscheiden:

- a) die laminierten oder Schichtenplatten, bei denen auf ein festes Kernmaterial beiderseits flache Metallbleche geklebt bzw. gepreßt werden (Sandwichplatten).
- b) Die vollständig geschlossenen Platten, die maschinell verschraubt werden (Schachtelplatten).

Diese Typen werden nunmehr auch bereits in Deutschland und Frankreich erzeugt.

Als Material für Wandplatten dienen, wie schon erwähnt, rostfreier Stahl, Aluminium, Glas und emaillierte Bleche.

Emaillierte Platten bestehen aus einem Vorderblech aus porzellanemailliertem Stahl oder Aluminium, einem Kern aus verschiedenartigen Materialien und einem Metallrückblech. Größe, Gestalt, Farbe, Struktur etc. richten sich nach den Wünschen des planenden Architekten bzw. Bauherrn.

Als Kernmaterialien werden Schaumglas, Fiberglas (Glaswolle), Asbest, Metall- oder Papierzellenwaben, eventuell mit Perlit- oder Vermiculit-Füllung, Sperrholzplatten, Leichtbeton, Gips etc. verwendet.

Der Isolierkern wird entweder beidseitig von emaillierten Metallplatten oder an der Außenseite von emailliertem Metall und an der Innenseite von nicht emailliertem Metall, z. B. Aluminium oder rostfreiem Stahl, eingeschlossen.

Die Blechstärken liegen für Außenbleche bei 16 gauge (1,59 mm) und für Innenbleche zwischen 18 gauge (1,27 mm) und 14 gauge (1,98 mm). Die Ausführung ist hochglanz bis halbmatt.

Der Emaillierprozeß vollzieht sich in üblicher Weise derart, daß Frit, eine Spezialart von Glas in Bruchform, zur Pulverfeinheit gemahlen wird. Ton und Wasser sowie keramische Farben werden beigemischt und diese Mischung in einer genau dosierten Dicke auf das Metall aufgespritzt. Nach dem Trocknen wird das Plattenstück in einen Emaillierofen gebracht. Die Temperaturen liegen bei zirka 870° C für Stahl und zirka 540° C für Aluminium. In wenigen Minuten fließen die gemahlene Glasteilchen zusammen und bilden einen festen, glasharten Überzug, genannt Porzellanemail.

Die Emaillierung gewährleistet Beständigkeit der Farbe, Widerstand gegen Abrieb, Feuer und Verwitterung, relativ mühelose Erhaltung — was vor allem in Industriegebieten ins Gewicht fällt — und Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Dämpfe.

Bild 6: Verschiedene curtain walls in emailliertem Stahlblech

Fig. 6: Various curtain walls of enameled steel sheets

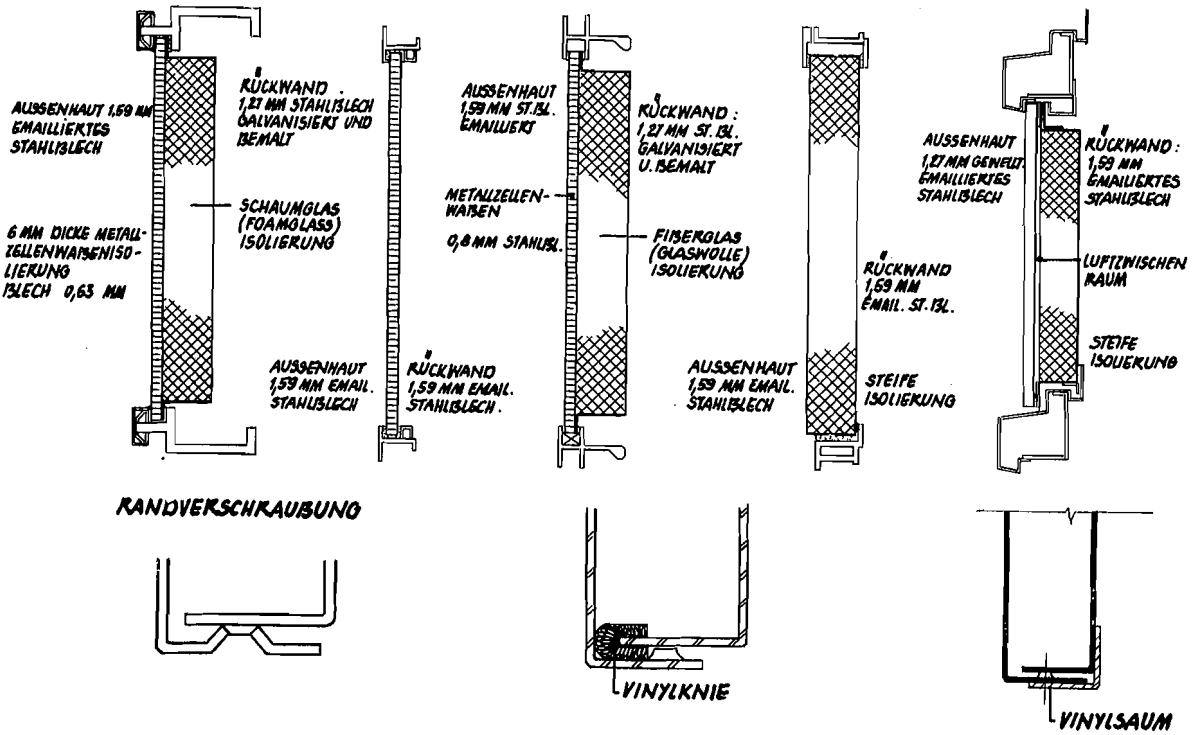


Bild 7: Curtain walls, Plattenränder
Fig. 7: Curtain walls, panel edge details

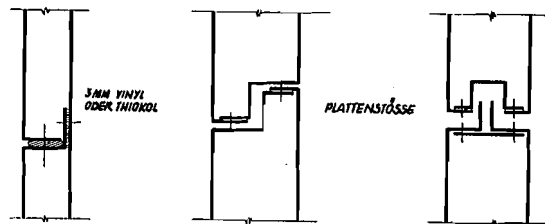
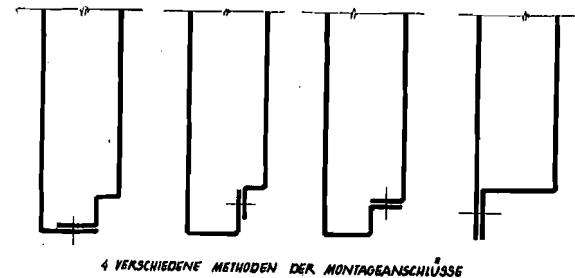
Die Bleche werden an den Berandungen durch korrosionsfeste Schrauben miteinander verbunden, wobei das Verschrauben maschinell erfolgt. Der Metallkontakt wird gering gehalten, um Wärmeleitung zu verhindern.

Die Montage der Platten kann von außen oder von innen her erfolgen. Hauptsächlich wird von außen her montiert, damit möglichst wenig beschädigt wird, falls man Platten auszuwechseln hat. Die Lebensdauer einer Platte wird mit zirka 50 Jahren angegeben.

Die Formate der Platten können heute in den USA bereits in genormten Abmessungen bestellt werden. Über 100 bedeutende Bauten wurden dort in den letzten Jahren mit emaillierten Wandplatten behängt, darunter das Ford Office Building in Dearborn, Michigan, der General Motors Technical Center in Detroit, Michigan, das First Security Bank Building in Salt Lake City, Utah u. a. m.

Nun zu den Problemen Dämmung, Taupunkt und Dichtung. Als besonders günstiger Isolierstoff für alle Platten hat sich das Fiberglas erwiesen, da es einen äußerst günstigen Dämmwert bei Temperaturen zwischen -45° und $+83^{\circ}$ C aufweist. Dauerhaftigkeit und Widerstand gegen Verrotten wird durch eine undurchdringliche Harzbindung erreicht.

Nachstehend seien die Dämmwerte einiger anderer Isolierstoffe angeführt („Schall im Hochbau“, Dipl.-Ing. Friedrich Eichler, Berlin 1952):



Holzwoleplatten:

15 mm dick	0,125 m ² h ⁰ /kcal
25 mm dick	0,300 m ² h ⁰ /kcal
35 mm dick	0,440 m ² h ⁰ /kcal
50 mm dick	0,720 m ² h ⁰ /kcal

Torfplatten:
 je 1 cm Stärke 0,250 m² h⁰/kcal

Korkplatten:
 je 1 cm Stärke 0,285 m² h⁰/kcal

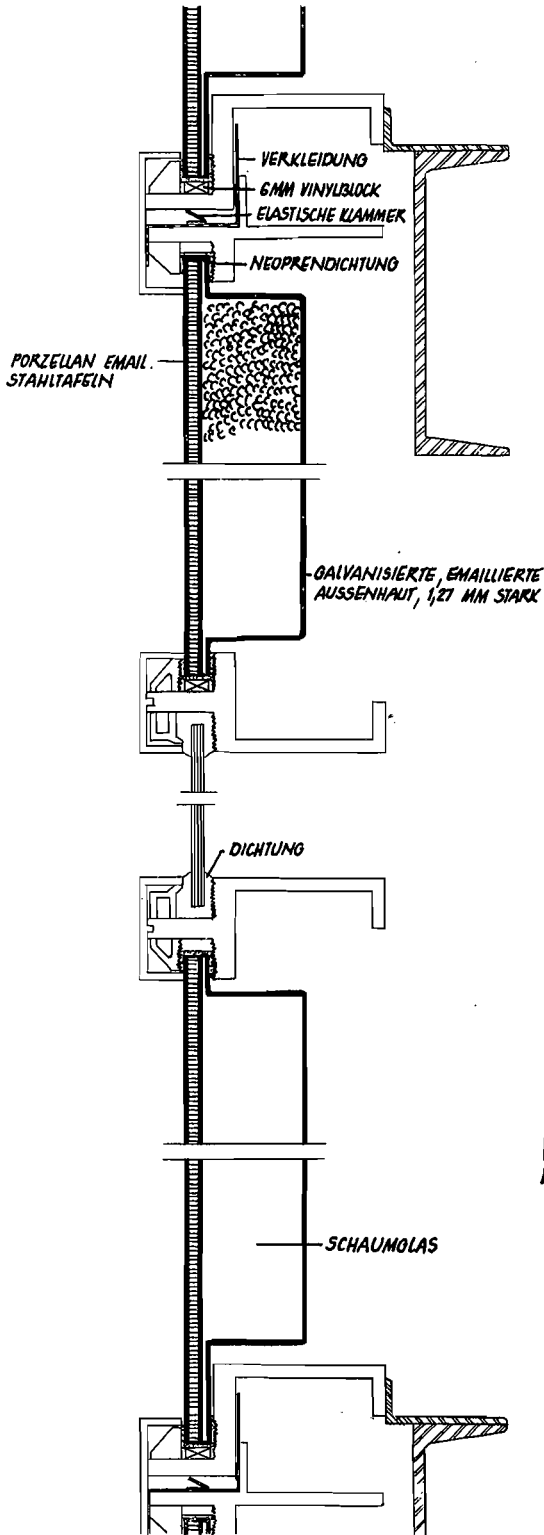
Losser Dämmstoff aus Faserwolle Seegras,
 Kokosfasern:
 je 1 cm Dicke 0,285 m² h⁰/kcal

Kunstharzschaum:
 je 1 cm Dicke 0,285 m² h⁰/kcal

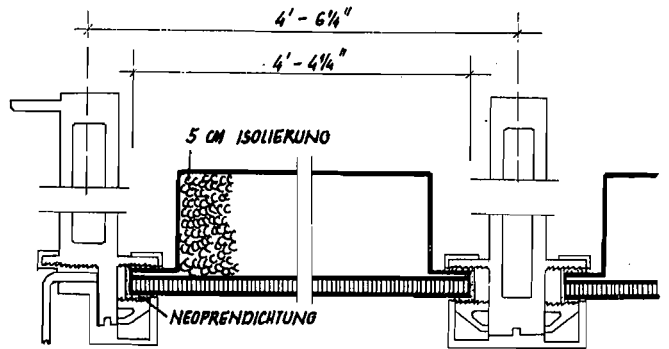
Bild 8: Tafelmontage

Fig. 8: Panel installation

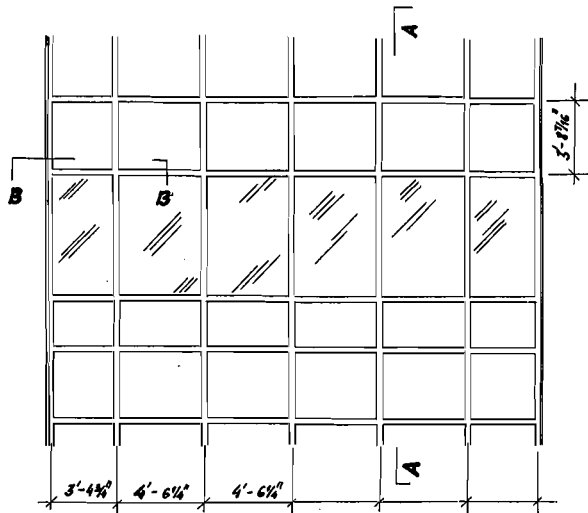
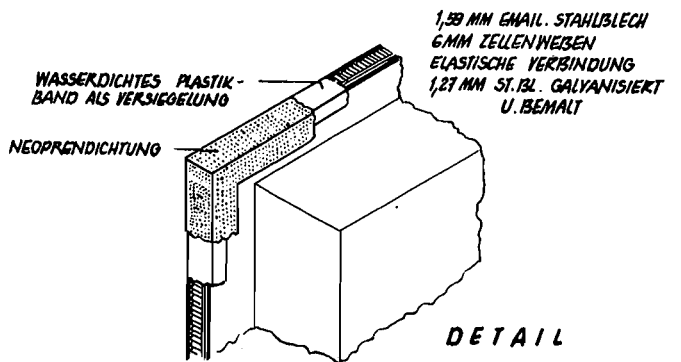
SCHNITT A - A



VOM : FORD CENTRAL OFFICE BUILDING



SCHNITT B - B



Die vorgefertigten Wandelemente aus emaillierten Porzellanblechen verzichten zum Teil auf Belüftung und versiegeln den Gesamtumfang der Platte mit einem Vinylband. Dieses wirkt wohl nicht vollkommen hermetisch, schließt aber die Fugen, die durch das Zusammensetzen der beiden Platten entstehen, und verhindert den Eintritt der feuchten Außenluft. Es schließt auch Schmutz und Fremdkörper aus, die oft der Grund für Flecken an den Außenwänden sind, wenn die Kondensation abtropft. Zudem hat das Band die Funktion, dem Luftdruck, der sich innerhalb der Platte gebildet hat, wie ein Ventil nachzugeben.

Als Vorteil dieser Methode wird angeführt, daß der feuchtigkeitsundurchlässige Emailüberzug nicht durch Schwitzlöcher zerstört und Verunreinigungen durch das Kondenswasser vermieden werden.

Als Dichtungen kommen außer Vinyl noch Thiokol, Neopren, Buna oder andere polysulfide Elastomere in Frage. Man separiert damit innere und äußere Platten oder dichtet rund um die Platten in Form einer Wetterdichtung.

In den USA besteht kein einheitlicher Feuerschutz-Code, der sich auf Metallwandtafeln bezieht, es kann nur festgehalten werden, daß die Wandverkleidungsplatte selbst nicht entflammbar sein darf. Bei der Beurteilung der Feuersicherheit spielt das Stahlskelett eine wichtigere Rolle als die Wandplatte.

Es gibt selbstverständlich außer curtain wall-Platten aus emaillierten Blechen auch solche aus anderen Materialien, die ähnliche Vorzüge aufweisen.

Die Fassadenverkleidung aus nichtrostendem Stahl (genannt stainless steel) behält ihr

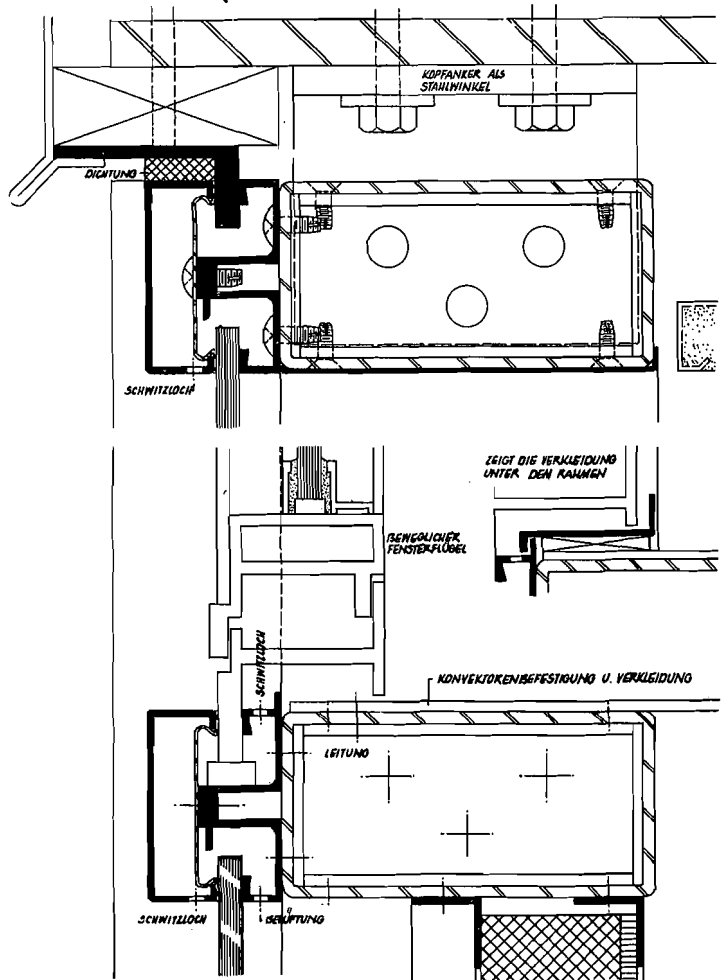
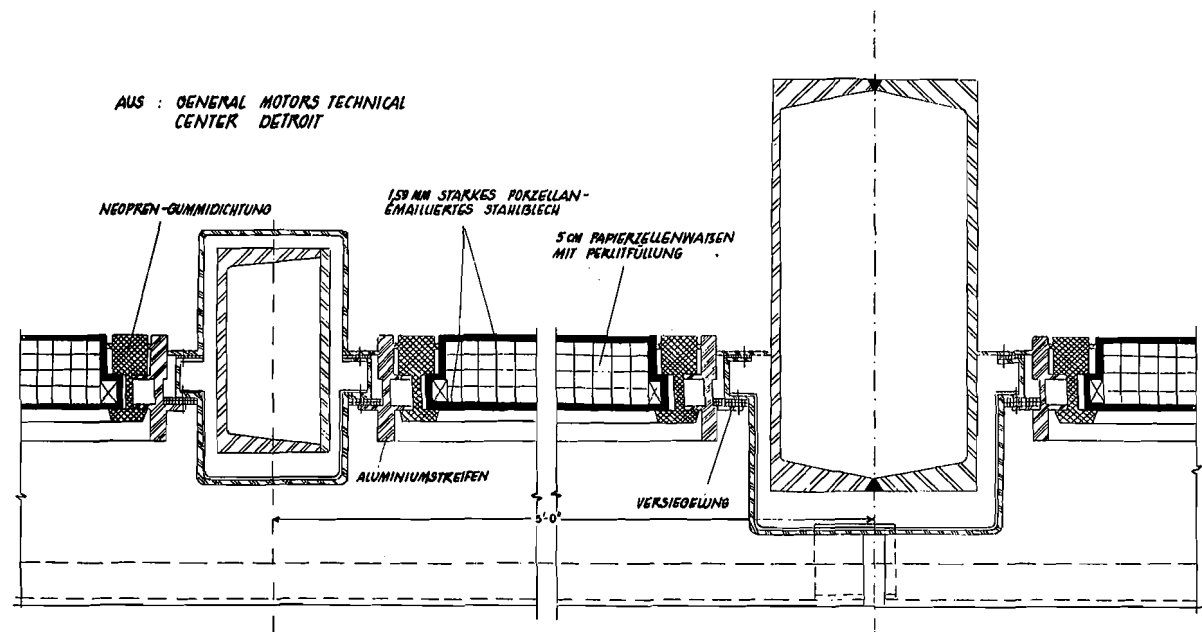


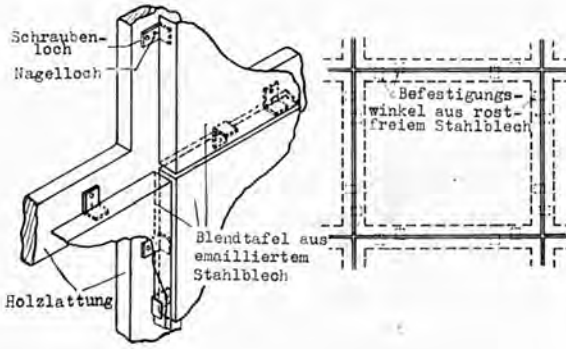
Bild 9: Details für curtain walls mit Glasverblendung

Fig. 9: Details for curtain walls with glass

Bild 10: Dichtungsdetail

Fig. 10: Details of sealing



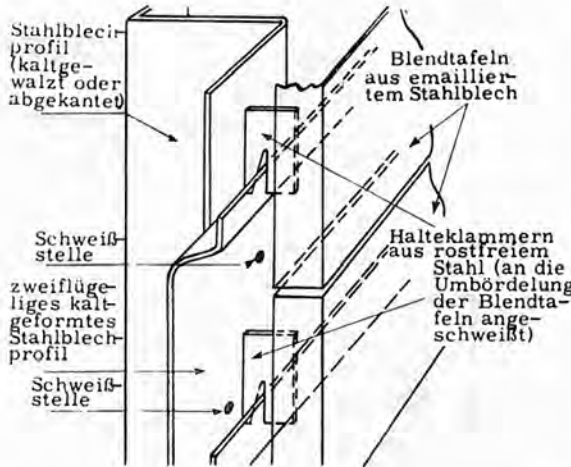


Aussehen unbegrenzt lange. Es bildet sich ein natürlicher Schutzfilm auf den der Witterung ausgesetzten Oberflächen, der die Stahlfassade vor Korrosion bewahrt.

Nichttragende Stahlblechfassaden, an den Holzrost genagelt oder geschraubt oder aber mit Metallklammern auf Stahlblechprofilen befestigt, wurden zur Verblendung von Massivmauern aus Gründen der Ästhetik und Wetter-

Bild 11: Blendtafel auf Holzlattung

Fig. 11: Panel on wooden grate

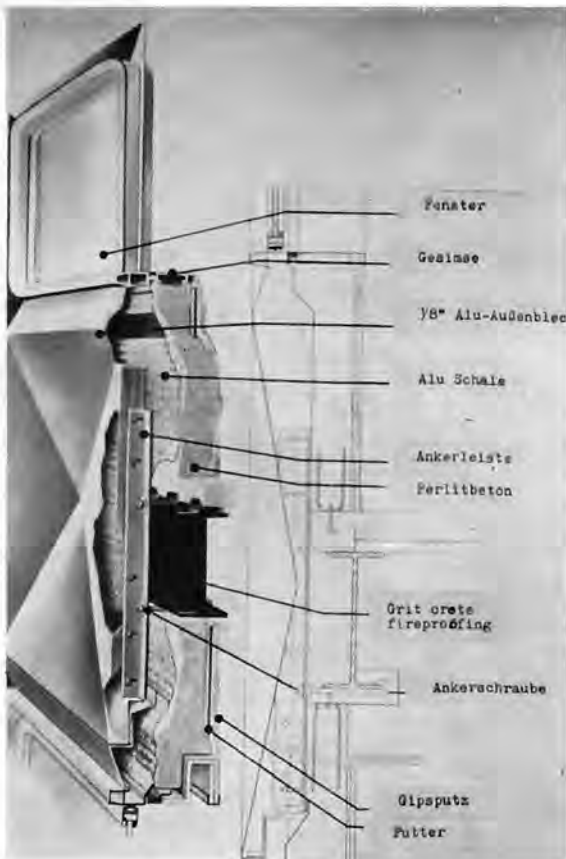


festigkeit schon seit mehreren Jahrzehnten verwendet. Diese Blendtafeln können aus Stahl, Aluminium, Glas oder emailliertem Blech hergestellt werden, sie dienen zur Verkleidung einer bestehenden Außenwand und können in der Innenarchitektur die Stelle großer Kacheln einnehmen.

