ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN STAHLBAUVERBANDES



Stahlbatt Kundschau

Heft 27 - 1965

Inhalt

Zink-, Aluminium- und Zink-Aluminium-Spritzüberzüge für den Schutz von Stahlkonstruktionen (T. P. Hoar)	Seite	1
Errichtung von Silos für ein Magnesitwerk (DiplIng. W. Sanftl)		
Entwicklungstendenzen im Bau von Kranbrücken (A. Koss)		
Schutz der Metallkonstruktionen durch Spritzaluminium-Überzüge (J. Cauchetier)		

Contents

Zinc-, Aluminium- and Zinc-Aluminium-Sprayed	Coatings for the Protection of Structural Steel (T. P. Hoar)	Page	1
Silos for a Magnesit Mine (DiplIng. W. Sanftl)		Page	6
	Crane Bridges (A. Koss)		
Protection of Steel Constructions by Application of	of Sprayed Aluminium Coating (J. Cauchetier)	Page	15



Gesamtansicht einer Werkshalle in Stahlkonstruktion (Maschinenfabrik Andritz AG.)

General View of a Workshop in Steel Construction

Eigentümer und Herausgeber: Osterreichischer Stahlbauverband, Wien; für den Inhalt verantwortlich: Dr. Hugo Dienes, beide Wien IX. Fürstengasse 1 (Palais Liechtenstein); Verleger: Dipl.-Ing. Rudolf Bohmann Industrie- und Fachverlag, Wien I. Canovagasse 5: Redaktionelle Gestaltung: Ing. H. Wanke; Druck: Buchdruckerei Weiss & Co., Wien III, Ungargasse 2, Tel. 73 23 12

Stahlbathan

Zeitschrift des Österreichischen Stahlbauverbandes

Heft 27

1965

Zink-, Aluminium- und Zink-Aluminium-Spritzüberzüge für den Schutz von Stahlkonstruktionen*)

Von T. P. Hoar, Cambridge

Einleitung

Zink- und Aluminiumüberzüge, im Spritzverfahren aufgebracht, werden erfolgreich als Schutz für den Baustahl verwendet. Jedes Metall hat seine Anhänger und manche sprachen von Vorteilen des einen oder des anderen Metalls, doch es handelt sich dabei um Behauptungen, die technisch nicht immer begründet sind. Es ist erwiesen, daß sich Zink in vielen Fällen sehr gut bewährt hat, jedoch in einer sehr stark säurehältigen Industrieatmosphäre versagt es vorzeitig. Mit Aluminiumüberzügen machte man ebenfalls gute Erfahrungen; nicht bewährt hat sich diese Schutzart jedoch in salz- oder alkalihältiger Atmosphäre. Ferner gewähren beide Metalle einen langanhaltenden Schutz an in Wasser befindlichen Bauteilen, wenn das Wasser nicht zu abgestanden und nicht zu salzhältig ist. Schließlich bieten sowohl Zink- als auch Alu-Überzüge eine gute Grundlage für geeignete Anstrichsysteme.

Trotz diesen allgemein guten Erfahrungen gab es Fälle, in denen nach dem Spritzverfahren aufgebrachte Metallüberzüge sich nicht bewährt hatten.

Die vier wesentlichsten Erscheinungen, die beim Versagen oder teilweisen Versagen von Spritzüberzügen auftreten, wären folgendermaßen zu charakterisieren: Am deutlichsten zeigt sich ein Versagen, wenn der Überzug infolge schlechten Haftens am Grundwerkstoff abblättert. Diese Erscheinung ist fast immer zurückzuführen auf eine ungenügende Vorbehandlung der Oberfläche oder auf zu lange Intervalle zwischen der Oberflächenvorbereitung und

dem Aufspritzen, seltener auf die Verwendung von zu porösen Überzügen. Auch eine Blasenbildung kann gelegentlich auftreten; diese Erscheinung wird oft durch Korrosion in oder unter einem leicht porösen Überzug, der teilweise durch eigene Korrosionsprodukte verschlossen wird, verursacht. Eine dritte Art des Versagens ist das Entstehen von größeren Mengen flockenartiger weißer Korrosionsprodukte an der Oberfläche, gewöhnlich nur dann, wenn Zink- oder Aluminiumüberzüge ununterbrochen stillstehendem Salzwasser ausgesetzt waren. Die vierte Art des Versagens ist die Bildung von Rostflecken bei großer Porosität im Überzug, vor allem bei einem Aluminiumüberzug, der unter besonderen Feuchtigkeits- und Verunreinigungsbedingungen verwendet wird, so daß sich seine Fähigkeit, kathodisch zu schützen, nicht richtig entwickeln kann.

Es entstanden viele Streitfragen wirtschaftlicher Art, ob das Spritzen mittels Draht, mit Pulver oder geschmolzenem Metall vorzuziehen ist. Im allgemeinen ist man sich einig, daß jede Methode des Metallspritzens gleich gut ist, wenn beste Bedingungen gegeben sind, und daß jedes Verfahren unter charakteristischen Mängeln leidet, wenn die entsprechenden Spritzbedingungen nicht vorhanden sind.

Die vorliegende Abhandlung soll über die in England üblichen Spritzverfahren sowie über praktische Erfahrungen mit den erst vor kurzem eingeführten Zn-Alu-Legierungsüberzügen berichten:

Spritzverfahren

Vorbereitung der Metalloberfläche:

Man ist sich darüber einig, daß Strahlreinigen in einer seiner Formen die einzige geeignete Methode für die Vorbereitung der Stahloberflächen zur Aufnahme des Metallüberzuges im Spritzverfahren ist.

88.415

^{*)} Dieser Beitrag ist eine deutsche Übersetzung des Vortrages "Zinc, aluminium and zinc-aluminium sprayed coatings for the protection of structural steel" von T. P. HOAR, Professor an der Universität in Cambridge, gehalten auf dem Europäischen Symposium "Schutz von Stahlkonstruktionen durch metallische Überzüge", vom 9. bis 11. September 1964 in Wien.

Früher wurde vielfach das Trockensandstrahlen angewendet, doch kommt man jetzt davon ab, weil es für den die Arbeit durchführenden Mann gesundheitsschädliche Folgen haben kann. Das Strahlen mit nichtsiliziumhältigem Schrot wurde versucht und in einigen Fällen als wirksam befunden, doch die beste Strahlreinigung erzielt man bei Verwendung von scharfkantigem Gußeisenschrot. Der Schrot kann entweder durch Luft angeblasen oder mechanisch angeworfen werden, wobei nach beiden Methoden eine gleich gut vorbereitete Oberfläche erzielt wird. In einigen Ländern wurden genormte Grade der Güte des Strahlreinigens eingeführt, aber in England ist man der Auffassung, daß es am besten sei, so lange zu strahlen, bis das Stadium des "weißen Stahls" erreicht ist. Dies ist der höchstmögliche Maßstab für das Strahlreinigen und bedeutet, daß aller Rost und Zunder entfernt ist. Ein niedriger gehaltenes Ausmaß des Strahlreinigens, bei dem kleinste, nahezu mikroskopisch kleine Teilchen von Rost und Zunder an der Oberfläche verbleiben, wird als unzulänglich betrachtet.

Die mit Schrot gereinigte Oberfläche ist in einem hochempfindlichen Zustand und soll in einer reinen, trockenen Luft nicht länger als 1 bis 2 Stunden vor der Ausführung des Spritzvorganges liegen bleiben. In feuchter oder verunreinigter Luft hingegen soll das Spritzen innerhalb weniger Minuten nach dem Strahlreinigen erfolgen. In keinem Fall sollte strahlgereinigtes Material vor dem Spritzvorgang über Nacht liegen bleiben, weil selbst in einem günstigen Klima während der Nacht so viel Feuchtigkeit auftritt, daß Korrosion einsetzt, die ausreicht, um spä-

ter Schwierigkeiten hervorzurufen.

Die durch das Strahlen verursachte Aufrauhung der Oberfläche wird vielfach zum "Festkeilen" der ersten Spritzschichte auf die Oberfläche des Grundmetalls benutzt. Tatsächlich ist das Profil der Rauheit so ausgebildet, daß man sich nur schwer ein wirkliches Zusammenhalten von Überzug und Grundmetall vorstellen kann. Eher scheint es, daß die sehr dünne und mangelhafte Oxydschichte auf der Oberfläche des strahlgereinigten Grundmetalls durch den Aufprall der ersten Spritzteilchen zerrissen wird und das Oxydhäutchen dieser ersten Spritzteilchen ebenfalls zerreißt, so daß ein Kontakt von Metall zu Metall hergestellt wird und darauffolgende Kaltverschmelzung eintritt.

Spritzmethoden:

Da nun festgestellt ist, daß mit der Spritzpistole sowohl vom Draht wie vom Pulver, als auch vom schmelzflüssigen Metall, hervorragende Überzüge gemacht werden können, ist die Wahl der anzuwendenden Methode nur eine Frage der Zweckmäßigkeit. In England sind derzeit die Draht- und Pulver-Spritzpistolen weitaus am gebräuchlichsten. Nach beiden Arten werden ausgezeichnete Überzüge sowohl aus Zink wie aus Aluminium hergestellt. Die mit der Pulver-Spritzpistole ausgeführten Überzüge sind vielleicht etwas mehr porös und enthalten geringfügig mehr Oxyd als die vom Draht gespritzten Überzüge. Anderseits kann die Größe der Masseteilchen eines pulvergespritzten Überzuges durch

vorheriges Sieben des Pulvers genauer kontrolliert werden als die eines drahtgespritzten Überzuges. Pulver-Spritzpistolen sind in der mechanischen Betätigung vielleicht etwas einfacher als Draht-Spritzpistolen, weil bei ersteren kein langes Stück Draht gehandhabt werden muß. Die Arbeitsgeschwindigkeit beider Durchführungsarten hängt von der Größe der Düse ab (beim Drahtspritzen vom Durchmesser des Drahtes) und von der Durchsatzleistung des Metalls, diese wiederum von der Größe der Oxy-

propanflamme.

Für die Glattheit des aufgespritzten Überzuges ist die Größe der durch die Spritzpistole führenden Masseteilchen bestimmend, und dies kann, wie oben erwähnt, beim Pulverspritzen leicht überwacht werden. Sie ist aber ebenso leicht beim Drahtspritzen zu kontrollieren, obwohl bei diesem Vorgang im allgemeinen die glatten Überzüge viel langsamer aufgebracht werden müssen als die weniger glatten. Wenn auf den Überzug noch ein Anstrich aufgebracht werden soll, so sind die glatteren Überzüge, wie dies im folgenden besprochen wird, vorzuzie-

Gestrichene Überzüge:

Anfänglich war allgemein die Ansicht verbreitet, daß Spritzüberzüge keinen Anstrich benötigen. Jetzt ist man sich darüber einig, daß in manchen Fällen die besten Resultate mit gespritzten Überzügen dann erst erzielt werden, wenn auf dieser Grundlage ein Anstrich aufgebracht wird. Die Wahl der Anstriche ist von wesentlicher Bedeutung. Gewisse bituminöse Anstrichfarben direkt auf Zink aufgebracht, können wegen ihrer leichten Azidität beträchtliche Schäden durch Angriffe auf das Zink, besonders in größeren Poren, verursachen. Ebenso verursachen Grundierungen mit Bleiminium – obzwar sie sich in einer speziellen Aufbringung auf Zink sehr bewährt haben – besonders bei gespritztem Aluminium Schwierigkeiten. Solche Grundanstriche werden am besten vermieden. Anderseits sind Grundanstriche, die Zinkchromat enthalten – hier wieder besonders basische Zinkchromate –, sowohl bei Zink- als auch bei Aluminium-Spritzüberzügen, natürlich mit den üblichen Arten von darauffolgenden Deckanstrichen, sehr erfolgreich.

