

Optimierte und flexible Fertigungssysteme der Zukunft

Jörg Groß
WEINMANN Holzbausystemtechnik GmbH
St. Johann-Lonsingen, Deutschland



Optimierte und flexible Fertigungssysteme der Zukunft

1. Anforderungen

Die Anforderungen an Fertigungssysteme für den Holzbau sind sehr groß und vielfältig. Um diese zu verstehen ist es notwendig die einzelnen Märkte und Kundensegmente mit ihren Eigenschaften und Unterschieden zu kennen.

Der Holzbau erlebt aktuell eine Dynamik wie lange nicht. Dies wird auch durch die Politik in vielen Ländern verstärkt.

Es gibt hierzu mehrere Faktoren, die von den Holzbaubetrieben beachtet werden müssen:

- Markt
- Kundensegment
- Bauweise (Einfamilienhausbau, Mehrfamilienhausbau, Gewerbegebäute, Nichtwohngebäude etc.)
- aktuelle Fertigungstechnik
- Digitalisierung
- Kundenerwartungen
- Materialentwicklungen
- Demographische Entwicklung
- Software-Schnittstellen
- Logistik
- etc.

Nachfolgende Grafiken zeigen auf welche Materialien in den unterschiedlichen Gebäudeklassen eingesetzt werden.

