

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

**Band:** 9 (1971)

**Artikel:** Zum Ausbau der Fertigungsanlagen für massgeschneiderte Aufträge

**Autor:** Schlaginhaufen, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-10348>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.01.2026

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

## **Zum Ausbau der Fertigungsanlagen für maßgeschneiderte Aufträge**

Ways for the Improvement of Manufacturing Methods in Custombuilt Structures

Contribution pour une exploitation rationnelle dans la fabrication sur mesure

**R. SCHLAGINHAUFEN**

Dipl.-Ing.

Frauenfeld, Schweiz

### **1. Einleitung**

Betriebsfragen gewinnen im Stahlbau wegen der rascher als die Materialpreise steigenden Lohnkosten und Verknappung der Arbeitskräfte gegenüber Fragen der Materialeinsparung zunehmend an Bedeutung. Wenn im Einführungsbericht gesagt wird, dass in den letzten 20 Jahren die Konstruktions- und Fertigungstechnik des Stahlbetonbaues vergleichsweise schneller vorangekommen ist, so darf man andererseits feststellen, dass der heutigen Stahlbaufertigung noch erhebliche Rationalisierungsreserven innewohnen. Diese Möglichkeiten werden vom Stahlbau selbst in Gebieten mit vergleichbaren wirtschaftlichen Voraussetzungen in unterschiedlichem Mass genützt. Der Grund mag zum Teil in einem für den Stahlbau ungewohnt hohen Kapitaleinsatz liegen, den moderne, numerisch gesteuerte Bearbeitungsmaschinen erfordern. Daneben spielen aber auch die ungenügenden Kenntnisse der die Produktivität beeinflussenden Faktoren bei Ingenieuren aller Stufen eine Rolle. Erfreulicherweise finden in neuerer Zeit betriebswirtschaftliche und Managementfragen in den Studienplänen der Bauingenieure Eingang. Es liegt durchaus im Interesse des Stahlbaues, dem angehenden Ingenieur im Rahmen der ordentlichen Studienprogramme neben der Vermittlung der unerlässlichen theoretisch-konstruktiven Grundlagen auch eine betriebswirtschaftliche Schulung zu bieten. Der Stahlbau ist im Begriff, sich aus seiner handwerklichen Befangenheit zu lösen und eine industrielle Bauweise zu werden. Ein in dieser Industrie tätiger Ingenieur muss sich von der einseitigen Konzentration auf die Berechnung befreien und Konstruktion, Fertigungstechnik, Betriebswirtschaft und Marketing als gleichwertige, eines Ingenieurs keineswegs unwürdige Sparten, selbstsicher überblicken können. Bringt er das erforderliche Rüstzeug von der Hochschule mit, so ist er dank seiner technischen Grundlagen dem einseitig kaufmännisch, juristisch oder betriebswirtschaftlich gebildeten Manager überlegen; andernfalls bleiben ihm Führungspositionen in der Industrie je länger desto mehr verschlossen.