Wenn unter bestimmten Bedingungen Anstriche durch Verderben der organischen Stoffe, die sie enthalten, Schaden erleiden, so ist es äußerst wichtig, die möglichst beste Anstrichfarbe zu wählen. Versagt eine Farbe auf natürliche Weise, wie zum Beispiel durch Abkreiden oder durch Haarrissigkeit, so wird sie übermäßig porös, und sind dann die atmosphärischen Verhältnisse noch derart, daß Niederschläge aus verunreinigtem oder aus salzhältigem Wasser auftreten, dann wird die Anstrichfarbe in ihrem schlechten Zustand als eine Art Schwamm wirken und eindringende korrosionsbildende Medien werden die Zink- oder Aluminiumunterlage angreifen. Stehendes, salzhältiges oder säurehältiges Wasser neigt besonders dazu, Zink oder Aluminium anzugreifen, selbst wenn es nur in kleinen Mengen vorhanden ist. Es kann im Farbschwamm lange Zeit verbleiben, ohne daß es weggespült wird, und ernstere



Schäden sind die Folge. Um einem Versagen einer bestimmten Farbtype vorzubeugen, soll der Zinkoder Aluminiumüberzug vor dem Farbanstrich mit einem sogenannten Beizporenfüller behandelt werden. Jeder Beizporenfüller besteht aus einem Polyvinyl-Butyral-Kunststoffkomplex und enthält auch Chromate und Phosphate. Er wird als sehr dünner Überzug aufgetragen und schützt erfolgreich die Zink- oder Aluminiumoberfläche, so daß diese durch viele Wochen, ja sogar Monate, gegenüber dem eingedrungenen salzhältigen Wasser widerstandsfähig bleibt.

Die Deckanstriche können unmittelbar auf den Beizporenfüller aufgetragen werden, doch ist es vorteilhaft, wenn nach dem Beizporenfüller ein Anstrich aus Zinkchromat aufgebracht wird. Bei ozeanischen Verhältnissen eignet sich am besten ein Anstrich mit einem abgeschwächten Phenol-Bindemittel. Dieser zweite "Grundanstrich" ergibt einen relativ dicken Überzug auf der Konstruktion und sollte die Rauheit des metallgespritzten Überzuges ausgleichen, was durch den Beizporenfüller allein nicht besorgt werden kann. Schließlich sind dann noch zwei oder mehrere Überzüge aus wetterfester Farbe erforderlich. Diese Deckanstriche können je nach Umständen auf Phenol-, Alkid- oder Epoxy-Bindemitteln basieren und sollen mit einem neutralen Farbstoff gefärbt sein, wobei sich glimmerhaltiges Eisenoxyd bestens bewährt (sofern die dunkelgraue Färbung kein Nachteil ist), weil dieser flockige Farbstoff dem Bindemittel in verhältnismäßig großen Mengen zugesetzt werden kann, so daß durch die relativ großen Mengen anorganischer Stoffe in der Farbe die Einflüsse des Wetters weitgehend gemildert werden.

Wie immer auch das Farbsystem sei, wichtig ist, daß die Dicke der aufgebrachten Farbschicht ausreicht, die Rauheit der Oberfläche der gespritzten Metallüberzüge vollkommen abzudecken. Ist dies nicht der Fall, dann besteht die Gefahr, daß die infolge zu geringer Farbschichtdicke auftretende leichte Korrosion am Zink- oder Aluminiumüberzug Ausgangspunkt für größere Schäden am gesamten

Schutzaufbau wird.

Neuere bedeutende Konstruktionen mit gespritzten Metallüberzügen:

Vor etwa acht Jahren ist für die neue Brücke über den Volta River in Afrika ein aufgespritzter Zinkschutz vorgeschrieben worden. Teile der Brücke wurden nach dem Drahtspritzverfahren in England vor der Verschiffung nach Afrika überzogen. Nach der Montage waren einige Ausbesserungen notwendig. Man rechnet damit, daß die Konstruktion, die einer tropisch-feuchten, jedoch reinen Atmosphäre ausgesetzt ist, wenigstens 20 Jahre lang kaum einer Instandsetzung bedarf. Auf lediglich eine Schwierigkeit sei hingewiesen: Beim Versand wurden einige Teile neben Säcken mit leicht feuchtem Salz gelagert, und bei der Ankunft am Zielort war das Zink auf "Weißrost" korrodiert. Es wurden diese Teile dann auf der Baustelle strahlgereinigt und nach dem Pulververfahren neuerlich gespritzt. Seither ergaben sich keine Beanstandungen mehr.

Die 500-ft.-Pfeiler der neuen Forth Road Bridge wurden vor der Montage nach dem Drahtspritzverfahren zinkgespritzt. Darnach erfolgte eine Grundierung mit einem Beizporenfüller, sodann ein Zinkchromat-Phenol-Grundanstrich; abschließend wurden zwei Deckanstriche mit einer glimmerhältigen Eisenoxydfarbe, ebenfalls mit einem Phenolbindemittel, aufgebracht. Alle diese Arbeiten wurden unter Abdeckung ausgeführt, die Einzelteile dann 40 Meilen weit zur Brückenbaustelle transportiert und dort zusammengebaut. Dank einer guten Vorbereitung und einem sorgfältigen Versand waren nach der Montage nur geringfügige Ausbesserungsarbeiten notwendig. Die Maste sind jetzt auf der Baustelle seit drei Jahren feuchter und salzhältiger Witterung ausgesetzt, ohne daß Anzeichen irgend einer Schädigung sichtbar wären, und man hofft, daß zumindest für die nächsten 12 Jahre keine Instandsetzungsarbeiten notwendig sein werden. Nach optimistischer Schätzung rechnet man, daß vor 25 Jahren keine Ausbesserungsarbeiten erforderlich sein werden, und selbst dann, wenn diese Erwartung nicht zutrifft und die kürzer geschätzte Zeit eher wahrscheinlich ist, so werden dennoch die niederen Instandsetzungskosten die hohen Anschaffungskosten mehr als kompensieren. Jedenfalls ist die Instandhaltung einer metallgespritzten und hernach gestrichenen Konstruktion weitaus billiger als bei einer Konstruktion, die nur gestrichen ist.

Die Brücke über den Fluß Severn in England ist noch im Bau. Deren Pfeiler wurden nach dem gleichen Metallspritz- bzw. Anstrichsystem wie bei der Forth Road Bridge geschützt. Ein Teil des Tragwerkes der Severn Bridge hat jedoch folgendes Problem gezeigt: Dieser Konstruktionsteil besteht aus geschlossenen Stahlkästen, die zusammengebaut werden und 14 Meilen stromabwärts schwimmen, bevor sie einzeln an Land gebracht werden. Hernach bleiben sie mehrere Monate liegen und werden erst dann montiert. Das Problem besteht nun darin, die Korrosion an diesen Stahlkonstruktionen zu vermeiden, die zuerst monatelang vom salzhältigen Wasser umspült, um dann als Teil einer luftausgesetzten Konstruktion montiert zu werden. Dieses Problem wurde in der Weise gelöst, daß man diese Teile mit einer neuen Zink-Aluminium-Legierung, auf die später eingegangen wird, gespritzt und mit einer verläßlich wasserbeständigen Farbe mit einem Epoxy-Kunstharz als Bindemittel und einem glimmerhaltigen Eisenoxyd als Farbstoff gestrichen hat. Durch dieses System erwartet man, daß die Stahlkonstruktionen vor den Einflüssen des Meerwassers vollkommen geschützt sind und nach der Montage einen Deckanstrich erhalten können.

Ein klassisches Beispiel repräsentiert die Verwendung von gespritztem Zink nach dem Pulververfahren mit darauffolgendem Anstrich bei den neuen Ketten der Hängebrücke über die Menai Straits, die Wales mit der Insel Anglesey verbindet. Wegen des knappen Zwischenraumes der flachen parallelen Glieder der Hängekette wurde für diese ein Schutz verlangt, der viele Jahre anhalten soll. Die Glieder wurden im Jahr 1939 gespritzt und mit einem Blei-

minium-Grundanstrich versehen. Darauf folgten verschiedene Deckanstriche, die damals als die besten empfohlen worden sind. Trotz der Verwendung von Bleiminium als Grundanstrich, was man heute nicht mehr empfehlen würde, sind die Ketten noch immer in bestem Zustand.

Gespritztes Aluminium ohne einen Anstrichschutz wurde für den oberen Teil der großen Anlage der Steel Company of Wales in Margam, Wales, sehr erfolgreich verwendet. Auch hier wäre eine Instandsetzungsarbeit sehr schwer durchführbar gewesen, und in der feuchten und verunreinigten Stahlwerksatmosphäre bewährte sich der Aluminiumschutzüberzug bereits durch rund 12 Jahre.

Aluminium, aufgebracht entweder nach dem Drahtoder Pulververfahren, wurde auch mit gutem Erfolg bei allen Arten von Stahlwerksschloten verwendet. Ein guter Unterwasserschutz von Konstruktionen wie Schleusen, Stahlrohrleitungen großer Dimensionen usw. konnte durch Verwendung von Zink oder Aluminium, je nach der Art des Wassers, mit dem die Konstruktion in Berührung kommt, erreicht werden. Solange das Wasser fließend ist, ergeben sich kaum Schwierigkeiten, aber an Stellen, wo es stehend ist, können ziemlich ernste Zink- oder Aluminiumkorrosionserscheinungen auftreten, wobei sich flocken-Korrosionsprodukte bilden, insbesondere dann, wenn das Wasser salzhältig ist. In einigen Fällen haben sich Duplex-Überzüge aus Zink mit Aluminium darüber sehr bewährt, Solche Überzüge wurden einmal als nachteilig angesehen, weil das Aluminium zur Blasenbildung neigte. Wenn jedoch die erste Schichte des Aluminiums sehr dünn und etwas porös ist, wird eine leichte Korrosion des Zinks darunter bloß die Poren abschließen, ohne Blasen zu bilden.

Neue Misch- und Legierungsüberzüge aus Zink und Aluminium:

Die unzweifelhaften Vorteile, die sich manchmal beim Zink und manchmal beim Aluminium unter verschiedenen Aussetzungsbedingungen ergeben, boten Veranlassung, vor ungefähr 12 Jahren die Möglichkeiten von Misch- und Legierungsüberzügen aus Zink und Aluminium und ebenso von Duplex-Überzügen, wie sie soeben erwähnt wurden, zu untersuchen. An die 2000 Teststücke, gespritzt mit Mischungen aus Zink und Aluminium im Mischverhältnis zwischen 0 und 100 Gewichts-% und mit Legierungspulver von Zink und Aluminium gleicher Zusammensetzung, wurden an 5 verschiedenen Stellen bewittert, wobei Industrie- und Seeluft als auch mäßig milde Atmosphäre gewählt wurden. Ebenfalls hatte man eine Testserie der gleichen gespritzten Überzüge in abgestandenem Seewasser und in Kochsalzlösungen durchgeführt. Die Resultate bestätigten die Überlegenheit der Überzüge nur aus Aluminium gegenüber den Überzügen nur aus Zink in säurehaltiger Umgebung; sie bewiesen, daß bloßes Zink, in Seeluft ausgesetzt, bloßem Aluminium etwas überlegen ist.

Die Mischung 40 : 60 Zink/Aluminium und die 50 : 50 Zink/Aluminium-Legierung wurden jedoch als

die bestgeeigneten Überzüge für alle Verwendungszwecke von bloß gespritztem Metall befunden. Im besonderen vermeiden beide Überzugsarten den bedenklichen Verlust von Zink und die Abblätterung von Aluminium, wie das nach 12jähriger Aussetzung in einer aggressiven Industrieatmosphäre festgestellt werden konnte, und boten während dieser Zeit dem Stahl absoluten Schutz. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß beide Überzüge auf Grund dieser Tests niemals dem Zink oder Aluminium unterlegen, unter Umständen beiden sogar erheblich überlegen sind.