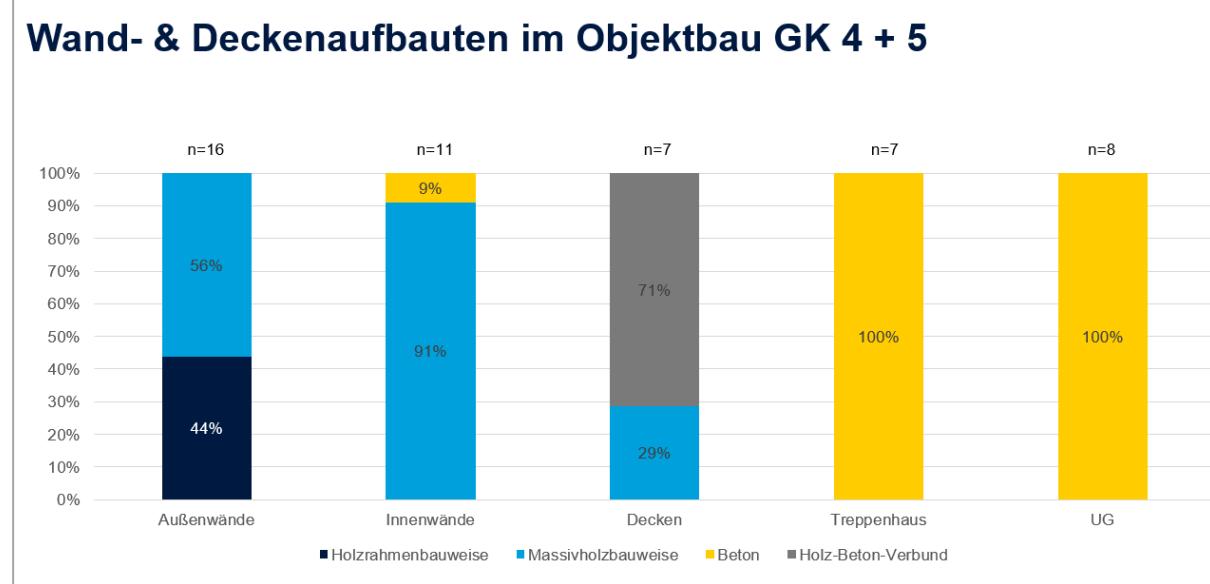


Abbildung 1: Wand- und Deckenaufbauten im Objektbau

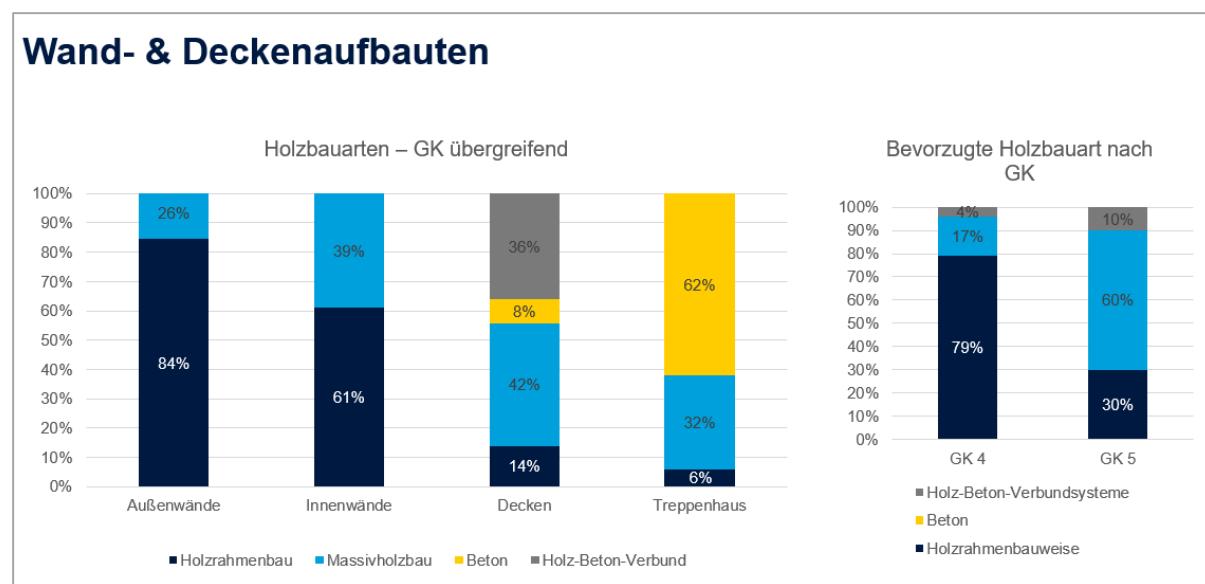


Abbildung 2: Wand- und Deckenaufbauten GK übergreifend

Ein Fertigungssystem muss möglichst viele der Varianten bei Wand- und Decken- und Dachaufbau abdecken können.

Optimierte und flexible Systeme sind zunächst ein Widerspruch in sich selbst. Dieser lässt sich auch nicht komplett auflösen, sondern viel mehr nur verschieben. D.h. eine extrem flexible Fertigung wird sich in Bezug auf Leistung und Qualität nicht so optimieren lassen wie eine rein nach Optimierungsgesichtspunkten ausgelegte Fertigung, die eine begrenzte Varianz an Produkten fertigt.

2. Zukunft

Als ein flexibles Fertigungssystem der Zukunft kann ein Fertigungssystem bezeichnet werden, dass es auch in den nächsten 10 bis 15 Jahren erlaubt, ohne die Notwendigkeit von Umbau oder umfangreichen Nachrüstungen, die bis dahin geforderten Bauteile zu fertigen.

Dabei geht es nicht darum, den aktuellsten Stand der Technik zu nutzen, sondern darum zukünftige Anforderungen an Bauweisen sowie Veränderungen bei der Verfügbarkeit von Fachkräften zu berücksichtigen und abzubilden.

Daher ist es essenziell, sich vor der Entscheidung für ein Fertigungssystem, ein eigenes Zielbild zu generieren wie die Zukunft des Betriebes ausgerichtet sein soll.

Das Fertigungssystem ist ein «Werkzeug» mit dem dieses Ziel optimal verwirklicht werden kann und muss daher eng an der Vision des Unternehmens ausgerichtet sein.

