

Industrie und Stahlbau 4.0 – ein paar Gedanken!

Peter Zeman

Industrie 4.0 ist in aller Munde. Das Thema wird von der EU gefördert, von Universitäten und Beratern aufgegriffen, es wird definiert und interpretiert. Im Wesentlichen versteht man darunter die Verbindung der industriellen Produktion mit den nun verfügbaren Kommunikations- und Informationstechnologien. Noch kürzer: Die Verbindung von NC-Maschinen mit dem Internet. Und nochmals kürzer: Höherer Automatisierungsgrad.

1 Die Geschichte

Der Begriff wurde erstmals 2011 im Rahmen der Hannover Messe an die Öffentlichkeit getragen. Bald darauf entstand der Arbeitskreis Industrie 4.0 unter dem Vorsitz von *Siegfried Dais* [1].

Aber blicken wir kurz zurück. Wenn es Industrie 4.0 gibt, so sollte es doch davor schon Industrie 1.0, 2.0 und 3.0 gegeben haben. Googelt man hierzu, findet man aber kaum Einträge, die länger als einige Jahre zurück liegen. Grund dafür ist, dass die Begriffe Industrie 1.0 bis 3.0 erst im Zuge von Industrie 4.0 entwickelt wurden. Verwunderlich, da wir hiermit immerhin tiefgreifende, gesellschaftsverändernde industrielle Revolutionen beschreiben. Man mag sich schon fragen, wie wir seit mittlerweile über 200 Jahren diese industriellen Revolutionen entwickeln und umsetzen ohne zu wissen, was wir eigentlich tun. Egal, nun wissen wir es:

Industrie 1.0 oder die erste industrielle Revolution beschreibt den Übergang von der Manufaktur (*manus*: „Hand“ und *facere*: „tun“) zu einer maschinenunterstützten Produktion im späten 18. Jahrhundert. Industrie 1.0 wurde erstmalig in der Textilindustrie durch die Verwendung dampfbetriebener Webmaschinen umgesetzt.

Industrie 2.0 oder die zweite industrielle Revolution vollzog sich durch den Einsatz von Fließbändern. Als Meilenstein wird hier die Produk-

tion des Ford T auf so genannten „moving assembly lines“ [2] ab dem Jahr 1913 genannt. Der Ausstoß konnte dadurch auf das Achtfache gesteigert werden.

Der Einsatz von Informationstechnologie, also NC-gesteuerte Maschinen und Roboter in den 1970er Jahren, definiert die dritte industrielle Revolution, kurz Industrie 3.0. Und nun gibt es die – bereits oben beschriebene – vierte industrielle Revolution durch den Einsatz kybernetischer, also selbstregelnder, Systeme. Industrie 4.0 hat – unter anderem – den Gedanken an Verfügbarkeit und wachsende Verbreitung des Internets als Grundlage. Immerhin sind heute mehr als drei Milliarden Menschen vernetzt, während im Jahr 2008 erst 1,23 Milliarden das Internet nutzten.

Irrführend ist die klare, stufenartige Abgrenzung zwischen den einzelnen Entwicklungsstufen, welche hauptsächlich aus den – nachträglich – eingeführten Begriffsdefinitionen entsteht. Tatsächlich handelte es sich um kontinuierliche, evolutionäre Entwicklungen, keinesfalls um Revolutionen. So kann Dampf nicht als Kriterium für Industrie 1.0 erhalten, da bereits lange zuvor wasserbetriebene Anlagen ähnliche Ergebnisse brachten. Ebenso wurden bereits im 15. Jahrhundert in Venedig Schiffe fließbandartig hergestellt. Auch das deutsche Unternehmen Bahlsen setzte Jahre vor Henry Ford das Fließband ein. Auch Industrie 3.0 ist nicht klar von 2.0 abgrenzbar, da computerun-

terstützte Anlagen nicht plötzlich auf dem Markt erschienen, sondern allmählich und in kleinen Schritten ihren Weg in die Produktionen fanden. Sprungartige Entwicklungen suchen wir vergeblich, dafür finden wir kontinuierlichen Fortschritt durch eine Vielzahl engagierter und ideenreicher Unternehmer und deren Mitarbeiter. Und genau dieser Prozess soll nun unter anderem mit den derzeitigen Diskussionen und Förderungen beschleunigt werden.

