

Handreichung für die betriebliche Umsetzung

PRODUKTIONSTECHNOLOGE/ PRODUKTIONSTECHNOLOGIN

Band 2

Musterprüfungen



Handreichung für die betriebliche Umsetzung

Produktionstechnologe/ Produktionstechnologin

Band 2
Musterprüfungen

Musterprüfung Produktionstechnologe/Produktionstechnologin**Version 1****Stand: 10. März 2011**

Redaktion:

Michael Assenmacher, DIHK

Hans Borch

Claus Drewes, IG Metall

Karlheinz Müller, VDMA

Gert Zinke, BIBB

Autoren Musterprüfungsaufgaben:

Prüfungsbereiche Produktionsauftrag, Produktionsprozesse:

Andreas Schneider, Jörn Stock; TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH+Co.KG

Prüfungsbereich Produktionssysteme:

Georg Fischer, Simon Hörner; Technische Schulen Aalen

Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft Produktionstechnologe/in (ARGE PT)

Vervielfältigung mit Quellenangabe gestattet.

Vorwort

Intelligent und effizient zu produzieren ist im internationalen Wettbewerb die zentrale Herausforderung, aber auch die Stärke der deutschen Wirtschaft. Diese Strategie setzt darauf, Innovationen schnell in anspruchsvolle, marktgerechte Produkte umzusetzen. Die damit verbundenen Prozesse sind komplex, technisch anspruchsvoll und erfordern kompetente Fachkräfte.

Mit der Berufsausbildung zum Produktionstechnologen/zur Produktionstechnologin kann auf der Facharbeiterebene qualifizierter Nachwuchs ausgebildet werden, der die Stabilität von Produktionsprozessen und damit die Qualität von Produkten sicherstellt.

Das Berufsprofil hat eine prozessorientierte, produktions- und informationstechnische Ausrichtung und vermittelt eine bereichsübergreifende Technologie-, Organisations- und Kommunikationskompetenz.

Der zweite Band der Handreichung richtet sich an Ausbilder/innen, Berufsschullehrer/innen und Prüfer/innen und informiert, wie die Intentionen dieses Ausbildungsberufes in Prüfungen umgesetzt werden können.

Das Redaktionsteam

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1. Prüfungsbereich Produktionsauftrag (Betrieblicher Auftrag/Teil 1 der Abschlussprüfung).....	6
Laserschweißen von Strebensegmenten, Verkürzung der Rüstzeiten	7
1. Formulare	7
2. Dokumentation	14
3. Bewertung	30
2. Prüfungsbereich Produktionsprozesse (Betrieblicher Auftrag/Teil 2 der Abschlussprüfung).....	34
Prozessoptimierung durch den Einsatz neuer Technologien in der Stempelfertigung für Stanzmaschinen.....	35
1. Formulare	35
2. Dokumentation	42
3. Prüfungsbereich Produktionssysteme (Ganzheitliche Aufgabe/Teil 2 der Abschlussprüfung).....	63
Analyse und Optimierung einer Abfüllanlage	64
1. Gesamtauftrag:	64
2. Aufgaben	64
3. Beschreibung der Abfüllanlage	65
4. Formulare und andere Hilfsmittel zur Lösung der Aufgaben	70
Lösungsvorschlag	74

1. Prüfungsbereich Produktionsauftrag (Betrieblicher Auftrag/Teil 1 der Abschlussprüfung)

Im Prüfungsbereich Produktionsauftrag sollen die Prüfungsteilnehmer/innen nachweisen, dass sie

- a) produktionstechnische Aufträge analysieren, technische Lösungsvarianten erarbeiten, bewerten und abstimmen, Arbeitsabläufe planen und abstimmen,
- b) Betriebsmittel und Werkzeuge disponieren, Produktionsanlagen, insbesondere Fertigungs-, Montage- oder Handhabungseinheiten, umrüsten und ihre Sicherheit beurteilen,
- c) Prozessparameter ermitteln, technische Abläufe strukturieren, die Produktionsanlage testen sowie
- d) mit der Produktionsanlage produzieren, die Qualität der Produkte beurteilen und die Auftragsdurchführung dokumentieren können.

Bei dem nachfolgenden betrieblichen Auftrag steht die Verbesserung der Abwicklung eines Produktionsauftrages im Mittelpunkt.