Die Resultate, die sich durch Eintauchen der Teststücke in Salzlösungen ergaben, waren äußerst interessant. Alle Misch- und Legierungsüberzüge, besonders die Legierungsüberzüge im Mittelbereich der Zusammensetzung, verhielten sich auffallend besser als Zink oder Aluminium allein. Die günstigsten Resultate unter diesen Bedingungen ergaben Überzüge aus einer 67:33 Zink/Aluminium-Legierung, die dem Einfluß von abgestandenem Seewasser bei 25°C 6 Monate lang bei nur ganz geringfügig sichtbarer Veränderung (außer der Bildung eines stark anhaftenden Belages aus Korrosionsprodukt) standhielten. Unter den gleichen Aussetzungsbedingungen verursachten sowohl Zink als auch Aluminium ein flockiges Korrosionsprodukt unter erheblicher Auflösung der Metalle. Es ist jedoch interessant, daß diese Überzüge, alle 3 mm dick, das Rosten unter den soeben angeführten Bedingungen vollkommen ver-

Das gute Verhalten der Zink-Aluminium-Legierung ist wahrscheinlich auf die Tatsache zurückzuführen, daß Zinkkorrosionsprodukte die geringste Auflösbarkeit im pH-Bereich 8,4 bis 10,6 haben, während die geringste Auflösbarkeit der Aluminium-Korrosionsprodukte im pH-Bereich 3,9 bis 8,6 liegt. Bei Verwendung einer Legierung und im kleineren Ausmaß einer Mischung von Metallen wird dadurch eine Oberfläche gebildet, die an sich einen mäßig lösbaren Überzug über einen weiteren pH-Bereich hinaus bilden wird, als jedes der beiden Metalle einzeln bildet. Infolgedessen bieten an den unvermeidlichen Kathoden- und Anodenpunkten auf der Metalloberfläche, wo der pH-Wert eventuell ansteigen bzw. fallen kann, die Mischungen und besonders die Legierungen von Zink und Aluminium mehr Aussicht auf mäßig lösbare, schützende Korrosionsprodukte, als beide Metalle einzeln bieten können. Die Verwendung von Aluminium und Zink in einem guten Mischverhältnis oder im legierten Zustand ist möglich, weil die Metalle, wenn sie im gewöhnlichen Wasser korrodieren, überraschenderweise ungefähr die gleichen Korrosionspotentiale haben, und zwar deshalb, weil das reaktionsfähigere Aluminium nichtsdestoweniger eine beträchtlich stärkere Polarisation bei seinen anodischen Punkten aufweist, so daß sein Potential ungefähr denselben Wert des Potentials des Zinks erreicht. In den oben angeführten Versuchen gab es kaum Unterschiede im Korrosionspotential von Zink, Aluminium oder einer der Mischungen und Legierungen, die getestet wurden.

Experimente jüngeren Datums haben gezeigt, daß Zink-Aluminium-Mischungen oder -Legierungen Überzüge bilden, die in vieler Hinsicht die gleichen Eigenschaften haben wie die Überzüge aus den zwei einzelnen Metallen: Ihre Adhäsion und Kohäsion ist gleich, sie erreichen jeden gewünschten Grad der Glattheit bei entsprechender Einstellung der Düse auf die Korngröße und reagieren äußerst gut auf den Beizporenfüller.

Eine Schwierigkeit ergibt sich bei der Beschaffung von Zink-Aluminium-Draht für die Drahtspritzpistole, weil beim Gießen der Legierungen eine starke Ausscheidung auftreten kann, die dann zu Veränderungen in der Zusammensetzung führt. Diese Schwierigkeit fällt bei der Herstellung von Zink-Aluminium-Pulver weg, welches durch direkte Zerstäubung der flüssigen Legierung hergestellt wird und dadurch einer Veränderung in der Zusammensetzung infolge Ausscheidung im Rohblock nicht unterworfen ist.

Leider ist die praktische Erfahrung mit den neuen Überzügen noch begrenzt, und es wird wahrscheinlich bis zur vollen Ausnützung ihrer Leistungsfähigkeit noch einige Jahre dauern.

Zusammenfassung

Es wurden die Vorteile und die Einschränkungen der Zink- und Aluminiumüberzüge nach dem Spritzverfahren behandelt. Die Methoden für die Oberflächenvorbereitung und für das Spritzverfahren wurden kurz umrissen und die praktische Wirkung der verschiedenen Überzugsarten in verschiedenen Atmosphären sowie unter Wasser mit anderen Oberflächenbehandlungen verglichen. Die Verwendung von aufgespritzten Zink- und Aluminiumüberzügen als Grundlage für Anstriche wurde erörtert und entsprechende Beispiele jüngeren Datums wurden angeführt. Schließlich wurden Untersuchungen über neuere und kompliziertere Überzüge, bestehend aus Duplex-Zink und Aluminium, Zink und Aluminium gemischt sowie aus Zink-Aluminium-Legierung angestellt.

Literatur:

T. P. Hoar und O. Radovici, Trans. Inst. Metal Finishing, 41, 88, (1964).

T. P. Hoar, Professor, Universität Cambridge

Errichtung von Silos für ein Magnesitwerk

Von Dipl.-Ing. Walter Sanftl, Zeltweg

Abseits des Mürztales mit seinen zahlreichen Industrien und seinen Hauptverkehrswegen liegt in einem Seitental in reizvoller Umgebung der Ort Veitsch. Aber nicht nur wegen seiner landschaftlichen Schönheit und seiner prachtvollen Gebirgsflora, sondern noch mehr wegen der Gewinnung von Magnesit ist dieser Ort weit über die Grenzen unseres Landes hinaus bekannt und gewann mit der Entwicklung, vor allem der im Mur- und Mürztal liegenden steirischen Eisen und Stahl erzeugenden Industrien immer mehr an Bedeutung.

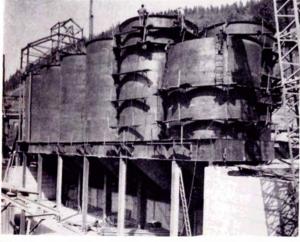


Bild 1

Modernisierungsmaßnahmen veranlaßten die Veitscher Magnesitwerke-Actien-Gesellschaft, ein neues Rohsinterlager zu errichten. Mehrere Varianten von Silogruppen in Beton- und Stahlbauausführung standen zur Erörterung. Ein Vergleich der vorliegenden Varianten gab sowohl in technischer wie auch in wirtschaftlicher Hinsicht der Ausführung des Projektes in Stahlbauweise den Vorzug.

In der errichteten Anlage können zirka 3400 m³ bzw. 5500 t Rohsinter in 11 Silos mit je 310 m³ bzw. 500 t Fassungsvermögen gelagert werden (Bild 1). Der Aufstellungsort ist durch eine Werksstraße von der Schachthütte getrennt und befindet sich in einer von einer Futtermauer und anschließenden Flügelmauern gebildeten Nische des angrenzenden Berghanges (Bild 2). Das Rohsinterlager wird von der Schachthütte aus mit Hilfe eines Schrägaufzuges und mit zwei über den Silos befindlichen Verteilerbahnen beschickt. Die ganze Anlage ist gegen Witterungseinflüsse durch ein Dach geschützt. Das 12 m breite und zirka 39 m lange Bauwerk ist an seiner

höchsten Stelle 26,7 m hoch. Das Stahlgewicht beträgt ungefähr 255 t.

Die Bilder 3 und 4 zeigen eine Ansicht und Schnitte, die einen allgemeinen Überblick über die Anlage vermitteln.

Wegen des äußerst knapp vorhandenen Platzes mußten die Silos in zwei parallel zum Hang gelegenen, zueinander versetzten und ineinander verschobenen Reihen zur Aufstellung kommen. In der straßenseitigen Reihe befinden sich sechs, in der hangseitigen, um 3,25 m versetzten Reihe fünf Silos. Der Abstand ihrer Achsen in der Längsrichtung ist 6,50 m, der Achsabstand der beiden Reihen beträgt 5,75 m. Der Silodurchmesser beträgt 6,20 m. Auch die Stützenanordnung und die Tragrosthöhe für die Silos war wegen des erforderlichen Lichtraumes für die Fördereinrichtung unter den Silos bereits festgelegt.

Die Unterkante dieses Tragrostes befindet sich zirka 7 m über dem Straßenniveau. Er wird von drei Reihen Pendelstützen, die als geschweißte Hohlkasten ausgebildet sind, und auf der Hangseite von einer Reihe direkt auf die Fundamente aufgesetzter Lager getragen. Bedingt durch die Lage am Hang, sind nur die Stützen der beiden straßenseitigen Reihen gleich lang. Die Stützen der hangseitigen Reihen stehen auf der Futtermauer und sind daher entsprechend kürzer. Die Lager auf der Hangseite leiten die horizontalen Kräfte, die quer zum Bauwerk wirken, direkt in die Fundamente ein.

Der Abstand der Stützen bzw. der Lager in der Längsrichtung beträgt ebenfalls 6,50 m. Die Stützen der beiden inneren Reihen stehen zwischen den Silos und sind zu den Stützen bzw. Lagern der benachbarten Reihen um 3,25 m versetzt angeordnet. Die Rei-

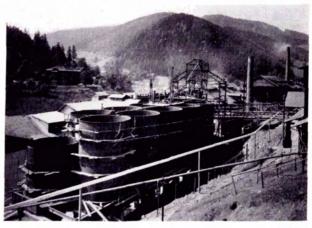


Bild 2

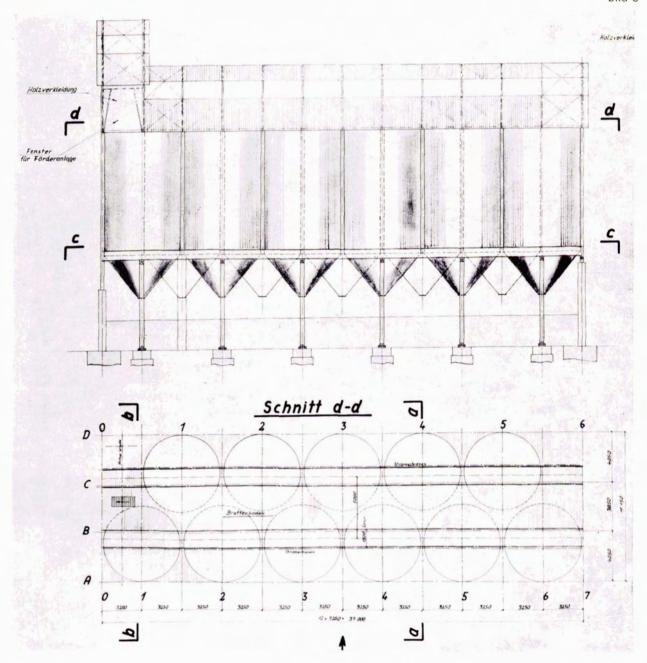
henabstände sind 4,05 : 3,85 : 4,05 m. Der Abstand zwischen den Silos einer Reihe beträgt nur 300 mm, zum schräg gegenüberliegenden Silo der anderen Reihe nur 490 mm.