2 Stahlbau 4.0 – Warum und wozu?

Gerade in Europa benötigen wir einen höheren Automatisierungsgrad. Immerhin existiert ein permanenter Druck auf Arbeitszeitreduktion bei gleichzeitig steigendem Einkommen. Auch wenn sich Unternehmer, Arbeitgeberverbände und ein Teil der Politiker gegen diese Entwicklungen wehren, ist keine Umkehr dieses Trends in Sicht. Vergleichen wir Arbeitszeiten und Einkommen während der letzten Jahrzehnte und wir werden sehen, dass die letzte Unterbrechung dieses Prozesses der Zweite Weltkrieg war. Unternehmer werden sich ungeachtet ihrer politischen und gesellschaftlichen Vorstellungen also weiter anpassen müssen.

Der EU-Raum beheimatet etwas mehr als 500 Millionen Menschen mit überdurchschnittlichen Einkommen. Diese 500 Millionen stellen jedoch weniger als 7% der Weltbevölkerung dar und sind somit keine Referenz für derzeitige Arbeitskosten. Während sich Deutschland und Österreich 2015 mit Arbeitsstundenkosten von 38,- €/Stunde respektive 34,70 €/Stunde [3] plagten, lagen diese in der Türkei bei 6,30 €/Stunde. Die Türkei wiederum

lag ein Vielfaches über jenen Ländern, welche die Stundensätze maßgeblich definieren. Hier sind China, Indien und Pakistan nur einige Beispiele.

Die Folge war eine Abwanderung vieler Produktionsunternehmen in genau jene Länder, welche hinsichtlich der Arbeit billigere Bedingungen boten. Diese Abwanderung hatte den Vorteil, dass unsere Maschinenbauindustrie in den letzten Jahren überaus erfolgreich ihre Anlagen exportieren konnte. Nur so wurde sichergestellt, dass diese Produktionsbetriebe die erforderlichen Qualitäten und Produktmengen termingerecht nach Europa rückexportieren konnten und können. Und das zu den durch günstige Arbeit geprägten Kosten. Dies war für beide Seiten ein guter und erfolgreicher Weg.

Im Klaren sollte man sich sein, dass man mit der Auslagerung von Produktion und intensiver Bereitstellung moderner Maschinen auch Know-how exportiert. Dauerhaft gesehen kumulieren sich also Know-how, Qualität und billige Arbeitskräfte in Ländern fern von Europa.

Maschinen und Anlagen können als Produktivitätshebel betrachtet werden, welcher die Produktionsmenge pro menschliche Arbeitsstunde vervielfacht. So und nur so können die oben genannten gesellschaftlichen Anforderungen von mehr Freizeit und gleichzeitig hohen Löhnen einigermaßen erfüllt werden. Die Darstellung von Automation als Arbeitsplatz-Killer ist schlicht und einfach nicht zielführend. Immerhin ist sie die einzige Möglichkeit, eine Totalabwanderung von Produktionsunternehmen zu vermeiden. Insofern ist Automatisierung arbeitsplatzerhaltend. Daher sind alle Maßnahmen zur Förderung von steigendem Automatisierungsgrad nachvollziehbar.

3 Automatisierung im Stahlbau

Ähnlich wie die Industrie allgemein, kann man auch für den Stahlbau unterschiedliche Entwicklungsstadien ausmachen und diese kategorisieren oder auch schubladisieren: Stahlbau 1.0: Dies stellt den Übergang von rein handwerklichen Waffen-, Rüstungs- und Werkzeugbau zu einer durch den Einsatz von Dampf und Mechanik geprägten industriellen Fertigung dar (Bild 1). Erstmals konnten große und schwere Teile verarbeitet werden.

