

Praktikumsbericht

**Analyse Mast- und Endmontage
Anonyme und Kundenspezifische Modul basierte Montage**

Georg Wichmann

Ein besonderer Dank geht an meinen Praktikumsbetreuer Herrn Christian Denk und an meinen Abteilungsleiter Herrn Erwin Bayer. Sie hatten stets ein offenes Ohr für mich und haben mit Ihren gezielten Denk Anstößen zum Erfolg des Projektes mit beigetragen. Danken möchte ich auch für das mir entgegengebrachte Vertrauen, insbesondere in der schwierigen Lage einer Pandemie die nicht nur Privat sondern auch betrieblich Probleme bereitet hat. Bei meinem Kollegen Herrn Streicher möchte ich mich ebenfalls bedanken. Er stand mir steht auch für inhaltlich Diskussionen und mit Betriebsinternen Wissen bei. Ein Dank geht auch an meine Frau und meine Kinder die mich im Homeoffice ertragen mussten und manch eine Stunde die ich dem Studium nach kommen musste die insbesondere für die Kinder fehlte.

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich den vorliegenden Praxisbericht selbständig verfasst habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt. Ich habe wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet.

Ingolstadt den, 03.08.2020

Georg Wichmann

Inhaltsverzeichnis

Glossar	II
Akronyme	IV
Abbildungsverzeichnis	V
1 Ein Überblick über die Bauer AG und die Abteilung Industrial Engineering	1
2 Modulare Mastmontage	2
2.1 Einarbeitung zur Konzept Erstellung	2
2.1.1 Stakeholder und Rahmenbedingungen des Konzeptes	2
2.1.2 Diskussion möglicher Vorgehensweisen	3
2.1.3 Anwendung des REFA Planungssystem auf die Mastmontage	4
2.2 Verlauf der Konzepterstellung Modulare Mastmontage	5
2.2.1 Die Analyse	5
2.2.2 Auswertung	6
2.2.3 Konkretisierung	6
2.2.4 Pakete bilden	7
2.3 Fazit zur modularen anonyme Mastmontage	8
3 Prozess Analyse Lackiererei	9
3.1 Optimierung Bauteilinformationen	9
3.2 Thematische Einarbeitung	9
3.2.1 Die Methode	9
3.2.2 Inhaltliche Einarbeitung	10
3.3 Workshop verlauf	10
3.3.1 Ist-Datenerfassung	10
3.3.2 Auswertung	11
3.3.3 Ziele setzten	12
3.3.4 Ursachenanalyse	12
3.3.5 Lösungsfindung	12
3.4 Fazit zur Lackiererei	13
4 Fazit	14
Literatur	15

Glossar

Bohrgerät Das fertige Bohrgerät ist die Verbindung aus Mast und Trägergerät. 6

Mäkler Siehe auch Rammgerät. II

Mast Der Mast ist die Einheit, an der das Werkzeug montiert wird. Auch die Winden sind an diesem zum Teil montiert. Bei den Bohrgerät (BG) existieren zwei Masttypen, sogenannte H und V Masten. Geräte mit H-Masten legen den Mast zum Transport nach hinten ab. Der Mast kann somit für den Transport montiert bleiben. Die Abbildung 0.1 zeigt eine BG mit H-Mast. BGs mit V-Masten legen den Mast nach vorne ab. Anzumerken ist, dass sich auch die Oberwägen je nach Mast typ unterscheiden . II

Oberwägen Er enthält die Fahrerkabine, den Antriebsstrang und hat die Möglichkeit der Aufnahme von Ballast. Auf einigen Oberwägen für V-Masten sind die Hauptwinden zudem Montiert. II, III

Rammgerät Das fertige Rammgerät ist die Verbindung aus Turm und dem Trägergerät. Sie werden auch als Mäkler bezeichnet. 6

REFA „1924 in Berlin als Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung gegründet wurde der Name REFA aufgrund seines Bekanntheitsgrades beibehalten. Heute ist REFA© in Deutschland und über 40 weiteren Ländern eine eingetragene Marke.“[Str]. 4

RTG „Die RTG Rammtechnik GmbH wurde 1996 als 100-prozentiges Tochterunternehmen der BAUER AG gegründet und gehört heute zur BAUER Maschinen Gruppe. Durch Innovation, Erfahrung, technisches Wissen und Einsatz modernster Technik entstanden Geräte mit einer Leistungsfähigkeit, die heute hohe Maßstäbe im Sektor der Rammgeräte des Spezialtiefbaus setzen.“[Webd]. II

Trägergerät Dies ist der Verbund aus Unterwägen und Oberwägen jedoch ohne Mast oder Turm. Auf der Abbildung ist die Zeichnung eines Trägergerätes der RTG aus der Technischen Dokumentation zu sehen. Zu erkennen sind zwischen Fahrerkabine und Leiter die Aufnahmepunkte für das Kinematik Dreieck, an welchem der Turm oder Mast montiert wird. II, 6



Abbildung 0.1: Transport bereite BG mit H-Mast [BMA]



Abbildung 0.2: Trägergerät der RTG [BMA]

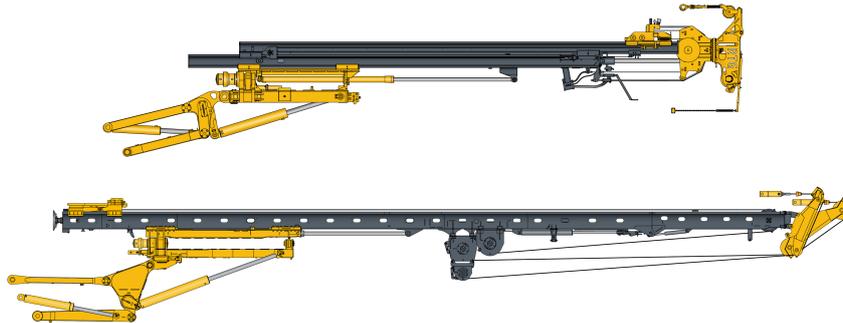


Abbildung 0.3: Oben T-Turm unten ein S-Turm [BMA]

Turm Einen Unterschied zwischen Turm und Mast ist vor allem in der Begrifflichkeit. Wobei Masten den Bohrgeräten und Türme den Rammgeräten zu geordnet sind. Ähnlich wie bei den Masten werden auch bei den Türmen zwei unterschiedliche Typen gefertigt. Die sogenannten T-Türme und S-Türme. Hierbei steht das T für Tele und S für Starr, was die physische Eigenschaft beschreibt. In der Abbildung 0.3 sind beide Typen dargestellt, oben ein Tele und unten ein starrer Turm . II