3. Robotik

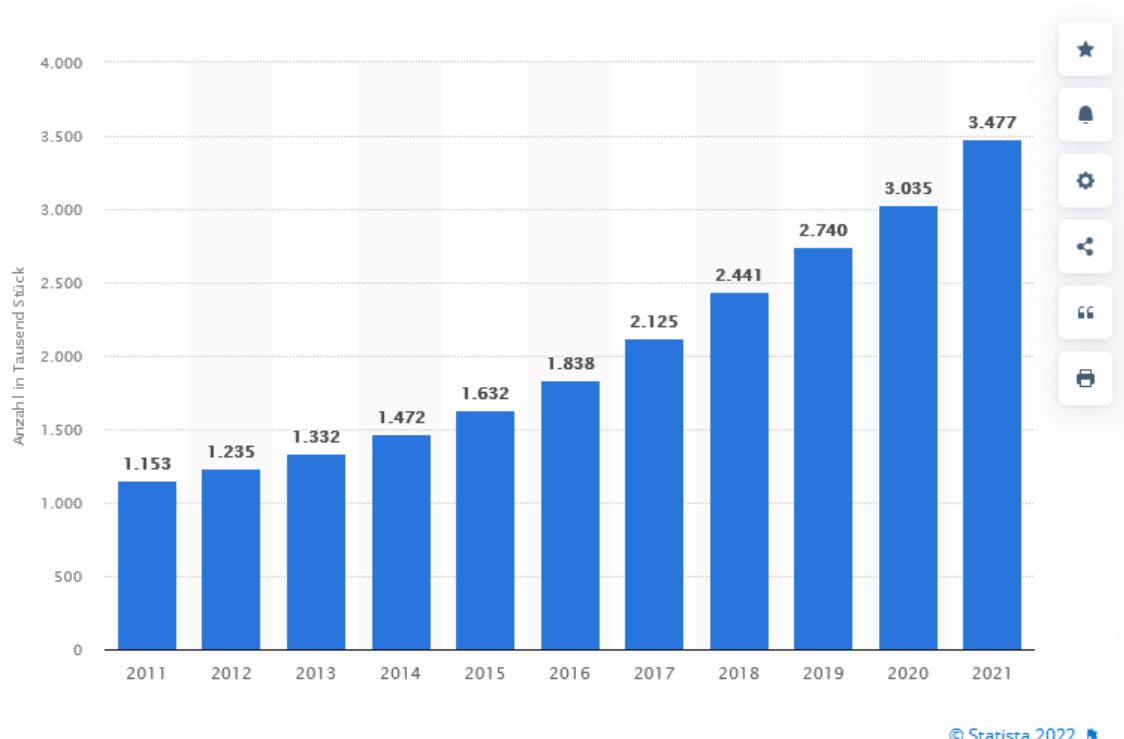
Häufig werden zukunftsgerichtete und flexible Systeme in Verbindung mit Robotik gesehen. Im Holzbau wird Robotik vereinzelt im Bereich der CLT Bearbeitung sowie bei der Erstellung von Riegelwerken und beim Plattenaufliegen im Holzrahmenbau eingesetzt. Generell ist die Robotik im Holzbau aktuell noch wie vor im Entwicklungsstadium, auch wenn es vor allem im Holzrahmenbau bereits mehrere Anlagen mit vermehrtem Einsatz von Industrierobotern gibt.

Vorteile:

- Sehr hohe Verfügbarkeit
- Lange Wartungsintervalle
- Schmutzunempfindlich
- Durch Schnellwechsler viele Aufnahmemöglichkeiten von Aggregaten
- Hohe Maschinenstandardisierung
- Viele Hersteller

Nachteile:

- Keine Kollaboration Mensch-Roboter derzeit möglich
- Sehr hohe Sicherheitsanforderung
- Begrenzte Reichweiten
- Begrenzte Lasten
- Begrenzte Geschwindigkeit
- Genauigkeit und Last sinkt mit der Ausladung/Reichweite



Geschätzter Bestand von Industrierobotern weltweit in 1000 stk.

Abbildung 3: Industrieroboter weltweit

(<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250212/umfrage/geschaetzter-bestand-von-industrierobotern-weltweit/>)

Die derzeitige Robotik im Holzhausbau arbeitet ähnlich einer CNC-gesteuerten Anlage. Die klassischen 6-Achs Roboter werden häufig aufgrund ihrer Bewegungsmöglichkeiten eingesetzt, da einfache Portalroboter zu aufwändig werden.

Grundsätzlich haben Roboter Einschränkungen in der Reichweite, Last und Genauigkeit. D.h. hohe Reichweiten mit hohen Lasten und hoher Genauigkeit sind zunächst eine Einschränkung für einen Roboter.