Dieser betriebliche Auftrag wurde von einem Auszubildenden in der Produktionseinheit „Blech“ der Fa. Trumpf als „Musterprüfung“ durchgeführt und mit praxisbezogenen Unterlagen dokumentiert. Den Angaben seiner Dokumentation entsprechend sind der „Antrag auf Genehmigung“, die „Matrix für die Auswahl/ Genehmigung“ sowie die „Dokumentation“ nachfolgend in den Formblättern dargestellt. Auf dieser Basis wurden entsprechende Themen festgelegt und Antworten des Auszubildenden festgehalten. Auf eine Bewertung wurde verzichtet, da die Gespräche mit dem Auszubildenden nicht in dem formalen Rahmen eines Fachgesprächs durchgeführt wurden.

Betrieblicher Auftrag:**Laserschweißen von Strebensegmenten, Verkürzung der Rüstzeiten****1. Formulare**

Id.	Id.

**Antrag auf Genehmigung eines betrieblichen Auftrags
Abschlussprüfung Produktionstechnologie/in**

Antragsteller/-in (Prüfungsteilnehmer/-in) Name: Bernd Mustermann Anschrift: Autenstr. 3 71252 Ditzingen	Ausbildungsbetrieb Firma: TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG Anschrift: Johann-Maus-Straße 2 71252 Ditzingen
--	---

<input checked="" type="checkbox"/> Teil 1 der Abschlussprüfung (Prüfungsbereich Produktionsauftrag) <input type="checkbox"/> Teil 2 der Abschlussprüfung (Prüfungsbereich Produktionsprozesse)
--

Bezeichnung des betrieblichen Auftrages: Laserschweißen von Strebensegmenten – Verkürzung der Rüstzeiten
--

geplanter Bearbeitungszeitraum	Beginn: 06.05.2009	Ende: 28.05.2009
--------------------------------	--------------------	------------------

Bestätigungen durch Unterschrift: a) Der Ausbildungsbetrieb bestätigt, dass sich der betriebliche Auftrag nicht auf Betriebsgeheimnisse bezieht und dass keine datenschutzrechtlichen Bedenken bestehen. b) Der Antragsteller/die Antragstellerin bestätigt, den betrieblichen Auftrag selbst anzufertigen. c) Der Antragsteller/die Antragstellerin bestätigt, die Dokumentation des betrieblichen Auftrags unmittelbar am Ende des geplanten Bearbeitungszeitraums dem Prüfungsausschuss der zuständigen IHK zu übermitteln.
--

Ditzingen, den 28.03.2009

 Ort, Datum

Dieter Coach

 Name betriebliche(r) Betreuer/in

Bernd Mustermann

 Unterschrift Antragsteller/in

G. Leiter

 Unterschrift Ausbildungsbetrieb

**TRUMPF Werkzeugmaschinen
GmbH + Co. KG
Johannes-Maus-Str. 2
71252 Ditzingen**

Prüfungsteilnehmer/in:

Bernd Mustermann

Nummer**Prüfungsteilnehmer/in:****Auftragsbeschreibung:**

Während eines regelmäßig durchgeführten Verbesserungsworkshops wurde festgestellt, dass der bestehende Prozess des Verschweißens von Strebensegmente in einer TRUMPF Lasercell 1005 noch zu optimieren ist. Daraus entstand ein Auftrag, mit dem ich vom Gruppenleiter betraut wurde.

Die Strebenbleche werden auf einem Montagewagen vorbereitet. Dabei ist die Ausrichtung der einzelnen Bleche zeitlich sehr aufwändig. Ziel des Auftrages ist es, den bestehenden Rüstvorgang durch technische und/oder organisatorische Maßnahmen zu verbessern und zu überprüfen, ob sich Auswirkungen auf die Prozessschritte und die Produktqualität ergeben.

Auftragsumfeld:

In meinem 2. Ausbildungsjahr bin ich in der Produktionseinheit Blech eingesetzt. Hier werden unter anderem Strebensegmente für verschiedene TRUMPF Stanz-Laser-Kombimaschinen gefertigt.

