

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN STAHLBAUVEREIN



Stahlbau
Rundschau

2. Jahrgang
Heft 2 / 1956

Inhalt

Unterhaltung der Tragwerke aus Stahl (Dr. Ing. Wolf)	Seite 1
Die Sorgen des Bauherrn bei der Konservierung von Stahl- und Stahlwasserbauten (Dipl.-Ing. Schloffer)	Seite 10
Feuerverzinkung im Stahlbau (Prof. Dr. Ing. Bablik)	Seite 14
Randbemerkungen eines Praktikers (DDr. Nemere)	Seite 18
Bituminöse Anstrichmittel (Dr. Mann)	Seite 23
Das Flammstrahlen (Dr. Ing. Trunschitz)	Seite 24
Probleme des Korrosionsschutzes (Dipl.-Ing. Suppan)	Seite 28
Korrosionsschutz durch Spritzverzinkung (Dr. Ritter)	Seite 29
Extracts	Seite 33
Mitteilungen des Österreichischen Stahlbauvereines	Seite 34
Beratungsstelle für Stahlverwendung	Seite 35

Contents

Preservation of supporting structures of steel (Dr. Ing. Wolf)	Page 1
Concern for preservation of steel- and hydraulic steel structures by the builder (Dipl.-Ing. Schloffer) .	Page 10
Hot galvanizing in the field of fabricated steel construction (Prof. Dr. Ing. Bablik)	Page 14
Comment by a man of practice (DDr. Nemere)	Page 18
Bituminous paints (Dr. Mann)	Page 23
Flame cleaning (Dr. Ing. Trunschitz)	Page 24
Problems as to protection against corrosion (Dipl.-Ing. Suppan)	Page 28
Corrosion prevention through galvanizing by the spray gun method (Dr. Ritter)	Page 29
Extracts	Page 33
Communications	Page 34

Stahlbau

Kundschaun

Zeitschrift des Österreichischen Stahlbauvereines

2. Jahrgang

Heft 2 - 1956

Wir haben in- und ausländische Fachleute gebeten, uns Beiträge für das vorliegende Korrosions-Heft zur Verfügung zu stellen. Da aber gerade das Gebiet der Korrosion und des Korrosionsschutzes ein sehr vielfältiges und oft umstrittenes ist, möchten wir festhalten, daß die nachstehenden Ausführungen sich nicht immer unbedingt mit unseren Auffassungen zu diesem umfassenden Thema decken.

Die Schriftleitung

Unterhaltung der Tragwerke aus Stahl

Von Dr. Ing. Walter Wolf, Köln

Über die Bedeutung der sachgemäßen Unterhaltung von Stahlbauwerken, ihre Maßnahmen und ihren Einfluß auf die Lebensdauer der Stahlbauten bestehen in Kreisen der Hersteller, Verarbeiter und Verbraucher noch vielfach Unklarheiten, die die nachstehende Abhandlung beseitigen soll.

Überall da, wo Stahl als Baustoff verwendet wird, ist er atmosphärischen und chemischen Einwirkungen ausgesetzt, die geeignete Schutzmaßnahmen erforderlich machen.

Ungeschütztes Eisen verliert im Jahr durch Verrostung je nach Art und der Umgebungseinflüsse 5 bis 1000 g/m² Oberfläche. Die folgende Zusammenstellung zeigt den Einfluß der Atmosphäre auf den Rostverlust von Eisen.

Charakter der Atmosphäre	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Rostverlust	
		g/m ² Jahr	mm Jahr
Trockene subtropische Luft . . .	31	5	0,0108
Subpolare Luft	74	55	0,007
Tropische Landluft	74	90	0,012
Tropische Seeluft	80	140	0,018
Gemäßigte Zone, Landluft . . .	79	245	0,03
Gemäßigte Zone, Seeluft . . .	80	355	0,09
USA, Seeluft*)	—	190	0,025
Gemäßigte Zone, Industrieluft .	83	385-450	0,05-0,06
USA, Industrieluft*)	—	140	0,018
Sheffield (Engl.), Industrieluft .	84	860	0,11

*) Niedriggekohlte Stähle mit geringem C-Gehalt. Nach H. R. Robson, Sonderdruck Amer. Soc. f. Metals, 1952.

Diese Zahlen zeigen, wie wichtig die Frage des Korrosionsschutzes für den gesamten Stahlbau ist.

Es ist nun grundsätzlich festzustellen, daß man dem Problem der Korrosion von Eisen und Stahl als solchem nicht von der Ursache

her beikommen kann, wenn man von ausgesprochen chemischen Einflüssen absieht. Die Grundursachen der Korrosion, die in dem Vorhandensein von Luft, Feuchtigkeit und Kohlensäure zu suchen sind, sind unvermeidbar, da sie eng mit dem Leben auf der Erde überhaupt in Zusammenhang stehen. Dabei ist wesentlich, daß im allgemeinen alle drei Faktoren wirksam sein müssen, wenn eine Korrosion zustandekommen soll.

Die Korrosion von Eisen und Stahl kann also nur verhindert bzw. vermindert werden, wenn man vermeidet, daß eine entsprechende Wirkung überhaupt auftritt, bzw. wenn diese gemildert wird. Dabei können verschiedene Wege beschriftet werden. Einmal ist es möglich, durch Legierungszusätze zum Eisen die Rostgeschwindigkeit herabzusetzen, z. B. durch Kupfer. Der damit erreichte Schutz ist jedoch nur begrenzt wirksam, wenn man von den hochlegierten Sonderstählen absieht, deren Verwendung aber aus wirtschaftlichen Gründen besonderen Bedingungen unterliegt. Es ist weiterhin möglich, einen Rostschutz durch das Aufbringen von Schutzfilmen zu erreichen. Die Wege, die dabei beschriftet werden, bestehen einmal in dem Aufbringen eines nichtmetallischen und zum anderen eines metallischen Schutzes auf das Eisen. Beide Verfahren haben zunächst gleiche Merkmale. Sie stellen eine mechanische Barriere zwischen dem angreifenden Mittel und dem Eisen dar. Daraus folgt zunächst, daß bei beiden Verfahren eine wesentliche Voraussetzung darin besteht, daß die Haftung auf dem Untergrund einwandfrei ist, damit ein Lösen des Schutzfilmes und ein Angriff unter dem Schutzfilm nicht eintreten kann. Das bedingt bei beiden Verfahren eine

einwandfreie Vorbehandlung der zu schützenden Teile.

Für Stahlbauten sind in der Hauptsache drei Oberflächenzustände von Bedeutung:

1. mit Walzhaut bedeckt,
2. mit Rost bedeckt und
3. mit Rost und Resten alter Farbanstriche bedeckt.

Die Frage, ob die Walzhaut bei der Entrostung von Stahloberflächen entfernt werden soll oder nicht, ist bisher noch immer umstritten. Jedoch neigen heute die meisten Fachleute dazu, die Entfernung der Walzhaut unter allen Umständen zu fordern. Diese Forderung scheint auch deshalb richtig zu sein, weil auch bei zunächst völlig feststehender Walzhaut die Gefahr besteht, daß diese sich im Laufe der Zeit ablöst und dann die darauf haftenden Anstriche mit beschädigt. Andererseits ist die absolute Entfernung der Walzhaut nicht immer ganz einfach und verursacht dann auch höhere Kosten. Ideal wäre es, wenn man die Stahlbauteile vor dem endgültigen Anstrich so lange den Witterungseinflüssen aussetzen könnte, bis die Walzhaut sich von selbst löst oder zu lösen beginnt, so daß dann ihre Beseitigung ohne große Mühe möglich ist. Dem stehen aber viele Gründe entgegen, so daß die baldmögliche Beseitigung der Walzhaut mindestens empfehlenswert ist.

Die Entfernung von Rost und bei bestehenden Bauwerken, an denen der Anstrich auszubessern ist, auch die Entfernung von Resten alter Farbanstriche ist auf jeden Fall notwendig, wenn die neuen Anstriche einwandfrei als Rostschutz wirken sollen.

Die Vorbehandlung der zu schützenden Stahlbauteile besteht also zunächst in einer



Bild 1: Entrostung mit rotierender Drahtbürste
Fig. 1: Derusting with rotating wire brush

Reinigung der Oberflächen und ist um so wirksamer, je sauberer, trockener und rauher diese Oberfläche ist.

Die Verfahren der Oberflächensäuberung sind verschieden. Am bekanntesten ist die Entrostung von Hand, die mit Hammer, Spachtel und Drahtbürsten ausgeführt wird, wobei aber darauf zu achten ist, daß die Stahloberfläche nicht beschädigt wird.

Die Handentrostung kann unter Umständen wirtschaftlicher gestaltet werden durch mechanische Vorrichtungen, bei denen die Rostschicht durch zahlreiche kleine Schläge oder Stöße zertrümmert und abgeschlagen wird. Als Werkzeuge dienen hierzu Preßluftschlämmer, Schaber oder schnell rotierende Drahtbürsten (Bild 1).

Bei schwererer und mittlerer Entrostung und zur restlosen Entfernung der Walzhaut ist die Sandstrahlentrostung ein geeignetes Mittel. Hierbei wird auch eine gleichmäßig feine Aufrauhung der Stahloberfläche erzeugt, die eine gute Haftfähigkeit des später aufzubringenden Schutzfilmes gewährleistet. Wegen der beim Sandstrahlen auftretenden Staubeentwicklung müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, die darin bestehen, daß die Arbeiter Schutzmasken tragen oder daß der beim Sandstrahlen entstehende Staub und der abgelöste Rost abgesaugt werden. Um die Staubeentwicklung beim Freistrahlen zu vermeiden, wird an Stelle von Quarzsand vielfach Stahlsand benutzt, der aber teurer als Quarzsand ist und deshalb gesammelt und mehrfach verwendet wird.

Zum Zwecke der preßluftlosen Entrostung und Entzunderung von Materialien aller Art werden mit Erfolg Sandfunker eingesetzt. Drei große Vorteile gegenüber dem Sandstrahlen mit Preßluft treten beim Sandfunker besonders in Erscheinung:

1. Der Kraftbedarf gegenüber dem Sandstrahlen mit Preßluft beträgt etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$.
2. Die Arbeitsweise dieser Maschine ist vollkommen automatisch und wesentlich einfacher als beim Sandstrahlen mit Preßluft.
3. Die Wirkung der Sandschleuderelemente ist wesentlich größer als bei Sandstrahldüsen.

Wie schon erwähnt, handelt es sich im allgemeinen um vollautomatische Maschinen, bei denen das zu strahlende Gut auf der einen Seite aufgelegt wird und auf der anderen Seite der Maschine fertig entrostet herauskommt (Bild 2). Das Verfahren des preßluftlosen Sandfunkers ist jedoch nur in Werkstätten anwendbar. Fertige Stahlkonstruktionen lassen sich nur in Einzelteile zerlegt entrostet.

Bei diesem Verfahren wird Stahlsand direkt auf ein mit hohen Umdrehungen laufendes Schleuderrad gegeben und von diesem unter einem bestimmten Winkel auf das zu putzende Gut geschleudert. Der geschleuderte Sand fällt

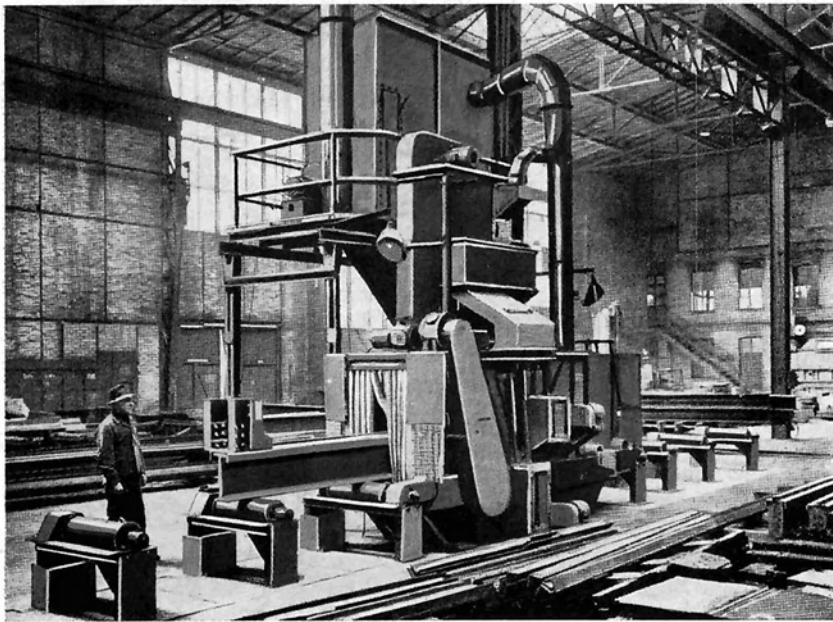


Bild 2: Sandfunkenanlage mit Entstaubung zum Bestrahlen von Konstruktionsteilen

Fig. 2: Sand bin with dust removing equipment for sand-blasting of constructional parts

durch ein Siebblech in einen Sammler oder ein Fundament, aus dem er direkt oder mittels einer Sandförderschnecke unter Flurhöhe einem Becherwerk zugeführt wird. Das Becherwerk fördert den Sand nach oben, wo er gesäubert und entstaubt dem Sandvorratsbehälter wieder zugeführt wird. Von dort beginnt der Umlauf von neuem.

Ein neuerdings häufiges Verfahren zur Entrostung von Stahloberflächen ist das Flammstrahlen. Hierbei wird über die verrostete Oberfläche ein Spezialbrenner mit Azetylen-Sauerstoff-Flamme geführt (Bild 3). Durch die reduzierende Wirkung der Flamme wird der Rost durch Entzug des Sauerstoffes chemisch umgewandelt und die in ihm enthaltene Feuchtigkeit ausgetrieben. Flammstrahlbrenner sind in den verschiedensten Formen erhältlich, die jeweils den unterschiedlichen Oberflächenformen der Stahlbauteile angepaßt sind. Im Durchschnitt kann 1 m² Stahloberfläche mit dem Flammstrahlbrenner in 10 Minuten entrostet werden. Der große Vorteil des Flammstrahlens liegt darin, daß durch das Auftragen des Grundanstriches auf die noch warme Stahloberfläche eine sehr gute Haftung des Farbfilmes erzielt und die Gefahr einer späteren Unterrostung fast völlig ausgeschaltet wird. Der Nachteil besteht darin, daß bei dünnen Konstruktionsteilen unerwünschte Verformungen der Stahlbauteile auftreten können und daß die Kosten des Verfahrens zur Zeit noch verhältnismäßig hoch sind. Wenn es jedoch zutrifft, daß bei durch Flammstrahlen gereinigtem Stahl mit einer zwei- bis dreifachen Lebensdauer des Anstriches gegenüber der normalen Entrostung gerechnet werden kann, dann dürfte dieses Verfahren, auf lange Sicht gesehen, wirtschaftlich sein. Es wird zwar die bisher bekannten Entrostungs-

verfahren, besonders das Sandstrahlen, kaum vollständig verdrängen, kann jedoch eine wertvolle Ergänzung der vorhandenen Entrostungsmöglichkeiten sein, wenn z. B. Bauwerke gereinigt werden müssen, bei denen das Sandstrahlen wegen seiner Staubentwicklung nicht angewendet werden darf. In der Schweiz und in den Vereinigten Staaten wird es seit etwa 20 Jahren mit Erfolg angewandt. Die bekannte Hängebrücke über das Golden Gate bei San Francisco wurde 1940 vor dem Aufbringen des Anstriches völlig mit dem Flammstrahlbrenner gereinigt.

Auch chemische Entrostungsverfahren sind in neuerer Zeit stärker in den Vordergrund getreten. Sie sind besonders geeignet bei Kleinteilen, die in besonderen Säure-

Bild 3: Flammstrahlen einer Brücke. Brennerbreite 300 mm

Fig. 3: Flame cleaning of a bridge, width of burner 300 mm



bädern behandelt werden können. Bei den großen Abmessungen der im Stahlbau üblichen Konstruktionsteile bereitet dieses Verfahren jedoch Schwierigkeiten.

Das sogenannte Rostumwandlungsverfahren besteht darin, daß durch Phosphorsäure der Rost in ein unlösliches Eisenphosphat umgewandelt wird und dieses keine Feuchtigkeit mehr enthält, die Ursache von Unterrostungen sein könnte. Die Bewährung dieses Verfahrens ist noch zu kurz, um ein abschließendes Urteil abgeben zu können. Bei einwandfreier Wirkung würde die Rostumwandlung ein ideales Entrostungsverfahren darstellen, da hierdurch die sonstigen mechanischen, thermischen und Handentrostungsverfahren in Fortfall kommen könnten und daher bei der Oberflächenvorbereitung erhebliche Ersparnisse erzielt würden. Es müssen jedoch vorerst noch weitere Erfahrungen gesammelt werden, um die günstigsten Bedingungen für die praktische Anwendung des Verfahrens festlegen zu können.

Nicht unerwähnt bleiben soll, daß eine Kombination von Flammstrahlen und Rostumwandlungsverfahren sehr erfolgreich zu werden verspricht. Durch ein einmaliges Flammstrahlen mit erhöhter Vorschubgeschwindigkeit kann nämlich der Rostbelag so weit gelöst werden, daß er durch darauffolgendes Bürsten zum größten Teil beseitigt werden kann. Wenn hierauf ein Farbanstrich aufgetragen wird, können sich etwa verbleibende Rostreste nicht mehr nachteilig auswirken. Diese Rostreste müssen durch ein Rostumwandlungsverfahren in Schutzschichten verwandelt und durch ein nochmaliges kurzes Flammstrahlen eingebrannt werden. Kurzzeit-Korrosionsversuche an Versuchsplatten hatten außerordentlich günstige Ergebnisse, so daß diesem kombinierten Verfahren eine gewisse Zukunft vorausgesagt werden kann.

Wie schon erwähnt, kann die Oberfläche des Stahles durch nichtmetallische oder metallische Überzüge gegen Rostangriffe geschützt werden. Bei den nichtmetallischen Überzügen handelt es sich im allgemeinen um Rostschutzanstriche, die durch Streichen, Spritzen oder Tauchen aufgebracht werden. Einen besonderen Fall bilden die Rostschutzfarben auf der Basis feinstverteilter Metalle, wie Zink, Blei und Aluminium, die jedoch ebenso wie die Rostschutzfarben eines besonderen Mediums bedürfen, um eine festhaftende Schutzschicht auf dem Stahlgrund zu erzielen.

Bei dem Einsatz von Farben für den Korrosionsschutz ist zu bedenken, daß es keine Universalfarben gibt. Die Anpassung an den Zweck ist wesentlich. Man sollte aber allgemein beachten, daß der durch Anstrich aufgebrauchte Farbfilm an sich nicht korrosionshindernd ist. Das korrosionstechnische Verhalten des Grundmaterials wird durch den

aufgebrachten Farbfilm in keiner Weise geändert. Als Ausnahme können höchstens phenolhaltige Filme angesehen werden. Der Farbfilm ist im wesentlichen nur ein mechanischer Schutz zwischen dem korrosiven Medium und dem Metall, weshalb folgende Forderungen an ihn zu stellen sind: Vollständigkeit des Films, was von der Molekularstruktur des Bindemittels abhängt — Undurchlässigkeit gegen das Eindringen von Wasserdampf und sonstigen Gasen — einwandfreie Haftung auf dem Untergrund und untereinander — chemische Beständigkeit gegen hydrolytische und oxydative Einflüsse.

Beim Anstrich der Konstruktion muß zwischen dem Grundanstrich und dem Deckanstrich unterschieden werden. Während der Grundanstrich den mechanischen Schutz gegen Rosteinflüsse darstellt, soll der Deckanstrich die Grundierung gegen Abnutzung, Feuchtigkeit und Lichteinfluß schützen.

Die Grundanstriche sind bisher vorwiegend auf Basis der bewährten und seit langer Zeit erprobten Bleimennige aufgebaut, während die Rostschutzdeckfarben auf Basis Bleiweiß, Eisenglimmer, Zinkoxyd oder Mischungen dieser Stoffe bestehen.

Als Bindemittel der Farben kommen Leinöl, Kunstharze sowie für Spezialzwecke bituminöse Anstrichstoffe in Betracht. Auch Chlorkautschuk hat sich in besonderen Fällen als Bindemittel bewährt. Bleimennige-Chlorkautschukfarben werden vor allem in den USA in großem Umfang für Unterwasseranstriche verwendet.

Wieviel Grund- und Deckanstriche vorzunehmen sind, kann nicht allgemein festgelegt werden. Für den allgemeinen Stahlhochbau kann etwa folgende Regel gelten:

- a) Für Bauten unter normalen atmosphärischen Beanspruchungen, also nicht im Industriegebiet, ein Grundanstrich und ein Deckanstrich.
- b) Für Bauten im Industriegebiet und Bauteile, die betrieblichen Einflüssen durch Rauchgase, Kokereigase u. dgl. ausgesetzt sind, ein Grundanstrich und zwei Deckanstriche.
- c) Für Bauten in Seeklima oder in der chemischen Industrie zwei Grundanstriche und zwei Deckanstriche.

Die Anstrichstoffe bestehen aus Pigmenten, Bindemitteln und Lösungsmitteln. Für ihre Haltbarkeit ist wichtig, daß Pigment und Bindemittel richtig aufeinander abgestimmt sind. Dies gilt insbesondere für das letztere, da der Verfall eines Anstriches erfahrungsgemäß stets bei dem Bindemittel beginnt.

Viel diskutiert werden zur Zeit die DD-Lacke (sogenannte Polyurethane), die, auf Kunstharzbasis aufgebaut, eine große Elastizität und hohe Widerstandsfähigkeit gegen

mechanische Einflüsse haben. Als Rostschutzpigment mit passivierender und rostverhindernder Wirkung ist in erster Linie die Bleimennige zu nennen. Nach der heutigen Auffassung besteht ihre Wirkungsweise darin, daß die entstehenden Schutzfilme gute Haftfähigkeit und ausreichende Härte aufweisen, daß sie mit den Bindemitteln metallorganische Bindungen, die Bleiseifen, eingehen und daß sie nach der elektrochemischen Seite hin eine gute Passivierungsfähigkeit besitzen.

Auch Bleicyanamid hat sich als Rostschutzpigment eingeführt. Es ist als Bleiverbindung zur Bildung von Bleiseifen befähigt, und die alkalische Passivierung des Eisens wird dadurch ermöglicht. Es kann sowohl im Grundanstrich als auch im Deckanstrich verwendet werden.

Die sogenannte Chinoidin-Mennige ist vollkommen bleifrei und ungiftig und besteht in der Hauptsache aus Eisenoxyd unter Zusatz von geringeren Mengen Zinkoxyd. Sie gehört also praktisch in die Reihe der Rostschutzfarben auf der Basis Eisenoxyd.

Eine weitere Gruppe von Rostschutzfarben stellen die Chromate dar, die vor allem in den USA als aktive Rostschutzmittel mit sehr guten Passivierungseigenschaften große Bedeutung haben. Sie gelangen meist in Form von Blei- oder Zinkchromat zur Verwendung. Eine nachhaltige Rostschutzwirkung kann aber nur dann erreicht werden, wenn die den Passivierungseffekt hervorrufenden freien Chromat-Ionen in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Die große Verwendung von Chromat-Rostschutzmitteln in den USA dürfte zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß die für die Fabrikation von Chromaten erforderlichen Rohstoffe dort wesentlich leichter zu haben sind als in Europa.

Nach ihrer Zweckbestimmung sollen die Deckanstriche die Grundierung vor mechanischen und physikalischen Einflüssen schützen, so daß hierfür andere Pigmente als für die Grundanstriche verwendet werden müssen. Das klassische Pigment ist seit mehr als 100 Jahren Bleiweiß, allein oder in Mischungen mit anderen Pigmenten. Aber auch Zinkweiß- und Zinkoxydanstriche, die sich durch größere Härte, aber geringere Elastizität auszeichnen, werden häufig verwendet. Eine besondere Bedeutung kommt auch den Eisenglimmerfarben zu, da gerade der Eisenglimmer infolge seiner hohen Widerstandsfähigkeit in Verbindung mit basischen Pigmenten sich außerordentlich gut bewährt hat und solche Anstriche eine sehr lange Lebensdauer haben.

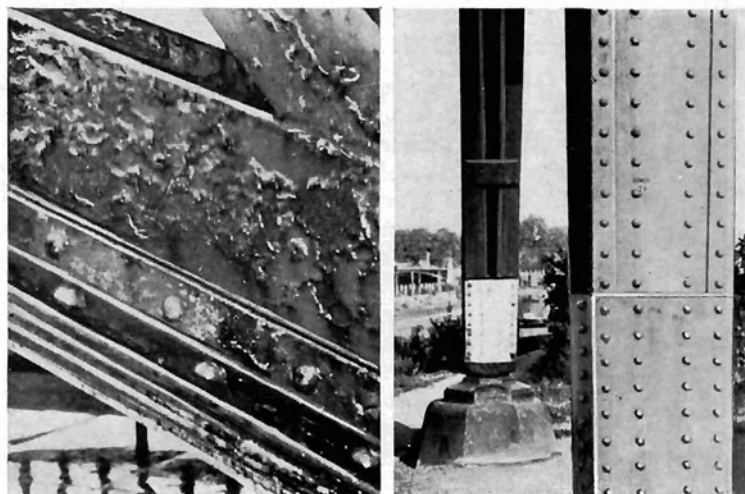
Neben der richtigen Wahl des aufzubringenden Rostschutzanstriches ist auch auf eine sorgfältige Verarbeitung zu achten. Die gebräuchlichste Auftragsart im Stahlbau ist immer noch das Streichen mit dem Pinsel. Es

ist eine Erfahrungstatsache, daß der Pinselauftrag die besten Anstrichfilme ergibt, vor allem wenn es sich um stark aufgegliederte Objekte (Maste, Bauteile mit vielen Ecken u. dgl.) handelt. Durch das Verstreichen mit dem Pinsel wird eine gleichmäßige Verteilung der Schutzfarbe erreicht und vor allen Dingen werden auch die korrosionsmäßig am meisten gefährdeten Stellen mit einem fest zusammenhängenden Farbfilm versehen.

Bei Stahlkonstruktionen großer Abmessungen und von mehr flächenhafter Beschaffenheit wird auch der Spritzauftrag mit Erfolg durchgeführt, dessen Vorteil darin besteht, daß das Auftragen der Farbe wesentlich schneller erfolgen kann. Allerdings ist der Farbverbrauch durch den Verlust infolge der herumfliegenden Teilchen größer. Die Erzielung einer vollkommen gleichmäßigen Farbschicht ist aber — insbesondere bei Ecken, Winkeln u. dgl. — schwieriger als beim Auftragen der Farbe mit dem Pinsel. Wird das Farbspritzen angewendet, so muß stets auf die richtige Konsistenz der Farben, die zum Teil auch von der Außentemperatur abhängig ist, geachtet werden; außerdem sollen die Verdünnungsmittel erst an der Verwendungsstelle beigemischt werden. So wenig der Farbfilm zu dünn aufgebracht werden darf, darf er auch nicht zu dick sein. Auf jeden Fall sollten beim Spritzverfahren schwer zugängliche Stellen mit dem Pinsel vor- oder nachgestrichen werden. Weiterhin ist darauf zu achten, daß die beim Spritzverfahren auftretenden Farbnebel weitgehend vermieden oder durch besondere Vorrichtungen abgesaugt werden.

Neuerdings ist auch ein Verfahren durch Kaltspritzen nach dem System Möller bekannt geworden. Hierbei werden pulverisierte Stoffe, wie Metalle, Glas oder Gummi, gemeinsam

Bild 4: Vergleich des Verhaltens zweier Anstriche. Ohne Bleifarbe nach 12 Jahren, mit Bleifarbe nach 20 Jahren
Fig. 4: Comparison of 2 coatings. Without red lead after 12, with red lead after 20 years



mit Kunstharzen oder ähnlichen Mitteln ohne Wärmezufuhr verspritzt. Die Spritzeinrichtung arbeitet mit Preßluft.

Ein ebenfalls neuartiges Verfahren, das aber zunächst für große Flächen noch nicht anwendbar ist, ist das elektrostatische Spritzverfahren. Hier wird die Farbe in ein elektrostatisches Feld geführt und dort in fast unsichtbaren Tröpfchen von dem als Gegenpol angelegten, zu streichenden Gegenstand angezogen. Die Dicke der aufzubringenden Farbschicht kann in diesem elektrostatischen Feld eingestellt werden. Sobald sie erreicht ist, werden keine weiteren Farbteilchen mehr transportiert. Der Vorteil dieses Verfahrens ist die Vermeidung jeglichen Farbverlustes und die hohe Geschwindigkeit des Auftrags.

Die nacheinander aufzubringenden Anstriche müssen eine gewisse Abstufung im Ölgehalt aufweisen, und zwar soll der Grundanstrich am magersten sein und eine Steigerung des Ölgehaltes bis zur äußersten Deckfarbe erfolgen.

Daß vor jedem Anstrich die Farben gründlichst gerührt werden müssen und der Anstrich selbst möglichst nur bei trockenem Wetter und bei Temperaturen von mindestens $+5^{\circ}$ auf trockene Flächen erfolgen soll, mag hier nur erwähnt werden. Dies ist besonders wichtig, wenn man bei im Freien stehenden Konstruktionen einen lange wirkenden Rostschutz erzielen will.

Im Wettbewerb mit konkurrierenden Bauweisen wird der Stahlbau häufig dadurch benachteiligt, daß die Auftraggeber die Ansicht vertreten, daß für die Unterhaltung von Stahlbauwerken wegen der erforderlichen Anstricherneuerung ein erheblicher Betrag anzusetzen sei. Es sind leider schon häufig Fälle vorgekommen, daß Stahlbaufirmen allein aus diesem Grunde trotz preisgünstiger Angebote den Auftrag nicht erhielten. Es hat sich im Laufe der Zeit die Gepflogenheit herausgebildet, bei Stahlbauten von vornherein einen kapitalisierten Unterhaltungssatz anzusetzen, während man bei anderen Bauweisen darauf verzichtet.

Hierzu ist zunächst zu sagen, daß aus jahrelangen Beobachtungen und nach dem Urteil namhafter Fachleute einwandfrei hervorgeht, daß andere Bauweisen trotz hochentwickelter Technik durchaus gleichwertige und in manchen Fällen sogar höhere Unterhaltungskosten erfordern können, als es bei einem Stahlbauwerk der Fall ist. Es liegen zahlreiche Beispiele aus der älteren und neueren Fachliteratur vor, in denen der Beweis erbracht wird, daß eine Schlechterstellung der Stahlbauweise aus den oben genannten Gründen durchaus ungerechtfertigt ist. So wurde z. B. in einem Vortrag von F. Hübner vor der Schweizer S. I. A. - Fach-

gruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau wörtlich folgendes ausgeführt:

„Heute darf man ruhigen Gewissens den zur Sprache gebrachten Zuschlag zur Kapitalisierung des Unterhaltes von eisernen Brücken auf etwa 3% vermindern. Dieser Zuschlag auf Offerten für Stahlbauten ist aber nur gerechtfertigt, wenn sich bewahrheiten würde, daß der Eisenbeton keinen Unterhalt erfordere. Wer sich aber mit Unterhaltsfragen zu befassen hat, ist da sehr oft anderer Meinung. Nun ist erstens ein Unterhalt, wenn sich eine besondere Notwendigkeit einstellt, beim Eisenbeton so ziemlich ausgeschlossen, denn bloße Ausbesserungen von allfälligen Schäden sind selten von Dauer, und andererseits bei gewichtigen Schäden stets mehr oder weniger kostspielig.“

Nach Ansicht von Herrn Direktor Blaimberger vom Bundesbahn-Zentralamt München soll ein nach den Bundesbahnvorschriften hergestellter vierfacher Anstrich bei normaler Atmosphäre eine Lebensdauer von 25 bis 30 Jahren besitzen. Nach diesem Zeitraum sei der Grundanstrich auszubessern und ein neuer Deckanstrich aufzubringen. Die Lebensdauer eines Rostschutzanstriches ist natürlich sehr unterschiedlich. Die Hauptrolle spielt hierbei der Grad der Verunreinigung der Atmosphäre, in der sich das Stahlbauwerk befindet. Bei einer Brücke, die im Ruhrgebiet liegt, ist selbstverständlich eine häufigere Erneuerung des Anstriches erforderlich als bei einer Brücke in rein ländlicher Gegend. Eine regelmäßige, genaue Überprüfung des Zustandes des Schutzanstriches und sofortige notwendige Ausbesserungs- und Überholungsarbeiten verlängern die Lebensdauer beträchtlich. Als Beispiel ist die alte, im Jahre 1852 erbaute Kölner Rheinbrücke zu nennen.

In der Arbeit „Unterhaltungskosten von Stahlbauwerken“ von Professor Dr. Ing. Klöppel, die im Jahre 1934 erschienen ist, werden über die Lebensdauer der Anstriche u. a. folgende Angaben gemacht: „Die Süderelbebrücke in Hamburg war bei ihrem Abbruch im Jahre 1920 rund 50 Jahre alt. Trotz des besonders gefährlichen Hamburger Nebels erhielt die Brücke in 50 Jahren nur zwei bis fünf neue Deckanstriche. Unter Annahme des ungünstigsten Falls einer fünfmaligen Anstricherneuerung ergibt sich ein Anstrichturnus von etwa $8\frac{1}{2}$ Jahren. Der Grundanstrich dieser Brücke brauchte nur teilweise ausgebessert zu werden.“

Die im Jahre 1899 in Dienst gestellte alte Bonner Rheinbrücke hat in den Jahren 1904 bis 1952 nur einen neuen Deckanstrich erhalten. Im übrigen wurden während dieser Zeit nur einige Roststellen ausgebessert.“

Aus dem gleichen Buch von Professor Klöppel geht hervor, daß bei einigen Stahlhochbauten die Lebensdauer des Anstrichs

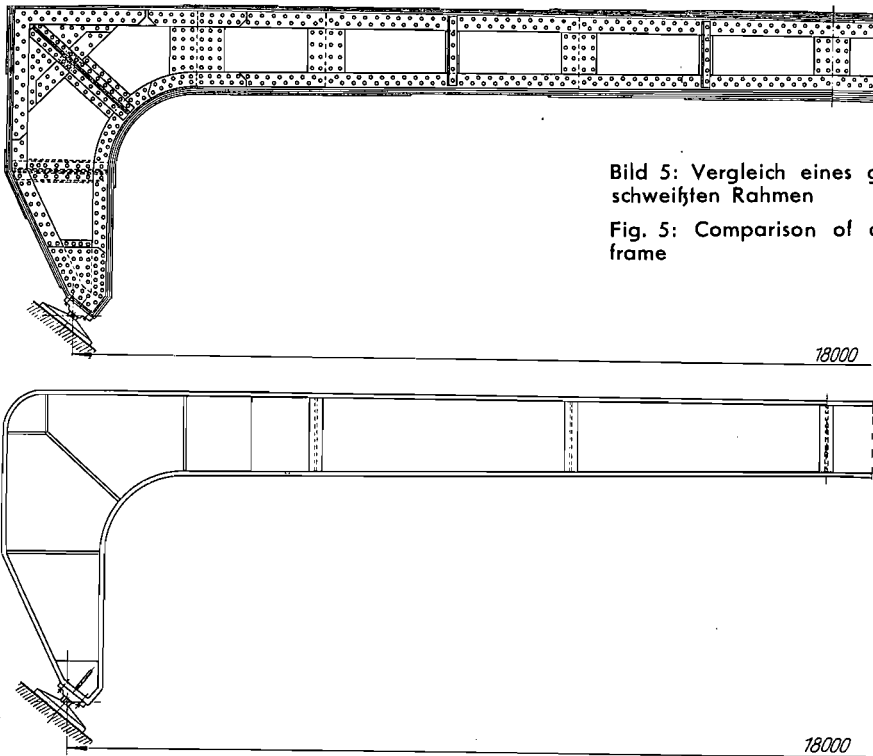


Bild 5: Vergleich eines genieteten mit einem geschweißten Rahmen

Fig. 5: Comparison of a rivetted and of a welded frame

mindestens 7 Jahre und bei anderen bis zu 25 Jahren betrug.

