Fertigungstechnologie

Autor(en): **Faltus, Franz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **8 (1971)**

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-9521

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

I

Fertigungstechnologie

Production Technology

Technologie de la fabrication

FRANZ FALTUS
Prof. Dr. Ing. DrSc
Technische Hochschule Prag

Der Stahlbau, der dem Streben nach Industrialisierung des Bauwesens lange vorausgeeilt war, wurde lange Zeit nur als Einzelfertigung betrieben. Mit wenigen Ausnahmen war jede Konstruktion und jedes Bauteil vom Entwurf bis zum Zusammenbau das Ergebnis von Einzelentscheidungen und Handlungen und die Fertigung eine ausgesprochene Stückfertigung. Die im Vergleich zum Maschinenbau geringen Anforderungen an die Genauigkeit,erlaubten mit einfachem Maschinenpark das Auslangen zu finden. Papierschablonen, Vermessen und Anreissen der einzelnen Stücke, der umständliche Transport der einzelnen, meist schweren und sperrigen Stücke, führte zu einem grossen Ausmass an Handarbeit und zur Verwendung tragbarer elektrischer oder pneumatischer Werkzeuge.

Der Uebergang zur Schweisstechnik hat hier keine wesentlichen Aenderungen gebracht, vielfach sogar die Zahl der Handarbeitsstunden erhöht.

Die Tabelle I [1] zeigt ungefähr die Aufteilung der einzelnen Arbeiten. In ihr erscheint allerdings der grosse Anteil der Vorrichtungs- und Transportzeiten und der dadurch verursachten Wartezeiten nicht. Von der Arbeitszeit entfallen etwa nach [2] 27 % auf die Hauptzeit, 31 % auf Neben- und Rüstzeiten und 25 - 39 % auf Verteilerzeit.

Tabelle 1

Verteilung der Arbeitsstunden bei Einzelfertigung [1]

Arbeit	Konstruktion	
	geschweisst	genietet
Richten	4 %	4 %
Anzeichnen	7	10
Schneiden	12	8
Bohren	4	23
Hobeln, Fräsen	2	3
Biegen	4	1
Zusammenbau	30	25
Schweissen	33	-
Nieten	-	22
Anstrich	4	4
	100 %	100 %

Dies weist darauf hin, in welcher Richtung eine Rationalisierung der Stahlbaufertigung zu suchen ist und welchen Einfluss die Erzeugung einer grösseren Anzahl gleicher oder ähnlicher Stükke haben kann.

Eine Vergrösserung der Zahl gleicher Stücke über 8 bis 10, ohne Aenderung der Technologie und des Arbeitsablaufes, hat nur unwesentlichen Einfluss auf die Kosten. Nur die Kosten für den Entwurf und für die Fertigung etwaiger Schablonen verteilen sich auf eine grössere Stückzahl. Es wird daher vom Projektanten verlangt, mit den einfachsten Bauformen mit wenig Anarbeitung das Auslangen zu finden. Die Einführung der Schweisstechnik mit überwiegender Handarbeit wurde hauptsächlich durch die Möglichkeit der grossen Gewichtsersparnisse beschleunigt. Vom Standpunkt der Rationalisierung der Werkstattarbeiten wurde sie damals sogar oft als unerwünschter Rückschritt betrachtet.

Der steigende Bedarf, insbesondere aber die Konkurrenz mit der Massivbauweise zwingen zur Rationalisierung.

Die Rationalisierung der Stahlbaufertigung beginnt gewöhnlich mit dem Einsatz leistungsfähigerer Einrichtungen und von Spezialmaschinen und Automaten, welche sich allerdings erst bei grösseren Stückzahlen gleichartiger Teile bezahlt machen. Je grösser die zu bewältigenden Stückzahlen sind, umso speziellere Maschinen können eingestellt werden.

Im Maschinenbau spielte bis vor kurzem nur die Automatisierung der Massenfertigung völlig gleicher Teile eine Rolle. Werden jedoch die Arbeitsablaufprogramme für die Maschine mit numerischen Informationen im Lochstreifen oder Magnetband gespeichert und mit diesen die Maschine gesteuert, dann können unterschiedliche, nur in der Grundstruktur ähnliche Teile in automatischen Fertigungsprozessen hergestellt werden.

Der Stahlbau weicht in wesentlichen Punkten vom Maschinenbau ab, insbesondere durch die einfacheren Formen und grösseren Toleranzen, das grössere Gewicht der Einzelteile und die wesentlich kleineren Stückzahlen. Es sind daher die Erfahrungen und ökonomischen Studien aus dem Maschinenbau nicht einfach übertragbar. Eine wesentliche Forderung ist hier die Flexibilität der Anlage, mit der Möglichkeit einer raschen Umstellung auf andere Parameter, da in vielen Fällen nur gleichartige und nicht gleiche Stücke zu verarbeiten sind.

Ein weiterer Schritt der Rationalisierung ist die Zusammenfassung von Erzeugnissen gleichartiger Technologie und nicht allzuschwankendem Stückgewicht in spezialisierten Fertigungstrassen, um den Arbeitsablauf zu glätten und zu beschleunigen. Es ermöglicht dies auch verschiedene Nebenarbeiten in den

gesteuerten Arbeitsprozess einzubeziehen und viel an Transport und Rüstzeiten zu sparen.

Der Anfang einer solchen Entwicklung liegt im Projektionsbureau. Der Konstrukteur beeinflusst 80 % der Gesamtkosten, dabei kostet eine Konstruktionsstunde nur 1/5 der Fertigungsstunde [2] .

Es liegt in der Hand des Projektanten, die Zahl gleicher Stücke innerhalb eines Auftrages bzw. einer Reihe ähnlicher Aufträge zu vermehren durch geschickte Wahl der Konstruktionsform, Vereinheitlichung der Details, Anwendung des Baukastenprinzips, Typenreihen usw., wie dies im zweiten Hauptthema behandelt werden wird.

Es ist hierbei zu beachten, dass die Stückzahl auch die Wahl der günstigsten Fertigungstechnologie beeinflusst. Je nach der Zahl gleicher Stücke kann Schweissen, Biegen, Giessen, Pressen, Gesenkschmieden usw. die richtige Lösung darstellen. Beispiele für diese Umwandlungen werden sicherlich in der Diskussion zu finden sein. Während bei Einzelfertigung nur einfache Formen mit geringer Bearbeitung wirtschaftlich tragbar sind, können bei grösseren Stückzahlen auch verwickeltere Formen durchaus vertretbar sein.