Unterwagen Der Verbund aus zwei Laufketten und Rahmen mit der Aufnahme für den Drehkranz des Oberwagens. II

Akronyme

AV Arbeitsvorbereitung. 6, 12

BG Bohrgerät. II, 6

BMA BAUER Maschinen GmbH. 1, 9, 10

IE Industrial Engineering. 1, 3, 9

KDK Kraft-Dreh-Kopf. 8

KVP Kontinuierlicher Verbesserungsprozess. 9, 10

REFA REFA Bundesverband e.V. und REFA AG. 4

RG Ramgerät. 6

Abbildungsverzeichnis

0.1	Transport bereite BG mit H-Mast [BMA]	II
0.2	Trägergerät der RTG [BMA]	III
0.3	Oben T-Turm unten ein S-Turm [BMA]	III
2.1	REFA-Planungssystem Stufe 1 bis 3: Vgl.[LW12, S.366]	5
2.2	Vereinfachtes Prozessschaubild	6
2.3	Gesamtprozess Vorschlag	7

1 Ein Überblick über die Bauer AG und die Abteilung Industrial Engineering

Praktikumsgeber für das Pflichthochschulpraktikum ist die Bauer Maschinen GmbH. Der Betrieb ist einer von drei Sparten der Bauer AG, welche sich in Bauer Resources, Bauer Spezialtiefbau und Bauer Maschinen aufteilt. In den nächsten Absätzen erfolgt eine kurze Vorstellung aller Sparten der Bauer AG und der Praktikums Abteilung.

Bauer Resources

„Die BAUER Resources GmbH ist neben dem Baubetrieb und dem Maschinenbau das dritte und jüngste Segment der BAUER Gruppe. Unter dem Dach der BAUER Resources GmbH agieren mehrere Geschäftsbereiche und Tochterunternehmen, [...] in den Bereichen Wasser, Umwelt und Bodenschätze. Zu [...] [den] Kompetenzen zählen Wasseraufbereitung, Automation, Umweltsanierung und Abfallmanagement, Drilling Technologies sowie Brunnenbau und Pflanzenkläranlagen.“[Webb]

Bauer Spezialtiefbau

„Die BAUER Spezialtiefbau GmbH hat die Entwicklung des Spezialtiefbaus maßgeblich geprägt und führt weltweit Baugruben, Gründungen, Dichtwände und Baugrundverbesserungen aus. Zu [...] [den] Hauptleistungen gehören alle Arten von Bohrpfählen, Ankern, Schlitz- und Dichtwänden sowie Injektionen und Rüttelverfahren.“[Webc]

Bauer Maschinen

Die BAUER Maschinen GmbH (BMA) entwickelt, konstruiert und baut Drehborgeräte, Schlitzwandgeräte und alle zugehörigen Werkzeuge. Die Tochterunternehmen der Bauer Maschinen GmbH bereichern das Unternehmen um weitere für den Spezialtiefbau interessante Geschäftsfelder. Diese erstrecken sich von der Erkundung über die Erschließung und Gewinnung natürlicher Ressourcen. Vgl. [Webd]

Ein Großteil des Portfolios wird an den Standorten Edelshausen und Aresing produziert und über das Zentrallager in Schrobhausen versorgt. Die Produktionsstandorte verteilen sich weltweit. Vor allem in Asien aber auch auf dem Nordamerikanischen Raum bestehen weitere Produktionsorte.

Abteilung IE

Das Praktikum wird in der Bauer Maschinen GmbH absolviert. Praktikumsabteilung ist das Industrial Engineering (IE) der Produktion Deutschland mit 7 Beschäftigten, die sich auf die Standorte Aresing und Edelshausen aufteilen. Kernaufgaben sind die Prozessoptimierung, Entwicklung und Konstruktion von Betriebsmitteln sowie die Erstellung von Arbeitsanweisungen.

2 Modulare Mastmontage

Der Praktikumsbetrieb, die Bauer Maschinen GmbH, setzte mich im Rahmen ihrer größer angelegten Umstrukturierung der Produktion in Aresing ein. Die Bauer Maschinen GmbH produziert an ihrem Standort in Aresing Bohrgeräte, Mäcker und Seilbagger. Das Themengebiet, das dieser Bericht beschreibt, ist ein Ausschnitt aus dem gesamten Supply Chain Projekt. Die Montage und Endmontage der Masten, stellen dabei einen nicht unerheblichen Anteil an dem gesamten Prozess. Inhalt des Projektes ist die Erstellung eines Konzeptes für eine modulare Mast- und Endmontage. Ziel hierbei ist die Reduktion des gebundenen Kapitals in fertigen Maschinen. Dabei soll die vom Kunden gewohnte zügige Fertigstellung erhalten bleiben. Durch die Reduzierung von demontage aufwand könnte sich eventuell auch eine Beschleunigung einstellen. Unter einer modularen Mastmontage wird die Fertigung von Masten in klar definierten Montagepaketen verstanden. Die über alle Masttypen hinweg nach n Arbeitstakten zu einer anonymen Mastkomponente komplettiert werden. Der nachfolgende Bericht soll das Vorgehen und den Verlauf dokumentieren.

2.1 Einarbeitung zur Konzept Erstellung

Aktuell werden die Masten in zwei Abteilungen montiert und endmontiert. Das Praktikumsprojekt soll hier eine Möglichkeit der modularen Fertigung aufzeigen. Ein Vorversuch hat bereits die Machbarkeit und auch die Sinnhaftigkeit einer Aufteilung nach anonymer Komponentenfertigung und kundenspezifischer Endmontage aufgezeigt. Im Rahmen dieses Projektes soll die Ausweitung der zwei Phasen Montage auf alle Masten ermittelt werden. Abschließen soll es mit einem Konzeptvorschlag zu einem neuen modularen Montageprozess.

2.1.1 Stakeholder und Rahmenbedingungen des Konzeptes

Im nachfolgenden Abschnitt sind die Rahmenbedingungen, die an das Konzept gestellt werden, aufgelistet. Anschließend wird auf die Stakeholder eingegangen und eine Stakeholder Analyse durchgeführt.

