

Entwicklung einer Fertigungsstraße für Häuser in Holztafelbauweise

Studiengang:

Master
Holzingenieurwesen
1. Semester

Fach:

MH4700
Projekt 1:
Fertigungstechnik

Prüfer:

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Hecht

Bearbeiter:

Daniel Hölscher
(Matr.Nr.: 501350)

Tobias Möllmann
(Matr.Nr.: 501363)

Stefan Gerdemann
(Matr.Nr.: 501347)

Matthias Stoll
(Matr.Nr.: 501334)

Mirco Seume
(Matr.Nr.: 501266)

Datum:

24. Februar 2009



1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	2
2. Vorüberlegung zur Entwicklung einer Fertigungsstraße	4
3. Besuch bei Firma Baukmeier	6
3.1. Firmenportrait	6
3.2. Führung bei Meisterstück-Haus	7
4. Vorplanung Arbeitsschritte	12
4.1. Arbeitsabläufe Fertigungslinie	12
5. Verschiedene Entwürfe einer Fertigungsstraße	16
5.1. Variante 1	17
5.1.1. Plan der Variante 1	17
5.1.2. Erläuterung zu Variante 1	19
5.2. Variante 2	20
5.2.1. Plan der Variante 2	20
5.2.2. Erläuterung zu Variante 2	22
5.3. Variante 3	24
5.3.1. Plan der Variante 3	24
5.3.2. Erläuterung zu Variante 3	26
5.4. Variante 4	29
5.4.1. Plan der Variante 4	29
5.4.2. Erläuterung zu Variante 4	31
5.5. Variante 5	33
5.5.1. Plan der Variante 5	33
5.5.2. Erläuterung zu Variante 5	35
6. Maschinen	43
6.1. Bearbeitungsmaschinen	43
6.1.1. Holzbearbeitungsmaschinen	43
6.1.2. Portalanlage (WMS Fa. Weinmann)	46
6.2. Fördertechnik	48
6.2.1. Schmetterlingswender (WTZ Fa. Weinmann)	48
6.2.2. Pick & Place/Feed (Fa. Hundegger)	49

6.2.3. Krane	50
6.2.4. Vakuumsystem	56
6.2.5. Lager	61
6.2.6. Absaugung	66
7. Zustandsermittlung	72
7.1. Wandelemente	72
7.1.1. Massenermittlung	72
7.1.2. Zeitliche Richtwerte	73
7.2. Dach- und Deckenelemente	78
7.2.1. Massenermittlung	78
7.2.2. Zeitliche Richtwerte	79
8. Entscheidung für eine Fertigungsstraße	84
8.1. Begründung der Wahl	84
8.2. Plan der Fertigungsstraße	86
8.3. Erläuterung der Fertigungsstraße	88
8.4. Elektro-/Pneumatikplan	92
9. Fazit	93
10. Anhang	94

2. Vorüberlegung zur Entwicklung einer Fertigungsstraße

Im Rahmen der Vorüberlegung für die gestellte Aufgabe „Entwicklung einer Fertigungsstraße für einen Holzhaushersteller in Holztafelbauweise“ sind wir nach der Informationsbeschaffung und vieler Internetrecherche zu dem Entschluss gekommen, dass es sinnvoll wäre, einen Vergleich zwischen zwei unterschiedlichen Fällen zu schaffen.

Anhand der folgenden Produktübersicht (Abb. 1) der Firma Weinmann sollen die zwei Fälle der jeweiligen Fertigungsstraße erläutert werden:



Abb. 1 - Handwerk oder Industrie

Fall 1: Planung einer automatisierten Fertigungsstraße für einen handwerklichen Kleinbetrieb mit einer Herstellung von ca. 50 Häusern pro Jahr, wobei die Herstellung individuelle Häuser nach Kundenvorstellungen umfasst und lediglich der Rohbau in der Fertigungshalle erbracht werden soll.

Fall 2: Planung einer automatisierten Fertigungsstraße für einen industriellen Großbetrieb mit einer Herstellung von bis zu 1000 Häusern pro Jahr, bei dem angedacht war die Priorität auf die Herstellung von standardisierten Musterhäusern zu legen, um diese dann schlüsselfertig dem Kunden anzubieten.

Die Gründe dieser Vorüberlegungen beruhen darauf, die Möglichkeiten aufzuweisen, in welchen Umfang eine Automatisierung der Fertigungsstraße sowohl zweckmäßig als auch wirtschaftlich erscheint.

Nach der Vorstellung der verschiedenen Fälle wurde beschlossen, nur einen Fall für eine Fertigungsstraße auszuarbeiten, da die Erstellung der beiden oben genannten Fälle aus zeitlichen Gründen nicht mit den Semesterwochenstunden und dem Selbststudium zu vereinen war.

Für die Ausarbeitung im Rahmen der Projektarbeit wurde eine Kombination aus dem ersten und zweiten Fall gewählt, die im Folgenden beschrieben werden:

Entwicklung einer automatisierten Fertigungsstraße für einen handwerklichen Kleinbetrieb mit der Herstellung von ca. 50 Häusern pro Jahr. Die Herstellung der Holztafelbauhäuser sollen nach individuellen Kundenwünschen erstellt werden, mit dem nach Kundenanforderungen gewünschten Grad der Vorfertigung, vom Rohbau bis zum schlüsselfertigen Holztafelbau.

Die Anforderungen an die Ausarbeitung der Projektarbeit bestehen darin, die zu planende Fertigungsstraße soweit zu optimieren und zu automatisieren, das ein weitestgehender reibungsloser Ablauf bei der Herstellung der Holztafeln gewährleistet wird.

Anforderungen an einen finanziellen Rahmen, Größe der Montagehalle und begrenzte Anzahl an Angestellten des Unternehmens bestehen nicht.

3. Besuch bei Firma Baukmeier

Um eine bessere Vorstellung von einem automatisierten Kleinbetrieb zu erlangen, welche Komponenten für die Herstellung eines Fertighauses benötigt werden, besuchten wir am 27.10.2008 die Firma Meisterstück-Haus Baukmeier in Hameln.



Abb. 2 - Logo Fa. Baukmeier



Abb. 3 - Werkshalle seit 2000

3.1. Firmenportrait

Das Unternehmen wurde im Jahre 1903 gegründet und wird heute von Otto Baukmeier Junior in der dritten Generation geleitet. In den Sparten Zweckbau, Holzingenieurbau, Fertigbau und Zimmerei werden in Hameln 75 Fachleute beschäftigt. Otto Baukmeier Senior hatte als Lehrling in dem Betrieb begonnen und ihn 1934 übernommen, weiter ausgebaut und sich einen guten Namen bei dem Wiederaufbau und der Restaurierung historischer Gebäude erworben. Seit dem ist Holz der dominierende Baustoff der Firma. Im Mai 1981 erstellte die Firma Baukmeier das erste Fertighaus und trägt seitdem den Namen Meisterstück-Haus Baukmeier. Um der, seitdem stark wachsenden, Nachfrage gerecht zu werden wechselte die Firma im Jahre 2000 in das neue Werk (Abb. 3) an der Otto-Körting-Strasse 3 in Hameln. Heute werden in dem Werk bis zu 50 Fertighäuser in mehreren Kategorien, z.B. Individuelle Architektenhäuser oder Ästhetik Holz-Skeletthäuser, gefertigt.

3.2. Führung bei Meisterstück-Haus

Als wir am 27.10.2008 um ca. 9.30 Uhr bei Meiserstück-Haus ankamen, wurden wir freundlich von Herrn Günter Matrevski begrüßt. Herr Matrevski führte uns zuerst durch die Arbeitsvorbereitung und zeigte uns die Zertifizierungen und andere Auszeichnungen. In der Arbeitsvorbereitung erklärte er uns, welche Besprechungen hier durchgeführt werden, z.B. die Gestaltung der einzelnen Häuser mit dem Bauherren und das der Bauleiter diese Besprechungen führt und dieser auch der spätere Ansprechpartner für den Bauherrn über das ganze Bauvorhaben sei. Die Arbeitsvorbereitung wird mit dem Programm *cadwork* ausgeführt. Dieses CAD-Programm hat direkt eine Ausgabe in der Programmiersprache die z.B. für das Ansteuern des Balkenbearbeitungszentrums benötigt wird. Die Statiken für die Gebäude werden von externen Ingenieurbüros gerechnet. Nach ihren Vorgaben werden dann die Pläne gezeichnet und die Konstruktionsdetails realisiert. In der Arbeitsvorbereitung wird anschließend der Arbeitsablaufplan für die Fertigung festgelegt. So das die zu fertigenden Bauteile in einer genauen Reihenfolge fertiggestellt werden und es keine Störungen im Prozess gibt. Als Nächstes wurden wir in die Fertigungshalle geführt. Es war sofort eine klare Gliederung der Fertigung (Abb. 4) zu erkennen.

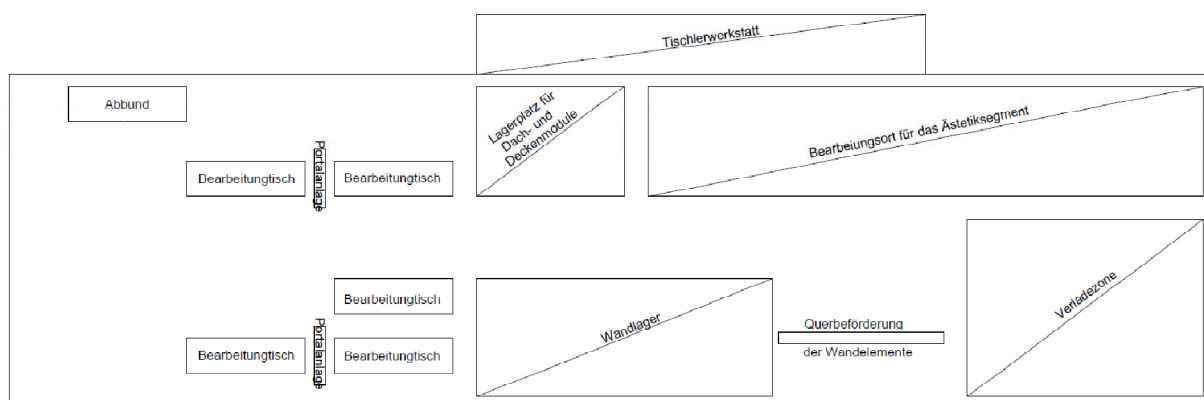


Abb. 4 - Skizze der Gliederung der Fertigungshalle

Am Anfang der Halle stand die Abbundanlage (Abb. 5), eine Hundegger K3. Diese ist für den Zuschnitt sowie für die Bohrungen in den einzelnen Konstruktionshölzern zuständig und erledigt zudem noch viele andere Bearbeitungen an den Konstruktionshölzern.



Abb. 5 - Abbundanlage



Abb. 6 - Kennzeichnung der Konstruktionshölzer

Die Hundegger K3 arbeitet mit einer Verschnittoptimierung, jedoch fallen immer wieder Abschnitte ab die für das momentane Bauvorhaben nicht genutzt werden können. Diese werden zum Teil entsorgt oder für andere Bauvorhaben gelagert. Alle Bauteile eines Hauses werden sorgfältig gekennzeichnet (Abb. 6). Weiter



werden dann im nächsten Schritt die einzelnen Konstruktionshölzer von einem Mitarbeiter auf einen Bearbeitungstisch aufgelegt (Abb. 7). Die Einfräsungen in den Schwellen und anderen horizontalen Bauteilen erleichtern ihm die Aufgabe deutlich (Abb. 8).

Abb. 7 - Auflegen der Hölzer auf den Bearbeitungstisch



Abb. 8 - Einfräsungen der horizontalen Bauteile

Wenn die Konstruktionshölzer alle ausgerichtet sind, werden sie mit Wellennägeln miteinander verbunden (Abb. 8). Zuerst wird die Innenseite der Wand geschlossen. Hierfür werden großformatige Gipsfaserplatten (Fermazellplatten) auf die Konstruktionshölzer aufgelegt. Diese werden von der Portalanlage festgeschossen und die Installationsöffnungen gefräst (Abb. 9).



Abb. 9 - Bearbeitung der Fermazellplatten



Abb. 10 - Wenden der Wand

Wenn diese Bearbeitung der Innenseite der Wand komplett abgeschlossen ist, wird die Wand zum Wenden verfahren (Abb. 10). Im gewendeten Zustand wird dann auf dem zweiten Bearbeitungstisch die Dämmung eingebaut sowie die Zugdrähte für die Elektroinstallation eingelegt. Zum Schließen der Außenseite der Wand wird eine 60mm starke Holzwolle-Leichtbauplatte aufgebracht (Abb. 11).



Abb. 11 - Aufbringen der Holzwolle-Leichtbauplatten

Diese wird von Hand befestigt. Wenn dieser Arbeitsschritt durchgeführt wurde, wird die Wand in das Wandlager geschoben. Hier werden dann weitere Arbeiten wie der Einbau der Fenster und Türen vorbereitet, der Grundaufbau der Außenfassade (z.B. Putz) oder der Einbau der Fensterbänke sowie Fensterleibungen durchgeführt.

Analog dazu werden auf der anderen Seite der Halle die Dach- und Deckenelemente gefertigt (Abb. 12). Hierzu werden die dazu gehörigen



Abb. 12 - Bearbeitung der Dach- und Deckenelemente

Konstruktionshölzer auf einen Bearbeitungstisch ausgelegt und wieder auf der Innenseite mit einer Gipsfaserplatte beplankt. Nun kommt auch hier die Portalanlage zum Einsatz, um Plattenwerkstoffe zu befestigen. Weiter wird bei den Dachelementen die Unterkonstruktion für die Dacheindeckung aufgebracht.

Nach der Fertigstellung werden diese Elemente auf den dafür vorgesehenen Lagerplatz gelegt. Wie auf der Skizze der Werkshalle zu erkennen ist, wird in



Abb. 13 - Bearbeitung der Dach- und Deckensysteme

einem großen Bereich das Premiumsegment „Ästhetik“ gefertigt (Abb. 13). Hier werden zumeist alle Bauteile vor dem Lackieren bearbeitet (Abb. 14), da diese später sichtbare Stilelemente sind.



Abb. 14 - Bearbeitung der Konstruktionshölzer vor dem Lackieren

Die fertigen Elemente werden dann in der Halle auf die LKWs verladen (Abb. 16) und witterungsbeständig verpackt (Abb. 15). Dies geschieht mit Hilfe eines großen Hallenkranes der natürlich nicht nur für die Verladung genutzt wird.



Abb. 16 - Verladen der Elemente



Abb. 15 - Verpacken der Elemente

Nachdem wir die Werkshalle besichtigt hatten, wurden wir in den Musterraum geführt. Hier befanden sich diverse Produkte von namenhaften Herstellern für den Kunden zur Auswahl bereit. Es werden Beispiele für Badeinrichtungen gezeigt sowie verschiedene Bodenbeläge bis zur Auswahl der Dachziegel. Die Produktpalette war ausreichend und in hoher Qualität.

Nachdem wir dies gesehen hatten, bekamen wir noch die Chance einen Mitarbeiter aus der Arbeitsvorbereitung zu befragen. Er erläuterte uns nochmal die Aufgaben der Arbeitsvorbereitung und beantwortete unsere Fragen.

Im Großen und Ganzen hat uns diese Besichtigung für unser Projekt viel geholfen. Durch den Besuch konnte besser eingeschätzt werden, was für Stationen die Fertigung durchlaufen muss und wie hoch der Planungsaufwand ist, wenn man nicht gerade immer die Musterhäuser versch. Typen baut.

Des Weiteren wurde ersichtlich wie viele Leute an einem Bauvorhaben mitarbeiten.

4. Vorplanung Arbeitsschritte

Im Anschluss an den Besuch bei Fa. Baukmeier wurde für die Erstellung einer Fertigungsstraße eine grobe Vorplanung der Arbeitsschritte in einer MindMap zusammengefasst. Dieses MindMap enthält sowohl Arbeitsabläufe der Angestellten und Maschinen als auch sonstige Materialabläufe. Zur Übersicht der MindMap soll die Abb. 17 dienen, die aber in reiner Textform in Abschnitt 4.1. nochmals erläutert wird. Eine vergrößerte Darstellung ist im Anschluss des Abschnittes 4.1. einzusehen.

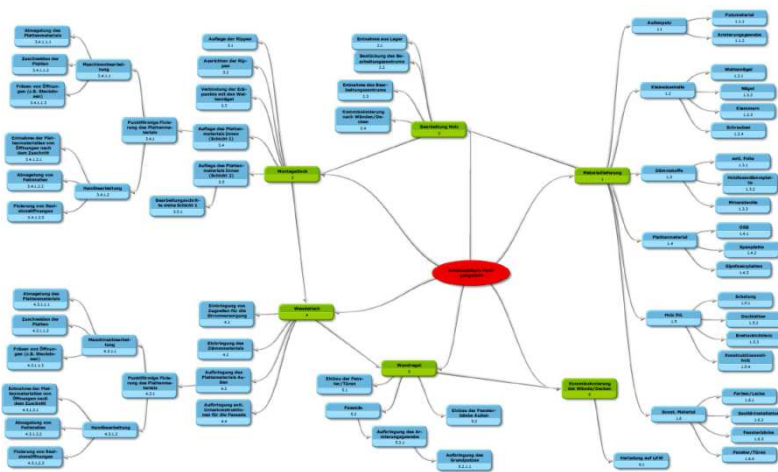


Abb. 17 - Arbeitsabläufe der Fertigungslinie

4.1. Arbeitsabläufe Fertigungslinie

1. Materiallieferung
 - 1.1. Außenputz
 - 1.1.1. Putzmaterial
 - 1.1.2. Armierungsgewebe
 - 1.2. Kleinteile
 - 1.2.1. Wellennägel
 - 1.2.2. Nägel
 - 1.2.3. Klammern
 - 1.2.4. Schrauben
 - 1.3. Dämmstoffe
 - 1.3.1. evtl. Folie
 - 1.3.2. Holzfaserdämmplatte

- 1.3.3. Mineralwolle
- 1.4. Plattenmaterial
 - 1.4.1. OSB
 - 1.4.2. Spanplatte
 - 1.4.3. Gipsfaserplatten
- 1.5. Holz lfd.
 - 1.5.1. Schalung
 - 1.5.2. Dachlatten
 - 1.5.3. Brettschichtholz
 - 1.5.4. Konstruktionsvollholz
- 1.6. Sonst. Material
 - 1.6.1. Farben/Lacke
 - 1.6.2. Sanitärinstallation
 - 1.6.3. Fensterbänke
 - 1.6.4. Fenster/Türen

- 2. Bearbeitung Holz
 - 2.1. Entnahme aus Lager
 - 2.2. Bestückung des Bearbeitungszentrums
 - 2.3. Entnahme des Bearbeitungszentrums
 - 2.4. Kommissionierung nach Wänden/Decken usw.

- 3. Montagetisch
 - 3.1. Auflage der Rippen
 - 3.2. Ausrichten der Rippen
 - 3.3. Verbindung der Eckpunkte mit den Wellennägeln
 - 3.4. Auflage des Plattenmaterials Innen (Schicht 1)
 - 3.4.1. Punktförmige Fixierung des Plattenmaterials
 - 3.4.1.1. Maschinenbearbeitung
 - 3.4.1.1.1. Abnagelung des Plattenmaterials
 - 3.4.1.1.2. Zuschneiden der Platten
 - 3.4.1.1.3. Fräsen von Öffnungen (z.B. Steckdosen)
 - 3.4.1.2. Handbearbeitung

- 3.4.1.2.1. Entnahme der Plattenmaterialien von Öffnungen nach dem Zuschnitt
- 3.4.1.2.2. Abnagelung von Fehlstellen
- 3.4.1.2.3. Fixierung von Revisionsöffnungen
- 3.5. Auflage des Plattenmaterials Innen (Schicht 2)
 - 3.5.1. Bearbeitungsschritte siehe Schicht 1

- 4. Wendetisch
 - 4.1. Einbringung von Zugseilen für die Stromversorgung
 - 4.2. Einbringen des Dämmmaterials
 - 4.3. Aufbringung des Plattenmaterials Außen
 - 4.3.1. Punktförmige Fixierung des Plattenmaterials
 - 4.3.1.1. Maschinenbearbeitung (siehe oben)
 - 4.3.1.1.1. Abnagelung des Plattenmaterials
 - 4.3.1.1.2. Zuschneiden der Platten
 - 4.3.1.1.3. Fräsen von Öffnungen (z.B. Steckdosen)
 - 4.3.1.2. Handbearbeitung (Siehe oben)
 - 4.3.1.2.1. Entnahme der Plattenmaterialien von Öffnungen nach dem Zuschnitt
 - 4.3.1.2.2. Abnagelung von Fehlstellen
 - 4.3.1.3. Fixierung von Revisionsöffnungen
 - 4.4. Aufbringung evtl. Unterkonstruktionen für die Fassade

- 5. Wandregal
 - 5.1. Einbau der Fenster/Türen
 - 5.2. Fassade
 - 5.2.1. Aufbringung des Armierungsgewebe
 - 5.2.1.1. Aufbringung des Grundputzes
 - 5.3. Einbau der Fensterbänke Außen

- 6. Kommissionierung der Wände/Decken
 - 6.1. Verladung auf LKW

5. Verschiedene Entwürfe einer Fertigungsstraße

Um möglichst eine große Auswahl für den Aufbau einer Fertigungsstraße und somit viel Potenzial für Diskussionen zu schaffen, wurde von jedem Projektmitglied eine eigene Idee entworfen und ein Fertigungsablauf gezeichnet. Die im Zuge der Vorplanung entstandenen Zeichnungen erhoben den Anspruch, Abmessungen der Halle, Aufteilung und Art der Maschinen, Arbeitswege und mögliche Automatisierungen der Arbeitsabläufe darzustellen.

Im weiteren Verlauf wird zunächst für jede Fertigungsstraße ein kurzer Überblick der Zeichnung gegeben und anschließend maßstäblich auf einem, direkt im Anschluss befindlichen, DIN A2 Plan dargestellt. Als Abschluss jener Fertigungsstraße erfolgt eine Erläuterung der dargelegten Variante.

Ziel der Darstellung ist schlussendlich eine optimale Fertigungsstraße mit den jeweiligen Anforderungen zu entwickeln. Für die Entscheidung oder Entwicklung einer optimalen Fertigungsstraße bedarf es jedoch weiterer Kriterien, wie das im Kapitel 6 behandelte Thema der Für und Wieder der Maschinen, sowie das Bestimmen von Arbeitsabläufen, welches man im Kapitel 7 vorzufinden ist.