Bei curtain walls aus stainless steel werden die Fassadenbleche im Werk mit einer Rücken- decke aus Isoliermasse und einem Innenblech versehen. Zur Ableitung des Kondensates

Bild 12: Blendtafel mit Metallklammer auf Stahlblechprofil

Fig. 12: Panel with metal clips on steel section



schlägt man bei stainless steel-Platten meist Belüftung durch Schwitzlöcher vor.

Im allgemeinen ist die auch in den USA sehr kostspielige Verkleidung mit rostfreiem Stahl hauptsächlich bei Repräsentationsbauten zu beobachten. Beispiele für curtain wall-Gebäude mit Wandelementen aus rostfreiem Stahl sind unter anderem das Socony Mobil Building in New York und das Inland Steel Building in Chicago, während stainless steel für äußere Fassadenverkleidung schon 1929 beim Bau des Chrysler Buildings und 1931 für das Empire State Building, beide in New York, zur Verwendung kam.

Bei curtain walls aus Aluminium fällt in erster Linie das geringe Gewicht auf. Der Korrosionswiderstand hängt von der Legierung ab. Im übrigen sind die Probleme den der anderen Stahlplatten ähnlich.

Das ALCOA Building, das Repräsentationsgebäude der Aluminium Company of America in Pittsburgh, mit geschosshohen, 3 mm dicken curtain wall-Elementen verhängt, ist derzeit der größte Bau mit Aluminiumwandverkleidung. Dasselbe Material verwendete man für das Hochhaus der Tishman Realty Construc-

Bild 13: Alcoa Building, Pittsburgh, Detail

Fig. 13: Alcoa Building, Pittsburgh, detail

fion Company, für das Gebäude der Webb- u. Knapp Gesellschaft und für das sogenannte Golden House, alle New York (das letztgenannte Gebäude trägt Wandplatten aus goldeloxiertem Aluminium).

Bei den Glas-Wandtafeln unterscheidet man in der Industrie zwischen mehreren Ausführungen. So werden bei den sogenannten Spandrelite-Platten keramische Farben auf der Rückseite aufgebracht, während bei den Carrara-Glasplatten der Glasfuß durch Metall-oxyde in der Masse gefärbt wird. Spandrelite kennt zwei Oberflächenstrukturen, poliert oder rauh. Die Dicke der Glastafeln liegt zwischen 6 und 8 mm.

Die Hersteller bringen auch Wandeinheiten heraus, die aus einem vollständig integrierenden System von Aluminium- und Stahlrahmen in Verbindung mit Glas-Wandplatten und durchsichtigem Glas bestehen, wodurch das Einglasen erspart wird. Auf diese Art ergibt sich eine besondere Vereinfachung, dort „streamlining“ der Montage genannt. Die curtain wall-Glasplatten weisen natürlich ebenfalls eine Isolierschicht auf, die meist aus Fiberglas oder Schaumglas besteht.

Als besonderes Beispiel sei auf das Lever House in New York verwiesen, das mit blau-

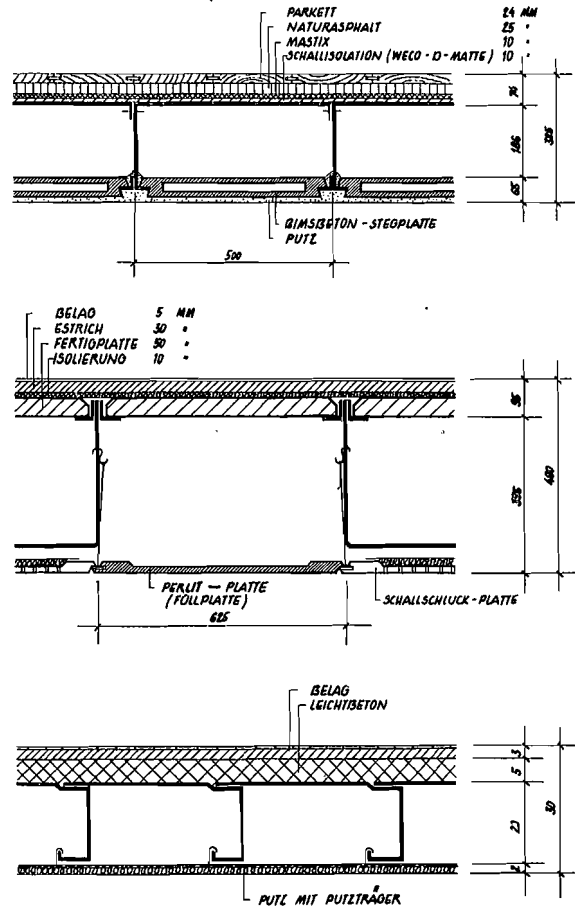


Bild 14: Stahlzellendecken älterer Bauart

Fig. 14: Cellular steel floors, old type construction

grünen Glastafeln verkleidet ist. Bekannt ist auch das Forschungslaboratorium der National Carbon Company in Parma, Ohio, sowie das Bürohaus der American Hardware Mutual Insurance Company in Minneapolis.

Es muß in diesem Zusammenhang unbedingt vermerkt werden, daß man Mantelwände keineswegs nur für Hochhausbauten, sondern auch für ein- bis dreigeschossige Bauten, seien es Wohnhäuser, Schulen, Spitäler, Geschäfts- oder Industrieobjekte, zweckmäßigerweise verwenden kann. In jedem Falle wird man das Plattenformat und die Installationsweise dem Bauvorhaben anpassen:

- kleinere Platten, die von einer vor das Tragsystem gehängten Hilfskonstruktion aufgenommen werden,
- zwischen die tragende Konstruktion eingesetzte Wandelemente,
- geschoßhohe, selbsttragende Bauteile, die ohne Hilfsraster auf oder vor dem Tragskelett angebracht werden.

Bild 15: Stahlzellendecken, System Q-Floor

Fig. 15: Cellular steel floors, Q-floor system

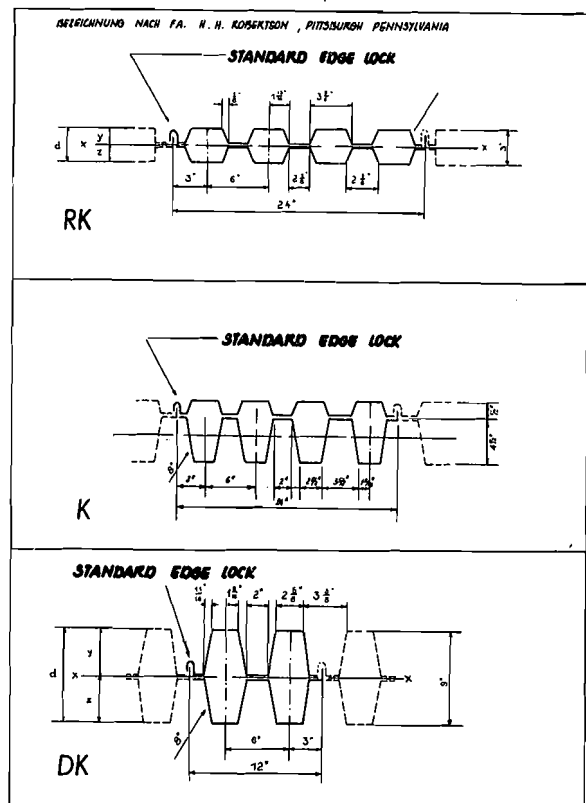


Bild 16: Q-Dachprofile
Fig. 16: Q-roof profiles

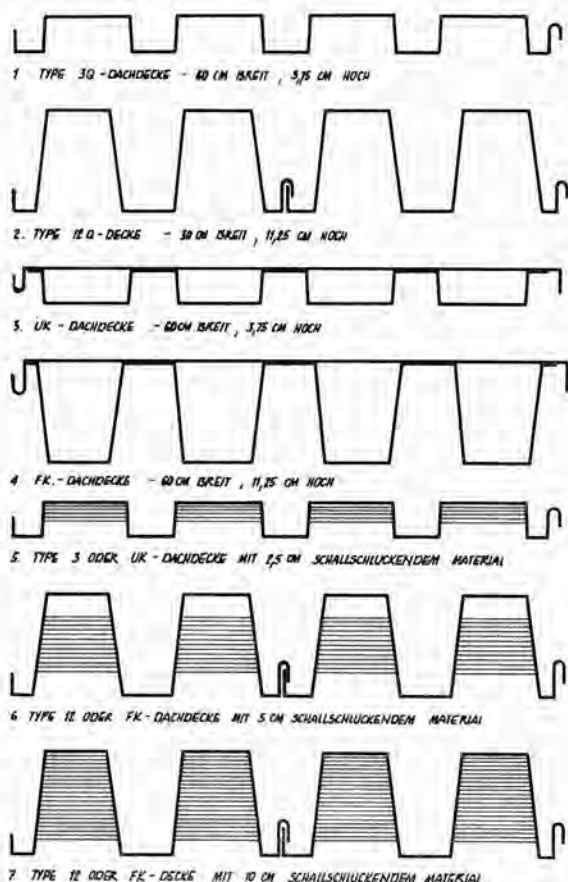
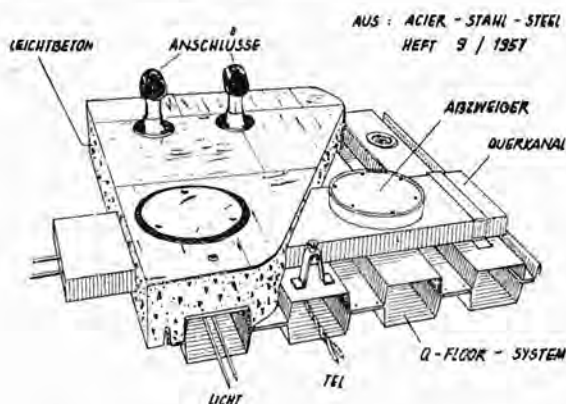


Bild 17: Installationsdetail
Fig. 17: Installation-detail



Aber auch in Deutschland und in Frankreich finden wir schon Beispiele für das Bauen mit curtain walls. (Vergleiche „Acier-Stahl-Steel“, Januar 1957: „Der Neubau der Societé Lorraine Escout in Paris“, September 1957: „Das neue Verwaltungsgebäude der Zentral-

kasse für Kinderbeihilfe, Paris“, Juni 1957: „Das Stahlskelett des Gebäudes der Prevoyance Sociale in Brüssel“ u. a. m.)

In Deutschland beschäftigt sich das Werk Bayer-Leverkusen eingehend mit der Emaillierung von Wandverkleidungsblechen und sorgt auch für Information über diese Bauweise. In seinem Mitteilungsblatt gibt das Werk eine Aufzählung von etwa 50 Gebäuden mit Emailplatten in Deutschland. In Österreich beschäftigt sich hiermit die Firma Kleiner und Fleischmann in Mödling.

Die Düsseldorfer Architekten Dr. Ing. Henrich und Dipl.-Ing. Petschnik schreiben zum Problem der Vorhangwände in „Das Hochhaus der BASF“:

„Die hochentwickelte Bauindustrie Nordamerikas schuf die Voraussetzungen für den Bau von Hochhäusern. Sie stellte standardisierte Einzelelemente fabrikmäßig her und beeinflusste damit zugleich die Stilbildung.“

Große Aufmerksamkeit sollte man auch der Deckenausbildung in den USA widmen, die dort im Zusammenhang mit der Stahlskelettbauweise entwickelt wurde. Bei der folgenden Betrachtung der Entwicklung der Fertigteildecken in den USA darf jedoch nicht vergessen werden, daß auch bei uns bereits Stahlzellendecken verwendet wurden. Bei einem Geschäftsumbau in Darmstadt wurden bereits 1933 Stahlzellendecken montiert.

Ein typisches Beispiel für eine dem Stahlskelettbau gerechte Deckenkonstruktion sind die Q-Floors und M-Floors. Der Name Q-Floor ist von Quick-Floor, zu deutsch „Schnelldecke“, abgeleitet und weist auf die Möglichkeiten des raschen Einbaues und raschen Anschlusses von Versorgungsleitungen aller Art hin. M-Floors bezeichnen den gefalteten M-Querschnitt der Bleche.

Es handelt sich hierbei um Decken-Fertigteile, deren tragenden Bestandteil trapezförmig gefaltete Bleche bilden, die zu Zellenbalken zusammengesetzt sind. Aufbeton und Isoliermörtel oder Sprühasbest vervollständigen das Deckenelement.

Diese Stahlzellen-Deckeneinheiten werden auf das tragende Skelett aufgelegt und aufgeschraubt bzw. aufgeschweißt. Der Einbau der Decken hält mit der Montage des Skelettes Schritt. Daß die Q-Floors für jede Type von Gebäuden empfohlen werden können, begründen die amerikanischen Hersteller, die H. H. Robertson Company in Pittsburgh, Pa., mit der Information, daß bereits mehr als 12.000 Decken dieser Art für Wolkenkratzer, Büros, Fabriken, Spitäler, Schulen etc. montiert wurden.

Die Stahlzellendecke bietet eine reine, trockene Konstruktion, die auch im Winter keine Unterbrechung der Bautätigkeit verlangt

und eine feste Plattform für andere Arbeitsgänge liefert. Das Montieren der Deckenplatten geht wesentlich schneller vor sich als das Verlegen, Vergießen, bzw. Betonieren und Ausschalen der Betondecke.

Sämtliches Arbeitsgerät und benötigtes Material kann auf Arbeitsniveau gebracht werden. Auf diese Art wird eine Verstopfung der Zufahrtswege vermieden und ein ständiger Arbeitsfluß gewährleistet, sobald die Montage des Tragskelettes begonnen hat.

Die Q-Floors werden selbstverständlich auch Feuerproben unterzogen, es zeigte sich hierbei, daß der Fußbodenbelag, der der Betonschicht bzw. dem Füllmaterial aufliegt, Öffnungen bis zu 0,06 m² pro 10,0 m² Fläche enthalten kann und trotzdem eine Feuersicherheit bis zu drei Stunden erwiesen ist.

Die Stahlzellendecken wirken gleichfalls einwandfrei als horizontales Diaphragma zur Übertragung seismischer und Windbelastungen auf die vollwandigen oder ausgefachten Querwände, bzw. Wandscheiben.

Die Stahlbleche werden zu fünf verschiedenen Typen von Deckenelementen zusammengeschweißt, wobei die Entfernung zwischen dem Mittel der Trapeze einheitlich 15 cm beträgt; die Höhe der Trapeze variiert von 4 bis 24 cm. Die Länge der Einheiten kann bis 7,5 m betragen; sie umfassen normalerweise 4, seltener 2 Zellen und sind dementsprechend 60 bzw. 30 cm breit.

Die Blechstärke wird meist mit 16 gauge (1,59 mm) angegeben, sie ist aber je nach Stützweite und Belastungen beliebig variierbar.

Die Stahlzellen bieten, wie schon erwähnt, Kanäle für elektrische Leitungen, Telephondrähte, Klimatisierungsrohre, ja sogar Warm- und Kaltwasserleitungen. So steht also für die Installation hundertprozentig der Fußboden zur Verfügung.

Quer über die Stahlzellenträger laufen Stichkanäle, die in bestimmten Entfernungen Abzweigdosen tragen. Auf dem Fußboden sichtbar ist lediglich ein Metallring und eine Mittelschraube, der dazwischenliegende Teil des Deckels wird mit dem Material des Fußbodenbelages verfüllt. Bei Verlegung von Arbeitsplätzen und Versetzen der Innentrennwände entstehen daher keinerlei Schwierigkeiten.

Der Gebrauch der Stahlzellen für Versorgungsleitungen ist behördlich approbiert; da sie am tragenden Stahlskelettsystem angeschlossen werden, sind die Q-Floor-Zellen positiv geerdet. In die Stichkanäle wird kein Kabel, sondern gewöhnlicher Leitungsdraht eingezogen.

Die Robertson-Dachdecken haben eine bereits aufmontierte Dachhaut, unterhalb dieser

Bild 18: Q-Floor-Montage

Fig. 18: Q-floor erection

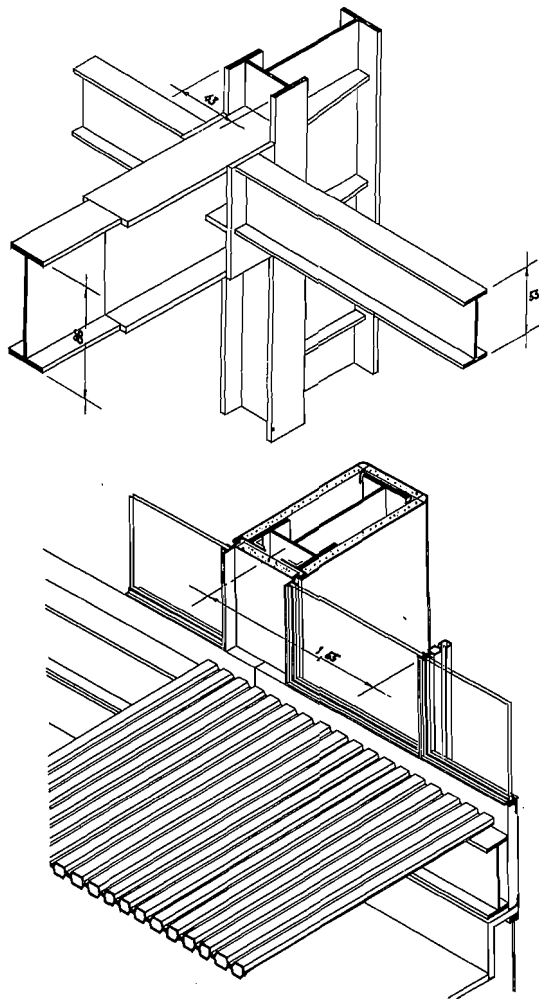


Bild 19: Blechstärken in der Architektur

Fig. 19: Thickness of sheet metal in architecture

	US - Seng- gauge	mm	
Curtain walls: Vorhangwände, Rippenplatten, Sprossen	10	3,68	Sonstige Funktionen:
	11	3,27	Stahlleichtbau
	12	2,59	Stützenverkleidung, innen
	14	1,98	
gewalzte, lange, selbst- tragende Teile	16	1,59	Bedachung für große Ge- bäude, versteifte, aber nicht verstärkte Trennwände
	18	1,27	
geformte Teile und Steifenbleche, an den Kanten gelagert	20	0,96	Fenstergesimse
	22	0,80	
durch andere Materi- alien versteift	24	0,63	Klammern, Bügel
	28	0,38	Dachrinnen, Leitungen, Außenverkleidungen, Wohnhaus- Verkleidungen innen
	32	0,25	bedachung

befindet sich eine Isolierschicht, schließlich die Stahlzellenträger und eventuell eine aufgehängte Untersicht. Die Untersicht dieser Decken kann gefaltet oder auch glatt bestellt werden.

Die Faltung der Untersicht bewirkt eine Schalldämmung ohne besondere Behandlung. Zur Erzielung höherer Dämmung kann Fiberglas in die Zellen eingelegt werden.

Für die aufgehängte Untersicht kennt man perforierte Metallnetze mit schallschluckendem Material, schalldämmende, auf den Holzrost genagelte Platten, feuersicheren Gips, perforiertes Aluminium und Faserplatten mit Lochungen jeder Art.

* * *

Das Gesicht der amerikanischen Städte, geprägt durch Skelettbauten, soll noch in drei Beispielen vor Augen geführt werden.

Skyline New York: Dem Ankommenden bietet sich der Anblick einer Häusermasse aus Beton und Stahl, imposant durch die Zusammendrängung auf dem verhältnismäßig engen Raum der Südspitze der Insel Manhattan. Markant erscheint das Empire State Building, das Chrysler Building, diesem gegenüber das neue Socony Mobil Building, das Lever House, das Seagram Building, das Golden House, das Hauptquartier der United Nations, der Rockefeller Center u. a. m.

Bild I: Skyline New York

Fig. I: Skyline New York



Skyline Chicago: Am Ufer des Michigan-Sees und teilweise künstlich in diesen vorgeschoben, erscheint die Linie der Wolkenkratzer äußerst eindrucksvoll. Das Prudential-Building von 180 m Höhe ist hier

der neueste Wolkenkratzer. Das Conrad Hilton-Hotel (das größte der Welt mit 3000 Betten), hat 25 Stockwerke, es liegt gegenüber dem Grant Park.

Bild II: Skyline Chicago

Fig. II: Skyline Chicago



Skyline Pittsburgh: Dieses Zentrum des Stahlbaues liegt am Ohio River. Die Eisenerze kommen auf dem Wasserweg vom Oberen See. 25% der Stahlproduktion in den USA stammt aus den Werken Pittsburghs. Das große Ambridge-Werk der U. S. Steel Corporation liegt in der Nähe der Stadt.

Bild III: Skyline Pittsburgh

Fig. III: Skyline Pittsburgh



Abschließend wird eine Aufstellung bekannter Stahlskelettbauten wiedergegeben, die durch moderne Wandverkleidungen charakterisiert sind.