Nicht zu vergessen ist, dass die ohne wesentlichen Lohnaufwand erreichbare Masshaltigkeit gegenüber der Einzelfertigung sehr wesentlich steigen kann. Das wirkt sich günstig auf den Zusammenbau und die Austauschbarkeit der Teile aus und ermöglicht meist auch, von einer Vormontage in der Werkstatt abzusehen. Die erreichbare Genauigkeit ist oft die Voraussetzung für die Anwendung mancher Konstruktionsformen, z.B. Kuppeln, Schalen usw. Die richtige Wahl der Form der Konstruktion und Art der Fertigung kann oft nur durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Konstrukteur und Technologen getroffen werden [3] .

Auf die günstigste Art der Erzeugung hat neben der Stückzahl auch das Verhältnis zwischen Lohnkosten und Materialpreis und der Preis der Einrichtungen einen wesentlichen Einfluss. Es können schwer allgemein gültige Angaben gemacht werden und auch nicht die Erfahrungen von Land zu Land einfach übertragen werden. Allgemein gilt: je grösser die Stückzahlen und höher die Arbeitslöhne, umso speziellere Einrichtungen bis zu teuren Einzweckautomaten sind tragbar; je speziellere Einrichtungen, umso verwickeltere Formen sind zulässig. Im Stahlbau mit seinen verhältnismässig kleinen Stückzahlen ist gewöhnlich die einfache Umstellung der Anlage auf verschiedene Typen von grosser Bedeutung. Es ist zu hoffen, dass die Diskussion auch Beiträge zu diesen ökonomischen Fragen bringt.

Wenden wir uns nun etwas detaillierter den einzelnen Arbeitsgängen zu.

Werkstoff Die Erzeugung beginnt im Materiallager. Der Schwerpunkt der Lagerhaltung verschiebt sich zu Blechen und zu Breit- und Bandstahl, oft auch zu Draht. Noch häufiger wie bei der Einzelfertigung wird das Walzmaterial vor Eintritt in die Werkstatt gerichtet und entrostet. Das Entrosten wird meist mit Sandstrahlen vorgenommen. Die Anlagen sind vollautomatisierbar, gestrahlt wird mit mineralischen und metallischen Strahlmitteln, mittels Schleuderrad oder Luftdruck [4] . Danach wird die Oberfläche oft mit einem leichten Rostschutz versehen, welcher sie bis zum Zusammenbau, also etwa 6 Monate bis zum Aufbringen des Grundanstriches, schützen soll. Es wurden "schweissfähige" Farben (Wash - Shopprimer) für diesen Zweck entwickelt [5] . Von der Farbe wird verlangt, dass sie weder die Güte der Schweissnaht beeinträchtigt, noch beim Verschweissen gesundheitsschädliche Gase entwickelt. Es werden jedoch in steigendem Masse auch Bleche und Profile mit einem definitiven Oberflächen-

schutz verwendet, sei es verzinkt (elektrolytisch oder feuerverzinkt), lackiert, emailliert oder auf verschiedene Arten ein- oder beidseitig mit Kunststoff beschichtet. Die Bereitstellung solcher Bleche erfolgt gewöhnlich in spezialisierten Betrieben. Kaltgeformte Profile werden meist direkt vom beschichteten Coil erzeugt, in einem Arbeitsgang der Fertigungstrasse. Die verschiedenen Oberflächen stellen oft neue Probleme für die weitere Verarbeitung, insbesondere für die Verbindung. Schweissen ist in manchen Fällen mit Sonderverfahren möglich.

Anreissen Das Anreissen, also das Uebertragen der Masse auf das Werkstück, ist eine zeitraubende, grosse Fachkenntnis erfordernde Arbeit. Man trachtet sie bei Serienfertigung möglichst ganz auszuschalten durch automatische Längenmessung im ferngesteuerten Verschubmechanismus der Arbeitsmaschine. Das mühsame Zeichnen von Schablonen in Naturgrösse und deren Uebertragen auf das Werkstück,wird eventuell ersetzt durch optische Uebertragung von Glasbildern, wenn nicht, wie z.B. bei der Brennschneidmaschine direkt nach Schablone oder Zeichnung, mit Magnetband oder Lochstreifen koordinatengesteuert gearbeitet wird.

Schneiden Die Technologie des Trennens unterscheidet sich kaum von der Einzelfertigung. Scherenschnitt, Kaltsägen und Sauerstoffschnitt sind wohl die meist angewandten Verfahren. Eine Steigerung der Schnittgeschwindigkeit bis um 80 % kann beim Sauerstoffschneiden durch Spezialdüsen besonderer Querschnittsform erreicht werden [6] . Neu hinzugekommen ist in letzter Zeit das Plasmaschneiden, d.h. Durchschmelzen der Schnittfuge mit einem hocherhitzten, dissoziierten Gasstrahl grosser Geschwindigkeit. Es wird vorwiegend für nicht mit Sauerstoff schneidbare Stähle verwendet, hat jedoch, wegen der extrem hohen Schnittgeschwindigkeiten, auch im Stahlbau Eingang gefunden. Es wird besonders auch für das Trennen von hochfesten, schneidbaren Stählen wegen der minimalen Beeinflussung der Umgebung des Schnittes von Wichtigkeit sein.

Für den Einsatz in der Serienfertigung ist bei allen Maschinen die Verkürzung der Vorbereitungszeiten, also das Einspannen, Herführen des Sägeblattes oder des Schneidbrenners von Wichtigkeit. Für gerade Schnitte ist bis zu Dicken von etwa 25 mm der Scherenschnitt möglich, auch eventuell mit gleichzeitiger Formung der Abschrägung für die Schweissung. Für nicht gerade Schnitte ist der Sauerstoffschnitt die gegebene Lösung, wenn nicht die grossen Stückzahlen und kleine Blechdicken das Stanzen als besser erscheinen lassen. Moderne Sauerstoffschneidmaschinen unterscheiden sich ganz wesentlich von den früheren Typen und wurden zu genauen und weitgehend automatisierten Bearbeitungsmaschinen entwickelt. Das Schneiden nach Anriss oder nach Blechschablonen oder mit Photozelle nach einer Zeichnung wird weitgehend ersetzt durch Koordinatensteuerung. Der Steuerstreifen enthält auch die nötigen weiteren Befehle wie rascher Leerlauf, Sauerstoff einschalten, Schnittbeginn und Ende, Verringerung der Schnittgeschneidigkeit bei Kurvenschnitt, den Schrägschnitt zur Vorbereitung von Schweisskanten usw. Da auch der Abstand des Brenners von der Blechoberfläche, z.B. durch Photozellen,konstant gehalten wird, ist fast der ganze Arbeitsprozess automatisiert. Das Schneiden mit mehreren Brennern gleichzeitig ist üblich,z.B. für das Besäumen von Blechen oder Zerschneiden zu Breitstählen. Für Rohrkonstruktionen wurden Sondermaschinen konstruiert, welche automatisch die Konturen der Durchdringungen in Rohrknotenpunkten nach Einstellung der beiden Rohrdurchmesser, des Kreuzungswinkels und der geforderten Abfassung abbrennen. Moderne Schneidemaschinen schneiden auch gleichzeitig beide Rohrenden in der