5.1. Variante 1

5.1.1. Plan der Variante 1

Variante 1
Grundriss M: 1:300

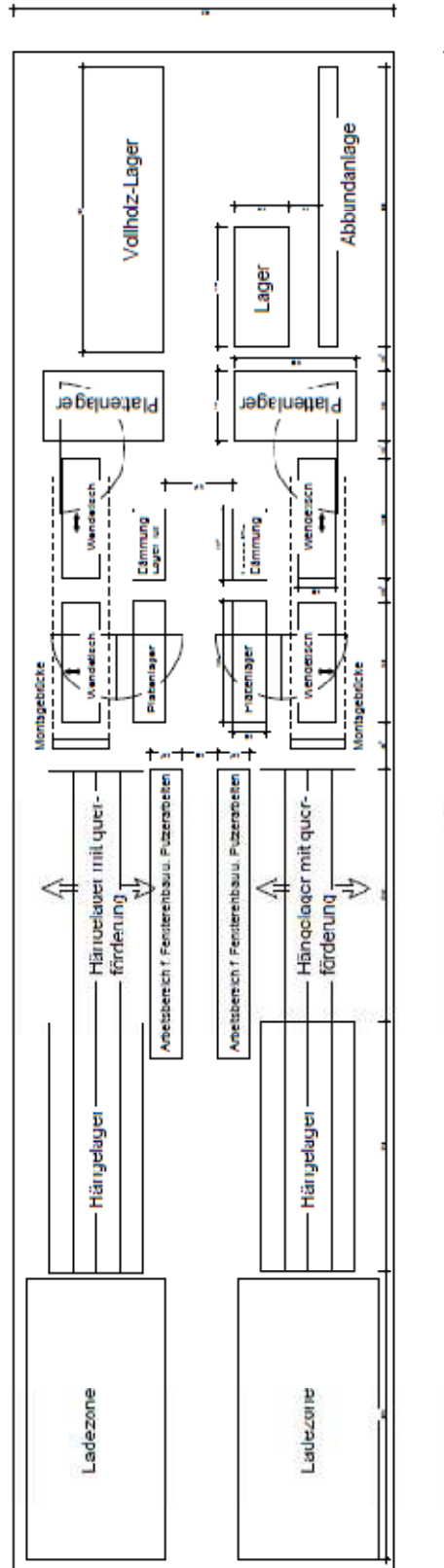
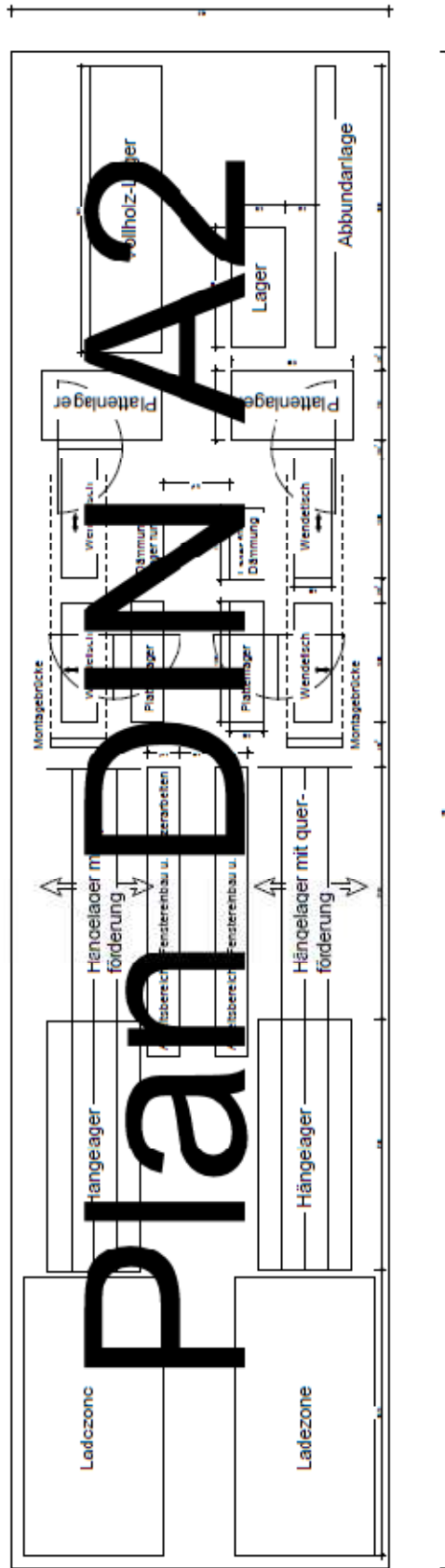


Abb. 18 - Darstellung der Variante 1

Variante 1

Grundriss M: 1:300



PROJEKT 1:300	PROJEKTNAME Neubau einer Fertigungsstraße
Datum 03.02.2009	PROJEKTLEITER Prof. Dr. Grottel
VERFASST VON MARTIN LÖW	PROJEKTNUMMER 18

HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
Fachhochschule Hildesheim/Holzmanden/Göttingen.

5.1.2. Erläuterung zu Variante 1

Der Entwurf stellt eine Fertigungshalle mit zwei Fertigungslinien dar, dabei soll es möglich sein auf beiden Linien Dachelemente und Wandelemente zu fertigen. Die Halle ist ca. 163 m lang und 40 m breit.

Bei diesem Entwurf beginnt die Fertigung am rechten Ende der Halle, mit dem Zuschnitt bzw. mit der Bearbeitung der Wandstiele und der Deckenbalken mit einer Abbundanlage. Im Anschluss wurde ein Lager eingerichtet, um die Hölzer zu lagern.

Im Anschluss an die Abbundanlage teilt sich die Fertigung in 2 Linien. Dabei wurde zu Beginn ein Plattenlager eingerichtet, wobei die Platten mit einem Kran (Ausleger 7m) auf den ersten Wendetisch gelegt werden können. Nachdem die Stiele bzw. Deckenbalken ausgelegt und die Platten aufgelegt wurden, werden diese mit einer Multifunktionsbrücke weiter bearbeitet. Danach wird die Tafel gewendet und auf dem zweiten Wendetisch weiter bearbeitet. Das Wenden der Tafeln ist dadurch möglich, da sich ein Wendetisch längs zur Halle und der andere quer zu Halle bewegen kann, sodass sie entweder hintereinander oder gegeneinander stehen. Nachdem einlegen der Dämmung und Leerrohre, dem Auflegen der Platten und den Bearbeitungen der Multifunktionsbrücke wird die Tafel in ein Hängelager gehängt, wobei die Tafel vorerst quer zu dem 2. Hängelager gefördert werden kann. Entweder wird die Tafel in ein freies Hängelager befördert oder es wird vorerst zur weiteren Bearbeitung, z.B. Fenstereinbau, Verputzen zur Mitte der Halle befördert. Wenn die notwendigen Wand-/Deckenelemente für eine Kommission gefertigt wurden, können sie verladen werden.

Im Mittlern Bereich der Halle wurde darauf geachtet das ein Fahrweg von 4m bzw. 7m eingehalten wurde, um verschiedene Lager auffüllen zu können.

5.2. Variante 2

5.2.1. Plan der Variante 2

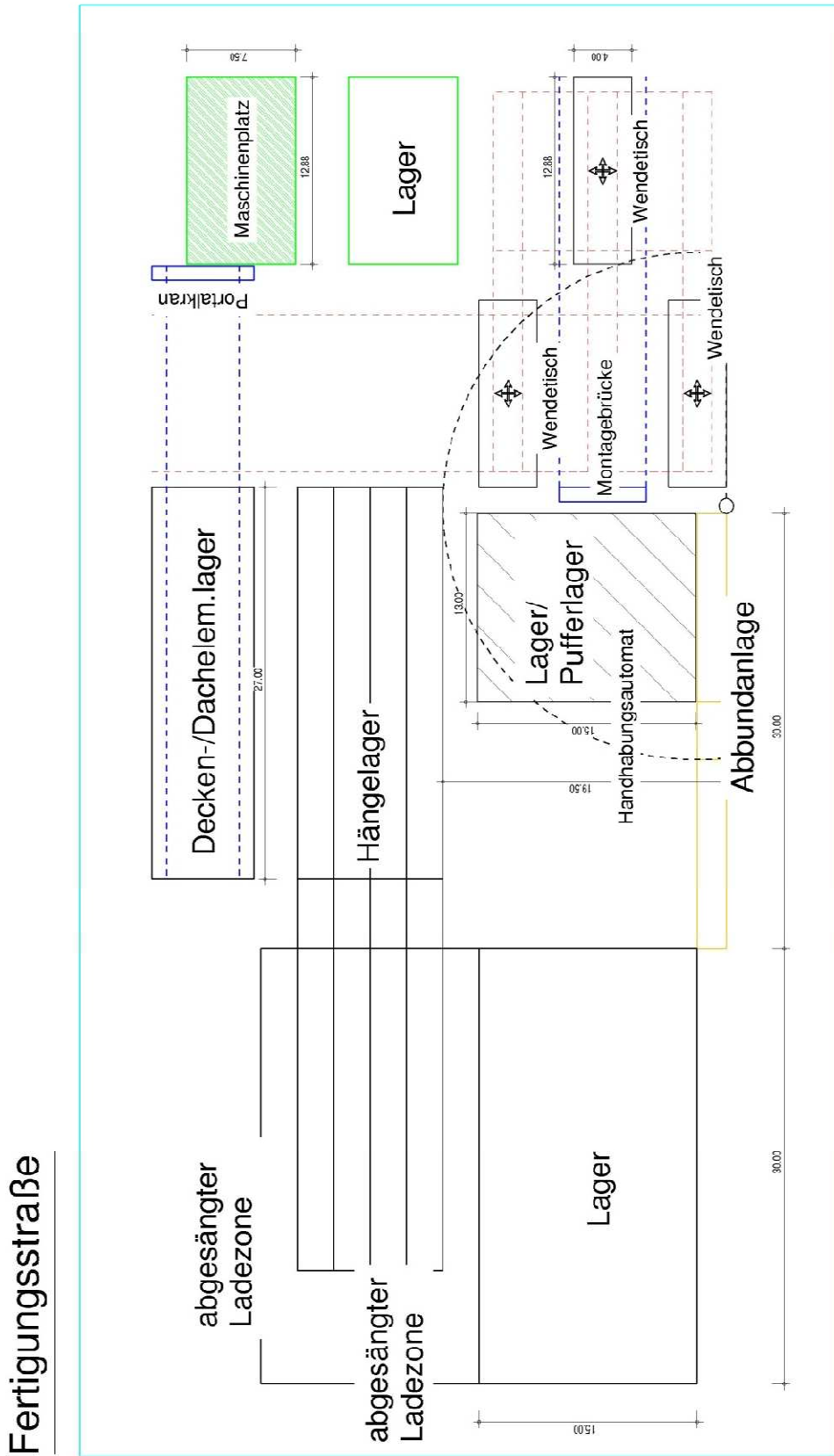
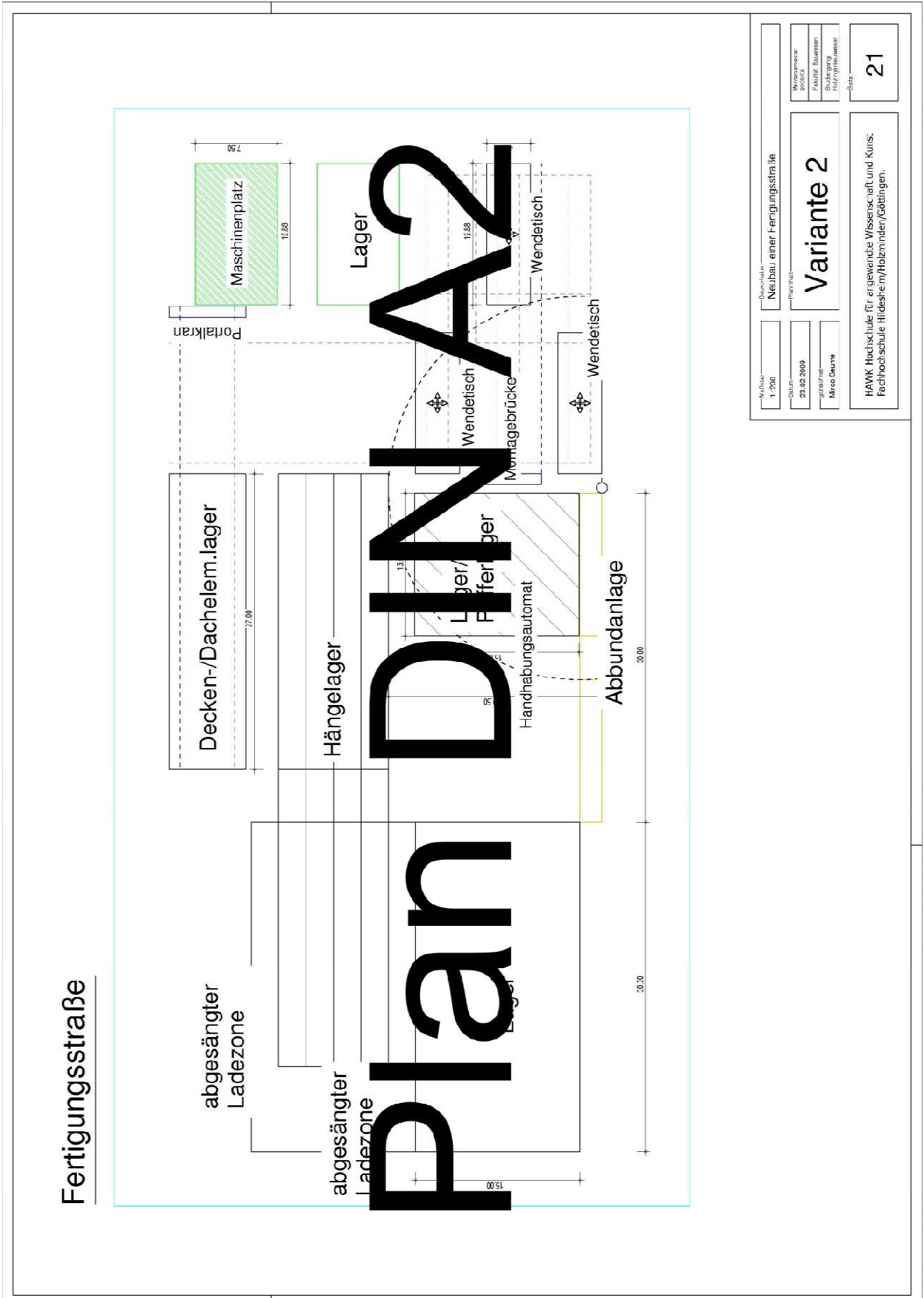


Abb. 19 - Darstellung der Variante 2



5.2.2. Erläuterung zu Variante 2

Es war geplant die Fertigungsstraße kompakt zu gestalten ohne Verschwendung von Fläche.

Zum Beginn der Straße hab ich ein Holzlager angeordnet, damit alle Materialien unter einem Dach angeordnet sind. Von diesem Lager ist es mit einem Gabelstapler oder dem großen Hallenkran, der unter der Decke befestigt ist, möglich, die Abbundanlage zu beschicken. Es wurde von einer Holzstangenlänge von 13,5 m ausgegangen. Neben der Abbundanlage ist ein Puffer angeordnet, weil die Abbundanlage einen höheren Durchgang hat als die Wendetische. Somit ist es auch in unserer Firma möglich, Lohnabbund anzubieten. Dieses Pufferlager fungiert auch als Materiallager für Platten und Dämmstoffe, da die Wendetische sich in jeder Position bewegen können, ist es kein Problem das Materiallager an dieser Stelle anzuordnen.

Hinter der Abbundanlage sind drei Wendetische angeordnet, denen es möglich ist, jede Position des Schienensystems einzunehmen. Die Schienen sind als Acht angeordnet, auf Höhe des mittleren Tisches ist eine Weinmann – Portalanlage angeordnet, die es ermöglicht die gesamte Breite des Schienensystems auszunutzen. Der Grund für die von mir gewählte Schienenanordnung ist, dass ein Tisch als Puffer fungieren kann, da man nicht voraussetzen kann das alle Elemente in der Fertigung dieselbe Zeit benötigen. Die Elemente können an jedem Knotenpunkt des Schienensystems an einen anderen Tisch übergeben werden.

Ich habe in meiner Variante ein Platz für Maschinen vorgesehen, da es nicht zwingend möglich ist alle Teile (besonders Kleinteile auf der Abbundanlage) zu fertigen. Am Ende der Abbundanlage habe ich ein Schwenkkran mit einem 18 m langen Ausleger angeordnet, mit diesem Kran ist es möglich die drei Grundpositionen der Wendetische zu erreichen. Der Aufbau und die Anordnung der Tische lässt eine parallele Fertigung an den Tischen zu. Auf jedem Tische kann alles gefertigt werden, es gibt keine Beschränkung für Wand- oder Deckenelemente.

Neben dem Maschinenplatz ist einem Tisch möglich zum Hängelager zu fahren und dort die Wandelemente senkrecht an dieses weiter zu geben. Das

Lager für die Dach- und Deckenelemente befindet sich am Ende der Schiene neben dem Hängelager.

Das Hängelager ragt über die abgesenkte Ladezone für LKW's drüber. Die LKW's fahren auf eine Platte, die sich bewegen lässt, um eine Querförderung und somit eine optimale Beladung der LKW's ermöglichen zu können.

5.3. Variante 3

5.3.1. Plan der Variante 3

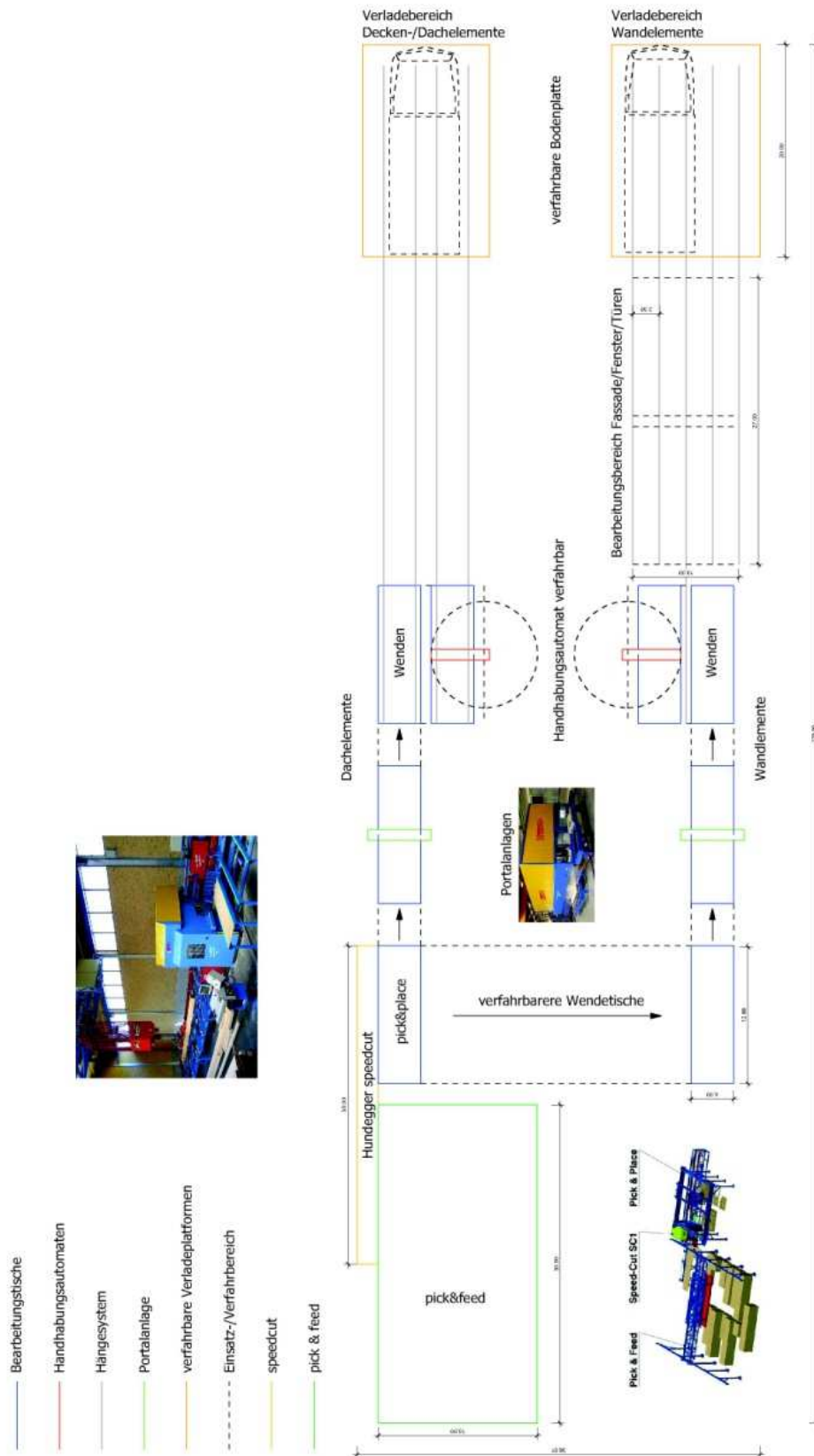
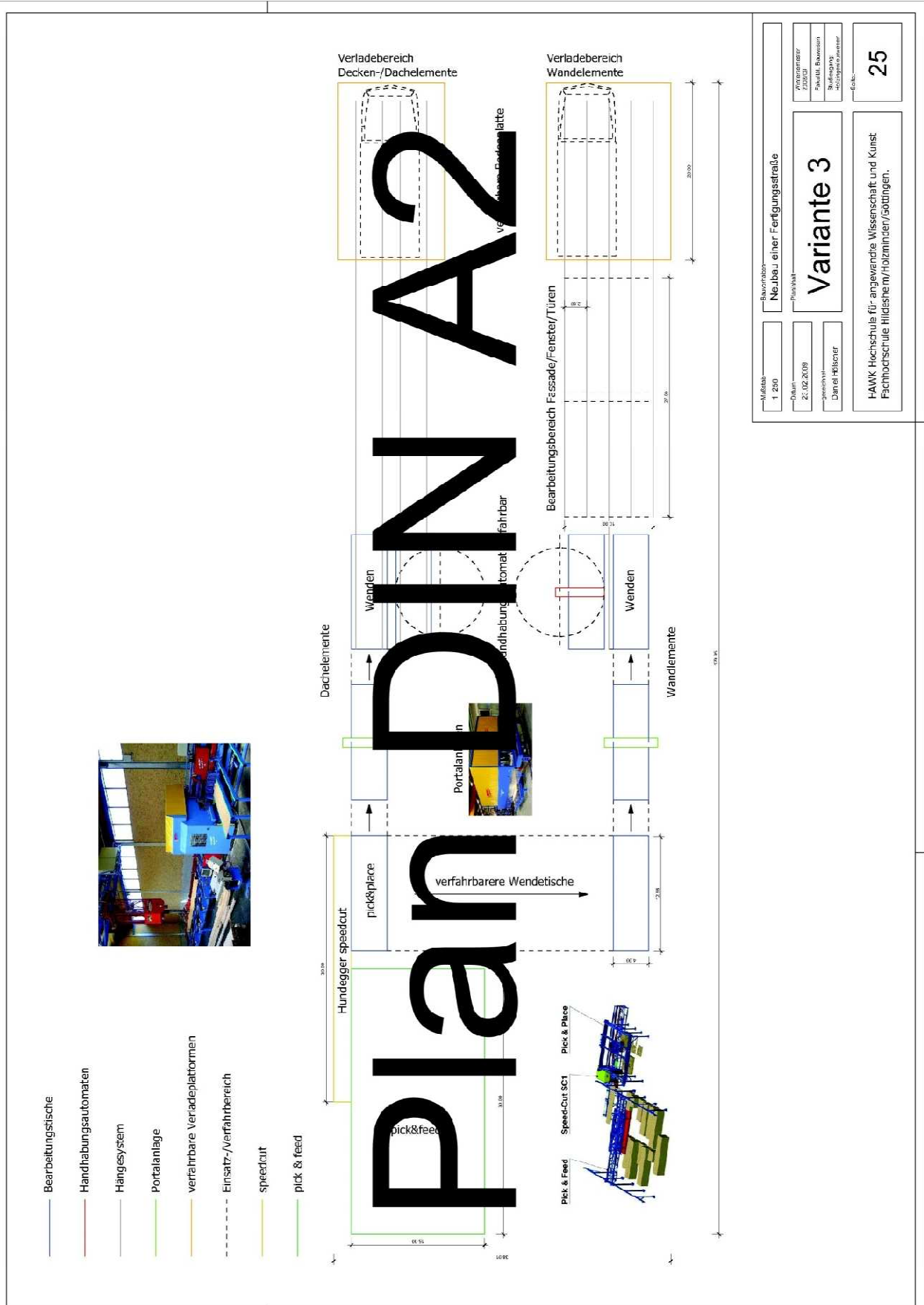


Abb. 20 - Darstellung der Variante 3



5.3.2. Erläuterung zu Variante 3

Diese Fertigungsanlage wurde so konzipiert, dass nicht nur die vorgesehenen 50 Häuser hergestellt werden können. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die Maschinen, Beschickungseinrichtung, Balkenbearbeitungszentrum sowie die Portalanlage, miteinander kompatibel und mit der gleichen Programmiersprache angesteuert werden können. Das heißt, dass kein Konvertieren der Dateien nötig ist. Es war angedacht, dass die Balkenbearbeitungsanlage, bestehend aus einer Hundegger Speed-Cut, von dem Pick&Feed-System (Abb. 21), ebenfalls von der Firma Hundegger, bestückt werden soll.