Die Rahmenbedingungen

Für das Projekt sind nachfolgende rahmenbildende Bedingungen gegeben:

- Alle Masttypen sind auf eine sinnvolle Teilbarkeit zwischen anonymer Komplettierung und kundenspezifischer Endmontage zu prüfen.
- Ein sehr hoher Grad der Komplettierung ist bereits in der anonymen Phase zu erreichen. Dabei darf jedoch die Lagerfähigkeit nicht außer Acht gelassen werden.
- Insbesondere Aspekte wie die Alterung von Materialien und sperrige Anbauten sind zu berücksichtigen.

- Die Idee von Lean Produktion ist zu verfolgen jedoch vor allem in der Endmontage nicht unter allen Umständen.
- Die Durchlaufzeiten insbesondere in der Endmontage sind kurz zu halten.
- Zur Erreichung einer gleichbleibenden Durchlaufzeit ist auf Auslagerung von Tätigkeiten zurück zu greifen.
- Durchlaufzeit muss Mast typ unabhängig konstant bleiben.

Die Stakeholder

Die Analyse der Stakeholder ist ein weites Feld. Stakeholder bestehen bei diesem Projekt eine ganze Reihe. Damit die Analyse nicht zu viel Zeit in anspruch nimmt wird auf die Ausarbeitung von Maßnahmen verzichtet. Der für die Konzeptentwicklung wichtige Personenkreis ist in nachfolgender Tabelle 2.1 dargestellt. Ohne weitere Betrachtung bleiben dabei, Werksleitung, Konstruktion, Einkauf, Qualitätssicherung, Logistik, Controlling und weitere, die für eine Umsetzung notwendig sind.

Stakeholder	Beschreibung
Leiter Fertigungsprozesse	Gibt Rahmenbedingungen vor.
Abteilungsleiter IE	Erwartet ein umsetzbares Konzept.
Meister der betroffenen Montagen	Sorge davor, dass Mitarbeiter nur noch einzelne gleichbleibende Arbeitspakete abarbeiten und dadurch Abstumpfen.
Mechaniker der betroffenen Montagen	Sorge um eigenen Arbeitsplatz und Abstumpfung durch eventuelle eintönige Tätigkeiten.

Tabelle 2.1: Stakeholder

2.1.2 Diskussion möglicher Vorgehensweisen

Für die Bearbeitung bestehen unterschiedliche Ansätze. Die in Betracht gezogenen Konzepte sollen in den nachfolgenden Abschnitten dargestellt werden.

Das REFA Planungssystem

Ein mögliches Vorgehen ist das Planungssystem nach REFA. Es werden dabei 6 Planungsstufen durchlaufen, die von der Analyse der aktuellen Ausgangssituation zu einem Systembetrieb führen. Vorteilhaft ist vor allem die Neutralität der Systematik. Bezogen auf die Anwendbarkeit für die Mastmontage bei Bauer ist dies günstig. Vor allem ermöglicht das System eine sehr starke Top-Down Entwicklung, welche bezogen auf die Varianten Vielfalt und Realstückzahlen ein sinnvoller Ansatz ist. Im Rahmen des Praktikums ermöglicht es vor allem ein Abbrechen nach jeder Planungsstufe, dabei entsteht bereits nach der dritten Planungsstufe ein oder mehrere konzeptionelle Vorschläge. Vgl. [LW12, S. 365, f]

Planungssystematik nach Lotter

Das Planungssystem beinhaltet 11 Schritte, die zur Erstellung eines Montagesystems durchlaufen werden. Es bietet vor allem in der Entwicklung von Montagesystemen eine gute Struktur, die flexible Anpassungen auf Stückzahlen, Wirtschaftlichkeit und Marktanforderungen ermöglicht. Es muss selbstredend an die jeweilige Situation angepasst werden, liegen die Stärken überwiegend in der Serienfertigung mit geringem Umfang an Kundenoptionen und hohem Anteil an gleichen Bauteilen. Gerade die letzten Punkte sind bei der Mastmontage nicht gegeben. Vgl. [LW12, S. 266, fff]

Das MAMOS-Montagemodel

Das Montagemodell bietet als einziges die Betrachtung der Montage als Bestandteil der Wertschöpfungskette. Große Vorteile bietet es bei Betrachtung einer gesamtheitlichen Anpassung der Montage an neue oder geänderte Geschäftsstrategien. Die Betrachtung erfolgt dabei auf einer sehr abstrakten Ebene, welche eine strategische Ausrichtung und Anpassung an die Wertschöpfungskette ermöglicht. Für das Projekt der Modularen Mastmontage ist es jedoch unbrauchbar, da konkrete Konzeptvorschläge erarbeitet werden sollen. Vgl. [Fel+04, S. 7, fff]

Auswahl

Nach eingehender Abwägung von Vor- und Nachteilen ist das REFA-Planungssystem (REFA Bundesverband e.V. und REFA AG (REFA)) das am geeignetsten für das Projekt. Die Vorteile, wie die gute Abbrechbarkeit nach jeder Stufe und die hohe Flexibilität gepaart mit einer starken Top-Down Entwicklung überwiegen.

2.1.3 Anwendung des REFA Planungssystem auf die Mastmontage

In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, wie das REFA Planungssystem in Bezug auf die Mastmontage zum Einsatz kommt. Auf Grund der begrenzten Zeit ist das Projekt modulare Mastmontage bis zur Planungsstufe drei vorangeschritten. Die Abbildung 2.1 zeigt die Planungsstufen in der entsprechend an das Projekt angepassten Form.

Planungsstufe 1

Es wird die Ausgangssituation analysiert durch die Aufzeichnung des Montageprozesses an exemplarischen Masten. Die Auswertung umfasst ein detailliertes Prozessdiagramm je Mast. Benötigte Montagezeiten fließen mit ein, werden jedoch nicht auf einzelne Prozessschritte zerteilt.

Planungsstufe 2

Die Konkretisierung der Ziele und das Gewichten der Aufgaben und Ziele ist für die Mastmontage weniger bedeutend, da bereits der Projektauftrag sehr konkret formuliert ist. Wichtiger in diesem Schritt ist vor allem die Abgrenzung und die Definition der Tiefe, in der das Projekt bearbeitet, wird.