Gebäude	Architekt	Verkleidung	Decken	Stahlgewicht	Höhe, Stockwerke	Details
1. Inland Steel Building , Chicago, 1957 vollendet	Skidmore, Owings u. Merril, New York- Chicago	c. w. stainless steel, 1,59 mm, Rückendecke Beton, Außenwand- verkleidung 30% Stahl, 70% Glas. Durch curtain walls 40% Wand- gewicht und 200 t Baustahl einge- spart c. w. = curtain walls	17.000 m ² Stahlzellen- decken-	10.000 to Stahl für das ganze Projekt	76,0 m, 19 Stock- werke	14 äußere Stützen tragen die ge- samte Konstruk- tion. Fundierung: 450 Gründungs- pfeiler mit I-Pro- filen Teilbaukosten: 11% Gründung 10% Baustahl 13% stainless steel u. Glas 7% Stahlzellen- decken 4% Aufzug 8% Klimaanlage 7,5% Elektr. An- lagen
2. Socony Mobil Building , New York, 42. Straße, gegenüber d. Chrysler Bui- ding, 1946 vollendet.	Harrison u. Abramovits, New York	c. w. stainless steel, gepreßt, 7000 Platten, 1 mm dick; Rückendecke aus Beton, etwa 10 cm dick		Stahl- skelett: 20.000 to Außerver- kleidung: 375 to	168,0 m, 42 Stock- werke	ca. 19.000 m ² Bürofläche Stahlkonstruktion von Ambridge Division der US Steel Corporation
3. Seagram Bui- ding (Bronze- haus), 1957 beendet	Mies v. d. Rohe u. Philipp Johnson, New York- Chicago	Bronzeplatten (sollen grün wer- den)	Installation steht im Fußboden zur Ver- fügung	Stahl- skelett: 13.500 to	155,0 m, 38 Stock- werke	Modellkosten etwa ½ Mill. Schil- ling
4. Empire State Building , 1931	Shreve, Lamb u. Harmon, New York	Stahlfassade aus 18 gauge stain- less steel		Stahl- gewicht: 54.000 to	380,0 m, 90 Stock- werke	
5. Lever House New York, 1954 vollendet	Skidmore, Owings u. Merril, New York- Chicago	Glas tafeln, inte- grierendes System von Metallrahmen u. Wandelemen- ten aus Glas	Q-Floors		94,0 m, 24 Stock- werke	Alles Glas ist fi- xiert, keine Fen- ster, Ventilation durch Klima-an- lage. Glasplatten schließen 45% der direkten Sonnen- bestrahlung aus. 26.600 m ² Nutz- fläche
6. ALCOA Bui- ding , Pittsburgh, 1956 beendet	Harrison & Abramovits, New York	c. w. Aluminium (Pyramidenmuster), geschoßhoch, ein- zelne Platten 360 X 180 cm, Ausnehmungen für Fenster 125 X 175 cm		Stahl- skelett: 6.500 to	123,0 m, 30 Stock- werke	
7. First Security Bank Building , Salt Lake City, Utah	W. Sar- miento, St. Louis, Montana	c. w. emaillierte Bleche, 3000 to Wandgewicht er- spart, 367 m ² Fuß- boden gewonnen (= 18.00/Jahr)	Q-Floors	Stahlskelett von Am- bridge Di- vision US Steel Corp.	12 Stock- werke	9.630 m ² Nutz- fläche
8. Ford Building , Dearborn (Central Staff Building),	Skidmore, Owings u. Merril, New York- Chicago	c. w. emailliertes Blech, laminierte Platten mit Alu- Zellenwabenkern; Gewicht: ca. 37,5 kg/m ² ; Dicke der c. w. 7,5 cm	Stahl- decken	Größtes c. w.-Ge- bäude mit emaillierten Platten	12 Stock- werke	ca. 8.250 m ² emaillierte Blech- platten, 6600 Hüll- platten, Außen- haut 1,6 mm emailliertes Blech

Gebäude	Architekt	Verkleidung	Decken	Stahlgewicht	Höhe, Stockwerke	Details
9. 860 Lake Shore Drive Building, Chicago	Mies v. d. Rohe, Chicago	c. w. rostfreier Stahl		Stahlskelett: 3.600 to	26 Stockwerke	
10. Cherry Hill Projekt RCA	Vincent G. Kling, Philadelphia	c. w. emailliertes Blech, Gewicht ca. 32,5 kg/m ²				29.600 m ² Nutzfläche
11. Gateway Center Project, Pittsburgh Pa.	Irwin Clavan, Egger & Higgins, New York	Verkleidung mit stainless steel Platten		12.000 to Baustahl	20 bis 24 Stockwerke	8 oder mehr kreuzförmige Gebäude
12. General Motors, Detroit, Michigan	Eero, Sarinen & Associates, Smith, Hinchman & Gryll	c. w. emaillierte Bleche, sandwich panels, 5 cm dick, harzprägnierter Papierwabenkern mit Perlitisolierung				6.880 m ² c. w., curtain wall-Tafeln sind mit Neoprene, Gummidichtung u. Neoprenestreifen montiert
13. Golden House (noch im Bau)	New York	c. w. goldeloxiertes Aluminium				
14. Prévoyance Sociale, Brüssel, Versicherungsgebäude, 1958 Rue Royale	Hugo van Kuyck Bruxelles	c. w. Aluminium			65,0 m, 14 Stockwerke	Pfahlgründung, Bohrpfähle von je 100 to Tragkraft
15. Lorraine Escaut, Société, Paris, Rue Spontini	Demarest, Busse, Zimmermann, Paris	c. w. Stahl, Spezialanstrich gegen Korrosion	Isonofer-Platten, verschweißt	Stahlskelett: 1300 to		
16. Caisse Centrale d'Allocation Familiales de la Région Parisienne, Paris, Rue Viala,	Lopez und Reby, Paris	c. w. Kunststoff (Heliotrex, auf Kunstharzbasis)	Decken aus Rippenblech (35 kg/m ² einschließlich Schallisolierung u. Fußbodenbelag)		67,0 m, 12 Stockwerke	22.900 m ² Nutzfläche

Literatur:

- „Ingram Richardson Porcelpanels“
Ingram Richardson Manufacturing Co., Beaver Falls, Pennsylvania.
- „Seaporcel Architectural Porcelain“
Seaporcel Metals, Inc., 2825 Borden Avenue, Long Island City 1, N. Y.
- „Insulated Porcelain Enamels, the modern curtain wall component“
Erie Enameling Company, Erie, Pennsylvania.
- „Stainless Steel Curtain Walls, progress report on methods“
Alleghany Ludlum Steel Corporation, Pittsburgh 22, Pennsylvania.

- „Walls of Steel, Building and Construction Information“
- „American Bridge, Plants and Products“
United States Steel Corporation, 525, William Penn Place, Pittsburgh, Pennsylvania.
- „Pittsburgh Glass-Clad Buildings“
Pittsburgh Plate Glass Company.
- „Aluminium on the Skyline“
Aluminium Company of America, Pittsburgh 19, Pennsylvania.
- „Stahl im Hochbau“
C. Kollbrunner, Österr. Ing. Zeitschrift, H. 5/58, Wien.
- „Die Situation der heutigen Architektur in den Vereinigten Staaten“
W. Holzbauer, Der Aufbau, H. 11/58, Wien.

„Autobahn-Dübelstahl“

Stähle für Dübel zur Verbindung der Beton-Fahrbahnplatten von Autobahnen und Fernstraßen

Von Dr. mont. Hans Laizner, Donawitz

Beton-Fahrbahnen von Autobahnen und Fernstraßen sind äußerlich Betonkonstruktionen. Berücksichtigt man hierbei die üblicherweise in die Betondecken verlegten Baustahlgitter, so könnte man derartige Fahrbahnen gegebenenfalls auch der Stahlbetonbauweise zuordnen.

Betonfahrbahnen werden nicht in durchlaufender Länge und über die gesamte Fahrbahnbreite durchgehend betoniert. Man unterteilt sie vielmehr durch Raum- und Scheinfugen in Plattenabschnitte, die zum Beispiel bei den österreichischen Autobahnen eine Länge von 10 m bei 3,75 m Breite haben. Dadurch wird der Bildung von Rissen, die durch Schrumpfen des Betons bzw. durch Längenänderungen als Folge von Temperaturschwankungen entstehen können, vorgebeugt. Es ist nun verständlich, daß die einzelnen Fahrbahnplatten untereinander gegen Seiten- und Höhenverschiebungen gesichert werden müssen, um bei Auftreten auch nur örtlicher Bodenverschiebungen unter der Verkehrsbelastung eine ebene und stufenfreie Fahrbahn zu gewährleisten. Vor allem muß unbedingt vorgesorgt sein, daß ein plötzliches Absinken einzelner Platten unter der Verkehrslast unmöglich gemacht ist. Diesem Erfordernis kommt man dadurch nach, daß man die Stoßflächen der Fahrbahnplatten an den Quersfugen durch Stahldübel derart verbindet, daß eine gegenseitige Lageverschiebung der einzelnen Platten untereinander sicher verhindert wird, ohne dabei aber die Dilatationsfähigkeit der Quersfugen zu beeinträchtigen.

messer und 700 mm Länge, der in halber Länge in die Fahrbahnplatte parallel zur Fahrbahnebene mittig einbetoniert ist und dessen andere Hälfte in gleicher Lage in der Nachbarplatte durch Vorsehen eines Bitumenanstriches und einer Stahlhülse in Längsrichtung beweglich gelagert ist.

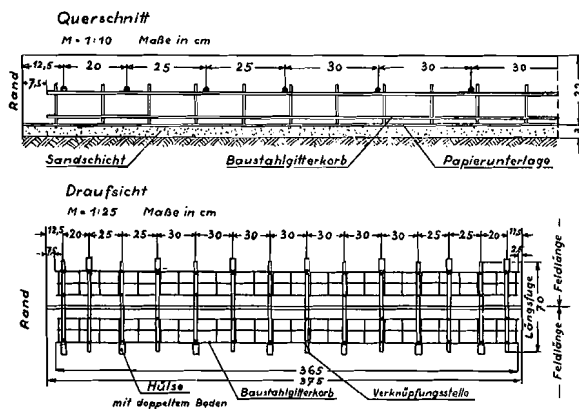


Bild 2: Aufteilung der Rundstahl-Dübel in der Fahrbahndecke

Fig. 2: Spacing of round dowels in road deck

Wie Bild 2 zeigt, sind die Dübel in Abständen von 30 cm bei Abwechslung der starr einbetonierten Seite verlegt — in Nähe der Längsfuge bzw. des Fahrbahnrandes ist der Abstand etwas kleiner —, so daß je Plattenbreite entsprechend der halben Fahrbahnbreite 14 Dübel angeordnet sind.

Unter normalen Verhältnissen ist die Beanspruchung der Festigkeit der Dübel kaum nennenswert. Treten jedoch örtliche Bodenverschiebungen oder -senkungen ein, so haben im ungünstigsten Fall die Dübel die gesamte Verkehrslast zu tragen und sind sowohl statischen als auch dynamischen Biege- und Scherbeanspruchungen ausgesetzt. Dies setzt eine zweckmäßige Güteauswahl des zu verwendenden Stahles voraus.

Aus der vorangegangenen Beschreibung geht hervor, daß es sich bei der Anordnung

Längsschnitt
M = 1:5 Maße in mm

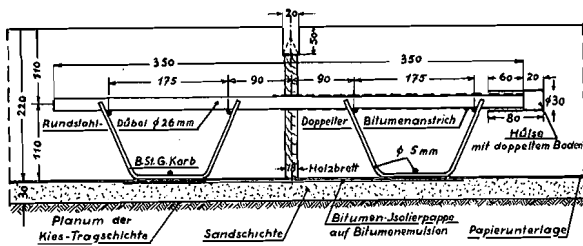


Bild 1: Anordnung eines Rundstahl-Dübels ϕ 26 mm in der Fahrbahndecke

Fig. 1: 26 mm ϕ dowel arrangement in road deck

Bild 1 zeigt die Anordnung eines solchen Dübels.*) Er ist ein Stahlstab von 26 mm Durch-

*) Die Bilder 1 und 2 sind mit freundlicher Genehmigung des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau, Sektion II/Abt. 11, der dortigen Vorschrift „Regelpläne für Betonfahrbahndecken der Autobahnen und für die Ausbildung der Schlepp-Platten bei Bauwerken, Ausgabe Juni 1956, 1. teilweise geänderte Auflage“ entnommen.

der Dübel in den Fahrbahndecken in keiner Weise um eine Stahlbetonbewehrung handelt, sondern ihre Aufgabe vielmehr derjenigen einer tragenden Stahlkonstruktion ähnlich ist. Es erscheint daher gerechtfertigt, die Güteeigenschaften des „Autobahn-Dübelstahles“ näher zu betrachten.

Nach der oben bereits beschriebenen Beanspruchung der Dübel muß der zu verwendende Werkstoff genügende Zähigkeitseigenschaften bei ruhender, aber auch bei stoßartiger Belastung aufweisen. Darüber hinaus müssen seine Güteeigenschaften so beschaffen sein, daß die Dübel die im ungünstigsten Fall auftretenden Wechselbiege- und Wechsel-scherbeanspruchungen ohne Bruch und, darüber hinaus, mit ausreichender Sicherheit ertragen.

Die weitaus größten Erfahrungen im Bau von Autobahnen liegen in der Deutschen Bundesrepublik vor. Hier hat sich als Dübelstahl St 37 (DIN St 37.12) bestens bewährt. Man hat daher in weiterer Folge in der Bundesrepublik St 37 als Dübelstahl in die Ausführungsvorschriften für Betonfahrbahnen aufgenommen. Ein zweites Land, das ebenfalls über umfassende Erfahrungen auf dem Gebiete des Autobahnbaues verfügt, sind die Vereinigten Staaten. Dort ist auch mit verhältnismäßig harten Stählen für die Dübel, unter den Gütebezeichnungen „Achsenstahl“ und „Schienenstahl“, ein durchaus befriedigendes Verhalten der Betonfahrbahndecken erzielt worden. Letzteres bedeutet jedoch, daß auch viel härtere Stähle als St 37, und zwar mit etwa 70 bis 90 kg/mm² Festigkeit, noch durchaus genügende Güteeigenschaften bei ruhender sowie schlagartiger, aber auch bei wechselnder Belastung aufweisen.

Da ein Versagen der Dübel unabsehbare Folgen nach sich ziehen könnte, war es verständlich, daß sich die für den Bau der österreichischen Autobahnen verantwortlichen Fachleute vorerst an die langjährigen Erfahrungen des deutschen Nachbarn hielten und St 37 H (ÖNORM M 3112) vorschrieben. Da jedoch im Rahmen von Sonderfertigungen in den Hüttenwerken qualitativ hochwertige Stähle mit Festigkeiten von mehr als 50 kg/mm², als „Rundstahl 0/II“ bekannt, laufend anfallen, deren zweckmäßige Verwertung aus Wirtschaftlichkeitsgründen angestrebt wird, war es im Interesse des Bauherrn der Autobahnen sowie der Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft, als der Stahlerzeuger, gelegen, zu untersuchen, ob im Hinblick auf das amerikanische Beispiel auch härtere Stahlgüten entsprechen. Über diese Versuche, welche durch die Technische Versuchs- und Forschungsanstalt der Technischen Hochschule Graz, Vorstand Herr Professor Dr. Tschek, durchgeführt wurden, soll auszugsweise folgend berichtet werden.

Dem Versuchsziel, die Eignung von Rundstahl 0/II als Autobahn-Dübelstahl festzustellen, folgend, wurden 3 Stahlgüten in Form von Stabstahl ϕ 26 mm, insgesamt sieben verschiedenen Schmelzen entstammend, den Versuchen unterworfen:

1. „St 37“ (2 Stäbe mit 41 und 44 kg/mm² Festigkeit) nach dem deutschen Vorbild,
2. „Schienengüte“ (2 Stäbe mit 86 und 86 kg/mm² Festigkeit) nach dem amerikanischen Vorbild und
3. Rundstahl 0/II, jedoch als „Autobahn-Dübelstahl“ mit einem begrenzten Festigkeitsbereich von 50 bis 85 kg/mm² Festigkeit (3 Stäbe mit 58, 69 und 88 kg/mm² Festigkeit), im Sinne des Versuches.

Die Versuchsarten selbst wurden so gewählt, daß sie den Beanspruchungsverhältnissen der Dübel von Betonfahrbahnplatten möglichst nahe kommen. Dadurch konnten Ergebnisse erwartet werden, die im Hinblick auf den Verwendungszweck geeignet scheinen, im Vergleich zu den beiden bewährten Stahlgüten die Eignung von „Autobahn-Dübelstahl“ mit ausreichender Sicherheit beurteilen zu können.

Das Versuchsprogramm wurde folgend vorgesehen:

1. Statische Versuche:
 - a) Zug- und Fallversuche
 - b) Scherversuche
2. Schlagversuche:
 - a) Schlagbiegeversuche
 - b) Schlagscherversuche
3. Dauerschwingversuche, durchgeführt als Scherbiegeversuche:
 - a) mit bearbeiteten Oberflächen
 - b) mit Walzoberflächen

Die Ergebnisse:

1. Zug- und Fallversuche

Die Ergebnisse dieser Prüfungen, welche mit je einer Wiederholungsprobe durchgeführt wurden, sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. In Fällen nicht ausgeprägter Streckgrenze wurde die 0.2%-Grenze bestimmt. Die Biegeversuche wurden mit walzroher Oberfläche durchgeführt.

Das Ergebnis der Biegeversuche ist in Bild 3 für einzelne Proben veranschaulicht.

2. Scherversuche

Aus dem Stabstahl ϕ 26 mm wurden Rundstäbe von 15 mm Durchmesser ausgearbeitet und in einer Losenhausen-Schervorrichtung dem doppelschnittigen Scherversuch unter langsam und stetig gesteigerter Last unterworfen. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Zahlentafel 2 zusammengefaßt.

Zahlentafel 1: Ergebnisse der Zug- und Fallversuche

	Werkstoff						
	Schienengüte		Autobahn-Dübelstahl			St 37	
Probe Nr. Schmelze Nr. ¹⁾	1	2	3	4	5	6	7
Zugfestigkeit kg/mm ²	85.7 85.6	85.6 85.6	58.2 58.0	88.0 88.0	69.3 69.0	44.2 44.3	41.3 41.4
Streckgrenze bzw. 0.2%-Grenze kg/mm ²	42.4 42.7	42.9 43.3	33.0 33.0	44.9 42.5	38.6 40.0	25.6 27.5	24.0 24.8
Dehnung δ_{10} %	12.5 8.6	13.0 13.0	24.5 24.5	10.0 10.5	18.3 15.8	26.7 29.8	35.8 32.5
Dehnung δ_5 %	14.1 10.3	16.0 15.7	30.3 29.0	13.0 13.3	22.8 18.3	29.2 34.4	41.0 39.0
Einschnürung %	16.5 12.0	12.5 21.0	54.5 51.0	15.7 15.7	41.0 28.3	60.6 61.0	66.0 66.0
Fallversuch um 2 d (+ = bestanden, — = nicht bestanden)	+ —	+ —	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +

¹⁾ In den weiteren Zahlentafeln werden die den Probennummern zugehörigen Schmelzennummern nicht mehr wiederholt.

Zahlentafel 2: Ergebnisse des statischen Scherversuches

	Werkstoff						
	Schienengüte		Autobahn-Dübelstahl			St 37	
Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Höchstlast kg	20 660	20 650	14 900	20 850 20 780	16 850	11 430	10 800 10 850
Scherfestigkeit kg/mm ²	58.4	58.4	42.2	59.0 58.8	47.7	32.3	30.6 30.7
Scherfestigkeit $\times 100$ in % Zugfestigkeit	68.0	68.0	72.5	67.0	69.0	73.0	74.0

Zahlentafel 3: Schlagzahlen und Gesamt-Schlagarbeiten des Schlagversuches

	Werkstoff						
	Schienengüte		Autobahn-Dübelstahl			St 37	
Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Schlagzahl	15	20	20	20	20	15	13
Gesamt-Schlagarbeit mkg	310	525	525	525	525	310	237

Zahlentafel 4: Schlagzahlen und Gesamt-Schlagarbeiten des Schlagscherversuches

	Werkstoff						
	Schienengüte		Autobahn-Dübelstahl			St 37	
Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Schlagzahl	10	10	9	11	10	8	8
Gesamt-Schlagarbeit mkg	160	160	130	190	160	100	100

Einige der im Scherversuch gebrochenen Proben sind in Bild 4 dargestellt.

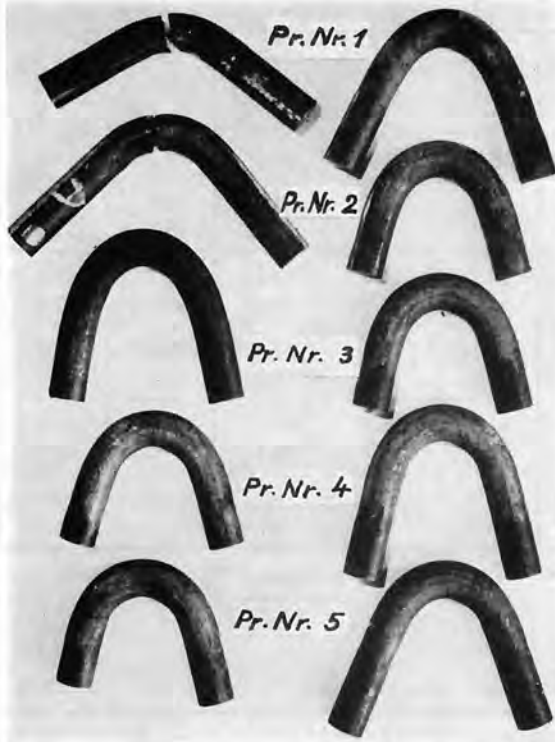


Bild 3: Biegeversuch an den Proben Nr. 1 bis 5

Fig. 3: Bending test with specimen 1—5

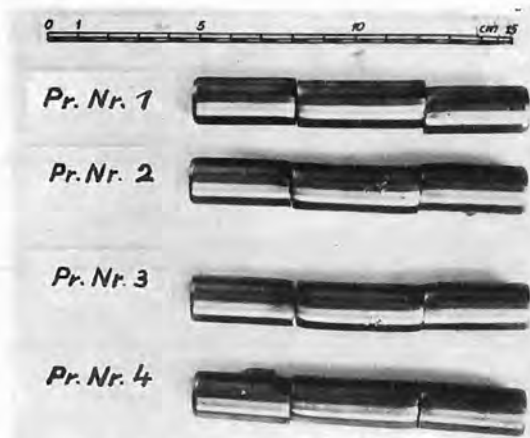


Bild 4: Proben Nr. 1 bis 4 nach dem statischen Scherversuch

Fig. 4: Test specimen 1—4 after static shear test

3. Schlagbiegeversuche

Für diese Versuche wurden Proben auf 25 mm Durchmesser abgedreht, durch einen Stahlring von 30 mm Breite durchgesteckt und, nach Lagerung in einer Vorrichtung auf Rollen, wie Bild 5 zeigt, in einem Fallwerk dem Schlagbiegeversuch unterworfen.

Die Schläge wurden mit einem Bären von 50 kg Gewicht mit steigender Fallhöhe von 5, 10, 15, 20 cm usw. ausgeführt, bis die Verbie-

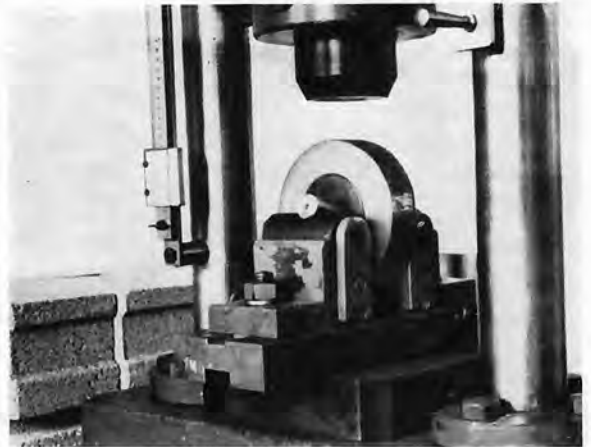


Bild 5: Schlagbiegeversuch im Fallwerk

Fig. 5: Impact bending test in the skull-breaker

gung der Proben ein weiteres Schlagen nicht mehr zuließ. Zahlentafel 3 gibt an, welche Schlagzahlen bzw. Gesamt-Schlagarbeiten erreicht werden konnten.

Keine der geprüften Proben erlitt einen Bruch oder einen Anriß. Es kam lediglich zu

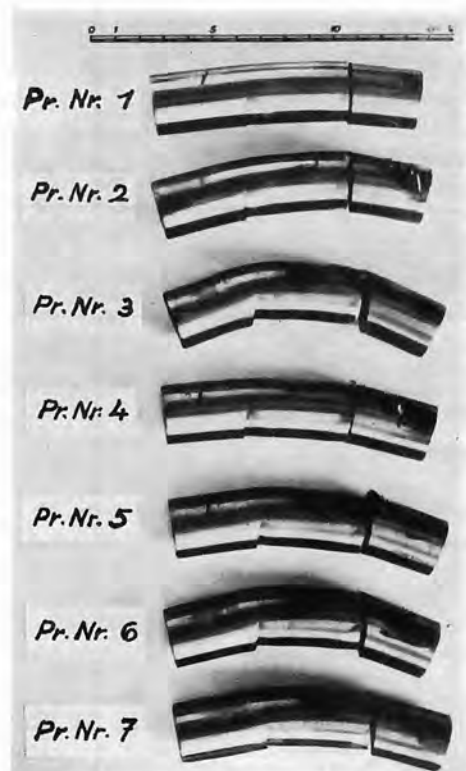


Bild 6: Proben nach dem Schlagbiegeversuch (zur Entnahme zerschnitten)

Fig. 6: Specimens after the impact-bend test

einem mehr oder weniger starken Einschneiden des Ringes und zur Verbiegung der Schenkel der Rundproben, so daß die Proben nach dem Versuch zur Herausnahme aus dem Ring zerschnitten werden mußten. Bild 6 zeigt die Proben nach erfolgter Versuchsdurchführung.