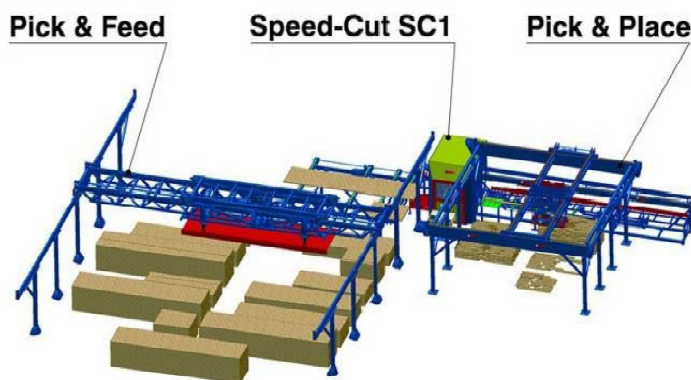


Abb. 21 Pick & Feed, Speed-Cut, Pick & Place

In dem Lagerbereich dieses Pick & Feed-Systems werden vor Beginn der Bearbeitung die benötigten Holzquerschnitte in Stangen vorkommissioniert. Diese Anlage soll dann selbstständig die Speed-Cut mit den benötigten Querschnitten beschicken. Dies geschieht nach einem in der Arbeitsvorbereitung klar vordefinierten Ablauf, so dass die benötigten Hölzer zu dem zu bearbeitenden Element ausgewählt werden. Diese Fertigung soll also „Just in time“ durchgeführt werden, sodass nur minimale Puffer entstehen. Nach der Balkenbearbeitung werden die fertigen Hölzer durch das Pick & Place-System auf den bereitstehenden Bearbeitungstisch platziert. Die weitere Bearbeitung spaltet sich nun in zwei Bereiche, die parallel weiterlaufen. Diese Bereiche sind unterteilt in Wandelementbearbeitung und in Decken- und Dachelementbearbeitung. Bei der Wandelementbearbeitung fährt der bestückte Bearbeitungstisch zur Portalanlage (Abb. 22).



Abb. 22 Hundegger Portalanlage

Diese vollautomatische Anlage verbindet die einzelnen Hölzer miteinander. Im nächsten Schritt werden die Gipsfaserplatten aufgelegt. Bei unserem vordefinierten Wandaufbau besteht die Innenseite der Außenwände aus einer doppelten Schicht aus Gipsfaserplatten und Außen aus mit einer Holzwolleleichtbauplatte, die bauseitig verputzt werden. Nach der Vernagelung der ersten Gipsfaserplattenschicht wiederholen sich die ersten Arbeitsschritte und die zweite Lage Gipsfaserplatten wird aufgebracht. Im folgenden Arbeitsschritt werden alle Öffnungen, z.B. für Steckdosen oder Installationsöffnungen für Gas, Wasser oder Sanitär, gefräst. Zusätzlich werden die Gipsfaserplatten bündig geschnitten. Wenn die Bearbeitung der Innenseite abgeschlossen ist, wird die Wand mit dem Bearbeitungstisch zum Wenden gefahren. Hierbei kommt ein zweiter Bearbeitungstisch zum Einsatz.

Die beiden Tische werden vertikal aneinander gestellt und die Spannvorrichtung, die die Wand in ihrer Lage hält, wird von einem Bearbeitungstisch zum anderen umgespannt. Danach fährt der zweite Tisch mit der Wand wieder in die Horizontale, um eine weitere Bearbeitung der Wand zu ermöglichen. Der erste Arbeitsschritt der beim weiteren Bearbeiten der Wand getätigt werden muss ist das Einlegen der Elektroinstallation so wie das Installieren der Leerrohre für die Gas- und Wasserversorgung. Im nächsten Schritt soll das Auflegen und das Befestigen der Holzwolleleichtbauplatten durch einen Handhabungsroboter realisiert werden. Dieser soll die Platten selbstständig aus dem dahinter liegendem Materiallager holen und diese in einem weiteren Arbeitsschritt befestigen. Eine Innenwand, die beidseitig mit einer Lage Gipsfaserplatten beschichtet wird, verfährt nach dem Wenden und dem Bearbeiten des Wandzwischenraums wieder in die Portalanlage, um dort

die schon im vornherein erläuterten Arbeitsschritte durchzuführen. Ist die Wand nun so weit fertig gestellt, wird der Bearbeitungstisch wieder in die Vertikale verfahren und mit den vorher befestigten Konsolen ins Hängelager eingehängt. In diesem werden dann Arbeitsschritte wie das Einbauen der Fenster und Türen oder das Einsetzen der Fensterbänke und das Verspachteln der Gipsfaserplatten durchgeführt. Auf der Bearbeitungsseite der Dach- und Deckenelemente werden die Arbeitsschritte in der Portalanlage identisch ausgeführt. Auf dem zweiten Bearbeitungstisch werden dann aber nicht Holzwoleleichtbauplatten aufgelegt, sondern hier wird die Dachunterkonstruktion durch einen Handhabungsroboter aufgesetzt. Wenn die Wandelemente sowie die Dach- und Deckenelemente fertig gestellt und verladebereit sind, werden diese über, an der Hallendecke befestigte Schienensysteme, auf den LKW verladen. Um die Quarförderung zu realisieren werden hier nicht die Elemente in Querrichtung verfahren, sondern der LKW steht auf einer beweglichen Plattform, die in Querrichtung verfahrbar ist. Um so ein sinnvolles und reibungsloses Verladen der Elemente zu realisieren.

Vorteile:

- die Maschinen sind alle von einem Hersteller und somit untereinander Kompatibel
- die aufzuspielende Software muss nicht konvertiert werden, wenn mit Programm "Cadwork" gearbeitet wird
- hohe Automatisierung durch Pick & Place, Pick & Feed, Speed-Cut, Portalanlage und Handhabungsroboter
- leichtes Verladen der Elemente
- wenig Personalaufwand

Nachteile:

- hohe Anschaffungskosten
- die Anlage muss immer ausgelastet sein, damit der Maschineneinsatz wirtschaftlich bleibt
- geringe Variationsmöglichkeiten
- die beiden Bearbeitungsstraßen können nur das fertigen wofür sie ausgerüstet sind (Wandelementstraße und Dach-, Deckenelementstraße)

5.4. Variante 4

5.4.1. Plan der Variante 4

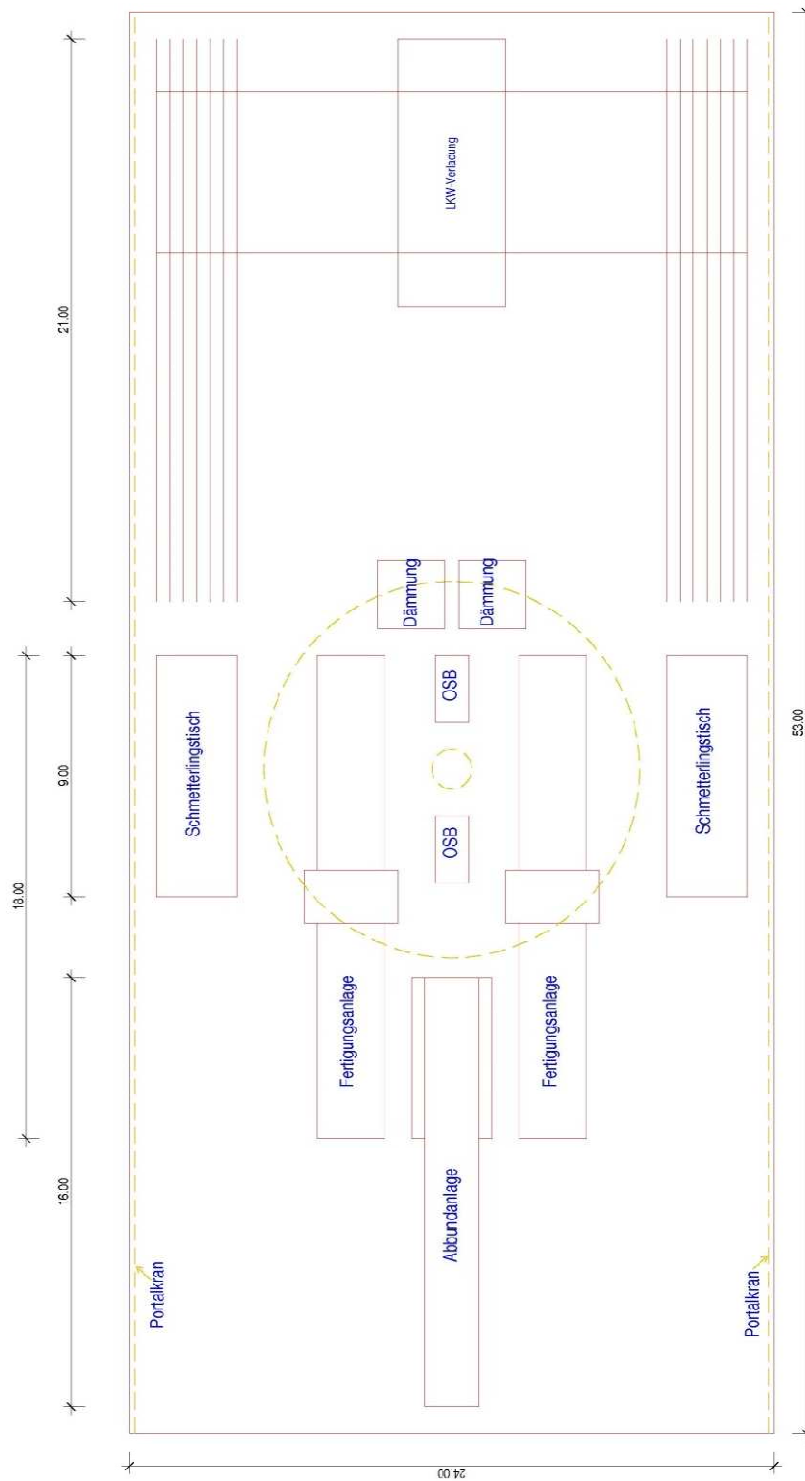
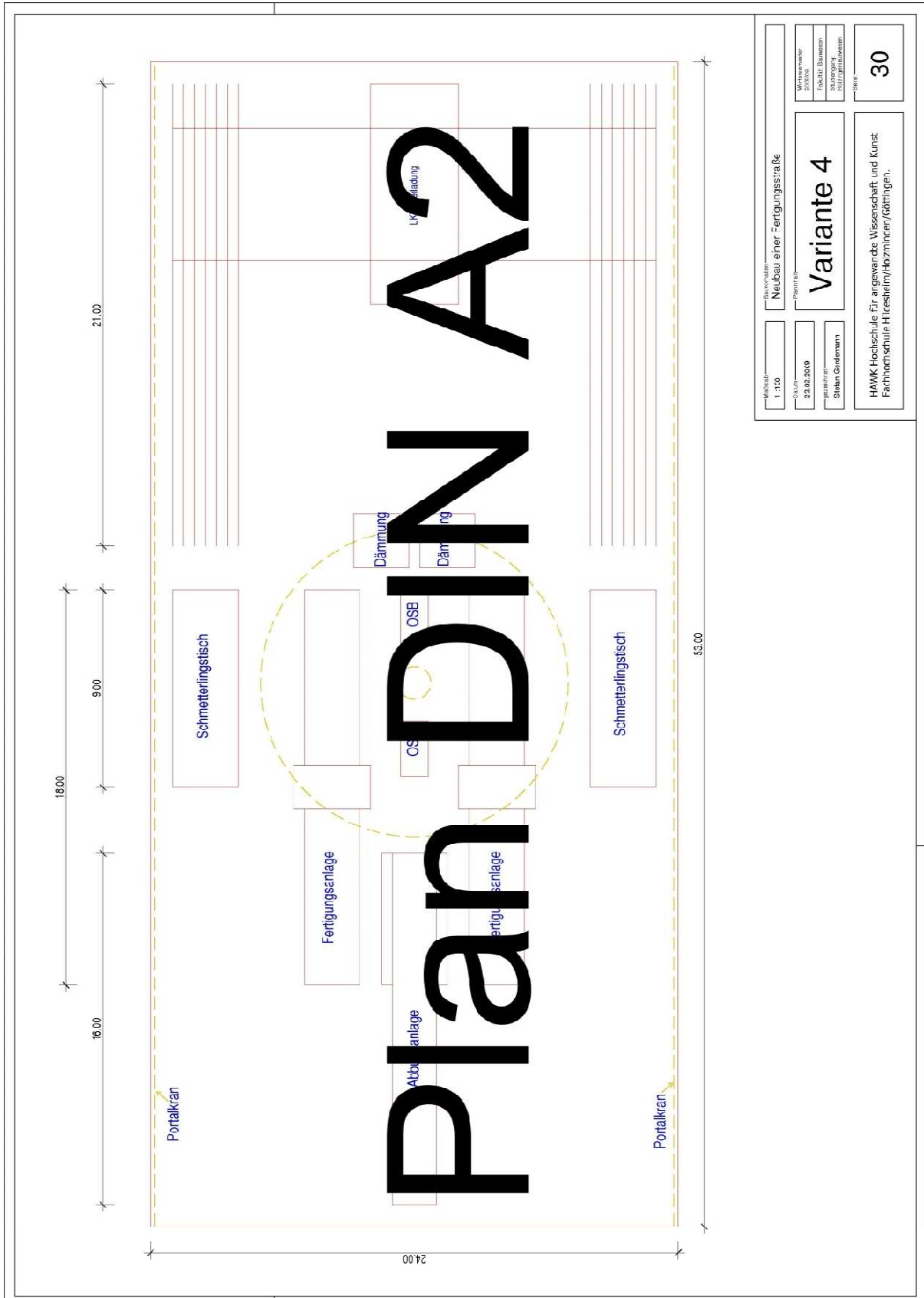


Abb. 23 - Darstellung der Variante 4



Masstab:	Skala:	Projektname:	Wintersemester
1:100	1:100	Neubau einer Fertigungsstraße	2022/23
Datum:	Projekt:	Titel:	Skizzen
29.02.2019	1:100	Variante 4	3D-Modell
Projekt:	Skizzen:	3D-Modell:	Seite
Stefan Gredemann			30

HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
 Fachhochschule Hildesheim/Holzminden/Göttingen.

5.4.2. Erläuterung zu Variante 4

Für die Aufgabe „Planen einer Fertigungsstraße mit ca.50 Holztafelbau Häuser pro Jahr“, habe ich die Grundlage von der Firma „Weinmann“ die Portalanlage mit Schmetterlingstisch und eine entsprechende Abbundanlage übernommen. Für ein Haus in Holztafelbauweise müssen sowohl Wand- als auch Dachelemente gefertigt werden. Diese haben jedoch nicht den gleichen Aufbau und somit auch eine unterschiedliche Fertigung. Somit bin ich zum Entschluss gekommen, eine „zweigleisige“ Fertigung aufzubauen. Bei einer „zweigleisigen“ Fertigung kann man zur gleichen Zeit die Dach-, Decken- und Wandtafeln fertigen. Für das Zuschneiden der Rippen aller Tafelarten steht eine Abbundmaschine in der Mitte der Halle in einer zentralen Position zur Verfügung. Hier können alle Arten von Bearbeitungen an den Rippen vollzogen werden. Die Abbundmaschine kann die fertig zugeschnittenen Hölzer auf zwei Seiten ausgeben, je nach dem zu welchem Fertigungselement die Hölzer zugeordnet werden müssen. Für die Wand-, Decken- bzw. Dachtafelbereitung kommen zwei Portalanlagen zum Einsatz. Diese stehen dann jeweils rechts und links neben der Abbundanlage. Die fertigen Hölzer können auf den jeweiligen Fertigungstisch oder auch Schmetterlingstisch der Portalanlage gelegt werden und untereinander verbunden werden. Diese Verbindung erfolgt durch einen mit der Hand bedienten Nagelschussgerät. Für das Auflegen der ersten Lage von OSB-Platten habe ich mir einen Portalkran vorgestellt, der sowohl über die ganze Abbundanlage als auch über die Portalanlage fahren und die Last einer ganzen Tafel tragen kann. Die Vernagelung der OSB-Lage übernimmt die Portalanlage von Weinmann. Ist die erste Lage OSB-Platten mit den jeweiligen Rippen vernagelt, muss die Tafel gewendet werden. Hierfür nutze ich dann einen zweiten Schmetterlingstisch. Dieser kann die Tafel drehen und ist für die nachfolgenden Arbeitsschritte flexibel verfahrbar. Jetzt werden die benötigten Kabelkanäle, Versorgungsrohre und die Wärmedämmung eingearbeitet. Für das Auflegen der zweiten OSB-Schicht habe ich mir einen Schwenkkran mit einem Ausleger von ca. sieben Metern vorgestellt. Dieser steht in der Mitte der beiden Portalanlagen und kann abwechselnd zum Einsatz kommen. Der Schwenkkran reicht dann sowohl zu den Materiallagern, die verarbeitet werden sollen als auch zu den beiden Fertigungsstraßen. Die Vernagelung der zweiten OSB-Platten Schicht

übernehmen wieder die Portalanlagen. Ist die Platte mit jeglichen Anschlüssen und Aufbauschichten gefertigt, wird die Tafel durch den Schmetterlingstisch aufgerichtet und in ein Lager zum Verputzen und zum Einbau von Fenstern gefahren. Hierfür kommen Hängelager zum Einsatz. Diese haben zum Arbeiten untereinander einen Abstand von ca. 1,5m. Genügend Platz ist an dieser Stelle für die Bewegung beim Verputzen und anderen Arbeiten sehr wichtig. Sobald die Tafeln fertig zum Abtransport sind, werden diese auf einem Tieflader hinter dem Hängelager mit dem Portalkran verladen und zur Baustelle gebracht. Für die komplette Materialanlieferung, für die einzelnen Arbeitsschritte und den Maschinen werden Gabelstapler zum Einsatz kommen.

5.5. Variante 5

5.5.1. Plan der Variante 5

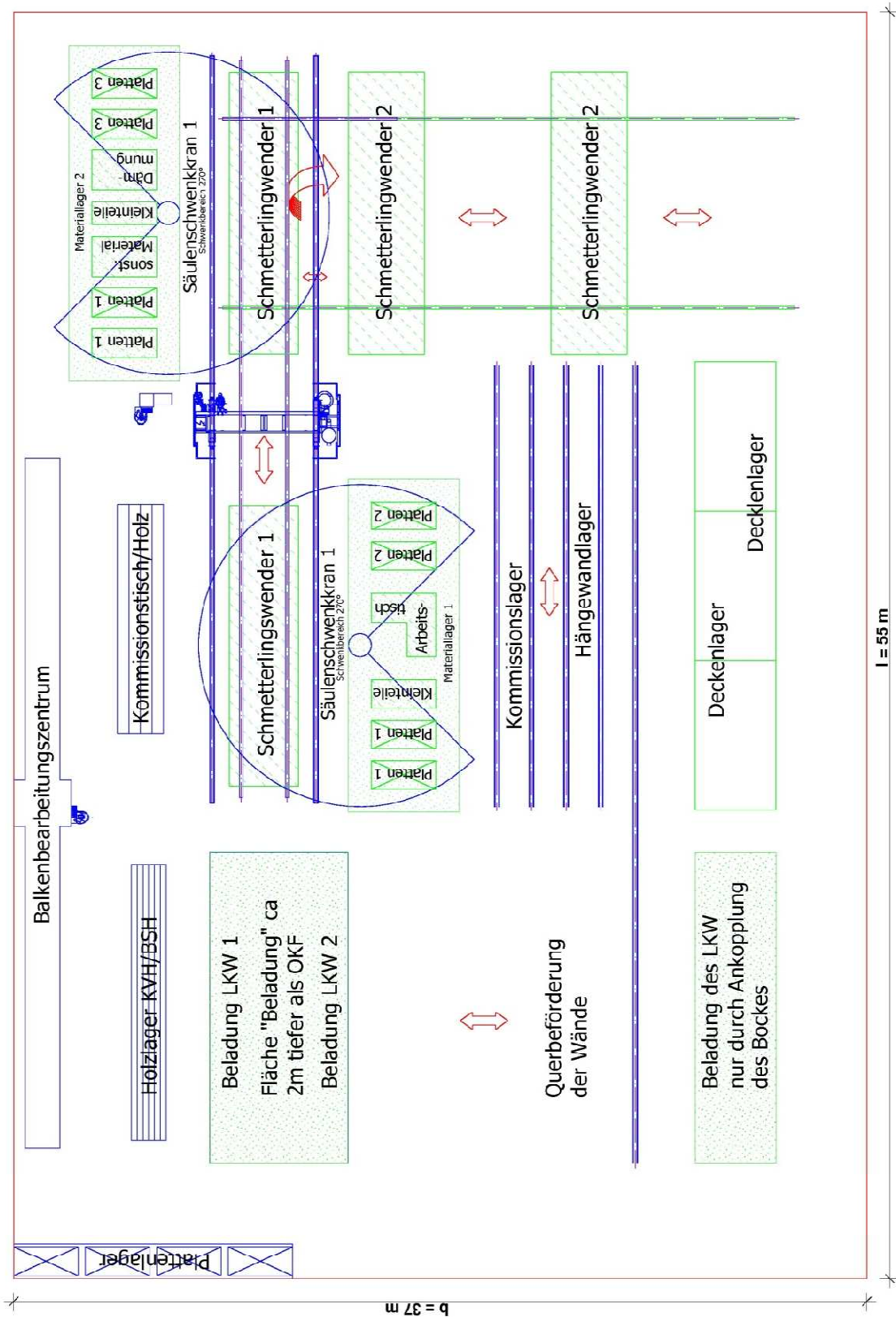
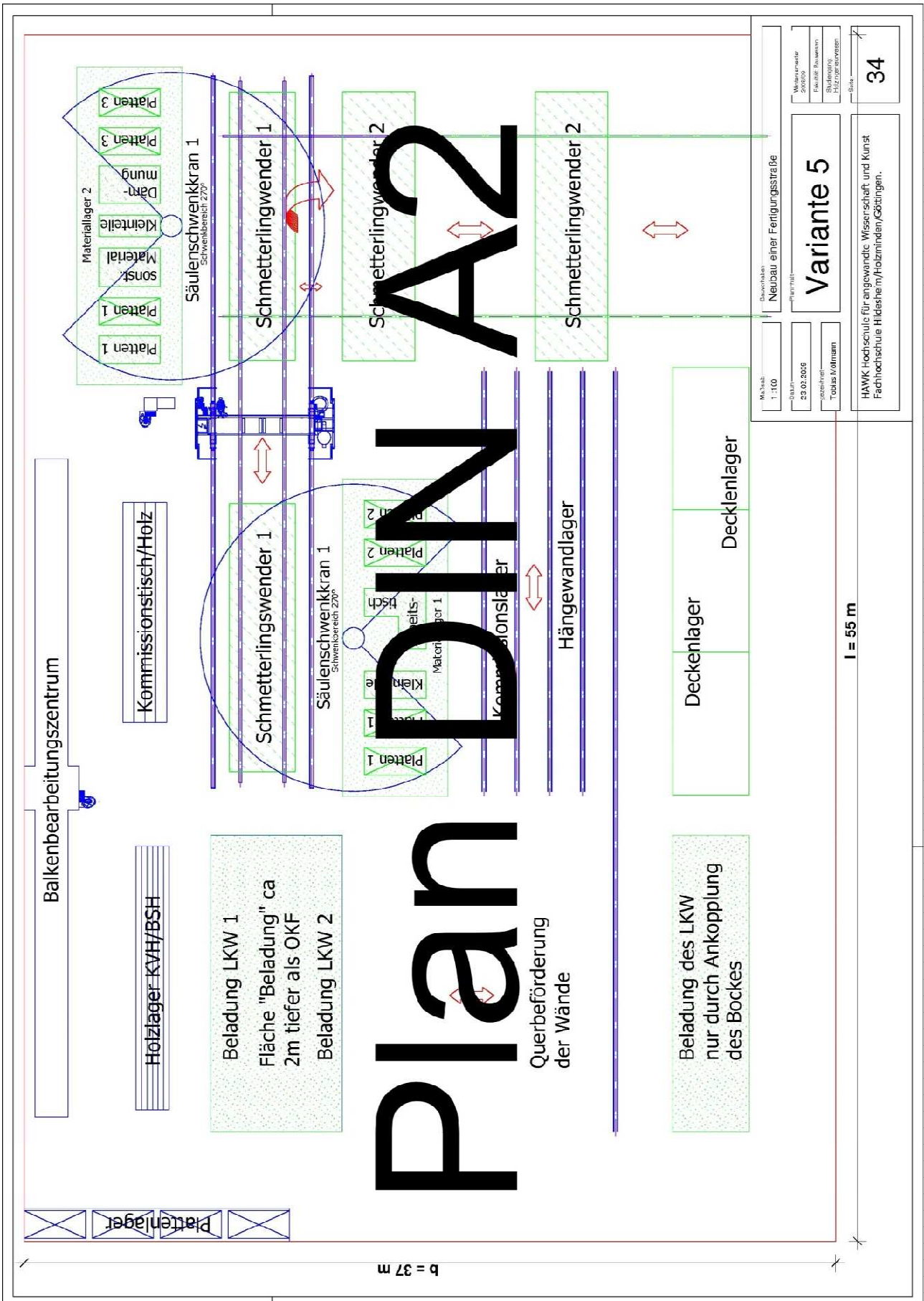


Abb. 24 - Darstellung der Variante 5



5.5.2. Erläuterung zu Variante 5

Allgemeines

Bei der Planung der vorliegenden Fertigungsstraße waren die Ziele, eine kompakte Fertigungsstraße mit einem Grundstamm an notwendigen Maschinen zur Herstellung von ca. 50 Häusern in Holztafelbauweise zu schaffen, mit der Möglichkeit einer Erweiterung der Fertigungsstraße auf Grund einer höheren Produktion und somit auch einer Erhöhung des Automatisierungsgrades.