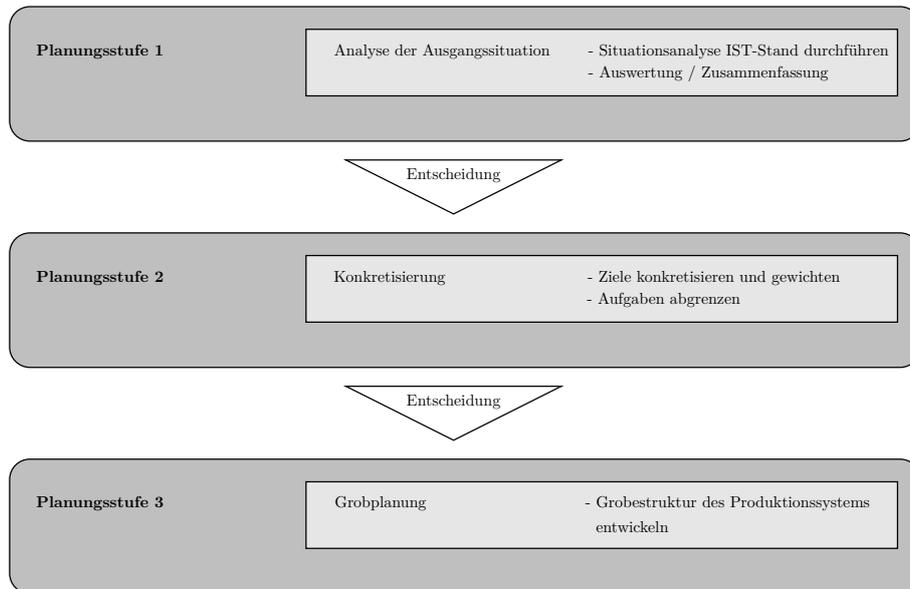


Abbildung 2.1: REFA-Planungssystem Stufe 1 bis 3: Vgl.[LW12, S.366]

Planungsstufe 3

In der dritten und für das Praktikum letzten Planungsstufe werden erste Arbeitspakete erstellt. Konzeptionell werden nur exemplarische Masten betrachtet, die auf alle anderen Masten bei Bedarf ausgeweitet werden können.

Die in Abbildung 2.1 gezeigten Übergänge von einem zum anderen Planungsschritt sind im Rahmen dieses Projektes nicht so klar abgegrenzt. Viele Entscheidungen werden in kleinen wöchentlichen Meetings getroffen. Den Verlauf und die Tätigkeiten in den einzelnen Planungsstufen beschreibt der Abschnitt 2.2.

2.2 Verlauf der Konzepterstellung Modulare Mastmontage

Für die Entwicklung des Konzeptes für eine Modulare Mastmontage wird nach REFA vorgegangen. Der Projektverlauf wird deshalb inhaltlich im folgenden Abschnitt in diese Phasen unterteilt.

2.2.1 Die Analyse

Die thematische Einarbeitung stellt den Beginn der Analyse dar. Dabei wird sich zunächst ein Überblick über die Abbildung im SAP[®] verschafft. Probleme bereitet an dieser Stelle vor allem das Fehlen von projektunabhängigen 150% Stücklisten. Eine Kennzeichnung der optionalen Baugruppen erfolgt nicht. Hürden, die sich daraus ergeben, lassen sich zunächst durch die gezielte Betrachtung von Bohr- bzw. Rammgeräten umgehen. Dabei ist vor allem wichtig, eine Maschine mit möglichst wenig bis keine Sonderausstattung zu wählen. Diese sind meist Geräte für die noch kein Kunde feststeht. Über einen Stücklistenvergleich zu einer Maschine mit Vollausrüstung lassen sich auf diese Weise eine Zuordnung von Bauteilen ermitteln.

In der Kick-Off Veranstaltung werden die betroffenen Abteilungen über das Projektvorhaben informiert.



Abbildung 2.2: Vereinfachtes Prozessschaubild

Dabei werden bereits erste Informationen ausgetauscht und vor allem Ansprechpartner definiert. Zusammen mit den jeweiligen Vorarbeitern werden geeignete Masten ausgesucht. Die Masten sollen dabei folgende Kriterien aufweisen, geringe Sonderausstattung, hohe Jahresstückzahl und besonders exemplarisch für die Gruppe sein. Eine Analyse aller Masten und ihrer Montageprozesse ist zeitbedingt nicht möglich, woraus sich die Relevanz und Wahl der Kriterien ableitet. Die Auswahl nicht zusammen mit der Arbeitsvorbereitung (AV) zu treffen, sondern mit den Vorarbeitern, begründet sich vor allem in der Wichtigkeit einen Prozess zu analysieren der besonders exemplarisch für die Gruppe ist. Bedingt durch die schwierige Auftragslage in Folge der Covid 19 Pandemie erfolgte die Entscheidung indirekt durch die AV, die festlegt welche Masten noch gefertigt werden.

Zur Analyse der Montageprozesse werden die Vorarbeiter regelmäßig, teils täglich, zu den getätigten Schritten befragt. Dabei wird die Prozessreihenfolge und die benötigten Zeiten festgehalten. Im Verlauf der Analyse wurden auch die einzelnen Prozessschritte hinsichtlich der Reihenfolge hinterfragt. Es galt festzuhalten, welchen Schritte voneinander abhängig bzw. welche völlig unabhängig sind. Einige Prozessschritte sind zudem fotodokumentiert. Abschließend wird die aktuelle Raumordnung mit aufgenommen. In dieser ist vermerkt, wo, wie viele und für welche Masten Montagearbeitsplätze bestehen.

2.2.2 Auswertung

Der Schritt der Auswertung ist nach REFA nicht explizite als eigenständiger Punkt vorgesehen. Jedoch hat er im Rahmen dieses Projektes einen nicht unerheblichen Anteil der Zeit beansprucht. Hierbei wurden die Aufgenommenen Prozesse mit den Meistern nochmals besprochen. Es fand an dieser Stelle auch ein Abgleich mit den weiteren Masten, die gefertigt werden, statt. Abschließend wurden die Prozesse in vereinfachter Form gegenübergestellt. Diese schon abstrahierte Ebene soll als Grundlage für den nächsten Planungsschritt dienen. Aus der Gegenüberstellung lässt sich die nachfolgende Prozessdarstellung 2.2 ableiten. Die Möglichkeit, die Prozesse soweit zu abstrahieren, veranschaulicht deutlich die starken Ähnlichkeiten zwischen den unterschiedlichen Masten im Montageprozess.