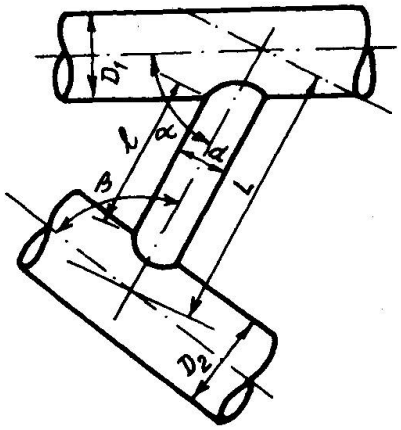


Abb. 1

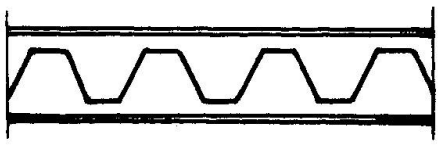


Abb. 2

geforderten Länge nach Einstellen von L, α, β, D_1, D_2, d zurecht [6.2] . Auch das schwierige Ausklinken gewalzter Träger in verschiedensten Formen kann durch automatisch gesteuerte Schneidbrenner besorgt werden [6.2] (Abb. 1).

Der automatische Schnitt des Steges von Walzträgern zur Erzeugung der Wabenträger hat deren Verwendung erst rationell gemacht. Die Einrichtung schneidet bis 5 Träger gleichzeitig mit einer Geschwindigkeit von 40 - 50 cm/min nach einstellbaren Abmessungen [7] .Auch das Verschweissen erfolgt automatisch (Abb. 2).

Biegen, Richten Hier ist vor allem die Herstellung der kaltgeformten Profile mit Rollensätzen oder Abkantpressen zu erwähnen. Auch bei grösseren Blechdikken ist oft das Abbiegen der Herstellung durch Schweissen vorzuziehen. Die Erhöhung der Streckgrenze durch das Kaltverformen wird bei dünnwandigen Profilen durch spezielle Walzenformen in einem Arbeitsgang gezielt erreicht und bei der Berechnung ausgenützt. Die Gefahr einer untragbaren Alterung nach dem Schweissen ist bei dünnen Blechen nicht zu befürchten [8] .

Die Notwendigkeit eines Richtens von Blechen und geschweissten Trägern ist im Serienbau möglichst auszuschalten. In vielen Fällen sind jedoch Richtwalzen in der Fertigungsstrasse vorgesehen, zum Richten der Teile oder zum Vorverformen vor dem Schweissen oder nachher.

Bohren und Lochen Zur Beschleunigung des Bohrens dienen einspindelige und mehrspindelige Bohrmaschinen, deren Fernsteuerung die genaue Plazierung von einem Koordinatenanfang und auch die gegenseitigen Entfernungen der Löcher ohne Anreissen und Körnen einstellen lässt. Im Trägerbau ist gewöhnlich für den Steg und jeden Flansch je ein Satz von Bohrspindeln vorgesehen, welche individuell eingestellt werden können. Auch die Lochdurchmesser sind in gewissen Grenzen frei wählbar.

Aehnlich können auch Lochstanzmaschinen eingesetzt werden.

Hobeln, Fräsen Eine spanabhebende Bearbeitung ist nur in selteneren Fällen vorgesehen und für unsere Betrachtung von geringerer Bedeutung.

Zusammenbau Vor der Verbindung zur Konstruktion muss der Zusammenbau der Einzelteile auf oder mit geeigneten Hilfsmitteln stattfinden. Im Serienbau wird man bestrebt sein, den Zusammenbau möglichst ohne Vermessen und Anreissen in Vorrichtungen vorzunehmen und die richtige Lage durch Anschläge, Klammern, druckluftbetriebene Klemmen usw. zu sichern und nur ausnahmsweise Schrauben oder Heftschweissung zu verwenden. Die Zusammenbauvorrichtungen dienen in vielen Fällen gleichzeitig als dreh- oder kippbare Schweissvorrichtungen, welche das Schweissen in günstiger Lage gestatten und gegebenenfalls

gleichzeitig durch wärmeableitende Beilagen und entsprechende Einspannungen Schweissverzug und Schweiss-Spannungen in erträglichen Grenzen halten. Der Aufbau solcher Schweissvorrichtungen ist oft ziemlich verwickelt, insbesondere wenn noch eine Umstellbarkeit auf verschiedene Grössen verlangt wird. Es ist immer auch nötig, die unvermeidlichen Walztoleranzen zu berücksichtigen. Eine Automatisierung dieser Arbeiten ist nur in den seltensten Fällen bei kleineren Bauteilen möglich. Sehr verbreitet sind Vorrichtungen zum Zusammenbau von Vollwandträgern aus Stehblech und Gurtplatten verschiedenster Grösse. Von der richtigen Lösung der Einspann- bzw. Zusammenbauvorrichtung hängt in vielen Fällen überhaupt der wirtschaftliche Erfolg der Automatenschweissung ab.

Verbinden, Nieten und Schrauben Auf diesem Gebiet sind wenig Möglichkeiten einer Intensivierung der Arbeiten vorhanden, die nicht schon in der Einzelfertigung ausgenützt würden. Zu erwähnen wäre vielleicht das Kaltnieten mit zwei Schliessköpfen mit pneumatischer Einführung der Nieten in die zu verschliessenden Löcher. Hier sollte auch der verschiedenen reibungsschlüssigen Verbindungen und mechanischen Verriegelungen gedacht werden, deren Schlösser meist durch Stanzen hergestellt werden und wesentlich zur Vereinfachung der Montage beitragen, aber nur bei Serienfertigung wirtschaftlich hergestellt werden können.

