

PROJEKTARBEIT ROHRREGISTERLÖTANLAGE

Im Rahmen der Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker ist in Nordrhein-Westfalen u.a. eine Projektarbeit durchzuführen. Für die teamorientierte Tätigkeit werden keine inhaltlichen Vorgaben gemacht, daher kann das Thema durch die Arbeitsgruppen selbst gewählt werden. Das Hans-Böckler-Berufskolleg in Münster bietet diese Weiterbildung in Teilzeitform an.

Die im Folgenden skizzierte Projektarbeit „Rohrregisterlötanlage“ wurde von den Studierenden Stephan Agten, Simon Feldkamp, Aleksej Masch und Hendrik Verst im 7. Semester der Fachrichtung Elektrotechnik von September 2013 bis Januar 2014 realisiert und im Februar 2014 anlässlich der jährlich stattfindenden öffentlichen Präsentation, vorgestellt.

Die Idee zu dieser Projektarbeit entwickelte sich aus Besprechungen der Bosch Solarthermie GmbH in Wettingen. Dabei wurde deutlich, dass für die Herstellung von Flachkollektoren innerhalb der Produktionslinie für einen Fertigungsschritt eine neue Maschine benötigt wird, mit der die sogenannten Rohrregister oder Harfen automatisiert verlötet werden. Nachdem die Verantwortlichen von Bosch der Umsetzung durch die Projektgruppe grundsätzlich zugestimmt hatten, stellte Herr Verst (Mitarbeiter von Bosch) die Projektidee seinen Mitstudierenden vor, die sich schnell für die Realisierung dieser Idee begeistern konnten.

Rohrregisterlötanlage

Solar-Flachkollektoren bestehen aus den Komponenten: Wanne, Dämmstoff, Absorberblech, Rohrregister (Harfe) und Solarglas-Abdeckung. Die Rohrregister-

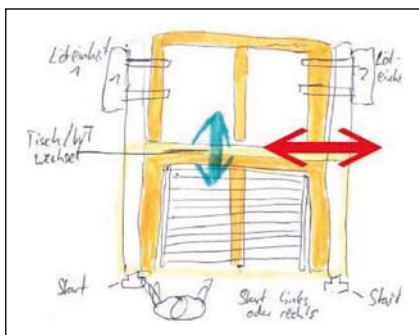


Bild 1: Konzept-Skizze

lötanlage soll die beiden Sammel-Rohre und 11 bzw. 22 Leitrohre miteinander verlöten. Das Rohrregister wird anschließend geprüft und innerhalb der Produktionslinie weiterverarbeitet.

Mit der Rohrregisterlötanlage müssen zwei Ausführungsarten verarbeitet werden können:

- die senkrechte Variante mit 11 Leitrohren und der Abmessung ca. 2.000 x 1.000 mm und
- die waagerechte Variante mit 22 Leitrohren und der Abmessung ca. 1.000 x 2.000 mm.

Damit war der Projektauftrag skizziert: Konzeption, Planung, Installation und Inbetriebnahme einer Rohrregisterlötanlage. Rahmenbedingungen: Funktionale Sicherheit, Arbeitssicherheit, Prozesssicherheit, Budget-Kontrolle, Projektmanagement.

Wichtige Arbeitsschritte waren die Betreuung der extern vergebenen mechanischen Konstruktion und Fertigung, die selbstständige Planung der Steuerungstechnik einschließlich Sensorik und Aktorik, die Programmierung der Steuerung, die Visualisierung und HMI-Bedienung der Anlage und die Erstellung der erforderlichen Anlagendokumentationen.

Konzeption

Die konzeptionellen Überlegungen machten schnell deutlich, dass die beiden Arbeitsschritte Bestückung und Löten parallel verlaufen müssen, um die geforderte Taktung zu erreichen. Dies führte zu dem Ergebnis: Tischwechsel. Während der Mitarbeiter im vorderen Bereich des Automaten die 11 (22) Leitrohre in die Sammelrohre einlegt, kann im hinteren Bereich das vorbereitete Rohrregister gelötet werden. Die beiden Tische verlaufen hierbei auf zwei Ebenen (grüner Pfeil, Bild 1). Die Umrüstung von der waagerechten zur senkrechten Rohrregister-Variante kann dann durch seitliches Verfahren des Grundgestells erreicht werden (roter Pfeil).