2.2.3 Konkretisierung

Erste grobe Konzeptideen werden erarbeitet. Basis ist vor allem das bereits in der Auswertungsphase erstellte vereinfachte Prozessschaubild siehe Abbildung 2.2. Die präferierte Idee verfolgt den Ansatz alle Masten (BG H und V-Masten sowie Ramgerät (RG) S und T-Mäkler)¹ in einer Komponentenfertigung zu produzieren. Konzeptionell sind alle Mastkomponenten, die einen Mast ergeben (Mastunterteil, Mastoberteil, Mastkopf, Mastverlängerung, ...) einzeln zu komplettieren und in einem Endmontagelager ein zu lagern. In der Abbildung 2.3 wird der gesamte Prozess in seiner groben Idee dargestellt. Der Vorletzte dargestellte Prozessschritt, die Endmontage, beinhaltet auch die Montage des Masten / Turms an das Trägergerät.

Der in Abbildung 2.3 dargestellte Prozess enthält weitere Prozessschritte zwischen der Endmontage und

¹Weitere Erläuterungen zu Bohrgeräten und Rammgeräten so wie den Masten finden sich im Glossar

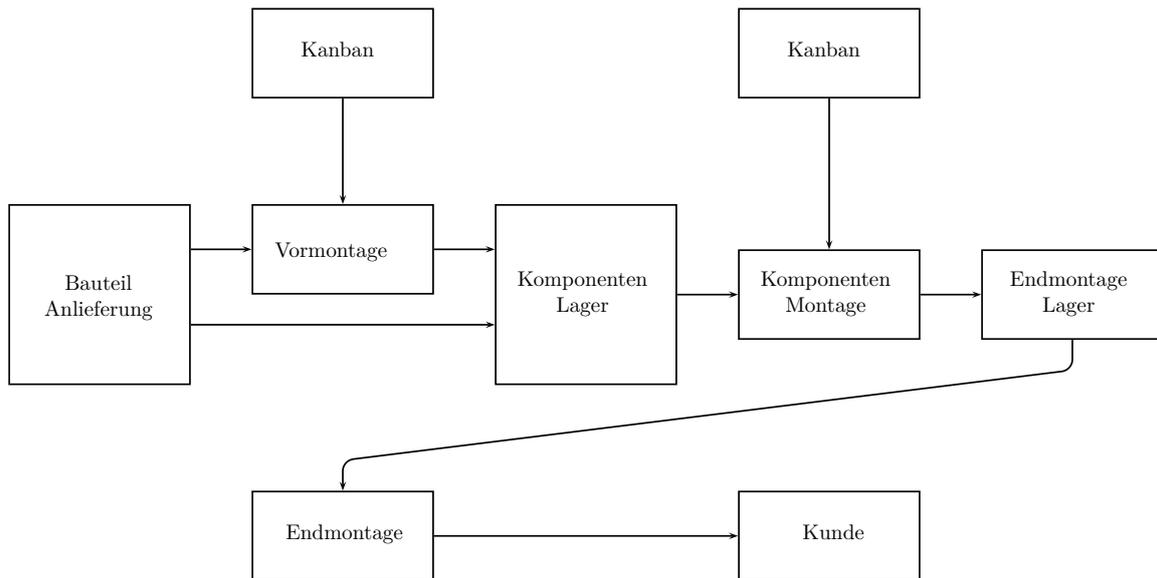


Abbildung 2.3: Gesamtprozess Vorschlag

der Auslieferung an den Kunden. Bei diesen Schritten handelt es sich um Prozesse, die irrelevant bezogen auf das Projekt sind, wie z.B. das Testen. Der nächste Abschnitt Pakete bilden befasst sich mit der Komponentenmontage.

2.2.4 Pakete bilden

Die dritte Planungsphase umfasst das Bilden von Arbeitspaketen. Die Abschätzung von Arbeitsaufwand für die unterschiedlichen Montageschritte, stellt einige Herausforderungen bereit. Arbeitsaufwände z.B. für den gesamten Masten sind bekannt, jedoch eine feingliedrige Aufteilung in Montage von Bsp. Winden besteht nicht. Ein Lösungsansatz ist das Messen der Zeiten für die relevanten Montageschritte. Somit unter normalen Produktionsbedingungen eine problemlos überwindbare Hürde. Bedingt durch einen nahezu vollständige Montage Stopp fällt jedoch diese Option aus. Alternativ werden die Vorarbeiter wieder gezielt befragt, um dies mit dem bereits in der Analyse gewonnenem Wissen zu verbinden. An dieser Stelle drängt sich die Frage auf, weshalb dieses Wissen nicht bereits nach der Auswertung der Analyse bereitstand. Während der Analyse ist Wert auf den gesamten Prozessablauf gelegt worden. Dabei sind selbstverständlich auch Zeiten mit ermittelt worden, jedoch vermischt mit Zeiten von Nebentätigkeiten. So ist die Zeit x , die für die Montage der Winden benötigt wird, um die Zeiten, Warten auf den Kran, Aufbereitung nach längerer Lagerung und weitere, mit enthalten. Diese Zeiten entfallen jedoch bei der optimierten Betrachtung im Sinne einer modularen Mastmontage. Nach Auflistung und Betrachtung der Zeiten ergibt sich für die Montage in Arbeitstakte verpackt ein Zeitumfang von 8 Stunden. Die Wahl der Masten wird nach Jahres Stückzahl und der Ähnlichkeit zu anderen Masten getroffen. Insgesamt ergeben sich daraus 4 exemplarische Masten. Für diese Masten werden die Pakete gebildet und in einem Wasserfalldiagramm angeordnet. Zur zeitlichen Optimierung werden unterschiedliche Versionen erstellt, in denen z.B. die Möglichkeit, Tätigkeiten zu verlagern ausgenutzt wird. Die exemplarischen Masten zeigen, dass eine anonyme Komplettierung in weniger als 10 Arbeitstagen möglich ist. Dabei sind zeitintensiveschritte wie das Verlegen von Hydraulikschläuchen mit enthalten.

2.3 Fazit zur modularen anonyme Mastmontage

Der erste grobe Konzeptvorschlag zeigt, dass eine anonyme Komplettierung der Masten durchaus möglich ist. Trotz der geringen Anzahl an Gleichteilen ist es möglich, die Masten in einer gemeinsamen Montage zu komplettieren. In einem weiteren Schritt ist es notwendig das Konzept auf alle Masten zu erweitern und auf Bauteilebene die Optionen und Standardbauteile zu definieren. Eine deutliche Verbesserung in Bezug auf eine anonyme Komplettierung ist, den Anteil an Gleichbauteilen deutlich zu erhöhen. Beispielsweise werden Winden verbaut die runde oder eckige Auflageflächen besitzen bzw. Bohrungen zum Verbolzen aufweisen.