Schweissen Das Schweissen ist auch im Serienbau das wichtigste Verbindungsmittel. Ueber neuere Schweissverfahren im Hoch- und Brückenbau hat der Verfasser auf dem VII. Kongress der IVBH gesprochen [9.1] . Hier sollen also nur die für die Serienfertigung wichtigen Aspekte kurz behandelt werden. Im Stahlbau herrscht trotz aller Bestrebungen die Lichtbogenschweissung von mit handgeführten Elektroden oder halbautomatischen Schutzgasschweissvorrichtungen vor. Automatische Unterpulverschweissung wird nur bei langen Nähten angewendet. Unterstützt wird dieser Hang zur Handschweissung durch die Einführung neuer Hochleistungselektroden und verbesserter Schutzgasschweissverfahren mit grossen Auftragsleistungen [9.2] und durch die Tatsache, dass mit Handschweissung am besten Ungenauigkeiten in der Nahtvorbereitung ausgeglichen werden können. In der Tat gehört das automatische Lichtbogenschweissen zu den schwierigsten Aufgaben der Regeltechnik, da z.B. die durch Ungenauigkeit der Vorbereitung oder den Verzug entstandene Veränderung des Kantenabstandes oder des Oeffnungswinkels vom Automaten schwer zu messen und dann durch entsprechende Aenderung der Schweissparameter zu kompensieren ist.

Die bei der Serienfertigung angewandte Technologie lässt bessere und genauere Nahtvorbereitung voraussetzen und erlaubt daher eine einfachere Steuerung des automatischen Schweissprozesses. Die Einspannvorrichtungen müssen für Automatenschweissung kräftig gehalten sein. Um z.B. die Veränderung des Fugenabstandes einer Stumpfnaht eines 3 mm dicken Bleches zu verhindern, ist eine Einspannkraft von 40 - 50 kp/cm nötig. Die Leistungssteigerung beim mechanischen Lichtbogenschweissen ist nicht unbedeutend [9.4] .

Bei Einzelfertigung wird mit automatischer Lichtbogenschweissung nur bei langen Nähten gerechnet, bei welchen die schwierigeren Vorbereitungen durch die grösseren Schweissgeschwindigkeiten mehr als abgeglichen werden. Bei sorgsam durchkonstruktierten Einspannvorrichtungen mit kurzen Einspannzeiten, welche bei Serienerzeugung tragbar sind, kann auch für kurze oder unterbrochene Nähte die automatische Schweissung eingesetzt werden.

Auch das Anschweissen von Bolzen, eine Lichtbogen-Pressschweissung,

kann durch einfache Zusatzeinrichtungen voll mechanisiert werden.

Die Widerstandsschweissung, hauptsächlich Punkt- und Buckelschweissung, ist natürlich auch im Serienbau einsatzfähig und in vielen Fällen voll automatisierbar, da ja bei modernen Maschinen der Schweissprozess selbst automatisch abläuft und durch Programmsteuerung mit genau festgelegter zeitlicher Folge und Grösse der Energiezufuhr und des Anpressdruckes, bei gleichmässiger Oberfläche verlässliche, gleichbleibende Ergebnisse liefert. Die Anwendung ist sehr universell, da Blechdicken bis etwa 20 - 25 mm bewältigt werden können. Statt Widerstandsschweissen wird oft auch Pressschweissen mit induktiver Erwärmung gewählt, wie z.B. beim Thermatoolverfahren [10] , welches grosse Schweissgeschwindigkeiten gestattet.

Das Schweissen galvanisierter oder feuerverzinkter Bleche bereitet noch einige Schwierigkeiten. Mit der Dicke der Zinkschicht steigt die Neigung zur Porenbildung in der Naht [11] . Auch Widerstandsschweissen ist möglich. Schwierigkeiten bereitet das Auflegieren der Punkt- oder Rollenelektroden mit dem Belagmetall, da sich hierdurch die Uebergangswiderstände wesentlich ändern und das ständige Abarbeiten der Elektroden Zeit und Materialverluste mit sich bringt. Gute Erfolge wurden mit Buckelschweissung mit ringförmigen Bukkeln erzielt [11.4] . Mit Kondensator-Impuls-Schweissverfahren, also mit sehr genauer Dosierung der Energiezufuhr, ist sogar das Schweissen, z.B. Aufschweissen von Bolzen auf einseitig mit Kunststoff beschichtetem Blech möglich. Das Verschweissen folienbeschichteter Bleche wird entwickelt. Genauere Angaben wären in der Diskussion erwünscht [12] . Dem Widerstandsstumpfschweissen begegnen wir z.B. beim Gehrungsschweissen von Fensterrahmen usw.

Auch alle anderen automatischen Schweissverfahren, soweit sie im Stahlbau Verwendung finden können, werden bei der Serienfertigung mit Erfolg eingesetzt. In vielen Fällen wird jedoch auch in der Serienfertigung Handschweissung verwendet, um z.B. die Vorbereitungszeiten für die Automatenschweissung zu verkürzen und teuere Schweissvorrichtungen einzusparen. Beim Widerstandsschweissen finden wir andererseits oft auch eine mechanisierte Zubringung der Teile, sodass die Arbeit voll mechanisiert ist.

Kleben Das Kleben hält langsam Einzug auch in den Metallbau und kann insbesondere für das Verbinden dünner Bleche vorteilhaft eingesetzt werden. Besonders interessant wird die Kombination von Kleben und Punktschweissen durch die vergrösserte Festigkeit und den guten Korrosionsschutz. In diese Gruppe sind auch viele der verschiedenen Formen der Sandwichplatten einzureihen. Auch die Herstellung von Sandwichplatten durch das Ausschäumen mit Kunststoff gehört hierher. Diese Arbeiten werden gewöhnlich weitgehend mechanisiert. Beispiele wird wohl die Diskussion bringen.

Vollendungsarbeiten Auch die abschliessenden Arbeiten, vor allem der Anstrich, werden weitgehend mechanisiert. Erinnert sei an die verschiedenen Farb- und Metall-Spritzverfahren, Trockentunnel usw. Oft werden erst die fertigen Konstruktionsteile verzinkt. Es ist dann notwendig,die Details sorgfältig "verzinkungsgerecht" zu wählen [13] . Die fertigen Stahlbauteile werden oft noch vor Abgang zur Baustelle mit weiteren, meist nichtmetallischen Teilen komplettiert (z.B. mit Sandwichplatten, Verkleidungen). Diese Arbeiten sind jedoch zu spezifisch, um hier allgemein behandelt zu werden. Thema III wird wohl Beispiele bringen.

Fertigungsstrassen Der Erfolg des Einsatzes weitgehend mechanisierter oder automatisierter Arbeitsprozesse wird wesentlich gesteigert durch deren Zusammenfassung zu organisierten Fertigungsstrassen, auf welchen die Verarbeitung möglichst ohne wesentliche Handarbeit und mit kleinen Transportwegen vor sich geht.