Des Weiteren wurde versucht, neben einem zentralen Materiallager auch kleinere Materialplätze für die Verwendung des Materials vor Ort zu schaffen, um eine Verkürzung der Arbeitswege zu ermöglichen.

Holz- und Plattenlager

Der Ablauf der Fertigungsstraße fängt bei der Lieferung der benötigten Materialien an. Um ausreichend Holzquerschnitte und Plattenmaterialien auf Lager zu haben und Arbeitswege zu minimieren, wird vorgeschlagen, ein zentrales Holz- und Plattenlager, wie in Abb. 25 dargestellt, in der Fertigungshalle bereit zustellen.



Abb. 25 - Holz- und Plattenlager



Abb. 26 - Automatisierung des Holzlagers

Das Material wird vom Lieferanten in der Fertigungshalle abgeladen, kurz „zwischengeparkt“, um es anschließend vom betriebseigenen Personal mithilfe eines Gabelstaplers in das Hochlager zu befördern.

Bei einer Erweiterung der Fertigungsstraße und somit einer wirtschaftlich notwendigen Optimierung des Fertigungsablaufes kann das Holzlager nach Bedarf z.B., wie in Abb. 26 dargestellt, mit einem

automatisierten Kran ausgestattet werden. Mit entsprechender Software und den gespeicherten Informationen kann jederzeit einen erforderlichen Platz für die Holzquerschnitte gefunden werden. Des Weiteren kann das Holzlager in das bestehende System integriert werden und über Förderbänder das Balkenbearbeitungszentrum beschicken.

Allerdings wird bei dem vorliegenden Entwurf der Fertigungsstraße nicht weiter auf die Automatisierung des Lagers eingegangen, da die Wirtschaftlichkeit eines automatisierten Lagers hier nicht angemessen erscheint.

Balkenbearbeitungszentrum

Im direkten Umfeld an das Holzlager findet ein Balkenbearbeitungszentrum (Abb. 27) seinen Platz. Die für den Holzrahmenbau benötigten, aber wenigen Bearbeitungsvarianten der Holzquerschnitte werden mit einem von der Firma Weinmann gewählten Balkenbearbeitungszentrum (WBZ) erledigt.

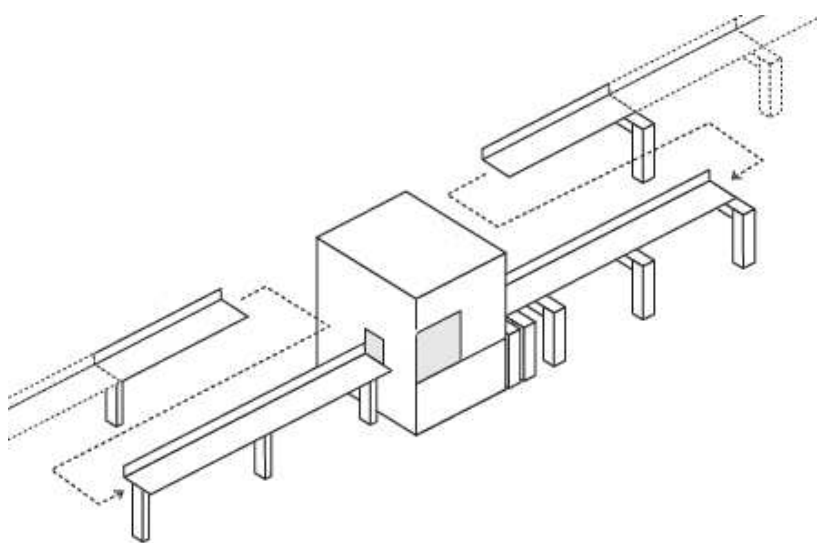


Abb. 27 - Balkenbearbeitungszentrum

Bei Bedarf kann die Maschine neben dem üblichen Sägeblatt zusätzlich mit einem Scheibenfräser und/oder einem Fingerfräser ausgestattet sein. Dank des modularen Aufbaus der Maschinen bieten diese die Möglichkeit, mit der 1-Stufe anzufangen und nach den individuellen Bedürfnissen auszustatten und jederzeit nachzurüsten. Aus den zuvor genannten Gründen fällt die Wahl des Balkenbearbeitungszentrums auf das Einsteigermodell WBZ 110.

Mit dem Sägeblatt des WBZ 110 können wie in Abb. 30 - Abb. 28 alle Zuschnitte für Balken, Stiele, Ober- und Untergurte exakt und automatisch durchgeführt werden. Durch die hohe Flexibilität der Säge ermöglicht sie neben Längs- und Querschnitte auch sämtliche Schifter- und Gehrungsschnitte.



Abb. 30 - Winkelschnitt



Abb. 29 - Schifterschnitt



Abb. 28 - Längsschnitt

Kommissionstisch

An den Anschluss des Balkenbearbeitungszentrums gliedert sich ein Kommissionstisch an. Hierbei werden die zugeschnittenen Querschnitte aus der Ausgabe des WBZs entnommen und entweder auf dem Kommissionstisch zur direkten Weiterbearbeitung bereitgehalten, oder sofern es notwendig ist, für eine spätere Nutzung zwischengelagert.

Schmetterlingswender

Schmetterlingswender 1

Für die Herstellung der einzelnen Wandtafel werden die Holzquerschnitte direkt vom Kommissionstisch auf den Schmetterlingswender 1 aufgelegt, ausgerichtet und gespannt. Anschließend werden die Stöße der Holzquerschnitte mit Wellennägeln verbunden. Um die Wandtafeln zu schließen, werden diese mit Hilfe des Schwenkkrans und dem örtlichen Materiallager zunächst einseitig beplankt und kontinuierlich von der Portalanlage verbunden. Der Schwenkkran, die Materiallager und die Portalanlage werden später noch weiter beschrieben.



Abb. 31 - Wendevorgang einer Wandtafel

Der Schmetterlingswender 1 besitzt neben seiner Aufstellfunktion zusätzlich ein Fahrwerk in Längsrichtung, sodass dieser am Ende seiner Fahrbahn, wie in Abb. 31 dargestellt, als Gebertisch für den Schmetterlingswender 2 fungiert.

Schmetterlingswender 2

Der Schmetterlingswender 2 besitzt im Grunde die gleichen Eigenschaften wie der Schmetterlingswender 1, jedoch kann dieser nur in Querrichtung verfahren werden. Das Querfahrwerk dient einerseits dem Wendevorgang mit dem Wender 1, andererseits der Beförderung der fertig geschlossenen Elemente in das Kommissionslager.

Nach dem Wendevorgang der Tafel, verfährt der Schmetterlingswender 2 in die Position des Schmetterlingswenders 1 um an dieser Position mit Dämmmaterial bestückt, vom Schwenkkran mit Platten beplankt und von der Portalanlage verklammert zu werden. Zuletzt fährt der Schmetterlingswender 2 in die Position vor dem Lager. Mit seiner Aufstellfunktion können entweder die Wandtafeln vertikal in das Wandlager befördert werden oder die Deckenelemente horizontal in das entsprechende Deckenlager befördern.

Bedingt durch die Fahrwerke und der Aufstellfunktion der Schmetterlingswender, kann der Wendevorgang der Tafeln automatisch durchgeführt werden, was das Handling der Elemente um ein Vielfaches vereinfacht. Des Weiteren sind beide Schmetterlingswender so ausgestattet, dass auf ihnen sowohl Wandtafeln als auch Deckentafeln hergestellt werden können. Dies führt bei der geringeren Produktion von 50 Holztafelbauhäusern im Jahr zu einer einzigen Fertigungslinie.

Bei der Erweiterung der Fertigungshalle kann eine zweite Fertigungslinie spiegelbildlich zum Balkenbearbeitungszentrum angeordnet werden, sodass sowohl Wandtafeln als auch Deckentafeln gleichzeitig hergestellt werden können.

Säulenschwenkkrane

Für die Auflage der Plattenmaterialien gibt es einerseits die Möglichkeit, einen einzigen Portalkran in der Fertigungshalle zu montieren, der jedoch alle Arbeitsschritte erledigen muss, oder die Anschaffung von mehreren kleinen Schwenkkranen, die jeweils nur ihren eigenen Arbeitsraum abdecken müssen.

Die Anordnung von je einem kleinen Säulenschwenkkran am Materiallager 1 und 2 erscheint hier durchaus sinnvoll. Die Schwenkkrane Abb. 32 haben mit einer Höhe von 4 m eine durchaus niedrige Bauweise und dadurch eine große nutzbare Hubhöhe.

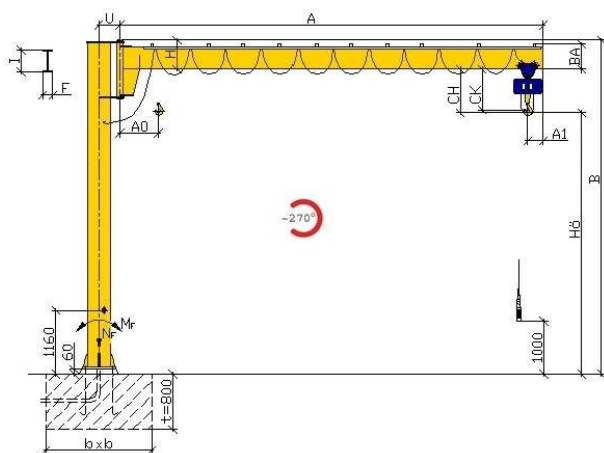


Abb. 32 – Säulenschwenkkran

Mit einem Ausleger von 7,0m kann der Schwenkkran alle Bereiche des Schmetterlingswenders erfassen, sofern dieser im direkten Schwenkbereich des Kranes liegt und mit einer Traglast von 400kg ist dieser durchaus seinem Aufgabenbereich gewachsen. Der Schwenkbereich des Kranes beträgt 270° um seine Säulenachse und wird für die Aufnahme der Platten auch benötigt.

Um die Platten mit dem Kran aufnehmen zu können und zu befördern bedarf es natürlich einer Vorrichtung, die es ermöglicht ein



Abb. 33 - Flächensauggreifer

Vakuum-Greifsystem mit z.B. Flächensauggreifern Abb. 33 oder mit Saugknöpfen Abb. 34 zu montieren.



Abb. 34 - Sauggreifer

Materiallager

Neben einem zentralen Holz- und Plattenlager ist die Anordnung von zwei zusätzlichen Materiallagern vorteilhaft.

Das Materiallager I am Anfang der Fertigungslinie (Schmetterlingswender 1) besteht einerseits aus den benötigten Plattenmaterialien für die innenseitige Beplankung, andererseits aus einem Arbeitstisch, der sowohl als Ablageplatz für Kleingeräte dienen soll, sowie der Ausbreitung der benötigten Arbeitspläne für die Tafelelemente. Zusätzlich vorgesehen ist ein Materialplatz für Kleineisenteile, wie z.B. Klammer, Nägel und sonstige Kleinteile. Für unterschiedliche Beplankung und ausreichendem Materialvorrat können mehrere Plattenstapel angeordnet werden.

Das Materiallager 2 am Ende des Längsfahrwerks dient neben den Eigenschaften des Materiallagers 1, auch der Vorhaltung von Dämmmaterial. Des Weiteren werden vor dem Verschließen der Wandtafel unter anderem Lehrrohre oder Anschlüsse der Haustechnik eingebaut. Hierzu dient ein weiterer Materialplatz (sonst. Material).

Multifunktionsbrücke

Um einen kontinuierlichen Schubfluss zwischen der Beplankung und den Holzrippen zu gewährleisten, wird eine Multifunktionsbrücke eingesetzt. Besonders das automatische Abnageln, Klammern oder Schrauben von Plattenmaterial überzeugen von höchster Qualität. Außerdem wird das Fräsen von Fenster- und Türöffnungen, dem Bohren von Elektrodozen und Wandanschlüssen sowie allgemein notwendigen Sägeschnitten ermöglicht. Dies geschieht alles vollautomatisch und kann optimiert und präzise auf die einzelnen Fertigungsprozesse abgestimmt werden. Ein entscheidender Vorteil ist die Schnelligkeit und die direkte Datenübergabe aus dem CAD.

Für die Fertigungsstraße wird das Einsteigermodell WMS 100 der Firma Weinmann gewählt, Abb. 35 die eine Anpassung an den späteren Umsatzzuwachs ermöglicht. Die wichtigsten Arbeitsschritte wie das Abnageln, Sägen und Fräsen können so problemlos ausgeführt werden. Die

Multifunktionsbrücke erhält ihren Einsatz in Kombination mit dem Schmetterlingswender 1 und 2. Mit einem parallel zum Schmetterlingswender 1 ausgestatteten Längsfahrwerk kann diese alle Positionen erreichen, sodass auf eine weitere Multifunktionsbrücke verzichtet werden kann.



Abb. 35- Beispiel einer Multifunktionsbrücke

Wandlager

Die einzelnen Wandelemente müssen nach ihrer Vorfertigung auf den Schmetterlingstischen aufgerichtet werden um anschließend aufrecht weiter bearbeitet werden zu können. Um die nachführenden Arbeitsschritte zu gewährleisten, ist am Ende der Fertigungsstraße ein Hängelager für die Wände angedacht. Die Idee zu dem Hängelager, anstatt eines Standlagers, entstand aus mehreren Vorüberlegungen. Gründe wie leichtläufige Wandabschnitte und ein späteres Beladen der LKW ohne zusätzliches Aufnehmen der Wandelemente mit einem großen Kran sprechen eindeutig für sich und das Hängelager.

Deckenlager

Die Deckenelemente hingegen werden nach der Vorfertigung auf den Schmetterlingswendern weiterhin im Liegen gelagert bzw. bearbeitet. Für eine Lagerung ist ein Deckenlager welches parallel zum Wandlager verläuft vorgesehen. Das Deckenlager besteht im Grunde aus mehreren „Böcken“ die je nach Bedarf bestückt werden können, um eine ausreichende Sortierung der einzelnen Deckenelemente im Werk zu sichern. Die Reihenfolge der Deckenelemente, wie sie im späteren Bedarf auf der Baustelle benötigt werden, muss schon im Werk vorgesehen werden. In dem Plan nicht eingezeichnet ist ein Kran, der die Deckenelemente vom Schmetterlingswender aufnimmt und in das Deckenlager befördert.

Abtransport

Die vorgesehene LKW Beladezone für die Wände befindet sich 2m im Boden versenkt. Die Ladezone, die sich am in der Nähe des Holzlagers befindet, wird sowohl für die Lieferung von Materialien als auch zum Abtransport der Wände genutzt. Durch eine Querbeförderung am Ende des Hängelagers werden die Wände aufgenommen, zum LKW transportiert und anschließend über diesem abgelassen.

Der Abtransport der Deckenelemente befindet sich im direkten Anschluss an das Deckenlager. Geplant ist der Abtransport so, dass der LKW unter den „Bock“ der Deckenelemente fährt, diese aufnimmt und diese abtransportiert.

6. Maschinen

6.1. Bearbeitungsmaschinen

6.1.1. Holzbearbeitungsmaschinen

Speed-Cut (Fa. Hundegger)



Abb. 36 - Speed Cut

Einsatzmöglichkeiten:

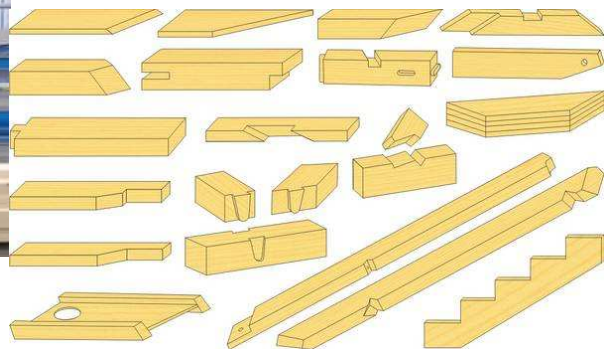


Abb. 37 - Bearbeitungsmöglichkeiten der Speedcut

Vorteile:

- Querschnitte von 20 x 40 mm bis 160 x 450 mm (Option 200 x 450 mm)
- Holzlänge beliebig
- Zuführung manuell oder automatisch
- Automatische Holzablage
- Einzelstab-Konstruktions-Programm
- Datenschnittstelle
- Bearbeitungsaggregate einfach nachrüstbar

Nachteile:

- Bearbeitungsvariationen teilweise nur mit Optionen möglich

Abbundanlage K2 (Fa. Hundegger)



Abb. 38 - Hundegger K2

Einsatzmöglichkeiten:

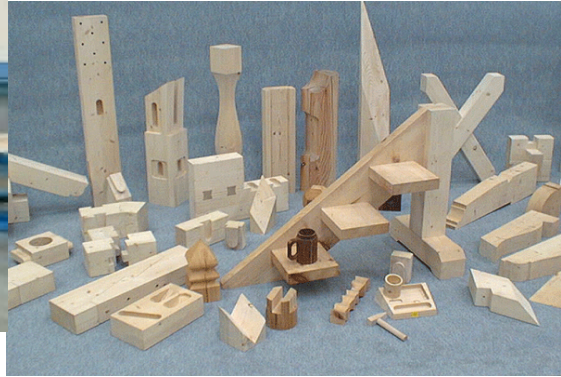


Abb. 39 – Bearbeitungsmöglichkeiten der K2

Vorteile:

- Qualität und Leistung vom Marktführer
- 2 Jahre Garantie!
- Für alle Holzbauarten ein und dieselbe Maschine
- Individuelle Maschinenausstattung durch Baukastensystem und Anordnung nach Kundenwunsch
- jederzeit erweiterbar!
- auf Dauer kostenlose Software-Updates!
- Softwareentwicklung - Maschinenbau - Kundendienst - alles aus einer Hand
- nahezu rund um die Uhr Service
- Komplettes Zubehör: Automatische Entstapelung, Rohholzvermessung, Tintenbeschriftung, Etikettierung, Hobeln und Fasen
- Übergabe direkt von Cadwork/Dietrichs an die Maschine

Nachteile:

- „mit Kanonen auf Spatzen schießen“
- Sehr Teuer
- Großer Platzbedarf

Balkenbearbeitungszentrum (WBZ Fa. Weinmann)

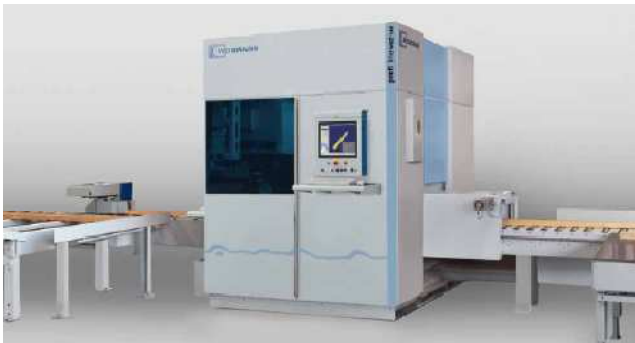


Abb. 40 - Balkenbearbeitungszentrum

Neben dem Sägezentrum bietet die Firma Weinmann auch Balkenbearbeitungszentren an. Diese sind eigens für die Anforderungen im Holzhaus- und Fertighausbau entwickelt worden. Der modulare Aufbau bietet die Möglichkeit, die Maschinen nach individuellen Kundenwünschen stufenweise auszustatten. So kann der Kunde zum Beispiel mit einer kostengünstigen Basismaschine starten und im Zuge einer Produktivitätssteigerung oder Produkterweiterung die Maschine zu einem flexiblen Balkenbearbeitungszentrum ausbauen.

Die technischen Daten des Sägezentrums und der Balkenbearbeitungszentren unterscheiden sich durch den modularen Aufbau in keiner Weise, wie der unten stehenden Tabelle ersichtlich.