Insgesamt lässt sich jedoch festhalten, dass am Mastunterteil bereits Grundschlitten bzw. Seilflasche, Hilfs und Vorschubs Winde, Seilspannzylinder, Hydraulikschotts, Schlauchumlenkung, Hydraulikschläuche für Kleinverbraucher und Kraft-Dreh-Kopf (KDK) und Sensorik für Tiefenmessung, seitens des Stahlbaus anonym montiert werden kann. Aufgrund der Alterung von Hydraulikschläuchen ist das Montieren dieser, sehr stark von der jährlichen benötigten Stückzahl abhängig. Die Elektromontage lässt sich weitestgehend anonym komplettieren. Eine Frage, die sich gestellt werden muss ist, ob der Leitungsweg für die Elektroleitungen hinsichtlich einer kürzeren Durchlaufzeit optimiert werden sollte? Kritik ist an der Erstellung von Arbeitspaketen hinsichtlich der Auswahl der Masten zu äußern. Hier hätte neben der reinen Stückzahl auch je ein Mast typ mit einer bedeutend höheren Komplexität betrachtet werden sollen.

3 Prozess Analyse Lackiererei

3.1 Optimierung Bauteilinformationen

Im Rahmen eines kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) Workshops soll der Rechercheaufwand in der Lackiererei deutlich reduziert werden. Der Workshop ist von der Lackiererei bei routinemäßiger Suche nach Verbesserungspotential entstanden. Hier hat sich gezeigt, dass bei vielen Bauteilen Informationen fehlen, die zum Lackierprozess benötigt werden. Die Bauerstrategie sieht einen KVP-Workshop vor, der die Potentiale heben soll. Aktuell werden weitere Projekte der IE zur Optimierung des gesamten Lackierprozesses durchgeführt, so dass die IE auch zu diesem Workshop mit hinzugezogen wird.

3.2 Thematische Einarbeitung

In Vorbereitung wird zunächst das Prinzip, der bei Bauer durchgeführten KVP Workshops, erarbeitet. Dies erfolgt, da trotz Einbindung der IE das Ganze weiter als KVP Workshop läuft. Für den gesamten Verlauf werden deshalb auch dessen Methoden genutzt.

Der nachfolgende Abschnitt 3.2.1 erläutert die Methode des BMA KVP Workshops. Der Abschnitt 3.2.2 beschreibt die inhaltliche Einarbeitung.

3.2.1 Die Methode

In der BMA werden die Workshops des KVP nach der Problemlösestory abgehandelt. Das Vorgehen sieht das Durchlaufen von 7 Schritten vor.

1. Problemauswahl
2. IST-Datenerfassung
3. Ziele setzen
4. Ursachenanalyse
5. Lösungen finden und umsetzen
6. Lösungen überprüfen
7. Standardisieren

Die IST-Datenerfassung lässt sich wiederum durch unterschiedliche Werkzeuge durchführen. Vorgesehen sind Prozessschritte und Zeiten zu nehmen, Spaghetti Diagramme anzufertigen, Fotodokumentationen zu erstellen oder Parameter auf zu nehmen.

Ziele sind in dem bearbeitenden Team gemeinsam zu definieren und in messbare Werte zu überführen. Die Setzung eines Zeitrahmens ist zu diesem Zeitpunkt ebenfalls vorzunehmen.

Ursachen Findung soll nach dem BMA KVP Workshop ebenfalls im Team erfolgen. Wichtig hierbei ist, dass es im Rahmen eines Brainstormings geschieht, bei dem alles festgehalten wird. Ein Sortieren und Bewerten wird erst nach Abschluss des Brainstormings vorgenommen.

Das Vorgehen zum Finden der Lösung ist dem der Findung der Ursachen identisch. Im Anschluss ist jedoch jede Lösung nach ihrem Aufwand und Nutzen zu bewerten.

Lösungen überprüfen ist ein back to the start. Es wird erneut mit demselben Werkzeug eine IST-Datenerfassung vorgenommen, nachdem die gefundene Lösung umgesetzt wurde.

Abschließend wird der Vorgang standardisiert. Der KVP Workshop ist im Bauer Produktionssystem Handbuch beschrieben. Vgl. [Zei, S. 4-10]

3.2.2 Inhaltliche Einarbeitung

Im Rahmen der inhaltlichen Einarbeitung werden zunächst die Räumlichkeiten begangen. Dabei wird der grobe Lackierprozess in der Freifläche vom Vorarbeiter erklärt. Zudem werden Gespräche mit der Projektleitung geführt, die für die Umstellung des Lackierverfahrens zuständig ist. Daraus ergeben sich noch weitere Aspekte, die im Rahmen der IST-Datenerfassung mit analysiert werden. Des Weiteren wird zur Vorbereitung zusammen mit dem Abteilungsleiter, dem KVP Team, dem Projektleiter zur Umstellung des Lackierverfahrens und dem Vorarbeiter das Vorgehen bei der Aufnahme der IST-Datenerfassung bezüglich der Bauteilinformationen abgesprochen.

3.3 Workshop verlauf

3.3.1 Ist-Datenerfassung

im nachfolgenden Abschnitt werden nacheinander alle Analysen beschrieben und das Vorgehen erläutert. Es werden inhaltlich drei Datenerhebungen (Bauteilinformationen, Prozessbeschreibungen zu Informationsfluss, Vorgehen bei der Mitarbeiter Stundenverbuchung und dem Lackierprozess in der Freifläche, Prozesszeiten von exemplarischen Bauteilen) vorgenommen.

Bezüglich der Bauteil Information werden für sechs Werkzeuge sämtliche angelieferten Bauteile und ihre Begleitzettel fotografisch dokumentiert. Alle für die Lackiererei notwendigen Informationen werden im nächsten Schritt in eine Exceltabelle übernommen und ausgewertet. Hierbei wird vor allem festgehalten, wer der Lieferant des Bauteils ist, sowie ob alle für den Lackierprozess relevanten Informationen vorhanden und korrekt sind.

