Automatisierte Fertigung von Rohrstäben für Stabnetzwerkkonstruktionen

Autor(en): **Schulze, Peter**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **10 (1971)**

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-11185

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

Automatisierte Fertigung von Rohrstäben für Stabnetzwerkkonstruktionen

Automated Fabrication of Steel Rods for Trellis-Work Construction

Fabrication automatisée de barres d'acier pour constructions entrelacs

PETER SCHULZE
Dipl.-Ing.
Direktor für Rationalisierung im
volkseigenen Betrieb
Metalleichtbaukombinat Leipzig, DDR

1. Anwendungsgebiete der Stabnetzwerkkonstruktionen

Zur Befriedigung der Bedarfswünsche seiner Kunden produzierte der volkseigene Betrieb Metalleichtbaukombinat in drei Jahren 7 Millionen m^2 Geschoßfläche in Metalleichtbauweise. Die Stabnetzwerkkonstruktionen haben an dieser Menge erheblichen Anteil. Insbesondere für großflächige Hallenkomplexe der Industrie, der Land- und Lagerwirtschaft, aber auch für gesellschaftliche Bedarfsträger, z.B. als Turnhallen, finden diese Konstruktionen Anwendung. In gemeinsamer Entwicklung der Deutschen Bauakademie - Institut für Industriebau und dem VEB Metalleichtbaukombinat entstand nicht nur eine konstruktive Lösung mit bedeutenden Vorzügen, wie

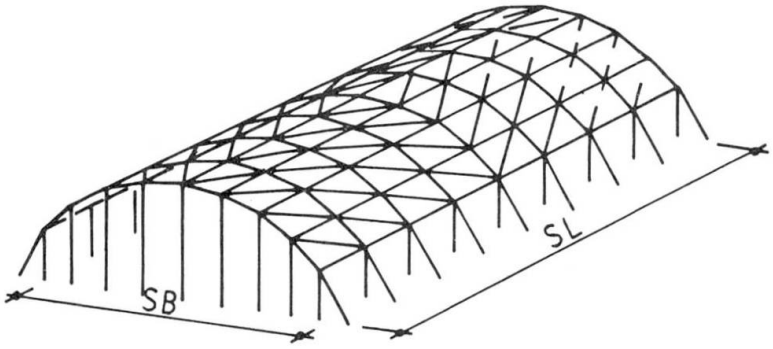
- große stützenfreie Räume
- Einsetzbarkeit von Stahlbeton oder Stahlstützen
- beliebige allseitige Reihbarkeit der Dachsegmente
- geringer Transportraumbedarf durch stapelbare Elemente in Paletten (von besonderer Bedeutung bei Export)
- Vormontage zu ebener Erde ohne Kraneinsatz
- Segmentmontage zum kompletten Dachelement am Einbauort
- Unterbringung der Klimatisierungs- und Versorgungsleitungen im Dachsegment
- geringer Materialeinsatz und kurze Bauzeiten,

sondern gleichzeitig eine hochproduktive Fertigungstechnologie für die Herstellung der Rohrstäbe, die ich Ihnen in meinem Beitrag vorstellen möchte.

2. Stabnetzwerkkonstruktionen - Technische Daten und Parameter

Wir unterscheiden Stabnetzfaltwerkkonstruktionen, die als Pult- oder Satteldach und in Shedanordnung einsetzbar sind, und Stabnetzwerktonnenkonstruktionen. Beide Konstruktionen bestehen aus den gleichen Elementen, die auf der Baustelle zur Tragkonstruktion zusammengefügt werden; die Stabnetzfaltwerke

zu Segmenten mit den Regelabmessungen 12,o m x 18,o m und 12,o m x 24,o m für Knotenpunktbelastungen von 17o kp/m² und 22o kp/m² (Sonderabmessungen sind 6,o m x 18,o m; 6,o m x 24,o m und 12,o m x 12,o m). Die Stabnetzwerktonnen mit einer Systembreite von 16,66 m, einer Scheitelhöhe von 7,1 m, einer Traufhöhe von 3,o m und Hallenvorzugslängen von 3o,o m; 6o,o m; 9o,o m.