Reichweite / Traglast

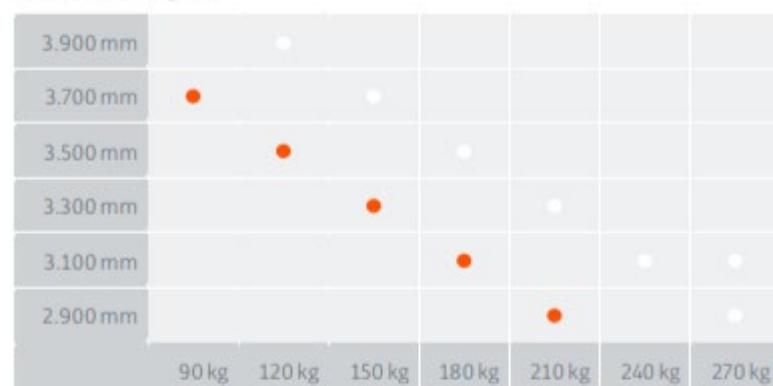


Abbildung 4: Reichweite-Traglast Diagramm

(https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/9cb8e311bfd744b4b0eab25ca883f6d3/kuka_pb_hohe_tl_de.pdf?rev=19ec2937d59342d8a5f7a6481a3279aa&hash=4B84A80DB594228C2F31292D5B91EF2F)

Ist es notwendig große Reichweiten und große Lasten abzudecken, muss von zwei Seiten gearbeitet werden. Dies wiederum hat einen hohen Kosteneinsatz und Platzbedarf zur Folge. Daher werden beispielsweise für das Handling von 13m Balken vorrangig Portalanlagen eingesetzt.

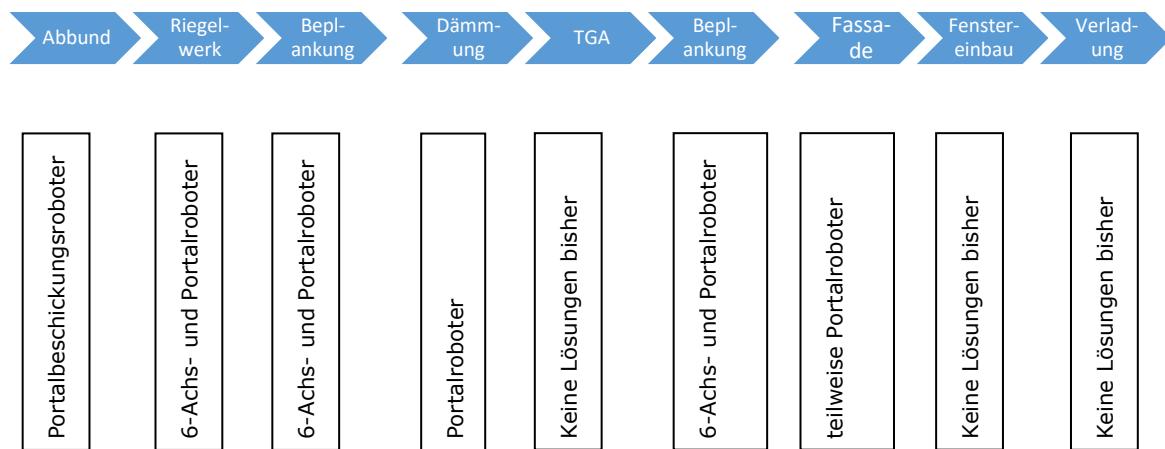
Ein weiteres Thema ist die Kollaboration Mensch/Roboter. Bisher ist es nicht möglich Roboter und Mensch nebeneinander arbeiten zu lassen – ausgehend von großen 6-Achsen-Robotern, die ein Eigengewicht von ca. 1200 kg aufweisen bei einer Nennlast von rund 200 kg.

Aufgrund der Bewegungsradien bedingt dies zwingend einen großen Sicherheitsbereich und eine stark eingeschränkte Zugänglichkeit für Menschen. D.h. die Roboter müssen immer in einem sicheren Bereich stehen, damit keine Gefahr für Mitarbeiter entsteht.