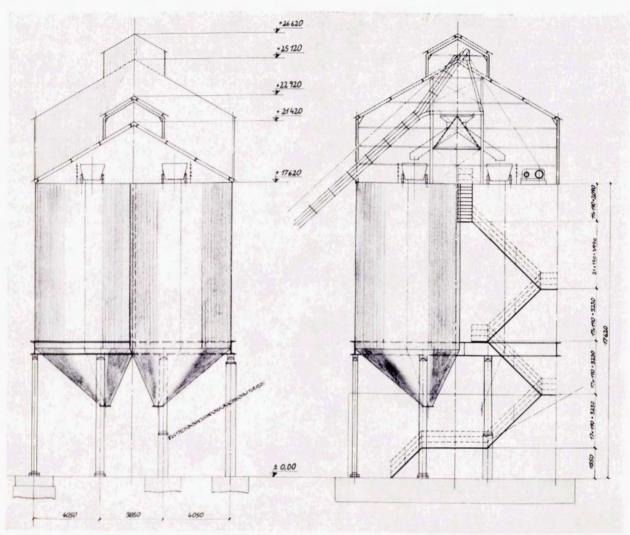
In diesem schmalen Zwischenraum mußten die Obergurte des Tragrostes wegen der bereits festgelegten hohen Lage untergebracht werden. Zur Lösung dieses Problems wurde der Tragrost aus ringförmigen Blechträgern zusammengesetzt, deren Stegbleche die Zylinderwände nach unten fortsetzen und die durch gemeinsame Gurte zwischen den Ringen torsionssteife Hohlkasten bilden (Bild 5 und 6).

Der statischen Berechnung wurde ein den Ringen polygonal angepaßtes biege- und torsionssteifes System zugrundegelegt, welches – obwohl nur ein Ausschnitt und symmetrisch belastet – 10fach statisch unbestimmt ist. Die Kontinuität mit den benachbarten Ausschnitten wurde durch Annahme von festen Einspannungen an den Nahtpunkten berücksichtigt. Die Berechnung dieses statisch unbestimmten Systems mit 10 überzähligen Kräften war in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nur mit dem Einsatz einer elektronischen Rechenmaschine möglich.

Auf dem Tragrost stehen die 9,09 m hohen zylindrischen Teile der Silos, deren Mantelbleche eine Stärke von nur 5 mm aufweisen. Diesen ist eine mehrfache Funktion zugewiesen. Sie haben nicht nur den Silodruck ihres Inhaltes, sondern auch die Lasten von der über den Silos befindlichen Dachkonstruktion sowie der beiden Verteilerbahnen und der dazwischenliegenden Bühne aufzunehmen.

Bild 3





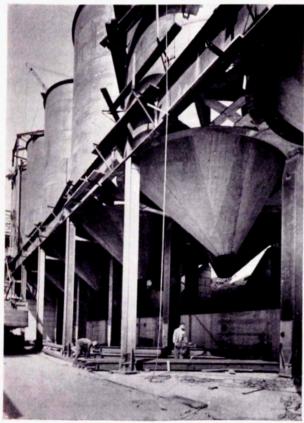


Bild 4

Bei der Berechnung wurde besonderes Augenmerk auf die Beulung der Zylindermäntel gelegt. Die Untersuchung ergab für den kritischesten Fall bei leerem Zylinder unter Winddruck und maximalen Vertikallasten eine vierfache Sicherheit.

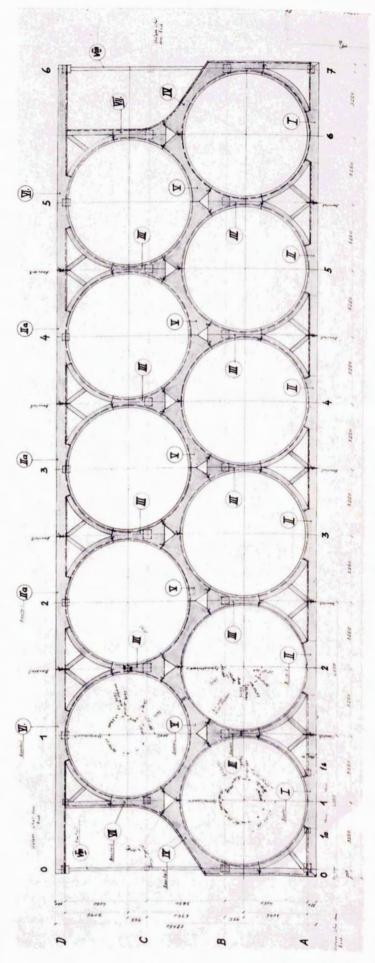
Nach unten werden die Silos durch einen exzentrisch-trichterförmigen, 8 mm starken Siloboden abgeschlossen, dessen quadratischer Auslaß sich 3,42 m unter der Zylinderkante befindet und 1,275 m aus der Siloachse quer zur Längsrichtung nach innen verschoben ist. Der Auslaß hat eine lichte Öffnung von 500×500 mm.

Die beiden über jeder Siloreihe befindlichen Verteilerbahnen bestehen aus Gleisträgern mit darüberliegendem Gleis. Zwischen den beiden Bahnen liegt eine mit Pfosten abgedeckte Bühne. Die Dachhaut aus Dachpappenlage auf Holzschalung und Sparren ruht auf Stahlpfetten, die von Zweigelenkrahmenbindern mit Zugbändern getragen werden. Sowohl die Verteilerbahn als auch die Dachbinder liegen im Bereich der Silos entweder direkt oder mit Hilfe von Zwischenträgern auf dem verstärkten Silorand auf.

Bild 5

Die Montage wurde mit Hilfe eines Mobilkranes durchgeführt. Es durfte dabei der Verkehr auf der die Baustelle begrenzenden Werkstraße nicht behindert werden. Mit Rücksicht auf die beengten Verhältnisse erfolgte der Zusammenbau nach der Längsrichtung der Rohsinteranlage. Der Konstruktion entsprechend gelangte eine zweistufige Bauweise zur Anwendung. In der unteren Stufe wurden die Stützen und der Tragrost, in der oberen – ein Feld zurückbleibend – die Silos montiert. Die Herstellung und Montage der gesamten Anlage oblag der OESTERREICHISCH-ALPINE MONTANGESELLSCHAFT, Werk Zeltweg.

Dipl.-Ing. Walter Sanftl ÖAMG, Werk Zeltweg



Entwicklungstendenzen im Bau von Kranbrücken

Von A. Koss, Wien

Es sollen hier nur die normalen Brückenlaufkrane untersucht werden, also solche Krane, bei denen die Kranbrücke beidseitig direkt auf Kranbahnen läuft. Im Normalfall sind die Kranbahnen parallel und beide Enden der Kranbrücke haben die gleiche Fahrgeschwindigkeit; der allgemeine Fall umfaßt auch kreisförmig gekrümmte Kranbahnen, bei denen dann die Fahrgeschwindigkeit auf der inneren Seite geringer ist als auf der äußeren Seite. Den Grenzfall stellen die Rundlaufkrane dar, bei denen die innere Kranbahn durch einen Drehpunkt ersetzt wird und die äußere Kranbahn zumeist ein geschlossener Kreis ist. Bei allen diesen Ausführungsformen ist die Winkelgeschwindigkeit konstant, und es kann daher mit einem einzigen Antrieb das Auslangen gefunden werden.

Die Standardausführung solcher Laufkrane hat eine oberhalb der Kranbrücke angeordnete Zwei-

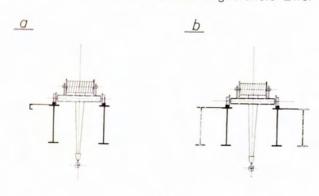


Bild 1: Brückenquerschnitte Zweiträgerkrane:

- a) Ausführung mit 2 vertikalen Hauptträgern und 1 horizontalen Seitenverband
- b) Ausführung mit 2 vertikalen Hauptträgern, 2 vertikalen Nebenträgern und 2 horizontalen Seitenverbänden
- c) Ausführung mit 2 geschlossenen Hohlkästen mit innenliegenden Querverbänden

Fig. 1: Cross sections of bridge for two-girder-cranes: a) Completed with 2 vertical main girders and 1 horizontal lateral bracing

- b) Completed with 2 vertical main girders, 2 vertical secondary girders and two horizontal lateral bracings
- c) Completed with 2 closed cases with built-in transverse bracings

schienen-Laufkatze, wobei dann zur Abtragung der wirkenden Kräfte mindestens 3 Scheiben erforderlich sind, und zwar zwei vertikale Scheiben (lotrechte Hauptträger) und eine horizontale Scheibe (Seitenverband) (Bild 1a). Aus Gründen der Stabilität ist aber bei größeren Spannweiten noch eine Abstützung der druckseitigen Ränder dieser Scheiben erforderlich, wodurch sich die früher wohl häufigste Anordnung der Brückenkonstruktion (Bild 1 b) mit 2 vertikalen Hauptträgern, 2 horizontalen Seitenverbänden und 2 vertikalen Nebenträgern ergibt.

In statischer Hinsicht handelt es sich dabei um ein offenes Gelenkfaltwerk, welches eine klare Kraftverteilung aufweist und infolge der geringen Drillsteifigkeit auch bei ungünstigen Stützungsverhältnissen – wie ungleiche Spannweiten oder Steifigkeiten der Kranbahnen und dadurch hervorgerufene Durchbiegungsdifferenzen, Stützensenkungen oder aber auch Fertigungsungenauigkeiten – eine gleichmäßige Lastverteilung auf die zumeist symmetrisch angeordneten Laufräder ergibt.

Wird auch noch eine horizontale Scheibe in der Untergurtebene angeordnet und durch Querscheiben die Querschnittsverzerrung verhindert, dann liegen in statischer Hinsicht zwei drillsteife Hohlkästen (Bild 1 c) vor, die jedenfalls zur richtigen Erfassung der wirkenden inneren Kräfte unter Berücksichtigung der statischen Unbestimmtheit berechnet werden müssen (1).

Die große Drillsteifigkeit ist wohl einerseits ein Vorteil und erzwingt die Mitwirkung aller vier Wände für die Aufnahme der Biegungsbelastung sowohl in lotrechter als auch in horizontaler Richtung. Es ergeben sich jedoch bei ungünstigen Stützungsverhältnissen, wie vorher angedeutet, Schwierigkeiten bei der Lastverteilung auf die Räder. Dies kann unter Umständen so weit gehen, daß infolge zu geringer Belastung am Antriebsrad die Antriebsleistung nicht mehr über den Reibungsschluß zwischen Rad und Schiene übertragen werden kann und das Antriebsrad durchrutscht, wodurch es zum Schieflaufen und Ecken, unter Umständen sogar zum Steckenbleiben der Kranbrücke kommt. Solche Vorgänge bedeuten einen erhöhten Verschleiß des Kranantriebes und der Laufschienen, gleichzeitig aber auch eine ungleichmäßige Belastung der Brückenträger selbst und damit eine Herabsetzung der Sicherheit der ganzen Konstruktion. Aber nicht nur der Kran, sondern auch die Kranbahn und die Hallenkonstruktion werden dadurch stärker belastet, weil durch das Ecken des Kranes und den Spurkranzanlauf große horizontale Lasten entstehen (2).

Diese Schwierigkeiten treten erfahrungsgemäß bei Kranen für große Lasten bei kleineren Spannweiten auf, weil dann die Hohlkästen eine besonders große Drillsteifigkeit besitzen. Es sind deswegen zum Beispiel schon Kranbrücken gebaut worden, die aus optischen Gründen allseitig geschlossene, vollwandige Kästen als Brückenträger besitzen, bei denen jedoch eine Wand nicht schubsteif angeschlossen ist, so daß es sich in statischer Hinsicht um ein System nach Bild 1 b handelt (3).

Trotz der aufgezeigten Schwierigkeiten werden aber Kranbrücken aus Zwillingshohlkästen in immer steigendem Ausmaß besonders in vollwandiger, geschweißter Konstruktion ausgeführt. Dafür sind verschiedene Einflüsse maßgebend, die von der Ästhetik, Einsparung an Bauhöhe, geringeren Anfälligkeit gegen Korrosion durch die glatte Oberfläche und somit geringeren laufenden Unterhaltungskosten bis zur Kosteneinsparung bei der Materiallagerhaltung, Fertigungszeit und Konstruktionsarbeit usw. reichen.