STABNETZTONNE
TYP „RUHLAND"

STABNETZFALTWERK
TYP „BERLIN"
ACHSABSTAND
AA = 12000 mm
DACHNEIGUNG 5 %
SB = SYSTEMBREITE
SL = SYSTEMLÄNGE

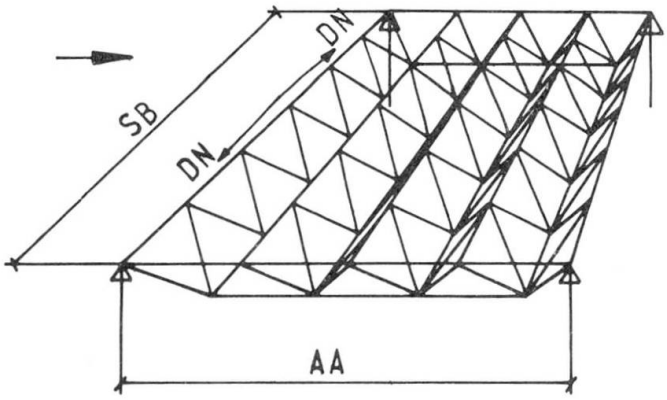


Bild 1 Systemdarstellung für die genannten Konstruktionen

Aus folgenden Konstruktionselementen setzen sich die Stabnetzwerkkonstruktionen zusammen:

- Nahtloses Rohr der Güte St 35 hb nach TGL 9413 und TGL 9414 als Gurt- oder Diagonalstab mit beiderseitig angeschweißten Anschlußknoten aus St 52-3
- Zwei Stück Deckel für jeden Stabnetzknoten aus St 52-3 mit jeweils einer Stift- oder Sechskantschraube aus 6S,8G bzw. 10 K als Verbindungselement.

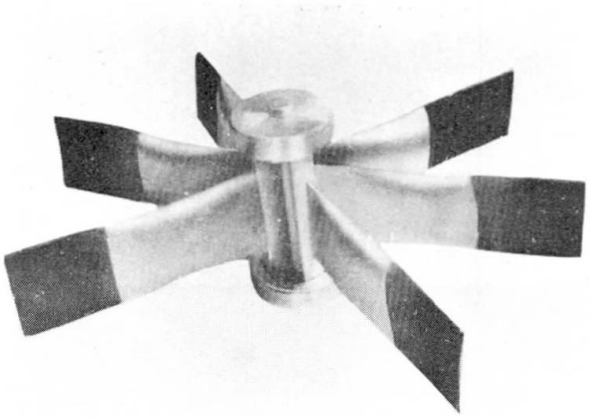


Bild 2 Darstellung eines Stabnetzwerkknotens

Charakteristisches Konstruktionsmerkmal für die Rohrstäbe (Durchmesser 38 ... 108 mm, Längen 2400 ... 3900 mm, Wanddicken 3 - 6 mm) sind beidseitig gequetschte Rohrenden und daran stumpf angeschweißte Anschlußkonen mit trapezförmigem Querschnitt.

Aus der Anordnung der einzelnen Stäbe im Tragwerk ergeben sich Stäbe mit

- geradem, rechtwinklig zur Rohrachse stehendem Anschlußkonus
- geneigtem, schiefwinklig zur Rohrachse stehendem Anschlußkonus
- geneigten und gegeneinander verschränkt zur Rohrachse stehenden Anschlußkonen,

insgesamt 90 verschiedene Stabpositionen.

Diese Konstruktionselemente weichen beträchtlich von den im traditionellen Stahlbau üblichen ab und stellten völlig neue Anforderungen an die Fertigungstechnologie und -genauigkeit, die es bei der Entwicklung und Konstruktion des Maschinensystems zu berücksichtigen galt.

3. Das Maschinensystem zur Herstellung der Rohrstäbe für Stabnetzwerkkonstruktionen

3.1 Allgemeine technologische Gesichtspunkte

Die beschriebenen Merkmale der Rohrstäbe schließen auf Grund der in jedem Fall gleichen fertigungstechnischen Anforderungen den Vorteil einer Massenfertigung ein, die wiederum einen hohen Mechanisierungs- bzw. Automatisierungsgrad der Werkstattfertigung ökonomisch rechtfertigt.