Die Möglichkeit, elektrische Energie und Elektromotoren – insbesondere in Kränen und Rollgängen einzusetzen, ermöglichte eine einfachere Materiallogistik und kann als Stahlbau 2.0 bezeichnet werden. Ein dem Fließband vergleichbares Produktionsmittel gab und gibt es im Stahlbau aufgrund der sehr unterschiedlichen Bauteilgrößen und -gewichte nicht.

Stahlbau 3.0 definiert sich, wie Industrie 3.0 durch den Einsatz von NC-gesteuerten Maschinen und Anlagen, welche seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts hergestellt und eingesetzt werden.

Stahlbau 4.0 stellt wiederum das zumindest derzeit unerreichbare Traumbild einer völlig selbstagierenden Anlagenunion dar, welche menschenbefreit für das Wohl der Menschen arbeitet. Derzeit befinden sich die am besten gerüsteten europäischen Werke auf dem Stand von etwa Stahlbau 3.5. Es gibt derzeit noch keine Hersteller, welche in allen Tätigkeitsbereichen NC-gesteuerte Anlagen einsetzen.

Problematisch in allen Bereichen ist die werksinterne Materiallogistik. Zwar sind oftmals kleinere Bereiche direkt bei den Maschinen oder seltener zwischen zusammengehörigen Maschinen mit Rollgängen ausgestattet, ein großer Teil der Materialbewegungen wird aber mithilfe von handgesteuerten Kränen oder Wagen durchgeführt. Die Vielzahl unterschiedlicher Profile und Bleche verhindert derzeit ein umfassendes fließbandähnliches Arbeiten über die einzelnen Bearbeitungsbereiche hinweg.

Sehr gut automatisiert ist üblicherweise der Zuschnitt. Da dort an den einzelnen Anlagen mit eher ver-



Bild 1. Altmodischer Zusammenbau von Stahlträgern

gleichbaren Elementen gearbeitet wird, ist die Automatisierung am weitesten fortgeschritten. Erst seit kurzem gibt es Roboter, welche den Zusammenbau der Einzelemente unterstützen. Auch wenn dies noch nicht für alle denkbaren Stahlkonstruktionen möglich ist, können hier sehr große Fortschritten beobachtet werden.

Bei den darauffolgenden Schweiß-tätigkeiten gibt es einerseits intelligenterere Schweißanlagen, welche in firmeninterne Computernetzwerke eingebunden werden und so das Qualitäts- und Dokumentenmanagement unterstützen, andererseits wiederum robotergestützte Systeme. Diese sind schon seit längerer Zeit auf dem Markt, konnten bisher aber nur in sich sehr gleichartigen Konstruktionselemente bearbeiten. Die mittlerweile verfügbare Intelligenz der Anlagen kann Produktionsdaten aus 3D-CAD-Zeichnungen extrahieren, selbständig den Bearbeitungsprozess – also die kollisionsfreie Bewegung der Roboter – festlegen, den Umgang mit Materialtoleranz interpretieren und Vieles mehr. Die Anlagen sind nun bereits in der Lage, einen Großteil der verfügbaren Langmaterialien samt benötigten Anbauteilen zu verarbeiten.

Große Probleme gibt es derzeit bei der Automatisierung von Beschichtungstätigkeiten. Reichten bis vor einigen Jahren Durchlaufbeschichtungsanlagen noch aus, um die Qualitätsansprüche der Kunden zu befriedigen, gibt es auf dem Markt stark wachsende Ansprüche an Qualität und Verarbeitung von Beschichtungsmaterialien. Die Anforderungen laufen den Entwicklungen der Anlagenhersteller davon, so dass für hochwertige Ansprüche zum heutigen Zeitpunkt keine Industrie 4.0-gemäße Verarbeitungsmöglichkeit zur Verfügung steht.