Bei der Wuppertaler Schwebbahn wird wegen der dortigen besonders feuchten und verunreinigten Atmosphäre mit einer Lebensdauer des Anstrichs von 5 bis 6 Jahren gerechnet. Der Anstrichturnus bei der Schwebbahn beträgt 6 Jahre, wobei jedes Jahr ein Sechstel der gesamten Konstruktion mit einem neuen Deckanstrich versehen wird, während der Grundanstrich nur ausgebessert wird.

Sehr anschaulich geht das anstrichtechnische Verhalten guter und schlechter Rostschutzanstriche aus dem Bild 4 hervor.

Während auf der linken Hälfte die Stahlkonstruktion einer großen Brücke, die mit einer sogenannten billigen Rostschutzfarbe ausgeführt war, schon nach relativ wenigen Jahren beginnende Rostung zeigte und nach 12 Jahren starke Rostung aufwies, ist bei dem Anstrichsystem auf der rechten Hälfte des Bildes (Bleimennige-Grundierung mit anschließendem doppelten Bleiweiß-Eisenglimmer-Deckanstrich) auch nach 20 Jahren außer der natürlichen Verschmutzung noch keinerlei Korrosion festzustellen.

Es ist besonders zu beachten, daß beim Anbringen eines Rostschutzanstriches die Materialkosten im allgemeinen nur 20 bis 25% der Gesamtkosten ausmachen, während die Kosten für Gerüste und Löhne mit 75 bis 80% den Hauptanteil bilden. Bei diesem Verhältnis der Materialkosten zu den Verarbeitungskosten ist es wirtschaftlich entscheidend, wieviel Anstriche innerhalb eines bestimmten Zeitraumes zum Schutze des Objektes ausgeführt

werden müssen. Es steht also außer Zweifel, daß es wirtschaftlicher ist, höhere Kosten für eine wertvollere und damit auch teure Farbe in Kauf zu nehmen, welche die Gewähr für eine längere Haltbarkeit bietet, als möglichst billige Farbe zu verwenden, wodurch man gezwungen ist, zwei bis drei Anstriche während des Zeitraumes aufzubringen, welcher der Lebensdauer eines guten Rostschutzanstriches entspricht.

Die Lebensdauer eines Anstriches ist also der Faktor, der die Rentabilität am meisten beeinflusst. Sie ist um so höher, je besser der Anstrich gepflegt wird. Hierzu gehört, daß Verunreinigungen, wie Auflagerung von Erde, Sand, Kies, Putzwolle oder auch festen Gegenständen, die immer das Abtrocknen des Regenwassers verzögern, beseitigt werden, denn der Regen nimmt auf seinem Weg durch die Luft infolge seines ungesättigten Zustandes begierig Salze oder Alkalien in Lösung und bildet auf diese Weise schwache Säuren oder Laugen, die bei genügend langer Einwirkung den Farbfilm vorzeitig zerstören. Besonders gefährlich sind in dieser Beziehung die beim Bau häufig zu beobachtenden Verunreinigungen der oft erst mit dem ersten Grundanstrich versehenen Konstruktionen oder auch von gelagerten Einzelteilen durch Mörtel oder Betonreste. Der darin enthaltene Kalk ist in Verbindung mit dem Wasser in der Lage, jeden Anstrich, besonders solange er noch frisch und nicht durchgehärtet ist, in kürzester Zeit zu zerstören.

Gleichgültig, welcher Oberflächenschutz des Stahls gegen Korrosion gewählt wird, stets ist

für die Lebensdauer des schützenden Films ausschlaggebend die Güte der Vorbereitung des Untergrundes, die Güte des verwendeten Stoffes und die Sorgfalt, mit der die Schutzschicht aufgebracht wird. Aber auch die nachträgliche Pflege ist hier von besonderer Bedeutung, und es kann nicht oft genug betont werden, daß unzulängliche Maßnahmen zur Konservierung unserer Stahlbauten schlechter sind als keine.

Metallische Überzüge können durch Tauchen, Elektrolyse und Spritzen hergestellt werden. Vorbedingung für alle derartigen Verfahren ist eine metallisch blanke Stahloberfläche, die am besten durch Sandstrahlen erzielt werden kann. Im einzelnen kommen in Frage Feuerverzinkung, galvanische Verzinkung, Feuerverbleiung, galvanische Verbleiung und das Metallspritzverfahren. Von diesen Möglichkeiten haben die Feuerverzinkung und die verschiedenen Metallspritzverfahren für den Stahlbau die größte Bedeutung.

Die wesentlichsten Faktoren, auf denen die Schutzwirkung des Zinks beruht, sind die Dichte des Films, die passivierende und neutralisierende Wirkung und die langsamere Zerstörungsgeschwindigkeit. Der Zinküberzug, der einer Außenatmosphäre ausgesetzt wird und keine Nachbehandlung erfährt, soll etwa 600 g/m^2 betragen. Er kann geringer gehalten werden, wenn im Lieferwerk eine Nachbehandlung ausgeführt wird (etwa 300 g/m^2). Wird der Zinküberzug nur einer trockenen Innentemperatur ausgesetzt, so kann er mit etwa 100 g/m^2 ausreichend sein. Bei Teilen, die laufend mit Wasser in Berührung kommen, wie z. B. Rohre, Stahlkonstruktionen im Wasserbau usw., muß er jedoch mindestens 100 g/m^2 betragen. Eine besonders gute Rostschutzwirkung wird erreicht, wenn man eine Kombination von Anstrich und Verzinkung wählt. Eine solche Kombination stellt einen ausgezeichneten und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit fast idealen Rostschutz dar, weil die Zinkschicht einen guten Haftgrund für die Farben liefert, wenn diese in der richtigen Weise aufgebracht werden. Besonders wichtig ist, daß zur Erzeugung der Haftfähigkeit der Farben bei verzinkten Stahlteilen die Oberfläche genügend aufgeraut oder mit einer besonderen Haftschicht, die gleichzeitig fest mit der Zinkschicht verbunden ist, überzogen ist. Diese künstliche Haftschicht kann durch Phosphatieren oder Chromatisieren erzielt werden.

Während die bisher genannten Verfahren zur Erzeugung eines metallischen Überzuges für größere Konstruktionsteile im Stahlbau nicht immer geeignet sind, weil sie zu große Bäder erforderlich machen, ist das Metallspritzverfahren für den Stahlbau in allen Fällen anwendbar. Auch hier ist eine sachgemäße Vorbereitung der Oberflächen und

die sorgfältige Ausführung des Metallspritzens wichtig. Als Überzugsmetalle sind Zink und Aluminium besonders geeignet, da beide Metalle in Verbindung mit Eisen elektropositiv wirken.

Die Spritzmetallisierung geht in der Weise vor sich, daß Metall durch eine Spritzpistole in heißflüssigem Zustand auf den zu behandelnden Gegenstand aufgespritzt wird. Hierfür kommt das Drahtspritzverfahren oder das Pulverspritzverfahren in Frage. Das aufgespritzte Metall haftet durch Adhäsionskräfte auf dem Stahl. Bei einer Schichtdicke von $0,05 \text{ mm}$ betrug nach Versuchen von Professor Krekeler, Aachen, die Haftfestigkeit etwa 25 bis 30 kg/cm^2 . Sie fällt mit zunehmender Schichtdicke erst langsam und dann schnell ab. Die Schichtdicke ist also nach oben durch die notwendige Haftfestigkeit, nach unten durch die zu fordernde Korrosionsbeständigkeit begrenzt. Ihr Optimum liegt in bezug auf Lebensdauer, Haftfestigkeit und Wirtschaftlichkeit etwa bei $0,1$ bis $0,15 \text{ mm}$ bei Brücken und Hochbauten und etwa bei $0,15$ bis $0,2 \text{ mm}$ bei Stahlwasserbauten. Voraussetzung für eine gute Haftfähigkeit der Spritzschichten ist eine metallisch blank gesandstrahlte Oberfläche. Der Zeitabstand zwischen Sandstrahlen und Spritzen soll möglichst kurz sein, damit keine Flugrostbildung auftritt.

Auch auf Metallspritzschichten können bei besonders ungünstigen Korrosionsbedingungen noch zusätzlich Anstriche ausgeführt werden, und zwar wählt man in solchen Fällen meist eine Kombination von Spritzverzinkung mit zwei Deckanstrichen.

In diesem Zusammenhang ist auch das sogenannte Flash-Verfahren, das in den USA entwickelt wurde, zu erwähnen, bei dem es sich um das Aufbringen einer dünnen Zinkschicht handelt, die der besseren Haftung wegen phosphatisiert wird und auf die dann ein normaler Farbanstrich aufgebracht wird. Dieses Verfahren stellt einen sehr guten Oberflächenschutz für solche Stellen dar, die später nicht mehr oder nur schwer zugänglich sind.

Wenn auch heute noch die Spritzmetallisierung kostenmäßig etwa dreimal so teuer als ein normaler Farbanstrich ist, so ist andererseits die damit erreichte Lebensdauer so hoch, daß in vielen Fällen die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens gewährleistet ist, besonders dort, wo keine laufende Unterhaltung und Beobachtung der Konstruktion möglich ist, bzw. wo ein Neuanstrich bedeutende Kosten verursachen würde, etwa durch den Ausbau von Schleusenteilen usw. Diese Tatsachen machen das Verfahren besonders geeignet für den Stahlwasserbau. Zur Zeit sind in Deutschland an einem Wehr der Staustufe Offenbach Versuchsausführungen mit spritzmetallisierten Stahlflächen, die in verschiedenen Schichtdicken spritzverzinkt und mit verschiedenen



Bild 6: Brücke über die Autobahnrennstrecke bei Dessau

Fig. 6: Bridge across the Autobahn racing stretch at Dessau

zusätzlichen Schutzanstrichen versehen wurden, unter ständiger Beobachtung.

Während bisher nur die Rede von Korrosionsschutzmitteln, also von nichtmetallischen oder metallischen Überzügen, war, muß zuletzt noch ein Umstand besonders erwähnt werden, der die Korrosionsgefahr von Bauwerken von der konstruktiven Seite her verringern kann. Wenn man bedenkt, daß schwere Korrosionsschäden in der Regel ihren Ausgang an Stellen finden, die in besonderem Maße zu Verschmutzungen neigen und dabei noch schwer zugänglich sind, so wird man verstehen, daß die Vermeidung solcher Stellen an Bauwerken wesentlich dazu beitragen kann, diese Gefahrenquellen auszumerzen. Zu solchen Stellen gehören beispielsweise die Fußpunkte von genieteten Stützen, die Anschlüsse von Fachwerkstäben u. dgl. Eine wesentliche Besserung ist schon durch den Übergang von der genieteten zur geschweißten Konstruktion eingetreten. Die Gegenüberstellung ein und desselben Bauwerkes einmal in genieteter und einmal in geschweißter Ausführung (Bild 5) zeigt deutlich, daß bei dem geschweißten Bauwerk viel weniger Rostansatzstellen vorhanden sind als beim genieteten. Wenn nun der Konstrukteur

noch darauf achtet, daß Aussteifungen, Anschlüsse u. dgl. so ausgebildet werden, daß sie keine Ecken bilden, in denen Schmutz und Verunreinigungen zurückbleiben können, ist schon Wesentliches für die Verringerung der Korrosionsgefahr geschehen. Die immer mehr zunehmende Verwendung von Hohl- und Kastenquerschnitten im Stahlhoch- und -brückenbau gegenüber T- und U-Profilen kann ebenfalls dazu dienen, die Rostanfälligkeit solcher Bauwerke zu vermindern.

Auch die Brücke über die Autobahn bei Dessau (Bild 6), die im Jahre 1936 errichtet und deren Kastenträgerbögen nach 15 Jahren untersucht wurden, zeigte keinerlei Rostansätze, auch nicht innerhalb der Hohlkästen, die dann vollkommen korrosionssicher sind, wenn dafür gesorgt wird, daß keine Luftzirkulation möglich ist. — Als zur Zeit vollkommenstes Beispiel für ein Bauwerk, das bei nur einigermaßen sorgfältiger Ausführung des Schutzanstriches als nahezu korrosionssicher angesehen werden kann, sei auf die im vergangenen Jahr fertiggestellte Weserbrücke bei Porta hingewiesen (Bild 7). Diese Brücke, deren Hauptträger als Hohlkasten ausgebildet ist und deren Fußwege auf weit auskragenden Konsolen ruhen, zeigt äußerlich überhaupt keine vorstehenden Teile, Aussteifungen u. dgl. und bietet damit an keiner Stelle die Gefahr von Wasser- oder Schmutzansammlungen, von denen in erster Linie die Korrosion ausgeht.

Die wenigen hier angeführten Beispiele sollen die Stahlverarbeiter, in erster Linie also die Konstrukteure, darauf hinweisen, daß sie es sehr stark in der Hand haben, Hoch- und Brückenbauten unter Anwendung der neuesten Entwicklung im Stahlbau so zu konstruieren, daß sie auch in bezug auf Korrosionsanfälligkeit einwandfrei sind.

Bild 7: Weserbrücke Porta

Fig. 7: Porta bridge across the Weser



Die Sorgen des Bauherrn bei der Konservierung von Stahl- und Stahlwasserbauten

Von Dipl.-Ing. Gerhard Schloffer, Steyr*)

Aus gegebenem Anlaß sei mir gestattet, die Einleitung zu den vorstehenden Zeilen etwas persönlicher zu gestalten, als es normalerweise gebräuchlich ist.

Es war im Jahre 1947, als ich das erstmalig mit der Konservierung eines größeren Stahlbauobjektes zu tun hatte. Von früher her zu einem gesunden und ingenieurmäßigen Denken erzogen, trachtete ich, mich zu unterrichten, und suchte nach entsprechenden Unterlagen, Informationen usw. Zu meiner Überraschung mußte ich damals feststellen, daß man sich zwar seit längerer Zeit einigermaßen im klaren war, wie man einen Generator oder eine Turbine zu konstruieren hätte, daß aber die Meinungen über Konservierungsfragen in weiten Kreisen der EVUs, ebenso aber auch in der eisenverarbeitenden Industrie — gelinde gesagt — nicht allzu geordnet waren.

Ich habe dann im Laufe der Jahre einiges dazu gelernt und konnte z. B. am 9. Februar 1954 im Ingenieur- und Architektenverein Wien über die modernen Konservierungsmaßnahmen am damals eben fertiggestellten Kraftwerk Rosenau an der Enns berichten. Der Wiederbeschaffungswert der dort zu schützenden Wehranlage beträgt heute zirka S 14.000.000.—, für die Konservierung waren auf heutige Preisbasis umgerechnet rund S 400.000.— aufzuwenden. Wie man sieht, geht es bei derartigen Objekten um nicht unerhebliche Beträge. Es dürfte damals in Wien das erstmalig der Fall gewesen sein, daß man in Österreich derartige Konservierungsprobleme von einer etwas allgemeineren Warte betrachtete und für eine breitere Öffentlichkeit zur Diskussion stellte. Ich habe damals auch die Forderung erhoben, daß sich die eisenverarbeitende Industrie dieser Probleme ernsthaft annehmen möge, und bemerkt, daß ich mir ein Forum wünschen würde, vor dem man als Bauherr über Konservierungsfragen diskutieren könnte usw. Man legte mir nachher nahe, über meine Gedanken, Wünsche und Erfahrungen einen Aufsatz zu schreiben und dergleichen mehr . . . Dieser Aufsatz ist bis heute nicht geschrieben worden!

Der übliche Zeitmangel war nicht die einzige Ursache, sondern es war auch eine gewisse Hemmung, über ein Thema zu schreiben, in dem ich mich nicht völlig sattelfest fühlen konnte. Woher sollte auch ein Maschinen-

oder Elektroingenieur, der in der Starkstrom- oder Maschinenindustrie oder in einem EVU tätig ist, ein schöpferisches Spezialwissen über Konservierungsprobleme bezogen haben?

Hier sind wir bei einem der Kernprobleme des Oberflächenschutzes angelangt: Wo sind die hierfür erforderlichen Spezialisten zu finden? Wenn meine Frau einen Kühlschrank kauft, erhält sie selbstverständlich vom Lieferanten eine Gebrauchsanweisung, wie der Kühlschrank aufgestellt, wann und wie er entleert wird usw., mit einem Wort, wie er behandelt werden soll. Hingegen hat man meistens bis vor kurzem eine Fehlbitte getan, wenn man sich hilfesuchend an die eisenverarbeitende Industrie wandte und um Konservierungsratschläge bat!

So kam es auch, daß dieser Fragenkomplex im Unterausschuß „Wasserkraft“ des Verbandes der E-Werke Österreichs im Frühjahr 1955 erörtert wurde. Damals erstattete ich einen kurzen Bericht über die allgemeine Lage auf dem Gebiete der Konservierung von Stahl- und Stahlwasserbauten, worauf man sich zur Bildung eines Arbeitskreises „Konservierung“ innerhalb des UA. „Wasserkraft“ entschloß.

Unterdessen hatte ich auch in Salzburg im dortigen Ingenieur- und Architektenverein Gelegenheit, über das Thema „Konservierung“ zu sprechen, und anlässlich der Salzburger Stahlbautagung verstummte das Schlagwort „Konservierung“ gleichfalls nicht mehr in den Diskussionen.

Ich habe es daher vom Standpunkte der EVUs außerordentlich begrüßt, daß der Österreichische Stahlbauverein mit seinem initiativen Wiener Sekretariat und den vorzüglichen Fachleuten seiner Mitgliedsfirmen meinen Vorschlag zur Mitarbeit in aufgeschlossenster Weise entgegennahm. Angehörige der Mitgliedsfirmen des Stahlbauvereines nehmen an den Zusammenkünften des Arbeitskreises „Konservierung“ teil und auch sonst bahnt sich eine fruchtbare Zusammenarbeit an. Als z. B. der Deutsche Fachnormenausschuß Berlin neue Konservierungsrichtlinien zur Diskussion stellte, konnte ich den Österreichischen Stahlbauverein nicht nur zu einer allgemeinen Stellungnahme von österreichischer Seite aus veranlassen, sondern ich konnte auch dafür sorgen, daß die leidigen und viel umstrittenen Begriffe „Walzhaut“ und „Walzzünder“ eine präzisere Fassung und Formulierung erhielten. Es stehen ja dem Stahlbauverein erstklassige Fachleute zur Verfügung. Es bedurfte daher nur der Anregung aus dem Kreise der EVUs, daß man sich dieser Sache annahm.

*) In diesem Beitrag hat der Verfasser in seiner Eigenschaft als Vorsitzender des Arbeitskreises „Konservierung“ des Verbandes Österreichischer Elektrizitätswerke u. a. auch die auf der letzten Arbeitskreissitzung am 10. Juli 1956 in München behandelten Probleme erwähnt.

Weiters sollen künftighin die wesentlichsten Ergebnisse der Sitzungen des Arbeitskreises „Konservierung“ den Mitgliedern des Stahlbauvereines durch Veröffentlichungen in der Zeitschrift „Stahlbau-Rundschau“, durch Überlassung von Auszügen der Sitzungsberichte usw. zugänglich gemacht werden. Ebenso unterrichtet auch der Stahlbauverein den Arbeitskreis „Konservierung“ über neue Informationen, die er auf dem Gebiete der Konservierung erhält.

Als der österreichische Arbeitskreis „Konservierung“ seine letzte Zusammenkunft im Juli d. J. in München abhielt, um mit Vertretern süddeutscher EVUs einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch anzubahnen, waren die deutschen Herren angenehm überrascht, daß an unseren Gesprächen bereits zwei Mitglieder der eisenverarbeitenden Industrie teilnahmen. Anscheinend war man in Deutschland noch nicht so weit. Ebenso ergab sich aus den Münchner Gesprächen, daß man dort hinsichtlich der Konservierung mit den gleichen Problemen zu kämpfen hat wie in Österreich, und man war erfreut, durch den österreichischen Besuch veranlaßt zu sein, sich einmal gemeinsam an den grünen Tisch zu setzen.

Aus der Fülle der dort diskutierten Probleme sei hier nur die Frage der Garantie herausgegriffen, wobei sich herausstellte, daß ebenso wie in Österreich auch in der Deutschen Bundesrepublik die Meinungen der verschiedenen EVUs und auch die vertretenen rechtlichen Auffassungen ziemlich weit auseinandergingen. Während z. B. ein führendes deutsches EVU grundsätzlich nicht mehr als zwei Jahre Garantie für Konservierungsarbeiten fordert und die weiteren Instandsetzungen auf jeden Fall in eigener Regie durchführt, weil man die wertvollen, zu schützenden Objekte nicht fremden Händen anvertrauen will, fordert ein zweites süddeutsches EVU grundsätzlich nicht weniger als 8 bis 10 Jahre Garantie, obwohl die Juristen dieses Unternehmens festgestellt hatten, daß Forderungen, die über die Bestimmungen des Bürgerlichen Gesetzbuches hinausgingen, zwecklos wären. Weiters konnte man zu diesem Thema in München hören, daß sich nunmehr in Westdeutschland auch der „Bundesminister für Verkehr, Abteilung Wasserbau“ in Bonn in diese Diskussion eingeschaltet hat, um einheitlichen Gesichtspunkten Geltung zu verschaffen.

Diese kurzen Hinweise mögen dartun, daß es für mich eine außerordentliche Befriedigung bedeutete, daß es nunmehr bereits so weit gekommen ist, daß der Österreichische Stahlbauverein ein eigenes Heft seiner laufend erscheinenden und äußerst lesenswert gestalteten „Stahlbau-Rundschau“ dem Problem Konservierung widmet. Es war mir daher eine selbstverständliche und willkommene Aufgabe, für dieses Sonderheft gleichfalls einen Beitrag

zu schreiben. Ist doch aus den Maßnahmen des Stahlbauvereines zu ersehen, daß auch er den Ruf der Stunde nach Konservierung vernimmt und daß wir Großabnehmer von Stahl- und Stahlwasserbauten damit rechnen können, daß es sich die eisenverarbeitende Industrie in ihrem wohl verstandenen und eigensten Interesse künftighin angelegen sein lassen wird, der Konservierung das ihr gebührende Augenmerk zuzuwenden. Sicherlich kann es für unsere Eisenindustrie, die in den letzten Jahren erfreulich ansteigende Exporterfolge zu verzeichnen hatte, nur nützlich sein, wenn sie über ihre inländischen Abnehmer angeregt wird, auch auf dem Konservierungsgebiet das Beste zu leisten. Hiezu gehört z. B. auch als bemerkenswerter Ansatz die kürzlich beim Sekretariat des Stahlbauvereines errichtete Dokumentationsstelle für Konservierungsliteratur, deren Benutzung bei dieser Gelegenheit wärmstens empfohlen sei.

Es sei mir nun gestattet, über Aufgaben und Ziele des österreichischen Arbeitskreises „Konservierung“ kurz zu sprechen: Er hat es sich nicht etwa zum Ziele gesetzt, den Stein der Weisen, wie sich in München ein Vertreter der österreichischen Industrie ausdrückte, zu finden; hingegen will er die EVUs mit Informationen versorgen, an der Klärung einschlägiger Probleme mitarbeiten und vor allem Erfahrungen sammeln und austauschen. Eine wesentliche weitere Aufgabe des Arbeitskreises „Konservierung“ ist es, die Bedürfnisse und Wünsche der EVUs auf dem Gebiete der Konservierung zu ordnen und zu vereinheitlichen, um ihnen gegenüber der eisenverarbeitenden Industrie Gehör zu verschaffen.

Es muß z. B. bald so weit sein, daß jede bessere Eisenkonstruktionswerkstätte nur dann mit Aufträgen rechnen kann, wenn sie über eine entsprechende Sandstrahlanlage verfügt und für Einrichtungen sorgt, die eine einwandfreie Entrostung und die Aufbringung eines tadellosen Grundanstriches in der Lieferwerkstätte ermöglicht. Der Arbeitskreis „Konservierung“ glaubt, mit dieser Forderung gleichzeitig eine bescheidene Anregung zu der in Österreich so dringend erforderlichen Steigerung der Produktivität zu geben, wenngleich es sich im vorliegenden Fall in erster Linie um eine Qualitätsverbesserung handelt.

Der Arbeitskreis „Konservierung“ will und soll aber auch darauf sehen, daß alle EVUs die Bedeutung verlässlicher Konservierung erkennen und ihr das entsprechende Augenmerk zuwenden. Allfälligen Forderungen der eisenverarbeitenden Industrie und der die Konservierung durchführenden Firmen muß, wenn sie sich in vernünftigen Grenzen halten, Gehör gegeben werden. Wenn man z. B. einen Terminplan für die Fertigung und Montage einer Wehranlage erstellt, wäre es ein grober Fehler, hiebei an den Erfordernissen der Kon-

servierung achtlos vorbeizugehen. Ich bin daher z. B. aus diesem und aus anderen Gründen dafür, die erstmaligen Konservierungsarbeiten in irgendeiner Form über die betreffende Stahlbaufirma abzuwickeln. Es mag sein, daß diese Methode vielleicht ein paar Prozent höhere Aufwendungen für die Konservierung erfordert, sie bietet aber den unschätzbaren Vorteil, daß die Stahlbaufirma dadurch interessiert wird, nach Möglichkeit den Konservierungsarbeiten die erforderliche Zeitspanne einzuräumen und vor allem auch bei der Montage darauf zu achten, wenn sie dem Bauherrn gegenüber auch für die Konservierung die Haftung zu übernehmen hat.

Eine weitere, nicht unerhebliche und gewissermaßen erzieherische Aufgabe sieht der Arbeitskreis „Konservierung“ darin, der Auffassung Geltung zu verschaffen, daß das billigste Produkt und die billigste Arbeit nicht immer das Zweckmäßigste und Beste sein müssen. Es ist dies manchmal ein wunder Punkt, auf den aber an dieser Stelle nachdrücklichst verwiesen sein soll.

Von Seiten der Konservierungsunternehmen erwarte ich nunmehr den Vorwurf, warum ihrer in meinen Zeilen noch nicht Erwähnung getan wurde. Das mit der Vergabe von Konservierungsaufträgen befaßte EVU befindet sich leider in dieser Beziehung oftmals in ersten Schwierigkeiten. Wenn sich ein Unternehmer in erster Linie z. B. mit Spritzverzinkungsarbeiten befaßt, kann man wohl bei bestem Willen nicht verlangen und erwarten, daß er allenfalls auch die Vorzüge einer Farbkonservierung entsprechend herausstellt. Diese Feststellung hat natürlich gar nichts damit zu tun, daß in gewissen Fällen und unter gewissen Voraussetzungen die Spritzverzinkung die zweckmäßigste Konservierungsmethode ist. Ebenso wird jemand, der ausschließlich die Feuerverzinkung auf seine Fahne geschrieben hat, unvermeidbar anderen Konservierungsmethoden weniger interessiert gegenüberstehen.

In Westdeutschland fallen große Mengen der Ausgangsstoffe für die Herstellung von Bleicyanamid an. Nichts naheliegender, als daß sich dort die Verwendung dieses für viele Zwecke an und für sich vorzüglichen Konservierungsmittels immer mehr durchzusetzen beginnt. Österreich hingegen verfügt im Süden seines Landes über den bekannten Reichtum an Bleivorkommen und wird daher aus Zahlungsbilanzgründen usw. dem Bleiminium den Vorzug geben. Hingegen weiß der erfahrene Konservierungsmann, daß unter gewissen Voraussetzungen eine Kombination von Bleiminium und Bleicyanamid das technisch Zweckmäßigste sein kann, wobei dann auch die verschiedenen Bindemittel eine Rolle spielen.

Deutschland verfügt über eine hoch entwickelte synthetische Farben-Chemie. Es ist natürlich, daß dort alle Steinkohlenteerprodukte besonders propagiert werden. Andere Länder, die in früheren Jahren devisenmäßige Beschränkungen usw. nicht kannten, wie z. B. die Schweiz, werden in manchen Fällen dem vor allem aus Mexiko einzuführenden Naturbitumen, Mexbitumen, den Vorzug geben.

Mit den vorliegenden Hinweisen möge nur ein kleiner Ausschnitt der Fülle divergierender Interessen gegeben sein. Das wenige hier Gesagte dürfte aber bereits genügen, um erkennen zu lassen, daß der Bauherr imstande sein muß, fallweise auch selbständige Entscheidungen zu fällen. Ebenso muß er die Kraft und den Mut besitzen, den täglich zum Überdruß herangebrachten neuen „probaten“ Mitteln und Mittelchen ein entschiedenes Nein entgegenzusetzen. Dieses Nein soll nicht etwa reaktionärer Rückschritt sein. Das kleine Österreich möge es aber in unsicheren Fällen einem wohlhabenderen Ausland überlassen, unvermeidbare Kinderkrankheiten zu bezahlen. Erschwerend kommt zu diesen Überlegungen hinzu, daß sich die Güte verschiedener Konservierungsmethoden meistens erst nach Jahren erweist, sodaß kurzfristige Versuche nicht viel erbringen können. Unbestritten allerdings sei, daß die sogenannte „Kurzbewitterung“, wenn sie sorgfältig und fachgemäß durchgeführt wird, gewisse relative Hinweise zu geben vermag.

Im übrigen kann man allgemein als Überschrift über das Thema „Konservierung“ den Hinweis setzen: „Das beste Material und die beste Arbeit sind gerade gut genug.“ Und bei der Auswahl der zu verwendenden Materialien, beim sogenannten „chemischen Aufbau der Konservierung“ wird sich der Bauherr gerne der Beratung der seriösen und erfahrenen Konservierungsfirmen bedienen. Erwünscht ist aber, und immer eindringlicher muß diese Forderung erhoben werden, daß die Beratung des Bauherrn auf jene Firmen übergehe, die die zu schützenden Objekte liefern wollen. Es kann nicht ausdrücklich genug betont werden, daß dieser Vorgang auch im Interesse der eisenverarbeitenden und daher letzten Endes auch der eisenschaffenden Industrie gelegen ist. Wenn ein Material die an und für sich nicht angenehme Eigenschaft laufenden Pflegefordernisses aufweist, muß sich doch der Verkäufer und Produzent dieses Materials um die zweckmäßigsten Methoden einer Pflege — lies „Konservierung“ — bekümmern! In Zeiten der Hochkonjunktur mögen derartige Hinweise scheinbar an Gewicht verlieren; sobald aber wieder einmal ein härterer und damit den technischen Fortschritt fördernder Konkurrenzkampf einsetzt, werden sich bald die Gewichte verlagern. Ich erinnere nur an die modernen Wasserleitungsrohre aus Kunst-

stoff, die unter anderem auch wegen des Entfalles jedweder Korrosion immer mehr an Beliebtheit gewinnen!

Abschließend sei noch kurz geschildert, womit sich der Arbeitskreis „Konservierung“ in der knappen Zeit seit seinem Bestehen beschäftigt und welche Aufgaben er sich als nächste gestellt hat. Der Arbeitskreis setzt sich nur aus wenigen Mitgliedern zusammen, seine Berichte werden aber sämtlichen Angehörigen des UA. „Wasserkraft“ innerhalb des Verbandes der E-Werke Österreichs zugänglich gemacht. Er will etwa dreimal im Jahr zwanglos zusammentreten; jede Zusammenkunft soll neben dem üblichen allgemeinen Gedankenaustausch ein Hauptreferat bringen. Die ersten beiden Referate befaßten sich mit einer der Ausgangspositionen aller Konservierungsüberlegungen, nämlich mit der Chemie des Wassers. Das Hauptreferat der nächsten Zusammenkunft war den internationalen Vorschriften auf dem Gebiete der Konservierung gewidmet. Über dringendes Ansuchen eines Mitgliedes des Unterausschusses „Wasserkraft“ befaßte sich das folgende Referat mit den zweckmäßigsten Methoden der Konservierung von Gittermasten. Diese Zusammenkunft fand in München mit Unterstützung des Vorsitzenden des westdeutschen Sonderausschusses Wasserkraft statt und ermöglichte, da neben einer Werksbesichtigung immerhin zwei Tage insgesamt zur Verfügung standen, ausgiebige Aussprachen mit süddeutschen Fachleuten, vor allem auch über die noch ziemlich in Fluß befindlichen Methoden der Konservierung von Stahlwasserbauten. Die nächste, wahrscheinlich noch heuer stattfindende Zusammenkunft soll die österreichischen Erfahrungen bei der Konservierung von Rohrleitungen bringen. Im Frühjahr 1957 werden voraussichtlich zwei deutsche Fachleute über die allgemeine Chemie des Rostes und über Erfahrungen mit Kaltverzinkungen sprechen. Im Herbst 1957 soll ein Referat über kathodischen Schutz gebracht werden. Für Gesprächsstoff in den nächsten Monaten ist somit gesorgt. Im übrigen wird sich der Arbeitskreis „Konservierung“ freuen, wenn gelegentlich auch ein einschlägiges Referat von einem Mitglied des Stahlbauvereines gebracht werden sollte!