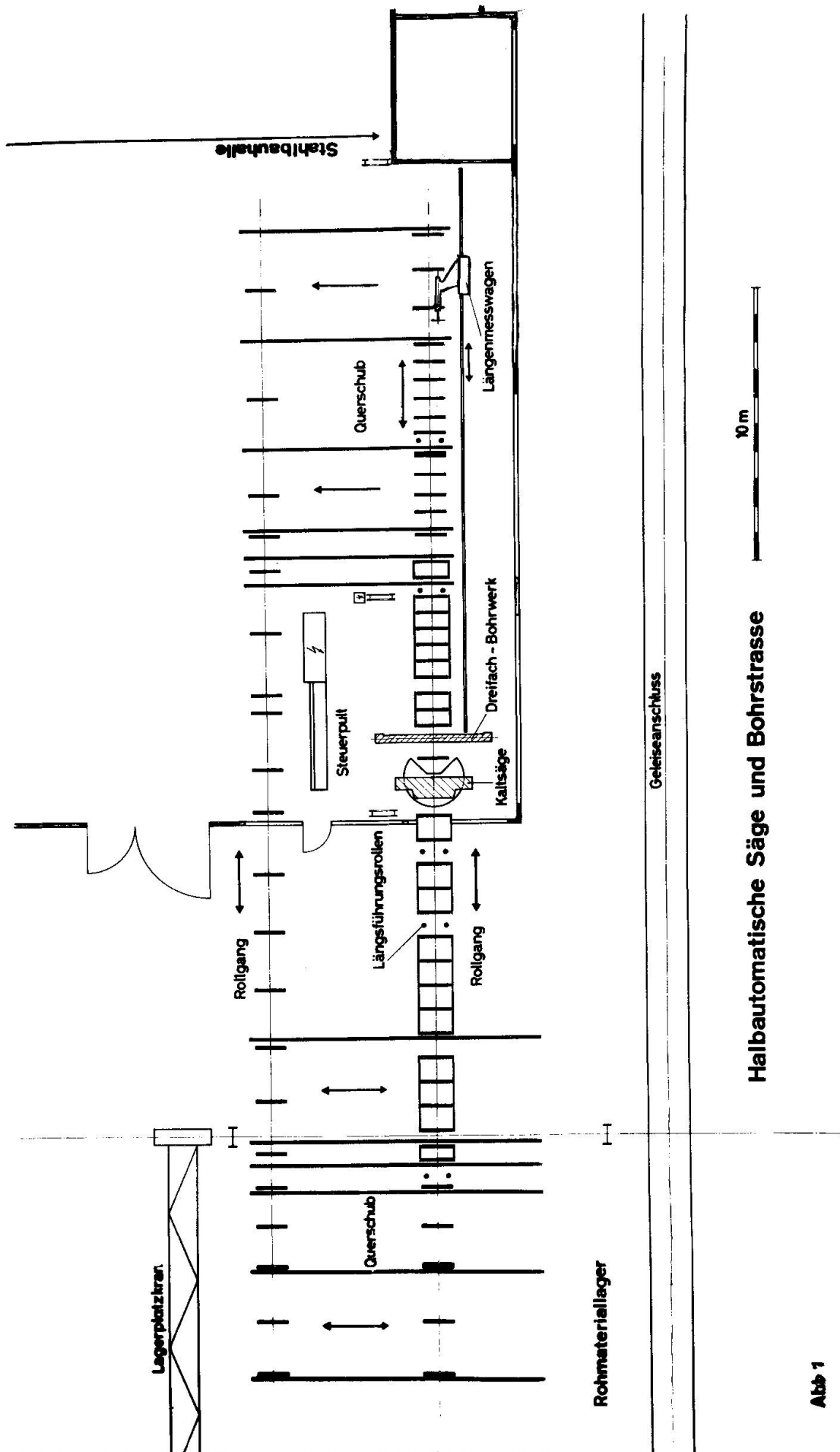
Ziel jeder Fertigungsverbesserung ist es, immer wiederkehrende Bearbeitungsgänge durch besonders dafür entwickelte Maschinen schnell und präzise ausführen zu können. Bei massgeschneiderten Konstruktionen ist vor allem wichtig, dass die Einrichtzeitverluste klein bleiben. Sie belasten das Einzelstück in viel stärkerem Mass als bei Serien und die Vorbereitungszeit blockiert die oft teuren Maschinen für die Produktion, für die sie im Grunde geschaffen wurden. Der flüssigen Materialzufuhr zu den Maschinenplätzen und dem Wegtransport kommt somit erhöhte Bedeutung zu. Zur Rationalisierung durch geeigneten Maschineneinsatz eignen sich besonders gut das Längenmessen, Sägen, Bohren, Stanzen, Brennschneiden, Richten und die Korrosionsschutzbehandlung, jedoch nur in beschränktem Mass das Schweißen. Am Beispiel einer mittelgrossen Stahlbauanstalt, die vorwiegend massgeschneiderte Konstruktionen herstellt, soll gezeigt werden wie durch entsprechende Maschinen und Anlagen in der Stabbearbeitung, dem Richten und dem Korrosionsschutz eine erhebliche Produktivitätssteigerung erzielt wurde.