Zu den einfachsten Einrichtungen dieser Art gehört das Zusammenstellen und Schweissen von Vollwandträgern. Das auf der ganzen Oberfläche oder nur in den Aufschweissflächen sandgestrahlte Material (Breitflachstähle und Bleche) kommt über Rollgänge zu einer Vorbiegemaschine, welche die Flanschen bei Dicken bis 25 mm dachförmig soviel vorbiegt, dass sie nach dem Schweissen gerade werden. Ueber weitere Rollgänge geht das Material zur Aufstellvorrichtung, in welcher Stehblech und Flanschen mit hydraulisch angepressten Leitrollen in der gewünschten Lage gehalten werden, um durch den Schweissstand durchgeführt zu werden. Heftschweissung findet nur am Trägeranfang statt. Der Träger wird entweder stehend oder liegend mit 2 Kehlnähten gleichzeitig geschweisst, gewendet und dann werden auf demselben Schweissstand, oder besser auf einem zweiten Stand, die weiteren 2 Kehlnähte gezogen. Gewöhnlich wird UP-Schweissung verwendet, oft zur Erhöhung der Schweissgeschwindigkeit mit zwei Schweissköpfen mit je 2 Schweissdrähten pro Kopf [14] für jede Kehlnaht. Die Schweissgeschwindigkeiten erreichen dann bei etwa 6 mm dicken Schweissnähten bis 1,5 m/min. Es werden normale Träger von 200 - 2000 mm Höhe mit Flanschbreiten von 50 - 500 mm geschweisst. Nach dem Schweissen geht der Träger auf Lager oder er wird direkt in die weiter unten beschriebene Anlage für den Trägerbau eingeleitet.

Zum Schweissen von Trägern wird auch das schon erwähnte Thermatoolschweissen verwendet (Abb. 3), das mit grosser Geschwindigkeit, vollständig automatisch, ähnlich wie eine Rohrschweissmaschine arbeitet. Geschweisst wird mit einer Frequenz von 450 kc/s. Da die Verschweissung nur etwa auf 80 % der Stegdicke erfolgt, wird der Steg vor dem Verschweissen angestaucht und der Wulst nach dem Verschweissen abgearbeitet (Abb. 4) [15].

Leichte Fachwerkträger (Openwebb Joists) werden vollautomatisch hergestellt. Abb. 5 zeigt schematisch eine solche Anlage [16] für Träger nach Abb. 6. Von je einem Coil für beide Flanschen und die Diagonalen (a, b, c) gehen die Bänder vorerst durch eine Verfestigungsanlage (d), in der die Streckgrenze durch gezielte Kaltverformung erhöht wird. Die Flanschen werden durch Rollen (e) geformt, die Diagonalen noch mit einer Presse (f) zu einem endlosen Zickzackband gebogen. Mit 2 Widerstandsschweisspressen (f_1, f_2) werden die Fachwerkknoten geschweisst, dann mit einer fliegenden Säge (g) der Träger in die geforderten Längen zerschnitten.

Es gibt eine grosse Zahl von verschiedenen Systemen, welche sich jedoch im Wesentlichen nur durch die Profile der Stäbe und die Knotenverbindung unterscheiden. Die Knoten werden z. B. auch mit Hochfrequenz Pressschweissung oder schliesslich auch nur mit Lichtbogenhandschweissung verbunden. Die Abb. 7 zeigt eine Schweissanlage, in welcher die Schweissverbindungen aller Diagonalen mit einem Gurt mit einem Einspannen in eine Mehrstellenschweissanlage zustande kommen. Die Mechanisierung der ganzen Anlage vom Materialeingang bis zur Expedition fertig rostgeschützter Träger ist bei verschiedenen Herstellern verschieden weit getrieben und vielfach durch Patente geschützt.

Layout of mill for vertical production of structural sections. A: Uncoilers and flatteners. B: Cut flange feeder. C: Web upsetter. D: Flange pre-bender. E: Welder, one each side. F: Cooling zone. G: Straighteners, longitudinal and flange. H: Cutting Saw. I: Run-out and take-away. J: Scarfing. K: Flange joint finder.

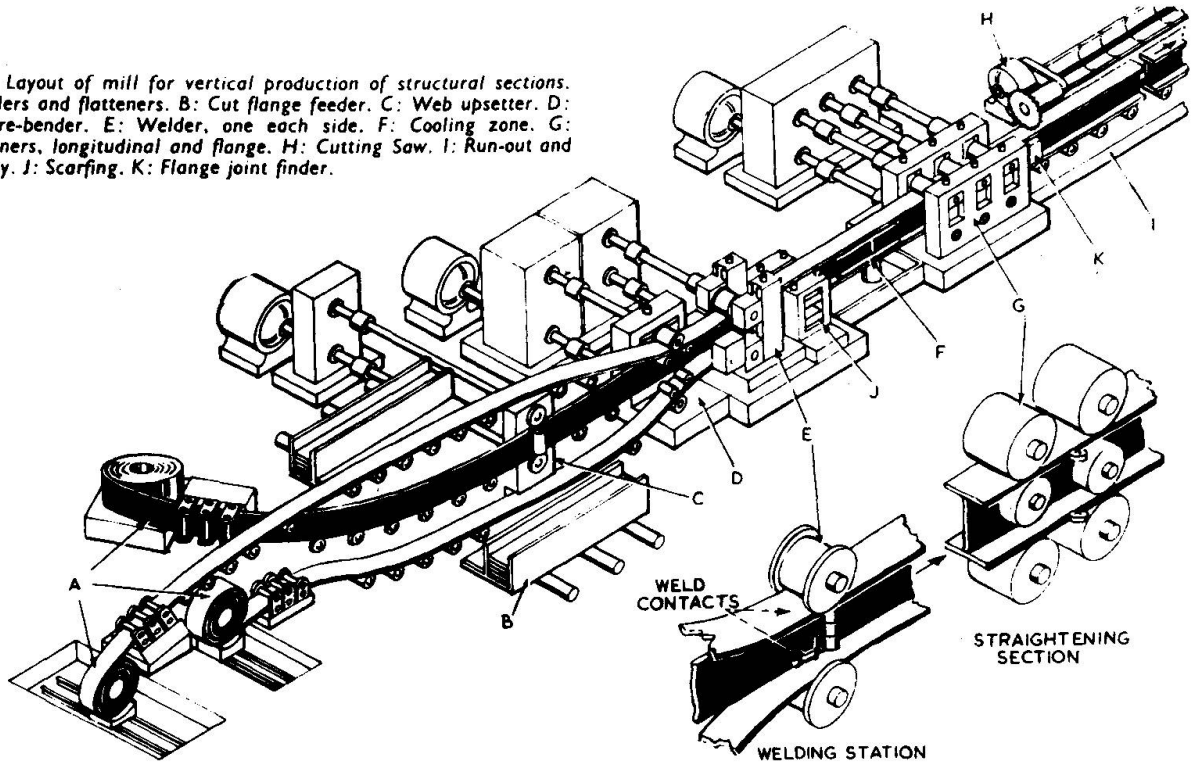


Abb. 3

Abb. 3: Fertigungsstrasse für Profile. A: Abspulen und Richten. B: Einführung geschnittener Flanschen. C: Anstauchen d. Stehbleches. D: Verbiegen der Flanschen. E: Schweissen. F: Kühlen. G: Richten. H: Säge. I: Auslauf und zur Ablage. J: Bearbeitung des Schweisswulstes. Welding Station, Weld Contacts = Schweissstelle und Kontakte, Straightening Section = Richten.