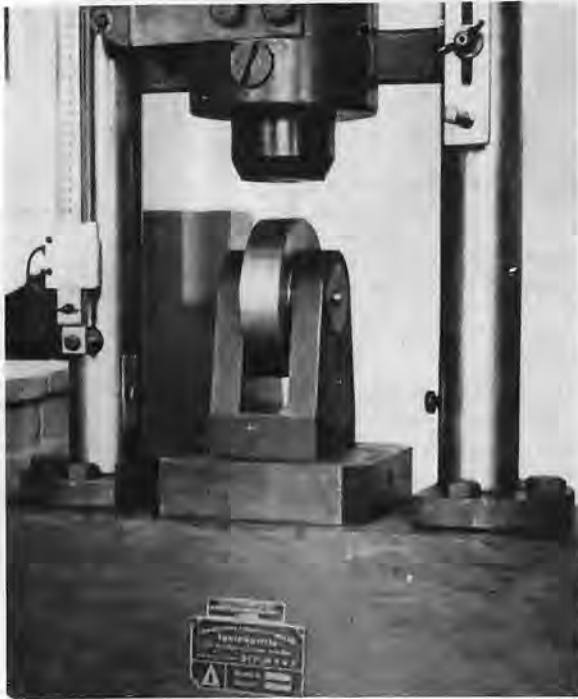


Bild 7: Schlagscherversuch im Fallwerk

Fig. 7: Impact shear tests in the skull-breaker

4. Schlagscherversuche

Obwohl Schlagbeanspruchungen bei der praktischen Verwendung der Dübel in der Schärfe des Schlagscherversuches nicht vorkommen können, wurde trotzdem der Versuch durchgeführt, um auch bei dieser Beanspruchungsart einen Gütemaßstab für die untersuchten Stähle erhalten zu können. Hiefür wurde dasselbe Schlagwerk, welches bereits für die Schlagbiegeversuche herangezogen wurde, verwendet. Die zweischnittige Schervorrichtung war die gleiche, die für die statischen Scherversuche Verwendung fand. Die Versuchsanordnung gibt Bild 7 wieder.

Die Schlagfolge wurde mit zunehmender Fallhöhe von 10, 15, 20, 25 cm usw. solange vorgesehen, bis es zum Abscheren der Proben kam. Die hierfür erforderlich gewesenen Schlagzahlen sowie Gesamtschlagarbeiten sind der Zahlentafel 4 zu entnehmen.

Da die Art des Bruches und die Verformung der Proben völlig gleich denen der statischen

Scherversuche nach Bild 4 war, wird von einer gesonderten bildlichen Wiedergabe Abstand genommen.

5. Dauerschwingversuche, durchgeführt als Scher-Biegeversuche

Für die Wahl der Versuchsanordnung war in diesem Fall von besonderer Wichtigkeit, die Dauerschwingbeanspruchung der Dübel im Laboratoriumsversuch möglichst wahrheitsgetreu nachzuahmen, da man seitens der Straßenbau-Fachleute die auf die Dübel gleichzeitig wirkenden Wechselbiege- und Wechselscherbeanspruchungen als die schwersten und kritischsten in der Frage der Bewährung des Werkstoffes ansah.

Die verwendete Prüfeinrichtung und ihre Anordnung in einer Losenhausen-60-t-Universalzerreißmaschine, die Versuche mit schwellegenden Lasten bis 40 t ermöglichte, ist aus Bild 8 zu entnehmen.

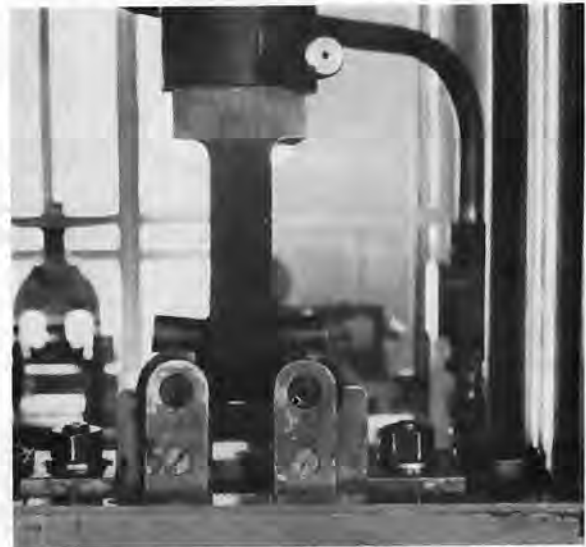


Bild 8: Prüfanordnung für die Dauerschwingversuche (Scher-Biegeversuche)

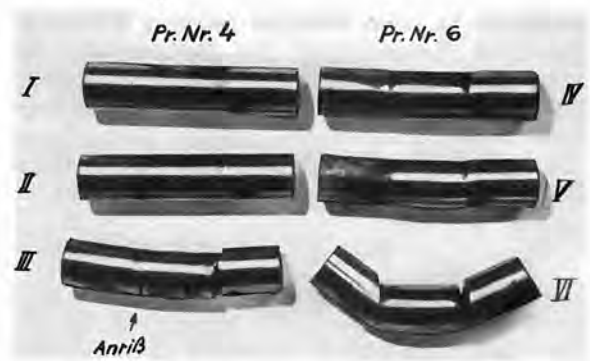
Fig. 8: Test arrangement for endurance swing-tests (Shear bend-tests)

Die Prüfeinrichtung bestand aus derselben Vorrichtung mit Auflagerrollen, welche auch für die Schlagbiegeversuche verwendet wurde. Die aus dem Stabstahl entnommenen, auf 25 mm Durchmesser abgedrehten Probestäbe wurden durch einen Stahlring von 40 mm Breite durchgesteckt und beiderseits auf den Rollen der Vorrichtung gelagert. Die Entfernung der Rollen wurde vorerst so eingestellt, daß zwischen Ringkante und Kante des Auflagers ein Spiel von nur 0,5 mm entstand, wodurch im wesentlichen Scherversuche unter schwellegenden Lasten ausgeführt wurden. Da jedoch mit den vorstehenden Versuchsbedin-

gungen keine Dauerbrüche erzielt und damit keine Vergleichsmöglichkeit erhalten werden konnte — eine Vergrößerung der schwingenden Last war nicht möglich, da es an den Auflagerstellen der Proben bereits zu starken örtlichen Deformationen kam —, wurde in

Bild 9: Proben ϕ 25 mm nach dem Dauerschwingversuch auf Scherung und Biegung

Fig. 9: 25 mm ϕ specimens after endurance test for shearing and bending



Zahlentafel 5: Dauerschwingversuche auf Scherung und Biegung

Versuch Nr.	Werkstoff	Spiel mm	Schwingende Last t	Scherspannungsausschlag τ_s kg/mm ² 1)	Biegespannungsausschlag σ_b kg/mm ² 1)	Versuchsergebnis ²⁾ Lastwechsel
1	Autobahn-Dübelstahl, „Probe 4“	0.5	4—15	4.1—15.3	gering	2 Mill. ohne Bruch
2		0.5	4—20	4.1—20.4	gering	2 Mill. ohne Bruch
3		8.0	4—20	4.1—20.4	> 10.3—51.0	1.568 Mill. starke Anrisse
4	St 37, „Probe 6“	0.5	4—15	4.1—15.3	gering	2 Mill. ohne Bruch
5		0.5	4—20	4.1—20.4	gering	2 Mill. ohne Bruch
6		8.0	4—18	4.1—18.4	> 10.3—45.0	3.000 Lastwechsel starke Verbiegung

1) rechnerisch ermittelt 2) Versuche nach 2 Millionen Lastwechsel abgebrochen

Zahlentafel 6: Dauerschwingversuche auf Scherung und Biegung mit walzrohen (unbearbeiteten) Proben

Versuch Nr.	Werkstoff	Schwingende Last t	Scherspannungsausschlag τ_s kg/mm ² 1)	Biegespannungsausschlag σ_b kg/mm ² 1)	Versuchsergebnis ²⁾ Lastwechsel
15	Schienengüte, „Probe 2“	4—12	3.8—11.3	> 9.1—27.3	2.02 Mill. ohne Bruch
17		4—13	3.8—12.3	> 9.1—29.5	Bruch
16		4—14	3.8—13.2	> 9.1—31.8	Bruch
22	Autobahn-Dübelstahl, „Probe 3“	4—12	3.8—11.3	> 9.1—27.3	2.02 Mill. ohne Bruch
23		4—13	3.8—12.3	> 9.1—29.5	2.00 Mill. ohne Bruch
10	Autobahn-Dübelstahl, „Probe 4“	4—12	3.8—11.3	> 9.1—27.3	2.16 Mill. ohne Bruch
13		4—12	3.8—11.3	> 9.1—27.3	2.13 Mill. ohne Bruch
12		4—13	3.8—12.3	> 9.1—29.5	Bruch
11		4—14	3.8—13.2	> 9.1—31.8	Bruch
8		4—15	3.8—14.1	> 9.1—34.1	Bruch
20	Autobahn-Dübelstahl, „Probe 5“	4—11	3.8—10.3	> 9.1—25.1	2.04 Mill. ohne Bruch
24		4—12	3.8—11.3	> 9.1—27.3	2.03 Mill. ohne Bruch
19		4—12	3.8—11.3	> 9.1—27.3	Bruch
18		4—13	3.8—12.3	> 9.1—29.5	Bruch
14	St 37, „Probe 6“	4—12	3.8—11.3	> 9.1—27.5	2.02 Mill. ohne Bruch
21		4—13	3.8—12.3	> 9.1—29.5	2.09 Mill. ohne Bruch

1) rechnerisch ermittelt 2) Versuche nach 2 Millionen Lastwechsel abgebrochen

weiterer Versuchsfolge das Spiel zwischen den Kanten auf 8 mm vergrößert. Dadurch wurden bei gleicher Scherbeanspruchung die schwellenden Biegespannungen verstärkt. Zahlentafel 5 zeigt das Ergebnis dieser Versuche, wozu noch bemerkt sei, daß aus Gründen der Schwierigkeiten und Umständlichkeiten lediglich 2 Stahlgüten, und zwar St 37 „Probe 6“ und Autobahn-Dübelstahl „Probe 4“ geprüft werden konnten.

Bild 9 zeigt die Proben nach dem Versuch. Die Versuchsergebnisse waren insofern nicht befriedigend, als durch Erhöhung des „Spiels“ auf 8 mm bzw. durch Vergrößerung des Biegespannungsausschlages im Falle des Autobahn-Dübelstahles wohl ein Dauerbruch erzielt werden konnte, daß aber bei St 37 trotz Verminderung der Spannungsausschläge bereits nach 3000 Lastwechsel so starke Verbiegungen, die im praktischen Fall einem Versagen des Dübels gleichgekommen wären, eintraten, die aber auch eine Weiterführung des Versuches unmöglich machten. Es wurden daher neuerliche Versuche gleicher Art, jedoch mit unbearbeitet belassenen Probeabschnitten, mit 26 mm Durchmesser angesetzt. Außer dem Vorteil dieser Versuchsart infolge Belassen der Walzhaut wirklichkeitsgetreuer zu sein, war durch die zu erwartende niedrigere Schwingungsfestigkeit infolge der walzrohen Oberflächen auch im Falle des St 37 eine einwandfreie Versuchsdurchführung bis zu Dauerbruchbelastungen vorauszusehen. Zahlentafel 6 gibt die erhaltenen Ergebnisse wieder. Das „Spiel“ wurde bei sämtlichen Versuchen mit 8 mm gleich groß gehalten.

Sämtliche Schwingungsversuche, also auch die in Zahlentafel 5 zusammengefaßten, wurden als Schwellversuche, von 4 t Unterlast ausgehend, durchgeführt. Die Biegespannungen wurden mit dem jeweils eingestellten „Spiel“ als Hebelarm errechnet. Da jedoch die Auflagerung nicht genau an den Kanten erfolgte, waren die tatsächlichen Biegespannungen

etwas höher, ließen sich aber nicht genau erfassen. Die Brüche bzw. Anrisse der Proben erfolgten ausnahmslos innerhalb des Stahlringes. Aus diesem Grunde war eine Feststellung derselben erst nach Beendigung des jeweiligen Versuches nach 2 Millionen Lastwechsel möglich. Der genaue Zeitpunkt des ersten Anrisses war daher jeweils nicht feststellbar.

Das Ergebnis der in Zahlentafel 6 zusammengestellten Versuche mit walzrohen Probeabschnitten war hinreichend befriedigend, da unvertretbar starke Verformungen bei St 37 erst ungefähr bei solchen Oberlasten eintraten, bei welchen bei Schienengüte und bei Autobahn-Dübelstahl gerade die Schwellfestigkeit erreicht war.

Zur besseren Übersicht sind die bei den Schwingungsversuchen von den walzrohen Proben ertragenen Höchstoberlasten in Zahlentafel 7 den zugehörigen Zugfestigkeiten gegenübergestellt.

Wie die Zusammenstellung zeigt, liegt bei walzrohen Probenoberflächen, wie sie dem Verwendungszustand der Dübel entsprechen, die Grenze der Schwingungsbelastbarkeit der geprüften Stahlgüten fast unabhängig von den zugehörigen Zugfestigkeiten in etwa gleicher Höhe. Die aus dem „Spiel“ als Hebelarm errechneten, ertragenen kombinierten Scher- und Biege-Oberspannungen liegen dabei in der Größenordnung von $\tau_s = 11.3$ bis 12.3 kg/mm^2 und $\sigma_b > 27.3$ bis 29.5 kg/mm^2 .

Überblickt man die erhaltenen Versuchsergebnisse im gesamten, so ist festzustellen, daß sich der „Autobahn-Dübelstahl“ zwanglos in den Gütebereich der beiden bereits auf weitester Grundlage bewährten Güten „St 37“ und „Schienengüte“ einreihen läßt. Diese Feststellung gilt auch dann, wenn man den „Autobahn-Dübelstahl“ lediglich mit „St 37“ vergleicht und für diesen Vergleich die Aussage des für die praktische Bewährung entscheidendsten Schwingungsversuches heranzieht. Es ist

Zahlentafel 7: Zusammenfassung der Ergebnisse des Dauerschwingversuches auf Scherung und Biegung mit walzrohen (unbearbeiteten) Proben

Werkstoff	Probe Nr.	Zugfestigkeit kg/mm^2	Höchstens ertragene Oberlast t	Anmerkung
Schienengüte	2	85	12	Dauerbruch bei größeren Oberlasten
Autobahn-Dübelstahl	3	58	13	Dauerbruch bei größeren Oberlasten
	4	88	12	
	5	69	11—12	
St 37	6	44	13	Ausfall der Proben wegen zu starker Deformation bei höheren Oberlasten

in diesem Falle und im Hinblick auf die praktische Verwendung der Dübel belanglos, ob einer Erhöhung der Belastbarkeit durch die Erreichung der Schwellfestigkeit oder durch das Eintreten unverträglich großer Deformationen die Grenze gesetzt ist. Aber auch für die Ergebnisse aller übrigen Versuche, einschließlich Zerreißversuche gilt, bezogen auf den Verwendungszweck, die Aussage der Gleichwertigkeit, sofern man durch eine entsprechende obere Begrenzung der Zugfestigkeit Vorsorge trifft, daß der Stahl nicht durch zu hohe Festigkeiten eine unverträglich große Einbuße an Zähigkeit — ausgedrückt durch die Dehnungs- und Einschnürungswerte des Zerreißversuches — erleidet. Aus diesem Grunde wurde der „Rundstahl 0/II“, für den lediglich eine untere Festigkeitsbegrenzung von 50 kg/mm^2 vorgesehen ist, als „Autobahn-Dübelstahl“ festigkeitsmäßig auch nach oben in zweckentsprechender Höhe begrenzt, so daß für denselben nunmehr folgende Güterwerte gewährleistet werden:

Zugfestigkeit: 50 bis 85 kg/mm^2

Streckgrenze: mindestens 30 kg/mm^2

Bruchdehnung bei $L = 10 d$: mindestens 10%

Biegefähigkeit: der Stab muß ein Biegen um einen Dorn von 4-fachem Stabdurchmesser bis 180° (200 g) ohne Anriß ertragen.

Diese Vorschrift wurde auf die Erkenntnisse, die aus den beschriebenen Versuchsergebnissen gewonnen wurden, abgestimmt. Dadurch

ist die Gewähr gegeben, daß sich der Autobahn-Dübelstahl, verwendet für das „Dübel-Tragwerk“ der Betonfahrbahnen von Autobahnen und Fernstraßen, gleich gut bewähren wird wie der bei den deutschen Autobahnen seit vielen Jahren mit bestem Erfolg verwendete St 37 oder aber auch wie die in Amerika für den gleichen Zweck angewendete „Schienengüte“.

Die in der vorliegenden Abhandlung gebrachten Versuchsergebnisse, für deren Zustimmung zur Veröffentlichung an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Tschek der Technischen Hochschule in Graz bester Dank ausgesprochen wird, haben dazu Veranlassung gegeben, daß laut Zulassung des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau neben St 37 auch der Autobahn-Dübelstahl nun für die Verdübelung der Betonfahrbahnen von Autobahnen und Fernstraßen in Österreich herangezogen werden darf. Diese Zulassung hat in weiterer Folge dazu geführt, daß bereits ansehnliche Strecken derartiger Fahrbahnen mit der neuen Stahlgüte gebaut wurden.

Wenn auch die Zeit, um über die Bewährung des Autobahn-Dübelstahles, die von der Werkstoffseite aus als sicher vorausgesehen wird, noch zu kurz ist, ein endgültiges Urteil fällen zu können, so liegt doch bis heute bereits eine Reihe von gutachtlichen Äußerungen vor, in welchen eine durchaus befriedigende Bewährung der neuen Stahlgüte ohne Unterschied gegenüber St 37 zum Ausdruck gebracht wird. Jedenfalls bedeutet die geschilderte Entwicklung einen Schritt weiter auf dem Wege zur wirtschaftlichen Verwendung von Stählen.

Korrosionsursachen und Haltbarkeit von Konservierungsmitteln bei Eisenkonstruktionen im Freien und auf Stahlwasserbauten

Von O. H u t z e l, Karlsruhe

Allgemeines:

Korrosion ist eine von der Oberfläche ausgehende Zerstörung von Metallen, die entweder rein chemischer oder elektrochemischer Natur sein kann und durch gleichzeitige mechanische Beanspruchung noch wesentlich verstärkt wird. Alle Metalle haben das Bestreben, in ihren ursprünglichen Zustand, so wie sie auch in der Natur vorkommen, zurückzukehren. Je schwieriger ein Metall rein zu gewinnen ist, einen je größeren Widerstand es der Reindarstellung entgegensetzt, desto leichter und stärker korrodiert es. Metalle, die in der Natur rein vorkommen, korrodieren unter normalen Bedingungen nicht. Eisen, ein in der Technik sehr gebräuchlicher Werkstoff, gehört leider zu den Stoffen, die in der Natur nicht rein vorkommen und verhältnismäßig wenig widerstandsfähig gegen Korrosion sind.

In Deutschland gibt es Korrosionsmaße, die nach dem Entwurf DIN 50 901 genormt sind, und zwar:

1. Die Korrosionsgeschwindigkeit in $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{Tag})$.
 2. Die lineare Korrosionsgeschwindigkeit in mm/Jahr .
- 1 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{Tag})$ entspricht in Deutschland bei Eisen etwa $\frac{1}{20}$ mm/Jahr .

Aus der Dicken- und Gewichtsabnahme allein können jedoch keine sicheren Schlüsse auf die Veränderungen der physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe gezogen werden.

Die großen Mengen Metall, und zwar hauptsächlich Eisen, die jährlich durch Korrosion zerstört werden, und der oft noch vielfach größere Schaden, der durch diese Zerstörung verursacht wird, machen die Korrosion zu einem sehr bedeutenden wirtschaftlichen Problem.

Die Korrosion von Metallen kann durch äußere und dem Metall eigene Ursachen herbeigeführt werden. Die äußeren Ursachen können sein:

1. Natürliche atmosphärische Einflüsse, wie Regen, feuchte Luft oder Wasser.
2. Berührung verschiedener Metalle bei Anwesenheit eines Elektrolyten, z. B. Wasser, sogenannte Lokalelementbildung.
3. Industrielle Verschmutzung der Luft und der Wasserläufe mit aggressiven Stoffen, wie Gase, Kohlenstoff (Ruß) und dergleichen.
4. Vagabundierende Ströme.
5. Mikrobiologische Angriffe.
6. Verletzte Schutzüberzüge.

Die dem Metall eigenen Ursachen können sein:

1. Ungleichförmigkeit im Gefüge, z. B. Seigerungen.
2. Innere Spannungen von der Bearbeitung oder von mechanischer Beanspruchung herührend.
3. Die Gegenwart mehrerer Metalle in Legierungen.

Die Korrosion verläuft in zwei Abschnitten. Der erste ist eine Oxydation durch den Luft-sauerstoff, was aber noch kein Anlaß zur Korrosion sein muß. Im Gegenteil, die Oxydhaut kann, wenn sie fest, dicht und lückenlos auf der Oberfläche haftet und unlöslich in dem korrodierenden Medium ist, korrosionshemmend, also ein Schutz gegen Korrosion sein. Dieser Schutz wird Passivität genannt. Solches passives Eisen hat ein weit edleres Potential als aktives Eisen.

Diese Passivität von Eisen kann außer durch oxydierende Medien z. B. Bleimennige, auch durch einen angelegten Strom erreicht werden. Sobald die Stromzufuhr unterbrochen wird, hört selbstverständlich auch die Passivität des Eisens auf. Mit dem Auge sind diese passivierenden Oxydschichten nicht sichtbar. Nachgewiesen wurden sie erstens optisch mit dem Mikroskop, zweitens elektrochemisch, indem sie als Kathode geschaltet und reduziert wurden. Der Stromfluß zur Reduktion wurde gemessen und daraus die Dicke der Oxydschicht berechnet.

Der zweite Abschnitt der Korrosion ist ein elektrochemischer Vorgang, d. h. auf der Eisenoberfläche müssen sich anodische und kathodische Bereiche voneinander unterscheiden.

Metalle können in Gegenwart von Wasser oder einem sonstigen Elektrolyten galvanische Elemente, sogenannte Lokalelemente bilden. Hierbei wird die Anode, also das Metall, aufgelöst; an der Kathode entwickelt sich Wasserstoff. Dieser entweicht jedoch meist nicht, sondern wird durch den Luftsauerstoff wieder zu Wasser oxydiert. Die Anode ist das korrodierende, die Kathode das nicht korrodierende Metall. Die Kathode kann aus edleren metallischen Beimengungen, Kohlenstoff oder den immer auf Metalloberflächen vorhandenen Oxydhäuten bestehen.