Technische Daten	Sägeblatt-durchmesser	Drehwinkel	Schwenkwinkel	Leistungsaufnahme beim Sägen	Geschwindigkeit pro Bearbeitung	Abmessung der Werkstücke			
						Querschnitt min.	Querschnitt max.	Restlänge min.	Holzlänge min
Sägezentrum									
WBS 120	550 mm	0 – 360°	0 – 90°	7,5 kW	2 – 10 sec	20 x 50 mm	200 x 420 mm	160 mm	1000 mm
Balkenbearbeitungszentrum									
WBZ 110	550 mm	0 – 360°	0 – 90°	7,5 kW	2 – 10 sec	20 x 50 mm	200 x 420 mm	160 mm	1000 mm
WBZ 130 F	550 mm	0 – 360°	0 – 90°	7,5 kW	2 – 10 sec	20 x 50 mm	200 x 420 mm	160 mm	1000 mm
WBZ 130 S	550 mm	0 – 360°	0 – 90°	7,5 kW	2 – 10 sec	20 x 50 mm	200 x 420 mm	160 mm	1000 mm
WBZ 160	550 mm	0 – 360°	0 – 90°	7,5 kW	2 – 10 sec	20 x 50 mm	200 x 420 mm	160 mm	1000 mm

Tab. 1 - Technische Daten der Holzbearbeitungsmaschinen (Fa. Weinmann)

6.1.2. Portalanlage (WMS Fa. Weinmann)

Die Multifunktionsbrücke ist eine Portalanlage um Wand- und Deckenelemente zu bearbeiten. Die Bearbeitung bei der WMS 120 sind Abnageln, Klammern oder Schrauben von Platten und Latten, sowie Sägen und Fräsen von Fenster- und Türausschnitten, dem Bohren von Elektrodoesen und Wandanschlüssen. Alles ist vollautomatisch, optimiert und präzise auf die einzelnen Fertigungsprozesse abgestimmt.



Abb. 41 - Multifunktionsbrücke WMS 120

Durch den zusätzlichen Werkzeugwechsler werden die Rüstzeiten auf ein Minimum reduziert und die Effektivität gesteigert.

Werkzeugauswahl:

- Schafffräser
- Falzfräser
- Bohrer
- Markieren
- Schleifen
- Sägen 90°
- Sägen von Winkeln (90-0°) manuell einstellbar
- Sägen mit 5-Achs-Kopf programmgesteuert

Mit dem Werkzeugwechsler steht immer das richtige Werkzeug zur Verfügung.

Vorteile des Werkzeugwechslers:

- Reduzierung der Rüstzeiten auf ein Minimum
- Zahlreiche Bearbeitungsmöglichkeiten durch kompakte Bauweise
- 12 Werkzeugplätze
- zukunftssicher, da für verschiedene Anforderung ausbaubar
- vollautomatischer Werkzeugwechsler

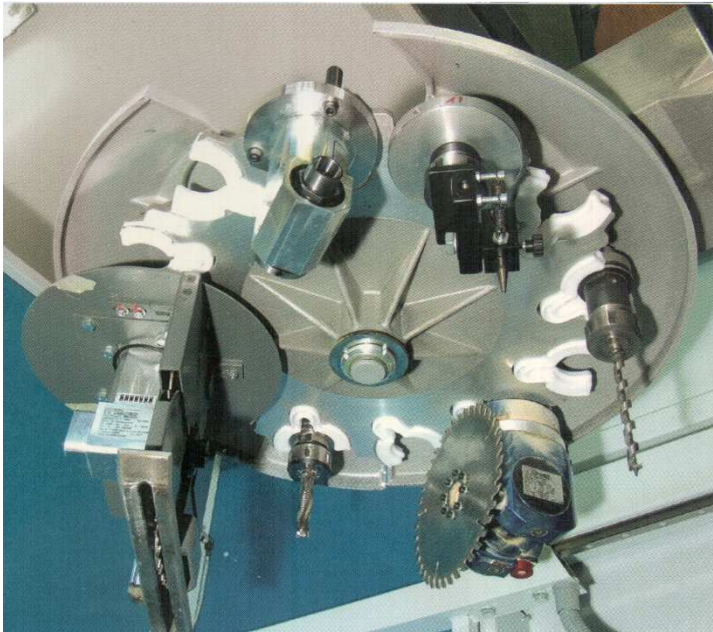


Abb. 42 - Werkzeugwechsler

6.2. Fördertechnik

6.2.1. Schmetterlingswender (WTZ Fa. Weinmann)

Universell einsetzbar:

- zur Montage von Holzrahmenwänden, Dach- und Deckenelementen, Giebelwänden, Fachwerkwänden
- zum automatischen Aufstellen und Wenden von Elementen

Der individuelle Schmetterlingswender:

Ein individueller Tisch nach Kundenwunsch, mit dem fast alle Möglichkeiten ausführbar sind: zum Beispiel zwei Tische an den Querseiten einander



Abb. 43 - Schmetterlingswender

gegenüber, kombiniert mit zwei Querfahrwerken; oder zwei Tische längs hintereinander, kombiniert mit je einem Fahrwerk in Längs- und Querrichtung. Vorbereitet für die Kombination mit einer WMS Multifunktionsbrücke.



Abb. 44 - Kippfunktion des WTZ

Vorteile für Kunden:

- Elementwenden innerhalb einer Minute
- Wendevorgang ohne Kran
- schnelle, rationelle Weiterbearbeitung möglich
- unverwüstliche, robuste Technik

6.2.2. Pick & Place/Feed (Fa. Hundegger)

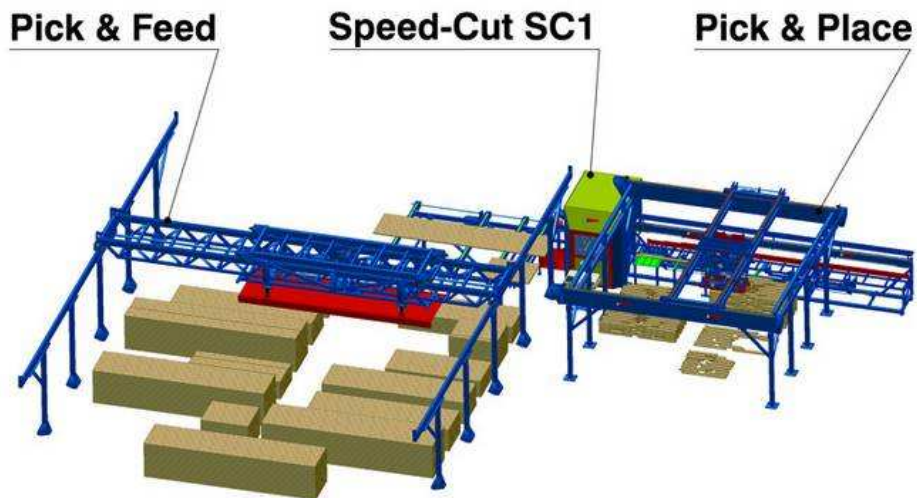


Abb. 45 - Pick & Place/Feed

Die Möglichkeiten der Pick & Place/Feed der Firma Hundegger ist die dass sie z.B. die Speed-Cut (aber auch Abbundanlage möglich) mit dem zu verarbeitenden Material versorgt und dieses dann fertig Bearbeitet aus der Speed-Cut wieder entnimmt.

Vorteile:

- Schnelle und reibungslose Beschickung der Maschine
- Möglichkeit einer direkten Auflage auf den weiteren Bearbeitungstisch

Nachteile:

- Fehler sind nicht ausgeschlossen, da keine Querschnittsmessungen an der Anlage durchgeführt werden
- Die Anlage muss mit dem Stapler beschickt werden
- Großer Platzbedarf
- Teuer

6.2.3. Krane

Das Heben von Lasten war und ist ein Schlüsselproblem in der Technikgeschichte der Menschheit. Eine wichtige Rolle dabei spielen die Krane. Nicht, dass man ohne Krane keine großartigen Bauwerke errichten könnte.

Die Vorteile eines Kranes liegen in vertikalen und horizontalen Bewegungen, wobei die Richtung beliebig ist und die Bewegungen gleichzeitig ausgeführt werden können. Sowohl zum Transport von Stück- oder Schüttgut, von sperrigen Lasten, von Langgut oder Massengut sind Krane geeignet. Bestimmte Bauarten (Brückenkrane) benötigen für den Transport keine Grundfläche (flurfreier Betrieb), und der Transportraum liegt über dem Arbeitsraum. Mit dem Hängekran ist ein Quertransport der Laufkatze von einem Hallenschiff zum anderen möglich.

Bei der Auswahl der Kranbauart für einen vorgegebenen Transport spielt eine Vielzahl von Faktoren eine Rolle, wie z.B.

- Einsatzort (Hallen, Freilager)
- Hallenumriss, Lagerplatzgröße
- maximale Last
- erforderliche Hakenhöhe.

Säulenschwenkkrane

Schwenkkrane in Säulenausführung sind effektive Arbeitsmittel zur Rationalisierung und Humanisierung von Arbeitsplätzen. Sie sind ideale Arbeitsmittel, die sofort und ohne Folgekosten eingesetzt und von jedem Mitarbeiter bedient werden können. Einsatzbereiche sind überall dort, wo große und kleine Lasten oder Werkstücke gehoben oder bewegt werden müssen.



Abb. 46 - Säulenschwenkkrane

Die Krafteinleitung von Kräften in das Bauwerk oder Untergrund erfolgt bei Schwenkkranen in erster Linie über eine

Fußplatte in ein Fundament. Als Folge ergeben sich umfangreiche Baumaßnahmen. Um diese Baumaßnahmen zu minimieren, ist eine Ausrüstung der Schwenkkrane mit einer Kopfplatte möglich. Durch diese Kopfplatte können Kräfte in das Bauwerk abgeleitet werden. Bei einem nachträglichen Einbau eines Schwenkkranes in einem Gebäude ist oft die Raumhöhe vorgegeben. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Tragfähigkeit eines Säulenschwenkkranes bei unterschiedlicher Ausladung.

Tragfähigkeit kg	Ausladung in mm								
	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
500	■	■	■	■	■	■	■	■	■
800	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1000	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1600	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2500	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3200	■	■	■	■	■	■	■	■	■

siehe
Type **ZSDS**

Abb. 47 - Tragfähigkeiten der Schwenkkräne Typ ZSDS

Für die Befestigung des Säulenschwenkkranes an einem zuvor erstellten Betonfundament kann durch Ankerschrauben erfolgen.

Dabei wird ein Betonfundament erstellt, die Ankerschrauben nach Schablone aufgestellt und eingegossen. Nach der Abbindezeit (bis 28 Tage) wird der Kran aufgestellt und der Kranfuß nochmals untergossen. Der Unterguss muss dann ebenfalls bis zu 28 Tage abbinden, bevor der Kran dann belastet werden kann. Bei Kranen mit bis zu 3000 kg Tragfähigkeit, 5 m Gesamthöhe und max. 5 m Ausladung ist eine Ausschachtung von 1 m Tiefe und Außenabmessungen von ca. 1 - 3 m erforderlich.

Der Schwenkbereich 270 Grad - 360 Grad muss mit einer Schwenkbegrenzung reduziert werden, wenn die Gefahr besteht, dass Ausleger, Last oder Hebezeug an Teilen der Umgebung anschlagen. Die einfachste Form der Begrenzung besteht in einer auf der Auslegerspitze montierten verstellbaren Druckstange, die mit Gummipufferung versehen ist.

Das **Hebezeug** kann ein Handketten- oder Elektrokettenzug sein.

Konsolkran

Konsolkranne oder Wandlaufkrane verfahren längs zu einer Wand und haben Kranlaufbahnen, die übereinander an dieser Wand verlaufen. Kennzeichnendes Merkmal ist die auskragende Brücke, auf der im Allgemeinen eine Laufkatze verfährt.

Die Laufräder des unteren Kopfträgers nehmen Vertikal- und Horizontalkräfte, die des oberen Kopfträgers nur Horizontalkräfte auf. Daraus resultieren je nach Lastfall große Biegemomente in den Gebäudestützen. Konsolkranne sind daher auf geringe Lasten (bis ca. 10t) und kurze Ausladungen (max. ca. 10 m) begrenzt.

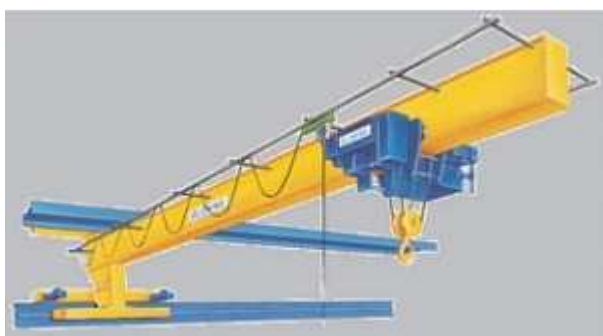


Abb. 48 - Beispiel eines Konsolkranes

Konsolkranne sind ortsbewegliche Krane mit einem Lastarm. Der Einsatz ist daher ideal als Arbeitskran zum gleichzeitigen bedienen mehrerer Arbeitsstationen. Die Kranbahnträger befinden sich in einer Reihe jedoch auf verschiedenen Ebenen. Das durch den auskragenden Lastarm erzeugte Einspannmoment wird an den Radaufstandsflächen in ein horizontales Kräftepaar umgewandelt. Hierzu müssen noch die vertikalen Lasten aus den Massekräften aus Beschleunigen (Bremsen) des Kranes addiert werden. Vertikale Auflagerlasten werden direkt in den unteren Kranbahnträger eingeleitet. Moderne Konsolkranne werden auch als Konsolflachkrane ausgebildet. Dabei werden die Lasten in ein torsionssteifes Profil eingeleitet. Sie haben den Vorteil, dass man nur einen Kranbahnträger

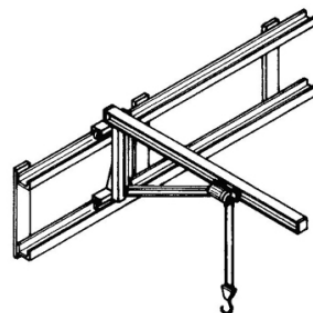


Abb. 49 - Konsolkran einseitig

benötigt. Die Auflagerlasten werden für die Rahmen- und Stützenbemessung (Tragfähigkeit, Ermüdung) verwendet.

Konsolkrane sind für die Bedienung von Arbeitsplätzen in Werk- und Montagehallen und Transport leichter Güter nahe den Gebäudewänden konzipiert.

Portalkrane

In Einsatzfällen, bei denen kein Tragwerk in Form eines Gebäudes oder Gerüsts vorhanden ist, kommen oft Portalkrane zum Einsatz. Dazu wird die Kranbrücke mit Stützen versehen, so dass der Kran auf Flurniveau verfährt. Brücke und Stützen bilden hierbei ein Portal.

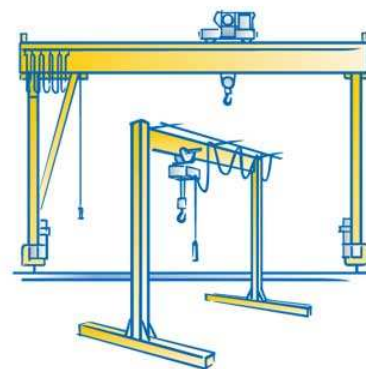


Abb. 50 - Portalkran

Um die Ausdehnung der Brücke aufgrund von Wärmeeinwirkung sowie Schienungenauigkeiten zu kompensieren, wird bei größeren Spannweiten und Traglasten eine Stütze als Pendelstütze ausgeführt. Portalkrane sind in der Regel schienengeführt und können über lange Strecken, allerdings nur mit relativ niedriger Geschwindigkeit, verfahren. Obwohl sie auf Flurniveau verfahren, werden sie als flurfrei eingestuft, da ihre bevorzugte Förderebene für Güter flurfrei und oberhalb der eigentlichen Arbeitsebene erfolgt.

Portalkrane können als Halbportalkrane - eine Kombination eines Brückenkranes und eines Portalkranes - ausgeführt sein, wobei sich eine Seite des Kranes auf die Hallenwand abstützt. Die wichtigsten Bauarten der Portalkrane sind Bockkrane und Verladebrücken. Bockkrane sind vor allem Hebezeuge, die hohe Gewichte (bis zu 400 t) über größere Hubhöhen (bis zu 50 m) bewegen. Verladebrücken sind durch große Spannweiten gekennzeichnet und sind für einen schnellen Güterumschlag, beispielsweise von Containern, ausgelegt. Hierbei verfährt häufig oberhalb oder innerhalb der

Brücke rechtwinklig zur Hauptfahrrichtung des Portals eine Laufkatze. Sie können oftmals ihre Lasten nicht nur zwischen den Stützen, sondern auch außerhalb ihrer Verfahrsschienen aufnehmen, da die Brücke über die Stützen hinaus auskragen kann.

Nachteilig am Portalkran ist vor allem das hohe Gewicht des Portals, weshalb ein häufiges Verfahren des Portals aus Zeit- und Kostenaspekten ungünstig ist. Daher werden auch auf die Laufkatze Drehkrane aufgesetzt, um außerhalb der Unterstützungsfläche zugreifen zu können.

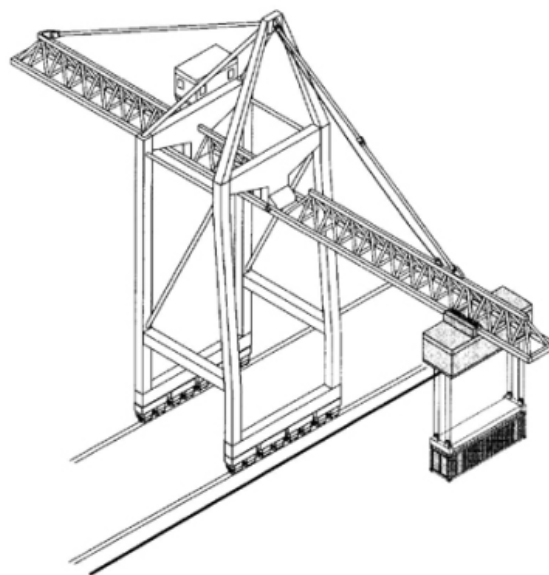


Abb. 51 - Portalkran mit Verfahrsschienen

Brückenkrane

Brückenkrane bestehen im Grundaufbau aus der Brückenkonstruktion, dem Hubwerk, den Antrieben und weiteren elektrischen Einrichtungen. Die Brückenträger stützen sich an beiden Enden über Kopfträger, in denen die Laufräder und Fahrantriebe des Kranfahrwerkes integriert sind, ab, die an den Wänden oder auf Stützen fest angebracht sind. Die Brückenträger befinden sich oberhalb der Kranlaufbahnen und erstrecken sich von einer Laufbahn zur anderen über die gesamte Förderfläche. Sie tragen eine Laufkatze, die das Hubwerk und den Antrieb zum Verfahren der Laufkatze umfasst.



Abb. 52 - Brückenkran

Insgesamt ist das Arbeitsfeld des Kranes in allen drei Dimensionen durch Anfahrmaße eingeschränkt. Diese Einschränkung resultiert in Längs- und Querrichtung durch die Abmaße von Laufkatze, Kranbrücke, Kranfahrwerken und Kranbahnen. Sie ist beim Hub durch die Höhenkonstruktion von Kran und Seilantrieb sowie durch die Hakenhöhe bedingt. Brückenkrane können keine Lasten in andere Hallenschiffe übersetzen, da die Laufkatzen nicht auf andere Krane überwechseln können. Es müssen daher für den Wechsel einer Ladeeinheit zwischen verschiedenen Hallenschiffen zusätzliche Fördermittel beispielsweise in Form von flurgebundenen Unstetigförderern oder Drehlaufkatzen eingesetzt werden.

Für die Laufkatzen werden Flachstahlschienen auf die Kranbrückenträger geschweißt. Die Kranbrücke stützt sich über mindestens vier Laufräder (jeweils zwei pro Kopfträger) auf den Kranlaufbahnen ab. Bei Kranen für große Lasten werden jeweils zwei Laufräder pro Fahrschemel angeordnet, so dass der Kran auf acht Laufrädern verfährt. Der Geradelauf der Brücke auf der Kranlaufbahn wird über Spurführungsrollen, die seitlich auf den Kranlaufbahnen laufen und über ein festes Verhältnis von Brückenspannweite zu Kopfträgerbreite gewährleistet. Neuere Krane werden zusätzlich mit Geradelaufregelungen ausgerüstet, welche die Position der beiden Brückenenden erfassen und die Antriebe entsprechend nachregeln. Am Ende der Kranbahnen sind Sicherheitsendschalter angebracht.

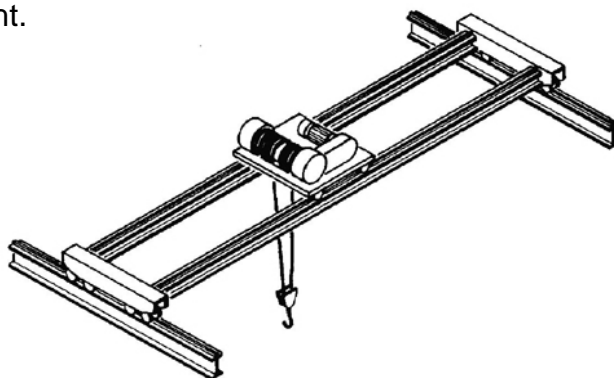


Abb. 53 - Brückenkran mit zwei Kranbrückenträgern

Brückenkrane weisen ein dreidimensionales Arbeitsfeld auf und werden für unterschiedlichste Transport- und Stapelarbeiten mit ständig wechselnden Quell- und Zielorten und für Gewichte bis zu 400 t verwendet.

6.2.4. Vakuumsystem

Um eine Produktivitätssteigerung in automatisierten Prozessen zu realisieren, soll für die Aufnahme der Plattenmaterialien ein Vakuum-Greifsystem eingesetzt werden.

Für den Einsatz solcher Greifsysteme bestehen folgende Anforderungen:

- Gesundheitsschonendes Arbeiten
- Erleichterung des Arbeitsprozesses
- Materialschonendes Handling
- Schnellere Handhabung (Transport)
- Aufnahme von dichten/porösen Materialien
- Umgebungsbedingungen (Staub, Späne)
- Verschleißarme Materialien
- Einfache Bedienung

Im weiteren Verlauf werden verschiedenen Greifsysteme näher erläutert, die im Bereich des Holztafelbaus sinnvoll eingesetzt werden können.

Sauggreifer

Die Auswahl der Sauggreifer erfolgt üblicherweise nach den Kriterien des Werkstoffes, seiner Oberfläche und dessen Einsatz.

Grundsätzlich decken die Sauggreifer ein breites Anforderungsspektrum ab. Allgemein werden sie noch unterteilt in Balgsauggreifer und Flachsauggreifer. Jede Bauform weist spezifische Vorteile auf, die durch Kombination mit geeigneten Saugwerkstoffen verstärkt bzw. optimiert werden.

Die Balgsauggreifer (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) werden eingesetzt, wenn Höhenunterschiede ausgeglichen werden müssen z.B. bei unebenen Werkstücken wie Rohren, Karosseriebauteilen und Kartonagen. Aufgrund der begrenzten Einsatzmöglichkeit im Holztafelbaubereich werden die Balgsauggreifer nicht weiter beschrieben.



Abb. 54 . Balgsauggreifer

Flachsauggreifer (Abb. 55) hingegen eignen sich besonders bei der Handhabung von geraden bis leicht gewölbten Flächen. Durch die flache Bauform können die Bauteile in kürzester Zeit angesaugt und transportiert werden.



Abb. 55 - Flachsauggreifer

Vorteile der Flachsauggreifer:

- Niedrige Bauform und dadurch ein geringes inneres Volumen
- Durch geringes inneres Volumen sind die Ansaugzeiten entschieden kürzer
- Hohe Querkräfte realisierbar
- Gute Eigenstabilität im angesaugten Zustand
- Einsatz bei glatten bis leicht rauen Plattenmaterialien

Flachsauggreifern gibt es für jegliche Anforderungen in jeder erdenklichen Form und Größe.