## 2. Einige produktivitätserhöhende Massnahmen der Fertigung

### 2.1. Halbautomatische Stabbearbeitung

Am Anfang einer Stahlbaufabrikation steht die Einzelteilmontage. Die Einzelteile bestehen aus stabförmigen Walzprofilen oder sie sind flächig und aus Blechen hergestellt. Diese Gruppe lassen wir hier ausser Betracht. Bisher wurden die stabförmigen Einzelteile vorerst auf einer Zulage angezeichnet, wobei der Anreisser die Arbeit des Zeichners am Werkstück wiederholte. Ein an beiden Flanschen und dem Steg zu bearbeitender Träger musste dazu zweimal gewendet werden. Bei mehreren gleichen Stücken wiederholte sich - im Gegensatz zum Zeichner - die Arbeit des Anreissers mehrmals, sofern sich der Bau einer Lehre nicht lohnte. Nach dem Anzeichnen wurden die Werkstücke mit Kranen an die Bearbeitungsplätze, z.B. zu einer Bohrmaschine gebracht, wo sie bei wiederum zweimaligem Wenden an Flanschen und Steg gebohrt wurden.

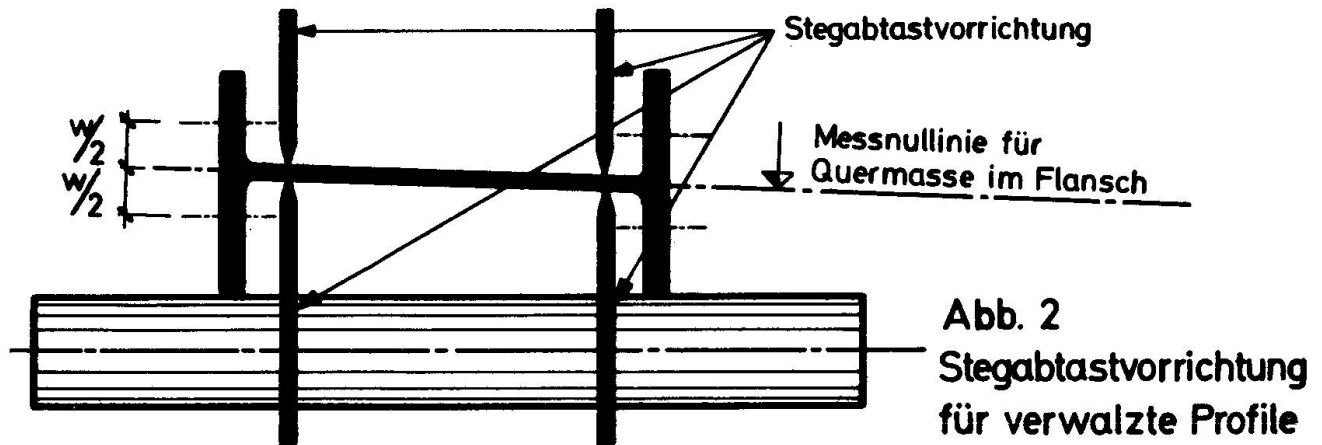
Mit einer numerisch gesteuerten, kombinierten Säge- und Bohranlage gemäss Abb. 1, die durch Transferstrassen beschickt wird, kann selbst bei beschränkten Platzverhältnissen der Materialfluss erheblich beschleunigt und das Anreissen von Stäben praktisch vollständig ausgeschaltet werden. Die Anlage wird durch einen einzigen Mann von einem Schaltpult aus gesteuert. Wesentlich ist das Bereitstellen der Werkstücke auf dem Quertransport im Lager in der gewünschten Reihenfolge. Sie laufen vom Zuschnitt bis zum fertigen Bohren und Abschub in die Zusammenbauhalle durch die Maschinen, ohne dass sie in die Hand genommen werden müssen. Lediglich der Sägeblatt- und Bohrerwechsel werden von Hand ausgeführt, letzterer mit Schnellwechselfuttern. Es ist eine Frage der benötigten Anzahl Durchmesser, ob die Bohrer auf ebenfalls ferngesteuerte Revolverköpfe montiert werden sollen. Die Maschinen sind im Querschnitt für die grössten heute gewalzten Profile ausgelegt. Die drehbare Säge kann rechtwinklige und Gehrungsschnitte ausführen. Das Bohrwerk hat drei voneinander unabhängige Bohrspindeln zum gleichzeitigen Bearbeiten der Flanschen und des Steges von Trägern. Durch eine sinnvolle Abtastvorrichtung



Halbautomatische Säge und Bohrstrasse

Abb 1

kann der Messnullpunkt für die Quermasse im Flansch automatisch auf die Stegmitte eingestellt werden, d.h. auch bei stark verwalzten Profilen werden die Flanschlöcher plangemäss mit dem Wurzelmass bezüglich Stegmitte gebohrt, Abb. 2.