Der Arbeitskreis „Konservierung“ ist sich bewußt, daß er mit seinen Berichten eine nicht unerhebliche Verantwortung übernimmt; wird sich doch ohne Zweifel ein maßgebender Teil

österreichischer Großabnehmer die Hinweise des Arbeitskreises in irgendeiner Form zunutze machen. Es war z. B. sicherlich für alle Teilnehmer der Münchner Zusammenkunft eindrucksvoll, wie sehr bei Gittermasten der Vergleich zwischen der Feuerverzinkung und der Anstrichkonservierung von den Kapitalzinsen beeinflußt wird, die den Amortisationsraten zugrunde gelegt werden müssen. „Wer mit teurem Geld zu arbeiten gezwungen ist, kann sich nur dann Maßnahmen leisten, die höhere Anschaffungsaufwendungen erfordern, wenn dadurch die Erneuerungsfristen erheblich größer werden. Umgekehrt ist die Situation, wenn der Bauherr über billige Geldmittel verfügt“ — dies der Tenor des österreichischen Berichterstatters in München.

Nebenbei bemerkt ist der Lohnanteil bei der Anstrichkonservierung naturgemäß erheblich größer als bei der werkstatfmäßigen Verzinkung. Die allgemeine Tendenz steigender Löhne wird ohne Zweifel das Verhältnis bei der Anstrichkonservierung noch ungünstiger gestalten, während bei den werkstatfmäßigen Konservierungen sicherlich noch nicht alle Rationalisierungsmöglichkeiten erschöpft sein dürften.

Mit dem vorliegenden Hinweis soll nicht etwa eine Diskussion über die Vor- und Nachteile einer in vielen Fällen sehr empfehlenswerten Feuerverzinkung ausgelöst, sondern es soll gezeigt werden, in welcher Richtung sich unter anderem die Untersuchungen des Arbeitskreises „Konservierung“ bewegen, für die im übrigen strengste Sachlichkeit die einzige Richtlinie sein darf.

Die österreichische Energiewirtschaft ist sich der wichtigen Aufgabe, unter anderem nicht nur zweckmäßig zu bauen und die ihr anvertrauten Objekte pfleglich zu behandeln, sondern auch die verschiedensten österreichischen Produktionssparten befruchtend und anregend zu beeinflussen, bewußt. Die vorliegenden Zeilen mögen hievon Zeugnis geben. Abschließend sei an dieser Stelle für die ersten Ansätze einer für alle Beteiligten nützlichen Zusammenarbeit des Eisenfachmannes, des Konservierungsspezialisten und des Bauherrn, wie sie sich in dem vorliegenden Heft des Österreichischen Stahlbauvereines abzeichnen, aufrichtig gedankt und der Hoffnung Ausdruck verliehen, daß auch in Zukunft auf diesem Gebiete mit einer regen Mitarbeit durch die eisenschaffende und eisenverarbeitende Industrie gerechnet werden kann.

Feuerverzinkung im Stahlbau

Von Prof. Dr. Ing. Heinz Bablik, Wien

Die Feuerverzinkung kommt als Rostschutz von Stahlbauvorhaben in Frage, die der Korrosion durch die Atmosphären, durch Leitungswasser oder durch Bodenfeuchtigkeit ausgesetzt sind. Es sind das alle Agenzien mit einem pH-Wert zwischen 7 und 12,5. Nur in diesen fast neutralen oder ganz schwach alkalischen Lösungen wird Zink genügend langsam angegriffen. Die Grenze der Verwendung dieses Verfahrens ist durch die jeweils zur Verfügung stehenden Verzinkwannen gegeben. Umfangreiche Gegenstände, wie z. B. Hochspannungsleitungsmaste, werden daher zerlegt und in Schaffwinkeln und Streben zur Verzinkung gebracht.

Die Feuerverzinkung ist heute das am meisten angewandte metallische Rostschutzverfahren für Stahlbauten. Die Feuerverzinkung ist zweckmäßig, denn sie hält im allgemeinen jedes Bauvorhaben auf die vermutliche Gebrauchsdauer dauernd korrosionsgeschützt. Ist ein solches Bauvorhaben einmal feuerverzinkt, so ist man damit jeder Sorge für seine weitere Erhaltung im Hinblick auf den Korrosionsschutz enthoben. Da im allgemeinen der Zinkbelag 650 bis 800 g/m² Oberfläche beträgt und in reiner Landschaft pro Jahr 7 g/m² Zink durch die Atmosphäre abgelöst werden, ergibt sich damit eine theoretische Lebensdauer des Schutzes von rund 90 bis 110 Jahren.

Dieser guten Bewährung verdankt die Feuerverzinkung ihre große Anwendungsweite. Der Zinkverbrauch einiger maßgebender Industrieländer für die Feuerverzinkung ist in nachstehender Zusammenstellung in Tonnen angegeben.

Zinkverbrauch für das Feuerverzinken

Land	1950	1953	1954	Kopfquote kg/Jahr 1953
USA	388.000	360.000	310.000	2,5
Westeuropa	280.000	300.000	320.000	1,1
davon:				
England	94.000	85.400	100.000	1,7
Frankreich	23.600	25.900	30.000	0,6
Westdeutschland	53.000	64.700	74.000	1,4
Italien	13.000	17.300	18.000	0,4
Österreich	ca. 5.000	ca. 5.500	ca. 6.000	0,84

Man ersieht daraus, daß Österreich in der Kopfverbrauchsquote wohl hinter den USA, England und Westdeutschland liegt, aber andererseits höher als in Frankreich und Italien ist. Diesem Zinkverbrauch gegenüber ist der Verbrauch von Zink für andere Verzinkungsverfahren, wie galvanische Verzinkung, Spritzverzinkung und Sherardisieren als sehr klein zu betrachten. Nach verlässlichen Schätzungen beträgt der gesamte Zinkverbrauch dieser drei Verfahren zusammengenommen 2 bis 3% vom

Gesamtzinkverbrauch für das Verzinken. Davon entfällt die überwiegende Menge auf die galvanische Verzinkung von Drähten. Alles andere, das unter den verschiedensten Phantasienamen, z. B. als „Kaltverzinkung“, angepriesen wird, sind Anstreichverfahren, die als Pigment Zinkstaub enthalten und nicht als wirkliche Verzinkung gelten können. Naturgemäß haben sie nur den Schutzwert von Anstrich und nicht den eines metallischen Belages. Aus der nachfolgenden Zusammenstellung ist die Jahres-Weltproduktion der wesentlichsten Metalle zu entnehmen.

Jahres-Weltproduktion von Metallen für 1950

Roheisen	132.000.000 t
Stahl	188.000.000 t
Kupfer	2.725.000 t
Zink	2.222.000 t
Blei	1.978.000 t
Aluminium	1.620.000 t
Zinn	180.000 t
Nickel	131.000 t
Silber	4.000 t
Gold	811 t
Platin	12 t

Da heute ungefähr 45%, das sind schätzungsweise 1.000.000 t, Zink für die Feuerverzinkung gebraucht werden und Zink der Menge nach in der Weltproduktion der N. E.-Metalle an zweiter Stelle steht, erkennt man, welche Bedeutung der Feuerverzinkung zukommt. Man kann annehmen, daß von den 188.000.000 t Stahl ungefähr 8 bis 10 Mill. t, das sind rund 5%, durch Feuerverzinkung vor dem Verrosten geschützt werden. Diese Angaben werden leicht verständlich, wenn man weiß, daß in anderen Ländern und Kontinenten die Verzinkung viel mehr angewendet wird als bei uns. Infolge der geringen Bevölkerungszahl ist die Kopfquote im Zinkverbrauch für die Feuerverzinkung in Australien z. B. 4,5 kg Zink/Kopf und Jahr.

An sich ist das Verzinken eine verhältnismäßig junge Technik. Es hat sich aus der Weißblechherstellung entwickelt. Schon 1742 erwähnt der französische Chemiker Malouin, daß man Eisenblech durch Tauchen in geschmolzenes Zink in eine Art Weißblech umwandeln könne. 1836 erhält der Franzose Sorel und 1837 der Engländer Crawford ein Patent für die Ausführung des Feuerverzinkens, wie dieses im wesentlichen in primitiven Verzinkereien auch noch heute ausgeführt wird. In Österreich war es 1851 die ehemalige Firma Winiwarter in Gumpoldskirchen, die mit dem Verzinken begann und die jahrzehntelang die

einzigste Verzinkerei in Österreich betrieben hat. Das Feuerverzinken ist in seiner Anwendungsweite mit dem Anwachsen der Zinkerzeugung angestiegen. Die Welterzeugung an Zink betrug um 1850 etwa 50.000 t im Jahr und ist bis zum Jahr 1900 auf 480.000 t angewachsen. Die eigentliche großindustrielle Anwendung des Verzinkens ist erst seit der Jahrhundertwende eingetreten und hat während des zweiten Weltkrieges den größten Umfang erreicht. Heute wird es bereits merklich durch Aluminium, das einen großen Teil der feuerverzinkten Bleche und Bänder verdrängt, und durch Plastiküberzüge konkurrenzieren.

Die Herstellung feuerverzinkter Überzüge geht so vor sich, daß man die Gegenstände zunächst durch Behandlung in alkalischen Reinigungsbädern von oberflächlichem, von der Bearbeitung stammendem Fett und Farbe befreit. Nach dem Spülen werden sie der Einwirkung von Mineralsäure ausgesetzt, die den Walz- und Glühzunder und Rost von der Waren Oberfläche abträgt. Nach neuerlichem Spülen werden dann die Gegenstände unter Mithilfe eines Flußmittels in zerschmolzenes Zink getaucht. Im Zinkbad bleiben die Gegenstände eine, zwei oder drei Minuten, wenn es sich um glatte ebene Gegenstände handelt, oder entsprechend länger, wenn es Hohlkörper sind. Nach dem Ausheben aus dem Bad werden die Gegenstände rasch abgekühlt. In Bild 1 ist das Schliffbild eines mit Zunder bedeckten Eisens wiedergegeben, in Bild 2 das gleiche Stück nach dem Beizen, der Behandlung mit Mineralsäure. Es ist eine mitunter geäußerte Meinung, daß gewisse Eigenschaften eines feuerverzinkten Überzuges durch ungenügendes Beizen oder das Verbleiben von Beizsäure auf der Waren-

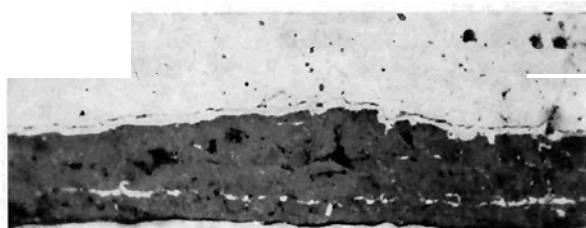


Bild 1: Blech mit Zunder
Fig. 1: Plate with scale

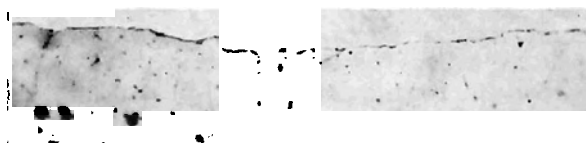
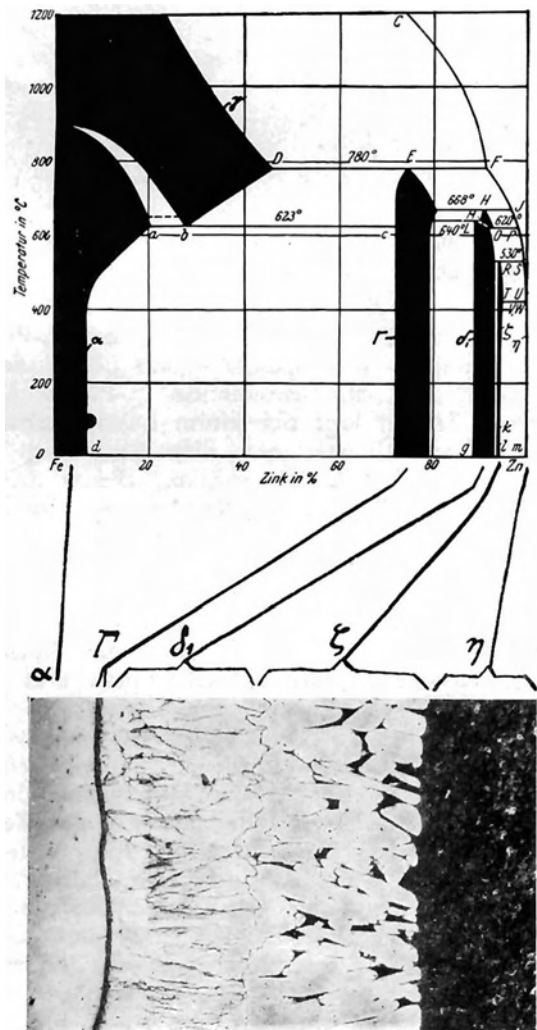


Bild 2: Blech abgebeizt
Fig. 2: Plate pickled

oberfläche verursacht wären. Der Fall ungenügenden Beizens zeichnet sich beim Verzinken, dadurch ab, daß eine solche Stelle überhaupt nicht mit Zink bedeckt ist. Man sieht an ihr daher noch den Eisenuntergrund mehr oder minder mit einem Eisenoxydbelag versehen. Es ist aber auch nicht möglich, daß Beizsäure unter dem Zinkbelag zurückbleibt, denn im Zinkbad werden die Gegenstände minutenlang auf fast 500°C gehalten und bei dieser Temperatur verdampft zwangsläufig alles Wasser. Die verbleibenden Eisensalze werden aber vom Flußmittel abgetragen. Im Umsatz des Eisenuntergrundes mit dem flüssigen Zink bildet sich ein Zinkbelag aus, wie er in Bild 3 im Schliffbild dargestellt ist. Man erkennt links den Eisenuntergrund. Nach außen hin setzen sich auf ihm metallisch dicht durch Diffusion mit ihm verbundene Eisen-Zink-Legierungsschichten an, die den einzelnen Gleichgewichtsphasen im binären Fe/Zn-

Bild 3: Regelstruktur eines feuerverzinkten Überzuges im Zusammenhang mit dem binären Diagramm Fe-Zn
Fig. 3: Regular structure of a hot galvanized transition in connection with the binary diagram Fe-Zn



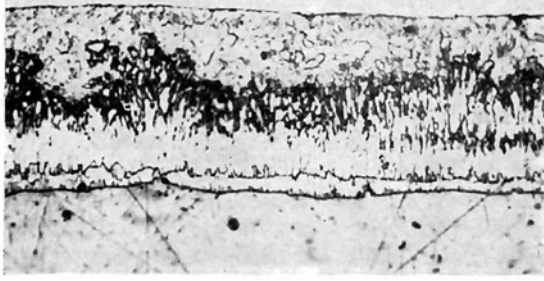


Bild 4: El.-Zn, 440°, 2 Min., Eisen Si-frei
 Fig. 4: El.-Zn, 440°, 2 Min., iron Si-free

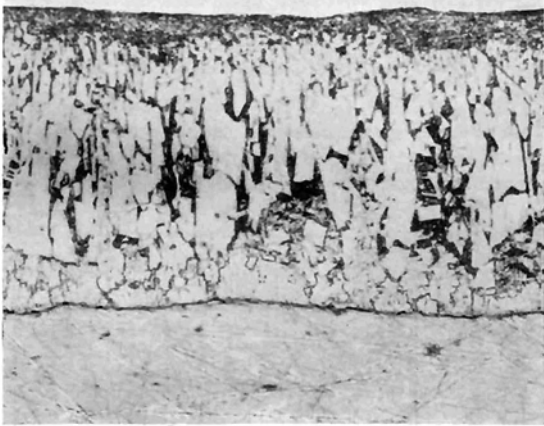


Bild 5: El.-Zn, 440°, 2 Min., Eisen 0,3% Si
 Fig. 5: El.-Zn, 440°, 2 Min., iron 0,3% Si

Diagramm entsprechen, die Γ -, die δ_1 -Phase unterteilt in „anliegende“- und „Palisaden“-Schicht die „abschwimmende“ ζ -Phase. Über diese Schicht legt sich dann beim Ausheben des Gegenstandes aus dem Bad noch die „Reinzinkschicht“. Die Bildung dieser Schichten ist in ihrer Zusammensetzung, Struktur, ihren Eigenschaften, von mannigfachen Faktoren abhängig, wie der Zusammensetzung des Eisenuntergrundes und des Zinkbades, der physikalischen Beschaffenheit der Eisenoberfläche, Badtemperatur, Tauchdauer, Ausziehggeschwindigkeit, Abkühlverhältnisse und vielem anderen.

In Bild 4 und 5 sind z. B. die Strukturen zweier Überzüge dargestellt, die in gleicher Weise hergestellt wurden, nur daß der eine Untergrund 0,03% Si und der andere das Zehnfache, nämlich 0,3% Si hatte. Man erkennt, daß die 0,3% Si im Eisen den Umsatz von Eisen mit Zink sehr stark beschleunigen, so daß auf dem Eisen mit 0,3% Si der Überzug unter sonst gleichen Bedingungen etwa zweimal so stark wird. Außerdem sieht er auch in der Struktur anders aus.

Für den Stahlbauer ist beim Verzinken wichtig, daß er eine Zinkauflage bekommt, wie sie vereinbart ist. Die Beurteilung einer Verzinkung beschränkt sich daher zunächst auf das Nachsehen, ob unverzinkte Stellen vorhanden sind. Das wird so gut wie nie der Fall sein; dann auf das leichte Beklopfen der Verzinkung mit einem 250 g schweren Hammer zur Feststellung des Haftens der Verzinkung. Starke Zinkauflage und gute Verformungsfähigkeit des Zinkbelages sind zwei Dinge, die sich widersprechen. Es ist so gut wie ausgeschlossen, noch gute Verformungsfähigkeit von Zinkbelägen zu erreichen, wenn dieser stärker als 150 g/m² wird. Nur mit besonderen Verfahren, wie z. B. Crapo-Verzinkung, ist es möglich, auf Drähten auch noch gute Verformung des Zinkbelages bei einer Stärke von 250 bis 300 g/m² zu erhalten. Bei Zinkauflagen von 450 bis 610 g/m² oder gar 800 g/m² ist es naturgesetzlich unmöglich, noch eine Verformung des Zinkbelages zu erreichen. Er springt dann schon womöglich bei starkem Aufschlagen ab.

Eine weitere, besonders im Winter unliebsame Erscheinung ist, daß feuerverzinkte Winkel nach dem Verzinken mitunter sehr spröde sind, sodaß solche Winkel beim Abwerfen vom Waggon bereits brechen können. Das ist dann der Fall, wenn solche Konstruktionsstücke aus alterungsempfindlichem Material, wie z. B. Thomaseisen, hergestellt sind. Erleiden solche alterungsempfindliche Stücke bei der Verformung eine Kaltbearbeitung, ohne daß deren Effekt durch ein anschließendes Glühen behoben wird, so erfahren sie durch das Verzinken, das Erhitzen auf zirka 500° C, eine künstliche Alterung, die sich dann in der oben angeführten Versprödung abzeichnen kann. Für unsere Verhältnisse ist diese Erscheinung weniger zu befürchten, da bei uns solche Bauelemente ja so gut wie ausschließlich aus SM- oder Blasstahl hergestellt werden. Diese Materialien sind aber weniger alterungsempfindlich.

Ein anderes Problem, das wir aber bereits gelöst haben, war das maßhaltige Verzinken von Schrauben, mit denen die einzelnen Baustücke, z. B. Winkel eines Hochspannungsmastes, miteinander verbunden werden. Bis vor kurzem war es nur möglich, diese Schrauben so zu verzinken, daß die Gewinde mit Zink mehr oder minder ausgefüllt waren, wie das Bild 6 zeigt. Das Zink mußte nach dem Verzinken dann ausgeschnitten werden, damit man eine maßhaltige Schraube bekam. Nun ist es uns aber mit einer von uns entwickelten Spezialeinrichtung gelungen, bereits die Verzinkung von Schrauben maßhaltig durchzuführen, sodaß wir jetzt verzinkte Gewinde erhalten, wie ein solches in Bild 7 dargestellt ist. Sie erfordern kein Nach-

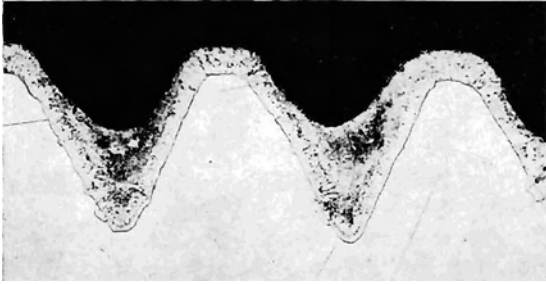


Bild 6: Zinkbelag auf einer wie üblich verzinkten Schraube
 Fig. 6: Zinc coat of a screw galvanized as usual

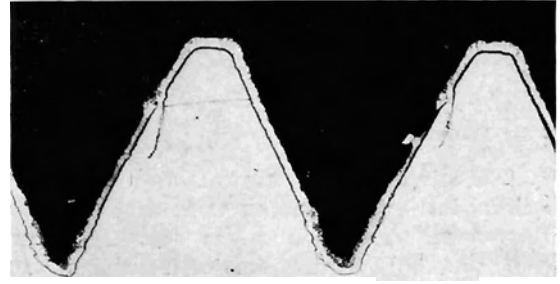


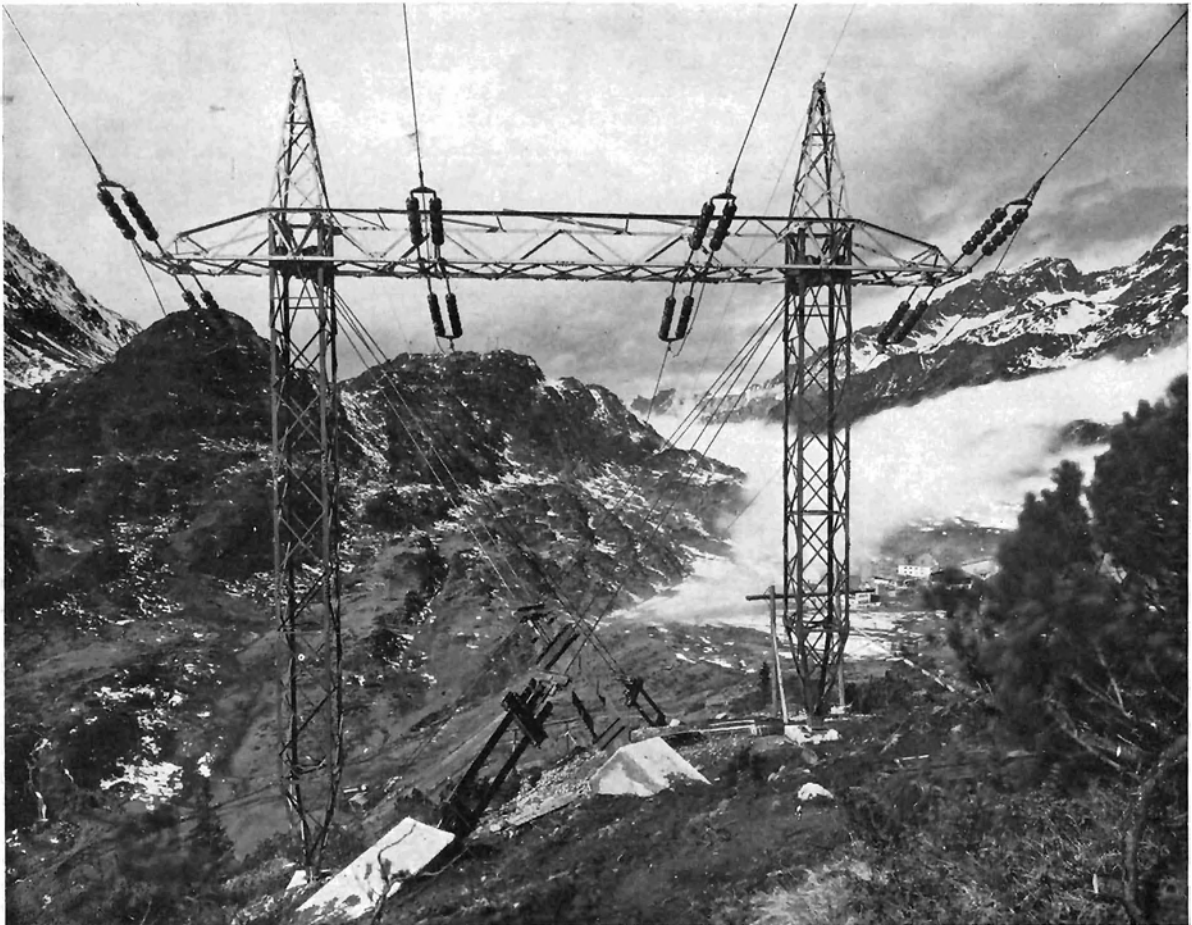
Bild 7: Spezialverzinkte Schraube
 Fig. 7: Screw special galvanized

schneiden mehr und haben einen metallisch dichten Zinkbelag.

Nachdem vor mehreren Jahrzehnten erstmalig die Österreichischen Bundesbahnen im Zuge der Elektrifizierung die Feuerverzinkung von Stahlbauwerken eingeführt haben, wird die Feuerverzinkung als Rostschutz in immer

mehr zunehmendem Ausmaß von den Elektrizitätsgesellschaften und den Rundfunkgesellschaften für den Rostschutz ihrer Bauwerke gewählt. Es ist zu hoffen, daß dieses Rostschutzverfahren im Hinblick auf seine Billigkeit und Verlässlichkeit noch immer größere Anwendungsbereiche finden wird.

110-kV-Leitung über den Arlberg, feuerverzinkt
 110-kV-transmission line over the Arlberg, hot galvanized



Randbemerkungen eines Praktikers

Von DDr. Adalbert N e m e r e, Wien

Die technischen Wissenschaften und Fertigkeiten sind in ungeahnt rascher Entwicklung. Der Maschinenbau und die Kunststoffe scheinen die körperliche Arbeit bald zu einem Anachronismus zu machen. Bauleute verstellen den Himmel. Die Physik zertrümmert unsere Schulweisheit und in der Luft lassen wir die Schallgeschwindigkeit hinter uns. Und wie steht es mit der Korrosion? Die Antwort ist verblüffend: wie eh und je. Ich will mich nicht mit der Korrosion der Metalle, der Alterung und Erosion des Betons, des Spannbetons und anderer Baustoffe befassen, sondern nur mit dem idealen und wirtschaftlichsten Werkstoff der Ingenieurbauten, dem Stahl, besser gesagt, dem Oberflächenschutz des Stahles.

Die Passivierung des Eisens ist ein noch ungelöstes Problem. Es werden wohl durch Legierungen nichtrostende Stahlsorten erzeugt, für Ingenieurbauten sind jedoch ihre Kosten zu hoch. Die allgemein verwendeten Baustähle bedürfen eines Oberflächenschutzes und vorher einer richtigen Vorbehandlung der Oberfläche. Dieser Vorgang ist technisch einfach und steht — im Gegensatz zu den Behauptungen der Stahlbaugegner — als Kostenfaktor in einem untergeordneten Verhältnis zu den durch stetige Entwicklung ständig billiger werdenden Gesamtkosten des Stahlbaues, wenn man frühere und heutige Preise auf den Goldwert umrechnet. Vergleichen Sie die üblichen Kosten der Entrostung und des Werksanstriches, sowie die geringfügigen und auf Jahrzehnte voraus bestimmbaren Aufwendungen für die Instandhaltung des gut ausgeführten Oberflächenschutzes mit jenen Ersparnissen, welche der moderne Baustahl durch erhöhte Leistung und verringerten Materialverbrauch dem Bauherrn bringt, zusätzlich der Einsparungen durch neue Konstruktionsmethoden und Montagevorgänge im Stahlbau. Der oft gelästerte und manchmal aus falscher Sparsamkeit vernachlässigte Oberflächenschutz bedeutet für den Bauherrn einen geringfügigen Kostenfaktor gegenüber der erreichten und stets fortschreitenden Wirtschaftlichkeit der Stahlbauweise. Ich möchte hier kurz zwei Beispiele von Ingenieurbauten anführen. Brücken, welche vor nicht allzu langer Zeit aus St 37 in genieteter Ausführung errichtet wurden, kosteten nach Anwendung schweißbaren Stahles um etwa 20% weniger. Heute, durch Stähle höherwertiger Legierungen, beträgt die Verbilligung bereits 30 bis 35%. Die zulässige Spannung konnte erhöht und die vorhandenen Reserven ausgenützt werden. Durch genauere Erfassung der Beanspruchungen im Stahltragwerk ist die Verbilligung der Stahl-

bauweise bei größeren Spannweiten besonders auffällig. Ein Vergleich der Mindestzugfestigkeit und der zulässigen Beanspruchung verschiedener bei Wiener Brücken verwendeten Baustähle laut einer Veröffentlichung aus 1953 (O. Schmidt) zeigt innerhalb von zwei Jahrzehnten eine Erhöhung der zulässigen Inanspruchnahme von etwa 15%, bzw. mehr als 30%. Während eine im Jahre 1925 erbaute Stahlbrücke 500 kg Stahl pro m² Grundriß erforderte, konnte fünfundzwanzig Jahre später in nächster Nähe eine ähnlich konstruierte Brücke über den gleichen Fluß mit 300 kg Stahl pro m² Grundriß gebaut werden, trotz zunehmender Verkehrslast. Zu der Verringerung der Gesamtkosten trägt auch der Werkszusammenbau im Fließvorgang und die ohne hohe Gerüstkosten mögliche Montage bei. Auch die Hohlkasten-Bauweise hat die Verbilligung weiter gefördert. Als zweites Beispiel für die rasch wachsende Wirtschaftlichkeit des Stahlbaues verweise ich auf den in der ganzen Welt rapid zunehmenden Stahl-Mastbau. Die schweißbaren und höherwertigen Stähle haben eine vor wenigen Jahren ungeahnte Gewichtsverminderung der Konstruktion zur Folge gehabt. Sendemaste, Maste für Flugsicherung werden heute bereits mit 60 m² Oberfläche je Tonne Stahlkonstruktion entworfen. Bei den Fernleitungsmasten ist durch schwächere Winkel oder Blechprofile eine Stahlersparnis von 30 bis 40% erzielt worden. Die Oberfläche eines Winkelabspannmastes beträgt jetzt mehr als 40 m² je Tonne, gegenüber der kürzlich noch verwendeten schweren Konstruktion mit 25 m² je Tonne. Man könnte einwenden, daß die leichte Stahlbauweise das relative Flächenmaß vermehrt und hiedurch die Kosten des Oberflächenschutzes steigen; hiezu kommt die große Höhe der turmartigen, am Fuße weit gespreizten Stahlmaste des modernen Weitspannsystems im Leitungsbau. In Wirklichkeit bedeutet die damit verbundene Erhöhung der Regelspannweiten von den einstigen 100 Metern bis heute auf 500 Meter eine Herabsetzung in der Anzahl der Maste auf etwa ein Viertel oder ein Fünftel der früheren Anzahl und eine gewaltige Ersparnis insbesondere an Ausrüstung und Montage und natürlich auch an Korrosionsschutz. Auch die Transportkosten sind durch das Weitspannsystem auf einen Bruchteil der früheren gefallen; die bei Seilbahnbauten erfordernde kostspielige Beförderung beim Bau im Gebirge ist infolge der verringerten Zahl der Maste zum Großteil entfallen. Die Erhaltungskosten der Stahlmaste werden in zunehmendem Maße auch dadurch verringert, daß man Anstriche

durch Feuerverzinkung ersetzt. Bei Fernleitungen der Verbundgesellschaft wird der auf die gut entrostete Oberfläche aufgebrachte und zeitweilig überprüfte Anstrichfilm nach zehn bis zwölf Jahren durch Auftragung neuer Deckanstriche gegen Witterungseinflüsse frisch geschützt. Diese Zeitspanne betrifft Stahlmaste in reiner, von Industriegasen nicht verunreinigter Landluft. Die Investitionskosten der Vollbadverzinkung (Feuerverzinkung) sind höher als die Anstrichkosten, sie werden jedoch — ausschließlich der Kapitalszinsen — in der gleichen normalen Atmosphäre den Anstrichaufwand leichter Maste nach zirka 30 Jahren wettmachen. Auch Abschaltungen durch Instandhaltungsarbeiten werden leichter vermieden. Beim Vergleich der beiden Schutzmethoden ist auch die viel geringere Lohnintensität der Feuerverzinkung zu beachten, zumal Löhne dauernd steigen.

Obige Hinweise auf die rasch und unaufhaltsam verbilligte und verbesserte Stahlbauweise dienen nur dazu, um aufzuzeigen, wie grundlos die Angst vor dem Kostenfaktor des Oberflächenschutzes ist. Richtiger Oberflächenschutz im Stahlbau — bei Behältern oder verlegten Rohren u. dgl. manchmal in Verbindung mit kathodischem Schutz — ist die billigste und wirksamste Waffe gegen die übertriebene Propaganda des Rostens, seitens Verfechter anderer Bauweisen. Letztere bedürfen in der Regel vorerst keines besonderen Schutzes der Oberfläche. Nach etwa zwanzig Jahren können jedoch Verfällerscheinungen beginnen, welche — im Gegensatz zum Stahlbau — mitunter unaufhaltsam sind, oder bei deren Behebung die Erfahrung fehlt und die Kostenbegrenzung unmöglich ist. Wenn wir eine Periode von etwa fünfzig Jahren in Betracht ziehen, so zeigen die Ingenieurbauten aus Stahl keinesfalls eine steigende Kurve der Instandhaltungsarbeiten. Bei Behebung der Kriegsschäden trafen wir oft Stahlbrücken und Hallen, welche vor der Jahrhundertwende errichtet wurden. Ihre althergebrachten Bleimennige-Anstriche haben einen mit der Oberfläche schier verwachsenen Panzer gebildet, welcher auch bei mechanischer Beschädigung keine Weiterverbreitung des Rostes zuließ. Selbst im Stahlwasserbau, wo die Oberfläche dauernd dem klassischen Angriff von Wechselwirkungen oder Mischungen des Sauerstoffes der Luft und des Wassers ausgesetzt ist, bleibt vorläufig der richtig entrostete und gegen Korrosion und Erosion durch Anstriche oder Metallisierung (auch Plattierung) dauernd geschützte Baustahl das praktischste und billigste Material. Die Instandhaltung der Stahloberfläche ist auch hier ein stabiler, berechenbarer und relativ geringer Kostenfaktor.