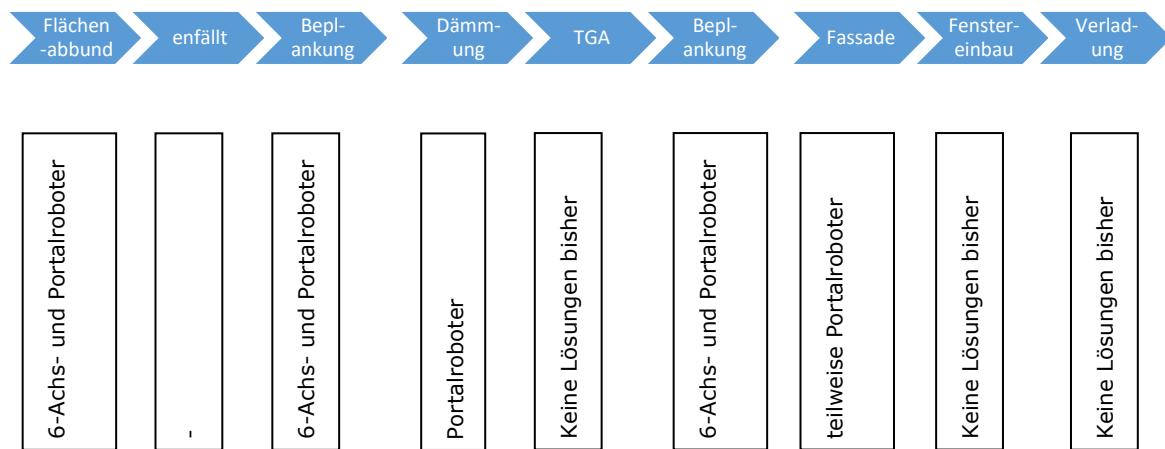
Für den Holzhausbau bedeutet dies, dass die vorgelagerten Prozesse so präzise sein müssen, dass der Prozess, der durch den Roboter ausgeführt werden soll, dadurch nicht beeinflusst wird.

3.1. Roboterlösungen in der Prozesskette Holzhausbau

Betrachtet man die Prozesskette im Holzhausbau zunächst grob, fällt auf, dass heute im industriellen Produktionsumfeld bereits häufig Robotik-Automationslösungen eingesetzt werden.



3.2. Roboterlösungen in der Prozesskette CLT basierte Elemente



Auch bei CLT-Elementen sind Roboterlösungen in den verschiedenen Prozessschritten möglich. Allerdings wird sehr häufig nur der erste Prozess, der Flächenabbund, in der Produktionshalle durchgeführt. Die nachfolgenden Prozessschritte werden meist bauseits durchgeführt. Daher beschränken wir uns in der weiteren Ausführung auf den Holzrahmenbau.

4. Lösungen für flexible und optimierte Fertigungssysteme – Praxisbeispiele

Für den idealen Einsatz eines Fertigungssystems, muss das System immer im Kontext der gesamten Fertigung betrachtet werden:

- Notwendige Fertigungsdaten
- Gesamter Maschinenpark
- Logistik
- Mitarbeiter

Zukunftsgerichtete Produktionssysteme im Holzbau werden geplant und gesteuert, die Produktionsreihenfolge ist fixiert und die Materialdisposition orientiert sich daran.

Weiterhin sind die notwendigen Prozess- und damit Fertigungsschritte eindeutig und nicht dem Werker überlassen. Nur so kann die geforderte Qualität und Leistung erreicht werden. Ein Fertigungssystem soll zudem auch Rückmeldungen geben: was wird an welcher Stelle gerade gemacht, mit welcher Qualität, in welcher Zeit und zu welchen Kosten.

Heruntergebrochen auf Maschinenebene zeigen die folgenden Beispiele optimierte Fertigungssysteme mit hoher Flexibilität.

4.1. Plattenzuschnitt: Portalroboter



Abbildung 5: Portalroboter als Flächenlager für Plattenzuschnitt

(<https://www.homag.com/produktdetail/kommissionier-lager>)

Für den Zuschnitt von Plattenwerkstoffen, fast aller Art, eignen sich liegende Plattsägen als auch CNC-gesteuerte Maschinen die im Nestingverfahren das Plattenmaterial optimal ausnutzen und den Verschnitt möglichst gering halten.

Zur automatischen Zufuhr der unterschiedlichsten Materialien werden meist Portalanlagen eingesetzt, die völlig flexibel in der Größe verfügbar sind. Damit lassen sich unterschiedlichste Formate und Materialien einlagern und der Bearbeitungsmaschine zuführen.

4.2. Beschickung Abbundanlage: Portalroboter



Abbildung 6: Portalroboter für die Beschickung einer Abbundanlage (Paketware)

(<https://www.homag.com/produktdetail/linienportal-storeteq-h-300>)