Das Bohrwerk ist in der Lage, auch blosse Markierungen zu setzen, z.B. um die Lage anzuschweisender Teile zu bezeichnen. Die Präzision der ganzen Anlage hängt zu einem grossen Teil von der Genauigkeit der gemeinsamen Längenmeseinrichtung von Säge und Bohrwerk ab. Vergleichende Erfahrungen haben gezeigt, dass hiefür nur das Beste gut genug ist. Der Längemessswagen ist sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt, muss er doch im Dauerbetrieb ungleich schwere Werkstücke bis zu 5 t aus der Bewegung abbremsten und millimetergenau in der vorgewählten Position festhalten können. Auf eine Besonderheit in der Steuerung der Anlage sei noch hingewiesen: während die Maschine arbeitet, z.B. bohrt, kann zu jeder Messgrösse die nächstfolgende, z.B. die nächste Bohrerstellung, in ein Speicherwerk eingegeben und nach Beendigung der ersten Operation die folgende sofort ausgelöst werden.

Die von der Firma Gustav Wagner Reutlingen erstellte Anlage steht seit 1 1/2 Jahren dauernd in Betrieb. Sie hat die Erwartungen voll erfüllt, insbesondere entspricht die Genauigkeit den Anforderungen des Stahlbaues und ist nicht geringer als bei der früheren handwerklichen Fertigung. Im Einschichtenbetrieb werden bei eher leichten Konstruktionen je nach Profilgrösse und auszuführenden Bohroperationen monatlich 250 - 400 t durchgesetzt. Mit einer Lochstreifensteuerung könnte die Leistung um etwa 1/4 bis 1/3 gesteigert werden. Die Rentabilität der Anlage hängt von den Lohn- und Kapitalkosten und vom Auslastungsgrad ab, d.h. von Faktoren die je nach Betrieb und Land verschieden zu gewichten sind. Im vorliegenden Fall wurden drei Anreisser mit Helfer, also 6 Mann für andere Aufgaben freigesetzt. Mitzuberücksichtigen sind die wegfallenden Krantransporte und die damit verbundenen erheblichen Zeitverluste.

## 2.2. Richten von Stäben

Durch die Bearbeitung verlieren die Stäbe oft ihre ursprüngliche, gerade Form, sei es dass sich innere Spannungen lösen, sei es dass sie als Folge der Schweisssschrumpfspannungen krumm werden. Sie müssen wieder gerade gerichtet werden, was am einfachsten mit Richtpressen geschieht. Der Stab wird dabei durch mechanisch oder hydraulisch angetriebene Stössel lokal plastisch verformt und gerade gedrückt. In Stahlbaubetrieben sieht man noch viele veraltete Richtpressen, die durch Hallenkrane beschickt werden, und es ist erstaunlich festzustellen, wie wenig die technischen Möglichkeiten zur Verbesserung dieses regelmässig vorkommenden Arbeitsganges ausgenützt werden.

Am zweckmässigsten sind Richtpressen, die mit zwei Stösseln arbeiten, so dass das Werkstück von zwei Seiten gerichtet werden kann und ein Drehen um  $180^\circ$  entfällt. Besonders bei grossen Profilen wirkt sich dies zeitsparend aus und die Kranzeiten werden verkürzt. Da die Wartezeiten auf die Krane erfahrungsgemäss sehr gross und die Ursache erheblicher Produktivitätsverluste sind, wird eine weitere Verbesserung durch Beschicken der Presse mittels Rollgang erzielt, der vom Bedienungsmann gesteuert wird.