Zwei Hemmschuhe mitten in unseren Reihen

erschweren manchenmal die richtige Ausführung des Oberflächenschutzes der Baustähle. Der eine heißt Dilettantismus. Tüchtige Maschinenbauer, Baumeister, Bauräte, Elektroleute, Betriebsingenieure, Laboratoriumsleiter, Verkehrsbeamte, ja sogar Architekten entscheiden in Fragen des Oberflächenschutzes, jeder nach seinem unerschütterlichen Glauben. Dieser mag Berge versetzen, aber gegen Rost schützt er nicht. Wie wäre es sonst denkbar, daß in der Praxis Fehlentscheidungen über den Korrosionsschutz wichtiger Objekte entstehen, deren Urheber in ihrem sonstigen eigenen Fachgebiet Ausgezeichnetes leisten. Die Fehlentscheidungen beginnen bei der Entrostung, wo z. B. Garantie für metallisch reine Flächen gegeben, jedoch nur unzulängliche Handarbeit geleistet wird. Die Wahl des Anstrichmaterials ist oft der Erfolg geschickter Vertreter unbekannter Handelsmarken und nicht das Ergebnis fachmännischer Überlegung. Was kann man von dem Schutz der Krane und Hallen inmitten der von Industriegasen geschwängerten, rauchigen und nebeligen Atmosphäre erwarten, wenn der Schutzanstrich — nach Handentrostung — auf insgesamt zwei Lagen von Bleifarben beschränkt wird? Es wurden Druckrohre im Hochgebirge mit als modern gepriesenen teureren Lacken überzogen, welche weder die Dehnung der Rohre mitmachen konnten, noch den atmosphärischen Verhältnissen länger als zehn Wochen standgehalten haben. Tüchtige Einkaufsleute handeln gelegentlich die Anzahl von Unterwasseranstrichen auf ein Drittel des Notwendigen herunter und versuchen, die Verantwortung für die Konservierung auf einen vielleicht nicht sehr skrupellosen oder unerfahrenen Kontrahenten zu überwälzen. Ein guter Baufachmann des öffentlichen Dienstes ließ harte, dauernd instandgehaltene und festhaftende Schutzanstriche in mühsamster Kleinarbeit monatelang mit Hämmern abklopfen und hiedurch auch die Stahloberfläche beeinträchtigen, da er irgendwo las, daß dicke Anstriche ungünstiger sind, als dünn aufgetragene Anstrichfilme. Er verwechselte alt mit neu, ließ sich aber nicht belehren. Eine Unsitte der öffentlichen Geldgebarung zwingt dazu, manche Stahlkonstruktion erst im Herbst zu bauen und bei Schnee und Regen zu entrostern und zu streichen. Ein derartiger Schutz ist ebenso kostspielig wie wertlos. Bei metallischen Überzügen ist den Dilettanten weniger Raum belassen, obwohl auch hier der Mißbrauch der Metallqualität oder der Spritzmethode oft unentdeckt bleibt oder aber Garantien über ein Menschenleben hinaus verlangt werden. Die Urheber dieser Fehlurteile sind Fachleute auf ihrem eigenen Sachgebiet, jedoch keine Korrosionstechniker, trotz ihrer Entscheidungsgewalt über den Oberflächenschutz wichtiger Ingenieurbauten. Auch der gut gemeinte und

bis zu einem gewissen Grade nützliche Gedankenaustausch von Nichtfachleuten über ihre Korrosionserfahrungen ersetzt den Fachmann nicht. Vor einiger Zeit hielten Techniker einer Fachrichtung eine Tagung über Korrosionserfahrungen und Probleme, ohne daß auch nur ein einziger Spezialist dieses Faches zugezogen wurde. Eine noch so interessante Zusammenkunft kluger Patienten, die ihre Leiden und Heilmethoden einander bekannt geben, ersetzt den Arzt nicht. Die Eignung bestimmter Stoffe oder Verfahren als Schutz gegen zu erwartende chemische oder physikalische Einflüsse kann man nur im Einvernehmen mit einem erfahrenen Praktiker feststellen, der auch die Pläne, die beabsichtigte Konstruktionsmethode, prüfen sollte. Auch hängt zuviel von der geschickten und verlässlichen Art der Ausführung ab, deren wechselnde Voraussetzungen nur der mit der vielseitigen Praxis innig vertraute Korrosionstechniker kennt. Das empirische Können und das theoretische Wissen müssen beim Spezialisten die Waagschale halten.

Nebst dem Dilettantismus hemmt mitunter die richtige Oberflächenbearbeitung auch die Konkurrenz zwischen einzelnen Stahlbauunternehmen selbst, trotz ihrem jetzigen hohen Auftragsstand. Die Vernachlässigung des notwendigen Grades der Entrostung schadet gleichermaßen dem Stahlbauer und seinem Auftraggeber. Dem letzteren durch erhöhte Instandhaltungskosten am Bauwerk, dem ersteren durch selbstgeliefertes Propagandamaterial gegen die Stahlbauweise. Jeder Stahlbau erfordert einen bestimmten, hierfür geeigneten Entrostungsvorgang und Oberflächenschutz. Diese kann man nicht durch Sparmaßnahmen oder vielleicht durch papierene Garantien eines Sublieferanten ersetzen, der sich einer technisch unmöglichen Verantwortung nachträglich zu entziehen trachten wird. Die Konkurrenzfähigkeit hängt von der Planung, der Materialersparnis, möglicherweise von Frachten und Zahlungsbedingungen ab, darf aber — im allgemeinen Interesse der Stahlbauweise — nicht durch Vernachlässigung des Oberflächenschutzes erzwungen werden. Berechnen Sie die Verluste, welche entstehen, wenn ein Druckrohr wegen Vernachlässigung des Korrosionsschutzes außer Betrieb gesetzt werden muß. Hier schützt keine schriftliche Garantie, sondern nur die gewissenhafteste Ausführung. Es ist ein vordringliches Interesse der stahlschaffenden und stahlverarbeitenden Industrie, der Konkurrenzierung in ihren eigenen Reihen auf Kosten der notwendigen Oberflächenbearbeitung, im Wege einer gültigen Norm entgegenzutreten. Angesichts der hohen Qualität der Baustähle und der Wirtschaftlichkeit des Stahlbaues kann der Grad der im Werk notwendigen Oberflächenbearbeitung vorbehaltlos deklariert, vereinbart und tatsächlich angewendet werden. Wenn die Stahl-

bauer hierüber einig sind, wird der Kostenfaktor Oberflächenschutz keine wohldurchdachte Planung konkurrenzunfähig machen. Dies gilt innerhalb des Stahlbaues ebenso wie im Wettbewerb mit anderen Baustoffen, denen Alterungserscheinungen, Bruch- und Erosionsschäden anhaften, welche der Stahlbau nicht kennt. Bei richtig angewendetem Korrosionsschutz gibt es in einem Ingenieurbauwerk aus Stahl praktisch keine Unsicherheitsfaktoren. Bei manchen anderen Bauweisen werden sich die Unsicherheitsfaktoren nach kurzen Jahrzehnten in unberechenbarer Weise auswirken. Daher ist kein Grund vorhanden, die auf längste Perioden hinaus bestimmbare und berechenbare, leicht und wirtschaftlich durchführbare Oberflächenbearbeitung des Stahles aus Konkurrenzgründen zu vernachlässigen.

Die richtige Oberflächenbehandlung ist ein wichtiger Faktor der Stahlkonstruktion. Sie ist keine lästige Nebenleistung, welche der Willkür oder der Unkenntnis überlassen werden kann. Industrielle Großunternehmungen Westeuropas und Amerikas, sowie Bahnverwaltungen oder andere öffentliche Stellen haben für ihre Zwecke detaillierte Vorschriften des gesamten Oberflächenschutzes ausgearbeitet. Für den allgemeinen Verkehr zwischen dem Konstruktionswerk und seinem Auftraggeber fehlt jedoch der gültige Maßstab und der bei der konkreten Anarbeitung bindend anzuwendende, genau umschriebene Grad der Entrostung, d. h. der Vorbehandlung, welchen der Auftraggeber beanspruchen kann und welchen das Lieferwerk leisten wird. Es ist auch für beide Teile ein Schutz notwendig gegen ein Zuviel an Verlangen und ein Zuwenig an Leistung. Allgemein gehaltene Ausdrücke wie Entrostung von Hand aus oder maschinelle Entrostung müßten ihre für beide Teile bindende Erklärung finden. Es wäre eine für Stahlwerke bindende Mindestvorschrift der Entrostung zu bestimmen. Sie müßte allgemein gehalten sein, um auf alle Arten von Baustählen und aufzustellenden Konstruktionen sowie auf alle Entrostungsgeräte und Maschinen anwendbar zu sein. Eine einfache, den heutigen Bräuchen angepaßte Formulierung für neue Konstruktionsteile könnte etwa lauten:

Entrostungsgrad 1:

Reinigung und Entfernung von Rost und Zunder (Walzhaut, Glühhaut), soweit mit Handwerkzeugen möglich.

Entrostungsgrad 2:

Maschinelle Entrostung mit Entfernung aller Unreinheiten, jeglichen Rostes und Zunders (Walzhaut, Glühhaut) von der Oberfläche.

Entrostungsgrad 3:

Metallisch blanke Entrostung durch maschinelle Entfernung aller Unreinheiten, jeg-

licher Rostspuren und des Zunders (Walzhaut, Glühhaut) von der Oberfläche und aus ihren Poren, bis auf die metallisch blank wirkende Stahlfläche.

Diese drei Grade der Entrostung oder ähnliche Formulierungen sollten in Ermangelung detaillierter Entrostungsvereinbarungen im Werksauftrag zu bindenden Bestandteilen aller Lieferverträge werden, selbstverständlich bei freier Wahl des Entrostungsgrades durch die Vertragspartner. Der gewählte Entrostungsgrad muß eingehalten werden; die Differenzen durch Unkenntnis der gegenseitigen Absichten oder durch unklare Hinweise auf die Entrostung wären vermieden. Weitere individuelle Vereinbarungen der Vertragspartner über die Entrostung und den zu wählenden Anstrich, Kunststoffüberzug usw. können in beliebige Details eingehen oder bestimmte Methoden erfassen. Man wird z. B. einzubetonierende Konstruktionsteile überhaupt nicht entrostet lassen, andererseits in manchen Fällen die anzuwendenden Werkzeuge oder maschinelle Verfahren besonders vereinbaren. Vorsichtige Fachleute werden den Hammer als Handwerkzeug oder als Preßlufthammer möglichst ausschließen, um die Stahloberfläche zu schonen. Manches Werk wird zur Vermeidung der Staubentwicklung mit Stahlkörnern spritzen wollen oder sich auf Schleuderradmaschinen einrichten. Auch Flammstrahler können das gewünschte Ergebnis fördern. All dies sind jedoch Wege, um das genormte Ziel der Entrostung zu erreichen, deren Grade — etwa wie oben vorgeschlagen — normenmäßig festgelegt, wahlweise als verbindlicher Vertragsbestandteil dienen sollten. Jedenfalls sollte jedes Stahlwerk, auf Grund eines gemeinsamen Beschlusses der zuständigen Verbände, zumindest den gewählten normierten Entrostungsgrad in seinem Anbot und in der Auftragsbestätigung anführen. Es bliebe aber — wie betont — den Parteien unbenommen, den Entrostungsgrad vertraglich auf andere Art vorzuschreiben oder ganz auszuschließen, z. B. bei Entrostung an der Baustelle.

Der Grad der Durchführung der Entrostung im Stahlwerk und der darauffolgende Werksanstrich lassen sich wohl genau vorschreiben, doch hängt die Qualität der Leistung vom guten Willen der Werksleitung ab. Jedenfalls erspart die gewissenhafte Werksarbeit ein Mehrfaches der Kosten bei Instandhaltung des fertigen Stahlbauwerkes und vermehrt die Anzahl der zufriedenen Werkskunden. Keinesfalls darf man z. B. bei der Anarbeitung der Stahlkonstruktion die gründliche Entrostung und den Anstrich der Überlappungen, die sogenannten Zwischenanstriche vernachlässigen. Diese Flächen bleiben wohl in der Zukunft unsichtbar, doch führt die mangelhafte Bearbeitung oder der dem darauffolgenden Oberflächenschutz nicht angepaßte Zwischen-

anstrich zu immer wiederkehrenden Korrosionsstellen, welche wie eine Erbsünde, nicht verschwinden. Eine andere Fehlerquelle der Oberflächenbehandlung im Werk ist die Eile. In Konjunkturzeiten leicht verständlich, jedoch für die Oberflächenbearbeitung eine Quelle von Verdruß und von späteren Reklamationen. Die Entrostung braucht Zeit und der Werksanstrich benötigt zumeist 1 bis 2 Tage, bis er hart genug wird, um ohne schwere Beschädigungen transportiert werden zu können. Die schonende Behandlung der vom Werk mit einem frischen Schutzanstrich versehenen entrosteten Konstruktionsteile muß schon bei der Kranbewegung und der Lagerung beginnen. Bei den heutigen Produktionsmethoden und Lieferterminen ist der Zeifaktor ein schwieriges Kapitel geworden. Dennoch müßten gewissenhafte Betriebsleiter die notwendige Zeit für die Trocknung der im Werk aufzutragenden Schutzanstriche schon in den Terminplan der Werksfertigung aufnehmen. Vielleicht noch wichtiger ist es, den Oberflächenschutz des geplanten Stahlbaues bereits am Zeichentisch des Konstrukteurs zu berücksichtigen. Wassersäcke, an ungeeigneter Stelle geplante Entwässerungsöffnungen, parallel aneinander gefügte Bleche mit unzugänglichen Zwischenräumen, Ecken und Hohlräume, wo Staub und Schmutz das korrosionsfördernde Regenwasser am raschen Verdunsten hindert, und manches andere könnte bei der Planung vermieden werden.

Es war von den Pflichten des Stahlbauwerkes die Rede, doch liegt ein Großteil der Verantwortung für die tadellose Erhaltung von Stahlbauten aller Art bei dem Bauherrn. Er wählt die organischen oder anorganischen Schutzmethoden der Oberfläche. Von seiner richtigen Wahl oder falschen Sparsamkeit hängt es ab, ob Ingenieurbauten auf die Dauer gut und wirtschaftlich erhalten werden können, oder ob sie dem sogenannten Bestbieter ausgeliefert werden. Die bei der Vergabe von Rostschutzarbeiten in Betracht kommenden Beträge bewegen sich gegenüber den Gesamtkosten des Bauwerkes oder den Betriebskosten im engen Rahmen. Es ist daher verständlich, daß manche Entscheidung durch untergeordnete Organe oder unfachmännisch erfolgt, entweder durch Heranziehung des rechnerisch Billigsten oder oft auf Grund von Sympathien und Beziehungen. Es scheint mir, daß der Oberflächenschutz bzw. die Erhaltung desselben am besten durch wohlgedachte, länger laufende Instandhaltungsverträge erfolgen könnte, statt der fallweisen Vergabe an wechselnde Unternehmer, bzw. statt fragwürdiger Garantieerklärungen. Bei neuen Ingenieurbauten, welche gewöhnlich mit dem im Konstruktionswerk hergestellten ersten Grundanstrich versehen sind, wird bei Vergabe der Deckanstriche durch

den Bauherrn eine mehrjährige Garantie des Anstreichers verlangt. Es könnte statt diesem, für letzteren lästigen und problematischen Versprechen eine verlässlichere, beide Teile befriedigende Lösung gefunden werden, wenn der Ersteher dieser Anstricharbeiten zugleich für eine Reihe von Jahren zur Instandhaltung verpflichtet würde, deren Selbstkosten der Bauherr bezahlt. Die Bezahlung sollte keinen Mehrertrag darstellen, sondern sich auf den effektiven Lohn- und Materialaufwand beschränken, ohne Zuschläge für weitere Unkosten und Gewinn. Anstricharbeiten sind überwiegend saisongebunden. Vor und nach der Hauptsaison ist der Unternehmer froh, wenn er seine Stammarbeiter beschäftigen kann, auch wenn es sich nur darum handelt, den von ihm geleisteten Anstrich ohne Gewinn — aber auch ohne Kosten für ihn — instandzuhalten. Es erwachsen ihm auch durch die alljährliche, wenn nötig halbjährliche Behebung geringfügiger Schäden weniger Kosten, als wenn er auf Grund einer Garantie nach mehreren Jahren umfassendere Überholungen ausführen muß. Eine andere Kategorie bilden fertige, mit Schutzanstrichen bereits versehene Bauwerke, in Betrieb befindliche Fabriken und Industrieanlagen. Hier könnte die Verantwortung für den dauernden Oberflächenschutz durch einen allgemeinen Instandhaltungsvertrag einem verlässlichen Fachunternehmen übertragen werden. Dieses hätte sozusagen die Rolle des Hausarztes, der immer wieder kommt, beobachtet und vorbeugt. Die Aufgabe des Instandhaltungskontrahenten wäre, das Objekt öfter zu begehen, auf Ruf zur Verfügung zu stehen, jedenfalls alle Schäden z. B. durch Atmosphärien, durch die Einwirkung der Dämpfe und Gase des Betriebes, durch natürliche Abnutzung zu beheben, somit die volle Verantwortung für den Oberflächenschutz zu tragen. Hiedurch würde betriebsstörenden Korrosionsschäden vorgebeugt werden und ein Vertrauensverhältnis mit dem alle Tücken des Objektes genau kennenden Fachunternehmen entstehen, welches jedes Interesse

daran hat, durch einwandfreien Oberflächenschutz die Dauerbeziehungen zum Auftraggeber zu erhalten. Vorbeugen ist billiger als Wiederherstellen. Der Kontrahent kann in seinen Ansprüchen bescheiden sein, weil er an keine festen Termine gebunden ist und anderswo frei werdende Arbeitskräfte zu den relativ geringfügigen — weil im Stadium der Vorbeugung vorgenommenen — Instandhaltungsarbeiten einsetzen kann. So primitiv diese Anregungen aus einer langen praktischen Erfahrung klingen mögen, sind sie für den erfolgreichen und wirtschaftlichen Oberflächenschutz von Stahlbauten nützlich und ein Hilfsmittel in der weiteren Propagierung der Stahlbauweise.

Ich möchte diese kurze Reihe von Bemerkungen zum Oberflächenschutz des Stahles in Österreich nicht abschließen, ohne eine Frage der Zukunft zu erwähnen. Die industrielle Anwendung der Atomenergie hat bereits begonnen. Auf diesem Gebiete sind auch Korrosionsversuche gemacht worden, allerdings beschränkt auf die zur Energiegewinnung verwendeten Stoffe, d. h. auf Uran und bestimmte Metalle in Legierungen mit Uran. Für uns, die wir nur den Korrosionsschutz des Stahles betreiben, stellt sich die Frage, wie weit und in welcher Art sich erhöhte Radioaktivität und stärkere Ionisierung der Luft auf die Stahloberfläche auswirken können. Die einschlägige moderne Literatur enthält meines Wissens keinen Fingerzeig. Der einzige mir bekannt gewordene knappe und leider negative Hinweis in Richard Stephenson's Werk „Introduction to Nuclear Engineering“ bestätigt das Fehlen von Unterlagen über Korrosion. Ich weiß nicht, ob Hütten- und Stahlwerke oder wissenschaftliche Institute sich mit diesem Aspekt der Korrosion befassen. Jedenfalls wäre es erwünscht, die kernphysikalischen Studien auf die Korrosion und den Oberflächenschutz des Stahles auszudehnen und zu koordinieren. Vielleicht könnte dies im Rahmen oder im Kontakt mit dem auch in Europa tätigen amerikanischen Battelle Memorial Institute erfolgen.

Bituminöse Anstrichmittel

Von Dr. Herbert A. Mann, Wels

Vom ästhetischen Standpunkt werden die schwarzen, bituminösen Anstrichmaterialien häufig abgelehnt. Wer sich allerdings für die praktische Seite, also die Bewährung dieser Stoffe z. B. im Stahlwasserbau interessiert, wird allgemein hören, daß heute noch keine billigeren und dauerhafteren als die bituminösen Anstrichmittel für den Einsatz im Wasser existieren. Man erfährt dabei auch, daß es hier Produkte auf Basis von Steinkohlenteerpech und auf Asphaltbasis gibt. Die ersteren sind oft an der Teerpechnarbenbildung (Krokodilhaut) zu erkennen; letztere neigen etwas zur oberflächlichen Verfärbung ins Rotbraune. Obwohl diese Stoffe fast durchwegs schwarz sind, existiert eine beträchtliche Zahl von qualitativ sehr unterschiedlichen Produkten, und so wie es eine Lack- und Farbentechnik gibt, so wird die Chemie der bituminösen Produkte wissenschaftlich betrieben.

Die Verwendung von Naturasphalt zu Anstrich und Isolierzwecken wird schon auf alten, chinesischen Tuschzeichnungen dargestellt und das Teeren oder Pechen der Holzschiffe mit Asphaltzubereitungen ist allgemein bekannt.

Für die Rostverhütung allerdings werden bituminöse Stoffe, also Erdölbitumen, Naturasphalt und Steinkohlenteerpech, erst seit dem Ende des 19. Jahrhunderts herangezogen. Der klassische Eisenlack, wie er zum Lackieren von Kleiseisenteilen verwendet wurde, bestand aus einer Auflösung von hartem Asphalt in einem geeigneten Lösungsmittel. Die rasche Entwicklung der Erdölindustrie brachte die breitere Verwendung der Erdölbitumen und aus den Rückstandspechen der Teerdestillation entstanden die Teerpechanstriche.

Beide Stoffgruppen haben besondere Eigentümlichkeiten. Gemeinsam ist die auffallend geringe Wasserdurchlässigkeit; nur das für Anstrichzwecke ungeeignete Polyäthylen übertrifft hierin die Bitumina. Weil aber Eisen nur dann rostet, wenn auch Wasser anwesend ist, so wird durch dieses Merkmal der bituminösen Stoffe die wichtigste Forderung an ein Anstrichmittel im Stahlbau erfüllt. Wenn man etwa Ölmennige, Bleicyanamid, Zinkchromatfarben als aktive Rostschutzfarben bezeichnen kann, so zählen die bituminösen zu den

indifferenten Konservierungsmitteln. Erstere schützen das Eisen durch das Ausschließen von Feuchtigkeit und eine spezifische, elektrochemische Wirkung. Die letzteren verhüten das Rosten, weil sie zuverlässig das Wasser abhalten.

Das Steinkohlenteerpech weist nur die halbe Wasserdurchlässigkeit des Asphaltens auf und scheint auch eine gewisse Inhibitorwirkung zu entfalten.¹⁾ Seiner chemischen Natur verdankt es ein ausgezeichnetes Haftvermögen; ein Steinkohlenteerpech-Kaltanstrich kriecht geradezu in die Streichfläche und verankert sich fest. Auch die Wetterbeständigkeit übertrifft die des Asphaltens. Die häufig auftretende Narbenbildung von Teerpechschützüberzügen läßt sich mit Hilfe zweckmäßiger Füllstoffe vermeiden. Derartige Produkte sind auf dem Markt.

Die Asphaltene lassen sich weniger leicht beurteilen. Nach ihrer Herstellungsart, dem verwendeten Rohöl, dem jeweiligen Erweichungspunkt und vielen anderen physikal-chemischen Daten werden sie unterschieden. Für die Erzeugung von Isoliermitteln kommt nur eine kleine Zahl dieser verschiedenartigsten Asphaltkörper in Frage; jene, die den Anforderungen an ein Anstrichmittel entsprechen. Bestimmte Sorten kann man wegen ihres chemischen Charakters, Elastizität und Widerstandsfähigkeit auswählen.²⁾ Es besteht außerdem die Möglichkeit, sie mit trocknenden Ölen zu kombinieren. Dadurch erhält man Isolierstoffe, die sowohl die guten Eigenschaften der Ölfarben als auch des Asphaltens aufweisen. Richtige Füllstoffe und Pigmente erlauben sogar die Erzeugung hellfarbiger Asphaltanstriche. Damit ist nun auch die Brücke zwischen der hervorragenden Rostschutzwirkung der bituminösen Isoliermittel und der erwünschten Buntheit der Öl- und Kunstharzfarben geschlagen. Es gibt heute hellfarbige, bituminöse Rostschutzfarben. Jetzt können diese Stoffe auch zum Anstrich von Konstruktionen herangezogen werden, für die früher der Einsatz von schwarzen Anstrichmaterialien unmöglich war. Bituminöse Anstrichmittel verdienen nicht nur wegen ihrer Preiswürdigkeit das Interesse des Stahlbauers, sondern wegen der spezifischen Eignung als Rostschutzmittel im Stahlbau.

¹⁾ K. Krenkler, Wirkstoffe und Korrosion 5 (1954), 441—551

²⁾ K. A. Spencer et. al. Chemistry and Industry 19, 1953

Das Flammstrahlen

Ein neueres rationelleres Entrostungsverfahren

Von Dr. Ing. Valentin Trunschitz, Wien

Einleitung

Ein dauerhafter und wirksamer Schutz ist weitgehend von einer sorgfältigen Vorbereitung der Stahloberfläche abhängig. Zu allen bisherigen Oberflächensäuberungs-Verfahren kann gesagt werden, daß entweder die erforderliche Güte nicht erreicht werden kann, wie z. B. durch Handentrostung, oder daß umfangreiche maschinelle Anlagen gebraucht werden, die ziemlich hohe Betriebs- und Transportkosten bedingen, wie beim Sandstrahlen bzw. bei Arbeiten mit Druckluftpistolen. Die Belästigung der Umgebung durch Lärm und Staub zwingt auch oft zur Wahl eines Verfahrens, welches nicht immer eine einwandfreie Vorbereitung zum Anstrich bildet.

Ein neueres Verfahren zur Entrostung von Stahloberflächen ist das Flammstrahlen. Seit Beginn praktischer Arbeiten im Ausland im Jahre 1939 und in Deutschland im Jahre 1950 ist das Flammstrahlen in ständiger Weiterentwicklung begriffen und hat sich bei einer großen, stets wachsenden Zahl von Anwendungsgebieten durchgesetzt. Als erstes Unternehmen in Deutschland hatte die Deutsche Bundesbahn dieses Entrostungsverfahren angewendet. Auch in Österreich hat sich dieses Verfahren, sowohl in der Privatindustrie als auch bei den Österreichischen Bundesbahnen,

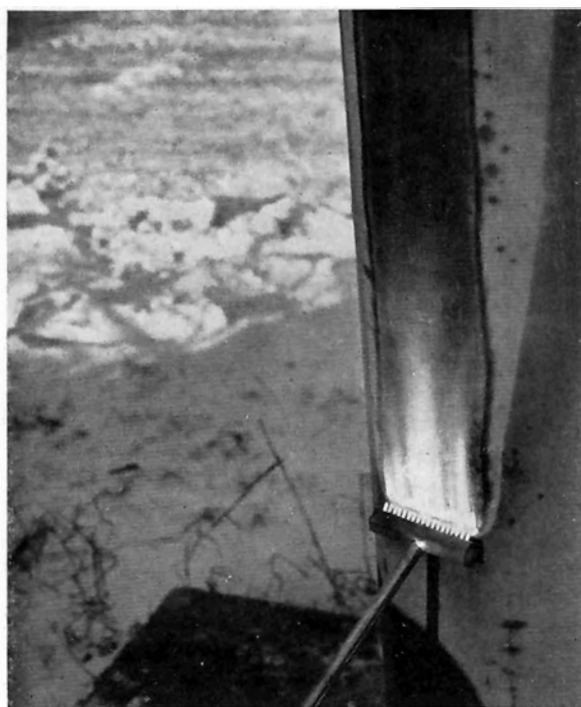
durchgesetzt, was außer auf die einwandfreie Leistung auch auf die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens zurückzuführen ist.

Charakteristik des Verfahrens

Beim Flammstrahlen wird über die verrostete Oberfläche nach Entfernung locker aufsitzen der Belagteile ein Spezialbrenner mit Azetylen-Sauerstoff-Flamme geführt. Durch die reduzierende Wirkung der Flamme wird der Rost durch Entzug des Sauerstoffs chemisch umgewandelt und durch die Wärme der Flamme die im Rost enthaltene Feuchtigkeit ausgetrieben. Infolge der intensiven Flammenwirkung werden die Rostteile und Verunreinigungen so gelockert, daß sie zum größten Teil abspringen. Je nach Beschaffenheit der Stahloberfläche und nach den an die Farbanstriche gestellten Anforderungen wird die Oberfläche einmal oder nach Bedarf ein zweitesmal mit dem Flammstrahler behandelt. Nach Behandlung mit dem Brenner werden die Verbrennungsrückstände abgebürstet und der Anstrich auf die saubere, trockene und noch warme Oberfläche aufgetragen. Bei richtiger Arbeitsweise hat die Oberfläche nach dem Bürsten noch eine Temperatur von 50 bis 80° C. Bei dicken Rostschichten wirkt nicht nur der reduzierende Teil der Flamme allein, sondern das in der Schicht vorhandene Wasser (Luftfeuchtigkeit), das, elementar bzw. chemisch mit dem Eisenoxyd zu Eisenoxydhydrat gebunden, vorhanden ist, verdampft sehr rasch unter der Einwirkung der hohen Flammentemperatur. Der so gebildete Wasserdampf sprengt nun die Rostschicht, die mühelos mit einer Spachtel entfernt wird. Noch verbleibender dünner Rostansatz wird bei einem nochmaligen Bestreichen mit der Flamme reduziert. Eine mit Flammstrahlung behandelte Oberfläche läßt Schutzanstriche mit langer Lebensdauer erzielen, deren Wirksamkeit ebenfalls beträchtlich erhöht wird.

Bild 1: Charakteristisches Flammenbild beim Flammstrahlen

Fig. 1: Characteristical flame-picture at flame cleaning



Bisherige Erfahrungen mit dem Flammstrahlen

- Die äußere Beschaffenheit der Oberfläche bleibt unverändert.
- Rost und andere Belagteile werden einwandfrei restlos entfernt und es entsteht eine vollkommen entrostete, saubere, anstrichfertige Oberfläche, die nach der Entrostung vollkommen wasserfrei ist, daher keine Flugrostbildung ermöglicht.
- Etwaige Rostreste in den Poren werden passiviert.
- Man erhält eine warme, trockene Oberfläche. Dadurch läßt sich die Farbe leichter verstreichen, haftet besser und ist sparsamer im Verbrauch. Eine warme Ober-

fläche ist auch Grundbedingung für bituminöse Anstriche.

- e) Das Verfahren ist besonders wirtschaftlich, weil die Haltbarkeit und Wirksamkeit des Schutzfilms verlängert wird.
- f) Die Handhabung der Geräte ist einfach. Die Geräte unterliegen kaum einem Verschleiß, daher niedrige Betriebskosten.
- g) Die Betriebseinrichtungen erfordern nur verhältnismäßig geringe Anschaffungskosten; die Geräte sind stets einsatzbereit und benötigen fast keine Wartung. Ersatzteile sind überall zu haben.
- h) Die Betriebseinrichtungen können leicht überall eingesetzt werden.
- i) Eine Belästigung durch Lärm und Staub findet nicht statt.
- k) Die Durchführung des Verfahrens ist von der Jahreszeit und der Witterung nahezu unabhängig. Auch bei Schlechtwetter kann ohne Unterbrechung gearbeitet werden.
- l) Der Nachschub an Betriebsmitteln (Sauerstoff, Azetylen), ist leicht und erfordert nur geringen Transportraum.
- m) Die Brennerform kann der zu säubernden Oberfläche angepaßt werden, wodurch eine beträchtliche Erhöhung der Leistung erzielt wird. Außer den normalen Serienbrennenerzeugnissen zur Behandlung ebener Flächen können Spezialeinsätze für Rohre oder Winkeleisen u. dgl. hergestellt werden.

Geräte, Arbeitsweise und Betriebsmittel

Man verwendet Lochbrenner mit Bohrungen von zirka einem halben Millimeter Durchmesser in Abständen von rund drei Millimetern. Die Brenner werden in verschiedenen Breiten von 20 bis 100 mm geliefert, größere Breiten sind unhandlich. Für besondere Fälle ist ein Verlängerungsstück vorgesehen.

Flammstrahlbrenner sind in den verschiedensten Formen erhältlich, welche jeweils der unterschiedlichen Gestalt der Stahlbauteile angepaßt sind.

Bei schwerer Verrostung genügt ein einmaliges Flammstrahlen nicht, deshalb ist in diesem Falle ein nochmaliges Überfahren der Stahloberfläche mit dem Brenner erforderlich. Zwischen den einzelnen Arbeitsgängen soll ein Zeitraum von ungefähr 10 Minuten eingeschaltet werden, damit die Oberfläche wieder abkühlen kann und die reduzierten Teile abgebrüstet werden.

Der Flammstrahler wird unter flachem Winkel von etwa 30° gegen die zu reinigende Fläche gerichtet. Als Stütze dienen die am Brennerkopf angebrachten Kugeln. Der Vorschub erfolgt in der Regel entgegen der Richtung der Flamme. Das Flammstrahlen soll nur bei Blechstärken über 4 mm angewendet werden, da sonst Verziehungen der Stahlbauteile auftreten können. Im Durchschnitt kann 1 m^2 der



Bild 2: Spezialbrenner für Rohre mit richtiger Brennerhaltung während der Arbeit

Fig. 2: Special type burner for pipes with correct burner position during work

Stahloberfläche mit dem Flammstrahler in 10 Minuten entrostet werden.

Bei Anwendung des Flammstrahlens ist mit dem Auftreten von gesundheitsschädigenden Gasen zu rechnen, u. zw. von nitrosen Gasen. Im Freien sind gegen diese schädlichen Gase keine Schutzmaßnahmen erforderlich; beim Flammstrahlen in geschlossenen kleinen Räumen ist auf gute Lüftung zu achten. Sowohl im Freien wie in geschlossenen Räumen müssen die Arbeiter durch geeignete Schutzkleidung vor abspringenden Rostteilen gesichert werden.

Als Heizgas verwendet man das auf Grund der höchsten Flammenleistung bzw. Wärmedichte geeignete Dissousgas, als brennförderndes Gas den Sauerstoff. Beide Gasarten sind

Bild 3: Entrostung einer U-Schiene

Fig. 3: Derusting of a channel iron





Bild 4: Entrostung bei Rohr- und Gittermasten mittels des Flammstrahlers

Fig. 4: Derusting of tubular- and lattice type towers by means of flame-cleaning

vom Autogenschweißen her bekannt. Das Dissousgas als gereinigtes und trockenes Gas, ist gerade beim Flammstrahlen infolge seiner letztgenannten Eigenschaften zur Schaffung einer reinen und trockenen, also wasserfreien Oberfläche besonders geeignet.