Dabei bieten sich in der räumlichen Organisation des Fertigungsprozesses das Reihenprinzip bei zeitlich parallelem Verlauf der einzelnen Bearbeitungen an. Ein kontinuierlicher Transport, der je nach der Art der Bearbeitung in Takten oder stetig erfolgen muß, ist bei entsprechender Abstimmung der jeweiligen Bearbeitungszeiten und Maschinenkapazitäten möglich.

Im Bild 3 ist die jeweilige Transportart symbolisch dargestellt. Die Möglichkeit der starren Verkettung der einzelnen Bearbeitungsbereiche und die Berücksichtigung von Pufferstationen ist der auch in dieser Beziehung günstigen geometrischen Form der Stäbe zuzuschreiben. Eine Flexibilität der Pufferung in den Grenzen bis zu 2 Produktionsschichten ist lediglich vor der Konservierung notwendig, wenn für jede Stababmessung eine ökonomische Fahrweise der Durchlauf-Konservierungsanlage gewährleistet sein soll.

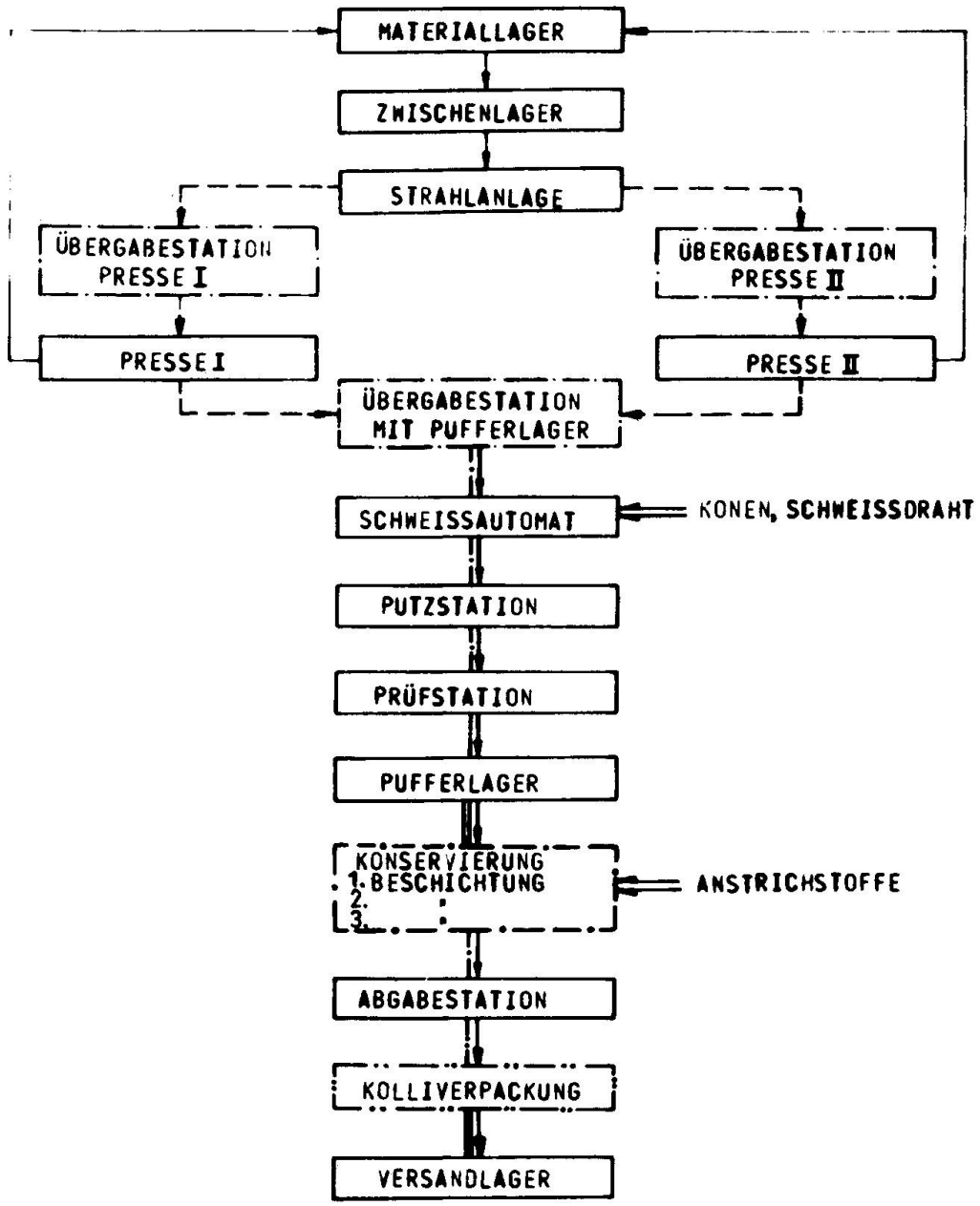


BILD: 3 DURCHLAUFSCHEMA DER FERTIGUNG VON ROHRSTÄBEN FÜR STABNETZWERKKONSTRUKTION

3.2 Untergrundbehandlung

Bereits in der ersten Bearbeitungsstufe wird die Qualität des zu fertigenden Erzeugnisses maßgeblich beeinflußt, hängen doch die Güte der Schweißverbindungen – insbesondere aber die Qualität des Korrosionsschutzes – entscheidend vom Säuberungsgrad der Oberfläche ab.

Die Rohre gelangen gebündelt, in Lieferlängen bis zu 12500 mm (max. Bundmasse ca. 5 t) aus den überdachten Lagerboxen zur Durchlauf-Strahlanlage, werden dort auf einem Aufgabewagen vereinzelt und z.Z. noch manuell bei gleichzeitiger Qualitätskontrolle in die Aufgabevorrichtung eingelegt. Von hier erfolgt die Beschickung über den Zuführrollengang.

Die Durchlauf-Strahlmaschine arbeitet mit vier geschlossenen Schleuderrädern, als Strahlmittel wird Drahtkorn mit Korngrößen von 0,4 ... 1,0 mm Durchmesser verwendet.

Der in der TGL 18730 geforderte Säuberungsgrad 3 (metallisch blank) wird gewährleistet. Die Entstaubungsanlage im Strahlmittelkreislauf sorgt für die ständige Reinigung des Strahlmittels. Der Strahlmittelverbrauch liegt bei ca. 30 g/m^2.