Die Strebensegmente dienen zur Stabilisation und Versteifung der Koordinatenführung sowie zur Dämpfung von Schwingungen beim Stanzvorgang. Sie werden in einer TRUMPF Lasercell 1005-Maschine verschweißt. Diese Strebensegmente werden aus verschiedenen Blechlagen hergestellt. Dies dient zum einen dazu, Herstellungskosten zu sparen, zum anderen wird die Steifigkeit der Kombimaschine verbessert.

Matrix für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrags

(Anlage zum Antrag auf Genehmigung)

Teil 1 der Abschlussprüfung Produktionstechnologie/in

Prüfungsteilnehmer/in: Bernd Mustermann	Ausbildungsbetrieb: TRUMPF Werkzeugma- schinen GmbH + Co. KG	Nummer Prüfungsteilnehmer/in:	Datum: 28.03.2009
---	---	--	-----------------------------

Qual. be- reich	nachzuweisende Qualifikationen	geplante praxisbezogene Unterlagen
1	2	3
Q 1	<p>produktionstechnische Aufträge analysieren</p> <p>technische Lösungsvarianten erarbeiten, bewerten und abstimmen</p> <p>Auftragsabläufe planen und abstimmen</p>	<p>Protokoll Prozessaufnahme</p> <p>Entscheidung Lösungsvarianten</p> <p>Meilensteinplan</p>
Q 2	<p>Betriebsmittel und Werkzeuge disponieren</p> <p>Produktionsanlagen umrüsten</p> <p>Sicherheit von Produktionsanlagen beurteilen</p>	<p>Betriebsmittelantrag</p> <p>Checkliste Sicherheit</p>
Q 3	<p>Prozessparameter ermitteln</p> <p>technische Abläufe strukturieren</p> <p>Produktionsanlage testen</p>	<p>Auswertung Schliffbilder</p> <p>Messungen Schweissverkürzungen</p>
Q 4	<p>mit der Produktionsanlage produzieren</p> <p>die Qualität der Produkte beurteilen</p> <p>Auftragsdurchführung dokumentieren</p>	<p>Protokoll Prozessaufnahme</p> <p>Bericht (Darstellung Auftragsablauf)</p>

Kriterien für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrags
(Anlage zum Antrag auf Genehmigung)
Teil 1 der Abschlussprüfung Produktionstechnologie/in

Prüfungsteilnehmer/in: Bernd Mustermann	Ausbildungsbetrieb: TRUMPF GmbH + Co. KG	Nummer Prüfungsteilnehmer/in:	Datum: 28.03.2009
---	--	--------------------------------------	-----------------------------

Kriterien:

Die aufgeführten Kriterien beziehen sich auf den Ausbildungsstand zum Abschluss des 3. Ausbildungshalbjahres

- Der Auftrag ist **berufstypisch**
 Anmerkungen zur Einschätzung
*Arbeitsgebiet: Prozessaufnahme, Verbesserungsmaßnahmen, Überprüfung der Prozess- und Produktqualität
 Planungs- und Abstimmungsaufgaben bezüglich Lösungsvarianten, Meilensteinplan*
- Der Auftrag lässt **unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten** zu
 Anmerkungen zur Einschätzung:
Offenheit für technische und/oder organisatorische Lösungen
- Der Auftrag beinhaltet **komplexe Arbeitsabläufe**
 Anmerkungen zur Einschätzung:
Erkennen von Verbesserungsmöglichkeiten und die Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen
- Der Auftrag und die Dokumentation lässt eine **Prüfung der Qualifikationen** zu
 Anmerkungen zur Einschätzung:
Q 1 bis Q 4 mit Dokumenten belegt, die entsprechende Tätigkeiten aufzeigen

Durch den Prüfungsausschuss wurde entschieden, der betriebliche Auftrag ist	
<input checked="" type="checkbox"/> genehmigt	
<input type="checkbox"/> mit Auflagen genehmigt	
<input type="checkbox"/> nicht genehmigt	
Datum	Unterschrift Vorsitzende/r
	<i>Alois Redlich</i>

Auflagen:

Sachbearbeiter:

Telefon:

Datum:

Id.	Id.
-----	-----

Dokumentation des betrieblichen Auftrags

Antragsteller/-in (Prüfungsteilnehmer/-in) Name: Bernd Mustermann Anschrift: Autenstr. 3 71252 Ditzingen	Ausbildungsbetrieb Firma: TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG Anschrift: Johann-Maus-Straße 2 71252 Ditzingen
--	--