Auffällig ist vor allem, dass Bauteile nicht mit einem einheitlichen Laufzettel angeliefert werden. Grundlegend werden Bauteile mit drei unterschiedlichen Varianten eines Laufzettels / Warenkarte angeleifert. Wobei letztere auch in zwei Ausführungen (gedruckt und handgeschrieben) existieren. Nachfolgende Tabelle 3.2 gibt hierzu einen Überblick.

BEZEICHNUNG / ART	BESCHREIBUNG
Entnahmebeleg	Wird bei der Bauteilentnahme aus dem Lager generiert. Enthält nur Informationen zum Bauteil und der Geräte Zuordnung.
Laufzettel	Werden für Bauteil bei Auftragsfreigabe generiert und enthalten alle Prozessschritte und internen Endkunden (Lager bei Lagerware oder die endgültig verbauende Montage). Auf A4 Zetteln mit allen notwendigen Angaben und allen Nummern auch als Barcode.
Warenkarten	Werden zum internen Versand genutzt. Enthalten bei korrekter und vollständiger Befüllung fast alle notwendigen Informationen für den Empfänger. Für ein direktes reibungsloses Arbeiten fehlt die Rückmeldenummer ins SAP® Abbild.

Tabelle 3.2: Arten von Bauteilbegleitpapieren

Für die Betrachtung der Prozesszeiten wird sich aus den vorhandenen Bauteilen, dies müssen sich noch am Anfang des Prozesses befinden, exemplarische Teile ausgewählt. Wichtig für die Auswahl sind, die Häufigkeit eines Bauteils, die Größe und das Gewicht und die Abbildung unterschiedlicher Prozessverläufe. Diese Bauteile werden mit Aufzeichnung der Zeiten durch den Prozess begleitet. Die Genauigkeit der Zeitlichen Aufnahme spielt für einen ersten Eindruck und die Relevanz von möglichen Optimierungsmaßnahmen eine Rolle. Als hinreichend ist für diesen Zweck eine Genauigkeit von ± 15 Minuten bezogen auf Prozessschritte mit mehr als 60 Minuten. Bei allen Zeiten ist im Zweifel immer zu gunsten des Mitarbeiters gerundet.

Bei allen angelieferten Bauteilen wird zudem der Zeitpunkt von Anlieferung und Abholung festgehalten. Eine Datenerhebung zur Durchlaufzeit ist vor allem in Bezug auf die Modulare Mastmontage siehe Kapitel 2 von Interesse. Durch die deutliche Verdichtung von Montagezeiten und Optimierung von Montagefläche ist eine Kalkulierbarkeit der Präprozesse von Relevanz. Insbesondere da der Lackierprozess bei einigen Bauteilen (bspw. Winden) zwischen zwei Montage schritten stattfindet.

Für alle in der Lackiererei stattfindenden Prozesse werden Ablaufdiagramme erstellt. Explizit der Informationsfluss, der im Rahmen des Workshops optimiert wird, stellt sich als sehr komplex und undurchsichtig dar.

3.3.2 Auswertung

Die Auswertung der Bauteilinformationen (Auftragsnummer, Farbton, Kunde, ...) zeigt, dass bei etwa der Hälfte aller Bauteile Probleme mit den Informationen bestehen. Wobei davon etwa 10% gravierende Probleme aufweisen. Die Prozessaufnahme anhand exemplarischer Bauteile zeigte, dass es erhebliche Unterschiede zwischen verbuchter Arbeitszeit und den aufgenommenen Zeiten besteht. Eine Erklärung für das Phänomen ist noch zu ermitteln. Für die modulare Mastmontage interessante Durchlaufzeit zeigt, dass Bauteile rein zufällige Zeiten für das Durchlaufen des gesamten Lackierprozesses benötigen. Eine Abhängigkeit von Größe oder Aufwand sind nicht Erkennbar. Das belegt auch der Vergleich zwischen den ermittelten Prozesszeiten und der Durchlaufzeit der exemplarischen Bauteile. Hierbei ist aktuell der größte Posten die unnötige Lagerzeit, was sich direkt auf die Durchlaufzeit auswirkt.

3.3.3 Ziele setzen

Eine exakte Zahl zu der maximalen Fehlerhäufigkeit bei Bauteilinformationen ist nicht festgelegt. Ein kurzer Abgleich der Bauteile mit dem SAP[®]-Abbild zeigte, dass für viele betroffene Teile korrekte Informationen vorhanden sind. Damit sollte sich in der Ursachenanalyse die Fehlerquellen eindeutig identifizieren lassen. Somit wäre also zu erwarten das eine Lösung, zu einer Anlieferung mit korrekten Bauteilinformationen, in mehr als 60% der Fälle erfolgt, bezogen auf Serienbauteile. Durch die nicht unerhebliche Menge an Spezialanfertigungen wird es bei diesen immer wieder mal zu Problemen kommen. Weitere Verbesserungen lassen sich voraussichtlich erst durch eine bessere Abbildung im SAP[®] und einer vollständigen Digitalisierung der Begleitpapiere erreichen.

3.3.4 Ursachenanalyse

Ursachen für die Problematik lassen sich aus den gesammelten Daten bereits ablesen, die Vielzahl an möglichen Bauteilbegleitpapieren (Siehe Tabelle 3.2). Dabei fällt auf, dass gerade auf den Warenkarten kein Feld für die Rückmeldenummer, die zur Stundenverbuchung im SAP[®] benötigt wird, vorgesehen ist. Weiter lässt sich ableiten, dass die Formulierungen zur Beschriftung der Felder in der Warenkarte unglücklich sind. Zur Verbesserung sollte bspw. Die Beschriftung – Auftrag – im Wording an den gewünschten Inhalt angepasst werden und somit – Auftragsnummer – lauten.

Erste Befragungen der internen Lieferanten bezüglich deren Prozess zum Ausfüllen der Warenkarte hat aufgezeigt, dass zumeist die Informationen, die bereits den Warenkarten bei Anlieferung an Sie enthalten sind, einfach übernommen werden. Diese Befragung ist nicht abschließend bei allen betroffenen Lieferanten der Lackiererei durchgeführt und sollte noch beendet werden. Eine Anfrage bei der AV ergab, dass abgesehen von Neuteilen (neu im Sinne von einer neuen Konstruktion zusammen mit neuer Materialnummer), Sonderlackierungen bei sehr später Spezifikationsänderung und Bauteilen, kurzfristigem Lieferantenwechsel, immer mit korrektem Laufzettel bei Auftragsfreigabe erhalten. Somit stellt sich die Frage, wo die Laufzettel verbleiben, bzw. wo die zum teil fehlenden Seiten der Laufzettel verbleiben? Auch dieser Fragestellung sollte im weiteren Workshoperlauf nachgegangen werden. Insgesamt wurden die anderen in der Analyse und Auswertung festgestellten Probleme nicht analysiert und wegen mangelnder Zeit bis zum Praktikumsende nicht weiterverfolgt. Hier sollte vor Abschluss des KVP-Workshops noch eine Analyse und eine Lösung erarbeitet werden.