Die Anlage gestattet ein kontinuierliches Arbeiten, wobei gleichzeitig mehrere Rohre (ihre Anzahl richtet sich nach ihrem Durchmesser) mit einer Geschwindigkeit von im Mittel 1,0 m/min durchlaufen. Sie wird von einem zentralen Steuerpult aus bedient. Durch beidseitiges Verschließen der Rohröffnungen verlassen die entzunderten und entrosteten Rohre ohne jegliche Strahlmittelrückstände (entscheidende Bedingung für die gewählte Zuschnittechnologie) die Durchlauf-Strahlanlage und gelangen über die abgabeseitigen Rollengänge zu den Übergabevorrichtungen I oder II des Zuschnittbereiches.

3.3 Zuschnitt

Für das kombinierte Quetschen und Scheren der Rohrenden auf hydraulischen Pressen (160 Mp) werden zwei Bearbeitungseinheiten eingesetzt, die folgende Ausrüstungsgruppen umfassen

- Verkettungseinrichtung Strahlmaschine - Zuschnitt
- Zuführrollengang mit Spannvorrichtung
- Presse mit kombiniertem Drück- und Schnittwerkzeug
- Abführrollengang mit Spannvorrichtung und Ablänganschlag
- Abgabevorrichtung auf Verkettungseinrichtung
- Übergabestation zum Überflurschleppkettenförderer der Schweißstationen, Putz- und Prüfstation

Nach dem Strahlen erfolgt in einer Verkettungseinrichtung zwischen Strahlmaschine und Zuschnitt eine Pufferung von 7 bis 18 Rohren. Von hier aus werden die Rohrstangen mechanisch vereinzelt und auf die Zuführrollengänge der Pressen aufgelegt. Das Drücken und Schneiden der Rohre erfolgt in einem Arbeitsgang (kombiniertes Drück- und Schnittwerkzeug).

Nach dem Anschnitt (Anschlag mit Auswerfer am Werkzeug) erfolgt in drei- und vierfacher Folge das Ablängen auf die jeweilige Rohrstablänge. Nach dem Trennvorgang sowie dem Öffnen und Entfernen des Ablänganschlages wird der Rohrstab in den Abgabebereich des Abführrollenganges weitergefördert und der nächsten Verkettungseinrichtung übergeben.