<input checked="" type="checkbox"/> Teil 1 der Abschlussprüfung (Prüfungsbereich Produktionsauftrag) <input type="checkbox"/> Teil 2 der Abschlussprüfung (Prüfungsbereich Produktionsprozesse)
--

Bezeichnung des betrieblichen Auftrages:

Laserschweißen von Strebensegmenten – Verkürzung der Rüstzeiten

geplanter Bearbeitungszeitraum	Beginn: 06.05.2009	Ende: 28.05.2009
---------------------------------------	--------------------	------------------

Betriebliche(r) Betreuer/in	
Name: Dieter Coach	Telefon: 01234-123456

Auftragsbeschreibung (siehe Antrag):

Während eines regelmäßig durchgeführten Verbesserungsworkshops wurde festgestellt, dass der bestehende Prozess des Verschweißens von Strebensegmente in einer TRUMPF Lasercell 1005 noch zu optimieren ist. Daraus entstand ein Auftrag, mit dem ich vom Gruppenleiter beauftragt wurde.

Die Strebenbleche werden auf einem Montagewagen vorbereitet. Dabei ist die Ausrichtung der einzelnen Bleche zeitlich sehr aufwändig. Ziel des Auftrages ist es, den bestehenden Rüstvorgang durch technische und/oder organisatorische Maßnahmen zu verbessern und zu überprüfen, ob sich Auswirkungen auf die Prozessschritte und die Produktqualität ergeben.

Prüfungsteilnehmer/in: Bernd Mustermann	Nummer Prüfungsteilnehmer/in: 4711
---	--

Auftragsablauf:

Lfd. Nr:	Aktivität	am:	Verantwortlich:	Dauer:
1	Besprechung zum Projektstart	06.05.2009	Herr Mustermann	0,5 h
2	Prozessaufnahme Entwicklung Lösungsvarianten Erstellung Meilensteinplan und Ressourcenplan	07.05.2009	Herr Mustermann	2,5 h
3	Erstellung Betriebsmittelantrag Disposition Einkauf/ Betriebsmittelbau	07.05.2009	Herr Mustermann	1 h
4	Sicherheitsrisiken	07.05.2009	Herr Mustermann	
5	Umsetzung	22.05.2009	Betriebsmittelbau	
6	Ermittlung Prozessparameter Test	27.05.2009	Herr Mustermann	2 h
7	Inbetriebnahme Prozessaufnahme Fertigstellen der Dokumentation	27.05.2009	Herr Mustermann Mitarbeiter im Bereich TW330	2,5 h
8	Gespräch Projektabschluss	28.05.2009	Herr Mustermann Gruppenleiter	0,5 h
Summe:				9 h

Praxisbezogene Unterlagen

Die aufgeführten Unterlagen sind in dreifacher Ausfertigung beizufügen!

Qualifikationsbereich	zu lfd.Nr.	praxisbezogene Unterlagen	
Q 1	1	Maßnahmeliste/Besprechungsprotokoll	Anlage 1
	2	Beobachtungsprotokoll	Anlage 2
	2	Prozessaufnahme	Anlage 3
	2	Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll	Anlage 5
	2	Entscheidungsmatrix zur Suche der optimalen Lösung	Anlage 4
	2	Meilensteinplan	Abbildung 1
	2	Ressourcenplan	Abbildung 2
Q 2	3	Betriebsmittelantrag mit Projektbegleitblatt	Anlage 6
	4	Sicherheitsrisiken und Maßnahmen zur Minimierung der Risiken	Abbildung 3
Q 3	6	Einsortierte Strebenelemente	Abbildung 4
	6	Schliffbilder	Abbildung 5
	6	Darstellung der Messpunkte zum Messen der Schweißverkürzung	Abbildung 6
Q 4	7	Prozessaufnahme	Anlage 7
	8	Benötigte Zeiten für die Auftragsphasen	Abbildung 7

Persönliche Erklärung zum betrieblichen Auftrag

Hiermit versichere ich, dass ich den betrieblichen Auftrag:

Laserschweißen von Strebensegmenten – Verkürzung der Rüstzeiten

(Bezeichnung des Betrieblichen Auftrags)

unter der Betreuung von Dieter Coach
(Name des betrieblichen Betreuers)

selbstständig durchgeführt und die vorliegenden praxisbezogenen Unterlagen selbstständig zusammengestellt habe.