Der die Korrosion verursachende Lokalstrom kann nur dann fließen, wenn Potentialunterschiede, also Kathode und Anode vorhanden sind. Potentialdifferenzen treten bei Anwesenheit eines Elektrolyten sehr häufig auf, und zwar:

1. Bei Verbindung zweier verschiedener Metalle, z. B. bei Schrauben, Nieten, Bolzen oder Lötstellen.
2. Bei Metallen, deren inneres Gefüge nicht im Gleichgewicht ist, z. B. bei Druck, Zug oder inneren Spannungen, verursacht durch mechanische Bearbeitung oder falsche Abkühlung.
3. Zwischen kathodischen Stellen, z. B. sulfidischen Einschlüssen, und anodischen Stellen, z. B. Korngrenzen im Metallgefüge.
4. Wenn der Elektrolyt edlere Metallionen enthält, die sich auf dem Eisen niederschlagen.
5. Bei verschiedener Oberflächenbeschaffenheit, bei Rissen, Poren oder stark aus der Oberfläche herausragenden Stellen.
6. Bei wechselndem Luftzutritt zum Eisen im Wasser.

Die Korrosion ist nicht nur vom Sauerstoffgehalt abhängig, sondern auch vom P_H -Wert.

Es gibt zwei Arten von Korrosion durch Lokalelementbildung, die Sauerstoff- und die Wasserstoff- oder Säurekorrosion.

Die Sauerstoffkorrosion

Bei der Sauerstoffkorrosion fließen Lokalströme zwischen dem unedleren Grundmetall und der edleren Oxydhaut bei Anwesenheit eines Elektrolyten; edler bedeutet hier elektrisch positiver, d. h. als Kathode wirkend. Der Wasserstoff kann sich bei der Sauerstoffkorrosion nicht gasförmig entwickeln, weil die angreifende Lösung nicht sauer genug, d. h. der P_H -Wert über 4 ist, und außerdem der Wasserstoff sofort von dem vorhandenen Sauerstoff zu Wasser oxydiert wird.

Unter Sauerstoffkorrosion leiden Eisen, Zink und Blei in neutralen, schwach sauren und alkalischen Lösungen wie Regenwasser, Flußwasser oder Meerwasser.

Ausschlaggebend ist nicht die Zusammensetzung des Metalls, wie bei der Wasserstoff- oder Säurekorrosion, sondern die Zusammensetzung der angreifenden Lösung, und zwar reagiert hauptsächlich der in Lösung befindliche Sauerstoff. Der an der Kathode abgeschiedene Wasserstoff wird sofort oxydiert. Die Korrosionsgeschwindigkeit ist abhängig von der an der Kathodenoberfläche reduzierbaren Sauerstoffmenge. Ist der gelöste Sauerstoff verbraucht, hört die Korrosion von selbst auf. Die Größe der Anodenfläche spielt keine Rolle. Die eigentliche Sauerstoffkorrosion ist ein Reduktionsvorgang, der immer wieder sich bildenden, kathodisch wirkenden Oxydhäute durch den sich an der Kathode entwickelnden Wasserstoff.

Der Sauerstoff kann, wenn er guten Zutritt hat und in genügend großer Menge vorhanden ist, auch korrosionshemmend wirken, und zwar bei P_H -Werten über 7, wenn er mit dem Eisen eine dichte und festhaftende Oxydhaut

bildet, die von dem angreifenden Medium nicht aufgelöst wird. Es muß nicht unbedingt reiner Sauerstoff sein, auch andere Oxydationsmittel, wie Nitrate, Nitrite oder Wasserstoffperoxyd können dieselbe Wirkung erzielen.

Die Endprodukte der Eisenkorrosion sind wasserhaltige Oxyde bzw. Hydroxyde, Rost genannt. Es gibt drei Arten von Rost: Weißer, brauner und schwarzer Rost. Der weiße Rost wird fast immer zum braunen Rost weiteroxydiert. Aus dem braunen Rost kann sich dann nur bei langsamem Luftzutritt durch teilweise Reduktion der schwarze Rost bilden. Es gibt auch Umstände, wo kein Rost sichtbar ist; das Oxyd wird sofort wieder reduziert, und das Eisen korrodiert dennoch.

Die Wasserstoffkorrosion

Alle Metalle, die unedler als Wasserstoff sind, also einen größeren Lösungsdruck als Wasserstoff besitzen, haben das Bestreben, sich in Säuren unter Wasserstoffentwicklung aufzulösen.

Was heißt nun edel oder unedler oder größeren Lösungsdruck als Wasserstoff?

Es gibt eine Spannungsreihe der Metalle, die nach steigenden Potentialdifferenzen, von Wasserstoff ausgehend, aufgestellt ist. Es wurde jeweils Wasserstoff als Gegenelektrode verwendet, deren Normalpotential willkürlich gleich Null gesetzt wurde und die Potentialdifferenz des betreffenden Metalls in bezug zum Wasserstoff bestimmt. Die Elektrolyte waren Normallösungen, damit die gemessenen Spannungen vergleichbar sind.

Die wichtigsten Metalle ordnen sich wie folgt in diese Spannungsreihe ein:

		Normalpotential Volt
Natrium	Na ⁺	- 2,71
Magnesium	Mg ⁺⁺	- 2,40
Aluminium	Al ⁺⁺⁺	- 1,69
Zink	Zn ⁺⁺	- 0,76
Chrom	Cr ⁺⁺⁺	- 0,51
Eisen	Fe ⁺⁺	- 0,44
Nickel	Ni ⁺⁺	- 0,25
Zinn	Sn ⁺⁺	- 0,16
Blei	Pb ⁺⁺	- 0,13
Wasserstoff	H ⁺	+ 0,00
Kupfer	Cu ⁺⁺	+ 0,35
Silber	Ag ⁺	+ 0,81
Gold	Au ⁺	+ 1,50
Platin	Pt ⁺⁺	+ 1,60

Jeweils das Metall von zwei oder mehreren Metallen mit dem negativeren Potential ist das unedlere, mit der größeren Neigung, sich aufzulösen, also dem größeren Lösungsdruck.

Je größer die Potentialdifferenzen zwischen zwei oder mehreren Metallen sind, desto schneller und stärker ist die Korrosion oder Auflösung des unedleren Metalls bzw. der Anode.

Der bei der Auflösung entstehende Wasserstoff kann, solange er noch atomar ist, in das Eisen eindiffundieren.

Zwei Wasserstoffatome treten jeweils sehr schnell nach ihrer Entstehung zum Wasserstoffmolekül zusammen, das längst nicht mehr so reaktionsfähig ist und nicht mehr in das Eisen diffundieren kann.

Durch den eingedrungenen Wasserstoff versprödet das Eisen, es tritt eine Elastizitätsminderung auf. Der atomare Wasserstoff kann auch in Metallhöhlräume dringen und dort die sogenannten „Beizblasen“ bilden. Außerdem bewirkt der in das Eisen diffundierte Wasserstoff eine Potentialdifferenz — das wasserstoffgeladene Eisen wird unedler.

Die Wasserstoffkorrosion ist nur bei Abwesenheit von Sauerstoff möglich, da sonst der Wasserstoff zu Wasser oxydiert würde. Und diese Wasserstoffentwicklung ist wiederum bei Eisen nur bei P_H -Werten unter 3 bis 4 möglich, also im sauren Bereich; deshalb auch Säurekorrosion. Die Wasserstoffkorrosion kommt in der normalen Atmosphäre nicht vor, weil es hier diese stark sauren Elektrolyte nicht gibt und immer Sauerstoff anwesend ist.

Geringe Mengen edlerer Metalle als Eisen in Form von Verunreinigungen wirken korrosionsbeschleunigend, da sich zwischen Grundmetall und edlerer Verunreinigung Lokalelemente bilden. Hierbei löst sich die Anode, also das Eisen, auf. Die Metalloberfläche reichert sich mit den edleren, kathodisch wirkenden Verunreinigungen immer mehr an, wodurch der Lokalstrom und somit die Korrosion stetig stärker wird.

Schon Kohlenstoff in oder auf Eisen ist edler und wirkt lokalelementbildend. Dagegen wirkt Silicium im Eisen korrosionshemmend.

Für die Wasserstoffkorrosion ist die Zusammensetzung des Metalls, die Größe der Anodenfläche und der P_H -Wert des Elektrolyten maßgebend.

Die Spannungskorrosion

Die interkristalline Korrosion oder Spannungskorrosion (oder einfach Kornzerfall) ist eine Korrosion, die im Innern des Metalls beginnt und deshalb auch besonders unangenehm ist. Sie tritt vorwiegend bei Chromnickel- und Chrommanganstählen auf. Die Zusammenhänge der interkristallinen Korrosion oder Spannungskorrosion sind noch keineswegs restlos geklärt. Bedingung für diese Korrosionsart ist eine Gleichgewichtsstörung im Gefüge und die Anwesenheit eines geeigneten Korrosionsmittels. Solche geeigneten Korrosionsmittel sind oxydierend wirkende Agenzien, also solche, die Elektronen aufzunehmen vermögen. Zwischen dem Korninnern und den Korngrenzen wird durch Ausscheidungsvorgänge oder auch durch Anreicherung von Atomen an den Korngrenzen das Gitter zerstört. So werden Potential-

unterschiede erzeugt, die zum interkristallinen Zerfall führen; die Korngrenzen spielen hierbei die Rolle der Anode. Spannungskorrosion tritt auf, wenn gleichzeitig Korrosionsmittel und statische Spannung — oft nur örtliche Zugspannung — auf den Werkstoff einwirken. Meist wird kein Unterschied zwischen interkristalliner Korrosion und Spannungskorrosion gemacht, schon weil es oft sehr schwierig oder sogar unmöglich ist, festzustellen, ob Spannungen im Eisen vorhanden sind.

Von vielen Brückenbaufirmen werden z. B. die Löcher in schweren Eisenteilen nicht gestanzt, sondern gebohrt. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß das Eisen um die Stanzlöcher herum stärker rostet, die Umgrenzungen gestanzter Löcher also ein elektronegativeres Potential haben als solche gebohrter Löcher. Zum Stanzen von 10- oder 20-mm-Löchern sind mehrere tausend Atmosphären Druck notwendig.

Diese kristalline Veränderung des Eisens läßt sich veranschaulichen durch Messer oder durch gebrauchte Rasierklingen, die bei Nichtbenützung nach einigen Tagen wieder schärfer werden. Hierzu noch folgende Erläuterung: Die ein kompaktes Stück Metall bildenden Atome sind gegeneinander mit ihren Valenzen im Innern des Metalls abgesättigt, diejenigen an der Oberfläche jedoch nicht. Diese Atome unterliegen somit gewissen Veränderungen, wenn sie mit der Außenwelt in Berührung kommen. Die äußeren Atome werden durch den Schneidprozeß in eine andere Gitterordnung gezwungen. Allmählich finden sie sich aber wieder in die vorherige Ordnung zurück, was mit anderen Worten bedeutet, daß die ursprüngliche Schärfe wieder hergestellt ist. Ausgenommen sind natürlich scharf gewordene Stellen, die nicht wieder ausgeglichen werden, da hier die Atome durch den Schneidprozeß aus ihrem Verband losgetrennt sind.

Kavitation

Sehr weit verwandt mit der interkristallinen Korrosion ist die Kavitation. Die Kavitation ist eine Zerstörungsart, die besonders für Elektrizitätsversorgungsunternehmen von Bedeutung ist, weil sie hauptsächlich Turbinen und Kreiselpumpen befällt.

Die Kavitation oder Aushöhlung beruht auf mechanischer Ursache, bei der die Oberflächenspannung des Werkstückes eine entscheidende Rolle spielt. Sie tritt überall da auf, wo strömende Flüssigkeiten Luft- oder Dampfblasen enthalten, oder wo diese Flüssigkeiten feste Teile, z. B. Sand, mitführen. Bei einer Richtungsänderung des Flüssigkeitsstromes oder bei Geschwindigkeitsänderung oder auch bei periodischen Druckänderungen zerreißt die Flüssigkeit; Blasen und Lufthöhlräume entstehen und zerfallen plötzlich wieder. Hierbei sollen Drücke von mehreren tausend Atmosphären entstehen, die das Metallgefüge

mit der Zeit zerstören. Aber auch schon die Eigenfrequenzen der Blasen und Hohlräume führen zu Anfressungen, also Kavitation, des Werkstückes.

Allen Kavitationen ist eine „Inkubationsdauer“ gemeinsam, die verschieden lang sein kann, und zwar hängt diese Zeitspanne von der Oberflächenspannung des Werkstückes ab.

Die Natur schützt die Fische gegen Kavitation, indem sie die Fische mit einem elastischen Schleim umgibt, der die Schwingungen und Drücke beim Zerreißen der Blasen stark dämpft und für die Fische unschädlich macht.

Die Turbinen und Kreiselpumpen können vor der Kavitation soweit wie möglich geschützt werden, indem Werkstoffe mit möglichst feinkörnigem Gefüge verwendet werden. Es gibt einige Legierungen, die weitgehend beständig gegen Kavitation sind, wie z. B. Rotguß, Molybdänstahlguß, Aluminiumbronze, Stahlguß.

Bodenkorrosion

Bei der **Bodenkorrosion** vollzieht sich das Rosten des Eisens im Erdboden durch die Mitwirkung des Sauerstoffes. Der Luftzutritt bestimmt die Stärke des Rostvorganges. Ein noch stärkerer Angriff erfolgt in der Höhe des Grundwasserspiegels durch die Anwesenheit von Wasser. Die Wirkung saurer Bodenbestandteile und die scheinbar sehr unterschiedlichen Vorgänge im Boden lassen sich letzten Endes immer auf das Belüftungselement zurückführen. Im Gegensatz hierzu ist beim **mikrobiologischen Angriff** — eine Zerstörungsart, die viel häufiger auftritt, als früher angenommen wurde — keinerlei Luftzutritt erforderlich.

Sulfatreduzierende Organismen erzeugen in sulfathaltigen Böden oder in Sulfatlösungen, z. B. im Meer oder im Meerschlamme, indirekt Schwefelwasserstoff. Der kathodisch gebildete Schwefelwasserstoff verbindet sich mit den anodisch gebildeten Eisenionen zu Schwefelisen. Diese Bakterienkorrosion ist örtlich leicht erkennbar an der dunklen Färbung der Böden durch das entstandene Eisensulfid. Außerdem macht sich ein leichter Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar.

Elektrochemische und biochemische Einflüsse

Die Korrosion von Metallen ist wie an der Luft und im Boden auch im Wasser möglich. Es gibt hier zwei Arten von Korrosion, verursacht durch elektrochemische und biochemische Einflüsse. Im Wasser bestehen dieselben Voraussetzungen zur Bildung von galvanischen Elementen wie in der Atmosphäre. Hinzu kommt der ungleichmäßige Zutritt von Sauerstoff zum wasserberührten Eisen, wodurch die Korrosion noch gefördert wird. Bei ständigem Wasserangriff, also unter Wasser, verhalten sich die verschiedenen Eisensorten ziemlich

gleichartig, während beim Wechsel „Atmosphäre — Wasser“ sich Unterschiede der Eisensorte bemerkbar machen. Die Korrosion im Wasser ist dagegen stark abhängig von der Beschaffenheit des Wassers, d. h. vom Härte-Kohlensäuregleichgewicht, vom Gehalt des Wassers an Wasserstoffionen und vom Chlorgehalt. Gußeisen und Gußstahl z. B. sind gegen Chlorionen besonders widerstandsfähig.

Die biochemischen Einflüsse im Wasser sind kleinste, rosterzeugende Organismen, deren saure Stoffwechselprodukte das Eisen angreifen. Außerdem gibt es sogenannte Eisen- und Manganfäuler, die Eisen und Manganionen aus dem Wasser aufnehmen, im Körper oxydieren und als Rost bzw. Manganoxyd wieder ausscheiden, dann die wasserstoffverzehrenden Bakterien, die den Sauerstoff aktivieren und somit eine katalytische Wirkung ausüben. Sie haben ebenfalls einen entsprechenden Anteil an der Zerstörung des Eisens im Wasser.

Bekämpft können diese Bakterien werden durch Vernichtung ihrer Lebensbedingungen, z. B. durch Enteisen des Wassers und Ausfällen der Sulfate, durch Bakteriengifte, durch Aufbringen von geeigneten Schutzschichten oder durch kathodischen Schutz.

Kathodischer Schutz wird ebenfalls häufig neben besonders guter Isolation gegen sogenannte **vagabundierende Ströme** verwendet.

Sowohl bei Eisenkonstruktionen als auch bei Buntmetalleitungen, die im Erdboden liegen, finden Korrosionen im erhöhten Ausmaß durch vagabundierende Ströme statt, die wie Lokalströme wirken. Diese Beobachtungen werden in der Nähe von elektrischen Bahnen gemacht, wo bekanntlich der Rückstrom über die Schienen und leider auch über Eisenrohre oder andere metallische Leitungen fließt. Gefährlich ist nur Gleichstrom, bei Wechselstrom wurden praktisch noch keine Schäden beobachtet.

Andere Korrosionsursachen

Die Intensität des Rostens ist nicht nur abhängig von den erwähnten direkten Korrosionsursachen, sondern auch von der Verwendungsart der Metalle und der Temperatur. Eisen, das unter Druck oder Zug steht, rostet stärker als Eisen gleicher Zusammensetzung ohne Belastung. Auch die chemische Zusammensetzung des Eisens spielt sehr oft eine entscheidende Rolle. Eisen mit einem kleinen Kupfergehalt ist für Korrosion lange nicht so anfällig wie Eisen ohne Kupfer. Bei Gußeisen wirkt sich der Kohlenstoffgehalt in oxydierenden Agenzien günstig auf die Passivierung, d. h. die Bildung von schützenden Oxydschichten, aus. Dagegen wird gerade Gußeisen von der sogenannten Spongiose oder Graphitierung befallen, wodurch es erweicht, da der Kohlenstoff ausgelaugt wird.

Unter Kälteeinwirkung leiden nicht nur Farben, sondern auch Metalle. Die Kälte kann

eine Strukturänderung hervorrufen, was an folgendem Beispiel mit Zinn sehr deutlich wird:

An Orgelpfeifen aus Zinn können in kalten Jahreszeiten Anfrassungen des Metalls festgestellt werden; es zeigen sich dunkle Flecken. Auch an Zinngeschirr, das längere Zeit der Kälte ausgesetzt ist, können sie beobachtet werden. In diesem Fall handelt es sich nicht um eine elektrochemische Korrosion, sondern um eine physikalische Veränderung der Metallstruktur.

Bei Zinn wechseln bei -10 bis -20°C die Kristalle von der tetragonalen in die kubische Form, und dieses graue Zinn ist pulverförmig. Hat die Umwandlung erst einmal an einigen Punkten begonnen, so wirken diese Stellen als Keime und in kurzer Zeit kann der ganze Zinngegenstand zu grauem Zinnpulver zerfallen. Ist das Zinn von einer solchen Zinnpest befallen, gibt es nur eine Möglichkeit, den Zerfall aufzuhalten, und zwar die betroffenen Stellen mit feinem Schmirgelpapier zu bearbeiten und dann das Zinn längere Zeit in einem Wasserbad zu erhitzen. Hierbei werden alle Keime von grauem Zinn zu tetragonalem Zinn umgittert.

Korrosionsschutz

Um das Korrodieren von Eisen zu hemmen oder gar zu verhindern, sind uns verschiedene Möglichkeiten gegeben:

1. Der Korrosionsschutzanstrich.
2. Die Oberflächenveredlung durch andere Metalle, wie Zink, Zinn, Nickel usw.
3. Die Zuführung von künstlichen Lokalströmen, die dem Rostprozeß entgegenwirken, sogenannter Kathodenschutz, d. h. der Werkstoff wird zur Kathode gemacht, indem künstlich eine Anode, also ein unedleres Metall als Eisen, geschaffen und mit dem Eisen verbunden wird.

Bei richtiger und zweckmäßiger Anwendung hat jede dieser Möglichkeiten ihre Daseinsberechtigung.

Anstriche

Der bedeutendste und vielseitigste Schutz gegen Korrosion ist wohl das Anstrichmittel.

Es gibt heute einwandfreie Rostschutzfarben, die bei vorschriftsmäßiger Verarbeitung unter normalen Bedingungen eine Wetterbeständigkeit von mindestens 12 bis 15 Jahren haben, d. h. nach Ablauf dieser Zeit ist der Rostgrad R_2 nach den Deutschen Bundesbahn-Vorschriften nicht überschritten.

Voraussetzungen für eine solche lange Haltbarkeit sind:

- Gute Farben — zweckentsprechend ausgewählt,
- vorschriftsmäßige Verarbeitung der Farben,
- sorgfältige Vorbehandlung des Untergrundes und

günstige Witterungsbedingungen bei den Streifarbeiten.

Auch von der Schichtdicke der aufgetrockneten Farben ist die Bewährung des Fertig-anstriches abhängig. In Deutschland wird versucht, einem vierfachen Anstrich eine Schichtstärke von 130 bis 150 μ zu geben. Schichtmeßverfahren gibt es mehrere, die alle auf dem Magnetismus beruhen. Magnetische Schichtmeßverfahren sind immer von der Permeabilität (= magnetische Durchlässigkeit) der Eisensorte, von der Form der Prüflinge und von der Meßfläche abhängig. Aus diesen Gründen kann die Meßgenauigkeit nicht absolut angegeben werden. Eine geringe Abhängigkeit von diesen Störeinflüssen wurde bei einem neuartigen Gerät, dem sogenannten Permaskop, erreicht, bei dem die Meßsonde aus zwei Auflagekugeln besteht und ihre Größe den zu messenden Schichtstärken angepaßt ist.

Die Schichtstärke der einzelnen Anstriche ist abhängig von der Viskosität und der Temperatur der Farbe beim Streichen und von der Temperatur der zu streichenden Eisenflächen. Bei einer Farbenbestellung ohne nähere Angaben der Viskosität werden im allgemeinen Farben geliefert, die bei 20°C vierfach gestrichen einen Fertiganstrich mit 130 μ Schichtstärke, bei 5°C vierfach gestrichen eine Schichtstärke mit 150 bis 160 μ bilden.

Und dieselben Farben im Hochsommer gestrichen, wenn das Eisen oft Temperaturen von über 50°C hat, erreichen eine Schichtstärke von weniger als 110 μ , was einer Lebensdauer des Anstriches von nur 7 bis 8 Jahren gleichkommt — statt 12 bis 15 Jahren bei 130 bis 150 μ Schichtstärke.

Nicht ohne Einfluß auf die Haltbarkeit sind auch die Trockenzeiten zwischen den einzelnen Anstrichen. Der zweite Grundanstrich soll frühestens 3 bis 4 Tage nach dem ersten Grundanstrich ausgeführt werden, wenn dieser aus Öbleimennige besteht. Die einzelnen Anstriche sollen aber auch nicht viele Wochen und Monate der Witterung ausgesetzt sein, da sie kein Wetteranstrich sind und die sich bildenden Haarrisse zu Unterrostungen führen.

Der zweite Deckanstrich wird oft aus technischen Gründen erst Wochen oder sogar Monate nach dem ersten Deckanstrich aufgetragen, weil die Eisenkonstruktionen manchmal erst nach ihrer Montage mit dem Fertig-anstrich versehen werden, was nicht richtig ist.

Der zweite Deckanstrich soll Lösungsmittel enthalten, die geeignet sind, den ersten Deckanstrich anzulösen, um so eine gute Verankerung zu erzielen. Mit anderen Worten: Werden keine entsprechenden Lösungsmittel verwendet, haffet der zweite Deckanstrich auf dem ersten unter Umständen nicht einwandfrei, er blättert ab oder kann abgezogen werden.

Die Haltbarkeit von Schutzanstrichen ist zunächst von der Qualität der Farben abhängig, jedoch ist gerade die Feststellung der Qualität nicht einfach.

Eine quantitative Untersuchung der Zusammensetzung der Anstrichmittel sagt fast nichts über die spätere Haltbarkeit und Bewahrung des Anstriches aus. Dagegen ist eine technologische Prüfung, die allerdings nur in einem verhältnismäßig gut eingerichteten Laboratorium durchführbar ist, unerlässlich.