Anwendungsgebiete des Flammstrahlens

Das Flammstrahlverfahren findet auf allen Gebieten des Stahlbaues seine Anwendung, so im Stahlhochbau, Kranbau, Brückenbau und Stahlwasserbau. Der Waggonbau bedient sich

Bild 5: Flammstrahlung einer Rahmenkonstruktion

Fig. 5: Flame-cleaning of a frame-structure

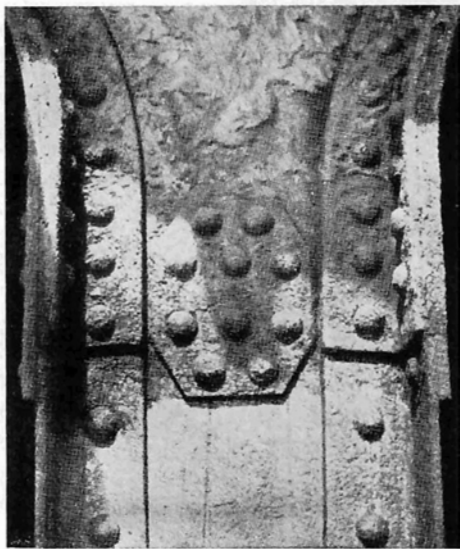


Bild 6: Kesseloberfläche vor dem Flammstrahlen

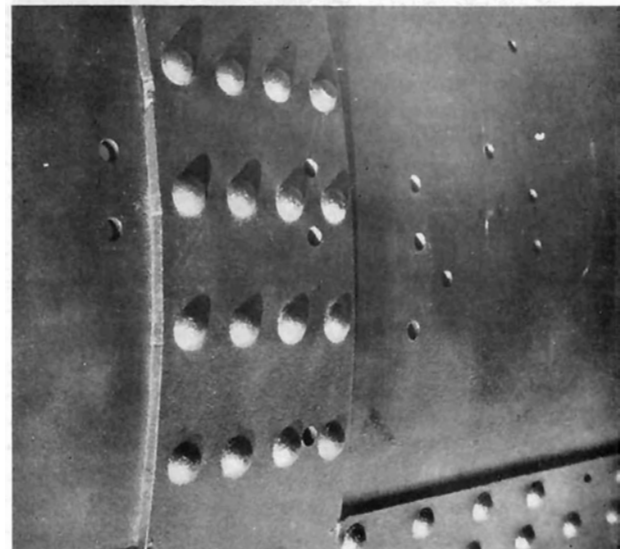
Fig. 6: Surface of boiler prior to flame-cleaning

des Verfahrens in steigendem Maße. Auch im Schiffbau, Maschinen- und Apparatebau und im Rohrleitungsbau hat das Verfahren beste Erfolge zu verzeichnen.

Bei allen den genannten Anwendungsgebieten dient das Flammstrahlverfahren nicht nur zur Reparatur geschädigter Schutzfilme, sondern es zeigt sich, daß es äußerst vorteilhaft ist, vor dem ersten Grundanstrich mit dem Flammstrahler zu säubern. Zur Entfernung von Walzhaut und Walzzunder, sowie zur Sichtbarmachung von Oberflächenfehlern leistet das Verfahren gute Dienste. Stahlbauteile, die Rauchgasen, chemischen Einflüssen und Säuredämpfen ausgesetzt sind, können mittels des Flammstrahlers vorzüglich gereinigt werden.

Bild 7: Streichfertige Kesseloberfläche

Fig. 7: Boiler surface ready for painting



Aus der Fülle der Anwendungsgebiete seien nur einige Beispiele hervorgehoben.

Bild 5 zeigt, wenn vollwandige Stahlbauten außer atmosphärischen auch noch chemischen Angriffen ausgesetzt sind, oft sehr festhaftenden Rostbelag, der mit Handentrostung nicht restlos entfernt werden kann. In diesem Bild unten ist der Knotenpunkt der Rahmenkonstruktion nach dem Flammstrahlen und dem Grundanstrich zu sehen. Auch Nieten wurden vollkommen gesäubert, die Anstrichfarbe konnte bis in die Tiefe der Rostnarben und Poren eindringen.

Flammstrahlen ist ein relativ neueres Entrostungsverfahren und seine Verwendung im Inland weniger gebräuchlich, wird hingegen im Ausland, so in den USA und in der Schweiz, seit zwanzig Jahren mit besten Erfolgen angewendet. So bediente man sich 1940, um ein Beispiel neueren Datums anzuführen, des Flammstrahlers, um die Hängebrücke über das Golden Gate bei San Francisco vor dem Anstrich zu entrostet, und in der Schweiz wie auch bei den Österreichischen Bundesbahnen wer-

den die Fahrgestelle der Eisenbahnwagen mittels des Flammstrahlers von Rost gereinigt.

Von bedeutenden Unternehmungen des Auslandes wird der Wert des Verfahrens äußerst positiv beurteilt, jedoch können noch keine Schlüsse in bezug auf die Wirtschaftlichkeit gezogen werden, da die gemachten Erfahrungen noch nicht weit genug zurückreichen, um über dieselben abschließend berichten zu können. Nach Untersuchungen von Berg und Sipell in Deutschland, die Dauerfestigkeitsversuche mit Prüfstäben im Anlieferungszustand und nach dem Flammstrahlen betreffen, wurde festgestellt, daß das Flammstrahlen sowohl fertiger Konstruktionen als auch ihrer Ausgangswerkstoffe festigkeitstechnisch unbedenklich ist.

Quellen:

Veröffentlichungen des Deutschen Stahlbau-Verbandes
„Korrosionsschutz im Stahlbau“ 1/54

Sonderdruck aus dem „Aga-Ratgeber für den Schweißer“, Heft 11 vom März 1954

Mitteilungen der BEFA: Beratungsstelle für Autogentechnik E. V. Knapsack, Bezirk Köln, 1955, Nr. 11

Probleme des Korrosionsschutzes

Von Dipl.-Ing. Bruno Suppan, Wien

Um einem weiten Kreis der Interessenten die Beurteilung von Rostschutzfarben zu erleichtern, soll im Rahmen dieser Arbeit weniger die ohnedies hinlänglich bekannte Bedeutung des Rostschutzanstriches für die gesamte Volkswirtschaft, sondern mehr der technische Rostschutz behandelt werden. Es ist vor allem zu beachten, daß als Vergleich mit anderen Rostschutzfarben auf keinen Fall der Kilopreis als Maßstab genommen werden kann, sondern in erster Linie der Preis für eine mit der Rostschutzfarbe zu schützende Anstrichfläche. Eine leichte Verstreichbarkeit wiederum und die durch eine rasche Trocknung bedingte Möglichkeit, ohne wesentlichen Zeitverlust die Anstriche zu überdecken, führen zu einer Lohnkosteneinsparung. Weiters können mitunter ganz beachtliche Farbverluste vermieden werden, wenn die betreffende Rostschutzfarbe nicht zum Eindicken und Absetzen neigt. Doch ist die Wirtschaftlichkeit einer Rostschutzfarbe nur dann nicht illusorisch, wenn deren Rostschutzwirkung an die des klassischen Blei-Mennige-Leinölanstriches heranreicht.

Der Zweck des Rostschutzes ist, das Eindringen von Wasser unmöglich zu machen, bzw. trotz Vorhandensein von Wasser unter dem Anstrich eine Unterrostung unter Umständen zu verhindern. Bekanntlich ist ja der Ausgangspunkt des Rostens die Berührungsstelle des Eisens mit Wasser, wobei Eisen in Lösung geht und durch den Sauerstoff der Luft zum sogenannten Eisenhydroxyd oxydiert wird. Diese Verbindung, die wasserunlöslich ist, besitzt zudem gegenüber Oxyden anderer Metalle (z. B. Aluminiumoxyd auf Aluminium) die nachteilige Eigenschaft, auf dem Anstrichuntergrund nicht zu haften. Deshalb muß auch vor Aufbringung des Anstrichmaterials die Walzunderhaut (Eisenoxyd) entfernt werden; diese wird bei Walzdrähten zumeist durch Brechen, ansonsten durch Sandstrahlen beseitigt, wobei bei letzterer Arbeitsweise eine starke Aufrauung der Oberfläche mit in Kauf genommen werden muß. Alte und feuchte Rostschichten können auch mittels der Flammentrostung entfernt werden. Die durch die hohen Temperaturen und das verdampfende Wasser bedingten Spannungszustände führen ein Absprengen der Rostschichten herbei. Daneben gibt es noch chemische Entrostungsmöglichkeiten durch Beizen mit Säuren (Phosphorsäure), die aber für Eisenbauwerke nicht in Frage kommen. Eine Handentrostung mit der Drahtbürste muß wohl als weniger gut bezeichnet werden, läßt sich aber unter Umständen nicht vermeiden. Auch ist es ratsam, daß der Grundanstrich nicht

bei Witterungsverhältnissen aufgetragen wird (nebeliges, feuchtes Wetter), die einen Feuchtigkeitsbeschlag erwarten lassen. Beim ersten Anstrich ist ein gewisser Pinseldruck notwendig, um eventuelle Feuchtigkeitsfilme besser einzuemulgieren. Deshalb ist auch bei einer Rostschutzfarbe das Vermögen, leicht in die Unebenheiten der Eisenoberfläche eindringen zu können, von besonderer Bedeutung. Aus demselben Grunde spielten auch bisher Leinöl-Rostschutzfarben eine so dominierende Rolle, da das im Leinöl enthaltene Lecithin das Einemulgieren des Wassers erleichtert. Wünschenswert ist es auch, wenn das im Anstrichmaterial verwendete Rostschutzpigment eine passivierende Eigenschaft hat, wobei sich bekanntlich an den Stellen der Entstehung des Rostes an der Eisenoberfläche Verbindungen niederschlagen, die den Rostbildungsvorgang hemmen. Von entscheidender Wichtigkeit ist aber die Fähigkeit eines Rostschutzpigmentes, mit den sauren Abbauprodukten des Bindemittels Metallseifen bilden zu können, die sich durch hohe Wasserquellfestigkeit auszeichnen, auf dem metallischen Untergrund festhaften und infolge ihrer Elastizität den durch Wärmespannung bedingten Verformungen des metallischen Untergrundes folgen können. Dies sind im wesentlichen auch die Eigenschaften, die von einem Grundanstrich verlangt werden. Stets ist zwischen diesem und dem Deckanstrich zu unterscheiden. Die verlangten Eigenschaften werden deshalb auf verschiedene Anstrichschichten verteilt, da bis in die jüngste Zeit eigentlich keine Rostschutzfarbe allen Anforderungen gewachsen war. Der Deckanstrich hat die Aufgabe, den Grundanstrich vor dem zerstörenden Einfluß der Atmosphäre zu schützen und dem Gesamtanstrichsystem mechanische Widerstandsfähigkeit zu verleihen. Es ist auch immer wieder versucht worden, Rostschutzpigmente, die bleifrei sind, zu entwickeln. Bisher wurden in keinem Fall die gleichen Rostschutzwirkungen, wie sie von Bleipigmenten erzeugt werden, erreicht.

Ein österreichisches Lack- und Farbenwerk ist nun schon vor einiger Zeit mit einer ungiftigen Rostschutzfarbe, welche die Bezeichnung V. W.-Aktivrostschutz „Alurot“ besitzt, auf den Markt gekommen. Diese hat überraschenderweise mehrjährigen Dauerbeständigkeitsprüfungen bezüglich Rostschutzwirkungen im Vergleich mit Bleiminium mindestens ebensogut standgehalten. Es enthält als hauptsächlichstes Pigment hochwertiges Aluminiumoxyd, das in Verbindung mit einem speziell entwickelten, rasch trocknenden Bindemittel sowohl die für den Rostschutz notwendige Seifenbildung her-

vorrufft als auch die Eigenschaft besitzt, leicht in die Unebenheiten der Eisenoberfläche einzudringen und so eventuell vorhandene Feuchtigkeitsbeschläge einzuemulgieren. Prüfungsergebnisse verschiedener, auch amtlicher, Untersuchungsanstalten und die Beurteilung des sich immer mehr erweiternden Kreises von Verbrauchern bestätigen folgende Vorzüge dieses neuartigen Rostschutzanstrichmaterials:

1. Sichere rostschützende Wirkung.
2. Hohe Wirtschaftlichkeit durch die leichte und rasche Verarbeitung (Trockenzeit 3 bis 4 Stunden), große Ausgiebigkeit (10,4 m² mit 1 kg Material) und keine durch Satzbildungen und Verdickungserscheinungen hervorgerufenen Materialverluste.
3. Ungiftigkeit, da dieses Anstrichmaterial keine Bleipigmente enthält.
4. Darüber hinaus kann „Alurot“ infolge der

guten Wetterbeständigkeit sowohl für den Grund- als auch für den Deckanstrich verwendet werden. Es ist bestimmt sehr vorteilhaft, wenn Werkanstriche (das sind Grundanstriche) an Neukonstruktionen auf einen längeren Zeitraum hin wetterfest und haltbar sind. Sollte bei Verwendung von „Alurot“ für den Deckanstrich die rote Eigenfarbe störend wirken, so können natürlich sämtliche gebräuchliche Deckanstrichfarben darüber aufgebracht werden. Empfehlenswert ist es aber, Alu-Deckfarben zu verwenden, da diese nicht nur preislich, sondern auch hinsichtlich der Qualität und der Wirtschaftlichkeit (siehe oben) auf den Alurot-Grundanstrich abgestimmt sind. Ein zweimaliger Anstrich mit Alurot, bzw. ein Grundanstrich mit Alurot und ein Deckanstrich mit der Alu-Deckfarbe, ergibt ein Gesamtanstrichsystem, das allen Anforderungen entspricht.

Korrosionsschutz durch Spritzverzinkung

Von Dr. Franz Ritter, Leoben-Linz

Eigenschaften gespritzter Zinküberzüge

Zweck der nachfolgenden Ausführungen ist es, die für den Korrosionsschutz wichtigen Eigenschaften gespritzter Zinküberzüge aufzuzeigen, insbesondere das Problem der erforderlichen Schichtdicke an Hand des letzten Standes technischer Erfahrungen zu behandeln und dadurch Anregungen für die praktische Verwendung zu geben.

Wie bekannt, werden bei dem Metallspritzverfahren geschmolzene Metallteilchen in Tropfenform gegen die zu metallisierenden Flächen geschleudert. Das geschmolzene Spritzgut verläßt die Spritzpistolen in Form eines kegelförmigen Strahlenbündels, dabei kann man vom geschmolzenen, pulverisierten und drahtförmigen Spritzgut ausgehen. Die größte Bedeutung und die weiteste Verbreitung haben jene Spritzpistolen gefunden, denen das Metall in Form eines Drahtes zugeführt wird.

Der aufgespritzte Metallüberzug setzt sich daher aus einer sehr großen Anzahl von Metalltröpfchen zusammen, die zwar in der Flamme der Spritzpistolen geschmolzen wurden, während des Fluges jedoch zu winzigen Teilchen von 0,01 bis 0,015 mm Durchmesser erstarrten und schließlich beim Aufprallen auf den Haftgrund in zwar schon festem, aber noch feigigem Zustand über- und nebeneinander geschichtet wurden. Es bildet sich also ein völlig anderes Gefüge in der aufgespritzten Schicht aus, als bei der Erstarrung aus einer Schmelze. Zwischen den einzelnen Metallpartikeln fin-

den wir Mikrohohlräume, so daß die Dichte der Spritzüberzüge um etwa 4 bis 20% geringer ist als die, welche beim Erstarren aus dem Gufzustand erhalten wird. In der Praxis finden wir meistens Dichten zwischen 6,3 und 6,5 bei aufgespritzten Zinkschichten. Auch die Existenz von Oxydfilmen konnte durch Debye-Scherrer-Aufnahmen nachgewiesen werden. Durch richtige Einstellung des Sauerstoffdruckes in den Pistolen und Vermeidung stärkerer Erhitzung des Haftgrundes läßt sich der Oxydgehalt der Schichten aber recht niedrig halten. Eine schädliche Beeinflussung des Korrosionswiderstandes durch das Vorhandensein der außerordentlich dünnen Oxydfilme in der Spritzschicht ist nicht festzustellen.

Der Porosität wurde von verschiedenen Forschern große Aufmerksamkeit zugewendet. Es wurde festgestellt, daß zwei verschiedene Arten von Poren zu unterscheiden sind: isolierte Einzelporen und Poren, die untereinander in Verbindung stehen. Bei normalen Spritzbedingungen sind die Poren so klein und ihre Verteilung ist derart, daß man schon bei einer Zinkauflage von 0,05 mm mit einem Schutz des Haftgrundes gegen atmosphärischen Angriff rechnen kann.

Die Ursachen des Zusammenhaltens zwischen Spritzschicht und Grundmetall ist nach H. Reiningert¹⁾ in gegenseitigen Verklammerungen und Verhakungen zu erblicken. Durch Aufrauhnen des Haftgrundes mittels Sandstrahlgebläses läßt sich eine gute Haftfähigkeit erzielen. Allerdings sollte hierauf geachtet werden, daß

zwischen dem Sandstrahlen und dem Aufspritzen kein längerer Zeitraum liegt als etwa drei Stunden, weil sonst eine neuerliche Rostbildung durch Niederschlagen von Feuchtigkeit auftreten kann. Am besten ist es, das Spritzen sofort auf das Sandstrahlen folgen zu lassen.

Vergleich mit anderen Verzinkungen

Mehr als die Hälfte der Welterzeugung an Zink wird zur Verzinkung verbraucht. Für den Korrosionsschutz kommen hauptsächlich vier Verfahren in Betracht:

1. Tauchverzinkung, bei welcher die zu verzinkenden Stahlteile in geschmolzenes Zink getaucht werden, auch Feuerverzinkung genannt.
2. Galvanische Verzinkung, bei der die Zinküberzüge durch Elektrolyse einer wässrigen Lösung eines Zinksalzes niedergeschlagen werden.
3. Spritzverzinkung, deren Prinzip schon eingangs beschrieben wurde.
4. Sherardisieren.

Bei der Spritzverzinkung können auch Schichtdicken von größerer Stärke als durch die Tauchverzinkung erhalten werden, doch sollte unter Berücksichtigung der Haft- und Biegefestigkeit sowie der Kosten, die Schichtdicke etwa 0,10 mm nicht wesentlich übersteigen, wie noch ausführlich dargelegt wird.

Die Verankerung des Überzuges auf dem Haftgrund erfolgt bei der Tauchverzinkung durch Legierungsbildung. Es bildet sich an der Berührungsfläche zwischen Zink und Eisen die sogenannte *Hartzinkschicht*, die je nach den Arbeitsbedingungen ein Viertel bis zwei Drittel der Zinkauflage beansprucht. Für die Vorbehandlung des Untergrundes bei der Spritzverzinkung ist hingegen das Sandstrahlen eine Vorbedingung, das an jeder Arbeitsstelle durchgeführt werden kann. Bei der Spritzverzinkung bildet sich keine Hartzinkschicht, Versprödungserscheinungen treten nicht auf. Hinsichtlich der Vorbehandlung ist das galvanische Verfahren am anspruchsvollsten. Beizen, Spülen und Entfetten müssen mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden, weil sonst die galvanischen Überzüge nicht haften. Die Feuerverzinkung verlangt ebenfalls eine durch Beizen gereinigte und oxydfreie Metalloberfläche und die Verwendung eines geeigneten Flußmittels.

Was die Anlagekosten betrifft, so sind diese bei der Spritzverzinkung verhältnismäßig niedrig.

Die Anlagen zur galvanischen und Spritzverzinkung sind jederzeit einsatzbereit. Die Feuerverzinkung benötigt nach einer Arbeitspause eine längere Anlaufzeit.

Ein besonderer Vorteil der Spritzverzinkung gegenüber anderen Verzinkungsverfahren liegt darin, daß die Anlagen nicht ortsgebunden sind und so ohne Schwierigkeiten auch Werk-

stücke beliebiger Größe, wie z. B. Stahlbauten und vor allem Bauteile von Wasserkraftwerken, Brücken und Druckrohrleitungen am Aufstellungsort durch Spritzen verzinkt werden können. Die Anlagen der Tauchverzinkung und des galvanischen Verfahrens sind dagegen ortsgebunden und können Werkstücke unbegrenzter Größe nicht in Arbeit nehmen. Vor der Einführung der Spritzverzinkung war z. B. die Verzinkung der Außenhaut eines Schiffes ein sehr schwieriges Problem. Die Spritzverzinkung wurde wohl in erster Linie für größere Einzelteile entwickelt, doch gelang es, sie auch für Massenteile mit Erfolg einzusetzen, so daß heute auch Nägel, Schrauben usw. spritzverzinkt werden.

Dauer des erreichbaren Korrosionsschutzes

Um beurteilen zu können, wie lange eine auf Stahl aufgebrachte Zinkschicht den Untergrund vor Korrosion zu schützen vermag, sind in der nachfolgenden Tabelle die Zinkverluste angegeben, die durch langdauernde Naturversuche in Gebieten mit verschiedenem Klima festgestellt wurden.

Tabelle I:

Richtwerte für den Zinkverlust an Zinkschichten unter verschiedenen Angriffsbedingungen ohne zusätzlichen Schutz,²⁾

	g/m ² Jahr	mm/Jahr
Land	7—10	0,001
Seeküste	25	0,004
Städte	35	0,005
Industriegebiet	40	0,006
Industriegebiet mit viel Abgasen	50—100	0,007—0,015
Chemische Laboratorien	50—70	0,007—0,010
Labor-Abzug	120—150	0,018—0,040
Eisenbahntunnel	bis 600	bis 0,20

Nach den von verschiedenen Seiten bestätigten Erfahrungen tritt bei einer Dicke der Spritzzinkschicht von 0,05 mm keinerlei Rostbildung mehr auf. Diese Schichtdicke, auch Grenzschichtdicke genannt, muß also mindestens vorhanden sein, wenn eine Spritzverzinkung, bei der die Poren nicht durch eine nachträgliche Behandlung abgedichtet wurden, keine Rostspur infolge atmosphärischer Einwirkung zeigen soll. Eine Spritzzinkschicht von 0,05 mm Dicke weist keine Poren mehr auf, welche von der Oberfläche bis zum Haftgrund reichen.

Die anzuwendende Schichtdicke läßt sich nach v. Hofe³⁾ in einfacher Weise dadurch errechnen, daß man zu dieser Grenzschichtdicke jene Schichtdicke dazuzählt, die im Laufe der geforderten Schutzdauer durch atmosphärischen Angriff abgetragen wird, wenn die Zinkschicht durch keinen zusätzlichen Anstrich geschützt wird.

Diese Berechnung soll für die Atmosphäre in einer Stadt durchgeführt werden:

Grenzschichtdicke	0,05 mm
10 Jahre \times 0,005	<u>0,05 mm</u>
auszuführende Gesamtschichtdicke	0,10 mm

also entsprechend einer Zinkauflage von 630 g/m² ist mit einer Schutzdauer von zehn Jahren zu rechnen, auch wenn keinerlei zusätzliche Anstriche angewendet werden.

Es ergibt sich nun die Frage, ob man berechtigt ist, den Schutzwert einer aufgespritzten Zinkschicht von 0,10 mm, die ja, wie schon erwähnt, eine gewisse, wenn auch geringe Porosität aufweist, gleichzusetzen dem Schutzwert einer vollkommen dichten Zinkschicht, wie sie z. B. bei der Feuerverzinkung erhalten wird. Die Antwort darauf können nur praktische Versuche entsprechend langer Dauer geben. Solche Versuche wurden von offiziellen Stellen an verschiedenen Punkten des britischen Empire durchgeführt und brachten überraschende Ergebnisse, die in Tabelle II festgehalten sind.

Tabelle II:

Ergebnisse von Langzeitversuchen an Verzinkungen.⁴⁾

Ort	Zeitraum bis zum Auftreten der ersten Rostfleck			
	Feuerverzinkung		Spritzverzinkung	
	Dicke (μ)	Jahre	Dicke (μ)	Jahre
Sheffield	48	0,8	30	1,2
Sheffield	71	1,4	71	2,9
Sheffield	112	3,0	107	5,0
Celshot				
(Südafrika)	51	3,0	86	5,0
Nigeria				
(Westafrika)	71	4,0	74	4,0
Llamortyd W.	56	4,2	28	5,0
Llamodtyd W.	71	5,0	86	5,0

Die in Jahren angegebenen Zeiträume bedeuten, daß nach Ablauf dieser Zeit noch nicht 5% der Oberfläche mit Rost bedeckt waren. Diese Tabelle zeigt das überraschende Ergebnis, daß gerade in den uns in erster Linie interessierenden industriellen Gebieten die Spritzverzinkung sich bei gleicher Schichtdicke trotz der vorhandenen Poren besser bewährt hat als die porenfreie Feuerverzinkung. Die Ursache mag vielleicht darin zu erblicken sein, daß bei der Feuerverzinkung ein Teil des aufgetragenen Zinks für die Bildung der Hartzinkschicht verwendet wird. Es könnte aber der Grund für dieses überraschende Verhalten vielleicht auch der sein, daß in den feinen Poren der niemals ganz glatten Oberfläche einer Spritzverzinkung die Korrosionsprodukte, die das Zink unter der Einwirkung der Atmosphäre bildet, also Zinkkarbonat, Zinkhydroxyd und Zinkoxyd, fester verankert sind als auf der Oberfläche einer Feuerverzinkung.

Durch die Kombination einer Spritzverzinkung mit einem geeigneten Deckanstrich werden die Zinkverluste erfahrungsgemäß auf die Hälfte, ja sogar auf ein Drittel herabgesetzt. Über die dazu geeigneten Bindemittel wird noch anschließend zu sprechen sein. Um die Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten von Spritzverzinkungen zu erleichtern, sind in der nachfolgenden Tabelle III die Zeiträume angegeben, welche im allgemeinen vergehen müssen, ehe der erste Rostansatz auf Bauteilen auftritt, die mit einer aufgespritzten Zinkschicht von etwa 0,1 mm Dicke gegen den Angriff der umgebenden Atmosphäre geschützt wurden.

Tabelle III:

Rostschutz durch Spritzverzinkung:

Umgebende Atmosphäre	Zeitraum bis zum Auftreten der ersten Rostfleck in Jahren	
	0,1 mm starke Zinkschicht ohne Deckanstrich	0,1 mm starke Zinkschicht mit Deckanstrich
Land	50	60
Seeküste	12	25
Städte	10	20
Industriegebiet	9	18
Industriegebiet mit viel Abgasen	7—3,5	14—7
Chemisches Laboratorium	7—5	14—10

Bei der Berechnung der vorstehenden Tabelle wurde berücksichtigt, daß die Grenzschichtdicke von 0,05 mm immer noch erhalten bleiben soll, damit keine bis zur Stahloberfläche reichenden Poren auftreten können. Diese Forderung ist aber bei Zinkschichten mit Deckanstrichen etwas zu streng, weil ja die Poren durch den Deckanstrich geschlossen werden, so daß also bei Auswahl geeigneter Deckanstriche in vielen Fällen mit noch längeren Zeiträumen als den angegebenen gerechnet werden kann.

Wichtig ist, daß die Zinkauflage an allen Stellen möglichst gleichmäßig ist. Um geringe Differenzen in der Dicke, die auch bei sorgfältiger Arbeit auftreten, zu kompensieren, dürfte es sich empfehlen, statt der errechneten Auflage von etwa 630 gr/m² eine etwas höhere von rund 700 gr/m² aufzubringen. Mit einer solchen Auflage wird wohl in den meisten Fällen wie auch die Erfahrungen der Praxis zeigen, das Auslangen zu finden sein. Die Kontrolle der Schichtdicken kann durch Verwendung elektrischer und ferromagnetischer Meßgeräte erfolgen, die die Schichtdicke unmittelbar zur Anzeige bringen.

Kombination mit Deckanstrichen

Im unmittelbar nach dem Aufspritzen erhaltenen Primärgefüge sind — wie schon erwähnt — in gewissem Umfang Mikroporen vorhanden. Selbst an sehr dünn gespritzten Zinkschicht-

fen tritt aber in kurzer Zeit eine wirksame Gefügeabdichtung auf, weil durch die Bildung von Korrosionsprodukten, also vor allem vom basischen Zinkkarbonat, von Zinkhydroxyd und Zinkoxyd, die Poren bald verschlossen werden. Die Dichtigkeit und Beanspruchbarkeit von gespritzten Metallüberzügen läßt sich aber vor allem durch Auftragen und kapillares Eindringen verdünnter Lacklösungen und geeigneter Kunststoffimprägnierungen bedeutend verbessern.

Die nach dem Verdunsten der Lösungs- und Verdünnungsmittel zurückbleibenden Lackreste und Kunststoffe dichten nicht nur die Hohlräume vollständig ab, sondern sie wirken außerdem als Kitt, wie durch Zerreißversuche und Schleifversuche einwandfrei nachgewiesen werden konnte. Wichtiger noch als die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften der Spritzschichten ist aber die Erhöhung ihrer Korrosionsbeständigkeit. Je nach den verwendeten Deckschichten kann die zwei- bis dreifache Lebensdauer der Zinkschichten erreicht werden, gegenüber Schichten, die ohne Imprägnierung den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt wurden. Selbstverständlich muß der aufgebrauchte Anstrich auch eine gewisse Beständigkeit gegenüber den äußeren Einwirkungen besitzen.

Die Spritzzinkschicht stellt einen ausgezeichneten Haftgrund dar, die Deckanstriche sind viel fester verankert als auf einer Feuerverzinkung oder auf galvanisch hergestellten Zinkschichten. Während man z. B. Feuerverzinkungen oft erst anätzt oder eine gewisse Zeit der Einwirkung der Atmosphäre aussetzt, ehe man Anstriche aufbringt, weil eben die an sich glatte Zinkschicht durch diese Maßnahmen aufgeraut werden soll, ist das Aufbringen von Deckanstrichen auf gespritzte Zinküberzüge ohne Wartezeit möglich. Die Kombination Spritzverzinkung und Deckanstrich kann auch mit normalem Farbanstrich in erfolgreiche Konkurrenz treten. Die Oberflächenvorbereitung ist ja sehr einfach, an Stelle der sonst notwendigen Grundanstriche tritt die zwar etwas teure Spritzzinkschicht, dafür aber kann man bei ölhaltigen Bindemitteln mit ein bis zwei Deckanstrichen gegenüber zwei bis drei, wie sie bei normalen Farbanstrichen üblich sind, das Auslangen finden. Bei der Benützung geeigneter Kunststoffe kann man ohne weiteres mit einem einzigen Deckanstrich eine einwandfreie Porenabdichtung und eine Verlängerung der Lebensdauer der Spritzverzinkung auf den zwei- bis dreifachen Wert erreichen. Sehr einfach sind auch die Überholungsarbeiten, jede Oberflächenvorbereitung entfällt dabei, so daß die Überholungsarbeiten in kurzer Zeit durchgeführt werden können. Dies ist von besonderer Wichtigkeit bei Einrichtungen, bei denen eine Abschaltung oder Außerbetriebsetzung nur auf ganz kurze Zeiträume zulässig erscheint, wie

bei elektrischen Freileitungen und anderen Versorgungsanlagen. Die Kombination Zinkspritzschicht und Deckanstrich auf der Basis von Kunstharzprägnierungen wird von verschiedenen Autoren als das Beste bezeichnet, was es heute auf dem Gebiete des Rostschutzes gibt.

Aus der Fülle der Möglichkeiten, die die moderne Kunststoffindustrie bietet, sollen hier nur diejenigen Anstriche und Imprägnierungen hervorgehoben werden, die auf einer Kombination von Chlorkautschuk und Alkydharzen beruhen. Diese zeigen bei sehr guter Wetterfestigkeit auch eine gute Wasserbeständigkeit und sind gegen schwache Säuren chemisch resistent. Anstriche dieser Art werden unter den schwierigen Bedingungen, die im Gelände von chemischen Fabriken, Salzwerken, Kaliananlagen usw. herrschen, mit Erfolg verwendet. Es bietet keine Schwierigkeit, die Kunstharzprägnierungen in den gewünschten Farbtönen zu pigmentieren, so daß sich z. B. Freileitungsmaste, die mit einer Spritzverzinkung und einem Deckanstrich versehen sind, ohne weiteres dem Landschaftsbild anpassen lassen.

Erfahrungen der Praxis

Über die Beständigkeit von Spritzverzinkungen liegen schon viele praktische Erfahrungen vor. So hebt ein Bericht der Eidgenössischen Materialprüf- und Versuchsanstalt⁶⁾ aus dem Jahre 1948 die guten Erfahrungen hervor, die man mit der Spritzverzinkung als Schutz von Stahl gegen atmosphärische Korrosion gemacht hat. Zahlreiche Eisenkonstruktionsmaste sind in der Schweiz schon vor 25 und 30 Jahren spritzverzinkt worden und befinden sich noch heute in sehr gutem Zustand. Seit über 15 Jahren hat sich die Spritzverzinkung bei Eisenbahnbrücken sowie Querträgern und anderen Bauteilen der Fahrleitungsmaste bewährt.⁷⁾

Die Schweizer Kraftwerke machten von aufgespritzten Zinkschichten Gebrauch für Freiluftstationen, Wehranlagen, Wasserspeichern, Druckrohrleitungen usw., die schon wegen ihrer Größe nicht feuerverzinkt werden können.

Auch gegen eine Atmosphäre, die an Wasserdampf und Kohlensäure gesättigt ist, hat sich die Spritzverzinkung bewährt.⁸⁾

Zinkspritzschichten mit einer Dicke von 0,05 bis 0,13 mm in Verbindung mit Lackierung konnten mit gutem Erfolg im Kraftfahrzeugbau eingesetzt werden. Man verwendete diese Kombination bei Felgenrädern, Ventilflügeln, Chassis und Karosserieteilen, also bei Teilen, die der Einwirkung der Atmosphäre unter besonders ungünstigen Bedingungen ausgesetzt sind.⁷⁾

Ein schwieriges Problem bildet der Korrosionsschutz der Gehäuse und Flügel von Exhaustoren bei Entstaubungs- und Entlüftungsanlagen. Spritzverzinkung konnte für diesen Zweck mit Erfolg angewendet werden.⁸⁾

Schon vor mehr als 25 Jahren hat auch die Eisenbahnverwaltung der Spritzverzinkung Interesse entgegengebracht. Im Bereiche der Eisenbahndirektion Hannover wurde eine eiserne Flachträgerbrücke über die Viergleis-strecke Hannover — Dortmund mit einer Anzahl von Metallen, Metallüberzügen und Kombinationen von Metallen und Farbanstrichen gegen Rost geschützt. Bei der Kombination Spritzverzinkung mit einem geeigneten Farbanstrich hat sich während langer Zeiträume keinerlei Rostschaden gezeigt, trotzdem die Einwirkung der Rauchgase, unterstützt durch die kondensierende Feuchtigkeit an dieser Brücke besonders stark war.⁹⁾ Eiserne Rohrleitungen mit Spritzverzinkung, die von saurem Wasser in Bergwerken durchflossen waren, zeigten eine Haltbarkeit von acht Jahren,¹⁰⁾ ja selbst an Zinküberzügen, die durch Aufspritzen auf der Außenhaut von Schiffen aufgebracht wurden, konnte eine Lebensdauer von 18 Jahren nachgewiesen werden.¹¹⁾

Zusammenfassung

Der Vergleich der Eigenschaften von gespritzten Zinküberzügen mit Überzügen, die durch andere Verzinkungsverfahren erhalten

werden, zeigt, daß die Metallisierung durch Spritzen keineswegs als ein minderwertiges Verfahren des Rostschutzes zu bezeichnen ist, sondern daß sich vielmehr gespritzte Zinküberzüge mit einer Schichtdicke von etwa 0,1 mm entsprechend einer Auflage von rund 650 g/m² seit Jahrzehnten vielfach bewährt haben.