Der letzte Bearbeitungsbereich der Herstellerwerke ist die Verladung. Diese wird für unregelmäßige Großbauteile wohl immer individuell zu lösen sein. Stahlbau 4.0 wird in diesem Bereich weniger über eine Automatisierung der Materialbewegung als durch verbesserte Organisation, Logistik und Dokumentation verwirklicht werden. Hier ist der verstärkte Einzug von Barcode-Lesern, ein automatischer Abgleich der Lieferdaten sowie eine selbstständige Kommunikation mit den Baustellen zu sehen.



Bild 2. Steel Beam Assembler Compact bei der Arbeit



Bild 3. Steel Beam Assembler 2 Conti doppelseitig

4 Building Information Modeling

Zukünftig wird Building Information Modeling, kurz BIM, die Planung, Produktion und Montage beeinflussen. Es ist unbestreitbar, dass BIM als Teil von Industrie oder Stahlbau 4.0 angesehen werden muss. Der ursprünglicher Zugang zu BIM, welches im wesentlichen kollisionsfreies Bauen und bessere Abstimmung aller Beteiligten durch die Zusammenführung unterschiedlicher Planungsdaten ermöglicht, wird von vielen Stahlbauunternehmen bereits seit Jahren erfolgreich betrieben. Gerade der Stahlbau ist hier aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades gegenüber anderen Baustoffen im Vorteil.

Verfolgt man die nun laufende Diskussion über die Ausgestaltung von BIM, kommen aber doch viele Bedenken auf. Beginnend damit, dass kein einheitliches BIM und auch keine einheitlichen Grundlagen für BIM existieren. Somit wird es wohl eine Vielzahl von Ausgestaltungen dieser Idee geben. Institutionelle Investoren, große Baufirmen, Gemeinden und viele andere werden ihre Ideen von BIM realisieren. Erste Erfahrungen mit BIM zeigen, dass die Entwicklung und Ausgestaltung eines solchen Systems jahrelange Entwicklungs- und Programmierarbeiten voraussetzt.

Das einzelne Stahlbauunternehmen hat sich im Auftragsfall in kürzester Zeit auf die jeweiligen Bedürfnisse einzustellen. Allein dieser Punkt ist als problematisch anzusehen.

Darüber hinaus sollen aber künftig nicht nur technische sondern auch vertragliche und kaufmännische Daten innerhalb von BIM verknüpft werden. Der Aufwand hierfür wird im Falle einer Realisierung enorm sein.

Da sich die Branche seit Jahrzehnten als Käufermarkt präsentiert und die ausführenden Unternehmen wenig Einfluss auf die Vertragsgestaltung haben, werden Kosten und Verantwortung für die komplexen Datenmengen wohl genau auf diese Unternehmen abgewälzt. Es bleibt zu hoffen, dass in der derzeitigen Euphorie für BIM nicht auf eine kritische und gestalterische Diskussion verzichtet wird.

5 Steel Beam Assembling Technologie

Vollständig automatisierte Produktionsanlagen für de facto jede Art von Stahlträgern mit Anbauteilen sind der nächste Schritt in Richtung Stahlbau 4.0 (Bild 2). Die einzelnen Anbauteile werden automatisch mit 3D-Laser- und Kamerasystemen gescannt, welche die ermittelten Daten simultan mit dem CAD-Modell abgleicht. Jede Abweichung von den zulässigen Toleranzen für die gescannten Anbauteile wird dem Betriebspersonal sofort angezeigt (Bild 3), so dass dieses entscheiden kann, ob weiter gearbeitet werden kann oder die betroffenen Anbauteile ausgetauscht werden müssen. Mit dieser Vorgehensweise kann ein fehlerfreier Zusammenbau erreicht werden. Durch den Einsatz von Handling-Robotern und Schweiß-Robotern werden die Anbauteile im Einklang mit dem CAD-Modell an der genauen Trägerposition platziert, geheftet und geschweißt.