Bild 2 zeigt die Stahlrahmenkonstruktion mit den Wechseltischen, den Löt-einheiten und die Bewegungsachsen. Neben diesen horizontalen Verfahrenswegen müssen auch noch die Löt-einheiten senkrecht

bewegt werden, um die einzelnen Löt-punkt anfahren zu können. Nach der Erstellung des Lastenheftes durch den Auftraggeber, entwickelte die Projektgruppe das Pflichtenheft, das kurz nach Projektstart vom Auftraggeber, der Projektgruppe als Auftragnehmer und den Vertretern der Fachschule akzeptiert wurde.

Projektmanagement

Weitere wichtige (Vor)-Arbeiten betreffen die Erstellung

- des Projektstrukturplans und
- des Gantt-Diagramms, um sämtliche Aktivitäten des Projekts personell und zeitlich im Überblick zu behalten, kritische Pfade zu visualisieren und Meilensteine zu setzen.

Projektphase 1: Konstruktion Elektrotechnik

In dieser Projektphase war die Projektgruppe in ihrer Kreativität zur Lösung des Prozessablauf relativ frei, musste sich jedoch bei der Auswahl der Hardwarekomponenten und der Dokumentation an gelistete Partnern und weitere interne Vorgaben halten. Das bedeutete z.B. für die Erstellung der Schaltungsunterlagen die Verwendung von EPLAN P8, für die Steuerung den Einsatz einer SIMATIC S7 300, Kompakt-Umrichter und Servomotoren vom Typ Rexroth IndraDrive und Rexroth Pneumatik-Komponenten.

Den besonders kritischen Punkt im Herstellungsprozess des Rohrregisters stellt der Lötvorgang (Spaltlöten) selbst dar. Damit dieser dauerhaft zuverlässig gelingt, müssen die zu verbindenden Komponenten punktgenau fixiert und vom Gabelbrenner angesteuert werden können. Die Fixierung erfolgte hier pneumatisch und die Lageerfassung sensorisch mittels induktiver Sensoren. Die hohe Zahl der Lötstellen (2 x 11 bzw. 2 x 22) erforderte eine entsprechend hohe Anzahl an Sensoren.

Nach der Lösung dieser Problembe-reichs, stellte die Auswahl der Antriebe für die Achsen die nächste Hürde dar. Die Gruppe entschied, für alle Bewegungen, bei denen es zwei definierte Fixpunkte gibt, pneumatische Zylinder einzusetzen. Dies gilt für die Lotzustellung, die Verrie-

Ausbildung zur Energiewende

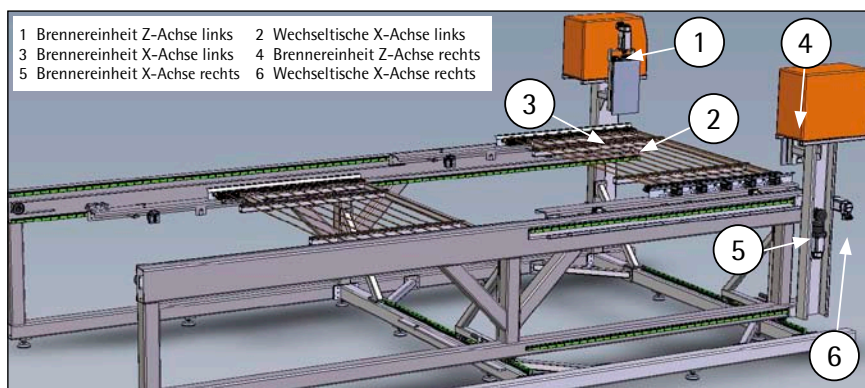


Bild 2: Servoachsen (1 bis 6), Stahlrahmenkonstruktion mit den Wechseltischen, Lötstationen (orange) und Bewegungsachsen (grün).

gelungsbolzen, die Spannvorrichtung der Sammel- oder Headerrohre und für das Ausfahren der Montageunterstützung.

Dadurch, dass sich die Wechseltische auf zwei unterschiedlichen Ebenen befinden, müssen die Gasbrenner drei Positionen einnehmen, daher entschied sich die Projektgruppe für elektrische Antriebe. Die Wechseltische, Brennerwagen und die Lötdrahtzuführung sollen ebenfalls mit Elektromotoren ausgestattet werden.

Welche Antriebe sind für welche Achsen geeignet?

Da es sich bei den Antrieben der Wechseltische, Brennerwagen und Brenner um sehr schnelle Positionierungen handelt, entschied sich die Gruppe für Servomotoren. Diese bieten den großen Vorteil, dass sie theoretisch schon bei kleinsten Drehzahlen ihr volles Drehmoment liefern können. In der Praxis gilt, dass ab einer Drehzahl von $>2 \text{ min}^{-1}$ das Drehmoment voll ausgenutzt werden kann. Ein weiterer Vorteil ist die enorme Beschleunigung. Ein Servomotor ist innerhalb von Millisekunden auf Nenndrehzahl.