3.3.5 Lösungsfindung

Ein Finden von möglichen Lösungen konnte vor Abschluss des Praktikums nicht mehr erfolgen. Einige Ideen zur Behebung der mangelnden Information auf den Bauteilbegleitpapieren sind, Korrektur der Vorlage von Warenkarten. Diese sollten zukünftig ein Feld für die Rückmeldenummer beinhalten, sowie neben der Auftragsnummer auch eine sogenannte Top Level Auftragsnummer. Ideal wäre, wenn gerade bei gedruckten Warenkarten immer ein Maschinenlesbarer Code mit abgedruckt ist. Zu überdenken ist, ob zukünftig ganz auf Warenkarten verzichtet wird und ausschließlich mit Laufzetteln gearbeitet wird. Diesen wäre zur sicheren Identifikation noch eine 3D Zeichnung anzufügen. Im Sinne einer Industrie 4.0 wäre es auch sinnvoll auf eine digitale Warenkarte hinzuarbeiten, welche inhaltlich an die Laufzettel angelehnt ist.

3.4 Fazit zur Lackiererei

Der Workshop ist trotz nicht vollständiger Auslastung der Lackiererei überwiegend positiv verlaufen. Die Probleme der Bauteilinformationen haben sich während der ZDF-Sammlung bestätigt. Letztlich ließ sich jedoch bis zum Ende des Praktikums das abschließende WARUM nicht klären. Hier viel es zuletzt schwer, bedingt durch Kurzarbeit, Termine zu finden. Eine Beurteilung der Prozesszeiten ist qualitativ, durch den Einfluss von Kurzarbeit und geringe Auslastung nicht möglich. Letztlich gibt aber die Abweichung von Vorgabezeiten und gemessenen Prozesszeiten eine Tendenz vor. Diese sollte bei einer besseren wirtschaftlichen Lage nochmals beurteilt werden. Verbleibende Arbeiten im Workshop sind vor allem noch die Findung und Umsetzung von einer oder mehreren Lösungen.

4 Fazit

Rückblickend sind die Projekte gut verlaufen. Deutlich weiter in der Ausbreitung eines Konzeptes und ein höherer Detaillierungsgrad hätte in der modularen Mastmontage erreicht werden können. Eine gute Grundlage für eine weitere Entwicklung hin zu einer modularen Montage sind gelegt.

In der Lackiererei sind gute Fundamente gelegt, um die Problematik der mangelnden Bauteilinformation zu beheben. Für die weiteren Schwierigkeiten insbesondere der Mitarbeiter Stundenverbuchung und einer Optimierung der Durchlaufzeiten ist mit der ZDF-Sammlung ein erster Anhaltspunkt geschaffen, der die subjektiv empfundenen Problematiken bestätigt. Diese sollten jedoch unter besseren betrieblichen Voraussetzungen nochmals überprüft werden.

Fachlich hat mich das Praktikum vor allem im Bereich der Analyse und Entwicklung von Produktionsprozessen weitergebracht. Hierbei bestanden vor allem Herausforderungen durch das Gewicht von mehreren Tonnen und die hohe Individualität. Auf das Praktikum zurückblickend ist dieses positiv verlaufen. Das mir mit den zwei Projekten einen reichhaltigen Schatz an Erfahrungen ermöglicht hat. Diese waren zumeist nur möglich, da diese über die Dauer des Praktikums bei mir lagen. Als besonders angenehm habe ich neben dem Arbeitsklima auch den sehr offenen und direkten Austausch empfunden. Die Bauer Maschinen GmbH kann ich als Praktikumsgeber für die Hochschulpraktika nur weiterempfehlen.

Literatur

- [BMA] BMA, Hrsg. *BAUER Technische Dokumentation*. (Besucht am 14.07.2020).
- [Fel+04] Klaus Feldmann u. a., Hrsg. *Montage strategisch ausrichten – Praxisbeispiele marktorientierter Prozesse und Strukturen*. OCLC: 863676543. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004. 310 S. ISBN: 978-3-642-18742-1.
- [LW12] Bruno Lotter und Hans-Peter Wiendahl, Hrsg. *Montage in der industriellen Produktion: ein Handbuch für die Praxis ; mit 18 Tabellen*. 2. Aufl. VDI-[Buch]. OCLC: 826599543. Berlin: Springer Vieweg, 2012. 501 S. ISBN: 978-3-642-29061-9.
- [Str] Manfred Stroh, Hrsg. *REFA Bundesverband e.V. und REFA AG*. REFA.de. Library Catalog: refa.de. URL: <https://refa.de/refa/refa-group/refa-bundesverband-e-v-und-refa-ag> (besucht am 25.06.2020).
- [Weba] Bauer AG; Abteilung IT Webdesign, Hrsg. *BAUER Maschinen GmbH*. URL: <https://www.bauer.de/bma/> (besucht am 14.07.2020).
- [Webb] Bauer AG; Abteilung IT Webdesign, Hrsg. *BAUER Resources GmbH*. URL: <https://www.bauer.de/bre/> (besucht am 14.07.2020).
- [Webc] Bauer AG; Abteilung IT Webdesign, Hrsg. *BAUER Spezialtiefbau GmbH*. URL: <https://www.bauer.de/bst/> (besucht am 14.07.2020).
- [Webd] Bauer AG; Abteilung IT Webdesign, Hrsg. *RTG Rammtechnik GmbH*. URL: <http://www.rtg-rammtechnik.de/de/index.html> (besucht am 16.07.2020).
- [Zei] Andreas Zeitelmair, Hrsg. *BAUER Produktionssystem Handbuch (Praxisteil Reifegrad 1Plus)*. in.530.de.A. Stand 03.07.2018. URL: http://uhb.bauer.de/Documents/in_530_de_A.pdf#search=Bauer%20Produktionssystem (besucht am 14.07.2020).