Die praktischen Erfahrungen lassen es empfehlenswert erscheinen, die Spritzverzinkung als Korrosionsschutz gegen atmosphärische Einwirkungen bei der Planung der Anlagen bzw. bei Ausbesserungsarbeiten in Betracht zu ziehen.

Schrifttum:

- ¹⁾ Hans Reininger: Gespritzte Metallüberzüge. Carl Hanser-Verlag, München 1952.
- ²⁾ H. Bablik in Zink-Taschenbuch, S. 284. Verlag W. Knapp, Halle a. d. Saale 1942.
- ³⁾ Hans v. Hofe: Rostschutz von Stahlbauten durch Zinkspritzen, Mitteilungen der BEFA 1953, Nr. 10.
- ⁴⁾ Hans Reininger: Korrosionsschutz durch aufgespritzte Metallüberzüge. Werkstoffe und Korrosion, Jahrgang 1953, S. 156/72.
- ⁵⁾ Eidgen. Materialprüf- und Versuchsanstalt, Abteilung Metallogr. und Korrosion, Ber. v. 9. August 1948.
- ⁶⁾ Bericht der Siemens & Halske A. G., Abteilung Elektrochemie, Analytisches Laboratorium vom 9. Mai 1927.
- ⁷⁾ J. Porter: Metal Spraying. Autom. Engr. 1047, S. 343/346.
- ⁸⁾ E. C. Rollason: Porosity on spraying coatings and its measurement. Metallurgis, Manch. 16 (1937), S. 35/66.
- ⁹⁾ H. L. Meurer: Stoffzerfall und Stoffhaltung. ZDI 70 (1926), S. 461/67.
- ¹⁰⁾ Hans Reininger: Die praktische Nutzenanwendung des Metallspritzverfahrens. Metalloberfl. 3 (1949), S. 791/8.
- ¹¹⁾ H. Vanderpool: Metallspritzen als Korrosionsschutz bei Schiffen. Welding J. 31 (1952), Nr. 9, S. 791/8.

Extracts

Preservation of supporting structures of steel

by Dr. Ing. Walter Wolf, Köln Page 1

In connection with the various derusting methods known sofar, all important kinds of preservation for steel structures will be described and the individual methods closely scrutinized.

Concern for preservation of steel-and hydraulic steel structures by the builder

by Dipl.-Ing. Gerhard Schloffer, Steyr Page 10

The intimate collaboration between the manufacturer and all other institutions dealing with corrosion problems and the continuous exchange of experience amongst each other secure the best possible solution with regard to the method used and the kind of protection agent chosen for each individual case.

Hot galvanizing in the field of fabricated steel construction

by Prof. Dr. Ing. Heinz Bablik, Wien Page 14

The article deals with the problems of hot galvanizing as rust protection medium for steel structures. In the following the various fields of application are described as well as the production of coatings.

Comment by a man of practice

by DDr. Adalbert Nemer, Wien Page 18

Right surface protection in steel construction is the best and most effective weapon against the always repeating objections — with regard to corrosion — by defenders advocating other types of construction. Maintenance of the steel surface is a stable factor, which can be calculated in advance.

Bituminous paints

by Dr. Herbert A. Mann, Wels Page 23

Bituminous paint material have been found particularly satisfactory — due to their specific peculiarities — for application on hydraulic structures. Owing to the progressing development and improvement of paint materials they are now used for painting of steel constructions, for which the application of black paint material was formerly not possible.

Flame cleaning

by Dr. Ing. Valentin Trunschitz, Wien Page 24

This is a relatively new process for derusting of steel surfaces. The advantage of this process is, because of the application of the paint to the still

hot steel surface, a very good adhesion is realized and thus a post undercorrosion is practically impossible.

Problems as to protection against corrosion

by Dipl.-Ing. Bruno Suppan, Wien Page 28

The article is dealing with the chemical-technical process in respect of different kinds of painting. Finally it is referred to some special paint and its

advantages which recently has been developed on alu basis.

Corrosion prevention through galvanizing by the spray gun method

by Doz. Dr. Franz Ritter, Leoben-Linz Page 29

This article deals with the properties of sprayed zinc-coats and the comparison with other galvanizing methods, as well as with the experience obtained in the practical application of this method.

To illustrate the spray-type galvanizing method, approximate values in loss of zinc on zinc-layers under different conditions are given and results of zinc coating tests for a long time period are described.

Mitteilungen des Österreichischen Stahlbauvereines

Wir beklagen das Hinscheiden unseres hochgeschätzten Vorstandsmitgliedes Herrn Direktor Ing. Carl Czerny, welcher unerwartet von uns gegangen ist.

Mit Direktor Czerny haben wir eine Persönlichkeit verloren, die von Anfang an um die Belange des Österreichischen Stahlbauvereines bemüht war. Seine große Erfahrung und sein reiches Fachwissen haben viel dazu beigetragen, die Entwicklung unseres Vereines zu fördern.

Der Österreichische Stahlbauverein wird den Verstorbenen und sein Wirken stets in ehrender Erinnerung behalten.

Vortrag Prof. Dr. Hermann Beer von der Technischen Hochschule Graz in Klagenfurt

Prof. Beer hielt am 30. November 1956 in Klagenfurt im Rahmen der Veranstaltungen des Wirtschaftsförderungsinstitutes der Handelskammer Klagenfurt einen Vortrag über Probleme des Stahlhochbaues, aus dem wir einige bedeutungsvolle und aufschlußreiche Hinweise veröffentlichten:

Eine Analyse des konstruktiven Ingenieurbauens in Österreich ergab, daß der Ausführung von Bauten mit tragender Konstruktion in Stahl nicht jenes weitreichende Anwendungsgebiet erschlossen ist, das dieser Baustoff vermöge seiner ausgezeichneten Eigenschaften verdient. Der Vortrag setzte sich daher zum Ziel, diese vielseitigen Möglichkeiten des Bauens in Stahl aufzuzeigen, wobei im besonderen der Hoch- und Industriebau behandelt wurde. Jedes Bauwerk, gleichgültig ob es repräsentativen Zwecken oder der Nutzung dient, setzt bei Entwurf und Ausführung stets die Zusammenarbeit des Architekten mit dem Ingenieur voraus. Es wurde an Hand von zahlreichen Lichtbildern ausgeführter Stahlbauten besonders diese Zusammenarbeit besprochen, wobei sich der Vortragende sowohl an den entwerfenden Architekten und Ingenieur als auch an den Bauherren wendete.

Die zahlreichen Beispiele sollten vor allem die Erkenntnis vermitteln, daß nicht nur in den USA, sondern auch in großen Teilen Europas dem Stahlbau eine viel größere Bedeutung zukommt, als dies in Österreich der Fall ist. Der Vortragende ging auf die Ursachen dieser Diskrepanz ein und zeigte die Entwicklung auf, die der Stahlbau in neuerer Zeit genommen hat. Hierbei wurden sowohl der generelle Entwurf als auch

Konstruktion und Montage behandelt und schließlich die modernen Werkstattverfahren kurz besprochen. Ein Überblick über die Situation im Stahlleichtbau und den Stand der Entwicklung im Bau von zerlegbaren Hallen rundete das Bild ab.

Es zeigte sich, daß der Stahlskelettbau die ideale Bauweise für die rascheste Beziehbarkeit der Räume nach Baubeginn ist, größte Freizügigkeit in der Grundrißgestaltung gewährt, nachträgliche Änderungen in der Raumordnung am leichtesten ermöglicht, billige und sichere Gründungen gestattet und ein Maximum an Tragsicherheit auch in Katastrophenfällen gewährleistet. Für den Architekten ist Stahl das ideale Gestaltungselement.

Ein vielfach verbreitetes Vorurteil, der Stahl erfordere mehr Unterhaltungskosten als andere Bauweisen, widerlegte der Vortragende ebenfalls in überzeugender Weise.

Dauerfestigkeitsversuche mit Flachstäben und Nietverbindungen aus St 55 S

Die an der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt der Technischen Hochschule Wien sowie von der Metallurgischen Abteilung der Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft bisher durchgeführten Versuche haben Ursprungsfestigkeiten ergeben, die den für St 52 bekannten Werten etwa entsprechen; die Versuche werden fortgesetzt und es wird nach Abschluß derselben hierüber ausführlich berichtet werden.

Versuche mit hochfesten Stahlschrauben

Im Rahmen dieses Programmes wurden von der Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerke A. G., Abteilung Forschung und Qualitätskontrolle, an St 37 T

- a) Reibungsversuche,
- b) Versuche über die Wirksamkeit des Lochabzuges bei statischer Beanspruchung,
- c) Versuche über das Zusammenwirken von Nieten und Schrauben

durchgeführt.

Auf Grund der bisherigen Ergebnisse ist festzustellen, daß Material österreichischer Herkunft gleiche Resultate ergibt wie deutscher Stahl. Der Arbeitsauschuß ist daher in der Lage, auch auf die in Karlsruhe von Prof. Steinhardt gemachten Versuche zurückzu-

greifen und verfaßt derzeit auf Grund der gewonnenen Erfahrungen Richtlinien über die Anwendung hochfester vorgespannter Schrauben, mit deren Herausgabe in nächster Zeit zu rechnen ist.

Obige Versuche werden auch an St 44 T angestellt. Sobald diese Versuchsreihe abgeschlossen ist, werden wir über das gesamte Versuchsprogramm einen ausführlichen Bericht bringen.

Erste europäische Korrosionstagung in Paris

Die Tagung, die in der Zeit vom 19. bis 24. November 1956 stattfand, wurde bereits in der im vergangenen Jahr in Frankfurt/Main abgehaltenen Internationalen Konferenz beschlossen und wurde jetzt von den meisten europäischen Ländern besichtigt. Die Organisation lag in Händen der Gesellschaft für industrielle Chemie und der DECHEMA. Der Österreichische Stahlbauverein als Mitglied der Europäischen Föderation für Korrosion war durch Herrn DDr. Nemeere, Inhaber der Materialschutz-Gesellschaft m. b. H., Wien, vertreten.

Das überaus reiche Programm der Korrosionstagung bot etwa hundert Referate, welche mit Ausnahme der wenigen Plenarvorträge in sieben Sektionen abgehalten wurden. Hauptthemen waren Forschungsergebnisse über interkristalline Korrosion der Metalle (Lacombe), Erfahrungen mit Metallegierungen (Bénard) und elektrochemische Vorgänge (Feitknecht, Pourbaix). Der langjährige Leiter des Britischen Institutes für Eisen- und Stahlforschung, Mr. Hudson, verwies u. a. darauf, daß er die im Institut erzielten Ergebnisse für die Praxis mit 100% Reserve anwendet. Dieses Maß der Vorsicht ist in Fragen der Korrosion sicherlich zu

begrüßen. Oberregierungsrat Dr. Wiederholt der Bundes-Materialprüfanstalt in Berlin hielt einen sehr gründlichen Plenarvortrag über die in seinem Institut eingeführten Untersuchungsmethoden. Dr. Wiederholt ist Wiener Fachkreisen wohl bekannt. Als in Wien im Jahre 1931 der damals hier bestandene Ausschuß für Materialschutz den deutschen Ausschuß für Materialschutz zu einer gemeinsamen Korrosionstagung einlud, lag deutscherseits die Organisation in Händen von Dr. Wiederholt. In der Sektion 2 der Pariser Tagung referierte österreichischerseits Dr. Nemeere über Vorgänge an der Stahloberfläche und über die Berechenbarkeit aller Faktoren bei Ingenieurbauten aus Stahl, im Gegensatz zu anderen Bauweisen.

Die Pariser Tagung hat nicht nur den persönlichen Kontakt zwischen den sehr zahlreich erschienenen Korrosionsfachleuten aus Europa und Übersee ermöglicht, sondern auch viele interessante Erkenntnisse und Anregungen gebracht.

European Hot-Dip Galvanizers Association

Am 7. November 1956 fand in Paris eine Tagung der European Hot-Dip Galvanizers Association unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Ing. Heinz Bablik statt, welcher Präsident dieser Organisation ist.

In dieser Vereinigung als Dachorganisation sind bekanntlich die nationalen Verzinkungsorganisationen folgender Länder zusammengefaßt: Finnland, Schweden, Norwegen, Dänemark, Holland, Belgien, Frankreich, Portugal, Schweiz, Deutschland, Italien, England.

Als Tagungsort der nächsten Zusammenkunft im Juni 1957 wurde Düsseldorf gewählt.

WERK
STOFF
STAHL

BERATUNGSSTELLE FÜR STAHLVERWENDUNG

Zum Problem des elektrischen Korrosionsschutzes

Die Korrosion von Metalloberflächen, insbesondere von Eisen, in Wasser oder feuchtem Boden ist elektrochemischen Ursprungs.

Zwischen den Metallbestandteilen und dem umgebenden Elektrolyten entstehen Stromkreise verschiedener Ausdehnung. In der jeweiligen Stromaustrittsstelle, der Anode, wird das Metall (nach den Faradayschen Gesetzen der Elektrolyse) abgetragen. Der Vorgang kann als Umkehrung galvanischer Erzeugung von Metallniederschlägen verstanden werden. Die treibende Spannung dieser Korrosionsströme entstammt entweder einer unterschiedlichen Zusammensetzung der Metalloberfläche selbst (Lokalelementbildung) oder dem Zusammenwirken mit einer anderen Metalloberfläche, wenn nach der elektrochemischen Spannungsreihe galvanische Elemente gebildet werden. Die Spannung kann auch aus fremden Gleichstromquellen herrühren, z. B. aus Bahnanlagen, oder als Thermospannung entstanden sein.

Der Korrosionsstrom und damit auch die Korrosion selbst kann durch Isolation (Anstrich) oder durch einen wenigstens gleich großen Schutzstrom entgegengesetzter Richtung aufgehoben werden. Das zu schützende Metall wird im Schutzstromkreis Kathode. Als Anode können andere Leiter, zweckmäßig Graphitelektroden, verwendet werden. Die Speisung geschieht meist über Gleichrichtergeräte aus der örtlichen Stromversorgung.

Anwendungsgebiete des elektrischen Korrosionsschutzes sind in der Hauptsache: Rohrleitungen, Pump-

anlagen, Behälter von Wasserwerken, Gaswerken, aber auch von erdölgewinnenden, -verarbeitenden und -fortleitenden Anlagen; ferner bei Kraftwerksanlagen Stahlwasserbauten, Spundwände, Schieber, Rechen, Turbinen-Kondensatoren und andere Wärmeaustauscher, weiters Anlagen im Fluß- und Hafenbau (Dalben, Schleusen, Kai- und Pieranlagen, Aufbereitungsanlagen) und schließlich im Behälter- und Rohrleitungsbau der chemischen Industrie und in anderen Fabrikationsbetrieben.

Die Kosten für solche Anlagen und der Stromverbrauch sind im Vergleich zu den sonst nötigen Aufwendungen (Anstricherneuerung, Ersatz zerstörter Teile, Betriebsausfälle) gering. Sie liegen meist unter 1% des Wertes der geschützten Anlage.

Das Schutzobjekt selbst wird an den Minuspol des Gleichrichters angeschlossen. Der Schutzstrom wird aus dem Pluspol über eine Schutzanode dem Boden oder Wasser zugeführt. Als Material für die Schutzanode kann grundsätzlich jedes leitende Material verwendet werden. Da die Schutzanode jedoch ihrerseits der Korrosion unterliegt, ist man bestrebt, möglichst wirtschaftliches und widerstandsfähiges Material zu verwenden. Bei Einbau von Eisenanoden, z. B. in Form gebrauchter Schienenstücke usw., ist mit einem Verbrauch bis zu 10 bis 15 kg je Ampere und Jahr zu rechnen. Es sind also verhältnismäßig umfangreiche Anoden zu verlegen, die zudem oft ungleichmäßig abgetragen werden. In den weitaus meisten Fällen ist die Verwendung von Schutzanoden aus Graphit zu

empfehlen (Verbrauch höchstens 1 kg je Ampère und Jahr). Bei Verlegung im Erdboden werden die Anoden zur Verringerung des Übergangswiderstandes und des Materialverbrauches mit einer gestampften Koksbettung (Körnung 20 bis 50 mm) umgeben. Der Graphitverbrauch geht dadurch auf den zehnten Teil oder weniger zurück.

Der Schutzstrom kann statt aus Gleichrichtergeräten über Graphitanoden auch durch galvanische Anoden gewonnen werden. Diese Anoden bestehen aus Magnesium, Zink oder Aluminium und liefern eine Schutzspannung von 1,3 bzw. 0,3 bzw. 0,8 V. Je nach Größe des benötigten Schutzstromes müssen diese Anoden schon in kurzer Zeit ersetzt werden (Verbrauch: 10 bis 20 kg je Ampère und Jahr). Bei hohen Boden-

widerständen und größeren Abständen zwischen Anode und Schutzobjekt ist die Spannung für genügenden Schutz nicht ausreichend, bei sehr niedrigen Bodenwiderständen ist der Strom- und Materialverbrauch meist unwirtschaftlich hoch. Durch Zwischenschalten von Widerständen kann der Verbrauch in geringen Grenzen geändert werden.

Soweit Netzstrom zur Verfügung steht, ist der Einbau von Gleichrichtern und Graphitanoden aus technischen und wirtschaftlichen Gründen fast immer vorzuziehen.

In verschiedenen Ländern wurden auch eigene Stromerzeuger (Dieselaggregate, Windkraftwerke) zur Lieferung des Schutzstromes für längere Ölrohrleitungen aufgestellt.

Im Österreichischen Stahlbauverein liegen folgende Merkblätter über sachgemäße Stahlverwendung 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 aus Stahl
 Magazinierungsvorrichtungen aus Stahl
 Neuzeitliche Einfriedung von Dauergrünland
 Wildabwehr in der Forstwirtschaft
 Stahlrollgitter
 Wochenendhäuser aus Stahl
 Blindschichtausbau aus Stahl
 Stahlüren im Wohnungsbau
 Stahl-Spundbohlen
 Stahlküchen
 Hochwertiges Heu durch Schwedenreuter
 Stapelplatten, Behälter und Ladegestelle 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
 Stahlblechschornsteine

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
 Stahlrahtmöbel für Wohnung und Garten
 Streckenabzweigungen unter Tage in Stahlausbau
 Lastrohre aus Stahl
 Stahlfundamente für Turbomaschinen
 Ladegeräte für Gesteinsbetriebe
 Vorratsschutz im Landhaushalt
 Vorrichtungen und Arbeitshilfen für Schweißarbeiten
 Stetigförderer für Kurztransporte
 Stahlrohrmöbel für Wohnung und Garten
 Fortschrittliche Milchgewinnung
 Funktürme und Funkmasten aus Stahl
 Luftfilter 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
 Stetigförderer für Fließarbeiten
 Neuzeitliche Stahlrohrbetten
 Einrichtungen aus Stahl für Lehrwerkstätten
 Beregnung
 Arbeitsgeräte für den Garten
 Trocknung und Lagerung von Druschgetreide
 Mechanische Stetigförderer für Hafenbetriebe
 Pneumatische Stetigförderer im Hafenbetrieb
 Rundstahlketten im Bergbau
 Verschleißschutz von Stahl durch Brennhärten
 Stetigförderer im Bauwesen
 Lagerhäuser für Kartoffeln und Gemüse

Obige Merkblätter werden auf Wunsch kostenlos an Interessenten verschickt.



WIENER BRÜCKENBAU- UND EISENKONSTRUKTIONEN A. G.

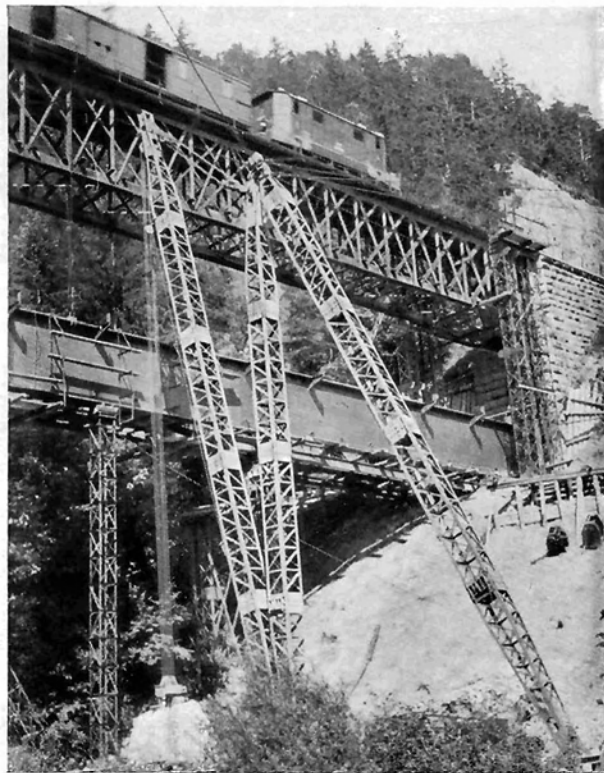
Zentralbüro: Wien X, Hardtmuthgasse 131 - 135

Telephon: U 32 5 75 Serie, Fernschreiber: 01-1785, Telegramm-

Adresse: Brückenbau Wien

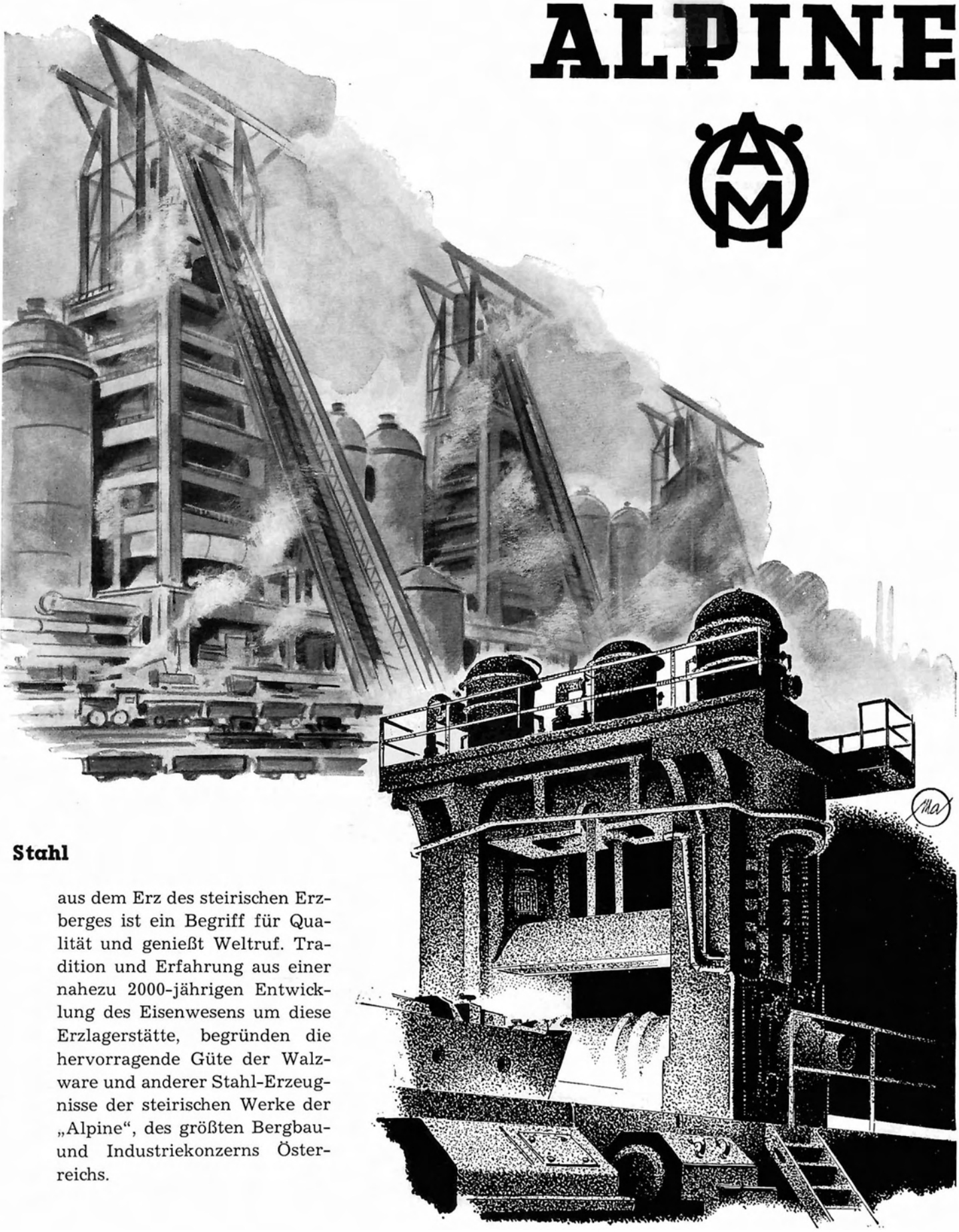
3 Werke in Wien

Erzeugungsprogramm: Brückenbau, Stahlhochbau, Stahlwasserbau, Bohrtürme, Leitungsmaste, Rohrleitungen, Kranbau, Seilbahnbau, Theaterbühneneinrichtungen, Dreiseitenkipper, Spezialfahrzeuge und zwar Müllwagen, Mineralöltankwagen, Zementtransportwagen, Schlammabsaugewagen



Wallerbachbrücke

ALPINE



Stahl

aus dem Erz des steirischen Erzberges ist ein Begriff für Qualität und genießt Weltruf. Tradition und Erfahrung aus einer nahezu 2000-jährigen Entwicklung des Eisenwesens um diese Erzlagerstätte, begründen die hervorragende Güte der Walzware und anderer Stahl-Erzeugnisse der steirischen Werke der „Alpine“, des größten Bergbau- und Industriekonzerns Österreichs.

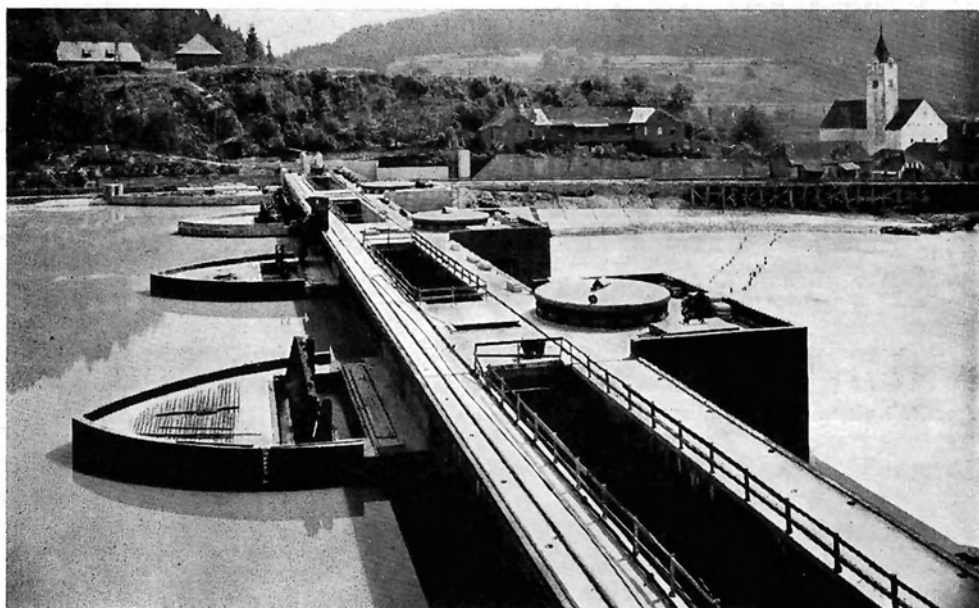
OESTERREICHISCH-ALPINE MONTANGESELLSCHAFT

GENERALDIREKTION WIEN I, FRIEDRICHSTRASSE 4

KATHODISCHER SCHUTZ IST DER VOLLKOMMENSTE SCHUTZ GEGEN KORROSION

im Erdboden, in Süß- und Seewasser, für Rohrleitungen aller Art, Warmwasseranlagen, Behälter und Reaktionsgefäße der Lebensmittel- und chemischen Industrie usw.

Planung und Ausführung mittels galvanischer Anoden oder Stromanwendung



U n s e r A r b e i t s g e b i e t u m f a ß t :

**Mechanische Entrostungen, Beizerei, Schutzanstriche,
Isolierungen, Instandhaltungsdienst, Flammschutz**

Kaltzinkschutz FEUERVERZINKUNG Spritzverzinkung

MATERIALSCHUTZ - GESELLSCHAFT

m. b. H.

ZENTRALE : WIEN I., KÄRNTNERRING 3, TEL. R 13 2 43, FERNSCHR. 1185

Beilagenhinweise

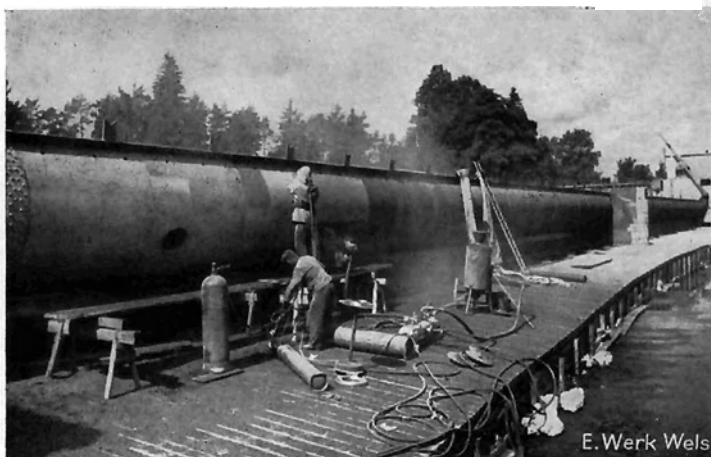
Wir verweisen auf die in dieser Auflage enthaltene Beilage betreffend Nadellager, Nadelkäfige und Nadelbüchsen der Dürkoppwerke A. G., Bielefeld. Die Dürkoppwerke A. G. ist auf dem Gebiete der Nadellager als führend anzusehen und hat insbesondere die Entwicklung des M-Profilkäfigs zur radialen und axialen Führung der Wälzkörper (Nadeln) dazu geführt, daß diese Maschinenelemente im steigenden Ausmaß in der gesamten Industrie Eingang gefunden haben. Wie aus der Beilage hervorgeht, gestattet der Dürkopp-Nadelkäfig die Erreichung einer Drehzahl, die durch die Gleichung $n_{\text{maximum}} = 400.000/Li \text{ mm}$ gegeben ist. Eine weitere Steigerung dieser Drehzahl kann durch Sonderausführungen der Nadelkäfige bzw. der anschließenden Maschinenteile bis auf $n_{\text{maximum}} = 800.000/Li \text{ mm}$ erreicht werden.

Wie uns die Generalvertretung der Dürkoppwerke A. G. weiter bekannt gegeben hat, steht diese, sowie das Konstruktionsbüro in Bielefeld mit weiteren Auskünften, insbesondere für die kostenlose Ausarbeitung von Einbauvorschlägen gerne zur Verfügung. Sollten Sie weitere Listen W 3024 benötigen, so können Sie diese bei der Generalvertretung Fa. Ing. H. Rögl sperger & Co., Wien 5, Stolberggasse 55 (Tel. B 23 2 86 und B 20 3 16) anfordern. Dort erhalten Sie auch ausführliche Einbaubeispiele.

Diese Ausgabe enthält einen Prospekt über das

Diktiergerät STENORETTE

Der moderne Bürobetrieb ist ein Spiegelbild des Maschinenzeitalters. Er bedingt rasche Erledigung aller Arbeiten, keine Vergeudung von Arbeitskräften. Ein wichtiger, unerläßlicher Diener ist hierbei das Diktiergerät. Es nimmt die Diktate auf ohne Beisein der Sekretärin, es verhindert den Leerlauf einer Arbeitskraft. Das Diktat



Rostex



Fluid-Regenerator
DER CHEM. ROSTUMWANDLER

Seit 45 Jahren
Lieferant
österreich. Staatsbetriebe, Bauämter und Industrien

„PANTHER“
Schuppen - Rostschutzfarben für Brücken- und Stahlbauwerke

„TOGFA“
Chlorkautschukfarben für chemische Industrien u. Wehranlagen

„NOXOL“ - Dauerrostschutz für Druckrohrleitungen

„METAFOL-NOXOL“ Unbegrenzter Dauerrostschutz

„ADLERGRUND“ ölfreier Grundierungs- und Regenerierungsanstrich

„ROSTEX-FLUID“ - Regenerator, chem. Rostumwandler und Passivierer

Spezial-Lack- und Rostschutzfarbenwerk
HUBERT K. HAUCK
Wien XIX., Billrothstraße 12, Tel. A 10.2-12, FS 1060

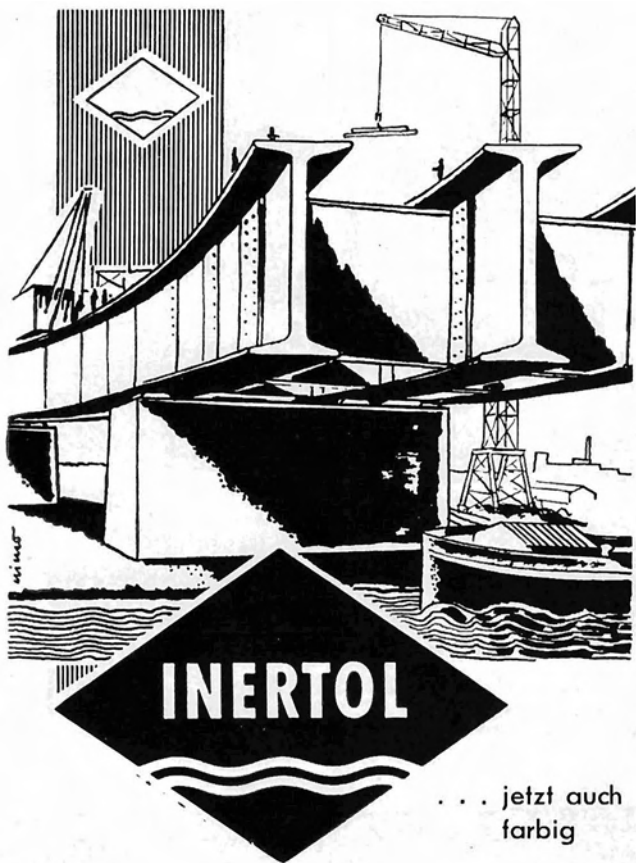
wird flüssig aufgesprochen, sei es tagsüber oder abends, Unterbrechung durch Telefonate und somit Verlust an Arbeitszeit fallen weg.