Saugerspinnen

Die Saugerspinnen sind im Grunde nur eine Aneinanderreihung von mehreren aufeinander abgestimmten Sauggreifern. Eine Kombination von verschiedenen Greifprinzipien (Magnet, Mechanik, Vakuum) sind problemlos möglich. Die untereinander verbundenen Sauggreifer besitzen eine intelligente Ventiltechnik, um nicht belegte Sauggreifer zu schließen und so eine optimale Saugleistung herzustellen.

Saugerspinnen werden sowohl bei ebenen Werkstücken (Spanplatten) als auch bei flexiblen Gütern (Furnieren) eingesetzt. Die wahren Vorteile bringt die Saugerspinnne allerdings bei flexiblen Werkstücken oder bei ebenen Werkstücken von unterschiedlichster Größe.



Abb. 56 - Saugerspinnne



Abb. 57 - Saugerspinnne SSP

Flächengreifsysteme

Die Flächengreifsysteme werden in der Regel beim automatisierten Palettieren, Kommissionieren und Sortieren unterschiedlichster Güter in verschiedenen Größen mit einem Greifer eingesetzt.

Die Handhabungen von verschiedenen Materialien wie Holz, Holzwerkstoffe, Bleche oder Kunststoffplatten sind für die Flächengreifer kein Problem.

Die Flächengreifsysteme gibt es sowohl mit einem integrierten (Abb. 58 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), als auch mit einem externen Vakuum Erzeuger (Abb. 59). Unterschiede in der Bauform gibt es lediglich in der Höhe des Grundkörpers.

Vorteile der Flächengreifsysteme

- Automatisierung unterschiedlichster Güter möglich
- Poröse Werkstoffe nimmt der Flächengreifer problemlos auf
- Flexible Plattenrasterung (Aluminiumprofil individuell kürzbar)
- Verschmutzungssichere Ventiltechnik und leichte Reinigung
- Filtersiebmatte mit Selbstreinigungseffekt zum Schutz des Greifers
- Minimales Gewicht und Greiferbauhöhen am Portalkran
- Modularer Aufbau ermöglicht eine Kombination mit anderen Vakuumsystemen

Vakuum-Flächengreifsysteme FXC mit integriertem Vakuum-Erzeuger

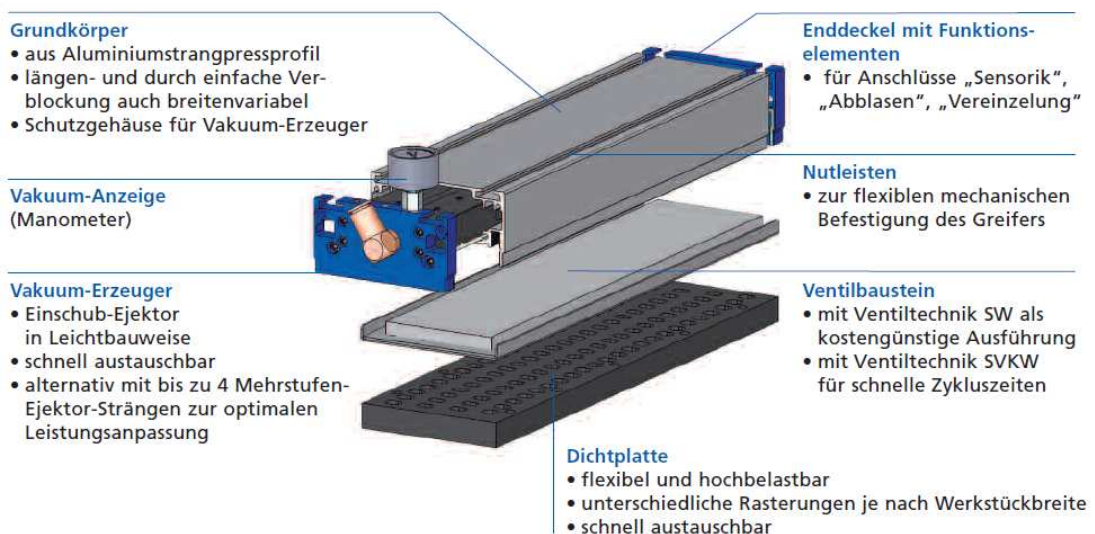


Abb. 58 - Flächengreifsystem mit integriertem Vakuum Erzeuger

Vakuum-Flächengreifsysteme FMC mit externer Vakuum-Erzeugung

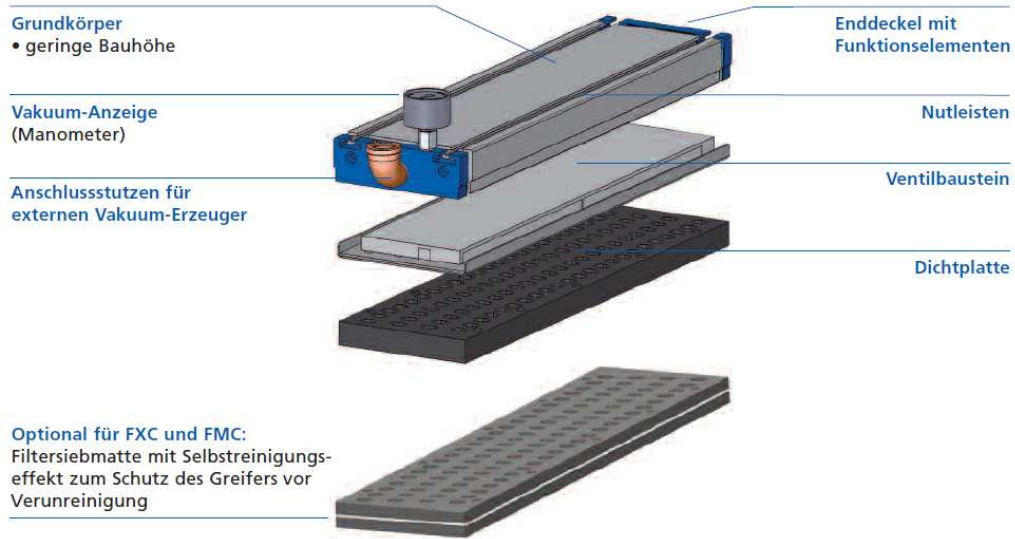


Abb. 59 - Flächengreifsystem mit externen Vakuum Erzeuger

Für den Einsatz der Vakuum-Greifsysteme bei der Handhabung von Plattenwerkstoffen, fällt die Wahl auf die Flächengreifsysteme. Wenn auch die Investitionskosten geringfügig höher sind als bei den Sauggreifern, so können die Flächengreifsysteme besonders wegen ihrer verschleißarmen Bauteile punkten. Die zusätzlichen Vorteile bei der Aufnahme von porösen Plattenwerkstoffen, wie Holzfaserdämmplatten, waren ein weiterer Grund für die Wahl dieses Systems.

6.2.5. Lager

Unsere Fertigungsstraße muss für die Tafellagerung ein optimales Lagersystem beinhalten.

Eine optimale Lagersystematisierung lässt sich anhand vieler Unterscheidungskriterien vornehmen:

- Lagergut (Form, Größe, etc.)
- Stellung im Produktionsprozess (Rohmaterial-, Fertigwarenlager)
- Gefahrenklassen (Gefahrgutlager)
- Art des Betriebes (Handelslager, Industrielager)
- Art der Distributionsstruktur (Zentrallager - dezentrales Lager)
- Art der lagerbezogenen Tätigkeiten (z.B. Kommissionslager) usw.

Für alle aufgeführten Gliederungspunkte existiert jedoch eine Vielzahl von Realisierungsmöglichkeiten. Eine Systematisierung soll deshalb anhand der Lagerbauform, der eingesetzten Lagermittel sowie anhand der im Lager eingesetzten Fördermittel vorgenommen werden.

Lagersysteme werden aufgrund unterschiedlicher Gründe gebildet:

- Unregelmäßige Zu- und Abgänge (z. B. zwischen Fertigung und Logistik)
- Mengenausgleich, beispielsweise im Rahmen der Fertigung wirtschaftlicher Losgrößen
- Sicherstellung der Auslastung kostenintensiver Produktionsanlagen (bei Störungen, Lieferengpässen, Verkehrsproblemen usw.)

Hängelager

Die Hängelager der Fertigungsstraße müssen zwischen den hängenden Tafeln



noch genügend Platz für verschiedene Fertigungsarbeiten, z.B. zum Auftragen von Außenputz, Montieren von Fenstern und Türen, etc. aufweisen.

Abb. 60 - Beispiel eines Hängelager

Für die Realisierung eines Hängelagers und dessen Verwendung überlegten wir uns verschiedene Detailpunkte als Aufhängung.

Zum einen kamen wir auf eine Aufhängung mit einem Eisenprofil.

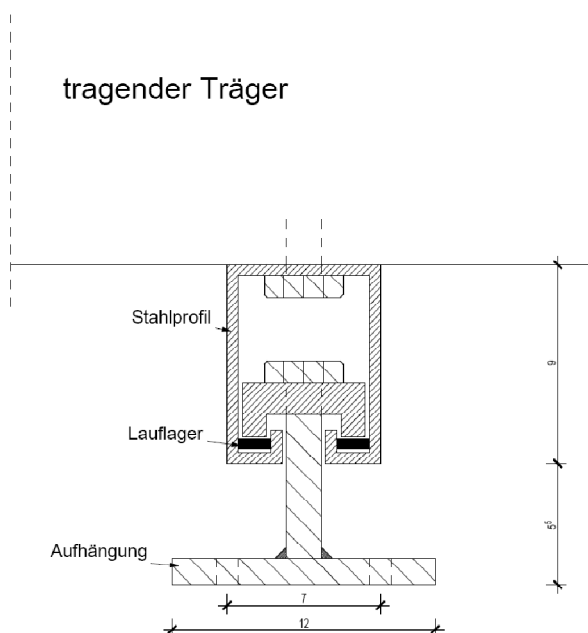


Abb. 61 - Aufhängung der Wand an das Eisenprofil

Bei dieser Lösung wird die Holztafel mit entsprechenden Bolzen an die ca. 12cm breite Stahlplatte gehangen. Die Last von der Holztafel wird über Laufflager und den Eisenprofilen auf einen darüber liegenden tragenden Träger übertragen. Die Tafel ist in dem Eisenprofil verschieblich.

Zum anderen kamen wir auf eine weitere Aufhängung mit einem Eisenprofil und Haken.

Bei dieser Lösung wird die Holztafel mit entsprechenden Schlaufen an die dafür vorgesehenen Haken gehangen. Die Last von der Holztafel wird von den Haken über das Lauflager und das Stahlprofile auf einen darüber liegenden tragenden Träger übertragen. Die Tafel ist durch die Lauflager auf dem Stahlprofil verschoben werden.

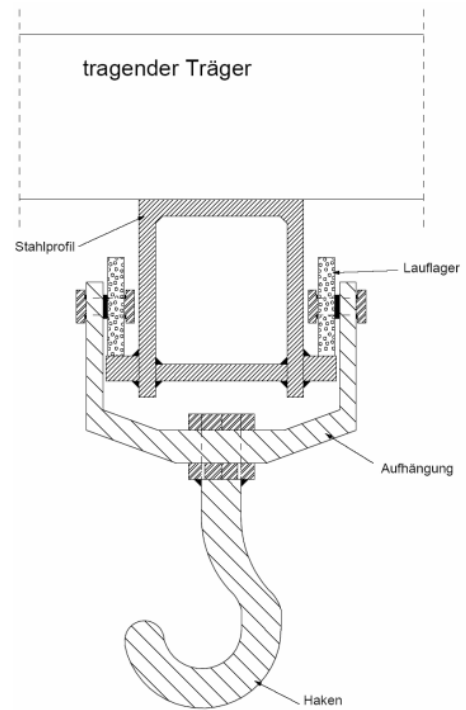


Abb. 62 - Aufhängung mittels Haken

Eine weitere Idee entstand, bei dem Grundgedanken, dass das Wandlagersystem die körperliche Beanspruchung der Mitarbeiter minimieren muss. An die Wandelemente werden Hänger (Abb. 64) montiert, die dann in die oberen Stahlprofile eingehängt werden. An diesen Hängern sind Elektromotoren befestigt, die das Verschieben der Wandmodule erleichtern soll.

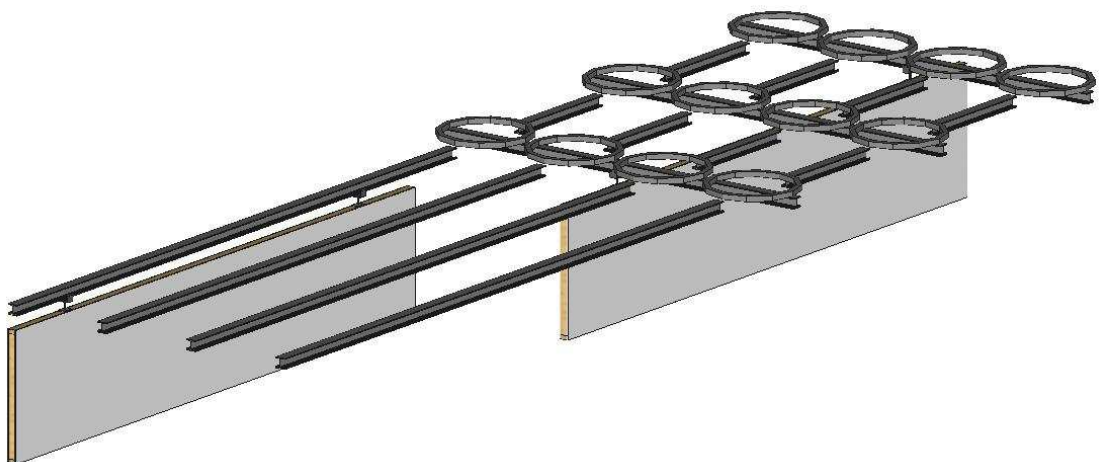


Abb. 63 – Systemübersicht



Abb. 64 - Stahlabhänger

Die Stahlprofile werden an einer Stahlbetondecke befestigt und benötigen daher kein aufwendiges Ständerwerk. Um eine Querbeförderung der Wandmodule zu ermöglichen, sind an den oberen Stahlprofilen Drehmechanismen (Abb. 65) vorgesehen. Aus diesem Grund müssen die Hänger in einem bestimmten Abstand an den Wandmodulen befestigt werden.

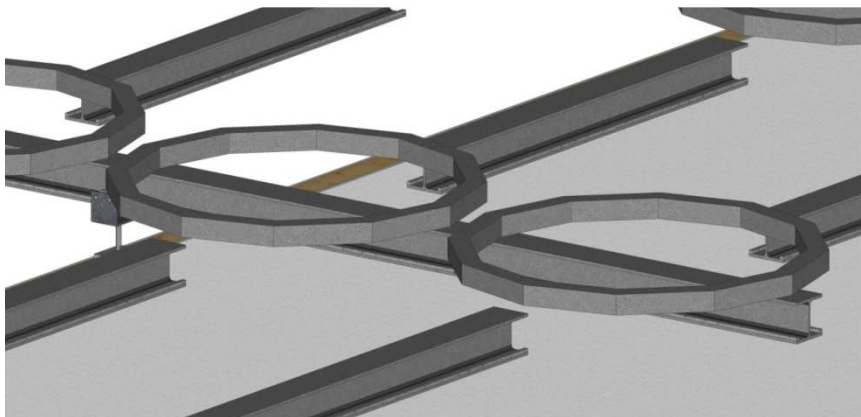


Abb. 65 - Drehmechanismus

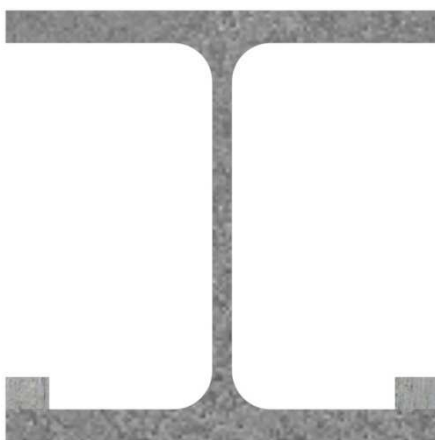
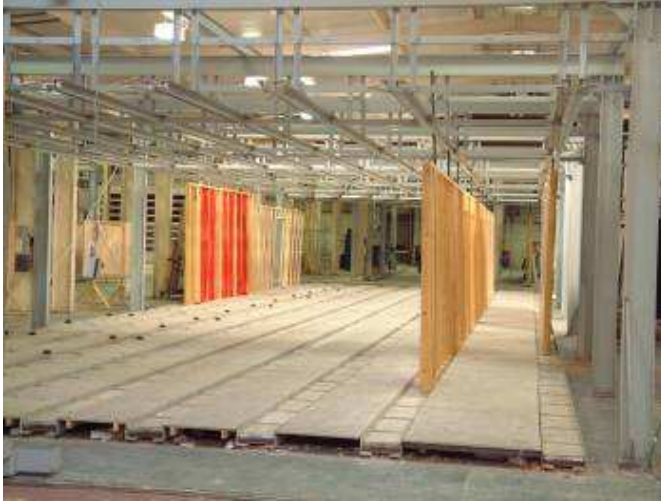


Abb. 66 - oberes Stahlprofil

Der Drehmechanismus wird ebenfalls durch Elektromotoren gesteuert. Zur Sicherheit werden an den oberen Stahlprofilen (Abb. 66) zusätzliche Lippen aufgeschweißt.

Wandlager

Ebenso wie bei den Hängelagern muss auch hier genügend Platz für



Bearbeitungszwecke eingehalten werden. Elemente können aus dem Wandlager mit Verladewagen oder auch direkt auf einen LKW verladen werden. Für die Realisierung eines Wandlagers gibt es ebenfalls folgende Lösungen.

Abb. 67 - Wandlager

Bei den Wandlagersystemen werden die fertigen Tafeln auf Rollen gestellt und oberhalb mit einer Richtungshalterung versehen. Diese bezweckt, dass die Tafel beim Verschieben auf den Rollen nicht umfallen kann. Die Abstandshalter geben dabei die Richtung vor.

In der lotrechten Stellung kann der Einbau von Fenstern und das Verputzen der Tafeln problemlos vorgenommen werden.

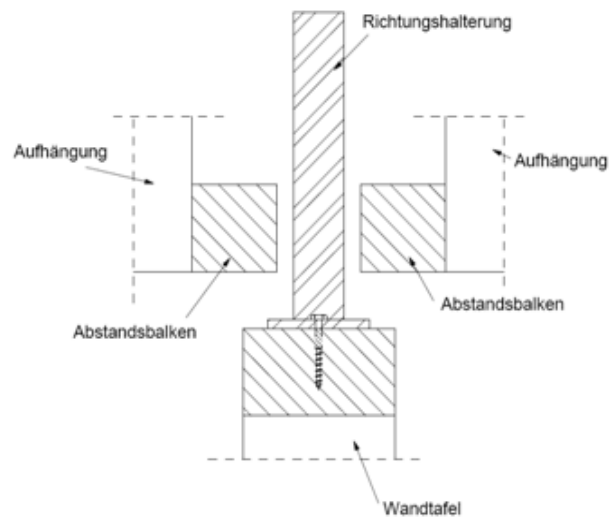


Abb. 68 - Wandlagerdetail oben

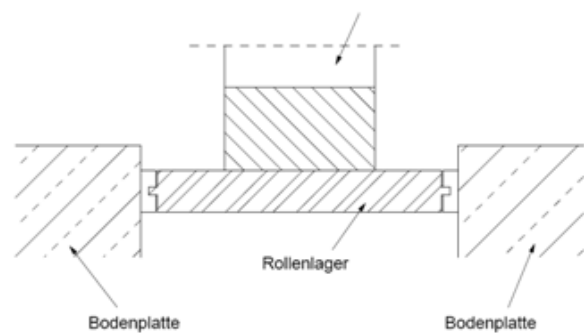


Abb. 69 - Wandlagerdetails unten

6.2.6. Absaugung

Reihenfilter mit Spülluftabreinigung

Die Reihenfilter mit Spülluftabreinigung wurden speziell für die Anforderungen der industriellen Fertigung entwickelt, was auch die kennzeichnenden Merkmale dieser Filterbaureihe zeigen:

- kompakte, platzsparende Bauweisen bei großen Filterflächen
- flexible Anlagengestaltung und kostengünstige Fertigung durch Baukastensystem
- höchster Entstaubungsgrad durch Vorabscheidung und effektive Filterung
- Einhaltung eines Reststaubgehaltes $< 0,1 \text{ mg/m}^3$ (Prüfzeichen der Holz-BG)
- intensive und schonende Abreinigung der Filterschläuche durch Prozessluft
- kontinuierliche Betriebsweise ohne zusätzliche Funktionselemente und Ausgleichfilterkammern
- geringer, mittlerer Filterwiderstand während der gesamten Betriebszeit
- einfachste reinluftseitige Wartung und Überprüfung der Filterschläuche



Abb. 70 - Spülluftabreinigung

Von den Spülluftfiltern werden 2 Baureihen in den Rasterbreiten 2 und 3m gefertigt. Damit sind Filtergeräte mit Filterflächen von bis zu 2.000 m^2 realisierbar. Das entspricht einer Luftmenge von bis zu $300.000 \text{ m}^3/\text{h}$ je Filtergerät.

Der entscheidende konzeptionelle Vorteil dieser Filterbaureihe ist die Spülluftabreinigung. Auf einem Laufwagen ist ein Spülluftventilator montiert. Der Laufwagen wird im Reinluftraum des Filters von Schlauchreihe zu Schlauchreihe bewegt. Die von dem Spülluftventilator angesaugte Luft wird in die zu reinigende Schlauchreihe geblasen, sodass die Filterschläuche intensiv, jedoch sehr schonend, gereinigt werden. Der Abreinigungsprozess der einzelnen Schlauchreihen wird durch die Absperrung der unmittelbar benachbarten Schlauchreihen unterstützt.

Der Laufwagen mit dem Spülluftventilator fährt exakt positioniert jede einzelne Schlauchreihe entsprechend dem Steuerungsprogramm der SPS an. Der auf der Außenseite der Filterschläuche befindliche Staubkuchen wird abgelöst und fällt in den Materialtrichter, wo er mit den Grobpartikeln über einen Kettenförderer ausgetragen wird.

Die Dauer und Intensität eines Reinigungsintervalls ist von der Staubart und der Filterbelastung abhängig und wird durch die SPS-Steuerung optimal auf die anlagentechnischen Bedingungen eingestellt und kontrolliert.

Filterhaus mit Spülluftabreinigung

Die Aufstellung eines Reihenfilters ist aufgrund der Platzverhältnisse bei bestimmten Anwendungsfällen nur erschwert möglich bzw. scheidet aus. In diesen Fällen, aber auch aufgrund anlagentechnischer Anforderungen, ist ein "Filterhaus" entwickelt worden, bei der die Filterzellen nicht in Reihe, sondern parallel angeordnet sind. Unterhalb der nahezu quadratischen Filterkammer befindet sich der Material-Pufferraum, der bis zu 30m³ betragen kann.



Abb. 71 - Filterhaus mit Spülluftabreinigung

Die robuste Austragung mit waagrecht arbeitender Austragschnecke kann in ihrer Leistung dem Materialanfall angepasst werden. Aufgrund des großen Pufferraumes können Spitzenbelastungen im Materialanfall ohne Probleme aufgenommen werden, sodass die nachfolgende Transportanlage auf den mittleren Materialanfall ausgelegt werden kann.