Die Vielfalt der beschriebenen Stabvarianten und die erforderlichen Genauigkeiten bedingen einen entsprechend hohen maschinentechnischen Aufwand. Alle Bewegungsabläufe werden von einem zentralen Bedienpult aus elektropneumatisch bzw. -hydraulisch gesteuert.

Zum Weitertransport der Rohrstäbe in die CO_2-Doppelschweißanlage wird ein vertikal umlaufender Überflurschleppkettenför-

derer mit Doppelkette eingesetzt. Dieser Förderer mit einer Länge von 16000 mm und einer Spurweite der Doppelkette von 1400 mm fördert die Rohre je nach Arbeitsprogramm der Schweißanlage in 500- oder 1000-mm-Taktlängen. Dabei beträgt die Höhe der Unterkante der Rohre über dem Fußboden 800 mm. Beim Transport liegen die Rohre mit 500 mm Abstand in Aufnahmeprismen, die an der Kette befestigt sind.

Der Antrieb des Förderers läßt eine stufenlose Reglung im Bereich von 4 bis 9 m/min zu, wobei die dafür erforderliche Gleichstromreglung mit im elektrotechnischen Teil der Schweißanlage erfaßt ist. Eine Taktlängenschaltvorrichtung in Verbindung mit einer Doppelbackenbremse sorgt für eine immerwiederkehrende Haltepunktgenauigkeit von ± 5 mm.

3.4 Fügen und Schweißen der Rohre und Anschlußkonen

Herzstück des Maschinensystems ist der unter Leitung des Zentralinstituts für Schweißtechnik Halle/Saale entwickelte und gebaute CO_2-Doppelschweißautomat mit 2 Schweißstationen.

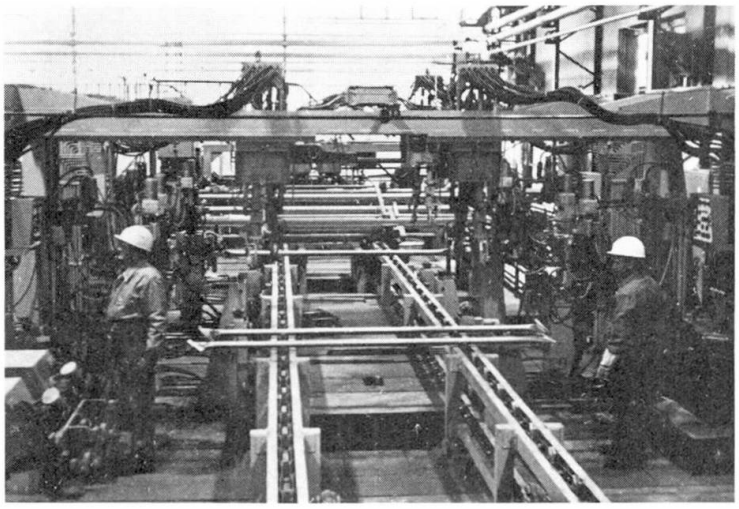


Bild 4 Ansicht der CO_2-Doppelschweißanlage

Die Rohre werden aus dem Pufferlager der Verkettungseinrichtung selbsttätig taktweise vom Überflurschleppkettenförderer übernommen. Die Rohre sind mit einer Toleranz von ± 40 mm auf die Mittelachse des Förderers ausgerichtet.

Bezogen auf ein Rohr ergibt sich die nachstehend aufgeführte Arbeitsfolge, welche durch eine Folgeschaltung automatisch abläuft:

1. Grobausrichten des Rohres auf Mittigkeit und Stellung des Rohrblattendes (Grobausrichtstation)
2. Feinausrichten des Rohres (Justierstation)
3. Spannen des Rohres in Schweißposition (Greiferstation)
4. Zuführung der Konen aus dem Konenmagazin
5. Verschweißen der Rohre mit den Konen - automatisches CO_2-Schweißen in f-Position
6. Übergabe des Rohres an die Ablagestation
7. Ablegen des Rohres auf dem Schleppkettenförderer

Die Anlage besteht, wie aus der Bezeichnung hervorgeht, aus zwei gleichen Einheiten, die je nach Rohrposition gemeinsam oder einzeln arbeiten. Je Einheit sind 4 CO_2-Brenner vorhanden, die paarweise die Fallnähte gleichzeitig verschweißen. Die geschweißten Rohrstäbe werden vom Förderer wieder übernommen und taktweise der Putzstation zugeführt.