Eine völlig neuartige, von der Jenny Pressen AG Frauenfeld, Schweiz, entwickelte, elektrohydraulische Richtwegsteuerung erlaubt ein kontrolliertes, schnelles Richten nach Weg. Im Unterschied zu den Pressen herkömmlicher Bauart, bei denen die erzielbare Richtgenauigkeit in erster Linie vom Geschick und Fingerspitzengefühl des Bedienungsmannes abhing, kann bei den Jenny-Richtpressen der Endpunkt der Stösselvorlaufbewegung am Steuerpult vorgewählt werden. Der Pressstössel mit den Richtwerkzeugen fährt beim Einschalten der Vorlaufbewegung unter allen Umständen unabhängig von der erforderlichen Richtkraft (sofern diese die maximale Presskraft nicht übersteigt) in die gewählte Position ein und hält sie auch über einen längeren Zeitraum, bis der Rückzugbefehl erfolgt. Dieser Endpunkt der Stösselvorlaufbewegung kann vor, während oder nach dem Positionieren des Stössels über den ganzen Hubbereich des Zylinders verstellt werden. Mit dieser Steuerung ist ein Ueberrichten des Profils nahezu ausgeschlossen, so dass die Pressen auch von weniger qualifiziertem Personal nach kurzer Anlernzeit sicher bedient werden können. Der Rückzugweg des Stössels ist ebenfalls am Steuerpult einstellbar, wodurch die Leerwege und die Einrichtzeiten auf ein Minimum beschränkt werden. Wird bei einer Maschine die elektrohydraulische Richtwegsteuerung mit einem Programmschalter für kontinuierliche Gangart kombiniert, lassen sich auch Biegearbeiten sehr vorteilhaft ausführen.



### 2.3. Korrosionsschutz in Durchlaufanlage

Beim Korrosionsschutz geht im allgemeinen viel Zeit durch Transport und Umschlag der Werkstücke verloren. Oft stauen sie sich vor dem Putzhaus und wirken dadurch bremsend auf die vorangehenden Arbeitsgänge. Diese Nachteile vermeidet die in Abb. 3 dargestellte, wahl-

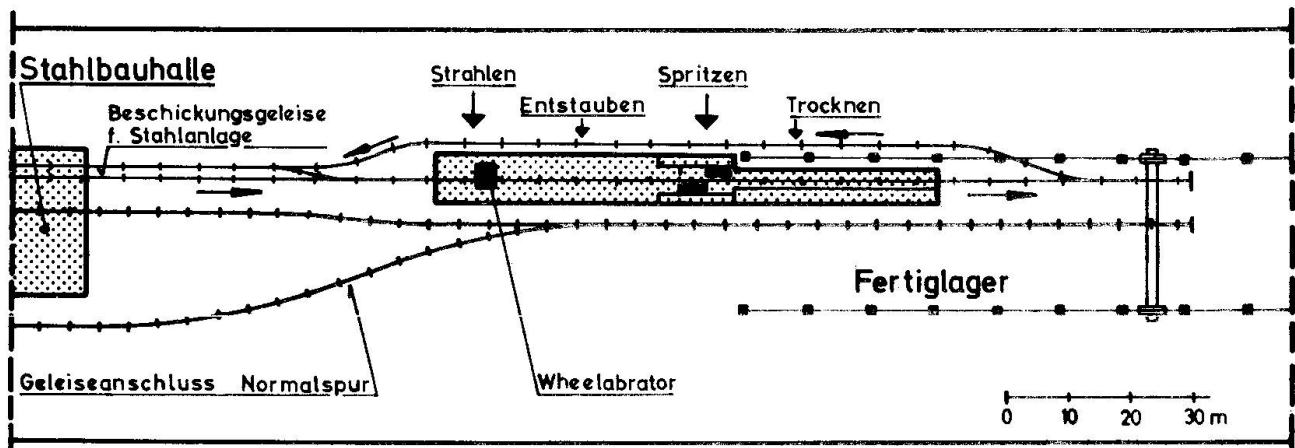


Abb.3 Disposition einer halbautomatischen Stahl-, Spritz- und Trockenanlage.

weise halb- oder vollautomatisch arbeitende Durchlaufanlage. Die fertigen Werkstücke werden in der Zusammenbauhalle auf Beschickungswagen geladen und kontinuierlich durch die Strahlmaschine, die Entstaubung, die Spritzkabine und einen Trockentunnel bis unter den Lagerplatzkran durchgezogen. Die Strahlmaschine Fabrikat Georg Fischer, Schaffhausen, hat ein nutzbares Durchgangsprofil von 1,20 x 2,50 m. Das erlaubt, die meisten Bauteile erst nach der Fabrikation zu strahlen, womit der beste Reinigungseffekt erzielt wird. Nicht nur die lose Walzhaut, sondern auch Bohröl, Schweissrückstände und Schweisschlacken werden dabei unmittelbar vor dem Aufbringen des Grundanstriches vollständig entfernt. Die Anlage wird von 3 Mann beschickt und bedient, wovon einer nach dem Strahlen mit Pressluft die Strahlmittelrückstände entfernt und zwei weitere die Konstruktionsteile beim Durchgang durch den Spritzraum im Airless-Verfahren grundieren. Die Trocknung erfolgt im Tunnel bei Temperaturen bis zu 60° C, so dass die Werkstücke staubtrocken im Lagerplatz ankommen. Die Anlage wurde für massgeschneiderte Konstruktionen konzipiert und hat sich in sechs Betriebsjahren vorzüglich bewährt.