Die Reihenfilter werden auch mit Spülluftabreinigung von unterschiedlichsten Herstellern angeboten. Ebenso kann die Einhaltung des Staubgrenzwertes gemäß TRGS 553 ($< 0,1 \text{ mg/m}^3$) garantiert werden. Die maximale Filterfläche beträgt mit Spülluftabreinigung 600m^2 und mit Vibrations-Abreinigung 1.000 m^2 , d.h. es können mit Einzelfiltergeräten Absauganlagen für Luftmengen bis $90.000 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $120.000\text{m}^3/\text{h}$ realisiert werden.

Ventilatoren-Programm

Der Ventilator ist neben dem Filtergerät das Herzstück der Anlage. Gemäß den Berechnungsdaten (Volumenstrom, Druckverlust) wird der Ventilator ausgelegt, d.h., die Nenngroße bestimmt, das optimale Durchmesser Verhältnis des Laufrades ausgewählt, die Drehzahl, der Wirkungsgrad und die Schallabstrahlung ermittelt sowie die erforderliche Motorgröße festgelegt.



Abb. 72 - Ventilator

Nur die optimale Anpassung des Ventilators an die anlagentechnischen Anforderungen führen zu dem geplanten Absaugergebnis und ermöglichen einen wirtschaftlichen Betrieb.

Hergestellt werden schwere, geschweißte Industrieventilatoren in den Nenngroßen (120 bis 1.200mm , das entspricht einem Volumenstrombereich von 1.000 bis $120.000 \text{ m}^3/\text{h}$).

Über die verschiedenen Durchmesser-Verhältnisse der Laufräder kann der Druckbereich zwischen 2.000 und 10.000 Pa kontinuierlich abgedeckt werden.

Entsprechend den Einsatzbedingungen können drei unterschiedliche Laufradformen eingesetzt werden:

- radialverschaufelt,
- für grobe und feuchte Späne bei hoher Materialbeladung
- rückwärts gestellte Schaufel,
- für trockene Späne und Stäube bei mittlerer Materialbeladung
- rückwärts gekrümmte Schaufel.
- für trockene, feinste Stäube bei geringster Materialbeladung oder Reinluft.

Alle Ventilatoren sind in verschleißgeschützter Ausführung und mit Schallschutzisolierung möglich.

Brikettierpressen

Bei der Nutzung oder Entsorgung von Spänen, Sägemehl oder -staub ist die Brikettierung eine interessante Alternative, die sich im Wesentlichen durch folgende Vorteile auszeichnen:



Abb. 73 - Brikettierpresse

- Reduzierung des Lagervolumens
- höherer, volumenbezogener Heizwert von Briketts
- brikettierter Staub kann in Unterschubfeuerungen oder in handbeschickten Kesselanlagen verfeuert werden
- überschüssige Holzabfälle können in verkaufbaren Brennstoff umgewandelt werden.

Die Brikettierpressen haben meist einen hydraulischem Antrieb.

Für den Industriesektor sind besonders die Maschinen mit einer Leistung von 150 bzw. 250 kg/h bzw. einem brikettierten Spänevolumen von 1,5 m³ bzw. 2,5 m³/h interessant.

Der solide Maschinengrundkörper und die hochwertige Hydraulik sind mit Verschleißschutz angeboten.

Die Steuerung der Maschinen erfolgt über eine moderne SPS, die eine Vielzahl von Zusatzfunktionen zulässt:

- automatischer Anlauf der Brikettierpresse über den Füllstand im Behälter oder zeitabhängig
- automatische, materialabhängige Füllzahlsteuerung
- automatische Abschaltung der Maschine bei Materialmangel
- Wartungsschaltung.

Die hydraulischen Brikettierpressen sollten von der Holz-Berufsgenossenschaft nach dem Gerätesicherheitsgesetz überprüft werden und auch eine staubtechnische Prüfung durchgeführt werden. Die Erteilung des GS-Zeichens mit dem Zusatz "Holzstaub geprüft" bestätigt die Einhaltung aller sicherheitstechnischen Vorschriften und ebenso die Einhaltung des Staubgrenzwertes.

Heizkesselanlagen

Heizkesselanlagen sind für den Industriesektor mit einem Leistungsbereich zwischen 1.500 und 3.000 kW interessant.

Der Heizkessel rechts im Bild handelt es sich um einen Röhrenkessel, der dreiteilig aufgebaut ist. Auf die Brennkammer als Unterteil ist der mehrzügige Röhrenwärmetauscher aufgesetzt. Nachgeschaltet ist der Rauchgasentstauber mit integriertem Saugzuggebläse.



Abb. 74 - Heizkesselanlage

Die wassergekühlte Brennkammer kann abhängig von der brennstoffseitigen Aufgabenstellung mit einer Unterschubfeuerung oder einem Vorschubrost ausgestattet werden. D.h., für die gesamte Bandbreite der anfallenden Holzabfälle in Form von Spänen und Hackschnitzel kann das optimale Feuerungssystem eingesetzt werden.

Durch die getrennte und brennstoffabhängig aufgeteilte Zuführung von Primär- und Sekundärluft werden in Verbindung mit der Brennkammergestaltung optimale Ausbrandergebnisse erzielt. In Abhängigkeit von den Brennstoffparametern werden Rauchgase zurückgeführt, um stabile und kontrollierte Temperaturverhältnisse in der Brennkammer für eine schonende Betriebsweise der Ausmauerung zu schaffen.

Es ist sinnvoll eine Kombination von Absaugung und eine Weiterverwertung der Späne einzuplanen. Dies würde zu einer Senkung der Heizkosten führen. In diesem Projekt wurde sich für einen Verbrennungsofen entschieden, da auf Grund der Gipsfaserplattenreste nur eine mindere Qualität von Briketts erzeugt werden würde.

7. Zustandsermittlung

7.1. Wandelemente

Für die Wandelemente wurden anfangs die Mengen der Materialien für eine Außenwand sowie für eine Innenwand zusammengestellt. Die für einen laufenden Meter berechneten Mengen wurden ebenfalls für eine festgelegte Musterwand von 6m aufgelistet. Die Tabellen befinden sich im Abschnitt 7.1.1. Massenermittlung. Anschließend wurden die zeitlichen Richtwerte der Arbeitsschritte in einer Tabelle im Kapitel 7.1.2. aufgelistet. Als Abschluss befindet sich jeweils eine Zeichnung der Außen- und Innenwand.

7.1.1. Massenermittlung

Materialmengenangaben für eine Außenwand						
Materialarten	Anzahl	Faktor	H [m]	1m TL	6m TL	Einheit
Rippen (NH 6/18cm)		1,7	2,5	0,0675	0,4050	m ³
Fermacell d=15mm	2	-	2,5	0,0750	0,4500	m ³
HWL - Platten d = 6mm	1	-	2,5	0,1500	0,9000	m ³
Unterputz d = 5mm	1	-	2,5	0,0125	0,0750	m ³
Mineralwolle d = 180mm	1	0,9	2,5	0,4050	2,4300	m ³
Verbindungs­nägel der Rippen (3 Stück/Stoß)	2	1,6		10	58	Stück
Verbindungs­klammern Beplankung (a = 10cm)		2,8	2,5	70	420	Stück
Versorgungsleitungen (ca. 6 lfm./m)				6	36	lfm.

Tab. 2 - Materialmengen für eine Außenwand

Materialmengenangaben für eine Innenwand						
Materialarten	Anzahl	Faktor	H [m]	1m TL	6m TL	Einheit
Rippen (NH 6/14cm)		1,7	2,5	0,0525	0,315	m ³
Fermacell d=15mm	4		2,5	0,1500	0,9	m ³
Mineralwolle d = 140mm	1	0,9	2,5	0,4050	2,43	m ³
Verbindungs Nägel der Rippen (3 Stück / Stoß)	2	1,6		9,6	57,6	Stück
Verbindungsklammern Beplankung (a = 10cm)		2,8	2,5	70	420	Stück
Versorgungsleitungen (ca. 6 lfm./m)				6	36	lfm.

Tab. 3 - Materialmengen für eine Innenwand

7.1.2. Zeitliche Richtwerte

Anhand der im Voraus ermittelten Massen unserer Musterwand haben wir nun alle einzelnen Arbeitsschritte Zeiten, Personen oder Maschinen zugeordnet und das in den folgenden Tabellen für eine Innen- und eine Außenwand niedergeschrieben. Im Anhang dieses Projekts finden Sie die Zeiten nochmals in einem Ablaufplan.

Als Grundlage sind folgende Personen und Maschinen aufgeführt:

Person 1 Gabelstaplerfahrer und Verlademeister

Person 2 Balkenbearbeitungszentrum-Führer

Person 3+4 Zimmermann

Person 5 Maler

Person 6 Tischler

	<u>Person oder Maschine</u>	<u>Teilaufgaben Außenwände</u>	<u>min</u>	<u>Personen-</u> <u>nummer</u>
1	Gabelstapler	Anlieferung und Holzlager bestücken	15	1
2	Person	Software aufspielen	2	2
3	Person	Holzbestückung der Balkenbearbeitungsmaschine	10	2
4	BBZ	Bearbeitung	10	
5	Person	Entnahme/Ablage im Puffer	5	2
		Bearbeitung der BBZ	42	
6	Person	Auflegen der Rippen mit Ausrichten	10	3
7	Person St	Spannbolzen ausrichten und Spannen	3	
8	Person	Rippen verbinden mit Wellennägeln	4	3
9	Person	Horizontalsperre anbringen	1	3
10	Person	Schlaufen anbringen	1	3
11	Person + Kran	Platten aus Lager entnehmen, schwenken, auflegen und ausrichten	7	3
12	Person	Platten konstruktiv fixieren	5	
13	Portalanlage	Platten vernageln	10	3
14	Person + Kran	Platten aus Lager entnehmen, schwenken, auflegen und ausrichten	7	3
15	Person	Platten konstruktiv fixieren	5	
16	Portalanlage	Platten vernageln	10	
17	Portalanlage	Platten bündig schneiden	2	
18	Portalanlage	Öffnungen einschneiden	2	
19	Portalanlage	Installationsöffnungen fräsen	4	
20	Portalanlage + Person	Revisionsöffnungen fixieren	5	3
21	Portalanlage + Person	Unterkonstruktion für Vorwandinstallation anbringen	15	3
22	Person	Schmetterlingstisch zum wenden verfahren	3	3
23	Person + St	Modul wenden	8	3+4
		Belegung vom Schmetterlingstisch 1	102	
24	Person	Tische in Ausgangsposition fahren	3	3
25	Person	Lehrrohre installieren	20	4
26	Person	Dämmung zuschneiden und einlegen	8	4
27	Person + Kran	HWL - Bauplatte auflegen	7	4
28	Portalanlage	Befestigen der HWL - Bauplatte	5	
29	Portalanlage	Tafel bündig schneiden	2	
30	Portalanlage	Öffnungen usw. einschneiden	2	
31	Person	Haftgrund auftragen	6	5
32	Person	Armierungsgewebe aufbringen	8	5
33	Person	Konsolen anbringen	2	4
34	Person + St	Verfahren zum Hängelager	3	4
		Belegung vom Schmetterlingstisch 2	66	
35	Person + St	Aufrichten der Wand	5	4+5
36	Person + Hilfsmotor	Tafel ins Hängelager schieben	5	4+5
37	Gabelstapler	Fenster holen	2	1
38	Person	Fenster bzw. Außentüren einbauen	30	6
39	Person	Fensterleibungen anbringen	7	6
40	Person	Fensterbänke außen zuschneiden / anbringen	7	6
41	Person	Unterputz außen aufbringen	10	5
42	Person	Feuchtraum installieren	2	6
43	Person	Verspachteln der Gipsfaserplatten	5	5
44		Restarbeiten	73	h
45		Zeitsumme einer 6m Tafel	283	h
			4,72	Tage

	<u>Person oder Maschine</u>	<u>Teilaufgaben Innenwände</u>	<u>min</u>	<u>Personen- nummer</u>
1	Gabelstapler	Anlieferung und Holzlager bestücken	15	1
2	Person	Software aufspielen	5	2
3	Person	Holzbestückung der Balkenbearbeitungsmaschine	10	2
4	BBZ	Bearbeitung	10	
5	Person	Entnahme/Ablage im Puffer	5	2
		Bearbeitung der BBZ	45	
6	Person	Auflegen der Rippen mit Ausrichten	10	3
7	Person St	Spannbolzen ausrichten und Spannen	3	
8	Person	Rippen verbinden mit Wellennägeln	10	3
9	Person	Schlaufen anbringen	5	3
10	Person + Kran	Platten aus Lager entnehmen, schwenken, auflegen und ausrichten	7	3
11	Person	Platten konstruktiv fixieren	5	3
12	Portalanlage	Platten vernageln	10	
13	Person + Kran	Platten aus Lager entnehmen, schwenken, auflegen und ausrichten	7	3
14	Person	Platten konstruktiv fixieren	5	3
15	Portalanlage	Platten vernageln	10	
16	Portalanlage	Platten bündig schneiden	2	
17	Portalanlage	Öffnungen einschneiden	2	
18	Portalanlage	Installationsöffnungen fräsen	4	
19	Portalanlage + Person	Revisionsöffnungen fixieren	5	3
20	Person	Schmetterlingstisch zum wenden verfahren	3	3
21	Person + St	Modul wenden	8	3+4
		Belegung vom Schmetterlingstisch 1	96	
22	Person	Tische in Ausgangsposition fahren	3	3
23	Person	Lehrrohre installieren	20	4
24	Person	Dämmung zuschneiden und einlegen	15	4
25	Person + Kran	Platten aus Lager entnehmen, schwenken, auflegen und ausrichten	7	4
26	Person	Platten konstruktiv fixieren	5	4
27	Portalanlage	Platten vernageln	10	
28	Portalanlage	Platten bündig schneiden	2	
29	Portalanlage	Installationsöffnungen fräsen	4	
30	Portalanlage + Person	Revisionsöffnungen fixieren	5	4
31	Portalanlage	Öffnungen einschneiden	2	
32	Person	Konsolen anbringen	8	4
33	Person + St	Verfahren zum Hängelager	3	4
		Belegung vom Schmetterlingstisch 2	84	
34	Person + St	Aufrichten der Wand	5	4+5
35	Person + Hilfsmotor	Tafel ins Hängelager schieben	5	4+5
36	Person	Feuchtraum installieren	2	6
37	Person	Verspachteln der Gipsfaserplatten	5	5
		Restarbeiten	17	h
		Zeitsumme einer 6m Tafel	242	h
			4,03	Tage

Tab. 4 - Zeitliche Richtwerte der Wände

Ansicht Innenwandlelement

Plan DIN A3

Schnitt B-B

Schnitt A-A

Schnitt B B

Schnitt A-A

3 x 12,5mm Überlappung

60x40 mm NCH-GH

Massenmitlung Innenwand
L=6,00m H=2,50m

Material	l	b	h	Dichte	l	Werte	A	l	Werte
1. Gipswolle	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
2. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
3. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
4. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
5. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
6. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
7. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
8. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
9. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
10. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
11. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
12. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
13. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
14. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
15. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
16. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
17. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
18. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
19. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
20. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
21. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
22. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
23. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
24. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
25. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
26. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
27. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
28. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
29. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100
30. Holztafel	100	100	100	1000	100	100	100	100	100

Blattangaben:
 Bauvorhaben: Neubau einer Fertigungsstraße
 Planentwurf: **Musterwand Innen**
 Maßstab: 1:25
 Datum: 23.02.2009
 gezeichnet: Daniel Höscher
 Seite: 77
 HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
 Fachhochschule Hildesheim/Holzminde(n)/Göttingen.

7.2. Dach- und Deckenelemente

Für die Dach- und Deckenelemente wurden ebenfalls die Mengen der Materialien zusammengestellt. Ebenso wurden die Mengen für die Dach- und Deckenelemente für einen laufenden Meter berechnet und für ein festgelegtes Element von 6m aufgelistet. Die Tabellen befinden sich im Abschnitt 7.2.1. Massenermittlung. Anschließend wurden die zeitlichen Richtwerte der Arbeitsschritte in einer Tabelle im Kapitel 7.2.2. aufgelistet. Als Abschluss befindet sich jeweils eine Zeichnung der Dach- und Deckenelemente.

7.2.1. Massenermittlung

Materialmengenangaben für ein Dachelement						
Materialarten	Anzahl	Faktor	H [m]	1m TL	6m TL	Einheit
Rippen (NH 6/24cm)		1,7	2,3	0,0853	0,5121	m ³
OSB-Platte d=15mm	2	-	2,3	0,0693	0,4158	m ³
DWD-Platten d=16mm	1		2,3	0,3696	2,2176	m ³
Gipsfaserplatten d=12,5mm	1	-	2,3	0,0289	0,1733	m ³
Mineralwolle d = 240mm	1	0,9	2,3	0,4990	2,9938	m ³
Trag- und Konterlattung (28/48mm)	1	4,8	2,3	0,0149	0,0894	m ³
Verbindungsnägel der Rippen (3 Stück/Stoß)	2	1,6		9,6000	57,600	Stück
Verbindungsclammern Beplankung (a = 10cm)	1	4,8	2,3	110,88	665,28	Stück
Verbindungsmittel der Lattung	1	-	2,3	25,410	152,46	Stück
Versorgungsleitungen (ca. 6 lfm./m)		-		6,000	36,000	lfm.

Tab. 5 - Materialmengen für ein Dachelement

Materialmengenangaben für ein Deckenelement						
Materialarten	Anzahl	Faktor	H [m]	1m TL	6m TL	Einheit
Rippen (NH 6/24cm)		1,7	2,3	0,0853	0,5121	m ³
OSB-Platte d=15mm	2	-	2,3	0,0693	0,4158	m ³
Mineralwolle d = 240mm	1	0,9	2,3	0,4990	2,9938	m ³
Gipsfaserplatten d=12,5mm	1	-	2,3	0,0289	0,1733	m ³
Traglattung (28/48mm)	1	2,8	2,3	0,0090	0,0540	m ³
Verbindungsnägel der Rippen (3 Stück/Stoß)	2	1,6		9,6000	57,600	Stück
Verbindungsklammern Beplankung (a = 10cm)	2	2,8	2,3	129,36	776,16	Stück
Versorgungsleitungen (ca. 6 lfm./m)		-		6,000	36,000	lfm.

Tab. 6 - Materialangaben für ein Deckenelement

7.2.2. Zeitliche Richtwerte

Um die Arbeitszeiten zu berechnen, wurden zuvor die Massen von einem Dachelement (Deckenelement) mit einer Länge von 13m und einer Breite von 2,31m ermittelt und auf die jeweilige Zeile in der zugehörigen Einheit bezogen. Die ermittelten Zeiten je Arbeitsgang sind in der Spalte „Σ“ in der Einheit Minuten angeben. Die Spalte Personnummer ordnet jedem Arbeitsgang den betreffenden Mitarbeiter oder die betreffende Maschine zu. Dabei bedeuten:

1 = Mitarbeiter 1 Abbundanlage

2 = Mitarbeiter 2 Schmetterlingstisch 1

3 = Multifunktionsbrücke

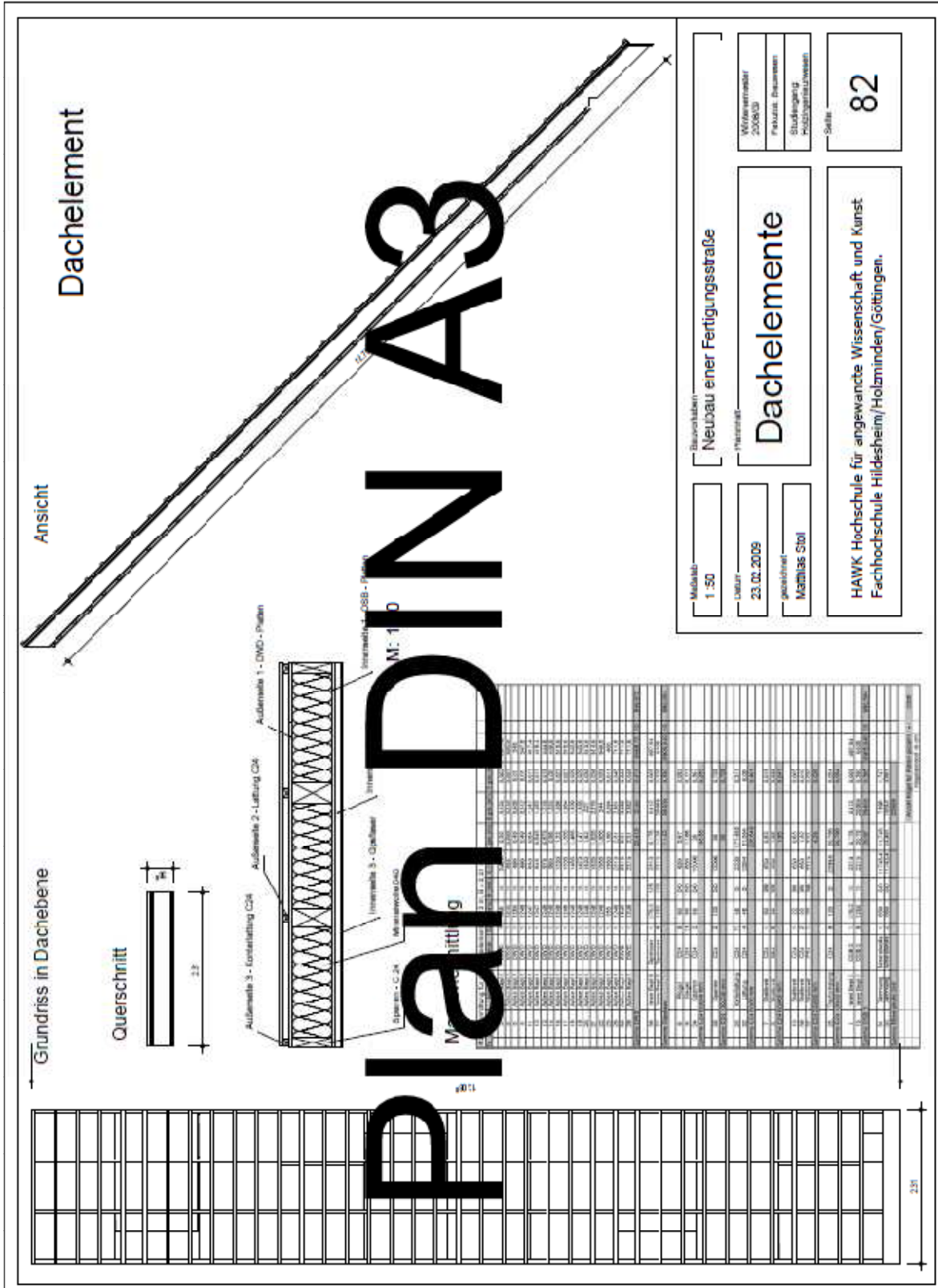
4 = Mitarbeiter 3 Schmetterlingstisch 2

	<u>Teilaufgaben Dachelemente</u>			<u>Zeit</u>	<u>Einheit</u>	<u>Min</u>	<u>Personen-</u> <u>nummer</u>
1.	Kanthölzer aus dem Lager holen u. auf Abbundanlage legen			0,2	min/m	10,4	1
2.	Abbund der Sparren (autom.)			0,4	min/m	20,8	1
3.	Kommissionieren			0,2	min/m	10,4	1
4.	Sparren in Pufferlager			0,2	min/m	10,4	1
5.	Sparrenköpfe streichen (von Hand)			2	min/lfm	12,0	2
6.	Sparren (Innenseite nach oben) auf dem Schmetterlingstisch positionieren/einlegen, Stellbretter befestigen und Hölzer am Tisch festspannen			0,3	min/m	15,6	2
7.	Konterlattung auflegen und von Hand befestigen mit Abstandslehre			0,5	min/m ²	13,0	2
8.	Gipsfaser- / Gipskartonplatten mit Kran auflegen und fixieren			1,1	min/m ²	28,6	2
9.	Platten verklammern (autom.)			0,3	min/m ²	7,8	3
10.	Platten zuschneiden (autom.)			30	m/min	2,0	3
11.	Bohrungen			0,17	min/Stk	1,7	3
12.	Durchbrüche (autom.)			0,5	min/Stk.	3,5	3
13.	Verfahrwege (autom.)			30	m/min	1,5	3
14.	Element wenden (autom.)				min	10,0	4
15.	Sichtschalung an der Traufe auflegen, zuschneiden, verschießen (von Hand)			2	min/m ²	9,3	4
16.	Zugdrähte und Rohre einlegen und festschrauben (von Hand)				min	10,0	4
17.	Dämmung einbringen (von Hand)			1,2	min/m	31,2	4
18.	Dachplatten (DWD) auflegen und fixieren (von Hand)			1,2	min/m ²	37,2	4
19.	Platten zuschneiden (autom.)			0,07	min/m	4,2	3
20.	Konterlattung auflegen und verschießen (von Hand)			0,3	min/m	24	4
21.	Traglattung auflegen mit Abstandslehre und verschießen (von Hand)			0,5	min/m ²	15,5	4
22.	Aufhängelaschen montieren (von Hand)				min	5	4
23.	Element mit Kran auf den Auflieger legen bzw. zwischenlagern				min	5	4
	Zeitsumme					289,2	h
						4,82	Tage