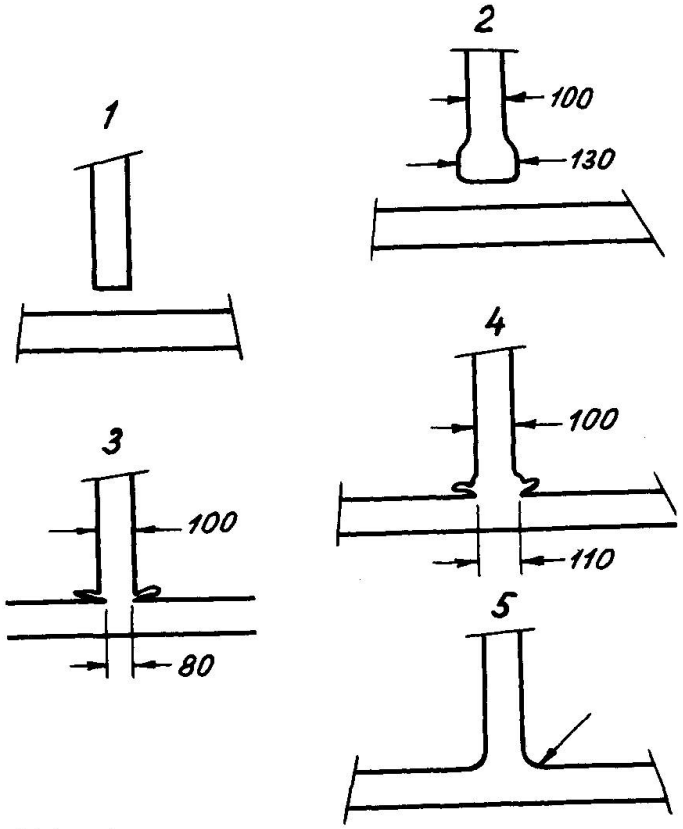


Abb. 4

Abb. 4: Bearbeitung des Stehbleches: 1 -vor dem Schweissen, 2 -Anstauchen, 3 -geschweisst ohne Anstauchen, 4 -geschweisst mit Anstauchen, 5 -nach Arbeiten des Schweisswulstes.