Weiters sind durch die Mitwirkung jeweils aller vier Scheiben des Hohlkastens bei Biegebelastung, die auch bei der Anordnung der Katzfahrschiene direkt über der inneren Vertikalscheibe durch lastverteilende Querscheiben erzwungen wird, statisch günstige Verhältnisse gegeben; das Eigengewicht der Kranbrücke kann daher niedrig gehalten werden. Das Zwillingsträgersystem stellt aber diesbezüglich noch nicht die günstigste Lösung dar.

Diese ergibt sich nach dem heutigen Stand der Technik vielmehr, wenn als Brückenträger nur ein einziger Hohlkasten eingesetzt wird (4). Es sind dann noch erhebliche Gewichtseinsparungen an der Kranbrücke, insbesondere bei größeren Spannweiten möglich, wodurch nicht nur die Kosten des Kranes selbst gesenkt werden, sondern es ergeben sich wegen der geringeren Belastungen auch Einsparungen bei der Kranbahn und der Hallenkonstruktion. Dazu sind allerdings neue Bauformen für die Laufkatzen notwendig. Die Entwicklung ist auf diesem Gebiet in vollem Gang.

Dabei zeigt es sich, daß die Kranbrücken und Laufkatzen nicht mehr unabhängig voneinander betrachtet werden können, sondern als Einheit wirken müssen. Damit ergeben sich für den Einträgerkran Querschnitte des Hohlkastens, die vom sonst üblichen Rechteck abweichen. Es ist dabei interessant, daß sowohl bei oben laufender als auch bei unten laufender Katze zumeist trapezförmige Querschnitte dominieren, bei denen der Obergurt breiter als der Untergurt ist.

Die Entwicklungstendenz, den Brückenträger nur als einzigen Hohlkasten durchzubilden, ist in der gleichen Art etwa auch beim Bau von Straßen- und Eisenbahnbrücken zu beobachten. Diese Bauweise besitzt aber von allen angeführten Systemen die größte Drillsteifigkeit, und es ist daher die Gefahr der ungleichen Raddruckverteilung am größten. Die Schwierigkeiten der ungleichen Raddruckverteilung, die bei ungünstigen Stützungsverhältnissen auftreten, können aber einfach umgangen werden, wenn nur ein Rollenträger biegesteif an den Hohlkasten angeschlossen wird und der andere den Hohlkasten

mittels eines Gelenkes unterstützt. Es werden dann allerdings alle Torsionsmomente im Hohlkasten nur auf den biegesteif angeschlossenen Rollenträger übertragen, doch ist damit immer noch eine wesentlich gleichmäßigere Lastverteilung auf die Laufräder gesichert als beim steifen Anschluß beider Rollenträger.

Diese Probleme sind am besten bei den Rundlaufkranen (5) zu lösen, bei denen der innere Rollenträger durch eine Punktlagerung ersetzt werden kann. Wird dafür etwa ein Axialpendelkugellager oder eine ähnlich wirkende Kombination von Kegelund Druckrollen benützt, welche sowohl Verkantungen um die Brückenachse als auch in der dazu senkrechten Richtung zuläßt, so ist die gleichmäßige Lastverteilung gegeben. Da zugleich eine exakte Führung in radialer Richtung erreicht wird, können die Spurkränze auf den äußeren Laufrollen entfallen. Die Führungskräfte solcher Rundlaufkrane sind daher wesentlich geringer als bei normalen Brückenkranen. Durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß für die Berechnung der Kranbahn die Annahme eines Seitenstoßes in der Größe von 1/20 der Radlasten mehr als ausreichend ist.

Einträgerkrane mit laufender Katze

Diese Systemanordnung wird sehr häufig bei Verladebrücken angewendet, etwa dann, wenn als Huborgan eine Laufkatze mit schwenkbarem Ausleger eingesetzt ist; dabei läuft das Hubseil neben der Brücke (Bild 2 a).

Es erweist sich dann die große Drillsteifigkeit des Hohlkastens der Brücke als besonders vorteilhaft zur Aufnahme der Kippmomente infolge des exzentrischen Lastangriffs am Ende des schwenkbaren Auslegers. Es wird allerdings üblicherweise zirka die Hälfte des maximalen Kippmomentes durch einen ebenfalls exzentrisch mit entgegengesetztem Hebelarm wirkenden Ballast ausgeglichen. Mit Rücksicht auf die räumlichen Gegebenheiten ist allerdings der Hebelarm zumeist relativ klein und damit der Ballast groß. Damit haben solcherart ausgerüstete Laufkatzen ein großes Eigengewicht. Die künftige Entwicklung wird sicherlich Bauformen bringen, bei denen auf den Ballast verzichtet wird und eine entsprechende Führungskonstruktion das Kippmoment voll auf den Hohlkasten überträgt. Der dabei durch die verstärkte Schubbelastung der Wände bedingte Mehraufwand an Material wird jedenfalls kleiner sein als die Materialeinsparung für die geringere Biegebelastung, da ja bei der wölbfreien Torsion aus dem Verdrehungsmoment praktisch keine Längsspannungen auftreten. Dadurch könnte, insbesondere bei großen Spannweiten, die Wirtschaftlichkeit der Brückenkonstruktion noch gesteigert werden.

Bei der eben beschriebenen Systemanordnung einer Verladebrücke ergibt sich durch den schwenkbaren Ausleger automatisch die Seilführung neben der Brücke. Ein normaler Brückenlaufkran, wie er für die Betrachtung vorausgesetzt ist, hat lediglich Lastbewegungen in der lotrechten Richtung durchzuführen, so daß es hier zwei Möglichkeiten für die

Seilführung gibt, und zwar einseitig neben der Brücke mit einer speziellen Winkelkatze (Bild 2b), wobei dann ähnliche statische Verhältnisse auftreten wie vorher beschrieben, oder rechts und links neben der Brücke (Bild 2 c), wodurch eine zentrische Lastanordnung erreicht ist, aber allerdings eine zusätzliche Lasttraverse erforderlich wird. Die zweite Anordnung wird insbesondere bei Schwerlast-Montagekranen häufig angewendet. Ihre Wirtschaftlichkeit ist unbestritten. Bei der ersten Anordnung scheint die Wirtschaftlichkeit wegen der erforderlichen Winkelkatze, Führungen usw. auf den ersten Blick in Frage gestellt zu sein, es sind daher die gegenteiligen Erfahrungen, die in der Literatur (4) mitgeteilt werden, besonders beachtenswert und unterstreichen die prinzipiellen Vorteile der Einträgerkonstruktion.

<u>b</u>

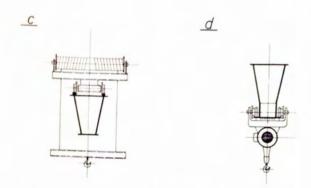


Bild 2: Brückenquerschnitte Einträgerkrane:

- a) Ausführung mit Schwenkkatze
- b) Ausführung mit Winkelkatze
- c) Ausführung mit oben laufender Katze
- d) Ausführung mit UG-Katze

Fig. 2: Cross sections of bridge for one-girder-cranes:

- a) Completed with slewing trolley
- b) Completed with angle trolley
- c) Completed with trolley running above
- d) Completed with UG-trolley

Einträgerkrane mit unten laufender Katze

Bei dieser Anordnung (Bild 2 d) sind die Schwierigkeiten, die sich letztlich bei der eben beschriebenen Ausführung durch die Seilführung doch ergeben,

nicht vorhanden. Es ist allerdings die Entwicklung von hängenden Laufkatzen notwendig, die entweder auf einer eigenen Laufschiene oder aber direkt auf dem Untergurtprofil fahren. Dem Prinzip nach sind solche Laufkatzen für kleinere Hubkraft in Form der Unterflanschzüge seit Jahrzehnten im Einsatz und zu großer Betriebssicherheit gereift, wobei als Laufschiene der Unterflansch von Normalprofilträgern dient. Die Kranbrücken für solche Unterflanschzüge besitzen üblicherweise einen Normalprofilträger als Hauptträger, einen gesonderten Nebenträger und zwischen diesen beiden Trägern einen Horizontalverband. Die Spannweiten solcher Brückenkonstruktionen sind natürlich durch die vorgegebenen statischen Werte der Profilträger beschränkt. Für größere Spannweiten lassen sich aber sehr rationelle Konstruktionen erzielen, wenn die Brücke wieder als einzelliger Hohlkasten mit dreieckigem Querschnitt mit der Spitze nach unten ausgeführt wird und die Fahrschiene als Untergurtprofil des Hohlkastens mitwirkt, der ie nach Einsatzzweck in Fachwerkskonstruktion (Bild 3) oder in Vollwandkonstruktion (Bild 4) durchgebildet sein kann. Es handelt sich dann somit wieder um Einträgerkrane.

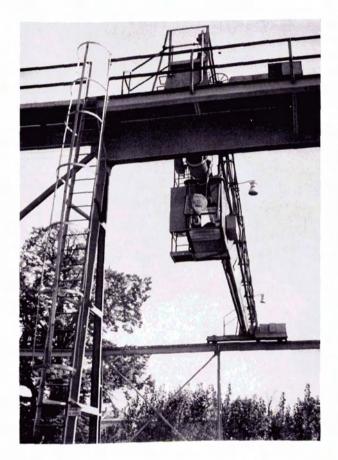


Bild 3: Portalkran mit unten laufender Spezial-Doppelkatze für eine Tragkraft von $2\times3.0\,\mathrm{t}$, Spannweite 30 m (Werkfoto Binder & Co.)

Fig. 3: Gantry crane with special twin trolleys running below; capacity 2 \times 3,0 t, span 30 m

Bild 4: Lagerplatzkran. Tragkraft 5,0 t, Spannweite 25 m (Werkfoto Binder & Co.)

Fig. 4: Crane for storage place; capacity 5,0 t, span 25 m



Die normalen Unterflanschzüge erweisen sich also als brauchbare Laufkatzen für Einträgerkrane, doch ist ihre schlechte Führung, die größere Fahrgeschwindigkeiten der Laufkatze ausschließen, einer weiteren Verbreitung ebenso hinderlich wie die geringe Seitenstabilität infolge der kleinen Spurweite.

In dem System der unten laufenden Katze liegen aber sehr große Möglichkeiten, weil nur hier verhältnismäßig einfach Anordnungen ausgeführt werden können, bei denen die Katze samt der Last die Kranbrücke über eigene Verriegelungselemente verläßt und entweder auf eine andere Kranbrücke oder auch auf ein ortsfestes Schienensystem auffährt. Dabei ist der Einbau von Weichen, Drehkreuzen usw. möglich, so daß das sogenannte Monorailsystem eine Anpassung an die jeweilige Betriebsaufgabe in einer Art gestaltet, wie dies bei normalen Krananlagen undenkbar ist.

Hier hat daher eine Weiterentwicklung eingesetzt, deren Ergebnis eine Untergurtlaufkatze ist, die in den Fahreigenschaften einer Zweischienenkatze mindestens ebenbürtig ist, wodurch dem Einträgerkran weitere Einsatzbereiche erschlossen sind. Untergurtlaufkatze (UG-Katze)*)

Die UG-Katze besitzt einen speziellen Laufwagen mit angebautem Katzfahrwerk, an dem das Hubwerk aufgehängt ist. Dabei ist jede Hubwindenform einsetzbar; für Traglasten bis 10 t können zum Beispiel normale Elektro-Fußzüge angebaut werden (Bild 5).