Solche Steel Beam Assembler bieten viele Vorteile: Das manuelle Messen und Anzeichnen (Scribing) der Schweißnahtpositionen kann entfallen, da ein automatisches Erkennen der Position erfolgt. Da parallel verschiedene Arbeitsschritte erfolgen, gibt es keine Stillstandszeiten für die

Roboter, welche die Träger auch selbstständig aufnehmen und weitergeben. Durch die Minimierung des erforderlichen Personaleinsatzes und damit der Arbeitskosten kann der Mangel an Fachkräften aufgewogen werden. Einmal erarbeitete Projektinformationen werden durch die Softwarekonfiguration übernommen und stehen für zukünftige Aufgaben wieder zur Verfügung – praktisch ein selbstlernendes System. Durch die kürzeren Fertigungszeiten wird eine höhere Fertigungskapazität erzielt. Mit den automatisierten Vorgänge, welche einen ständigen Abgleich zwischen CAD-Modell und Ist-Situation durchführen, werden Schweiß- und Zusammenbaufehler vermieden. Durch die Bereitstellung von perfekt zusammengebauten Stahlträgern in zuverlässig höchster Qualität und in kürzerer Zeit wird die Marktposition des Stahlbaues gestärkt. Auch der Zusammenbau der kompletten Konstruktion auf der Baustelle wird durch die weiter verbesserte Passgenauigkeit der einzelnen Träger erleichtert. Und last but not least kann auch im Fertigungsprozess durch optimierte Softwaresteuerung Energie eingespart und damit die Umwelt geschont werden.

Literatur

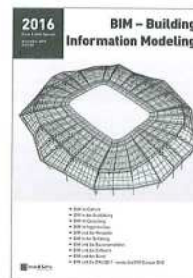
- [1] https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf
- [2] Moving Assembly Line at Ford. This Day in History. The History Channel. Retrieved September 2, 2016.
- [3] Quelle: EUROSTAT, Mai 2016

Autor dieses Beitrages:

Mag. Peter Zeman,
Zeman & Co GmbH,
Schönbrunner Straße 213-215,
A-1120 Wien,
pz@zeco.at

Ihre Projekte im Stahl- und Fassadenbau, Hallen- und Anlagenbau. Auch als Generalunternehmer. Kompetent, zuverlässig, innovativ.

www.pem.com Ihr Partner mit Handschlagqualität. www.zeman-stahl.com



Hrsg.: Ernst & Sohn
BIM – Building Information Modeling
November 2016. 100 Seiten.
€ 25,-*
Bestell-Nr.: 2134 1611
Auch als Journal erhältlich

Online Bestellung:
www.ernst-und-sohn.de

Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und technische
Wissenschaften GmbH & Co. KG

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

BIM – die Zukunft des Bauens

BIM ist in aller Munde. Ernst & Sohn widmet dem Thema in diesem Jahr das vierte Sonderheft, die Hefte aus 2013 und 2014 sind längst vergriffene Sammlerexemplare.

Das Themenspektrum in der diesjährigen Ausgabe wird von Standardisierung, Ausbildung, veränderte und neue Berufe über bislang zu wenig beachtete bau-rechtliche Aspekte (BIM und Vergaberecht) bis hin zu BIM und Content sowie BIM im Controlling reichen. Auch der Blick ins Ausland, das gegenüber Deutschland teils weit fortgeschritten ist, wird ein Schwerpunkt sein.

Dezierte Fachbeiträge, Einsatzberichte aus den Bereichen Planung und Architektur in Hoch- wie Tief- und Infrastrukturbau, aber auch – ein zunehmend wichtigeres Thema – BIM von Seiten der Bauprodukt-Hersteller und Produktinformationen aus verschiedenen relevanten Bereichen ergeben ein Heft, das auch in diesem Jahr wieder den Diskurs um die Zukunft des Bauens kritisch und informativ begleiten wird.

Kundenservice: Wiley-VCH
Boschstraße 12,
D-69469 Weinheim
Tel. +49 (0)6201 606-400
Fax +49 (0)6201 606-184
service@wiley-vch.de

* Der €-Preis gilt ausschließlich für Deutschland, inkl. MwSt. und Versandkosten. Irrtum und Änderungen vorbehalten. 1077126_dp