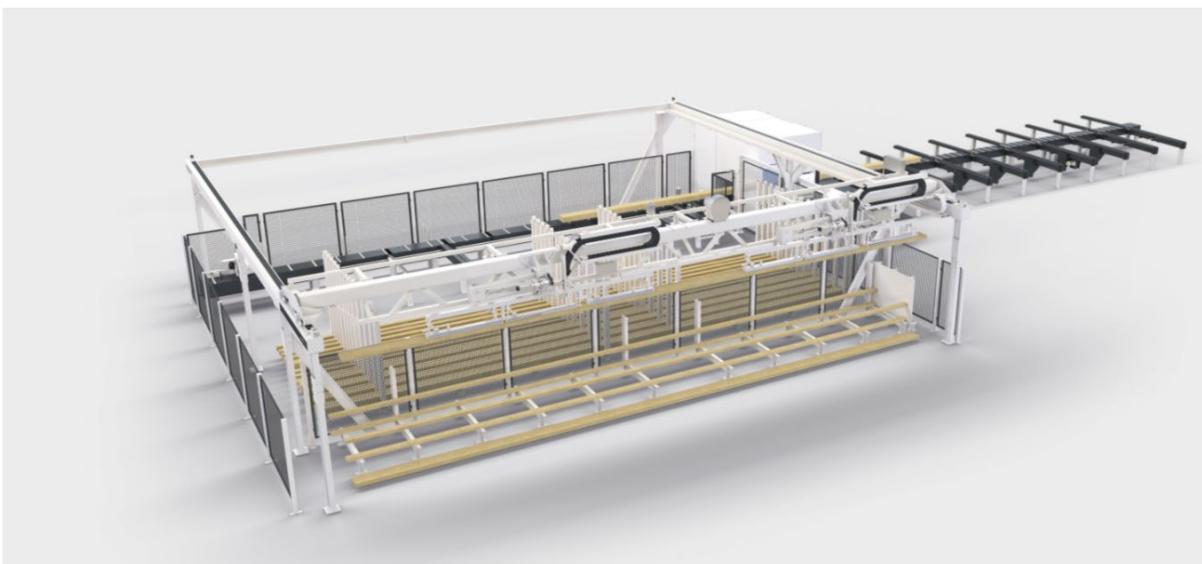


Abbildung 7: Portalroboter für die Beschickung einer Abbundanlage (Rungenlager)

(<https://www.homag.com/produktdetail/beschickungsportal-storeteq-h-700>)

Für den Abbundbereich gibt es mehrere Systeme, um das Rohmaterial zuzuführen. Die Abbundanlagen selbst optimieren entweder nach verfügbarer Rohwarenlänge oder können entsprechend der vorgenerierten Holzliste die Bauteile bearbeiten.

Die Zuführung erfolgt mit Linearportalen, die je nach Anforderung entweder aus Paketware entstapeln oder sofern viele unterschiedliche Querschnitte benötigt werden, aus sogenannten Rungenlagern automatisch das richtige Material zuführen.

4.3. Riegelwerk: Roboter



Abbildung 8: Roboter für den Stieleinbau Riegelwerkstation

(<https://www.homag.com/fileadmin/product/houseconstruction/brochures/WEINMANN-Gesamtprogramm-fuer-den-Holzbau-DE.pdf>)

Der Einsatz eines Roboters im Bereich der Herstellung von Riegelwerken erfordert eine Reihe von weiteren Maschinen und Software, um möglichst effizient fertigen zu können. Die Mindestanforderung ist eine automatische Beschickung von sogenannten Standardstielen. Diese werden über Linearportale und Rollbahnen auf den Abholplatz des Roboters gefördert. Damit sind jedoch nur rechteckige Elemente zu produzieren. Sollen Giebel und Kniestockwände erstellt werden, müssen weitere Systeme integriert werden.

Dazu gehört eine Abbundanlage mit Sortierspeicher der alle Abbundteile, die bearbeitet werden müssen, da nicht aus den Standardstielen zu nehmen, just in time an die Riegelwerkstation liefert. Die Bauteile werden dabei über die Zuschnittsoptimierung der Abbundanlage gefertigt, chaotisch eingelagert und in der Fertigungsreihenfolge wieder ausgelagert. Ebenso müssen die Unter- und Obergurte passend zugeschnitten und bearbeitet sein und in der richtigen Reihenfolge der Riegelwerkstation zugeführt werden.

Um solch ein System zu steuern bedarf es eines sogenannten MES Systems, das sicherstellt, dass die Produktionsdaten zum richtigen Zeitpunkt bereitgestellt werden. Da sich in solch einem System immer mehrere Wände befinden, ist es notwendig zumindest immer einen Tag im Vorfeld die Produktionsreihenfolge komplett festgelegt zu haben.