Die UG-Katze wurde speziell für die Verwendung bei Einträgerkranen sowie für Monorailanlagen entwickelt und setzt ihrerseits eine darauf angepaßte Ausführung des Hohlkastens der Kranbrücke voraus. Sinn der Entwicklung war es, einerseits eine ausreichende Seitenstabilität der Laufkatze zur Aufnahme der unvermeidlich auftretenden Schrägzüge zu erreichen, anderseits die Führungseigenschaften in Katzfahrrichtung so zu steigern, daß eine exakte mechanische Ansteuerung der Verriegelungen des Monorailsystems möglich wird. Dadurch ergeben sich für den Bau der Verriegelungen, die ja wegen der Absturzsicherung und Herstellung der elektrischen Verriegelungsbedingungen sonst sehr kompliziert sind, wesentliche Vereinfachungen, die zur Steigerung der Betriebssicherheit und Senkung der Anlagekosten führen.

Die UG-Katze läuft direkt auf der Untergurtlamelle des Hohlkastens, die aus später noch erläuterten Gründen verhältnismäßig weit beidseitig über die Stegbleche auskragt. Die weitere konstruktive Ausbildung der Kranbrücken ist freigestellt, und es ist wieder möglich, entweder Fachwerksbrücken in Dreigurtbauweise oder Hohlkastenträger in Trapezform auszuführen.

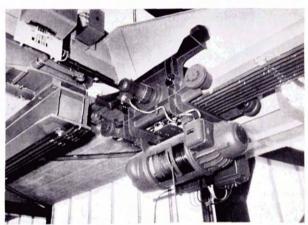


Bild 5: UG-Katze mit Ansicht der Gegenfahrbahn und der Verriegelung (Werkfoto Binder & Co.)

Fig. 5: UG-trolley with view of opposite rail and locking

Die Spurweite wurde so breit gewählt, daß einerseits eine für alle Betriebsverhältnisse genügende Seitenstabilität der Laufkatze vorliegt und aber anderseits der Hohlkastenträger der Brücke im Untergurtbereich noch schmal genug bleibt, um die Übergänge der Katzfahrbahn samt Verriegelungen

^{*)} Patent unter "System Binder" angemeldet

einfach und raumsparend ausführen zu können. Die UG-Katze besitzt 4 vertikale Laufrollen mit seitlichen Spurkränzen, die jedoch ein so großes Spiel besitzen, daß sie die Untergurtlamelle im Normalbetrieb nicht berühren. Die erforderliche Seitenführung wird durch 4 Horizontalrollen gewährleistet, die jeweils paarweise an den Enden des Katzrahmens und somit vor den vertikalen Laufrollen sitzen. Mit dieser Anordnung ist die Ausführung einer Kraftverriegelung möglich, bei der das genaue Fluchten der Kranbrücke zur Verriegelung durch die Katze selbst herbeigeführt wird. Zu diesem Zweck sind die Enden der Untergurtlamelle der Kranbrücke sowie der Gegenfahrbahn mittels einer Anlaufkurve beidseitig verschmälert. Es ist dann möglich, auch noch bei einer Fehllage der Kranbrücke zur Gegenfahrbahn, die bis zur Größe der eben erwähnten Verschmälerung betragen kann, ohne weitere Vorrichtungen eine Überfahrt der Laufkatze zu bewerkstelligen. Die am vorderen Ende des Katzrahmens sitzenden horizontalen Führungsrollen fahren auf die Anlaufkurve auf und drücken dadurch die Kranbrücke exakt in die richtige Lage. Nur in diesem Augenblick kommen die Spurkränze der vertikalen Laufrollen zum Anliegen. Die Lauffläche der Vertikalrollen ist gegen den Spurkranz um das Maß der Verschmälerung der Anlaufkurve versetzt, damit diese auch im Bereich der Überfahrt eine vollflächige Unterstützung finden. Damit sind die vertikalen Laufrollen breiter als normale Laufrollen, und es ergibt sich daraus die oben angeführte, relativ weite Auskragung der Untergurtlamelle über die Stegbleche. Dies ist aber für die Bemessung der Querbiegespannungen ohne ungünstigen Einfluß, da sich wohl ein größeres Kragmoment, gleichzeitig aber auch eine größere mittragende Breite ergibt.

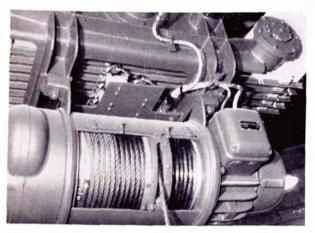


Bild 6: UG-Katze, Detailansicht der Schleifleitung und der Stromabnehmer (Werkfoto Binder & Co.)

Fig. 6: UG-trolley; detail view of contact line and collectors

Die breite Untergurtlamelle, die durch die große Spurweite das stabile Verhalten der Laufkatze gegen Schrägzüge garantiert, ermöglicht es aber gleichzeitig, direkt unterhalb dieser Lamelle die Stromschienen für die Sromzuführun-

g e n und Steuerleitungen anzubringen (Bild 6). Diese befinden sich daher in sehr geschützter Lage, was für im Freien arbeitende Krane mit Rücksicht auf die wegfallenden Erschwernisse wegen Vereisung, Kriechströme, Kurzschluß usw. von großer Bedeutung ist. Bedingt durch die exakte Führung der Katze können die Stromschienen sehr eng nebeneinander versetzt werden und finden zum Beispiel auf einer 500 mm breiten Untergurtlamelle bis zu 10 Stromschienen normaler Bauart Platz. Damit vereinfacht sich aber die Anordnung der Stromschienen insbesonders für die Weichen des Monorailsystems erheblich, und es besteht eine zusätzliche Sicherheit gegen zufällige Berührung der stromführenden Schienen. Ebenso sind damit die sonst bei normalen Unterflanschkatzen auftretenden Schwieriakeiten mit den Stromabnehmern beseitigt, weil die Laufkatze nicht schaukeln kann. Die exakte Führung ermöglicht weiter einen einwandfreien Betrieb bei mit der Katze mitfahrendem Führerkorb. Dies ist für das Monorailsystem besonders wichtig, da ja einer der Hauptvorteile dieses Systems darin liegt, daß Lasten etwa vom Erzeugungsort über die Kranbrücke, über Gegenfahrbahnen, eventuell auch noch über weitere Verladekranbrücken direkt zum Verladeort gebracht werden können, ohne daß ein Umhängen der Last erforderlich wird. Bei kleineren Katzfahrgeschwindigkeiten ist Flurbedienung möglich, das heißt, daß der Bedienungsmann für die Katze dieser jeweils in die einzelnen Einsatzbereiche (Kranbrücke, Gegenfahrbahn, Verladebrücke usw.) folgt (5). Bei größeren Geschwindigkeiten ist die Ausführung mit Führerkorb vorzuziehen. Auch für diesen speziellen Fall finden sich auf dem Gebiet der Unterflanschzüge Vorbilder in Form der sogenannten "langen Katze"; doch sind aus den früher geschilderten Führungseigenschaften größere Fahrgeschwindigkeiten der Katze nicht empfehlenswert.

Der Einträgerkran mit unten laufender Katze gestattet also bei entsprechender Durchbildung die Transportprobleme in einer für den Kranbau neuen Art zu lösen. Es werden Zeitverluste für das Umhängen der Lasten vermieden; auch der dafür erforderliche Zwischenlagerplatz wird eingespart. Da außerdem auch komplizierte Fahrdispositionen von einem einzigen Kranführer oft über mehrere Krananlagen hinweg ausgeführt werden können, ergibt sich eine weitgehende Anpassung des Kranbetriebes an die Erfordernisse der Automation. Es ist daher zu erwarten, daß damit die Einsatzbereiche des Kranbaues noch erweitert werden können.

Schrifttum:

- E. Schulz: Berechnungsgrundle Kastenträger im Kranbau. "fördern und heben", Heft 9 1959. Berechnungsgrundlagen für verdrehungssteife
- (2) J. Billich: Die Seitenkräfte bei Laufkranfahrwerken. "fördern und heben", Heft 3 1964.
 (2) J. Billich: Die Seitenkräfte bei Laufkranfahrwerken.
- J. Billich: Der Werkstoff Stahl und die Aufgaben der Nahförderung. Stahlbau-Rundschau, Heft 21 – 1962.
- K. Eckinger: Die Wirtschaftlichkeit der geschweißten Einträger-Kastenbauweise bei Maschinenhauslaufkran. Der Stahlbau, Heft 6 1962.
- K. Koss: Krananlage für neuartiges Rundhallensystem. "fördern und heben", Heft 10 1962.

A. Koss, Wien, binder + co, Gleisdorf, Büro Wien

Schutz der Metallkonstruktionen durch Spritzaluminium-Überzüge*)

Von J. Cauchetier, Paris

Der Schutz der Metallkonstruktionen, unter anderem durch Metallüberzüge, ist eine Notwendigkeit, die seit langem allgemein anerkannt wird. Auch die Anforderungen an die Schutzdauer steigen in dem Ausmaß, in dem die Korrosionsaggressivität der Atmosphäre zunimmt. Seit der Einführung des Metallspritzverfahrens, welches auf der Baustelle angewendet werden kann, sind in Frankreich seit dem Jahre 1920 hauptsächlich Zinküberzüge auf Hochbauten, Brücken und Schleusentoren aufgebracht worden. Diese Schutzüberzüge waren durchaus zutriedenstellend. Spritzzinkauflagen von 0,06 mm auf einigen Schleusentoren boten einen Schutz von 20, ja 35 Jahren, ohne daß ein Anstrich auf die Oberfläche aufgebracht worden wäre. Da zu jener Zeit aber die Theorie des elektrochemischen Momentes wenig bekannt war, fanden die Überzüge aus edleren Metallen, wie Zinn und Blei, keinen Anklang, weil sie zu schwach und zu porös waren.

Was nun das handelsübliche Aluminium betraf, war die Reinheit damals geringer als jetzt, sie war zirka 98 bis 98,5 %, so daß Alu-Überzüge in der Seeluft nicht ganz zufriedenstellend waren, ganz im Gegensatz zu solchen Aluminium-Überzügen, die als Schutz gegen Abgase und gegen Angriffe aggres-

siver Stoffe in Lebensmitteln dienten.

In den letzten 15 Jahren, in denen die Reinheit des handelsüblichen Aluminiums auf 99,5 bis 99,6 % gestiegen ist, hat man in Frankreich mit dem Schutz durch Aluminium-Spritzüberzüge sehr günstige Ergebnisse, vor allem in der Industrieatmosphäre, aber auch in maritimer Luft, erzielt. In vieler Beziehung hat sich der Aluminiumschutz bei großen Metallkonstruktionen besser bewährt als der Zinkschutz. Es muß allerdings darauf verwiesen werden, daß in Frankreich bis vor kurzem auf den Spritzmetallüberzügen kein Anstrich aufgebracht wurde. Die üblichen Schichtdicken betrugen bei Zink 80 bis 120 μ (in einigen Fällen 200 μ) und bei Aluminium 120 μ und manches Mal sogar 300 µ, zum Beispiel bei Hochöfen. Voraussetzung für eine gute Haftfähigkeit ist sorgfältiges Reinigen mit einer Aufrauhung von 20 bis

Die Tendenz geht nun dahin, in der Industrieatmosphäre mit Schwefelgasen Aluminium statt Zink als Schutzmittel zu verwenden. Allerdings ist zu bedenken, daß beim Schutz der Innenflächen von Rohrleitungen, die Schwefelgase führen, die Bildung von Schwefelsäuretropfen durch Temperaturschwankun-

gen begünstigt wird; das Aluminium wird dann angegriffen. Wenn man nun versucht, diesem Problem durch die Verwendung von Bleiüberzügen von 0,05 mm oder dicker beizukommen, so darf wieder nicht übersehen werden, daß das Blei bei einer Temperatur von über 315°C zu schmelzen bzw. zu fließen beginnt, was die Verwendung an jenen Teilen, die hohe Temperaturen aufweisen, unmöglich macht. Die ungleiche Verteilung der Temperaturverhältnisse erschwert somit die Wahl der Metallüberzüge; eine Wärmeisolierung gewisser Teile der Leitung kann hier Abhilfe schaffen. Nach Durchführung entsprechender Maßnahmen ergibt jedenfalls ein mittels Spritzverfahren hergestellter Alu-Überzug (es darf sich aber nicht um einen Grundanstrich mit Aluminiumpigmenten mit einem organischen oder anor-

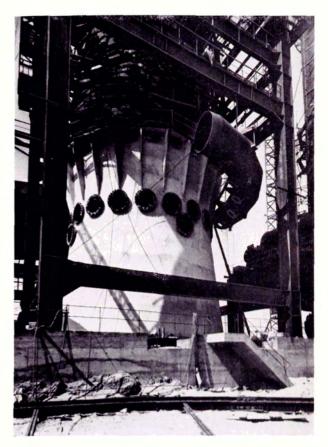


Bild 1: Spritzverzinktes Hochofengestell mit eingebauten Windformen

Fig. 1: Spray zinc-coated blast-furnace hearth with installed tuyeres

^{*)} Dieser Beitrag ist eine deutsche Übersetzung des Vortrages "Protection des constructions en acier par des revêtements d'aluminium projeté" von J. Cauchetier, Paris, gehalten auf dem Europäischen Symposium "Schutz von Stahlkonstruktionen durch metallische Überzüge" vom 9. bis 11. September 1964 in Wien.

ganischen Bindemittel handeln) einen hervorragenden Schutz bis zu 600° C. Man konnte beispielsweise bei einer Rohrleitung eines Hochofens, in der die Temperatur den Schmelzpunkt des Aluminiums von 653° C überschritten hat, beobachten, daß die metallisierte Schicht wohl einige Aluminiumtropfen aufwies, jedoch ohne beschädigt zu werden; andere Anstriche waren zerstört.