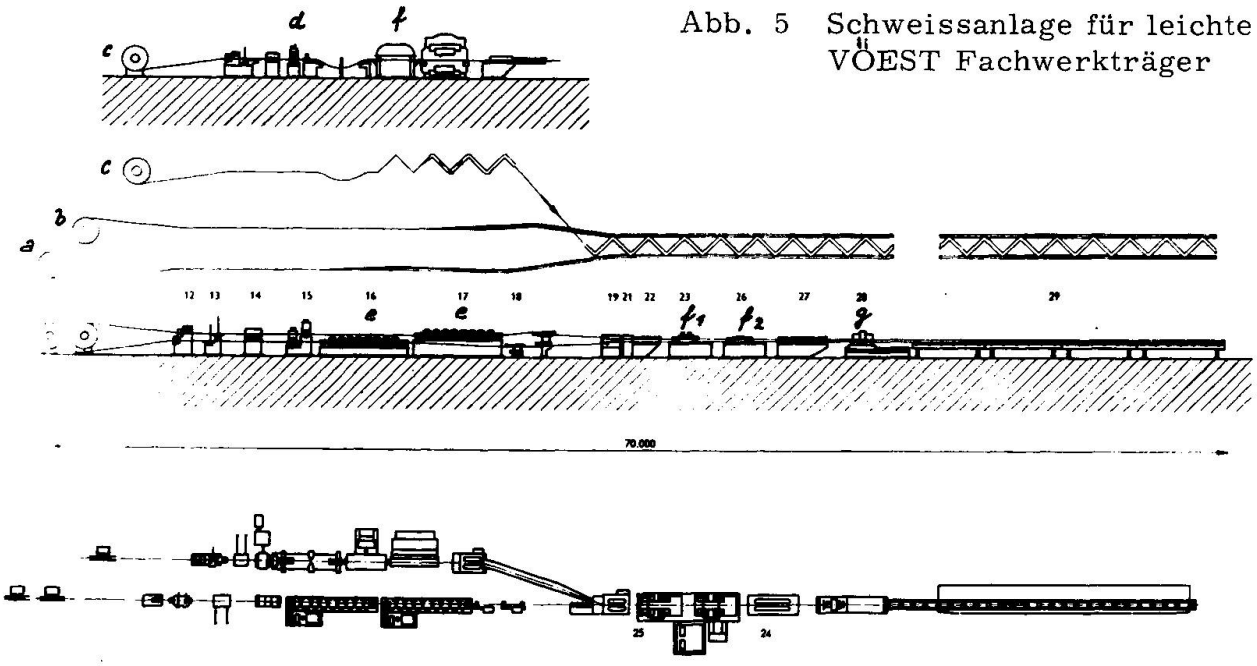


Abb. 5 Schweissanlage für leichte VÖEST Fachwerkträger

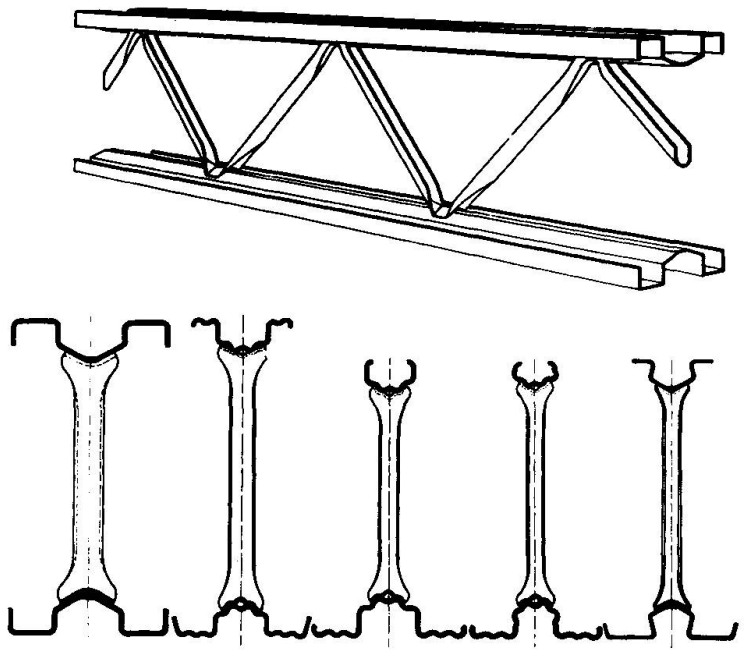


Abb. 6 Leichte Fachwerkträger VÖEST

Auch für mittelschwere Konstruktionen, hauptsächlich für den sogenannten Trägerbau,wurden Anlagen geschaffen, welche die Materialvorbereitung weitgehend mechanisieren, dabei jedoch eine gute Anpassung an die wechselnden Anforderungen gestatten und nicht nur im Serienbau eingesetzt werden. Es können Träger verschiedener Profile in beliebigem Wechsel verarbeitet werden. Auf manchen Anlagen müssen Winkel vorerst mittels Heftschweissung bzw. Klammern zu U-Profilen verbunden werden. Die Anlage umfasst mindestens eine Kaltsäge sowie ein Horizontal- und Vertikalbohrwerk mit den verbindenden Rollgängen und Abzweigungen zu Zwischenablagen bzw. zur Weiterverarbeitung. Das Herz der Anlage bildet die Einrichtung zum genauen Verschub der Stücke zum Ablängen und Bohren, da ohne Anzeichnen gearbeitet wird. Die rasche

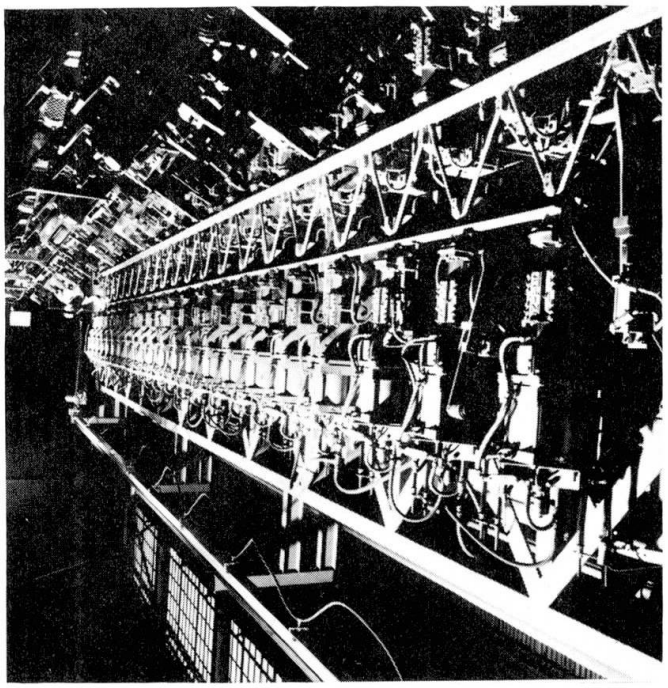


Abb. 7

Transportbewegung wird vor Auftreffen auf den Anschlag oder den Fühlhebel in ganzen Meterlängen abgebremst und dann erfolgt genaue Einstellung durch eine rückläufige Bewegung des Stückes oder des Säge- bzw. Bohrportales. Es kann eine Genauigkeit der Einstellung bis $\pm$ 0,2 mm erreicht werden. Der Antrieb ist elektrisch oder hydraulisch. Die beiden Arbeitsgänge, Ablängen und Bohren, werden von je einem Schaltpult durch Einstellen der verschiedenen Masse nach der Zeichnung oder einer tabellarischen Zusammenstellung gesteuert. Bei grösseren Serien lohnt sich eine weitergehende Automatisierung durch Verwendung numerisch ferngesteuerter Maschinen mit Lochkarten oder Magnetband.

Die Verkürzung der Durchlaufzeit durch solche Anlagen im Vergleich mit der altüblichen Fertigung sind überraschend gross, hauptsächlich durch Wegfall des Anreissens, Verkürzung der Transportzeiten und in beträchtlichem Ausmass auch durch die Verkürzung der reinen Maschinenzeit.

Fertigungsstrassen werden entweder universell, mit der Möglichkeit einer grossen Variabilität entworfen, oder im Gegenteil für eine Produktion in grossen Serien mit weitgehender Automation.

Es würde natürlich den Rahmen des Einführungsberichtes überschreiten, auf die speziellen Details einzelner Anlagen einzugehen. Dies möge der Diskussion überlassen bleiben.

Transport und Montage Für den einfachen Transport der oft sperrigen, aber leichten Bauteile, werden oft sinnreiche Vorrichtungen entworfen und auch schon im Projekt wird auf die Möglichkeit eines Ineinanderschachtelns Rücksicht genommen. Auch für den Zusammenbau auf der Baustelle werden oft Spezialkräne und Hilfsvorrichtungen verwendet, um die Bauzeit abzukürzen. Wie schon oben erwähnt, können auch verschiedene Klemmverbindungen mit wenig Schrauben den Zusammenbau wesentlich erleichtern.

Literatur:

[1] Strelecky: "Stalnyje konstrukcii", Moskva 1952

[2] Schertel: "Untersuchungen der Mechanisierbarkeit häufig wiederkehrender Verrichtungen im Handwerk. Dargestellt am Beispiel einiger Stahlbaubetriebe", VDI-Z 111 (1969) Nr. 10, S. 678

[3.1] Faltus: "Die Entwicklung der Fertigungstechnologie der Stahlkonstruktionen", Mechanisace 1964, H. 4, S. 49-56 (tschechisch)

[3.2] Kracík: "Technologische Möglichkeiten der Serienfertigung geschweisster Konstruktionen", Mechanisace 1964, H. 5, S. 65-71 (tschechisch)

[3.3] Schlussbericht der 7. Stahlbautagung in der ČSSR 1964: "Serienerzeugung von Stahlkonstruktionen", Verlag ČsVTS Praha (tschechisch)

[4] Rüb: "Strahlmittel, Strahlverfahren und Strahlanlagen", Metalloberfläche 23 (1969), H. 9, S. 262-265

[5.1] Müller: "Schweissprobleme bei der Stahlkonservierung Oerlikon", Schweissmitteilungen 12 (1967), Nr. 34

[5.2] Devitt: "Steels for Stamping", Stamping Diemaking, March-April 1969, S. 25-32

[5.3] - "Welding of Steel Coated with Priming Paint", British Welding Journal 1964, Nr. 9, S. 448-449, British Welding Journal 1968, Nr. 9, S. 468