Das Diktiergerät STENORETTE arbeitet mit normalem Magnettonband als Aufzeichnungsträger nach dem Durchzugsverfahren. Die Diktierbänder in unverwechselbar auf das Gerät aufsteckbaren Spezialspulen haben eine ununterbrochene Laufzeit von 25 Minuten. Die große, erleuchtete Bandskala ermöglicht jederzeit das Wiederauffinden bestimmter Bandstellen. Alle Betriebsfunktionen sind drucktafengesteuert, und zwar entweder vom Gerät selbst aus oder über die Fernbedienung.

SPRITZVERZINKUNGEN

Metallisierwerk Salzburg

Salzburg, Karolingerstraße 7
Tel. 5705



... jetzt auch
farbig

für hochwertige Eisenkonstruktionen in der neuen
Qualität

INERTOL 82

eine Bitumen-Standardöl-Kombination mit Metall-
panzerung in den Farben

ROT
GRAUGRÜN und
SILBERGRAU

Hohe Witterungs- und Temperaturbeständigkeit,
weitgehend widerstandsfähig gegen mechanische
Beanspruchung

Lassen Sie sich unverbindlich beraten!

Agro Bautenschutzchemie Wels
Avenarius Bautenschutzchemie Wien

FÜR STAHLBAU UND INDUSTRIE

Hochfeste
Schrauben
und Muttern

Güteklassen
5D 8G 10K

BREVILLIER-URBAN A.G.
WIEN VI. LINKE WIENZEILE 18 TEL. B 24-570



KORROSIONSSCHUTZ
FÜR INDUSTRIEANLAGEN, BRÜCKEN,
ROHRLEITUNGEN UND BEHÄLTER

METALLISIERUNGEN
AN ROHRLEITUNGEN, WEHRANLAGEN USW.

A N S T R I C H E
AN WERKS- UND WOHNGBÄUDEN
MIT LANGJÄHRIGER GARANTIE

ÖSTERR.
ROSTSCHUTZGESELLSCHAFT
R. SCHEBESTA & CO.
WIEN VI, MARIAHILFER STRASSE 89 A
TEL. B 28 4 53

RASCHER, BILLIGER, DAUERHAFTER ENTROSTEN
 DURCH **FLAMMSTRAHLEN!**
 SPEZIAL-BRENNER FÜR DIE ENTROSTUNG,

wie überhaupt alles für die Autogen-Schweißung in bewährter Qualität von der
AGA-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT WIEN,
 WIEN IV, PRINZ-EUGEN-STRASSE 72
 TEL. U 45-5-20

Witterungsschutz – Wetterschutz
Leimminium und Bleiweiß

Produkte der Bleiberger Bergwerks-Union
 kauf durch
Metall und Farben Aktiengesellschaft
 in I, Kärntner Straße 7 Tel. R 22 5 90

schanovsky

Anstricharbeiten

an den
Blasstahlwerken
in
Donawitz und Linz

O. M. MEISSL & CO.

Gesellschaft m. b. H.

Alle technischen Anstriche

WIEN III, Marxergasse 39

Telefon: U 18 290



Ein Erzeugnis der Lack- und Farbenwerke

**VINZENZ
WAGNER**



Wien - Stadlau, Telephon F 10-4-26



FEUERVERZINKUNGEN

Brunner Verzinkerei Brüder Bablik

WIEN XVIII., SCHOPENHAUERSTRASSE 36

Tel.: A 23 5 25

Fernschreiber: 1791

Tel.-Adresse: Zingagefer

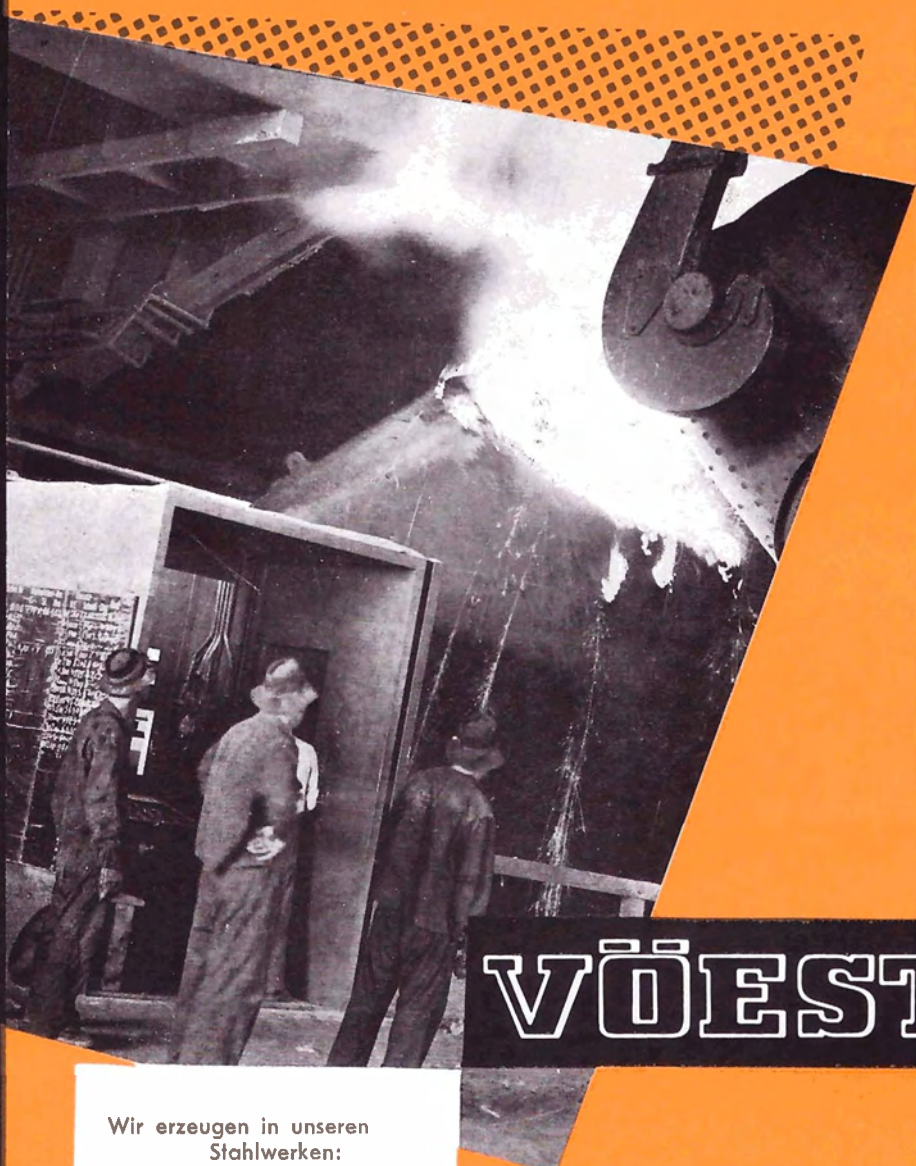
BERATUNGSSTELLE FÜR STAHLVERWENDUNG

STAHL

im täglichen Leben



VEREINIGTE ÖSTERR. EISEN- UND STAHLWERKE, LINZ-DONAU



VÖEST

Wir erzeugen in unseren
Stahlwerken:

LD-Stahl (Reinsauerstoff-
Blasverfahren)

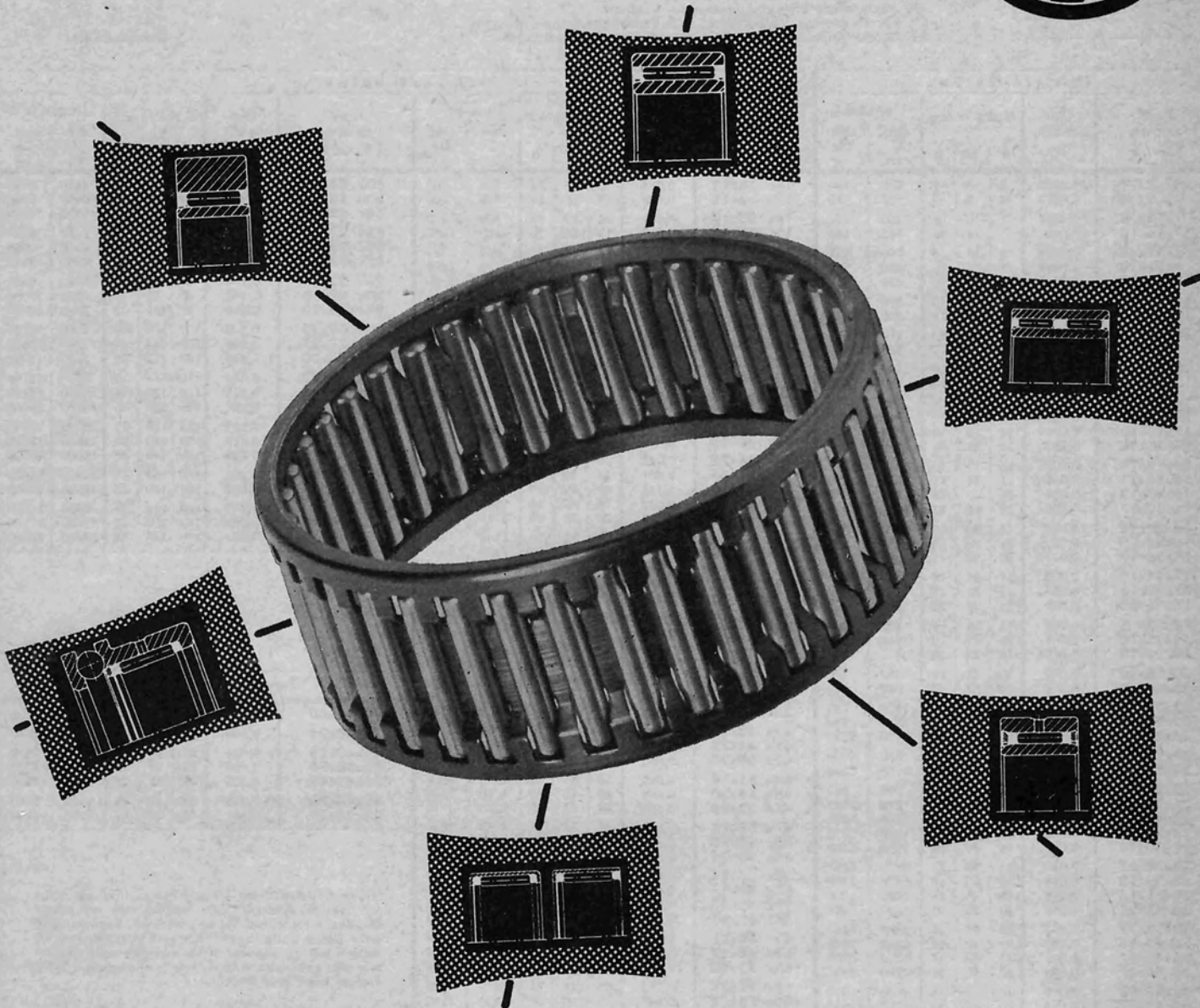
SM-Stahl zur Erzeugung von
Handels- und
Qualitätsblechen

Elektro-Stahl zur Herstellung
von Sonderquali-
täten



Beilage 1

DÜRKOPP



NADELKÄFIGE · NADELLAGER
NADELBÜCHSEN · NADAXLAGER
NADELLAGER - STÜTZROLLEN

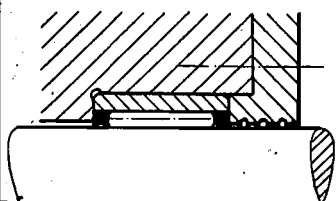
Generalvertretung für Österreich:

ING. H. RÖGLSPERGER & CO. WIEN V · STOLBERGGASSE 55

TELEFON: B 23286 · TELEGRAMME: RÖCOLAGER WIEN · FERNSCHREIBER: 011377

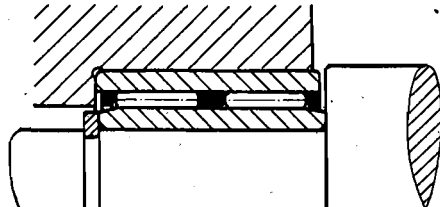
Nadellager mit glatten Laufringen Reihe NAF und RNAF

Bild 9



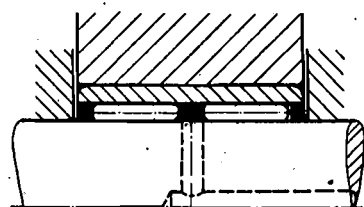
Wellenlagerung mit einfacher Fettrillendichtung

Bild 10



Lagerung für große Radialkräfte, die mit Sicherheit von beiden Nadelkäfigen aufgenommen werden

Bild 11

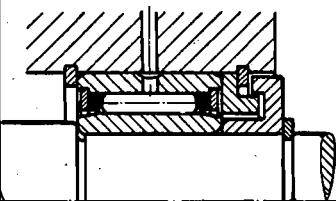


Laufrollen- oder Radlagerung. Durch das doppelreihige Lager ergibt sich eine gute Abstützung

Nadellager nach dem internationalen ISO-Maßplan Reihe NA 49 und RNA 49

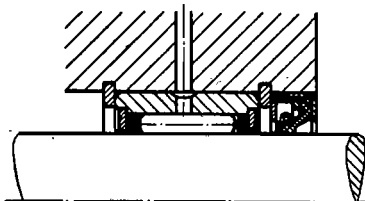
(mit Axialführung der Nadelkäfige durch Seitenscheiben im Außenring)

Bild 12



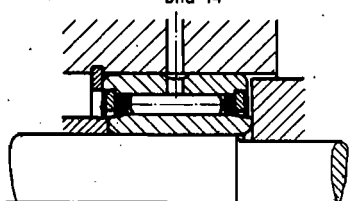
Wellenlagerung mit Labyrinthdichtung

Bild 13



Lagerung einer glatten Welle mit Radial-Wellendichtung

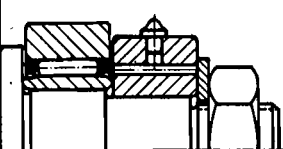
Bild 14



Wellenlagerung. Axialführung der Welle durch seitlichen Anlauf an den Außenring

Nadellagerstützrollen Reihe NAST und RNAST

Bild 15



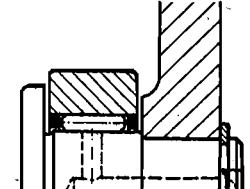
Kurvenrollenlagerung

Bild 16



Nockenrollenlagerung

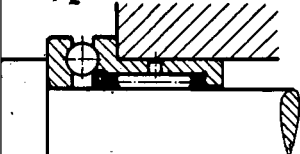
Bild 17



Führungsrollenlagerung

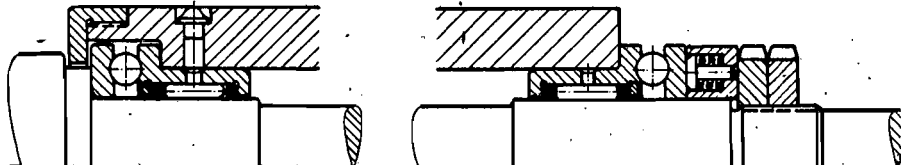
Nadaxlager Reihe NAX

Bild 18



Getriebe Lagerung

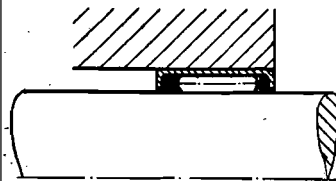
Bild 19



Spindellagerung mit axialem Spielausgleich durch Federbolzen am Endlager

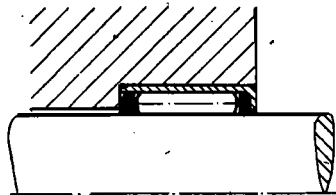
Nadelbüchsen Reihe BH, BHO und NAB

Bild 20



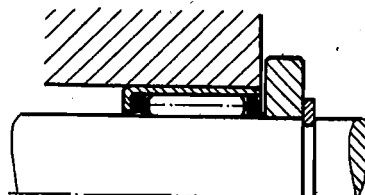
Lagerung bei gehärteter Welle

Bild 21



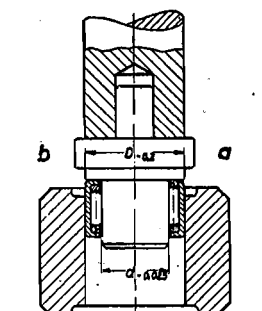
Einseitig geschlossene Lagerung

Bild 22



Einseitig offene Lagerung für glatte Bohrungen

Bild 25

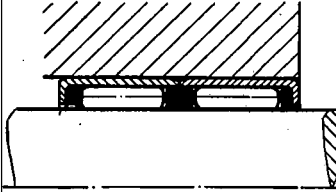


Montageanweisung für den Einbau von Nadelbüchsen

a) für oben offene Nadelbüchsen Reihe BHO und NAB. Beim Einbau von unten offenen Nadelbüchsen wird der Nadelkäfig durch das Schmierfett gehalten.

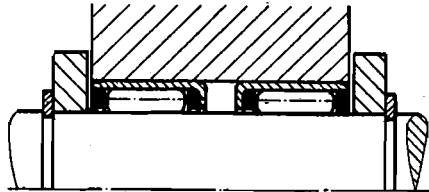
b) für Nadelbüchsen Reihe BH. Hierbei nur auf Stempelseite drücken.

Bild 23



Zweiseitig geschlossene Lagerung

Bild 24



Zweiseitig offene Lagerung

2. Nadellager mit Laufringen.

Die Wellensitze und Gehäusebohrungen sind feinzudrehen und für genaue Lagerungen zu schleifen. Dabei ist die Rundheit und die Konizität zu beachten, da sich die dünnwandigen Ringe der Wellen- bzw. Gehäuseform weitgehend anpassen.

Passungsrichtlinien für Nadellager mit Laufringen

Wellenpassungen für Innenringe				Gehäusepassungen für Außenringe			
Voraussetzungen	Beispiele	Wellendurchmesser in mm	ISA-Toleranzfeld	Voraussetzungen	Beispiele	ISA-Toleranzfeld	
Punktlast	Innenring verschiebbar	Räder auf stillstehender Achse	g6	Kleine bis mittlere Belastungen.	Allgemeiner Maschinenbau	H7 ¹⁾	
			h6 ¹⁾			J7 ¹⁾	
	Innenring nicht verschiebbar	alle Durchmesser	j6 ¹⁾	Kleine bis mittlere Belastungen	Seil- und Spannrollen Kurbelwellen	K7 ¹⁾ M7 ¹⁾	
Umfangslast oder unbestimmte Laststrichtung	Normale Belastungen und Betriebsverhältnisse ²⁾	Allgemeiner Maschinenbau, Werkzeugmaschinenbau, Pumpen, Kompressoren, Zahnradgetriebe	bis 18	Mittlere bis große Belastungen	Laufräder Losräder	N7 ¹⁾	
			18 bis 100			k6 ¹⁾	P7 ¹⁾
			100 bis 150	m6 ¹⁾	Nadaxlager	Allgemeiner Maschinenbau	K6
			über 150	n6 ¹⁾		Spindellager	M6
Nadelbüchsen						N6	
¹⁾ Für genaue Lagerungen Qualität 5 verwenden. ²⁾ Für hohe Belastungen und Hohlwellen festere Passungen verwenden.				¹⁾ Für genaue Lagerungen Qualität 6 verwenden. Bei Leichtmetallgehäusen sind festere Passungen erforderlich. Für geteilte Gehäuse keine festere Passung als J6 verwenden.			

Bei festen Passungen ergibt sich eine Verminderung der Radialluft, und es sind vielfach Lager mit erhöhter Radialluft (C3 oder C4) erforderlich. Es ist daher zu überprüfen, ob im eingebauten Zustand noch eine genügend große Radialluft vorhanden ist. Der Innenring wird etwa um 75% der mittleren Pressung aufgeweitet und der Außenring um etwa 65% der mittleren Pressung eingeschnürt.

Radialluft für Nadellager mit Laufringen

Die Lager werden als nicht austauschbare Lager (na) geliefert, und die Ringe dürfen nicht vertauscht werden.

Lagerbohrung d in mm		Kurzzeichen der Luftgruppe											
über	bis	C 1 na		C 2 na		Normal na		C 3 na		C 4 na		C 5 na	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
3	6			8	15	15	25	30	40				
6	10			8	15	15	25	30	40				
10	14			10	20	20	30	35	45				
14	18	0	10	10	20	20	30	35	45	45	55	65	75
18	24	0	10	10	20	20	30	35	45	45	55	65	75
24	30	0	10	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30	40	0	12	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40	50	0	15	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50	65	0	15	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65	80	0	20	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80	100	0	25	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100	120	0	25	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120	140	0	30	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140	160	0	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160	180	0	35	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180	200	0	40	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200	225	0	45	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225	250	0	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250	280	0	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420
280	315	0	60	60	120	120	180	205	265	265	325	410	470

Toleranzen der Nadellager

Nadellager werden wie andere Wälzlager mit einer Maßgenauigkeit nach DIN 620 gefertigt.

Nennmaß in mm	Abmaße in $\mu = 0,001$ mm					
	d		D		b ¹⁾	
bis 18	0	-10	0	-8	0	-100
über 18 bis 30	0	-10	0	-9	0	-100
über 30 bis 50	0	-12	0	-11	0	-120
über 50 bis 80	0	-15	0	-13	0	-150
über 80 bis 120	0	-20	0	-15	0	-200
über 120 bis 150	0	-25	0	-18	0	-250
über 150 bis 180	0	-25	0	-25	0	-250
über 180 bis 250	0	-30	0	-30	0	-300
über 250 bis 315	0	-35	0	-35	0	-350
über 315 bis 400	0	-40	0	-40	0	-400
über 400 bis 500	0	-45	0	-45	0	-450
über 500 bis 630	0	-50	0	-50	0	-500

¹⁾ Die Werte sind der Bohrung zugeordnet.

PRINZIPIELLE EINBAUBEISPIELE Nadelkäfige

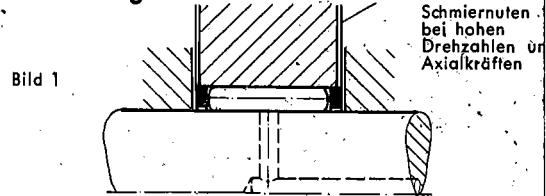


Bild 1 Lagerung für Getriebeäder, Pleuellager, Laufrollen usw. Schmierloch in der entlasteten Zone

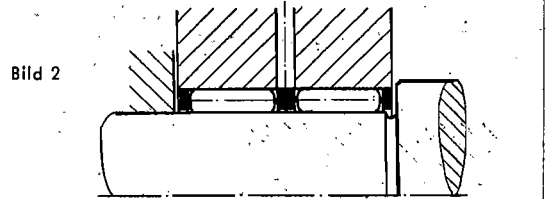


Bild 2 Zweireihige Lagerung. Bei zwei oder mehreren Nadelkäfigen nur Käfige mit gleichen Nadelstufen einbauen

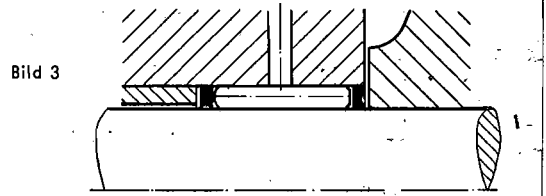


Bild 3 Getriebelagerung

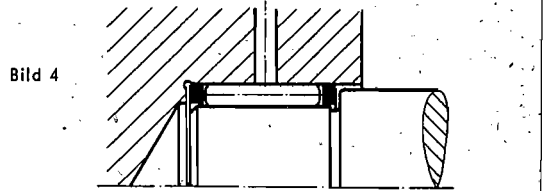


Bild 4 Zapfenlagerung, besonders auf genügendes Axialspiel für den Nadelkäfig achten, um axiale Verklebung zu vermeiden

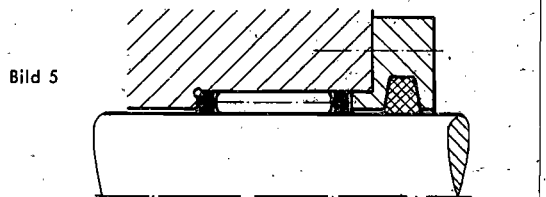


Bild 5 Wellenlagerung mit Filzringdichtung

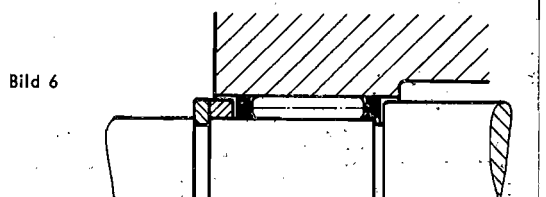


Bild 6 Wellenlagerung. Bei axialer Begrenzung durch Sprengring, Axialauflage beilegen.

Nadellager mit glatten Laufringen Reihe NAF und RNAF

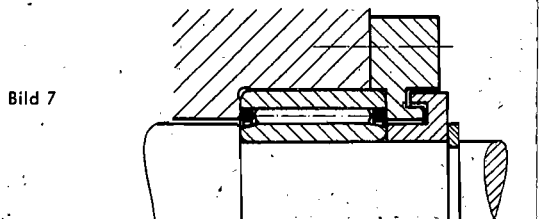


Bild 7 Wellenlagerung mit Labyrinthdichtung

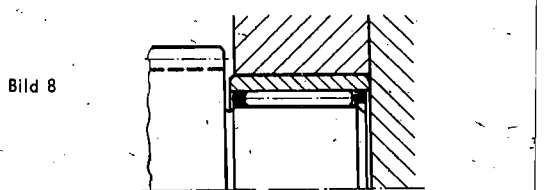


Bild 8 Zapfenlagerung z. B. für Zahnradpumpen. Hier ist die gute Breitenausnutzung besonders wichtig

Tragfähigkeit und Lebensdauer

Berechnung der Tragfähigkeit und der Lebensdauer erfolgt wie auch bei anderen Wälzlagern nach DIN 620.

Statische Tragfähigkeit

Lager im Stillstand oder solche, die nur geringe Dreh- oder Schwenkbewegungen ausführen, darf die max. Belastung die statische Tragzahl C_0 nicht überschreiten sonst bleibende Verformungen in den Laufbahnen auftreten können.

Dynamische Tragfähigkeit

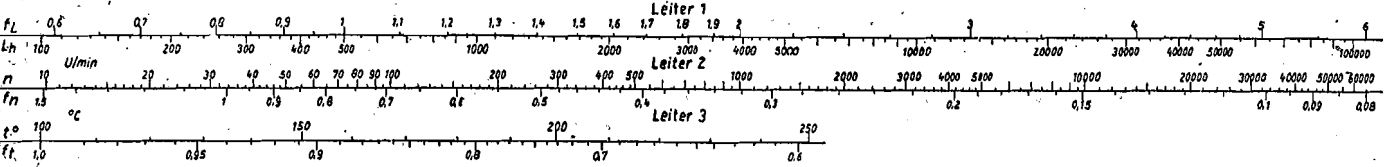
Berechnung der Lebensdauer gilt für den Fall, daß das Lager durch Ermüdungsbruch unbrauchbar wird.

Berechnung der Lebensdauer

Lebensdauerfaktor f_L errechnet sich nach der Formel

$$f_L = \frac{f_n \cdot f_t \cdot C}{P}$$

- f_L = Lebensdauerfaktor für L_h Betriebsstunden nach Leiter 1
- f_n = Drehzahlfaktor für n Umdrehungen pro Minute nach Leiter 2
- f_t = Temperaturfaktor für t °C Betriebstemperatur nach Leiter 3
- C = Dynamische Tragzahl (siehe Lagerlisten)
- P = Ideale Last $P = x \cdot P_{radial}$
- $x = 1$ bei Umfangslast für den Innenring, Innenring rotiert und Last steht still oder Innenring steht still und Last rotiert.
- $x = 1,4$ bei Punktlast für den Innenring, Innenring steht still und Last steht still oder Innenring rotiert und Last rotiert mit gleicher Drehzahl.



Zulässige Drehzahl

angegebenen Werte gelten als Richtlinien bei guter Schmierung und einwandfreiem Einbau. Werden diese Grenzen wesentlich überschritten, so sind besondere Maßnahmen erforderlich.

	Nadelkäfte	Nadellager	Nadaxlager
Schmierung	$n_{max} = \frac{250\,000}{d}$	$n_{max} = \frac{250\,000}{L_i}$	$n_{max} = \frac{150\,000}{0,5(d+D)}$
Wasserschmierung	$n_{max} = \frac{400\,000}{d}$	$n_{max} = \frac{400\,000}{L_i}$	

$n > \frac{250\,000}{d(L_i)}$ Ist der Laufgenauigkeit der sich drehenden Teile besondere Bedeutung zu schenken.

Einbaurichtlinien, Radialluft und Oberflächenbeschaffenheit der Laufbahnen

Direkte Lagerungen mit Nadelkäfigen und Lagern ohne Innenring. Laufbahnen, Passungen und Radialluft

Nadelkäfte	Welle	h 5	h 5	f 6
Nadellager ohne Innenring 1)	Bohrung	H 6	G 6	G 6
	Welle	k 5	h 5	g 6
Nadaxlager	Welle	h 5	g 5	f 6
Nadelbüchsen	Welle	k 5	h 6	g 6

Wellendurchmesser d in mm		Kurzzeichen der Luftgruppe					
über	bis	G 2		Normal		G 3	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
5	10	3	8	8	20	20	35
10	14	5	10	10	25	25	40
14	18	5	10	10	25	25	40
18	25	8	15	15	30	30	45
25	30	8	15	15	30	30	45
30	40	10	20	20	35	35	50
40	50	10	20	20	35	35	50
50	65	15	25	25	40	40	60
65	80	15	25	25	40	40	60
80	100	20	30	30	50	50	70
100	120	20	30	30	50	50	70
120	140	30	40	40	60	60	90
140	160	30	40	40	60	60	90
160	180	30	40	40	60	60	90
180	200	35	50	50	80	80	120

untergeordnete Lagerungen kann auch Qualität 6 (Welle) und 7 (Gehäuse) verwendet werden. angegebenen Radialluftwerte gelten für genaue Lagerungen. Sie lassen sich erreichen, wenn die einzelnen Teile vorsortiert und entsprechend zusammengeleitet werden.

Passungen gelten nur bis zu Gehäusepassungen K6. Bei festeren Passungen die Radialluft zu überprüfen.

Laufbahnhärte

in den Lagerlisten angegebenen Tragzahlen gelten nur bei einer Laufbahnhärte von mind. 60 Rc. Wird dieser Wert unterschritten, so vermindert sich die Tragzahl auf C_H , mit welcher dann die Tragfähigkeits- und Lebensdauerberechnung durchzuführen ist.

$$C_H = f_H \cdot C$$

f_H = Härtefaktor siehe nachfolgende Tabelle
 C = Tragzahl laut Lagerlisten

Reißeigigkeit / mm ²	Rockwell RC	Brinell HB	Vickers HV	Härtefaktor f _H	Zerreißeigigkeit kg/mm ²	Rockwell RC	Brinell HB	Vickers HV	Härtefaktor f _H
229	64	682	930	1	110	35	330	339	0,204
219	60	627	790	.1	104	33	311	316	0,177
194	57	578	692	0,850	98	31	293	296	0,155
178	53	534	608	0,656	92	29	277	279	0,138
166	50	495	546	0,530	88	26	262	263	0,123
153	47	461	496	0,438	83	24	248	248	0,109
148	45	429	454	0,366	79	22	235	235	0,099
135	42	401	420	0,313	75	20	223	223	0,088
126	40	375	389	0,269	73	18	212	212	0,080
117	37	352	363	0,234	69	15	201	201	0,072
112	36	341	350	0,218	67		197	197	0,069

Oberflächenbeschaffenheit und Laufgenauigkeit der Laufbahnen

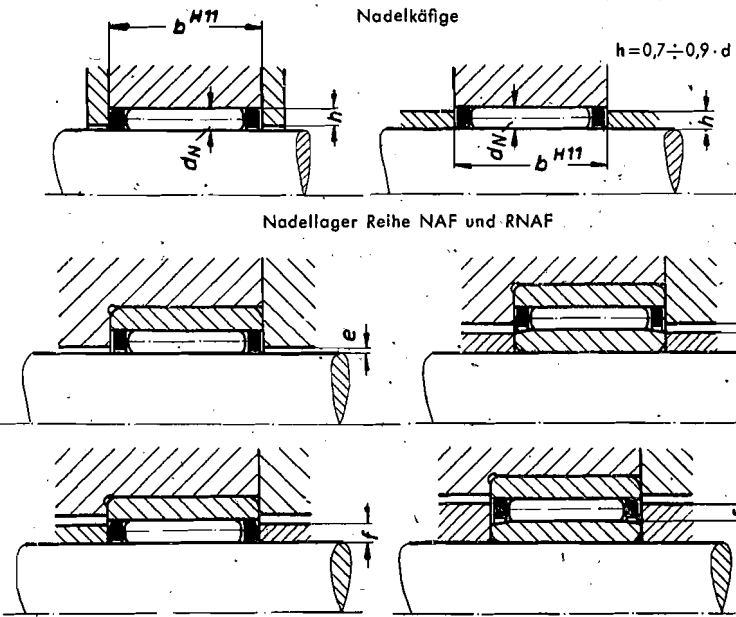
Für die einwandfreie Funktion einer Lagerung ist es erforderlich, die Laufbahnen feinzuschleifen. Dabei sollte die Rauhtiefe 2μ nicht überschreiten. Außerdem sind die Unrundheit und die Konizität der Laufbahnen von besonderer Bedeutung.