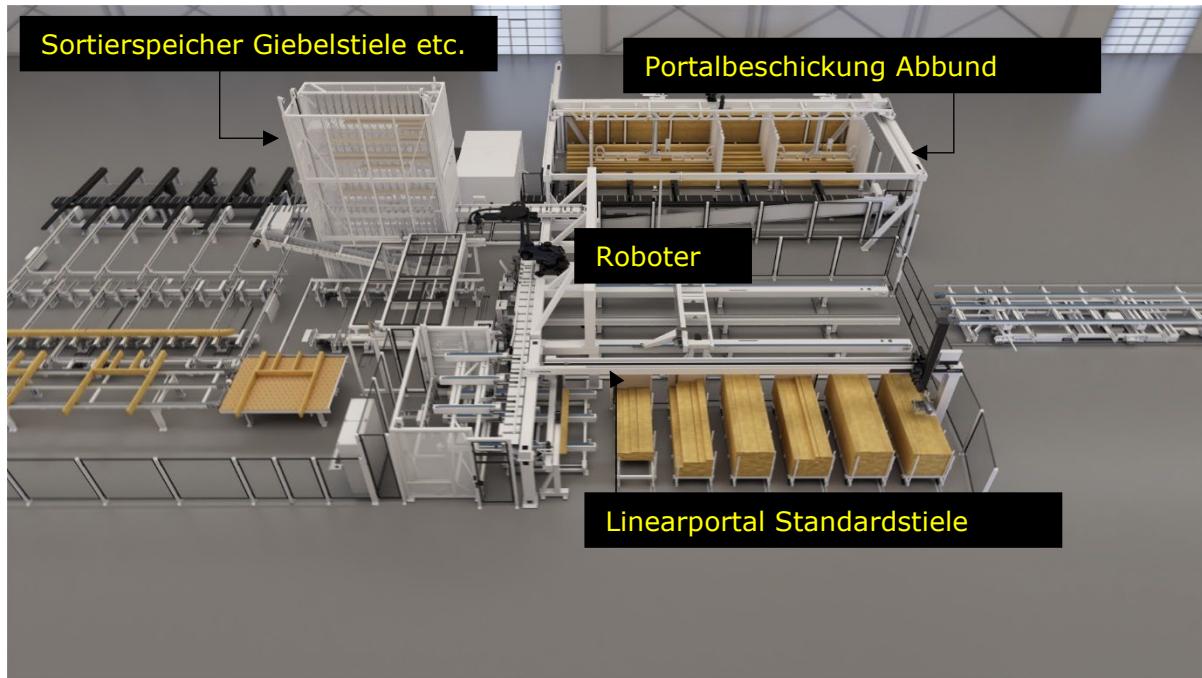


Abbildung 9: Flexible automatisierte Fertigungszelle für die Riegelwerkserstellung
Quelle: Weinmann Holzbauystemtechnik GmbH



Abbildung 10: Roboter für den Stieleinbau Riegelwerkstation
(<https://www.randek.com/de/robotic-system/auto-wall-system-s3000-2>)

4.4. Weitere Anwendungen: Beplankung, Dämmung und Fassade



Abbildung 11: Roboter für das Auflegen von Platten

(<https://www.youtube.com/watch?v=yEPjDE35gng>)