Auch Warmwasseraufbereitungsanlagen, deren Wassertemperatur 70°C übersteigt, sind erfolgreicher mit Aluminiumspritzüberzügen von 200 μ als mit Zinküberzügen geschützt worden.



Bild 2: Spritzverzinkter Kamin für Winderhitzer eines Hochofenwerkes

Fig. 2: Spray zinc-coated stack for cowpers of a blast-furnace plant

Überzüge aus Zink-Aluminium-Legierungen im Mischverhältnis 90 bis 85:10 bis 15 oder aus Aluminium-Zink-Legierungen im Mischverhältnis 95 bis 90:5 bis 10, im Drahtverfahren aufgespritzt, haben in Frankreich noch nicht ihre Überlegenheit gegenüber den reinen Metallüberzügen bewiesen. (Eine Pulvermischung scheidet hier aus, weil sie keine Legierung darstellt und außerdem das Mischverhältnis nicht konstant gehalten werden kann.) Manche Mischüberzüge haben unter Einfluß von Salzwasser kleine weiße Bläschen gezeigt, wie wenn an dieser Stelle durch die Bildung einer elementaren Zink-Aluminium-Verbindung eine Heterogenität auftreten würde.

Auch die übereinander aufgebrachten Mischüberzüge, zuerst Zink und darüber Aluminium mit einer Schichtdicke von je 0,1 mm, haben sich besonders unter Einwirkung von Lokomotivrauch nicht bewährt, weil infolge der Durchlässigkeit des Aluminiums das Zink angegriffen wird und ein Ablösen des Überzuges die Folge war. Hingegen hat ein Überzug aus bloßem Aluminium mit der gleichen Schichtdicke unter denselben Verhältnissen einen Korrosionsschutz durch mehrere Jahre geboten.

Mit Erfolg wurden Verbundüberzüge zur Auskleidung von Kokslöschwagen in den Kokereien verwendet. Der glühende Koks wird, nachdem er aus dem Koksofen herausgefahren wird, auf Spezialwaggons, die mit Verschleißplatten ausgestattet sind. verladen und anschließend mit Wasser gekühlt. Dadurch, daß dieses Kühlwasser immer wieder verwendet wird, weil es infolge seiner schädlichen Substanzen nicht abgeleitet werden kann, wird seine Aggressivität noch gesteigert. Das Kühlwasser fließt so mit allen seinen aggressiven Substanzen, die vom glühenden Koks aufgenommen werden, über die ganze Stahlkonstruktion und über die Laufgestelle. Ein solcher Kokslöschwaggon wird ohne einen Schutz in drei Jahren zerstört. Versieht man aber die Stahl-konstruktion und die Fahrgestelle mit einem Spritzüberzug aus Aluminium von 0,2 mm und aus einem Zinküberzug von 0,1 mm, so wird die Lebensdauer des Waggons verdreifacht. Wenn man diesen Schutzüberzug außerdem noch von Zeit zu Zeit erneuert, so kann die Haltbarkeit des gleichen Waggons bis zu 15 Jahren verlängert werden. Die Wirkungsweise der Zinkschicht, die durch das Rieselwasser langsam zerstört wird, läßt sich schwer erklären. Die Erfahrung lehrt aber, daß die Schutzdauer eines gemischten Überzuges länger anhält, als wenn die Konstruktion bloß mit Aluminium geschützt worden wäre.

Nach dem Kriege hat man in der französischen Hüttenindustrie versuchsweise Hochofenschachtpanzerungen teils mit Zinküberzügen von 0,2 mm, teils mit gemischten Überzügen, wie bei den Kokswaggons, geschützt, um nicht nur die Korrosion, sondern auch Ablagerungen zu vermeiden, welche die Kühlung beeinträchtigen. Dabei hat sich gezeigt, daß der Korrosionsschutz immer wirksam war, und es war erstaunlich, daß der Zinküberzug sich besser verhielt als das Aluminium, da sich keine Ablagerungen bildeten. In manchen Fällen allerdings, wo durch die Ofenwinde saure Gase herabgedrückt wurden, und vielleicht auch durch die Zusammensetzung des Kühlwassers, war das Aluminium wieder dem Zink überlegen.

So hat man zum Beispiel die durch Meerwasser gekühlten Hochofenschachtpanzerungen des Hüttenwerkes in Outreau bei Boulogne, das direkt am Meer gelegen ist, mit einem Aluminium-Spritzüberzug von 0,3 mm Dicke geschützt. Die Reinheit des Aluminiums beträgt 99,5 bis 99,6 %. Obwohl diese Schutzmaßnahme unter ungünstigsten Bedingungen und während des Betriebes des Hochofens durchgeführt wurde, hat sie sich gut bewährt, und nach drei Jahren war der Überzug noch unbeschädigt. Hingegen weisen die Stahlkonstruktionen, die nur gestrichen waren, 2 bis 3 cm dicke Ablagerungen von

Salz auf, das in dem vom Wind herangepeitschten Meerwasser enthalten war. Der derzeit im Bau befindliche zweite Hochofen des genannten Hüttenwer-

kes wird in derselben Weise geschützt.

Alle Stahlkonstruktionen des Hüttenkombinates USINOR bei Dünkirchen wurden mit einem Spritzaluminium-Überzug von 0,3 mm Dicke geschützt. In der gleichen Weise wurden die 75 m hohen Hochofenkamine sowie die Heißwindleitungen geschützt. Gewisse Teile davon wurden vor der Montage spritzaluminiert, die meisten Teile konnten aber erst an Ort und Stelle oberflächenbehandelt werden. Die Anlage ist jetzt zirka ein Jahr in Betrieb und die Ergebnisse sind bisher sehr zufriedenstellend. In dem Zusammenhang sind jedoch einige Feststellungen angebracht: Es konnte beobachtet werden, daß in gewissen Bereichen bestimmter, nach dem Aluminium-Spritzverfahren oberflächenbehandelter Hochöfen Bläschen auftraten, welche zunächst platzten, um sich dann nach 4 bis 6 Monaten wieder zu stabilisieren. Nach Entfernung dieser krustenförmigen Bläschen erhält man einen weißen Staub, der bei näherer Untersuchung Aluminiumsalz in Pulverform enthält. Der Schutz jedoch ist unberührt geblieben. Als Erklärung dieses Phänomens wäre denkbar, daß durch die während des Entschlackens und Beschickens des Hochofens hervorgerufenen Tempera-

turschwankungen in gewissen Zonen infolge unterschiedlicher Dehnungen lokale Sprünge im metallisierten Überzug entstehen. Ballard hingegen ist der Meinung, daß es sich hiebei um das Eindringen von Kühlwasser mit einem günstigen pH-Wert (4 bis 5) in die Oberflächenporosität handeln könnte und ein Abfließen desselben wegen des inzwischen erfolgten Porenverschlusses durch die Aluminiumbildung nicht mehr möglich ist. Diese Erscheinung wurde an gewissen, dem Meere ausgesetzten Flächen festgestellt. Dort, wo die Oberflächen getrocknet sind, verschwanden allmählich die Bläschen. Eine wissenschaftliche Erklärung hiefür ist bis jetzt noch nicht gefunden worden. Der niedrige pH-Wert des Kühlwassers ist wahrscheinlich durch die niedergeschlagenen Dünste der in der Nähe des Hochofens befindlichen Schlackenlöschgrube zu erklären.

Alles in allem kann gesagt werden, daß Aluminium-Spritzüberzüge für Stahlkonstruktionen, die sich in einer mittelmäßig aggressiven Atmosphäre (Industrie- und Seeluft) befinden, sowie auch bei sehr hohen Temperaturen einen sehr wirksamen Schutz darstellen; davon ausgenommen sind besonders aggressive Medien, wie freie Schwefelsäure.

J. Cauchetier, Paris

Extracts

The advantages and limitations of zinc and aluminium sprayed coatings for the protection of structural steel are considered. Methods for surface preparation and spray application are briefly outlined and the practical performance of the several types of coatings in atmospheres and under immersed conditions is discussed in compari-

son with other surface treatments. The use of zinc and aluminium sprayed coatings as undercoats for paints is discussed, and some recent examples are described. The newer and more complicated coatings consisting of duplex zinc and aluminium, mixed zinc and aluminium, and zinc-aluminium alloy are reviewed.

Silos for a Magnesite Mine

A plant comprising eleven 310 m³ silos was set up recently. Each silo having a carrying capacity of 500 tons, they can hold about 5500 tons of raw sinter. The total weight of the steel structure is 225 tons. The static stresses have been calculated on the basis of a bending and

torsion resistant system of a tenfold statical indetermination. The parts of the plant were manufactured and erected by the ZELTWEG Works of the OESTER-REICHISCH-ALPINE MONTANGESELLSCHAFT.

Development Tendencies in the Construction of Crane Bridges

The article deals with the general development of the supporting structures of travelling cranes, beginning with the two-girder framework up to the one-girder box-type

cross sections. For the latter the author investigated the different possibilities of mounting the crane trolley. He arrives at the conclusion that it is of special advantage

to mount the trolley below the box section, running on the bottom chord plate which is drawn forth on both sides. Subsequently he describes such a trolley and shows the possibility to run it over to fixed suspension rails or other cranes. He touches upon the problems arising at such crossing places and describes different improvements. These explanations mark the development up to date and their details offer a series of new view points and suggestions.