Abb. 75 - Zeitliche Richtwerte der Dachelemente

	<u>Teilaufgaben Deckenelemente</u>	<u>Zeit</u>	<u>Einheit</u>	<u>Min</u>	<u>Personen- nummer</u>
1.	Kanthölzer aus dem Lager holen u. auf Abbundanlage legen	0,2	min/m	10,4	1
2.	Abbund der Deckenbalken (autom.)	0,2	min/m	10,4	1
3.	Kommissionieren	0,2	min/m	10,4	1
4.	Sparren in Pufferlager	0,2	min/m	10,4	1
5.	Balkenverbinder anbringen (von Hand)	0,3	min/lfm	15,6	2
6.	Balken (Innenseite nach oben) auf dem Schmetterlingstisch positionieren / einlegen, Stellbretter befestigen und Hölzer am Tisch festspannen	0,3	min/m	15,6	2
7.	Konterlattung auflegen und von Hand befestigen mit Abstandslehre	0,5	min/m ²	15,0	2
8.	Gipsfaser- / Gipskartonplatten mit Kran auflegen und fixieren	1,1	min/m ²	33,0	2
9.	Platten verklammern (autom.)	0,3	min/m	9,3	3
10.	Platten zuschneiden (autom.)	30	m/min	1,0	3
11.	Bohrungen	0,17	min/Stk	1,7	3
12.	Treppenlochausschnitt (autom.)	8,3	m/min	1,2	3
13.	Durchbrüche (autom.)	0,5	min/Stk	6,5	3
14.	Verfahrwege (autom.)	30	m/min	1,5	3
15.	Element wenden (autom.)		min	10,0	2_3
16.	Zugdrähte und Rohre einlegen und festschrauben (von Hand)		min	10,0	4
17.	Dämmung einbringen (von Hand)	1,2	min/m	36,0	4
18.	Dachplatten (OSB) auflegen und fixieren (von Hand)	1,2	min/m ²	37,2	4
19.	Platten zuschneiden (autom.)	0,07	min/m	4,2	3
20.	Aufhängelaschen montieren (von Hand)	0,2	min	5	4
21.	Element mit Kran auf den Auflieger legen bzw. zwischenlagern	0,2	min	5	4
				249,5	h
				4,16	Tage

Abb. 76 - Zeitliche Richtwerte der Deckenelemente



Masstab: 1:50

Umfeld: 23.01.2009

gezeichnet: Matthias Stoll

Beauftragter: Neubau einer Fertigungsstraße

Projekt: Dachelemente

Witterungsjahr: 2008/09

Fachl. Bauelemente

Studiengang: Holzbautechnik

Seite: 82

HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
Fachhochschule Hildesheim/Holminden/Göttingen.

Deckenelement

Grundriss

Plan DIN A3

Ansicht

Massenmittlung

Massenmittlung für ein Deckenelement L = 13,08 m, B = 2,31 m												
Nr./Stk.	Name	Menge	Stk. (mm)	Stk. (mm)	L (mm)	L (mm)	A (mm)	A (mm)	V (mm)	V (mm)	V (mm)	
1.00	Untere Seite 3 - Gipsfaser	1	250	12,5	2310	2,31	0,67	0,008	530			
1.02	Untere Seite 2 - Gipsfaser	2	65	12,5	2310	46,2	29,875	0,261	17,440			
Summe Untere Seite 2-3						48,51	29,545	0,269	12,280	10	12,28	
1.09	Spannen C 24	2	60	240	13000	36			0,374			
1.00	Stahlbret C 24	12	60	240	4350	7,56			0,109			
1.01	Stahlbret C 24	24	60	240	660	15,84			0,236			
Summe Stahlbret						49,1			0,711			
1.10	Spannen C 24	2	130	240	13000	36			0,749			
Summe C24						36			0,749			
1.03	Untere Seite 1 - OSB	2	65	21	2310	97,02			0,17			
Summe Untere Seite 1						97,02			0,17			
1.07	Mittelachse Mineralwolle	1	630	240	13650	12,865	8,114	1,347				
1.08	Mittelachse Mineralwolle	2	660	240	13650	25,76	17,002	4,08				
Summe Mittelachse GFK						28,116						
1.04	Oberseite 1 - OSB	1	600	15	2310	2,31	1,155	0,025	662			
1.06	Oberseite 1 - OSB	10	120	15	2310	23,1	29,875	0,935	7130			
1.04	Untere Seite 1 - OSB	1	600	15	2310	2,31	1,155	0,025	662			
1.05	Untere Seite 1 - OSB	10	120	15	2310	23,1	29,875	0,935	7130			
Summe OSB 125x2,5 m						60,06			1,20	15,364	10	
											10	15,364
											Arbeits-Nägel für Befestigungen	2762,4
											Kopfgelände 10 cm	

Maßstab:	1:30	Bearbeiten:	Neubau einer Fertigungsstraße
Datum:	23.02.2009	Planinhalt:	Dachelemente
gezeichnet:	Matthias Stoll	Wissensmeter:	2009/09
		Fakultät:	Baurewesen
		Studiengang:	Holzbautechnische
		Seite:	83

HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen.

8. Entscheidung für eine Fertigungsstraße

8.1. Begründung der Wahl

Für die Fertigung von Holztafelwänden in einer Fertigungshalle müssen bei der Planung dieser Fertigungshalle einige Randbedingungen eingehalten werden. Unsere Vorgabe belief sich wie eingangs schon erwähnt auf eine Fertigung von ca. 50 Häusern pro Jahr. Um dieser Menge in der entsprechenden Zeit gerecht zu werden, haben wir uns für einen zweigleisigen Fertigungsaufbau entschieden. Bei dem zweigleisigen Fertigungsaufbau werden zwei von einander unabhängige Fertigungsstraßen eingerichtet, an denen jeweils die Wand-, Dach- und Deckentafeln gefertigt werden können. Gerade bei größeren Bauprojekten mit vielen verschiedenen Tafелеlementen bedeutet dies eine Zeitersparnis für die Fertigung und weist somit eine hohe Flexibilität des Unternehmens auf.

Die Gründe für eine zweigleisige Fertigungsstraße sind:

- größtmögliche Flexibilität, im Ablauf und in der Bauart der Elemente
- optimale Zeitausnutzung
- einfache und überschaubare Krananordnung

Nach der Erstellung von Grundelementen für die Wand-, Dach- und Deckentafeln sind wir zu diesem Ergebnis gekommen. Zusätzlich wurden alle gängigen theoretischen Grundelemente und die dazugehörigen Zeitermittlungen ausgewertet und unterstrichen die Entscheidung.

Bei der Auswahl der Maschinen gab es entweder die Möglichkeiten eine Kombination aus „Weinmann Maschinen“ und einer „K2-Abbundanlage“ von Hundegger oder alle Anlagen von Weinmann bzw. Hundegger zu benutzen. Hier fiel die Entscheidung schnell auf Weinmann, da so jedes Element der Fertigungsstraße aus einer Hand kommt und die Kommunikation zwischen den Maschinen problemlos möglich ist. In der Fertigungsstraße fand ein Bearbeitungszentrum WBZ 160, zwei Portalanlagen WMS 120 und vier Schmetterlingstische WTZ 120 Anwendung. Das Balkenbearbeitungszentrum,

das am Anfang der Fertigungsstraße seinen Platz einnimmt, kann ohne Probleme die zwei Teilstraßen beschicken. Die WBZ 160 ist nötig um eine 5-Achsiges Bearbeitung zu ermöglichen. Die kleineren Ausführungen der WBZ haben nur eine begrenzte Anzahl von Werkzeugen und keinen Werkzeugwechsler zur Verfügung, was eine sehr eingeschränkte Benutzung der Bearbeitungsmöglichkeiten bedeutet. Die Hölzer werden mit einem Gabelstapler auf den vordefinierten Ablageplatz gelegt. Von dort werden die Hölzer mit Hilfe des Handlingportals an das Balkenbearbeitungszentrum befördert. Der WTZ 120 ist nötig, da unsere Fertigungsstraße eine Quer- und Längsförderung benötigt. Die Modelle darunter haben diese Möglichkeit nicht und die Modelle darüber sind für unsere Anforderungen zu hoch ausgestattet. Beide Teilstraßen teilen sich ein zentrales Hängelager, um die Beladung der LKW oder Pritschen zu vereinfachen.

Um eine Beförderung der Wand- bzw. Dach- und Deckenelemente zu realisieren, ist die Fertigungsstraße auf beiden Seiten mit einem Konsolkran ausgestattet. Diese sollen vielseitig eingesetzt werden. Sie sollen z.B. Platten auflegen aber auch fertige Dach- und Deckenelemente auf deren Lagerplatz transportieren. Ein zentraler Deckenkran wird daher nicht benötigt. Im Großen und Ganzen ist unsere Anlage so ausgelegt das sie höchsten Nutzungsgrad verspricht und niedrigen Platzbedarf benötigt.

8.2. Plan der Fertigungsstraße

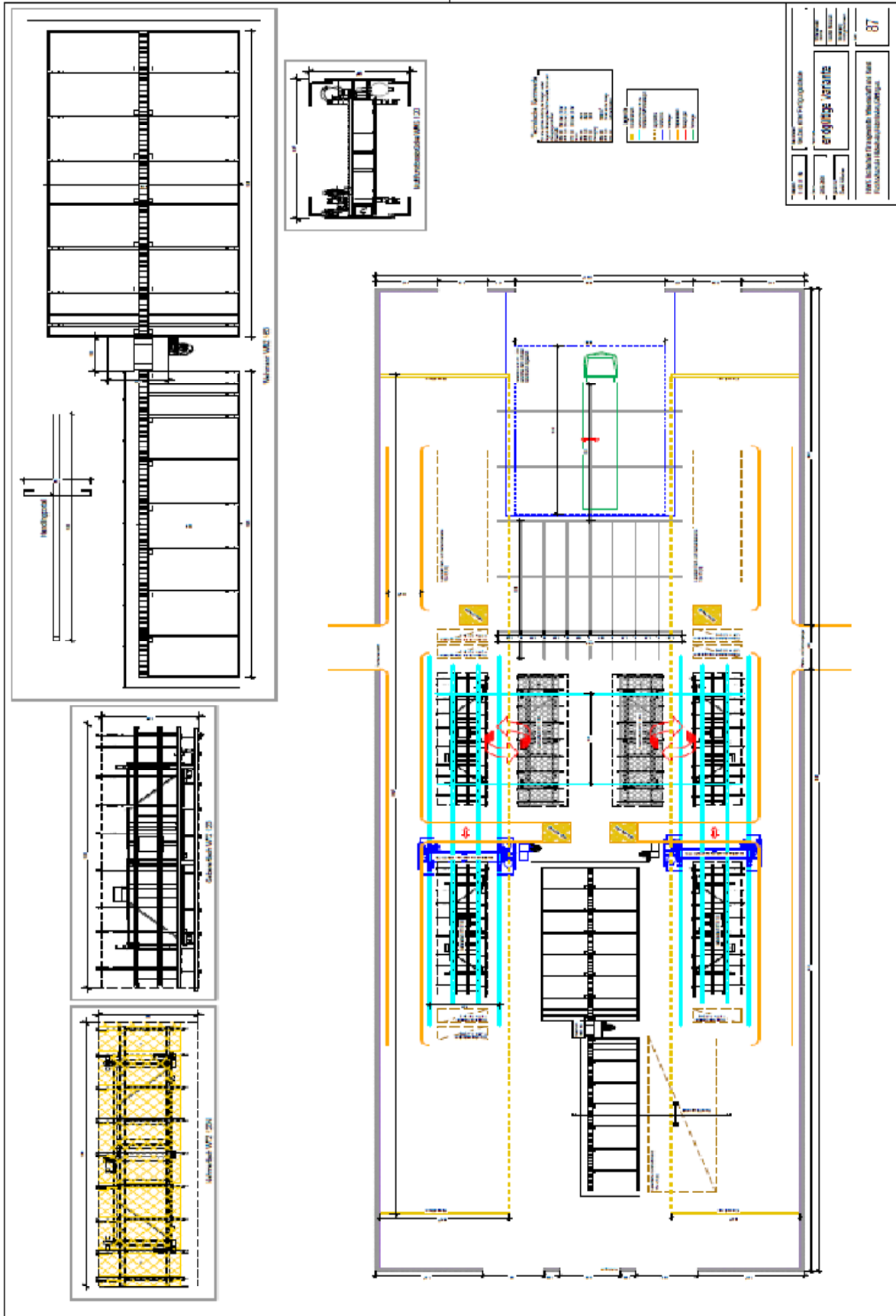


Abb. 77 - Endgültige Fertigungsstraße

8.3. Erläuterung der Fertigungsstraße

Die endgültige Variante entwickelte sich aus den Varianten 1 bis 5, wobei aus allen die jeweiligen Vorzüge übernommen wurden. Die Fertigungshalle hat eine Länge von ca. 90m und eine Breite von ca. 28m und besteht aus einer zweigleisigen Fertigung, dabei können auf beiden Gleisen entweder Dach- und Deckenelemente oder Wandelemente gefertigt werden.

Am Anfang der Fertigungsstraße, linke Seite der Halle, befindet sich das Balkenbearbeitungszentrum zur Bearbeitung der Vollhölzer für Wand-, Dach- und Deckenelemente. Die Entscheidung fiel auf das WBZ 160, (Abb. 79) dies ist nötig

um eine 5-Achsiges Bearbeitung zu ermöglichen.

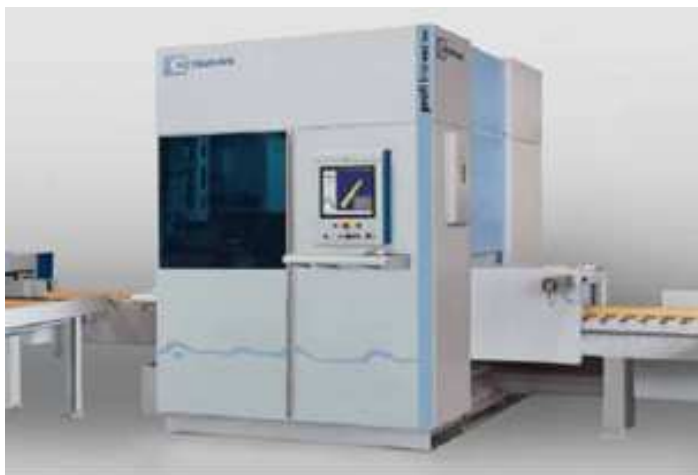


Abb. 79 - Balkenbearbeitungszentrum WBZ 160



Abb. 78 - Werkzeugwechsler

Die kleineren Ausführungen der WBZ haben nur eine begrenzte Anzahl von Werkzeugen und keinen Werkzeugwechsler (Abb. 78) zur Verfügung, was eine sehr eingeschränkte Benutzung der Bearbeitungsmöglichkeiten bedeutet. Um



Abb. 80 - Handlingportal (Zuführung des Materials zum WBZ)

das WBZ 160 automatisch mit Vollholz zu beschicken wird ein Handlingportal (Abb. 80) eingesetzt. Nachdem die Hölzer bearbeitet wurden, werden sie rechts bzw. links, je nach Fertigungselement, von dem WBZ ausgegeben. Die Abb. 81 soll dies für die Ausgabe zu einer Seite verdeutlichen.



Abb. 81 - Ausgabe des Handlingportals nach dem WBZ

Ober- und unterhalb der Ausgabe des Balkenbearbeitungszentrums schließen die Schmetterlingstische an (Abb. 82), um Decken-/Dachelemente und Wandelemente zu fertigen.



Abb. 82 - Schmetterlingstisch

Zunächst werden die Hölzer nach den entsprechenden Zeichnungen positioniert und vernagelt.

Danach werden mit Hilfe von Konsolkränen, Bereiche der Konsolkräne sind im Plan gelb-gestrichelt dargestellt, Platten aufgelegt und anschließend vernagelt. Danach werden die Platten zugeschnitten und gegebenenfalls werden Ausschnitte vorgenommen.

Diese Arbeiten werden von der Multifunktionsbrücke (Abb. 83) durchgeführt, um eine möglichst hohe Automatisierung zu erreichen. Danach werden die Elemente mit Hilfe eines zweiten Schmetterlingstisches (Abb. 84) gewendet, dazu wird der erste Tisch nach rechts und der zweite Tisch in die Mitte gefahren, so dass die Tische



Abb. 83 - Portalanlage WMS 120

sich gegenüberstehen. Nach dem Wenden fahren die Tische in ihre Ausgangsposition zurück so dass am zweiten Tisch das Dämmmaterial



Abb. 84 - Wendevorgang eines Tafелеlementes

eingebraucht werden kann und eventuell Leerrohre oder sonstige Installationen montiert werden können. Abschließend wird das Element mit einer Platte geschlossen und je nach Elementart mit weiteren Platten beplankt und mit Hilfe der Multifunktionsbrücke bearbeitet.

Nachdem alle Arbeiten an den Elementen abgeschlossen sind, werden diese gelagert. Die Decken-/ Dachelemente werden mit Hilfe des Portalkrans auf LKW-Pritschen gelegt. Die Wandelemente werden mit dem Schmetterlingstisch senkrecht aufgestellt und in ein Hängeregale (Abb. 85) zur Weiterbearbeitung gelagert.



Abb. 85 - Beispiel eines Hängewandlager

Je nach Element werden noch zusätzliche Arbeiten wie z.B. Verputzarbeiten oder Fenstereinbauarbeiten durchgeführt. Um die Wandelemente zu verladen werden die Wandelemente auf eine Schiene geführt, die quer zum Hängelager verfährt. Unterhalb der Schiene befindet sich ein LKW – Stellplatz, der in dem Boden der Halle eingelassen ist, sodass die Wandelemente von der Schiene auf den LKW abgesenkt werden können.

Die Rohstoffe wie Vollholz, Platten und Dämmung werden an den jeweiligen Arbeitsplätzen bereitgestellt und müssen bei Gelegenheit aufgefüllt werden. Das Vollholz wird in einer separaten Halle gelagert, sodass das Vollholzdepot mit

Hilfe eines Gabelstaplers aufgestockt wird, dazu ist die große Einfahrt an der linken Hallenseite notwendig. Andere Materialien wie Platten, Dämmung und Kleinteile werden über ein Warenlager, das sich an den Längsseiten der Halle befindet, bereitgestellt. Dazu sind entsprechende Fahrwege, in braun dargestellt, angelegt worden sodass die Rohstoffe mit einem kleinen Gabelstapler oder mit einem Hubwagen an die Arbeitsplätze angeliefert werden können.



Abb. 86 - Zentrales Holz-/Plattenlager

Die Absaugung der Späne und Stäube findet mit einer zentralen Absaugung statt, die mit den Maschinen verbunden ist. Die zentrale Anlage befindet sich aus Platzgründen außerhalb der Halle. Die Anlage beinhaltet eine Spül-luftabreinigung, ein Filterhaus und einen Ventilator. Die anfallenden Späne werden anschließend zu Briketts verarbeitet bzw. in einem Spänebunker befördert um die Späne als Brennstoff für eine Heizkesselanlage zur Beheizung der Halle zu verwenden.



Abb. 87 - zentrale Absauganlage

8.4. Elektro-/Pneumatikplan

Um die Entwicklung der Fertigungsstraße ganz abzuschließen, hatten wir vor in unseren Übersichtsplan eine detaillierte Planung der Elektro- und Pneumatikinstallation zu zeichnen. Nach telefonischem Kontakt mit der Firma Weinmann hatten wir dazu Abnahmeleistungen der Maschinen erhalten. Nach Absprache mit dem Herrn Kersten, der Firma Elektro Kersten in Metelen (Westf.), ergab sich, dass diese Angaben leider bei Weitem nicht ausreichen um die Installation zu planen. Leider entfällt daher auf Grund von Informationsmangel diese Planung.

9. Fazit

Im Laufe des Projekts ist uns klar geworden wie komplex die Planung einer Fertigungshalle für Häuser in Holztafelbauweise ist. Angefangen mit den Bearbeitungsmaschinen über die einzelnen Arbeitsschritte bis hin zur Logistik. Das Angebot an Firmen die Bearbeitungsmaschinen für Holzbauteile produzieren ist zudem in Deutschland sehr beschränkt. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um die Firma Hundegger und die Firma Weinmann. Das Angebot an Informationsmaterial war zudem nicht sehr umfangreich oder es handelte sich ausschließlich um Werbeprospekte. Hundegger zeigte sich uns gegenüber nicht sehr kooperationsbereit. Auch die Firma Weinmann ließ dies bezüglich zu wünschen übrig. Die Informationsbeschaffung hat uns leider nicht nur einmal ein Bein in der Bearbeitung unserer Ausarbeitung gestellt. Im Zusammenhang mit der Automatisierung sind wir zu dem Schluss gekommen, dass sich eine hochgradige Automatisierung, für einen Betrieb der 50 Häuser im Jahr produziert, nicht auszahlen würde. Der Faktor Mensch und Handwerk ist bei diesem Szenario unersetzlich. Um eine hohe Auslastung einer stark automatisierten Fertigungsstraße zu erreichen müssten viel mehr Häuser im Jahr produziert werden. Mit unseren Varianten haben wir gezeigt, dass es mehrere Lösungsansätze gibt. Die endgültige Variante enthält, mehr oder weniger, Bestandteile aller fünf Varianten. Die Detaillösungen haben uns oft Probleme bereite. Zum Beispiel die Konstruktion eines gescheiterten Wandlagersystems. Da es hier, für unseren Einsatzbereich, nur wenig vorgefertigte Produkte gibt. Wir haben somit versucht ein gutes Wandlagersystem selbst zu entwickeln. Des Weiteren ist es nicht möglich eine optimale Fertigungsstraße in eine vorgegebene Halle hinein zu konstruieren. Das konstruieren einer Halle um die Fertigungsstraße ist unabdinglich.

Dennoch war es interessant die Produktion eines Hauses in Holztafelbauweise mal aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten als von der statischen Seite.

10. Anhang