3.5 Schweißnahtsäuberung

Die Säuberung der Schweißnähte erfolgt in einer selbsttätig arbeitenden Putzstation, wobei der Arbeitsablauf dieser Anlage durch eine Folgeschaltung über Endschalter und Zeitrelais gesteuert wird. Die Arbeitsverrichtungen dabei sind:

- Zuführung der Rohre in die Bearbeitungsstellung über eine hydraulische Aushubstation
- Strahlen der Rohrenden entsprechend der eingestellten Zeit und Strahlmittelrückführung durch Vakuumpumpe
- Abtransport der gesäuberten Rohre

Beide Strahlkammern sind entsprechend der verschiedenen Rohrstablängen seitlich auf Schienen verschieb- und arretierbar.

3.6 Schweißnahtprüfung

Während im bisher behandelten Fertigungsdurchlauf die statistische Qualitätskontrolle, insbesondere hinsichtlich

- der Einhaltung des Säuberungsgrades 3 der Oberflächen
- der Einhaltung der Zuschnitt- und Fertigteiltoleranzen
- der Säuberung von Schweißnaht und Schweißnahtbereich,

Anwendung findet, wird jede Schweißnaht in einer speziell für diesen Zweck entwickelten Prüfeinrichtung belastet und mit einer 1,5-fachen Sicherheit gegenüber σ_{zul} = 1280 kp/cm² geprüft. Mit dieser in die Taktfolge der Fertigungsstraße eingeordneten Prüfeinrichtung wird die unbedingte Zuverlässigkeit der Konstruktionselemente nachgewiesen. Eine damit erzielbare und bei der Staatlichen Bauaufsicht der DDR beantragte Erhöhung der zulässigen Spannungen wird durch Verringerungen der rechnerisch notwendigen Rohrquerschnitte eine weitere Senkung des Materialeinsatzes ermöglichen.

Zwischen Prüftrommel und Aufgabe zur Konservierungsanlage besteht eine Puffermöglichkeit durch Zwischenlagerung.

3.7 Konservierung

Als Korrosionsschutz für die Rohrstäbe wird ein Dreischicht-Anstrichsystem auf Alkyd-Aminharz-Basis aufgebracht. Der Aufbau der Konservierungsanlage gestattet eine Beschichtung der Werkstücke nach folgender Technologie:

1. Automatische elektrostatische Beschichtung durch Sprühscheiben
2. Abdunsten
3. Einbrennen bei 120° C durch Infrarotstrahler
4. Abkühlen

In der Durchlaufanlage wird diese Technologie dreimal angewandt und damit eine Trockenschichtdicke von 80 bis 100 µm

erzielt. Ein Nachspritzen kann innerhalb der Konservierungsanlage im Anschluß an die 2. Beschichtungseinheit manuell mittels Aerostatverfahren durchgeführt werden.

Der Transport der Stäbe durch die Anlage wird mit stetig laufendem Einbahnketten-Kreisförderer vorgenommen. Spezielle Transportgehänge nehmen 3 bis 6 Rohrstäbe in horizontaler Lage auf. Die Erfassung der Auflagestellen wird durch kurzzeitiges Ausheben der Stäbe vor jeder neuen Beschichtung gewährleistet.

Die Stäbe werden aus dem Zwischenlager entnommen und manuell in die Gehänge eingelegt. Die mit durchschnittlich 1,4 m/min durchlaufenden Teile werden selbsttätig aus den Gehängen entnommen und danach manuell in entsprechenden Transportgestellen versandfertig verpackt.

Die Einhaltung der Qualitätsforderungen wird durch Schichtdickenmessung und Sichtkontrolle der Oberflächen geprüft.

3.8 Verpackung

Entsprechend der angewandten Versandtechnologie werden die Rohrstäbe positionsweise verpackt, d.h. lagenweise in spezielle Transportgestelle mit zwischengelegten Gummiprismenleisten zur Vermeidung von Beschädigungen eingestapelt.

Abhängig vom Rohrdurchmesser beträgt das Fassungsvermögen des Versandkollis zwischen 34 und 170 Stck Rohrstäbe.