Dokumente, die ich nicht selbstständig erstellt habe, sind von mir entsprechend gekennzeichnet.

28.05.2009
(Ort, Datum)

Bernd Mustermann
(Prüfungsteilnehmer/in)

Bernd Mustermann
(Unterschrift)

Ich bestätige die Richtigkeit der Angaben des Prüfungsteilnehmers:

28.05.2009
(Ort, Datum)

G. Leiter
(Ausbilder/Ausbildungsverantwortlicher)

2. Dokumentation

Produktionstechnologie/in

Abschlussprüfung Teil 1 Prüfungsbereich Produktionsauftrag

Laserschweißen von Strebensegmenten
Verkürzung der Rüstzeiten



Bernd Mustermann

Produktionstechnologie 2. Ausbildungsjahr

TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co.KG



Inhaltsverzeichnis

1. Auftrag	7
2. Auftragsdurchführung	8
2.1 Auftrag analysieren, Lösungsvarianten erarbeiten, bewerten und abstimmen, Arbeitsabläufe planen und ab	
2.2 Betriebsmittel und Werkzeuge disponieren/ Montageeinheiten umrüsten/ Sicherheit beurteilen	10
2.3 Prozessparameter ermitteln, technische Abläufe strukturieren, Produktionsanlage testen	11
2.4	12
3. Anlagen.....	13
Anlage 1: Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll.....	13
Anlage 2: Beobachtungsprotokoll.....	14
Anlage 3: Prozessaufnahme	15
Anlage 4: Entscheidungsmatrix zur Suche der optimalen Lösung	16
Anlage 5: Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll.....	17
Anlage 6: Betriebsmittelantrag mit Projektbegleitblatt.....	18
Anlage 7: Prozessaufnahme	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Meilensteinplan.....	8
Abbildung 2: Ressourcenplan	9
Abbildung 3: Sicherheitsrisiken und Maßnahmen zur Minimierung der Risiken	10
Abbildung 4: Einsortierte Strebensegmente	11
Abbildung 5: Schliffbilder.....	11
Abbildung 6: Darstellung der Messpunkte zum Messen der Schweißverkürzung	12
Abbildung 7: Benötigte Zeiten für die Auftragsphasen	12

1. Auftrag

In meinem 2. Ausbildungsjahr bin ich in der Produktionseinheit Blech eingesetzt. Hier werden unter anderem Strebensegmente für verschiedene TRUMPF Stanz-Laser-Kombimaschinen gefertigt.

Die Strebensegmente dienen zur Stabilisation und Versteifung der Koordinatenführung sowie zur Dämpfung von Schwingungen beim Stanzvorgang. Sie werden in einer TRUMPF Laserzell 1005-Maschine verschweißt. Diese Strebensegmente werden aus verschiedenen Blechlagen hergestellt. Dies dient zum einen dazu, Herstellungskosten zu sparen, zum anderen wird die Steifigkeit der Kombimaschine verbessert.

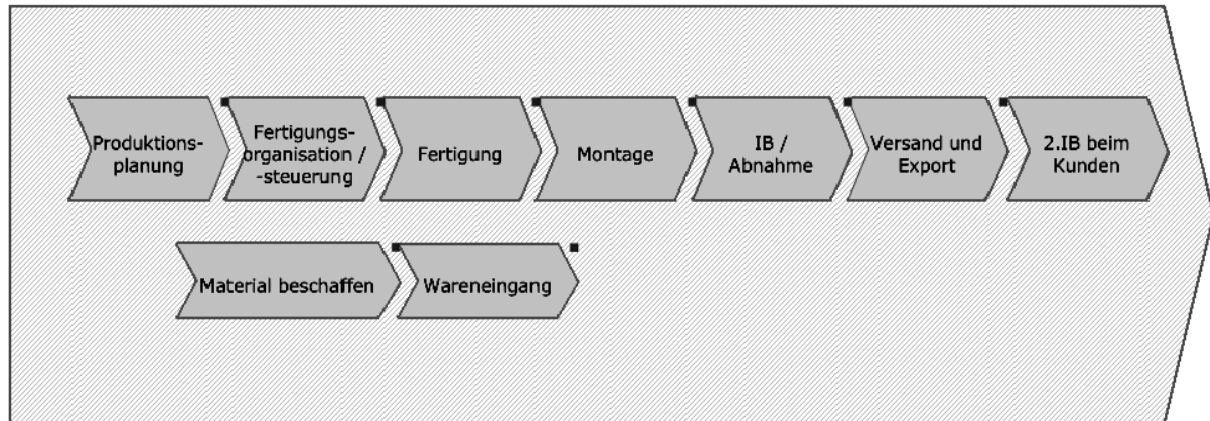
Während eines regelmäßig durchgeführten Verbesserungsworkshops wurde festgestellt, dass der bestehende Prozess des Verschweißens der Strebensegmente noch zu optimieren ist. Daraus entstand ein Auftrag, mit dem ich vom Gruppenleiter betraut wurde.