[5.4] Bergholz: "Ueber den derzeitigen Stand der Ueberschweissbarkeit vorkonservierter Stahlhalbzeuge", Schweisstechnik 1968, Nr. 8, S. 337-340

[6.1] Eberle: "Erhöhung der Brennschneidgeschwindigkeit durch Verwendung von Zweistrahldüsen", Schweissen und Schneiden 1969, H. 12, S. 593-4

[6.2] - "PICOM"-Prospekt, Kawasaki Dockyard Co, Ltd, Kobe, Japan

[7.1] Faltus: "La construction crenelée", Rapport final, V. Congrés AIPC Lisboa 1956, S. 423-4

[7.2] Faltus: "Berechnung von Wabenträgern", Acier-Stahl-Steel 1966, S. 245-248

[7.3] Litzka: "Automatische Erzeugung von Wabenträgern aller Art und Grösse", Acier-Stahl-Steel 1960, S. 480-484

[7.4] - "HMAT"-Prospekt, Kawasaki Dockyard Co Ltd.

[8] Veith: "Probleme des Schweissens im Bereich kaltgeformter Profile", Schweissen und Schneiden 1968, H. 3, S. 113-119

[9.1] Faltus: "Neuere Schweissverfahren für den Hoch- und Brückenbau", VII. Kongress IVBH, Rio de Janeiro 1964, Vorbericht, S. 431-440

[9.2] Hunt, Jaso: "Erection of a Skyskraper with 100 % - Semi-Automatic Field Weld", Welding Journal 1969, S. 402-409

[9.3] Hofe: "Entwicklungstendenzen in der Metall-Schweisstechnik", VDI-Z 111 (1969), Teil I, Nr. 10, S. 685-92, Teil II: H. 2, S. 813-815

[9.4] Wolff: "Leistungssteigerung beim mechanisierten Lichtbogenschweissen", Schweissen und Schneiden 1969, H. 8, S. 322-329

[10] - "Economy of Welded beams", AWF Thermatool, Iron and Steel, October 1968, S. 5

[11.1] Gregory: "Arc Welding of Galvanised Steel", Welding Journal, August 1969, S. 631-638, S. 369-376

[11.2] Krüger: "Korrosionsverhalten punktgeschweisster verzinkter Bleche", Schweissen und Schneiden 1968, H. 6, S. 270-273

[11.3] Börner, Bettenworth: "Das Rollennahtschweissen badverzinkter Feinbleche", Blech 1969, H. 8, S. 390-395

[11.4] Eichhorn, Opyse: "Buckelschweissen verzinkter Bleche", Schweissen und Schneiden, 1970, H. 1

[11.5] - "Widerstandsschweissen von Feinblechen, Teil B, Buckelschweissen", Merkblatt 421 - Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf

[11.6] Holásek: "Beitrag zum Punktschweissen von verzinkten Blechen", Zváranie 1970, H. 4, S. III-116

[11.7] Kelly, Knowlson: "Spot Welding Galvanised Steel", Welding and Metal Fabrication, Dezember 1968, S. 447-453

[12] Eichhorn: "Das Schweissen beschichteter Bleche nach dem Kondensator-Impuls-Schweissverfahren mit koaxialen Elektrodenanordnungen", Forschungsbericht Nr. 1939 des Landes Nordrhein-Westfalen 1968

[13] - "Verzinkungsgerechtes Konstruieren im Stahlbau", Merkblatt 359 - Beratungsstelle für Stahlbauverwendung, Düsseldorf

[14] - Prospekt Kaiser-Pullmax

[15] - "High Frequency Resistance Welding", Welding and Metal-Fabrication, 1968, H. 8, S. 290

[16] - Prospekt VÖEST Linz

[17] - Courtessi Bethlehem Steel

ZUSAMMENFASSUNG

In der Einleitung wird darauf hingewiesen, dass zu beachten sind: die ökonomische Interaktion zwischen der Zahl gleicher oder gleichartiger Stükke, die optimale Erzeugungstechnologie mit speziellen, teilweise oder voll automatisierten Maschinen, der optimale Entwurf, welcher durch die Möglichkeit der billigen Herstellung auch komplizierter Elemente mit kleinen Toleranzen in der Massenproduktion beeinflusst wird.

Im weiteren werden Einzelheiten verschiedener Fertigungsschritte der Erzeugung und die Möglichkeit für deren Automation gegeben. Besprochen werden die Verarbeitung kaltgeformter, plastikbeschichteter Profile, das vollautomatisierte Brennschneiden, verschiedene Schweissverfahren usw. sowie deren Einsatz in der Serienfertigung.

Schliesslich werden Beispiele von Fertigungsstrassen erwähnt.

Die vorbereitete Diskussion könnte sich etwa in vier Abteilungen gliedern:

1. Oekonomische Aspekte der Massenfertigung
2. Ausgangsmaterial
3. Technologie der automatischen Fertigung, zugehörige Spezialmaschinen und Einrichtungen sowie
4. Fertigungsstrassen.

SUMMARY

In the introduction it is pointed out that the economic interaction between the number of identical or similar pieces, the optimal production technology with special semi- or fully automatic machines as well as the optimal design which is influenced by the possibility of cheap production even of complicated elements by mass-production and their greater accuracy has to be considered.

Furthermore there are given some details and examples of different steps in the technological process and their automation. The working with cold formed plastic coated steel girders, the fully automatic controlled oxygen cutting machines, different welding processes and their application in mass-production etc. are the main items mentioned.

Finally mentioned are examples of production lines.

The prepared discussion could be devided into four parts:

1. the economic aspects of mass production
2. the material and its surface treatment
3. the different technological processes used in mass-production and
4. production lines.

RÉSUMÉ

De l'introduction il sort qu'on doit considérer l'interaction économique entre le nombre des pièces identiques ou similaires, la technologie optimale de production avec des machines semi- ou complètement automatisées et le projet. Ce dernier est aussi influencé par la possibilité de fabriquer à bas prix même des détails compliqués et de grande précision.

On donne ensuite des détails sur différents procédés de fabrication et sur la possibilité de leur automatisation. On traite surtout la fabrication à partir de profilés en tôle pliée à froid, munis d'un revêtement plastique, le découpage à l'oxygène avec des machines complètement automatisées et les différents procédés de soudure et leur emploi dans la fabrication automatisée etc.

Enfin on présente quelques exemples de fabrication en chaîne.

La discussion préparée devrait se concentrer sur les points suivants:

1. l'aspect économique de la production en série
2. le matériel de base
3. les procédés technologiques et machines spéciales différents appliqués dans la production en masse
4. la production en chaîne et fabrication automatique.

Leere Seite
Blank page
Page vide