Zur Beurteilung der Farben genügt es nicht, sogenannte Kurzprüfungen durchzuführen, die sich auf Schlagfestigkeit (eventuell mit Hammer- oder Messerprüfungen), Säureeinwirkung, Sprühnebeleinwirkung und anderes mehr beschränken. Für eine Kurzprüfung ist eine Mindestzeit von 3 Monaten erforderlich, zusätzlich der Zeit für das vorschriftsmäßige Auftragen der Einzelanstriche auf die Versuchsplatten mit angemessenen Trockenzeiten.

Ein bewährtes Kurzprüfverfahren für Anstrichstoffe, im Badenwerk in Karlsruhe schon viele Jahre angewendet, ist folgendes:

Vorschriftsmäßig gestrichene Farbplatten werden in einem bestimmten Turnus 100 Tage wie folgt beansprucht:

10 Tage Wärme bei 70° C und Ultraviolett- Bestrahlung im Wechsel,

7 Tage Wasserlagerung mit einem bestimmten Salzgehalt bei 20° C,

3 Tage Kälteeinwirkung von — 30° C.

Diese Folge wiederholt sich fünfmal.

Nach Ablauf dieser Zeit können mit Sicherheit Farben, die unter normalen Witterungsbedingungen gut halten, von minderwertigen Farben unterschieden werden. Zur Kontrolle wird grundsätzlich eine bekannte gute und eine bekannte schlechte Farbe mitgeprüft. Für diese Kurzprüfungen werden die Farben auf mit Sandstrahlgebläse gereinigtem, neuem Eisen, auf Eisen mit natürlicher Walzhaut und auf entrostetem Eisen mit tiefen Rostnarben gestrichen. Außerdem werden die Farben auf gewinkelte Platten aufgetragen und der natürlichen Bewitterung ausgesetzt.

Auf Grund von jahrelangen Erfahrungen kann versichert werden, daß Farbenkurzprüfungen von wenigen Tagen Dauer — jede Farbe ist in kurzer Zeit zerstörbar — keine auswertbaren Ergebnisse liefern, da auch größere Qualitätsunterschiede nicht mehr feststellbar sind. Die Prüfmethode mit dem Gardner-Rad ist nicht uneingeschränkt zweckmäßig. Bei dieser Kurzprüfung werden bekanntlich die Prüfplatten auf einer Trommel in einem Zeitraum von zirka einer Stunde verschiedenen künstlichen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Die Trommel mit den Farbplatten läuft zirka 20 bis 25 Minuten durch eine schwach aggressive Flüssigkeit, z. B. Natriumchloridlösung. Die Farben haben gar keine Gelegenheit, in so kurzer Zeit zu quellen, also

Feuchtigkeit aufzunehmen — dazu benötigen Anstriche mehrere Tage.

In der Natur haben die Anstriche nicht nur bei Regenperioden Gelegenheit zum Quellen, sondern schon die Atmosphäre mit hoher relativer Feuchtigkeit trägt zur Wasseraufnahme bei.

Unumgänglich ist bei Farbenkurzprüfungen die Dauereinwirkung von Kälte von — 25° bis — 35° C, eine Temperatur, die in jedem Winter zu erwarten ist. Bei dem Gardner-Rad wird der Zerstörungskraft der Kälte ebenfalls nicht genügend Beachtung geschenkt. Werden beim Kurzprüfverfahren nicht die wirklich auftretenden Temperaturdifferenzen von ungefähr 90° C (— 30° bis + 60° C) angewendet, so sind die Ergebnisse der Prüfung immer unbefriedigend, weil Anstriche auf Eisenteilen, die nur geringen Temperaturschwankungen unterliegen, eine wesentlich bessere Wetterbeständigkeit haben.

Ein Beweis hierfür ist die Tatsache, daß Außenanstriche von Druckrohrleitungen, bestehend aus den üblichen Bleimennige-Zinkoxydfarben oder Bitumen oder Steinkohlenteerpechen, eine besonders gute Wetterbeständigkeit haben, da sie keinen großen Temperaturschwankungen unterworfen sind. Die gleichen Farben, den üblichen Temperaturschwankungen im Sommer und Winter ausgesetzt, sind wesentlich schneller zerstört.

Kaltverzinkung

Die Kaltverzinkung wurde in den letzten Jahren viel besprochen. Die Bezeichnung „Kaltverzinkung“, welche die Firmen für ihre Produkte führen, ist nicht richtig. Es handelt sich lediglich um Anstrichmittel, bestehend aus reinem Zinkstaub mit einem Bindemittel, das wie jede normale Farbe mit einem gewöhnlichen Pinsel aufgetragen wird. Die Zinkfarben sind zirka zwei- bis dreimal so schwer wie normale Öl- oder Kunstharzfarben. Die Kaltverzinkung, und zwar die beste von den handelsüblichen Sorten, hat nur eine annähernd so gute Haltbarkeit wie Ölfarben, aber auch nur dann, wenn die Kaltverzinkung auf mit Sandstrahlgebläse entrostetes Eisen aufgetragen wurde.

Die Haltbarkeit einer Kaltverzinkung auf mit Stahlbürste entrostetem Eisen oder auf Eisen mit Walzhaut und mit alten Farbbrechen ist schlecht.

Für die Spritzverzinkung gelten dieselben Voraussetzungen wie für die Kaltverzinkung. Die Spritzverzinkung mit einem geeigneten zweifachen Schutzanstrich hat im allgemeinen eine sehr gute Wetterbeständigkeit. Ebenfalls ist die Feuerverzinkung in normaler Atmosphäre, frei von Industriegasen, wetterbeständig unter der Voraussetzung, daß die Verzinkungsgüte den bestehenden Vorschriften entspricht. Ein zusätzlicher Schutzanstrich auf Zinkchromatbasis erhöht die Korrosionsfestigkeit des Eisens in sehr beachtenswertem Maße.

Konservierung von Druckrohrleitungen

Die Konservierung von Druckrohrleitungen — innen — ist ein außerordentlich wichtiges Problem der Wasserkraftanlagen, da mit jeder Erneuerung des Anstriches eine Außerbetriebsetzung der Kraftanlage verbunden ist.

Es wurden mit verschiedenen Innenanstrichen von Rohrleitungen gute und schlechte Erfahrungen gemacht. Ungefüllte Kaltanstriche auf Teer oder Bitumenbasis, also Lösungsmittelanstriche, deren Gesamtfilmstärke bei einem drei- bis vierfachen Anstrich nur 60 bis 80 μ beträgt, halten, auf neuen Rohren aufgetragen, im Durchschnitt nicht länger als 8 Jahre, auf Rohren mit tiefen Rostnarben entsprechend weniger.

Wir sind auf Grund der schlechten Erfahrungen mit Kaltanstrichen zu den Heißanstrichen und Heißspachtelmassen übergegangen, die wir wie folgt anwenden: Die Rohrleitung, genietet oder geschraubt, Durchmesser 2 bis 3 Meter, wird mit Sandstrahlgebläse auf „metallisch rein“ gestrahlt. Unmittelbar danach werden zwei Lösungsmittelkaltanstriche, sogenannte Haftanstriche, aufgetragen, denen zwei Aufgaben zustehen:

1. Das Verhindern der Rostbildung unmittelbar nach dem Entstrahlen.
2. Die feste Verankerung des Deckanstriches mit dem Grund- oder Haftanstrich und so auch mit dem Eisen.

Auf die beiden Lösungsmittelanstriche wird ein hochschmelzendes, mit Mikroasbest gefülltes Heißbitumen — also kein Steinkohlenteerpech — gespritzt oder gespachtelt. Die Schichtstärke des Heißbitumens, das bei zirka 180 bis 190° C aufgetragen wird, beträgt ungefähr 1,5 bis 2,5 mm. Der Anstrich haftet fest und einwandfrei und hat auf Grund von Erfahrungen anderer Werke eine Haltbarkeit von weit über 10 Jahren, wenn die Anstriche auf neues, mit Sandstrahlgebläse gereinigtes Eisen aufgetragen werden.

Problematisch ist immer die Haltbarkeit der Anstrichmittel auf sehr stark verrostetem Eisen, auch wenn dieses metallisch blank mit Sandstrahlgebläse entrostet wurde.

Bekanntlich gibt es bei Sandstrahlentrostungen bei außergewöhnlich stark verrostetem Eisen (Rostnarben von 2 bis 6 mm Tiefe) sogenannte Eisenüberlappungen, welche die Verankerung des Anstriches mit dem Eisenuntergrund erschweren, ja sogar manchmal verhindern. Auch der Feuchtigkeitseinschluß unter den Überlappungen ist unter Umständen ein Faktor, der die Haltbarkeit von Anstrichen gefährdet.

Rohrleitungen können mit sogenannter scharfgetrockneter Luft, die durch Unterkühlung entfeuchtet wurde, meistens nicht wirksam getrocknet werden, da die Rohrleitungen immer, sowohl für die Reinigung als auch für die Ent-

rostung und die Anstreicherarbeit, sehr stark belüftet werden müssen. Die erforderliche Luftmenge für die Belüftung könnte nur mit sehr großem Kostenaufwand entfeuchtet werden, was nicht wirtschaftlich ist.

Ist Feuchtigkeit in der Rohrleitung vorhanden, so kann, nach unseren Erfahrungen, das Wasser nur durch Erhöhung der Innentemperatur entfernt bzw. durch einen Warmluftstrom in Lösung gehalten werden. Die Anwendung von Heißluftgebläsen hat sich bewährt, wobei allerdings besondere Vorsichtsmaßnahmen bei der Stromzufuhr beachtet werden müssen.

Das sogenannte Abflammen des Fertiganstriches mit der Lötlampe, um die Oberfläche zu glätten, ist gefährlich, weil unter Umständen das Bitumen teilweise verkocht und der Fertiganstrich semipermeabel wird, was Unterrostungen und Abheben des Bitumenanstriches zur Folge haben kann. Der Fertiganstrich kann dagegen mit Heißluft von ca. 200° C einwandfrei geglättet werden.

Die Ausführung eines Heißbitumenanstriches nimmt zeitlich kaum einen größeren Umfang ein als die eines Lösungsmittelanstriches, da das Aufspritzen des Heißbitumens mit automatisch bewegten Düsen erfolgt. Das geschmolzene Bitumen wird in induktiv erhitzten Metallschlauchleitungen zur Verarbeitungsstelle geführt. Als Förderungsmittel wird der Druck eines Stickstoffpolsters verwendet. Der Stickstoff wird aus Stahlflaschen in den Heizkessel, der außerhalb der Rohrleitungen installiert ist, geleitet.

Die Spachtelung von Heißbitumen hat sich sehr gut bewährt, ist aber gegenüber dem Spritzverfahren insofern etwas umständlicher, als sie manuell ausgeführt werden muß und wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Bei Druckrohrleitungen, versehen mit einem Heißbitumenanstrich, sollte die Entleerung im Hochsommer nach Möglichkeit vermieden werden. Die hierdurch auftretenden hohen Temperaturen der Rohrleitungen — bis ca. 60° C — haben unter Umständen eine Verlagerung des Bitumens zur Folge; deshalb auch die Verwendung von verhältnismäßig hochschmelzendem Bitumen für den Schutzanstrich.

Entscheidend für die Haltbarkeit des Innenanstriches einer Druckrohrleitung sind außerdem:

Die Zusammensetzung des Wassers, P_H -Wert, aggressive CO_2 ,

die mechanische Verunreinigung des Wassers, die unter Umständen eine Schleifwirkung am unteren Teil der Rohrleitung ausübt, die Fließgeschwindigkeit und der Druck des Wassers

und nicht zuletzt die Fließrichtung des Wassers, wenn sie sich beim Pumpbetrieb periodisch ändert.

Außerdem wird beim Pumpbetrieb das Wasser gestoßen; — es liegt also eine zusätzliche mechanische Beanspruchung vor.

Grundsätzlich ist über das Streichen und Spritzen von Farben zu sagen: Grundanstriche dürfen nicht gespritzt, sondern müssen gestrichen werden. Es lassen sich zwar sowohl mit einem Spritzanstrich als auch mit einem Handanstrich gleich dicke Schichtstärken erreichen, aber in ihrer Struktur in aufgetrocknetem Zustand unterscheiden sie sich grundsätzlich.

Der Grundanstrich soll mit einem kurzen Ringpinsel in die Poren des Eisens eingerieben werden. Geringe Mengen Staub und Feuchtigkeit, die sich meistens auf der Eisenoberfläche befinden, werden so mit dem Farbpigment vermischt. Beim Spritzen der Farbe werden dagegen die Farbpartikelchen auf die Oberfläche des Eisens geschlagen und überdecken so lediglich Staub und Feuchtigkeit. Äußerlich betrachtet deckt die Farbe einwandfrei, jedoch fehlt die Verankerung mit dem Eisengrund, was mikroskopisch nachweisbar ist. Auch Weißelbürsten, mit denen die Farben nur aufgeklatst werden, sind zur Verarbeitung unzureichend.

Grundsätzlich sollen Grundanstriche und erster Deckanstrich mit kurzen Ringpinseln aufgetragen werden.

Über die Zusammensetzung der Farben eines zweckmäßigen Anstrichaufbaues und über die richtige Vorbehandlung des Eisens — sei es durch Sandstrahlentrostung oder Flammstrahlung — gibt es sehr gute Vorschriften, z. B. die der Deutschen Bundesbahn oder die neuen DIN-Vorschriften.

Walzzunder

Nur zu einer noch umstrittenen Frage wird Stellung genommen.

Soll Zunder bzw. Walzhaut entfernt werden oder nicht?

Durch den Walzzunder kann eine galvanische Korrosion verursacht werden, denn die Walzhaut, sie ist nichts anderes wie eine Oxydhaut, wirkt als Kathode, wenn sie beschädigt ist und die Anode, das blanke Eisen, in Erscheinung treten kann. Schon allein durch die Verarbeitung des Eisens, wie Schweißen und Nieten, kann die Walzhaut verletzt und so Anode und Kathode wirksam werden.

Besteht die Möglichkeit, das Eisen mit Sandstrahlgebläse zu reinigen und zu entrostern, sollte sie wahrgenommen werden; denn dieses Verfahren bietet immer die besten Voraussetzungen für eine einwandfreie Beschaffenheit des Untergrundes. Zunder oder Walzhaut kann verschieden dick auf dem Eisen haften. Im Durchschnitt ist die Dicke 2 bis 6 μ .

Ausgesprochen dicke Oxydhäute sind jedoch 50 bis 80 μ stark. Diese lösen sich vom Eisen und verhindern die Haftfähigkeit des Anstriches und müssen deshalb unbedingt ent-

fernt werden. Dagegen sind die dünnen Walzhäute im allgemeinen nicht gefährlich für die Haltbarkeit des Anstriches, wenn sie nicht rissig und mit dem Eisen fest verankert sind. Zunder und Walzhäute mit Schichtstärken über 8 μ sollten immer entfernt werden.

Viel besprochen und beschrieben wird heute der „Wash-Primer“. Nicht immer ganz klar ist, warum und wie Wash-Primer angewendet wird, da es doch Farben gibt, die auch ohne Wash-Primer über 15 Jahre halten.

Die Hauptbestandteile des Wash-Primer sind: ein Vinylpolymerisat, ein bestimmtes, für diesen Zweck entwickeltes Zinkchromat, dessen Beschaffenheit für die Funktion des Wash-Primer besonders wichtig ist, und Phosphorsäure. An der Reaktion nehmen nach der heutigen Ansicht auch die als Lösungsmittel verwendeten Alkohole und das in bestimmten geringen Mengen vorhandene Wasser teil. Ausgelöst wird die Reaktion durch die Phosphorsäure, und das ist auch der Grund, warum Wash-Primer in zwei Teilen geliefert wird. Die phosphathaltige Komponente, häufig als Härter bezeichnet, leitet die Reaktion bereits in der flüssigen Phase ein.

Wash-Primer soll nur für „metallisch reines“ Eisen verwendet werden, d. h. das Eisen muß mit Sandstrahlgebläse behandelt sein. Wash-Primer darf niemals auf Farbreste oder auf oxydiertes Eisen, also Eisen mit Walzhaut, aufgetragen werden.

Grundsätzlich verträgt der hauchdünne Wash-Primer-Anstrich keine Witterungseinflüsse. Spätestens nach ein bis zwei Tagen muß der erste Grundanstrich folgen. Ob sich Wash-Primer in größeren Zeiträumen bewahren wird, muß abgewartet werden, da heute noch keine jahrzehntelangen Erfahrungen bestehen können.

Grundsätzliches über Rostschutzanstriche

Es ist nicht einfach, einen langlebigen einwandfreien Rostschutzanstrich zu erhalten, da die Faktoren, die letzten Endes die Haltbarkeit bestimmen, sehr vielseitig und zum Teil auch unbekannt sind.

Grundsätzlich ist folgendes zu beachten:

1. Sorgfältige Reinigung und Entrostung des Eisens.
2. Verwendung von bewährten Farben, die nur von zuverlässigen Farbenfirmen geliefert werden können, und die richtige Auswahl der Farben für den betreffenden Zweck.
3. Die Konsistenz der Farben muß auf die Temperaturverhältnisse abgestimmt sein.
4. Verarbeitung der Farben nur durch Fachkräfte bzw. Anlernlinge, die unter Fachkraftaufsicht stehen.
5. Verarbeitung der Farben bei trockenem Wetter. Bei Temperaturen unter 8° C soll

nicht gestrichen werden. Ebenso nicht an heißen Sommertagen, an denen Temperaturen des zu streichenden Eisens von über 60° C auftreten.

6. Richtige Zeiteinteilung bei der Verarbeitung der Farben.

Mehr kann für einen einwandfreien Anstrich nicht getan werden. Schädliche Einflüsse, wie korrosionsfördernde Beschaffenheit und Zusammensetzung des Eisens, Aggressivität der Atmosphäre oder vagabundierende Ströme sind nicht immer auszuschalten, weil sie oft unbekannt sind.

Die Haltbarkeit der Farben ist nicht zuletzt von der Beanspruchung und Eigenart des Eisens abhängig. Eisen, das unter Zug oder Druck steht, rostet wesentlich stärker als Eisen ohne innere Spannungen. Diese Beobachtung kann immer bei eisernen Gittermasten gemacht werden, die mit den schwachen Profilen, bei großer Oberfläche genietet und geschraubt,

unter hohem Druck und Zug stehen. Schon die verhältnismäßig vielen Schnittflächen der Verbindungsstücke ergeben im Eisen zusätzliche innere Spannungen, die einen Lokalstrom zugunsten des rascheren Rostens bilden.

Im Gegensatz hierzu stehen u. a. Brückenkonstruktionen, die im Verhältnis zu ihrem Gewicht eine wesentlich kleinere Metalloberfläche aufweisen. Eisenbahnschienen, normalerweise ohne Nietstellen, ohne Dauerdruckbeanspruchung, ohne angeflanschte Streben, ohne Fremdmetalverbindungen, rosten aus den erwähnten Gründen verhältnismäßig wenig, obwohl diese nicht einmal einen Schutzanstrich haben.

Für die Industrie ist die sorgfältige Beachtung aller Möglichkeiten eines wirksamen Rostschutzes von größter Bedeutung.

Die Überprüfung der Farben und die Überprüfung der zweckmäßigsten Verarbeitung ist unerlässlich und von großem Nutzen.

Erprobung einer Niet-Schweißverbindung

Von Dipl.-Ing. Herbert Wieser, Graz

Eine sonst nicht übliche kombinierte Niet-Schweißverbindung, bei der der Schweißnaht hauptsächlich dichtende Funktion, der Nietgruppe aber die tragende zugeordnet ist, wird in der Zerreißmaschine mit einer 2,7fachen Betriebslast beansprucht. Es zeigt sich, daß diese Verbindung die an sie gestellte Forderung erfüllt, nämlich, daß bei richtiger Ausführung ein Riß in der Schweißnaht und damit ein Entfall ihrer Dichtungsfunktion nicht zu befürchten ist. Außerdem wurde bei der gewählten Ausführung ein weitgehend gleichmäßiges Tragen aller Elemente festgestellt.

Versuchszweck:

Für die Längsnähte eines großen, gedrehten Rohrstückes war es notwendig, als Montageverbindung eine Niet-Schweißverbindung vorzusehen (siehe Skizze des Probestabes). Da ein vollständiges Stumpf-Durchschweißen des starken Bleches zu große Verformungen an den gedrehten Zylinderflächen erwarten ließ, wurde zur Übertragung der Kräfte eine Nietverbindung gewählt. Um jedoch die Dichtigkeit an den Blechkanten der Überlappungsstöße sicherzustellen, sollte dort eine Schweißnaht angeordnet werden. Diese Überlegungen führten zu einer Niet-Schweißverbindung mit etwa gleich großen Querschnitten von Nietschaft, Schweißnaht und Blech-Restfläche.

In einer derartigen Verbindung lassen sich die tragenden und dichtenden Funktionen selbstverständlich nicht trennen. Im Gegenteil, es darf erwartet werden, daß die Schweißnaht vor den Nieten voll zum Tragen kommt, wäh-

rend die Nieten erst nach einer gewissen Verformung der Schweißnaht voll mittragen werden. Wenn auch ohne Zweifel eine derartige Verbindung mehr Belastung aufnehmen kann als die Nietgruppe bzw. Schweißnaht allein, so bleibt doch folgende, wesentliche Frage offen:

„Kann sich die Schweißnaht bis zum vollen Mittragen der Nieten rißfrei dehnen, bzw. ist genügend Sicherheit dafür vorhanden, daß die Schweißnaht bei Maximallast rißfrei und damit dicht bleibt?“

Versuchsgrundlagen:

Da eine Erprobung in Naturgröße nicht möglich war, wurden möglichst große Probestäbe angefertigt, wobei die maßgebenden Längen und Flächen maßstäblich verkleinert wurden.

Nach Skizze ergeben sich folgende Dimensionen:

Nietenquerschnitt	15,7 cm ²
Blech-Restquerschnitt	15,2 cm ²
Schweißnahtquerschnitt	15,0 cm ²

Die Lochleibungsflächen sind nicht maßgebend.

Entsprechend der Großausführung ist die aufzunehmende Maximallast für den Probestab eine reine Zugkraft von

$$P = 20\,000 \text{ kg.}$$

Diese Last ergibt für die Nietnaht allein folgende Spannungen:

$$\begin{aligned} \text{im Nietenquerschnitt: } \tau &= 1275 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{im Blech-Restquerschnitt: } \sigma &= 1315 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

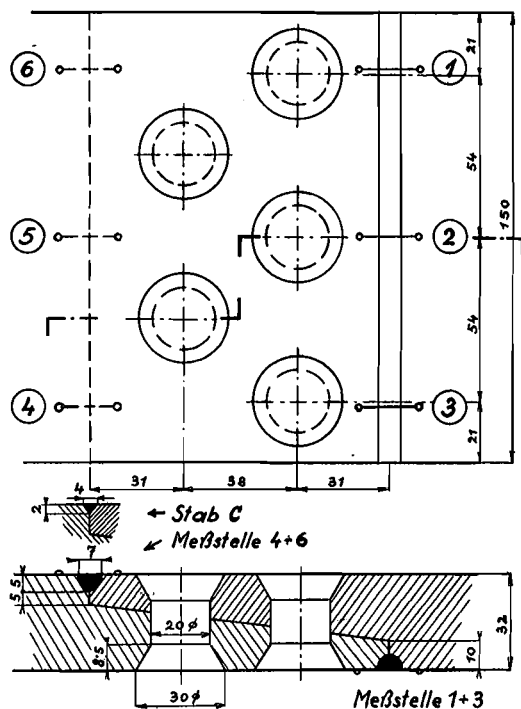
Für den Fall, daß nur die Schweißnaht trägt, ergeben sich:

im Schweißnahtquerschnitt: $\sigma = 1330 \text{ kg/cm}^2$
 im Blech-Restquerschnitt: $\sigma = 660 \text{ kg/cm}^2$

Versuchsdurchführung:

Es wurden drei Probestäbe angefertigt:

- Stab A zuerst genietet, dann geschweißt,
- Stab B zuerst geschweißt, dann genietet,
- Stab C zuerst geschweißt, jedoch mit verkleinerter Schweißnaht.