### 3. Auswirkungen auf die Arbeitsvorbereitung

Der Ersatz manueller Fertigungsarbeit durch Maschinen erfordert bedeutend grössere Vorbereitungsarbeiten, die durch qualifizierte, mit dem ganzen Fertigungsablauf vertraute Kräfte ausgeführt werden müssen. Für die Beschickung von Fertigungsstrassen wie die beschriebene Stabbearbeitung, programmgesteuerter Maschinen wie Abkantpressen, Stanzautomaten oder die mechanisierte Herstellung von R-Trägern, Wabenträgern und Schweissträgern genügen die herkömmlichen Werkzeichnungen, Stücklisten und Schablonen nicht mehr. Der Mann an der Maschine braucht genaue, vollständige Angaben über das was er auszuführen hat und nur diese. Jedes Mehr ist für ihn eine Belastung und geeignet, Unsicherheit zu schaffen. Er soll nicht in Zusammenhängen überlegen, sich z.B. nicht um Walztoleranzen und Schrumpfungen kümmern müssen. Das alles bedingt eine Arbeitsvorbereitung, welche die vom technischen Büro gelieferten Unterlagen für die Fertigung weiter bearbeitet, indem sie

- für Spezialmaschinen und Teilefertigungsstrassen die notwendigen Informationen bereitstellt, z.B. in Form von Tabellen oder ummassstäblicher Schemazeichnungen,
- die Werkstücke in der von ihr festgelegten Reihenfolge zeitlich richtig auf die Arbeitsplätze disponiert,
- den Materialdurchfluss vom Lager bis zum Endanstrich, eventuell unter Zuhilfenahme des Computers, derart steuert, dass an den Maschinen keine Leerzeiten oder Stockungen entstehen.

Die Erfahrung zeigt, dass dadurch in der Konstruktion direkt kaum Arbeit gespart werden kann, in der Arbeitsvorbereitung aber nennenswerte Aufwendungen anfallen, die durch entsprechend grösseren Materialdurchsatz wettgemacht werden müssen. Es entsteht dadurch eine Kostenverlagerung von der Werkstatt ins Büro, und die Arbeitsvorbereitung wird ein kalkulatorisch nicht zu vernachlässigender Kostenfaktor. Dieser kann umso kleiner gehalten werden je mehr standardisierte Einzelteile innerhalb massgeschneiderter Konstruktionen zur Anwendung kommen. Darauf wird unter dem Thema II näher eingetreten.

Abschliessend sei noch erwähnt, dass ein nachträgliches Eingreifen in den einmal begonnenen Ablauf, z.B. durch Änderungen, sich bei der mechanisierten Fertigung viel schwerwiegender als bei der frühern handwerklichen Arbeit auswirkt.

### ZUSAMMENFASSUNG

Bearbeitungsfragen gewinnen im Stahlbau wegen der steigenden Lohnkosten gegenüber Fragen der Materialeinsparung zunehmend an Bedeutung. An drei Beispielen wird gezeigt, wie immer wiederkehrende Bearbeitungsgänge durch besonders dafür entwickelte Spezialmaschinen und Teilfertigungsstrassen rationalisiert werden können. Die Auswirkung der Mechanisierung und Automatisierung auf die Arbeitsvorbereitung wird erwähnt.



## SUMMARY

Because of the rising wages the question of efficient fabrication becomes more and more dominating. Three examples show how fabricating steps that do repeat themselves can be improved. Improved mechanisation and automation needs a much better work preparation.

## RESUME

En raison d'une constante augmentation des salaires la conception du façonnage en atelier par rapport au coût de la matière prend une importance croissante. Trois exemples illustrent comment des étapes du façonnage toujours répétées peuvent être rationalisées. Il est fait mention de la répercussion de l'automation sur la préparation du travail.