Maximal zulässige Unrundheit der Laufbahnen (zulässige Konizität = 50% der angegebenen Werte)

Nennmaß für Wellenlaufbahn d und Gehäuselaufbahn D (mm)		Zulässige Unrundheit Werte in μ			
über	bis	Wellenlaufbahn d		Gehäuseaufbahn D	
		$n \cdot d \leq 250000$	$n \cdot d \geq 250000$	$n \cdot d \leq 250000$	$n \cdot d \geq 250000$
-	18	7	4	10	6
18	30	7	4	10	6
30	50	9	5	12	8
50	80	12	6	15	10
80	120	15	8	20	12
120	150	18	10	25	15
150	180	20	12	30	18
180	200	25	15	35	20

Konstruktive Ausbildung der seitlichen Begrenzungsflächen

Die Form und Oberflächenbeschaffenheit der seitlichen Begrenzungsflächen für Nadelkäfte ist besonders bei hohen Drehzahlen zu beachten. Bis zu einer Drehzahl $n = \frac{10000}{d(L_i)}$ genügen sauber gedrehte, ungehärtete Flächen. Bei höheren Drehzahlen empfiehlt es sich, dieselben zu härten und zu schleifen. Die erwünschten Formen und Maße der Begrenzungsflächen zeigen nachfolgende Abbildungen:

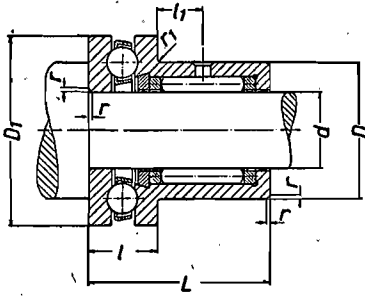


leichte Reihe		e	f	schwere Reihe		e	f
NAF	RNAF			NAF	RNAF		
	5 x 10 x b bis 12 x 19 x b	0,15	1,35	10 x 28 x b bis 15 x 32 x b	10 x 20 x b bis 20 x 32 x b	0,3	2,8
10 x 22 x b bis 17 x 30 x b	14 x 22 x b bis 22 x 30 x b	0,2	1,8	17 x 35 x b bis 30 x 47 x b	22 x 35 x b bis 35 x 47 x b	0,4	3,2
20 x 35 x b bis 40 x 55 x b	25 x 35 x b bis 45 x 55 x b	0,3	2,2	35 x 55 x b bis 90 x 120 x b	40 x 55 x b bis 100 x 120 x b	0,5	3,6

NADAXLAGER Reihe NAX

Das Nadellager vermag nur reine Radialbelastungen aufzunehmen; Es besteht aber schon immer der Wunsch, ein Lager für die Aufnahme kombinierter Beanspruchung zu haben, dabei muß die Forderung in Bezug auf geringen Bauraum erfüllt bleiben. Die Lagerkombination **Nadellager und Axialkugellager** ergibt eine sehr gedrängte und starre Wellenlagerung, wobei sich durch die direkte Lagerung auf der gehärteten Welle eine hohe Rundlaufgenauigkeit erreichen läßt.

Das DÜRKOPP-Nadaxlager findet für Lagerstellen Verwendung, wo radiale und axiale Lagerdrücke aufzunehmen sind, z. B. Spindellagerung in Werkzeugmaschine, Schneckenlagerungen usw. Diese Reihe wird ebenfalls mit dem bewährten Nadelkäfig in Stohlausführung geliefert. Die Außendurchmesser sind nach dem ISO-Maßbild festgelegt worden.



Kurzzeichen NAX	Gewicht kg	Maße in mm								Tragzahl		Zulässige Drehzahl i. d. Min.
		d	D	D ₁	L	l	l ₁	r	r ₁	radial dyn. C kg	axial dyn. C kg	
10	0,040	10	19	24	28	9	5,5	0,5	0,8	680	570	10000
12	0,045	12	21	26	28	9	5,5	0,5	0,8	660	610	8000
15	0,065	15	24	28	28	9	5,5	0,5	0,8	720	655	7000
17	0,080	17	26	30	28	9	5,5	0,5	0,8	780	720	6500
20	0,075	20	28	35	25	10	5,5	0,5	0,8	860	965	8000
25	0,140	25	37	42	29	11	7	1	0,5	1680	1220	6000
30	0,160	30	42	47	29	11	7	1	0,5	1770	1820	4000
35	0,200	35	47	58	29	12	6,5	1	0,5	1900	1480	8500
40	0,500	40	52	68	59	19	12	1	0,5	4200	8050	8000
45	0,800	45	58	78	64	20	18	1	0,5	4500	8250	2800
50	0,850	50	65	78	64	22	15	1	0,5	7000	8450	2500
60	1,800	60	78	96	66	26	15	1,5	1	7800	5800	2100
70	1,800	70	90	105	68	27	14	1,5	1	8800	6700	1800

Toleranz der Welle d ISA h5

Toleranz der Gehäusebohrung D ISA M6

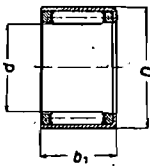
Die radiale Tragzahl gilt nur bei gehärteter und geschliffener Wellenlaufbahn. Härte = 62 ± 2 Rc

NADELBÜCHSEN DBP. und DBGM.

Die DÜRKOPP-Nadelbüchse ist ein neues Lagerelement, das aus einem präzis gezogenen und gehärteten Blechmantel besteht, der den Nadelkäfig umschließt. Im Gegensatz zu den vollrolligen Nadelbüchsen werden die Nadelrollen genau achsparallel geführt und gehalten, wodurch sich ein leichter Lauf ergibt. Der Blechmantel erhält seine genaue Form und Steifheit durch einen Preßsitz N6 im Lagergehäuse. Der Raumbedarf ist sehr gering und nicht größer als der einer Gleitlagerbüchse.

Es werden zwei Bauformen geliefert, die leichte Reihe BH mit beiderseitig geschlossenem Blechmantel sowie die Reihen BHO und NAB mit einseitig offenem Blechmantel, die besonders preisgünstig sind, außerdem können die Lager mit Innenring geliefert werden.

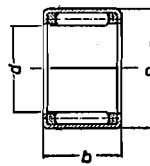
Die Durchmesser-toleranzen der gezogenen Außenbüchsen sind größer als die der normalen Wälzlager, die Nadelbüchsen sollen daher nicht für Präzisionslagerung verwendet werden. Hierfür empfehlen wir unsere Nadellager mit geschliffenen Laufringen der Reihen NA 49, RNA 49, NAF, RNAF, NAK und RNAK mit Maßanlehnung an DIN 616 und DIN 617.



Welle ISA h6
Gehäuse ISA N6

Härte der Welle 62 ± 2 Rc.

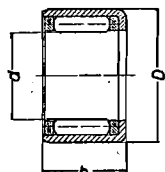
Kurzzeichen BHO	Gewicht kg	Maße in mm			Tragzahl	
		d	D	b	dyn. C kg	stat. Co. kg
5	0,0025	5	9	8,5	200	130
6	0,0025	6	10	8,5	210	150
7	0,003	7	11	8,5	220	170
8	0,004	8	12	10,5	330	280
9	0,0045	9	13	10,5	350	310
10	0,005	10	14	10,5	370	335
12	0,0055	12	16	10,5	410	390
14	0,012	14	20	11	540	520
15	0,0125	15	21	11	570	560
16	0,013	16	22	11	600	600
17	0,015	17	23	11	620	630
18	0,018	18	24	14	810	840
20	0,019	20	26	14	840	890
22	0,022	22	28	14	900	980
25	0,036	25	32	18	1580	1730
30	0,043	30	37	18	1720	1980
35	0,051	35	42	18	1910	2300
40	0,057	40	47	18	2100	2640



Welle ISA h6
Gehäuse ISA N6

Härte der Welle 62 ± 2 Rc.

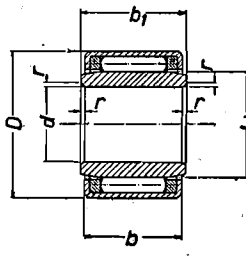
Kurzzeichen BH	Gewicht kg	Maße in mm			Tragzahl	
		d	D	b	dyn. C kg	stat. Co. kg
5	0,0025	5	9	9	200	130
6	0,0025	6	10	9	210	150
7	0,003	7	11	9	220	170
8	0,004	8	12	11	330	280
9	0,0045	9	13	11	350	310
10	0,005	10	14	11	370	335
12	0,0055	12	16	11	410	390
14	0,018	14	20	12	540	520
15	0,0185	15	21	12	570	560
16	0,014	16	22	12	600	600
17	0,018	17	23	12	620	630
18	0,019	18	24	15	810	840
20	0,020	20	26	15	840	890
22	0,028	22	28	15	900	980
25	0,088	25	32	19	1680	1730
30	0,045	30	37	19	1720	1980
35	0,054	35	42	19	1910	2300
40	0,060	40	47	19	2100	2640



Welle ISA h6
Gehäuse ISA N6

Härte der Welle 62 ± 2 Rc.

Kurzzeichen NAB	Gewicht kg	Maße in mm			Tragzahl	
		d	D	b	dyn. C kg	stat. Co. kg
10	0,015	10	18	19	700	560
12	0,018	12	20	18	820	700
14	0,020	14	22	18	870	770
16	0,021	16	24	18	940	840
18	0,024	18	26	18	980	910
20	0,025	20	28	18	1070	1050
22	0,051	22	32	18	1560	1500
25	0,068	25	36	18	1890	1800
28	0,084	28	40	18	1780	1820
30	0,088	30	40	18	1880	1930
32	0,072	32	42	18	1910	2040
35	0,076	35	46	18	2050	2250
38	0,128	38	50	22	2800	3020
40	0,138	40	52	22	2900	3170
45	0,149	45	57	22	3180	3620
50	0,188	50	62	22	3380	3920
55	0,184	55	67	22	3800	4220
60	0,194	60	72	22	3700	4670

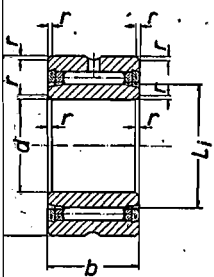


Welle ISA | 6
Gehäuse ISA N6

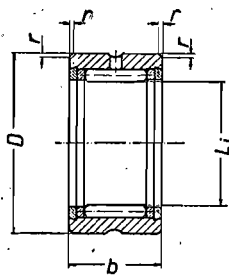
Kurzzeichen BHJ	Gewicht kg	Maße in mm						Tragzahl	
		d	D	b	b ₁	l ₁	r	dyn. C kg	stat. Co. kg
10/14	0,021	10	20	12	18	14	0,5	540	510
12/16	0,028	12	22	12	18	16	0,5	600	610
15/20	0,037	15	26	16	18	20	0,5	840	810
17/22	0,042	17	28	16	18	22	0,5	900	910
20/25	0,066	20	32	18	20	25	0,5	1680	1710
25/30	0,089	25	37	19	20	30	0,5	1720	1910
30/35	0,094	30	42	19	20	35	0,5	1910	2100
35/40	0,106	35	47	19	20	40	1	2100	2610

Reihe NA 49 und RNA 49

Diese Lager besitzen Bordscheiben im Außenring, die zur seitlichen Kägführung dienen. Die Lager entsprechen in ihren Abmessungen den **internationalen Normen** (ISO-Maßplan Nr. 21, DIN 616). Der Außenring besitzt eine umlaufende Schmierrute und Schmierlöcher. Infolge ihrer gedrängten Bauart können diese Lager für beschränkte Raumhältnisse gute Verwendung finden und sollten besonders bei Neukonstruktionen bevorzugt angewendet werden. Lager mit größeren Abmessungen auf Anfrage.



Reihe NA 49

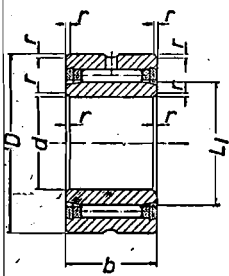


Reihe RNA 49

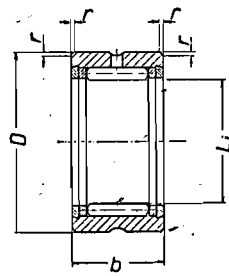
Kurzzeichen NA RNA	NA Gewicht kg	RNA o. Innenring Gewicht kg	Maße in mm					Tragzahl	
			d	D	b	Lj	r	dyn. C in kg	stat. Co in kg
4900	0,080	0,028	10	22	18	14	0,5	540	890
4901	0,085	0,028	12	24	18	16	0,5	600	440
4902	0,045	0,080	16	28	18	20	0,5	680	560
4903	0,060	0,088	17	80	18	22	0,5	740	620
4904	0,100	0,075	20	87	17	25	0,5	1160	960
4905	0,120	0,090	26	42	17	80	0,5	1260	1100
4906	0,185	0,105	80	47	17	35	0,5	1860	1260
4907	0,225	0,155	85	55	20	42	1	2160	2800
4908	0,805	0,210	40	62	22	48	1	2850	2800
4909	0,850	0,240	45	68	22	52	1	2450	2800
4910	0,865	0,280	50	72	22	58	1	2900	8100
4911	0,590	0,375	55	80	25	68	1,5	3850	4500
4912	0,580	0,400	60	85	25	68	1,5	4000	4700
4913	0,800	0,450	65	90	25	72	1,5	4150	5000
4914	0,865	0,465	70	100	80	80	1,5	5500	6800
4915	1,000	0,705	75	105	80	85	1,5	5700	7000
4916	1,050	0,740	80	110	80	90	1,5	6000	7500
4917	1,550	1,150	85	120	85	100	2	8800	10000
4918	1,850	1,200	90	125	85	105	2	8900	10500
4919	1,700	1,250	95	180	85	110	2	8800	10800
4920	2,850	1,600	100	140	40	115	2	11200	15400
4922	2,600	1,700	110	160	40	125	2	12000	17000
4924	8,550	2,500	120	165	45	135	2	15100	20800
4926	4,800	8,050	180	180	50	150	2,5	18800	28700
4928	5,100	8,250	140	190	50	160	2,5	19400	28600

Reihe NAK und RNAK, NAR und RNAR

Abmessungen dieser Lager entsprechen DIN 617, sie stimmen jedoch mit den internationalen Normen (ISO-Maßplan Nr. 21 DIN 616) nicht überein. Vor Anwendung dieser Lager bei Neukonstruktionen empfehlen wir, sich mit uns in Verbindung zu setzen. Der Außenring besitzt Schmierlöcher.

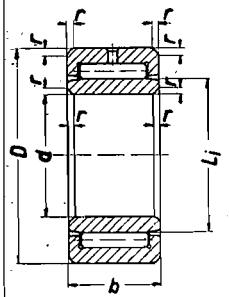


Reihe NAK

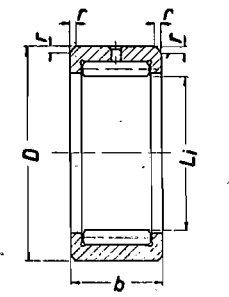


Reihe RNAK

Kurzzeichen NAK RNAK	NAK Gewicht kg	RNAK o. Innenring Gewicht kg	Maße in mm.					Tragzahl	
			d	D	b	r	Lj	dyn. C in kg	stat. Co in kg
17	0,120	0,080	17	87	20	1	24,7	1750	1800
20	0,140	0,090	20	42	20	1	28,7	1900	2050
25	0,180	0,120	25	47	22	1	38,5	2800	2800
30	0,210	0,140	80	52	22	1	38,2	2800	8000
35	0,240	0,160	85	58	22	1	44	8050	9800
40	0,800	0,180	40	65	22	1,5	40,7	8800	4200
45	0,880	0,250	45	72	22	1,5	55,4	8500	5150
50	0,580	0,870	80	80	28	2	62,1	4800	6700
55	0,810	0,890	65	85	28	2	68,8	5150	7800
60	0,850	0,410	60	90	28	2	72,8	5800	7700
65	0,700	0,480	65	95	28	2	78,8	5450	8800
70	0,740	0,440	70	100	28	2	88,1	5700	8900
75	1,000	0,590	75	110	32	2	90,8	7800	11900
80	1,150	0,640	80	115	32	2	95,5	7550	12800
85	1,200	0,890	85	120	32	2	101,2	7850	18200
90	1,250	0,780	90	125	32	2	105	9000	18800
95	1,800	0,760	95	180	32	2	110,8	8800	14400
100	1,850	0,780	100	185	32	2	115,5	8500	15000



Reihe NAR

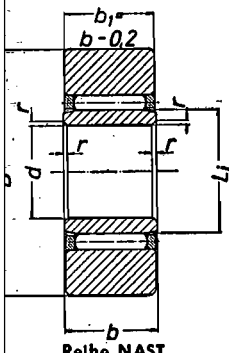


Reihe RNAR

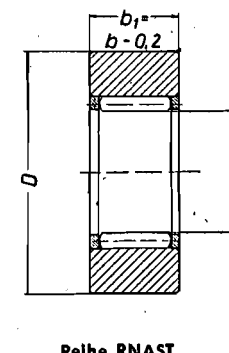
Kurzzeichen NAR RNAR	NAR Gewicht kg	RNAR o. Innenring Gewicht kg	Maße in mm					Tragzahl	
			d	D	b	r	Lj	dyn. C in kg	stat. Co in kg
150	5,40	8,25	150	200	52	8	171,9	17000	81500
160	5,70	8,45	180	210	52	4	180,9	17700	88000
170	9,40	5,70	170	280	65	5	195,8	25150	48000
180	9,95	6,10	180	240	65	5	205,4	25950	48000
190	10,80	6,10	190	250	65	5	216,5	26850	49000
200	10,80	6,20	200	280	65	5	227,5	27700	51000
220	18,50	10,0	220	300	75	6	256	38800	67000
240	28,00	19,4	240	390	75	6	280	39200	71000
260	24,80	14,0	260	350	75	6	300	42500	78000
280	28,20	14,0	280	370	75	6	320	44000	80000
300	81,40	18,4	300	400	75	6	345	48500	84000

NADLAGER-STÜTZROLLEN Reihe NAST und RNAST

Tragfähigkeit der Wälzlager kann nur dann voll ausgenutzt werden, wenn ihre Außenringe von einem Gehäuse umschlossen sind. Für direkte Aufnahme des Lagers sind die Außenringe zu schwach. In solchen Fällen, z. B. für Lauf-, Exzenter-, Stössel- und Druckrollen finden unsere Nadellager-Stützrollen, Reihe NAST, bevorzugt Anwendung. Die Durchmesser entsprechen DIN 616



Reihe NAST



Reihe RNAST

Kurzzeichen NAST RNAST	NAST Gewicht kg	RNAST o. Innenring Gewicht kg	Maße in mm					Tragzahl	
			d	D	b	Lj	r	dyn. C in kg	stat. Co in kg
10	0,055	0,048	10	80	12	14	0,5	870	540
12	0,080	0,060	12	32	12	18	0,5	940	610
15	0,085	0,052	15	35	12	20	0,5	1070	750
17	0,115	0,098	17	40	18	22	0,5	1800	1200
20	0,160	0,138	20	47	18	25	0,5	1700	1800
25	0,190	0,154	25	52	18	30	0,5	1900	1500
30	0,880	0,270	30	62	20	38	1	8000	2500
35	0,460	0,390	35	72	20	42	1	8150	2700
40	0,590	0,450	40	80	20	50	1	8500	8150
45	0,600	0,480	45	85	20	55	1	8700	8450

Beilage 2

GREIFZUG

T I R F O R

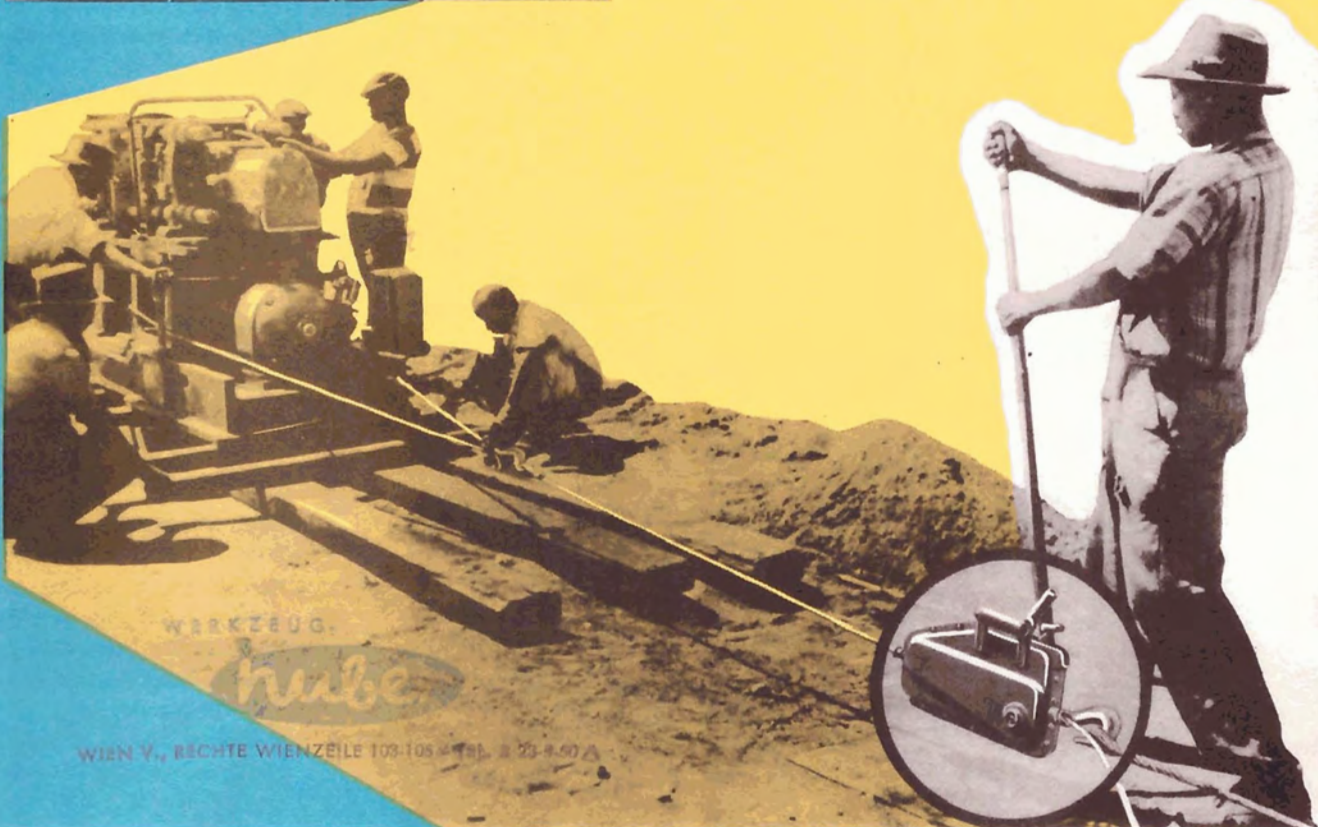
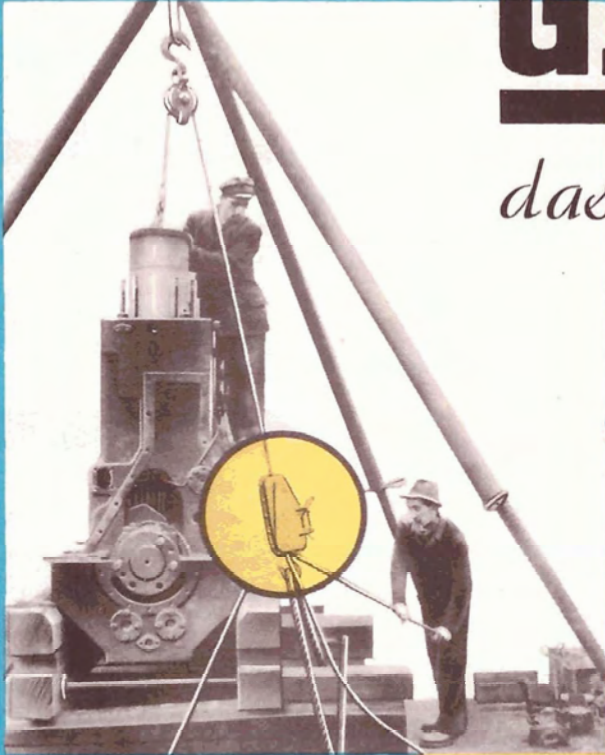
das Allzweck-Hebezeug

Winde und Flaschenzug zugleich

Zuglänge unbegrenzt

Zug in jeder Richtung:
horizontal, schräg, vertikal

Preis: mit 20 m Seil, Haspel, Hebel,
Überlastsicherung und Klappboden
ö. S. 3500. -



WERKZEUG.

huber

WIEN V., RECHTE WIENZEILE 103-105 TEL. 3 23-4-50

Der GREIFZUG

T I R F O R

ist ein patentgeschütztes Handhebezeug mit Drahtseilzug von 1,5 t Tragkraft, geringem Gewicht und unbegrenzter Zuglänge. Er dient der Bewegung von Lasten aller Art, in jeder Richtung und auf jede gewünschte Entfernung oder Höhe; in seinem Leistungsbereich ersetzt er Kettenzug und Kabelwinde.

BAUART

Seine Funktion beruht auf dem Prinzip der Froschklemme. Aufzug und Absenken der Last werden durch zwei Klemmbackenpaare bewirkt, welche das beliebig lange Zugseil durch das Gerät hindurchziehen.

VORZÜGE

Handlichkeit, ein Mann kann das Gerät bequem tragen und handhaben.

Unbegrenzte Zuglänge, Überwindung aller Höhen und Strecken in einem Zuge.

Beliebige Zugrichtung, vertikal, schräg, horizontal.

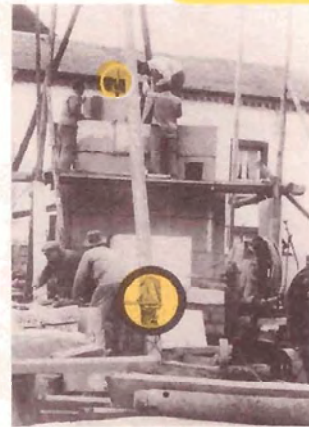
Tragkrafterhöhung auf 3, 4 $\frac{1}{2}$, 6 t und mehr durch Einscheren von Seilrollen.

Hohe Betriebssicherheit durch einfache Einzelteile, hochwertiges Material, selbsttätiges Festhalten der Last, zwangsläufige Sicherung, hohe Überlastgrenze.

VERWENDUNG

Industrie: Aufstellen von Maschinen, Kesseln, Apparaten — Montage von Walzen, Kalandern, Wellen, Rohrleitungen — Montagen an Aufzügen, Seilbahnen, Krananlagen, Redlerwerken, Transportbändern, Schrägaufzügen — Aus- und Einbau von Laufkranmotoren.

Bauwirtschaft: Aufziehen von Trägern, Bindern — Verladen von Betonmischern, Förderbändern und sonstigen Baumaschinen auf Waggonen und Lastwagen — Aufstellen von Zementsilos, Baukränen, Schrägaufzügen — Aufstellen von Montagemasten, Betonmasten, Blechkaminen — Richten und Ziehen von Spundwänden — Ziehen von Kletter-



schalungen, Herausziehen von Schalungsbolzen — Spannen der Armierungen für Spannbeton — Absenken von Schachtringen, Verlegen von Kanalisationen — Biegen von Rohren, Richten von Trägern — Abbrucharbeiten — Stehendroden von Chausseebäumen.

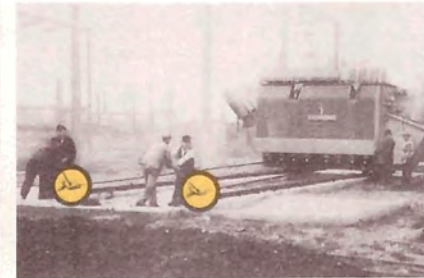
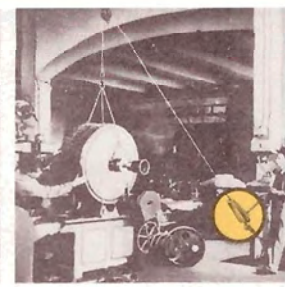
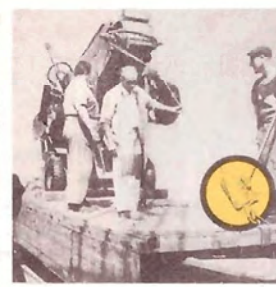
Energieversorgung: Aufstellen von Beton- und Gittermasten — Spannen von Starkstromleitungen — Anziehen von Spannseilen — Transport von Transformatoren, Hochziehen von Masttransformatoren — Einziehen von Erdkabeln, Transport von Kabelrollen — Aus- und Einbau von Tiefbrunnenpumpen.

Bergbau: Verschieben von Abbaugeräten, Rutschen und Förderbändern, Spannen von Förderbändern — Rauben von Stempeln — Montagen an Schächten und Aufzügen.

Verkehr und Transport: Schwerlasttransporte — Be- und Entladen von Lastwagen — Arbeiten auf Güterböden und Lagerplätzen — Herausziehen festgefahrener Fahrzeuge — Rangieren von Waggons und Lokomotiven — Eingleisungen.

Forstwirtschaft: Stehendroden von Bäumen — Zurückziehen von entgegen der Fällrichtung hängenden Stämmen — Zufallbringen hängengebliebener Bäume — Wenden überstarker Stämme — Herausziehen von Langholz aus Steilhängen, Verladen von Langholz — Beseitigung von Windbruchschäden — Spannen von Drahtseilen der Seilbringungsanlagen — Spannen von Drahtzäunen — Heben und Ziehen schwerer Lasten (Einbau von Betonrohren, Räumung von Steinblöcken aus Bachläufen usw.) — Herausziehen festgefahrener Fahrzeuge.

Feuerwehr, Techn. Hilfswerk, Luftschutz: Bergungsarbeiten — Einreißarbeiten — Aufrichten und Abschleppen verunglückter Fahrzeuge — Beseitigung umgestürzter Bäume und anderer Hindernisse — Bau von Notbrücken — allgemeiner Katastropheneinsatz.



TRAGKRAFT

TECHNISCHE EINZELHEITEN

Gewicht 19 kg. **Größe** 0,63 × 0,33 × 0,19 m. **Tragkraft** 1,5 t nominell, unter Berücksichtigung mehrfacher Sicherheit. Durch Einscheren von Seilrollen Erhöhung auf 3 t und weiter (siehe nebenstehende Skizze).

Drahtseil Spezialdrahtseil, Ø max. 12 mm, Bruchfestigkeit 8 t, Metergewicht 0,5 kg, Länge beliebig, mindestens 1 m länger als benötigter Zugweg, in der Regel 20 m. Normalausstattung: ein Ende mit Spitze, das andere mit Lashaken, dazu eine Haspel.

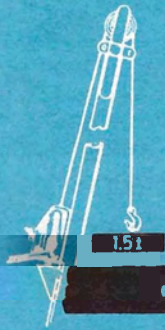
Antrieb Handantrieb mit Hilfe eines Teleskophebels. Kraftaufwand bei Vollast 35 kg.

Länge des Teleskophebels eingeschoben 0,70 m, ausgezogen 1,20 m. Gewicht 2,5 kg.

Vorschub 0,07 m je Doppelhub, entsprechend etwa 3 m je Minute bei Vollast.

Handhabung Schaltgriff (3) ziehen, Drahtseil durch Mundstück (4) einführen und anziehen, Schaltgriff (3) lösen, Last unter Verwendung des Teleskophebels mit Vorschubarm (1) aufziehen, mit Rückzugarm (2) absenken.

Wartung Hauptlager durch Nippel an der Kurbelachse regelmäßig schmieren, andere Teile nach Bedarf durch oberen Gehäuseschlitz ölen.



1,5 t



3 t

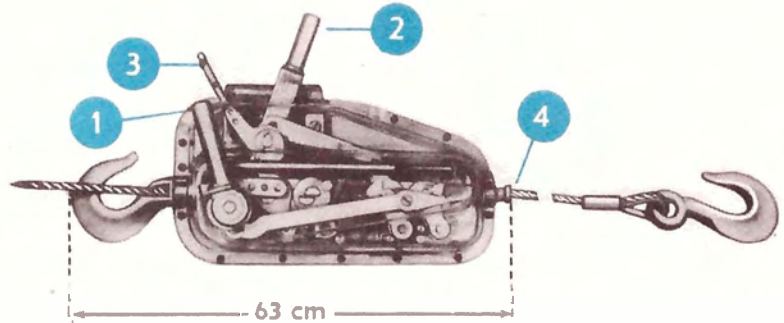


4,5 t

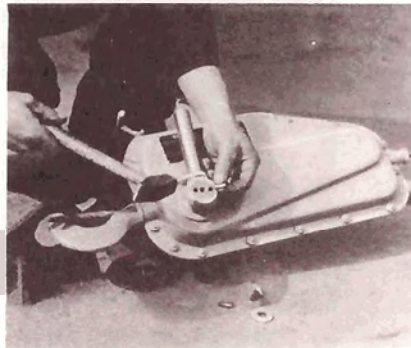
6 t



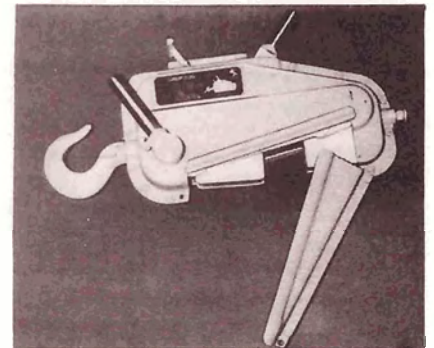
1,5 t



Sonderausführungen:



Die Überlastsicherung, bei 100% Überlast abscherend, verhindert den Bruch wertvoller Einzelteile. Die Last kann gleichwohl abgesenkt werden. Auswechslung der gebrochenen Scherstifte an Ort und Stelle. Ersatzstifte liegen im Vorschubhebel.



Das Klappgehäuse erleichtert Reinigung und Schmierung des Geräts. Nach Lösen einer Schraube läßt sich der Gehäuseboden herausklappen, wodurch der gesamte innere Mechanismus zugänglich wird.

BETRIEBSSICHERHEIT

Die Hauptorgane sind einfache Hebel und Achsen aus hochwertigem Stahl und mit mehrfacher Sicherheit bemessen. Alle Gestänge und Klemmhebel sind symmetrisch, also doppelt angeordnet. Die beiden Backenpaare, welche das Zugseil aufziehen bzw. ablassen, sind nach dem Froschklemmenprinzip ausgebildet, je schwerer die Last, um so fester der Angriff! Mit 100 mm Länge kräftig dimensioniert, unterliegen sie praktisch keinem Verschleiß, das Drahtseil wird durch

ihre glatten Angriffsflächen nicht abgenutzt. Die Backen arbeiten in abwechselndem Eingriff, und zwar derart, daß ein Backenpaar die Last nicht vor dem Zugriff des anderen freigeben kann. Wird die Betätigung unterbrochen, so schließen beide Backenpaare automatisch und tragen die Last gemeinsam. Das Gerät brems also zwangsläufig und selbsttätig in jeder gewünschten Stellung und ermöglicht einen sanften, ruckfreien Abwärtsgang.