Material: Blech St 37 T
 Nieten St 34 N
 Elektroden Fox SPE

Bild 1: Skizze der Probestäbe

Fig. 1: Sketch of test specimen

Die Schweißnahtvorbereitung erfolgte nach Skizze (Stäbe A und B ein 5 mm tiefes U, Stab C ein 2 mm tiefes V); geschweißt wurde in einer Lage, und zwar die Stäbe A und B mit einer 4 mm Elektrode, der Stab C mit einer solchen von 3,25 mm.

Der Stab C war vorgesehen zur Kontrolle darüber, ob auch bei einer auf einer Baustelle mangelhaft durchgeschweißten Naht (zu kleiner Querschnitt) ein Dichthalten derselben gewährleistet bleibt.

Diese Probestäbe wurden in eine Zerreißmaschine eingespannt und bis auf 55 t Zug unter Beobachtung der Schweißnähte beansprucht. Dieser Wert ist etwa das 2,7fache der maximalen Betriebslast, steht somit zu dieser

im gleichen Verhältnis wie die Bruchbeanspruchung von St 37 zur zulässigen Spannung. ($3700 : 1400 = 2,7$.)

Die gewählte Niet-Schweißverbindung hielt bei allen Stäben diesem Zug von 55 t ohne merkbare Dehnungen und ohne Riß in den Schweißnähten stand.

Die gestellte Frage war damit eindeutig positiv beantwortet.

Um jedoch einen Aufschluß über die Verformungen und damit über die Beanspruchungen der Schweißnähte zu erhalten, wurden die Probestücke nochmals belastet, wobei die Längungen von sechs Meßstrecken ermittelt wurden. Diese Meßstrecken von 20 mm Länge waren gemäß Skizze quer über die Schweißnähte gelegt worden. Die Messung erfolgte mit Hilfe eines Huggenberger Tensotastes (Setzdehnungsmesser), Ablesung in $\frac{1}{1000}$ mm. Eine derartige Messung konnte naturgemäß keine direkten Aussagen mehr darüber liefern, ob die Schweißnähte bei ihrer ersten Belastung über ihre Fließgrenze beansprucht worden waren. Er ließ sich jedoch eine Aussage über ihr Verhalten im Betrieb und ein Vergleich ihrer Beanspruchungen bei den einzelnen Probestäben erwarten.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in der folgenden Tabelle und in den folgenden Diagrammen festgehalten.

Der Vergleich der Diagramme zeigt zwischen dem Stab A und den Stäben B und C einen auffallenden Unterschied:

Die beiden vor dem Nieten geschweißten Stäbe B und C ergeben grundsätzliche Übereinstimmung der Diagramme, die Absolutgrößen der Verformungen sind bei Stab C entsprechend dem kleineren Schweißnahtquerschnitt größer.

Der nach dem Nieten geschweißte Stab A hingegen ergab ein Diagramm, das ein auffallend ungleichmäßiges Tragen der beiden Schweißnähte zeigt.

Bei allen Stäben kommen die Meßstellen auf der Naht 2 hinter den zwei Nieten etwas mehr zum Tragen als die Meßstellen auf der Naht 1 hinter den drei Nieten. Es kann jedoch eine Ungleichheit von der Größe, wie sie beim Stab A aufgetreten ist, nicht mehr durch die Anordnung allein bedingt sein. Ihre Begründung muß in der Reihenfolge der Anarbeitung gesucht werden.

Es fällt weiters auf, daß der Stab A die größten bleibenden Längenänderungen aufweist, obwohl bei 55-t-Belastung die größten Längungen im Stab C auftreten.

Schlusfolgerungen:

Die Verformbarkeit der Schweißnähte ist in allen Fällen groß genug, daß mit mindestens 2,7facher Sicherheit ein Dichthalten gewährleistet bleibt.

Messstelle	1			2			3			4			5			6		
Stab	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
P = 0 t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	5	-2	0	5	0	0		7	2	5	3	1	5	0		6
20	-2	2	8	0	0	8	-1	0		8	3	11	6	3	8	8		8
30	-1	3	10	-1	4	9	-2	2		13	4	12	12	4	12	10		14
40	1	6	11	2	2	12	0	4		14	5	18	15	5	15	15		17
50	3	4	14	4	6	17	2	6		19	8	23	19	9	21	21		21
55	5	8	16	5	8	22	3	8		24	9	29	20	11	25	21		26
5	1	2	2	-1	1	9	-1	1		8	3	9	5	4	5	10		2

(Längenänderungen in 1/1000 mm) (Messstelle 3 auf Stab C und Messstelle 6 auf Stab B sind ausgefallen)

Die günstigere Ausführung ist die der Stäbe B und C (zuerst geschweißt und dann genietet).

Die Dimensionierung des Stabes B (zuerst geschweißt, etwa gleich große tragende Flächen) ist hinsichtlich Festigkeit und Dichthalten den anderen vorzuziehen.

Nachtrag:

Um bei einem Stab einen Bruch der Schweißnaht zu erreichen, wurde beim Stab C die Naht 1 (hinter den drei Niete) ausgekreuzt und dieser Stab dann nochmals in der Zerreißmaschine beansprucht. Die gemessenen Längen sind in 1/1000 mm:

	Messstelle 1	2	3
P = 10 t	7	5	3
20	17	11	9
30	40	26	17
40	136	—	62

Bei 50 t Belastung erfolgte der Bruch in Nahtmitte als Verformungsbruch.

Dieses Ergebnis bestätigt die Verformbarkeit der Schweißnähte, die so groß ist, daß erst bei einem Vielfachen der maximalen Betriebslast mit einem Reißen der Nähte gerechnet werden muß.

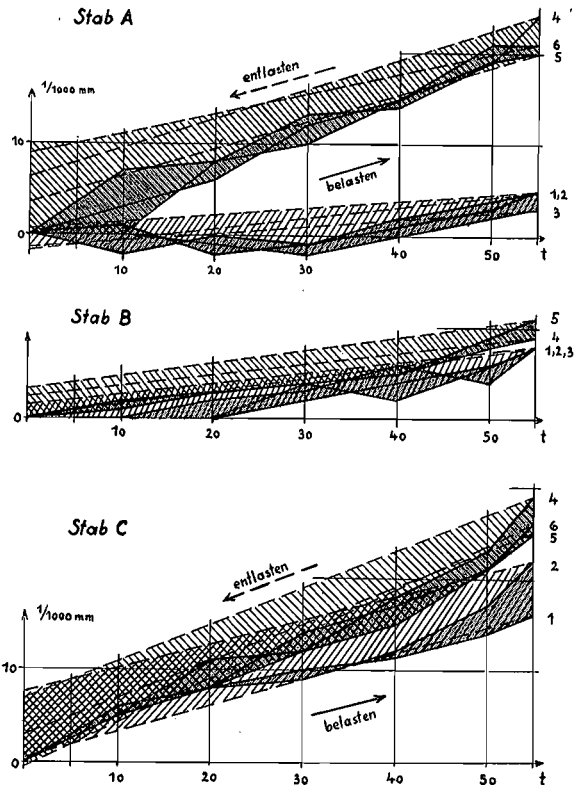


Bild 2: Diagramme der Versuche
Fig. 2: Test-diagram

Extracts

Steel-Buildings and modern sheet metal wall-elements in USA

Extract of a lecture held before the "Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein" on October 28th 1958 about

by Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Krapfenbauer, Wien Page 1

The author gives a comprehensive view of modern multi-storied buildings in USA, referring in this connection to an educational trip he made to that country.

For steel skeleton constructions, enclosing of space is generally achieved by prefabricated wall lining- and floor elements. Applying prefabricated sections greatly influence the building progress, for instance installation can be carried out quicker, the light weight of the wall panels offers savings in cost in the steel skeleton and foundation, it simplifies and speeds up the erection work and moreover this type of dry

construction paves the way for building activities in winter time.

Since all installations and problems involving air conditioning have some bearing on the building elements to be used, the close cooperation between architects, consulting engineers, and mechanical engineers in USA has proved to be of great advantage.

"Curtain walls" of enameled steel sheets weigh ca. 28 — 30 kg per m² as compared to 300 — 700 kg/m² for conventional brick-wall construction. Its resistance to bad weather condition has extensively been tested,

regardless whether enameled sheets, eloxidized aluminum, glass or stainless steel were taken, and the time required for erection is considerably reduced compared to that required for brick wall construction. The thermal insulation material simultaneously serves for sound insulation.

In USA the building fire code primarily refers to the steel skeleton but, inflammable wall panels are not permitted to be used.

As a typical example of the floor construction to be used in steel skeleton buildings, particularly "O- and M floors" are mentioned, the supporting parts of which are of trapezoidally folded sheets jointed to cellular beams.

Pictures of the skyline of New York, Chicago and Pittsburgh give a good example how a city may look by using steel skeleton construction for multi-storied buildings.

Highway Dowel Steel

Steel for dowels for concrete road slab joints on highways and throughways

by Dr. mont. H. L a i z n e r, Donawitz Page 15

Concrete roadways are sub-divided into slab sections, which for instance on Austrian highways have a length of 10 meters and a width of 3,75 m, by which crack formation, caused by shrinkage of concrete and or longitudinal changes due to change in temperature should be prevented. The individual road slabs have to be secured one with another against transversal- and elongation displacement. Primarily a sudden sinking of single slabs under traffic load must be avoided. To meet this exigency the road slab joints are aligned by steel dowels at the transversal joints in such a way, which will effectively prevent any local displacement, whereby the dilatation capacity is not impaired.

At most unfavourable condition the dowels will take up the full traffic load, whereby they are subjected to statical and dynamic bend-and shear stresses, which therefore requires a careful selection of the proper steel quality to be used.

For highways in West-Germany the application of steel quality St 37 (DIN St 37,12) has proved to be very suitable, and in USA comparatively hard steel of ca. 70—90 kg/mm² strength (axle steel, rail steel)

is used successfully. Looking for a way, how high-grade steel with more than 50 kg/mm² strength (rounds 0/II) produced from special heats in Austrian Steel Plants, can be utilized economically, tests were carried out (Technische Versuchs- und Forschungsanstalt der Technischen Hochschule Graz) in order to determine its suitability for highways in Austria.

For this purpose 3 steel grades of rounds 26 mm diameter taken from 7 different heats, were subjected to tests, i. e. St 37, rail grade and rounds 0/II as "highway dowel steel" with limited strength values of 50—85 kg/mm².

From the results obtained it can be stated, that "Highway Dowel Steel" can be listed within the quality range of steel "St 37" approved on a wide basis and "Rail grade", so that now according to the admission by the Ministry of Commerce and Reconstruction, highway-dowel-steel be used besides St 37 for joint assemblies on concrete roads for highways and throughways. Dowel steel has already been used on considerable distances of such roadways and the experiences gained sofar are entirely satisfactory.

Cause of corrosion and stability of preserving agents for outdoor steel construction and hydraulic steel structures

by O. H u t z e l, Karlsruhe Page 23

The author deals first with the nature of corrosion on metals and points out possibilities to determine the extent of corrosion by measure. He then enumerates the essential causes responsible for corrosion, dividing them into those caused by outside influence and such, which are inherent in the metal itself.

It is furthermore stated that corrosion takes place in two stages i. e. in form of oxydation by the oxygen of the air, and by electro-chemical process, if there are anodic-and cathodic ranges on the metal surface.

Then the author describes in detail the oxydizing process of the different groups by distinguishes thereby oxygen oxydation, corrosion by tension, cavitation, ground corrosion, electro-chemical and biological influences. In addition the way of application

of metals and the temperatures as to their influence on corrosion is also examined.

In the following details are given as to anti-corrosion material and different ways are pointed out, which are instrumental to retard corrosion on metals or even could avoid corrosion. As most important measures for anti-corrosion protective coating, cold galvanizing, treatment of mill scale as well as the preservation of penstocks are dealt with in detail, and experiences and knowledge gained sofar, are being evaluated.

In closing the author briefly compiles as fundamentals for rust protection the most essential points, which must be observed when applying an effective protective coat, as the factors which finally determine stability, are many sided and partially even unknown.

Test carried out on a Rivet-Weld-Joint

by Dipl.-Ing. H. W i e s e r, Graz Page 31

The article deals with longitudinal welds of a large, machined pipe piece, for which it was necessary to apply as an assembly connection a rivet-weld-joint. In order to avoid undue deformation on the machined

cylinder faces arising from a fully penetrating butt-weld of the heavy plate, a rivet joint was to be chosen for transmitting forces, and to insure tightness at the plate edges of overlapping joints, a welding seam was

to be provided for. This consideration lead to a rivet-weld-joint with about equally large cross sections of the rivet shank, weld and the rest face of the plate.

With such a joint it is to be expected that the welding seam will be supporting fully before the rivets while the rivets will assist to support only after a small deformation of the welding seam took place. This will raise the following question: Can the weld expand free of cracks till the stresses are also taking over by the rivets, and is enough safety given that the weld stays free of crack and thereby remains tight under maximum stress?

For clarifying these questions, tests were made with test specimens of smaller size according to scale under corresponding load condition. The results revealed, that the selected rivet-weld-joint has met all test loads without notable elongation and without cracks in the weld, and it appears, that this type of joint seems to be fully suitable for the purpose, for which it is intended for.

Forming properties of the welds were in all cases large enough, so that with at least a safety factor of 2,7, tightness was guaranteed. For most favourable execution it is recommended to first carry out welding and then follow with riveting.

Mitteilungen des Österreichischen Stahlbauverbandes

Buchbesprechung:

Bürgermeister G. und Steup H.: Stabilitätstheorie. Mit Erläuterungen zu DIN 4114. Teil I: Stabilitätsproblem, Spannungsproblem, Verzweigungslasten, Traglasten, Gleichgewichtsmethode, Energetische Methode, Biegedrillknickung, Kippung, Näherungsmethoden. 407 Seiten, 306 Bilder, Akademie-Verlag, Berlin, 1957; gr. 8°, Gln., DM 35,50.

Es gehört heute zu den schwierigsten pädagogischen Aufgaben, das für den Entwurf und die Berechnung moderner Stahlkonstruktionen so wichtige Gebiet der Stabilitätsprobleme in Form eines praktisch brauchbaren Lehrbuches erschöpfend zu behandeln, ohne der Verlockung zu verfallen, lediglich ein hochinteressantes Buch über ausgewählte Kapitel angewandter Mathematik und Mechanik zu schreiben. Wenn nun in einem praktisch brauchbaren Lehrbuch noch Platz für ein gründliches Eingehen auf bestehende Normen in Form klarer Erläuterungen derart gefunden werden kann, daß diese Normen über die Ebene von Gebrauchsanweisungen hinausgehoben werden, so muß das gelungene Ergebnis als ganz besonders wertvoll bezeichnet werden.

Prof. Dr. Bürgermeister der Technischen Hochschule Dresden legt unter Mitwirkung seines Oberassistenten Dipl. Ing. Steup den Hörern der Technischen Hochschulen und vor allem aber den Ingenieuren der Stahlbaupraxis den I. Teil seines Lehrbuches über Stabilitätstheorie als neueste der bisherigen Lösungen der obgenannten Aufgabe vor. Der angekündigte II. Teil, welcher die Stabilität von Stabsystemen und Flächentragwerken behandeln soll, wird für die Vollständigkeit des Werkes sorgen.

Die dem I. Teil angefügten Berechnungsbeispiele machen die Notwendigkeit der eingehenden Beschäftigung mit den theoretischen Kapiteln klar und lassen die damit verbundene Erarbeitung ihres wissenschaftlichen Inhaltes sinnvoll werden.

Wesentlich ist der Hinweis der Verfasser im Vorwort, daß für die Behandlung der DIN 4114 die Unterlagen zum seinerzeitigen Normblattentwurf DIN E 4114 durch Herrn Prof. Dr. techn. habil. Dr. Ing. e. h. Ernst Chwalla zur Verfügung gestellt werden konnten. Dadurch ist der Wert der Erläuterungen besonders unterstrichen. Da die österreichische Knicknorm von der deutschen nur wenig und keineswegs grundsätzlich abweicht, ist die Bedeutung der Erläuterungen auch für österreichische Verhältnisse gegeben.

Des Interesses wegen soll der Inhalt des vorliegenden I. Teiles wie folgt zusammengefaßt werden:

Nach einer Einführung, die sich mit der Stellung des Stabilitätsnachweises im Rahmen der baustatischen Untersuchungen befaßt, wird eine eingehende Gegenüberstellung von Stabilitäts- und Spannungsproblemen gebracht.

Die Hauptabschnitte umfassen nachstehende Gebiete: Lösung von Stabilitätsproblemen nach der Gleichgewichtsmethode; Lösung von Stabilitätsproblemen nach der energetischen Methode; Näherungsmethoden zur Berechnung von Verzweigungslasten; Mehrteilige Druckstäbe; Biegedrillknickung und Kippung; Berechnungsbeispiele; Anhang: Grundprinzipien der Variationsrechnung.

Jedem Hauptabschnitt ist ein umfassender Literaturhinweis angefügt. Diese Hinweise lassen mit Rücksicht auf ihre Vielzahl, wie sie eben durch die Vollständigkeit gegeben ist, nur den Wunsch nach einer Führung durch dieses überaus reiche Land offen. Weiß.

Stahlbau-Seminar in Krieglach vom 6. bis 10. Oktober 1958

Vom Bundesministerium für Unterricht wurde im Zusammenwirken mit dem Österreichischen Stahlbauverband vom 6. bis 10. Oktober 1958 in Krieglach ein Stahlbau-Seminar abgehalten.

In sieben Vorträgen wurden verschiedene Sparten des Stahlbaues von Vertretern der Stahlbauindustrie behandelt und mit den Teilnehmern, die sich aus allen österreichischen Bundesgewerbeschulen zusammensetzten, seminaristisch bearbeitet.

Landesschulinspektor Dipl.-Ing. Penninger, welcher die Tagung leitete, befaßte sich in seiner Eröffnungsansprache mit pädagogischen Fragen, wie Absteckung des Lehrziels, Gestaltung des Lehrplanes im Sinne einer zweckentsprechenden und methodisch ausgerichteten Führung des Unterrichtes.

Den ersten Vortrag hielt Dipl.-Ing. H. Weiß (VOEST) über das Thema „Was erwartet den Absolventen der Bundesgewerbeschule in der Praxis und was erwartet von ihm der praktische Stahlbau?“ Er gab einen Überblick über die organisatorische Gliederung des Fertigungsprozesses sowie der damit verbundenen technischen und kaufmännischen Abteilungen und die Einsatzmöglichkeiten der Absolventen der Bundesgewerbeschulen in einem Stahlbauindustrie-Betrieb.

In einem weiteren Vortrag sprach Dipl.-Ing. H. Weiß über „Die Anforderungen an den Schweißkonstrukteur“. Im Mittelpunkt dieser Ausführungen stand die Stellung der Schweißung im Stahlbau und die Vorschulung des Schweißkonstruktors. Er unterstrich hier besonders die Notwendigkeit der Zusammenarbeit von Industrie und technischen Mittelschulen auf diesem Gebiet.

Über „Stahl im Hoch- und Industriebau“ sprach Doz. Dr.-Ing. F. Cichocki (Waagner-Biró A. G.). Er behandelte die Vorteile und die Probleme der Stahlbauweise sowie die Frage des Einflusses des Konstrukteurs auf den Wert und die Dauer der Stahlkonstruktion.

Die weiteren Vorträge befaßten sich mit dem „Stahlwasserbau“, „Kranbau“ und „Stahlbau in der Fördertechnik“.

Über den „Stahlwasserbau“ sprach Dr.-Ing. R. Heckel (Waagner-Biró A. G.). Er verwies auf die universellen Aufgaben des Stahlwasserbaues und auf die großen Möglichkeiten für die Exportindustrie, die sich besonders auf diesem Gebiet ergeben.

Dipl.-Ing. G. Siegmund (Simmering-Graz-Pauker A. G.) behandelte das Thema „Kranbau“ und gab eine umfassende Übersicht über den derzeitigen Stand der Stahlbautechnik auf diesem Spezialgebiet.

Dipl.-Ing. S. Monsberger (Wertheim) hielt einen Vortrag über „Stahlbau in der Fördertechnik“. Er gab hierbei eine anschauliche Systematik der Förderwerke und Förderanlagen.

Die Vortragsreihe wurde beendet durch ein Referat von Dr.-Ing. Ziv.-Ing. R. Krapfenbauer (Bundesgewerbeschule Mödling) über „Stahlbauten auf der Brüsseler

Weltausstellung“. An Hand einer großen Anzahl von Lichtbildern zeigte der Vortragende, in welcher Form die einzelnen Staaten sich der Stahlbauweise bedienten und deren vielfältige Möglichkeiten, der Eigenart des jeweiligen Staates entsprechend, abwandelten.

Anschließend an jeden einzelnen Vortrag wurde eine Diskussion abgehalten, an der sich alle Teilnehmer mit großem Interesse beteiligten und die eine Reihe wertvoller Anregungen und Impulse für ihre Lehrtätigkeit auf den gewerblichen Mittelschulen vermittelte.

Die Leitung der Diskussionen lag in den Händen von Dr.-Ing. Ziv.-Ing. R. Krapfenbauer.

Das Stahlbau-Seminar, welches nach übereinstimmender Auffassung aller Beteiligten äußerst gelungen und anregend verlaufen ist, wurde abgeschlossen durch die Besichtigung der Werke Krieglach und Kindberg der Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft.