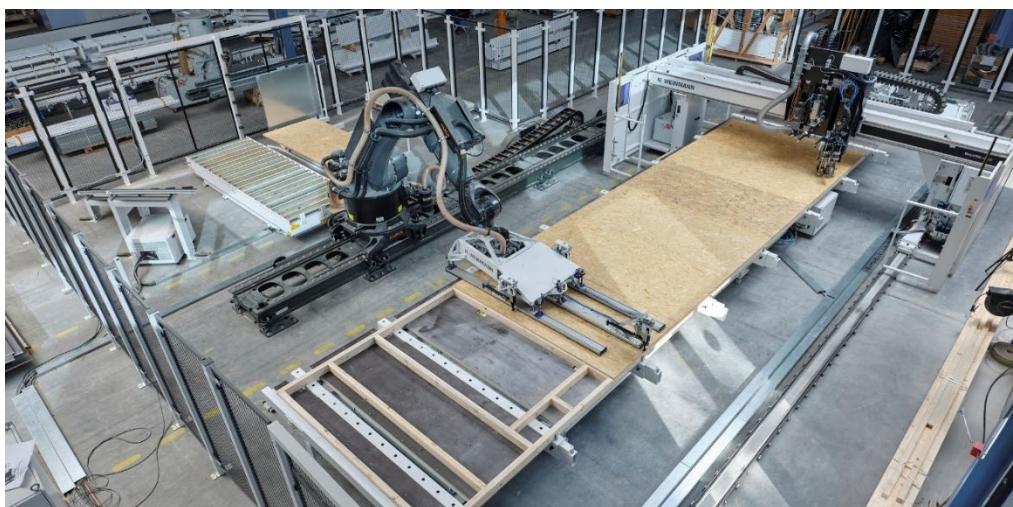


Abbildung 12: Roboter für das Auflegen von Platten in Kollaboration mit einer CNC Portalanlage

(Quelle: Weinmann Holzbausystemtechnik)



Abbildung 13: Roboter für das Dämmen von Gefachen

(Quelle: Weinmann Holzbausystemtechnik)



Abbildung 14: Roboter für den Grundputzauftrag

(Quelle: Weinmann Holzbausystemtechnik)

5. Logistik

Das Produktionsumfeld ist immer nur so gut wie die Logistik. Sehr häufig findet die Leistungssteigerung einer Anlage nicht in der Produktionsanlage selbst statt, sondern in der Logistik der zu verbauenden Teile.

Ist das Rohholz zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Menge am richtigen Ort? Sind die Platten vorhanden die gebraucht werden, ist die Dämmung vorhanden usw.?

Es gibt eine Vielzahl an Fragen, die beantwortet werden müssen und viele Prozesse müssen richtig ablaufen, damit eine flüssige Produktion überhaupt ohne Unterbrechung zustande kommen kann.

Um das sicher zu stellen, können heute automatische gesteuerte Systeme, sogenannte FTS/AGV (Fahrerlose Transport Systeme) eingesetzt werden. Diese werden über eine MES-Software gesteuert (**M**anufacturing **E**xecution **S**ystem).

Diese Transport-Systeme stellen genau obiges sicher. Es gibt verschiedenste Ausführungen für unterschiedliche Transportaufgaben. Beispielsweise sind im Folgenden zwei Systeme zu sehen, einmal für den Plattentransport und einmal für Ein-Auslagerungsaufgaben aus dem Hochregal.



Abbildung 15: Fahrerloses Transport System von HOMAG

(Homag-Fahrerlose Transportsysteme)



Abbildung 16: FTS Stapler von Jungheinrich

(<https://www.jungheinrich.de/systeme/automatisierte-flurfoerderzeuge/fahrerlose-transportsysteme/eks-215a-988726>)

Für den Transport der kompletten Elemente (Wand-, Dach-, Deckenelemente) werden derzeit immer noch Krananlagen und schienengebundene Transportsystemen verwendet. Zukünftig kann auch hier die Kombination von Basiskomponenten aus FTS Systemen mit intelligenten Ladesystemen, den Transport und die Verladung der großen Elemente deutlich vereinfachen.

Allerdings darf an dieser Stelle nicht vergessen werden, dass das Thema Sicherheit im Produktionsumfeld immer höhere Anforderungen an die Automatisierung stellt. Und dies umso mehr bei großen und schweren Bauteilen.

6. Fazit

Die Möglichkeiten einer optimierten und flexiblen Fertigung sind sehr groß und umfangreich. Inwiefern man alle technischen Möglichkeiten ausschöpfen kann und möchte, orientiert sich an vielen Faktoren. Diese hier aufgeführten Punkte sind dabei nur ein Auszug. Wichtig ist es immer den Gesamtkontext mit in Betracht zu ziehen.

Grundsätzlich gilt es zu berücksichtigen, dass mit steigendem Automatisierungsgrad eine gewisse Standardisierung notwendig wird.

Liegt der Schwerpunkt darauf, in der Fertigung eine maximale Flexibilität für unterschiedliche Bauteile zu erreichen, ist die Verbindung einer Automatisierung mit manuellen Arbeitsplätzen das optimale System.

Ob hierbei Portalroboter, Industrieroboter oder andere Systeme gewählt werden, muss sich an der Automatisierungsanforderung orientieren.

Grundlage aller Automatisierung bleiben jedoch die Produktionsdaten. Damit ist die Qualität der Arbeitsvorbereitung grundsätzlich der Start und Schlüssel zum Erfolg.