Protection of Steel Constructions by the Application of Sprayed Aluminium Coating

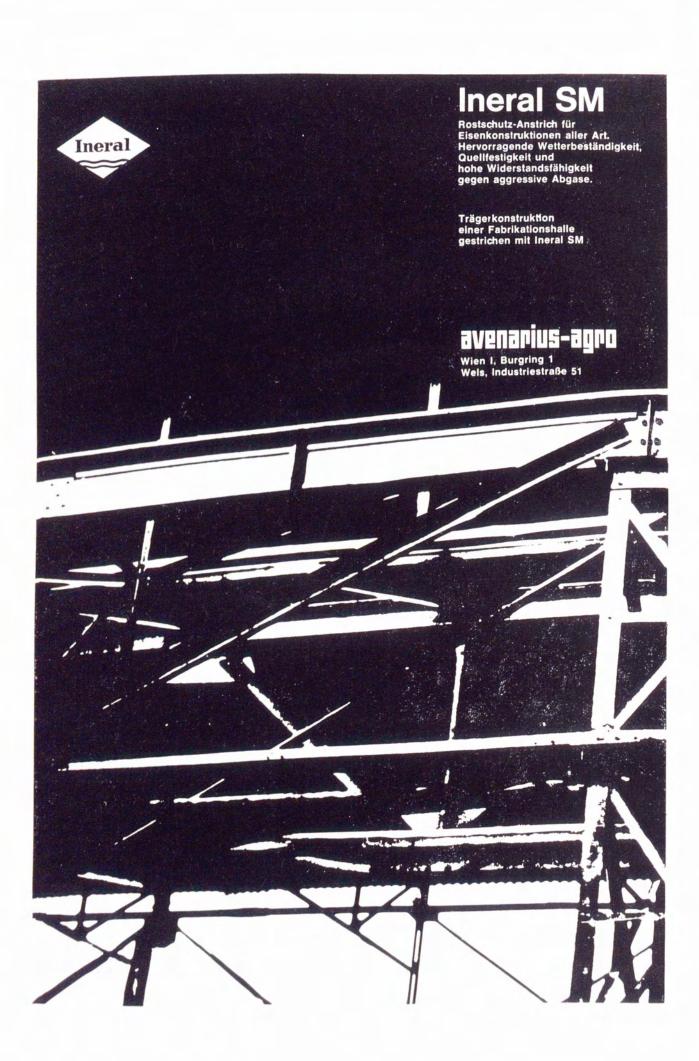
Brief review of the development of anti-corrosive coatings in France for protecting structural steelwork and the orientation of state of condition today:

Development of Aluminium metal coating up to now, Discharge-pipes for waste-gas,

Protection in industrial atmospheres, Coke quenching car, Blast-furnace steel mantle in the east of France, Blast-furnaces in Outreau, Blast-furnaces in Dunkerque.

FORMROHRE

VEREINIGTE ÖSTERREICHISCHE EISEN- UND STAHLWERKE AG OESTERREICHISCH-ALPINE MONTANGESELLSCHAFT EISEN- UND METALLWERK ALTMÜNSTER GES. M. B. H.



ALPINE

VERKAUF: WIEN I, FRIEDRICHSTRASSE 4





Kräne und Krangehänge



32 t imes 35 m Portalkran, Spezialgehänge für Blocktransport, Portale geschweißt, Brücke als Torsionsträger

WIENER BRÜCKENBAU- UND EISENKONSTRUKTIONS-AG.



Der in einem Stück gefertigte Turbinentisch während des Transportes

Der 38 Tonnen schwere Turbinentisch für das neue Wärmekraftwerk Hohe Wand

Für das neue Kraftwerk Hohe Wand der NEWAG wurde die Platte des Turbinentisches mit einem Gewicht von 38 t in einem Stück gefertigt und geliefert. Die Platte ist 16,6 m lang und 4,3 m breit. Der Transport dieses ungewöhnlich großen Stückes

von der Erzeugungsstätte in Stadlau nach Peisching bei Neunkirchen, erfolgte teils mit der Bahn, teils auf der Straße.

WAAGNER-BIRO



STAHLBAU



Binder & Co., Gleisdorf/Steiermark

Stahl schafft Wohlstand

OSTERREICHISCHER STAHLBAUVERBAND

Wien IX, Fürstengasse 1 · Telefon 341277



Seit über 85 Jahren

O. M. MEISSL & CO.

Gesellschaft m. b. H.

Sandstrahlentrostung,

Technische Anstriche und Spritzmetallisierung

Wien III, Marxergasse 39

Telefon 72 42 01

Fernschreiber 3403

Unser Fertigungs_Programm

Drehelastische Kupplungen















- 1 Bibby-Kupplungen
- 2 Elastoflex-Kupplungen
- 3 Überholungskupplungen
- 4 Zahnkupplungen mit balligen Zähnen
- 5 Tonnenkupplungen Einbaugelenke





Malmedie & Co Maschinenfabrik GmbH 4 Düsseldorf Königsberger Straße 87

Postfach 5408 Telefon 78 52 31 Fernschreiber 08-582 651

CL 4-210



Wir fertigten 1964 unser zweimilliardstes Lager. Diese Zahl spricht wohl für sich selbst: Sie bestätigt das Vertrauen, das Timken — der älteste und größte Hersteller von Kegelrollenlagern — seit 1899 in aller Welt besitzt. Die Beibehaltung des qualitativ hohen Niveaus unserer Erzeugnisse erfordert ständige Verbesserungen an Konstruktion, Material und Fertigungsverfahren. Um nur ein Beispiel unserer Weiterentwicklung zu erwähnen: Innerhalb der letzten 16 Jahre wurde die durchschnittliche Nutzungsdauer der Timken-Lager um 300% erhöht. In den kommenden 5 Jahren wird Timken jährlich 19 Millionen Dollar in Forschung und Fertigung investieren. Nutzen auch Sie die Vorteile der zweimilliardenfachen Timken-Erfahrung. Lassen Sie sich in Ihren Lagerungsproblemen unverbindlich durch einen unserer Fachingenieure beraten. Timken-Lager werden in Australien, Brasilien, England, Frankreich, Kanada, Südafrika und den USA hergestellt und in 170 Ländern verkauft. The Timken Roller Bearing Company, Canton, Ohio, USA. Deutsche Tochtergesellschaft: Timken Rollenlager GmbH, 4 Düsseldorf-Nord, Glockenstraße 16, Telefon 44 13 41, Fernschreiber 08584718. Vertretung für Österreich: Ing. Ferdinand Birner, Wien I, Nibelungengasse 3, Telefon 57 95 61/64, Telex Wien 1962; Fa. Birner & Co., Linz/Donau, Bürgerstraße 14, Telefon 28 4 75, Telex 02-468.





44 STAHLB



110 Jahre Korrosionsschutz HÖHNEL LINZ

Bischofstraße 5, Fernschreiber 02 1469, Telefon 22 1 01, 22 1 02, 28 1 74

Unser Lieferprogramm:

Sandstrahlentrostung, Staubfreies Sandstrahlen mit VACU-BLAST, Naßstrahlen, Flammstrahlentrosten, Schutz- und Industrieanstriche.

Beschichtungen und Streichgummierungen, Isolierungen, Metallspritzungen, Gerüstbau, Kathodischer Korrosionsschutz.

Neben den verschiedensten Objekten in allen Bundesländern Österreichs wurde von uns auch die EUROPA-BRÜCKE, die AURACHTAL-BRÜCKE, der Stahlrohrmast des DONAUTURMES, der Stahlrohrmast des LICHTENBERGSENDERS durch eine geeignete Konservierung vor Rostangriff geschützt.

BBB

BRUNNER VERZINKEREI BRÜDER BABLIK

WIEN XVIII, SCHOPENHAUERSTRASSE 36 Telefon 42 76 36 – Fernschreiber 07-4526

Feuerverzinkungen

- Eine Persönlichkeit soll geehrt werden
- Eine Tagung wird eröffnet
- Ein Denkmal wird eingeweiht
- Ein Grußwort soll verfaßt werden
- Ein Jubiläum wird gefeiert
- Eine Trauerkundgebung findet statt
- Eine Gedenkfeier wird abgehalten

Sie müssen:

Eine Rede halten – einen Minister, einen Prälaten, einen Konsul richtig titulieren – einen Brief so schreiben, wie es sich gehört. Ihr Helfer – das Buch

Amtsreden

352 Seiten, Taschenformat, S 130,30

Erfolg durch wirkungsvolle Ansprachen zu allen Anlässen.

Wie man reden lernt, wie man Veranstaltungen organisiert und leitet, wie man den Schriftverkehr führt, das alles steht als Einführung und Einleitung den Musterreden voran.

So ist das Buch hervorragend geeignet, Unerfahrene zu unterweisen und Erfahrene anzuregen.

Zu beziehen durch:

BOHMANN - FACHBUCHHANDLUNG, WIEN I, CANOVAGASSE 5

STADLER-Universal Zweistoffbrand Heizkessel

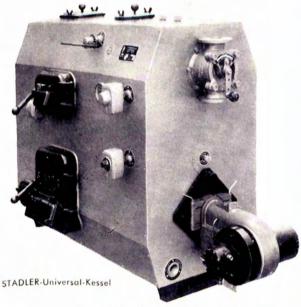
Das deutsche Spitzenfabrikat wird nun in Österreich erzeugt.

Wer modern und zeitgemäß denkt, der fortschrittliche Bauherr also, wählt die Warmwasser-Zentralheizung. Seiner außerordentlichen Vorzüge wegen kommt nur der

STADLER-Universal-Heizkessel

in Betracht.

DAS IST ER,



der STADLER-Universal-Kessel

Werkfoto: Kesselfabrik Hans Rendl, Salzburg

OI, Gas und feste Brennstoffe können wahlweise im **STADLER-Universal-Heizkessel** bei garantiert gleicher Heizleistung verwendet werden.

Zwei voneinander völlig getrennte Brennkammern verbürgen bei größter betrieblicher Störungsfreiheit zugleich die größte Sicherheit.

Bei Ausfall des Gas- oder Ölbrenners entsteht keine Heizunterbrechung, da fester Brennstoff ohne jede Umstellung verwendet werden kann.

Der **STADLER-Universal-Heizkessel** ist der Kessel der hygienischen Frisch-Warmwasser-Erzeugung, das bedeutet für Sie: niemals abgestandenes Warmwasser, sondern von Beginn des Heizens an stets frisches Warmwasser in unbegrenzter Menge.

Im Sommer können Sie die Heizung durch das patentierte Vierwege-Mischventil vollkommen abschalten und haben trotzdem bei geringsten Heizkosten stets frisches Heißwasser in unbegrenzter Menge zur Verfügung.

Obwohl in zehn verschiedenen Größen, von 25 000 bis 200 000 WE in Links- und Rechtsausführung lieferbar, niederer Preis.

Ein deutsches Patent, erzeugt in Österreich durch die Firma

HANS RENDL, STAHL-, MASCHINEN-, KESSELBAU Salzburg, Siezenheimer Straße 31

Verlangen Sie bitte unsere Prospekte und Gutachten. Wir beraten Sie gern.

Vertretungen in allen Bundesländern.

IN ÖSTERREICH HERGESTELLT



Wirtschaftlich heizen und Heißwasser bereiten mit dem Stadler-Universal

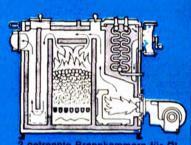
klein, kompakt, dauerhaft, technisch vollendet, preiswert



Bitte, prüfen und vergleichen Sie.

Der Vergleich ist der sicherste Weg eine richtige Entscheidung zu treffen. für Ol oder Gas und Koks gleiche Heizleistung

50 Jahre Stahlheizkessel-Bau Stadler-Kessel bringen zufriedene Kunden



Lieferung nur an Heizungsbaufirmen

Bitte, fordern Sie Prospekte, Gutachten und technische Unterlagen an.

2 getrennte Brennkammern für Öl oder Gas und feste Brennstoffe, leicht zu reinigen, betriebsbereit ohne jede Umstellung, wassergekühlter Rost, Bodenfreiheit, kein Fundament, allseitig isoliert, stufenlose Regelung der Heiztemperaturen unabhängig von der Kesseltemperatur durch Thermostat und Regelmotor oder von Hand, eingebauter Durchlauferhitzer, dicht schließendes pat. Vierwege-Mischventil mit zwangsläufiger Rücklauf-Vorwärmung

HANS RENDL KESSELFABRIK SALZBURG, SIEZENHEIMERSTRASSE 31 TELEPHON: 46-33 SERIE, FS.: 06-426