Je Segment werden durchschnittlich 3 Kollis (Transportgestelle) mit je 3 m^3 Laderaum benötigt.

Zum Beispiel enthält ein Segment:

12 x 12 m 114 Stäbe bei 14 Positionen
12 x 18 m 166 Stäbe bei 24 Positionen
12 x 24 m 210 Stäbe bei 26 Positionen

4. Fertigungsorganisation, Fertigungsprinzip und kurzfristige Produktionsplanung

Dem vorgestellten Maschinensystem zur Fertigung von Rohrstäben für Stabnetzwerkkonstruktionen wurde das Prinzip einer starren Verkettung zugrunde gelegt. Das bedeutet, daß die eingangs genannten 90 verschiedenen Stabpositionen (eine Reduzierung wird angestrebt) nacheinander gefertigt werden und dazwischen ein Umrüsten der Fertigungsstraße vorgenommen werden muß.

Eine numerische Steuerung der gesamten Anlage oder auch nur einzelner Abschnitte würde erheblich höhere Anlagekosten erfordern und damit für die Wirtschaftlichkeit wesentlich veränderte Bedingungen schaffen.

Von Anzahl und Zeitdauer der Umrüstungen wird die Effektivität der Fertigungsstraße entscheidend beeinflußt.

Parallel zur Erzeugnis- und Verfahrensentwicklung wurden in Erkenntnis dieser Problematik EDV-Programme zur optimalen Nutzung der Fertigungsstraße in Abhängigkeit von der Auftragslage ausgearbeitet.

Zunächst werden die Aufträge nach Lieferterminen und Dringlichkeiten sortiert, so daß eine Reihenfolge für die kurz-

fristige Produktionsplanung entsteht.

Ausgehend von dieser Reihenfolge werden die Fertigungslose und deren Herstellungsfolge berechnet. Als Optimierungsziel gilt die Minimierung der Umrüstzeiten, als Randbedingung die Kapazitätsbilanz der Fertigungsstraße.

Ein Arbeitsfortschrittskontrollsystem bildet die Basis für die Optimierungsrechnung des nächsten Planabschnittes. Diese Methode gewährleistet neben der Optimierung der Fertigungsstraße das schnelle Reagieren auf Kundenwünsche und Erfordernisse der Montage.

5. Montage

Die Anlieferung der Rohrstäbe auf die Baustellen erfolgt in speziellen Transportgestellen. Auf der Baustelle wird zunächst zu ebener Erde die Segmentvormontage vorgenommen. Dazu finden Hilfseinrichtungen Anwendung, die einen zügigen Zusammenbau der Dachsegmente bei gleichzeitiger Komplettierung ermöglichen. Abhängig vom konkreten Anwendungsfall kann die Komplettierung von der Dachhaut bis zur Gebäudeausrüstung (Heizungsinstallation, Klimatechnik u.ä.) reichen. Dafür erfolgt der Einsatz unterschiedlicher Hebezeuge (Auto- oder Mobilkrane) und spezieller Hubeinrichtungen in Relation zur zu überdachenden Hallenfläche und der Segmentgröße.

Vom Montagewerk unseres Kombinates wurden bei großflächigen Überdachungen durch Aufbau einer Montagetaktstraße, in der zu ebener Erde die Stahlkonstruktionen montiert, die komplette Dacheindeckung aufgebracht, Klimatechnik und Beleuchtung installiert und das so komplette Dachsegment gehoben und zum Einbauort verrollt wurde, Tagesleistungen bis zu 1600 m^2 erzielt.

6. Schlußbemerkungen

Die in meinem Beitrag vorgestellte automatisierte Fertigungsstraße für die Herstellung von Rohrstäben für Stabnetzwerkkonstruktionen wurde in einem Zeitraum von 18 Monaten vom Ingenieurbüro unseres Kombinates unter aktiver Mitwirkung des Werkes Ruhland sowie zentraler Institute entwickelt, projektiert und aufgebaut.

Der überwiegende Teil der Ausrüstungen sind Neuentwicklungen, die in den Werken unseres Kombinates gefertigt wurden.

Nach Überwindung anfänglich aufgetretener Mängel und Störungen sind heute die volle Funktionstüchtigkeit und die Erreichung der projektierten Leistung nachgewiesen.

Leere Seite
Blank page
Page vide