Die Vorgabe des Auftraggebers, Bosch-Rexroth-Antriebskomponenten zu verwenden, machte die Herstellerwahl leicht, aber die konkrete Geräteauswahl



Bild 3: Projektgruppe AFMV mit der Rohrregisterlötanlage

nicht einfacher. Nach Rücksprache mit einem Vertreter erhielten wir den Hinweis, dass Bosch-Rexroth die kostenlose Software IndraSize zum Download zur Verfügung stellt, in welche die mechanischen Gegebenheiten des Antriebsstrangs eingetragen werden müssen. Nach Abschluss der erforderlichen Eingaben liefert das Tool eine Liste geeigneter Motoren, von denen der jeweils erstgenannte für die Anwendung minimal infrage kommt.

Projektphase 2: Montage

In der zweiten Phase des Projekts stand die Montage der elektrischen Komponenten, die elektrische Installation der ausgewählten und projektierten Leitungen, die Festlegung der Leitungswege und die Projektierung und fachgerechte Installation des Schaltschranks im Vordergrund.

Nachdem die Gleitschienen, Brennerwagen und die Aufnahmen für die Wechseltische montiert waren, konnten auch die Endpunkte der Fahrwege simulieren werden. Sie bilden die Voraussetzung für einen sicheren Betrieb der Anlage und das Anbringen der mechanischen Endanschläge. Absolutes Neuland bedeutete für die Projektgruppe die Gastechnik, mit der Leit- und Sammelrohre der Rohrregister verlötet werden. Gasventile, Feuerungsautomaten und Flammenüberwachungen, Montage und Anpassung der Brennerköpfe, Installation der Schaltkästen, in die später die Ventile und Gasfeuerungsautomaten eingebaut werden mussten, bedeuteten eine Auseinandersetzung und Einarbeitung in völlig fachfremde Inhalte. Da bildeten die motorbetriebenen Abrollvorrichtungen für den automatischen Lötdrahtvorschub schon vertrautere Sachgebiete für die Elektrotechniker.

Projektphase 3: Programmierung und Inbetriebnahme

Nach der Montage, der elektrischen Installation und den ersten erfolgreichen Vortests bildete diese Projektphase einen weiteren Schwerpunkt und Meilenstein zur Zielerreichung. Damit die Integration der Servo-Achsen (s. Bild 2) in die Steuerung der Anlage reibungslos erfolgen konnte, setzte sich Herr Masch frühzeitig mit der Parametrierung der Servoachsen unter Verwendung der Rexroth Software IndraWorks auseinander.

Für die Ansteuerung der Servomotoren konnte der Rexroth Funktionsbaustein „DCP_INDRADRIVE“ genutzt und durch Vorgabe des Positionierwertes und der Positioniergeschwindigkeit der Antrieb absolut positioniert werden. Die Ansteuerung der Regler wurde im S7 Programm in unterschiedliche FC's aufgetrennt, wodurch sich die Programmübersicht verbesserte. Für die spätere Handbedienung wurden die Funktionsbausteine über Datenbausteine angesprochen. Diese ließen sich auf dem HMI Panel visualisieren und bei Bedarf durch den Benutzer anpassen.

Projektphase 4: Dokumentation

Die Erstellung der erforderlichen Dokumentation für die Rohrregisterlötanlage wurde mit Beginn der Projektarbeit bereits in Angriff genommen und parallel ständig weitergeführt. Die Ablagestruktur entspricht den Anforderungen der Bosch Solarthermie und konnte mit der Fertigstellung der Rohrregisterlötanlage nach der öffentlichen Präsentation am Hans-Böckler-Berufskolleg dem Auftraggeber übergeben werden.

Den Studierenden gelang es innerhalb der zur Verfügung stehenden Projektzeit von ca. 4×320 Stunden einen Lötautomaten zu konzipieren, die maschinenbautechnische Produktion zu koordinieren, die Elektrik, Sensorik und Antriebstechnik zu installieren und zu programmieren und schließlich den funktionstüchtigen Automaten der Fa. Bosch zu übergeben und so ihre Projektarbeit überaus erfolgreich abzuschließen.

ZUM AUTOR:

► Josef Uphaus

Leiter der Fachschule für Technik am Hans-Böckler-Berufskolleg Münster

uphaus@hbk-muenster.de