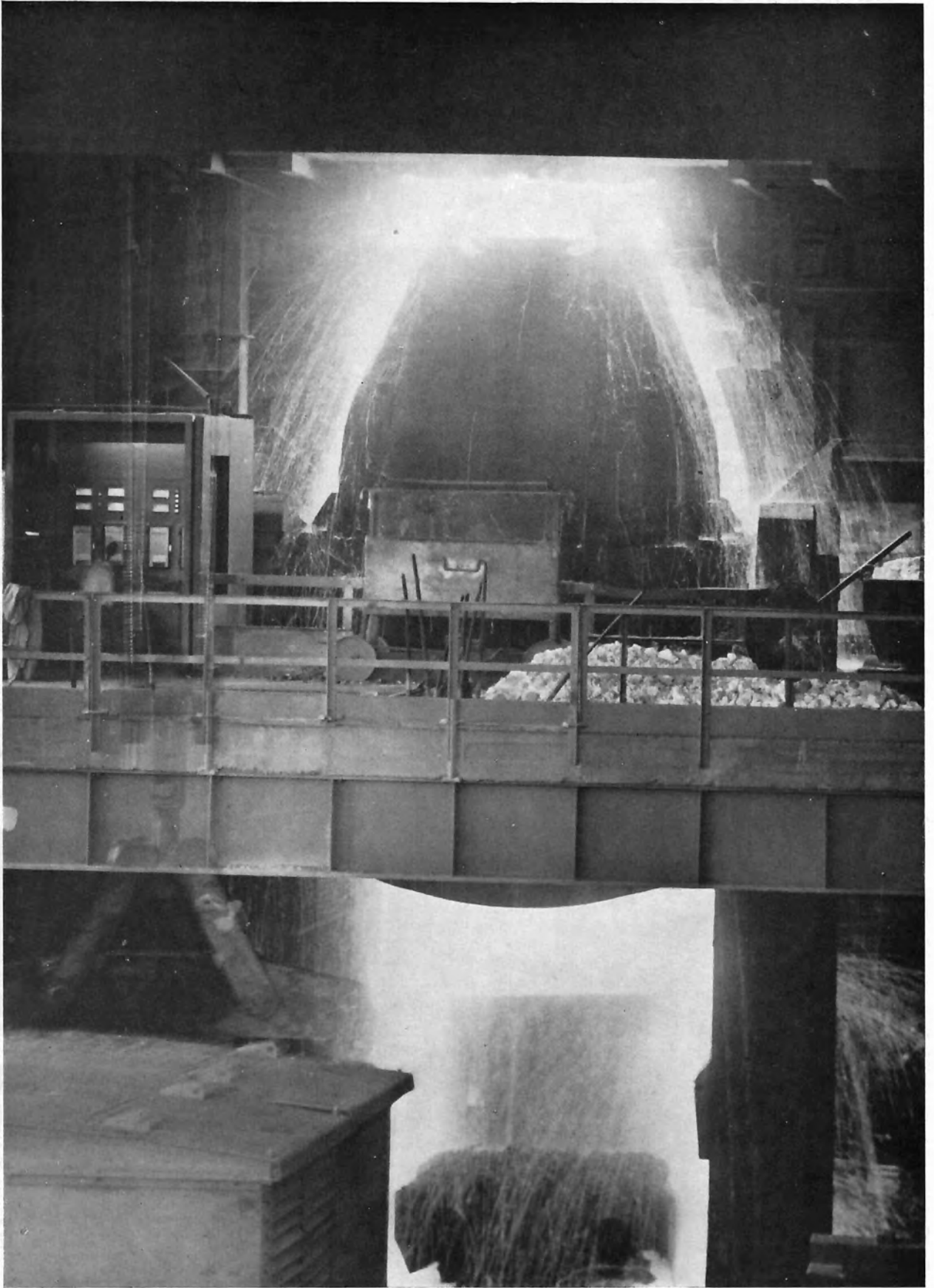
Merkblätter über sachgemäße Stahlverwendung

Im Österreichischen Stahlbauverband liegen folgende Merkblätter über sachgemäße Stahlverwendung, herausgegeben von der Beratungsstelle für Stahlverwendung in Düsseldorf, auf, in denen verschiedene Anwendungsgebiete des Werkstoffes Stahl, mit anschaulichem Bildmaterial illustriert, behandelt werden:

Stahlfenster aus warmgewalzten Profilen
Kugelbehälter aus Stahl
Bodenbelag aus Stahl
Rolltore aus Stahl
Kantenschutz aus Stahl
Schalungsträger aus Stahl
Ausstellungs- und Werbebauten aus Stahlrohr
Zerlegbare Tribünen aus Stahlrohr
Spielplatzgeräte aus Stahlrohr
Stegkettenförderer
Stahlgliederbänder
Stahlankerausbau
Stahlscheunen
Stahl-Türzargen
Camping-Geräte aus Stahl
Stütze und schütze Gartengewächse mit Stahl
Magazinierungsvorrichtungen aus Stahl
Neuzeitliche Einfriedung von Dauergrünland
Wildabwehr in der Forstwirtschaft
Stahlrollgitter
Wochenendhäuser aus Stahl
Blindschachtausbau aus Stahl
Stahltüren im Wohnungsbau
Stahl-Spundbohlen
Stahlküchen
Hochwertiges Heu durch Schwedenreuter
Stapelplatten, Behälter und Ladestelle aus Stahl
Haus- und Vorgarten-Einfriedung aus Stahl
Schüttelrutschen
Stählerne Wasserbehälter an massiven Schornsteinen
Das Stahlrohr in der Hausinstallation
Stahlmöbel in modernen Büros
Stahl-Gitterroste
Stahlblechschorne
Stahlrohr-Strahlungsheizungen
Stahlrohr-Lehrgerüste im Bauwesen
Wendelrutschen in Einheitsausführung und Schrägförderer
Hühnerhaltung in bäuerlichen Betrieben
Fortschrittliche Weinbergtechnik
Heizkörper aus Stahl
Erleichterte Hackarbeit in bäuerlichen Betrieben
Stahlrohrmöbel für Wohnung und Garten
Streckenabzweigungen unter Tage in Stahlausbau
Laströhre aus Stahl
Stahlfundamente für Turbomaschinen
Ladegeräte für Gesteinsbetriebe
Vorratsschutz im Landhaushalt
Vorrichtungen und Arbeitshilfen für Schweißarbeiten
Stegförderer für Kurztransporte
Stahlrohrmöbel für Wohnung und Garten
Fortschrittliche Milchgewinnung
Funktürme und Funkmaste aus Stahl
Luffilter aus Stahl
Vorratshaltung im Landhaushalt durch Einmachen

Stahlrohr-Fassadengerüste
Dachdeckung mit verzinkten Stahldachpfannen
Stahlverzug
Oberflächenbehandlung von Stahl durch Phosphatieren
Baudrehkrane aus Stahl
Autogenes Entspannen im Stahlbehälterbau
Stegförderer für Fließarbeiten
Neuzeitliche Stahlrohrbetten
Einrichtungen aus Stahl für Lehrwerkstätten
Beregnung
Arbeitsgeräte für den Garten
Trocknung und Lagerung von Druschgetreide
Mechanische Stegförderer für Hafenbetriebe
Pneumatische Stegförderer im Hafenbetrieb
Rundstahlketten im Bergbau
Verschleißschutz von Stahl durch Brennhärten
Stegförderer im Bauwesen
Lagerhäuser für Kartoffeln und Gemüse
Neuzeitliche Scheunen
Beregnung von Druckstäben und Stützen im Stahlbau nach DIN 4114
Neuere Hallen in Stahlkonstruktion
Behälterverkehr mit Stahlbehältern
Stahl-Leichtbau von Wasserkraftgeneratoren
Stahlrekuperatoren
Oberflächenschutz von Stahl durch metallische Zinküberzüge
Biege- und Prägetechnik bei der Verarbeitung von Feinblech
Oberflächenschutz von Stahl durch metallische Zinnüberzüge
Ordnungs- und Bürohilfsmittel aus Stahl
Fördergerüste aus Stahl
Die Autogene Schienenschweißung
Treppen aus Stahl
Schutzdächer und Wartehallen aus Stahl an den Haltestellen
öffentlicher Nahverkehrsmittel
Verbindung von Stahlblech durch Falzen
Stahlfalzbedachung von verzinkten Falzblechen
Räucher- und Aufbewahrungsschränke für den Bauernhof
Stahlgaragen für den Bauernhof
Flammstrahlen von Stahlbauwerken
Örtliche Warmformgebung von Stahl mit der Autogenflamme
Berechnung einer einschiffigen Halle
Metallspritzen auf Stahl
Stahleinrichtungen in Bibliotheken und Archiven
Beispielshäute
Dachrinnen und Regenrohre aus verzinktem Stahlblech
Wendeltreppen aus Stahl
Stahlfenster aus kaltgewalzten Profilen
Treibhäuser aus Stahl
Stahlheizkessel
Hydraulische und pneumatische Fördermittel für Beton und Zementmörtel
Geschweißte Verbindungen im Rohrleitungsbau
Neuzeitliche Stahlmöbel in Schulen
Beleuchtungsanlagen aus Stahl für Straßen und Plätze
Flachplastiken aus Stahl
Geschmiedete und geschlossene Gasthausschilder
Kaltfließpressen von Stahl
Parkhäuser in Stahlbauweise
Verzinkter Stahl im Blitzschutz
Einrichtung von Rinderställen

Obige Merkblätter werden auf Wunsch an Interessenten verschickt.



LD-vessel in operation

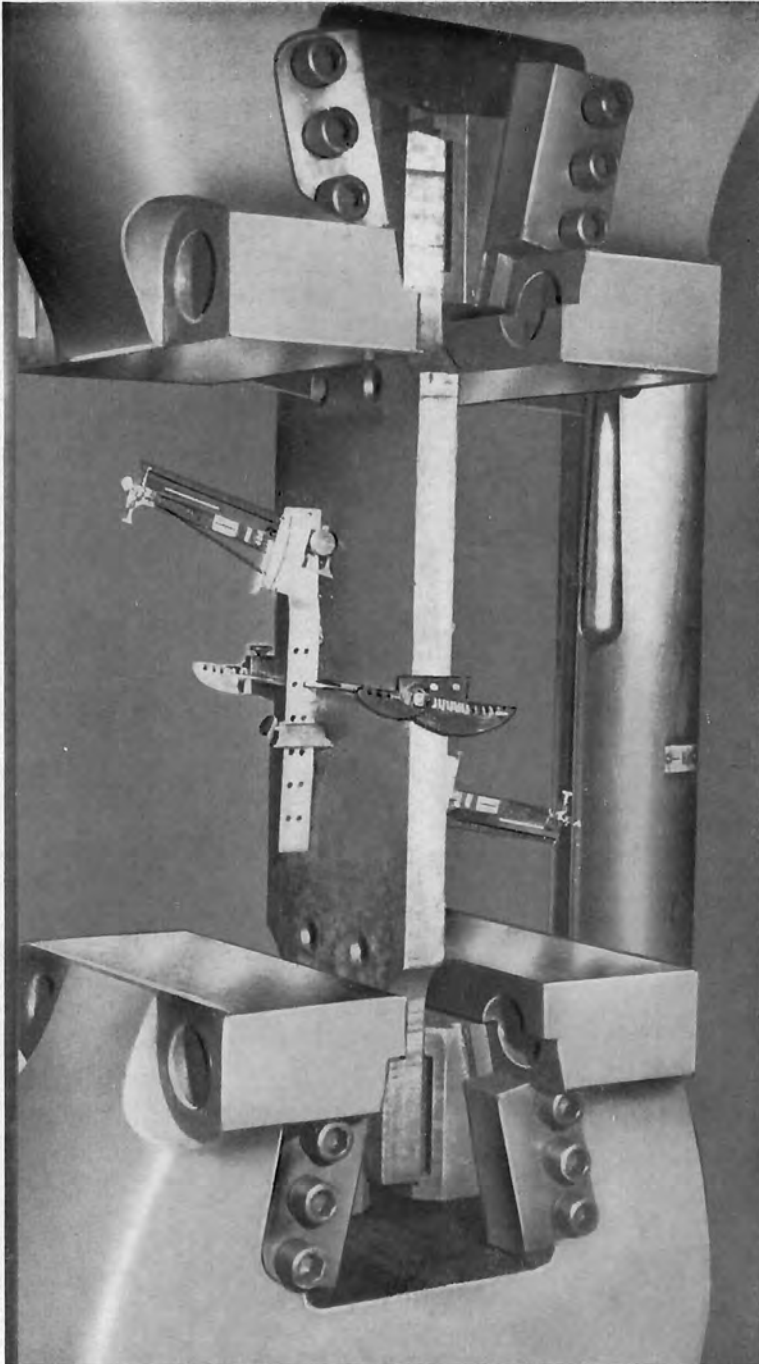
LD-Tiegel in Betrieb

W A A G N E R - B I R Ó

AKTIENGESELLSCHAFT

WIEN

GRAZ



Probestab in der
60 t-Zerreißmaschine
des Laboratoriums
im Werk Graz der
Wagner-Biró A. G.

(Siehe den in diesem Heft
enthaltenen Aufsatz:
„Erprobung einer Niet-Schweiß-
verbindung“)

ZENTRALE: WIEN V, MARGARETENSTRASSE 70

ALPINE-STAHL



OESTERREICHISCH · ALPINE MONTANGESELLSCHAFT

GENERALDIREKTION · KOMMERZIELLE DIREKTION
WIEN I, FRIEDRICHSTRASSE 4



WIENER BRÜCKENBAU UND EISENKONSTRUKTIONS- AKTIENGESELLSCHAFT

Zentralbüro: Wien X, Hardtmuthgasse 131-135

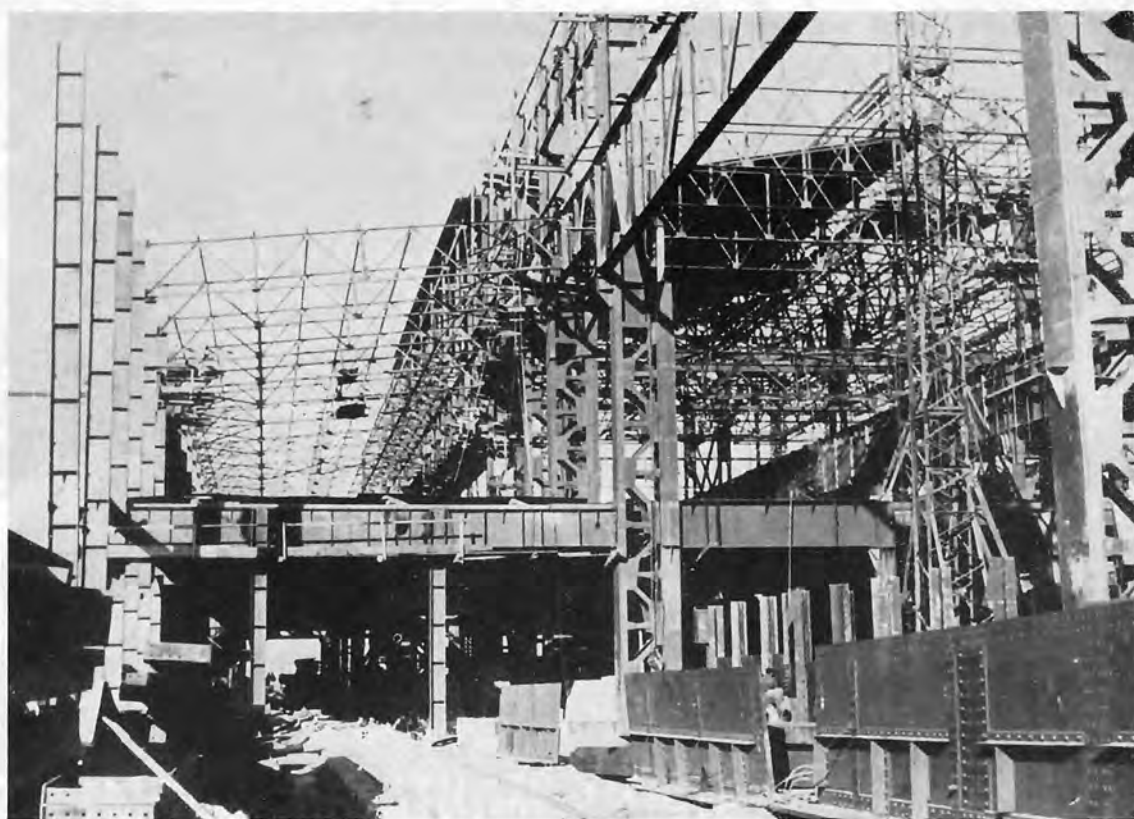
Postanschrift: Wien I, Postfach, Fernsprecher: 64 36 86 Serie

Fernschreiber: 1785, Drahtanschrift: Brückenbau Wien

3 Werke in Wien

Brückenbau, Stahlhochbau, Stahlwasserbau, Bohrtürme, Maste, Rohrleitungen, Kranbau, Greifer, Theaterbühneneinrichtungen

Kommunalfahrzeuge: Müllwagen, Dreiseitenkipper, Schlammsaugewagen, Zement-Transportwagen, selbstaufnehmende Kehmaschine, Fäkalienwagen



Stahlwerkshalle, Gesamtgewicht 3000 Tonnen



SCHUTZANSTRICHE

ALLER ART FÜR INDUSTRIEANLAGEN, BRÜCKEN,
DRUCKROHRLEITUNGEN, MASTE U. BEHÄLTER

SANDSTRAHLENTROSTUNGEN
SPRITZ-METALLISIERUNGEN
MIT LANGJÄHRIGER GARANTIE

ÖSTERR.
ROSTSCHUTZGESELLSCHAFT

R. SCHEBESTA & CO.

WIEN VI, MARIAHILFER STRASSE 89A
TEL. 43 95 64

FÜR STAHLBAU UND INDUSTRIE

Hochfeste
Schrauben
und Muttern

Güteklassen
5D 8G 10K

BREVILLIER-URBAN A.G.

WIEN VI, LINKE WIENZEILE 18 TEL. B 24 5 70

GUTES ÖSTERREICHISCHES WERKZEUG-
der verlängerte Arm des österreichischen Facharbeiters!



*zum Schweißen - Schneiden - Löten und für
alle anderen autogenen Metallbearbeitungs-Verfahren
ergänzen das Können von Kopf und Hand zum
erfolgsicheren Dreiklang!*

VERKAUFSTELLE FÜR WIEN: WIEN 6., LEHARGASSE 3

AGA-WERKE WIEN GES. M. B. H., Wien IV, Prinz-Eugen-Straße 72, Tel. 65 66 31

Seit 80 Jahren
Technische Anstriche

O. M. MEISSL & CO.

Gesellschaft m. b. H.

WIEN III, Marxergasse 39

Telefon: 724201

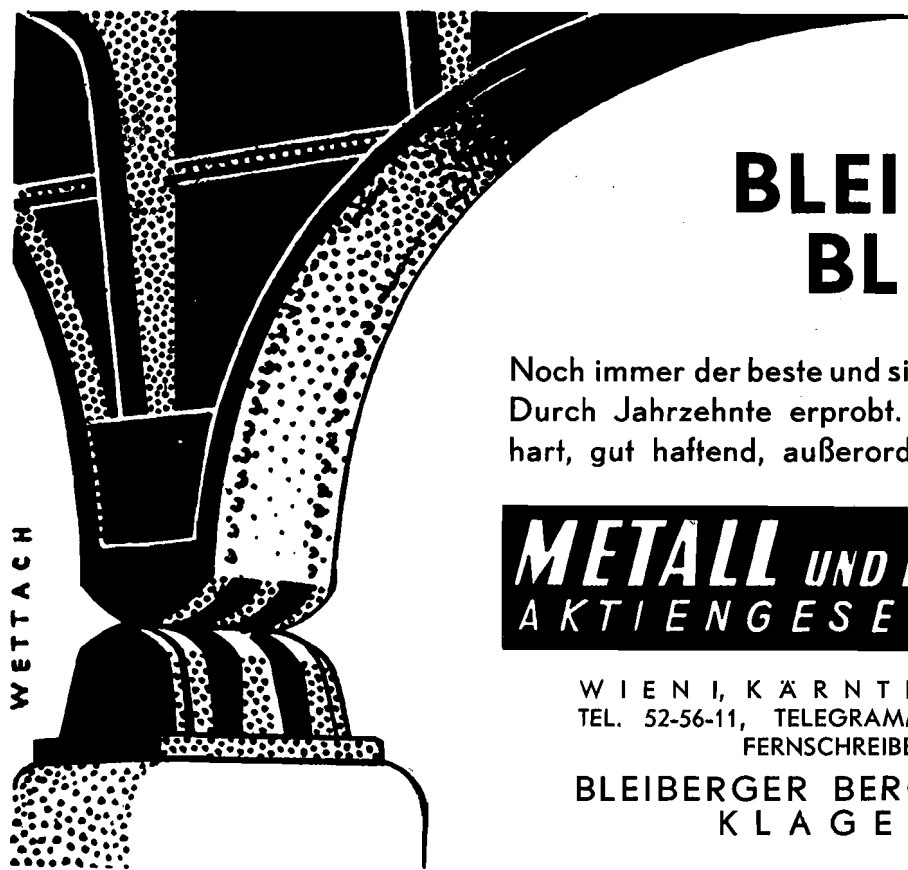
B (B) B

Feuerverzinkungen

Brunner Verzinkerei Brüder Bablik

WIEN XVIII., SCHOPENHAUERSTRASSE 36

Tel.: Δ 33 46 36 Fernschreiber: 1791 Tel.-Adresse: Zingagefer



**BLEIMINIUM
BLEIWEISS**

Noch immer der beste und sicherste Schutzanstrich
Durch Jahrzehnte erprobt. Undurchlässig, dicht,
hart, gut haftend, außerordentlich dauerhaft

METALL UND FARBEN
AKTIENGESELLSCHAFT

WIEN I, KÄRNTNERSTRASSE 7
TEL. 52-56-11, TELEGRAMME: FARBMETALL WIEN
FERNSCHREIBER NR. 1719

BLEIBERGER BERGWERKS-UNION
KLAGENFURT



WIENER INTERNATIONALE MESSE

8. bis 15. März 1959

**Eisen und Stahl / Maschinen / Apparate / Geräte und Werkzeuge
Elektrotechnik / Mechanik**

In- und ausländische Werkzeugmaschinen und Spezialmaschinen
neuester und bewährter Konstruktion

Sonderausstellung:

Zweiräder (Fahrräder - Mopeds - Roller - Motorräder) und Kfz-Zubehör

Kollektivausstellung der Benelux-Staaten (Belgien und Niederlande)

— **Erfolg durch Präzision!** —

Besuchen Sie die umfassende Schau von Präzisions-Werkzeugmaschinen auf der

WIENER FRÜHJAHRSMESSE!



SPRITZVERZINKUNGEN

**Metallisierwerk
Salzburg**

**Salzburg, Karolingerstraße 7
Tel. 5705**

Lawinenschutzbauten im Montafon

Beilagenhinweise

Diesem Heft liegt ein Prospekt der Firma **ALLHOLZ
Großhandels G. m. b. H.** über das Kaltverzinkungsmittel

„ZINCOAT“

bei, der interessante Daten und Preise enthält.

Eine weitere Beilage stammt von der Firma **Hubert
K. Hauck, Spezial-Lack- und Rostschutzfarbenfabrik,**
Wien XIX, Billrothstraße 12. Sie gibt Auskunft über das
bewährte „NOXOL“-Rostschutzverfahren und seine An-
wendung.

VEREINIGTE ÖSTERR. EISEN- UND STAHLWERKE, LINZ-DÖNAN

VÖEST

BRÜCKENBAU
STAHLHOCHBAU
STAHLLEICHTBAU
FEINSTAHLBAU
ROHRLEITUNGS-
UND BLECHBAU
STAHL-WASSERBAU





Maschinen und Apparate

Dampf- und Gasturbinenkraftwerke

Elektrische Ausrüstungen von Wasserkraft- und
Dieselzentralen

Generatoren

Druckluftschnellschalter und Transformatoren bis 400 kV

Schutz- und Regeleinrichtungen

Mutatoren – Kontaktumformer

Elektromotoren und Industrieschaltapparate

Elektroöfen – Schweißapparate

HF-Telephonie-, Fernmeß- und Fernsteueranlagen

Sender für Rundfunk und Radiotelegraphie

Sende- und Gleichrichterröhren

Netzkommandogeräte

Elektrische Ausrüstungen von Lokomotiven, Trambahnen,
Trolleybussen usw.

Schiffsantriebe und -hilfsmaschinen

Turbokompressoren – Gebläse – Abgasturbolader

OESTERREICHISCHE BROWN BOVERI-WERKE A.G.

Alles für die Lichtbogenschweißung

- ★ **Schweißelektroden**
für Verbindungsschweißungen an unlegierten
und niedriglegierten Stählen
- ★ **Spezialelektroden**
für jeden Sonderzweck und alle Materialqualitäten
- ★ **Schweißanlagen**
für alle Ansprüche in Industrie und Handwerk
- ★ **Schweißautomaten**
für verschiedene Schweißverfahren
- ★ **Drehvorrichtungen**
zur Rationalisierung der Hand- und Automaten-
Schweißung
- ★ **Ausrüstung und Zubehör**
für Schweißer und Schweißplatz
- ★ **Reparaturdienst / Ersatzteile**

Bitte verlangen Sie
Sonderprospekte



Kjellberg-Esab GES.M.B.H.

WIEN

I., Biberstraße 3/3, Telefon 52 72 95