Auftrag:

Die Strebenbleche werden auf einem Montagewagen vorbereitet. Dabei ist die Ausrichtung der einzelnen Bleche zeitlich sehr aufwändig. Ziel des Auftrages ist es, den bestehenden Rüstvorgang durch technische und/oder organisatorische Maßnahmen zu verbessern und zu überprüfen, ob sich



Auswirkungen auf die Prozessschritte und die Produktqualität ergeben.



Produktherstellungsprozess TRUMPF.

2. Auftragsdurchführung

2.1 Auftrag analysieren, Lösungsvarianten erarbeiten, bewerten und abstimmen, Arbeitsabläufe planen und abstimmen

Zu Beginn des Auftrags spreche ich mit allen Beteiligten, um mir einen Überblick über den momentanen Ablauf und die zu erzielenden Verbesserungen zu bekommen. Zusätzlich sollten bereits vorhandene Verbesserungsvorschläge erfasst werden, um daraus Maßnahmen zur Verbesserung abzuleiten. Die in der Besprechung geklärten Punkte finden sich im Dokument „PR_BM0351_001_090506“ (Anlage 1: Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll).

Um mir ein genaueres Bild des Ablaufs zu machen, beobachte ich die Bereitstellung der Streben-segmente noch einmal genauer und nehme den Prozess mit seinen einzelnen Arbeitsschritten beim Rüsten auf (Anlage 2: Beobachtungsprotokoll, Anlage 3: Prozessaufnahme).

Eine wesentliche Reduzierung der Rüstzeit könnte dadurch erreicht werden, dass mit Spannbacken und Anschlägen eine verbesserte Ausrichtung der Streben-segmente ermöglicht wird und so weitere Vormontagen bereits auf dem Montagewagen durchgeführt werden können. Dazu habe ich mir verschiedene Lösungen überlegt, wie dies technisch realisiert werden könnte.

1. Neukonstruktion einer Vorrichtung
2. Weiterentwicklung der bestehenden Konstruktion
3. Optimierung der eingesetzten Vorrichtung

Eine Entscheidungsmatrix über die identifizierten Möglichkeiten der Verbesserung sollte mir helfen, die optimale Lösung unter den gegebenen Bedingungen zu finden (Anlage 4: Entscheidungsmatrix zur Suche der optimalen Lösung). Durch die Entscheidungsmatrix wurde deutlich, dass es sich anbietet, die Vorrichtung in Anlehnung an die bestehende Konstruktion weiter zu entwickeln und den Betriebsmittelbau damit zu beauftragen.

In einem Teamgespräch habe ich die Lösungsmöglichkeiten und meine Bewertung vorgestellt sowie die Aufgaben für die von mir vorgeschlagene Lösungsvariante beschrieben. Diese wurden besprochen und die weiteren Bearbeitungsschritte (einschließlich der Beauftragung Betriebsmittelbau) und Termine festgelegt (Anlage 5: Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll).

Dann habe ich einen Meilensteinplan erstellt, anhand dessen ich den Auftrag organisieren und kontrollieren konnte.



Nummer:	Meilenstein:	Zu erledigen bis:	Verantwortlich:	Status:
1	Besprechung zum Projektstart:	06.05.2009	TW633ri	Erl.
2	Maßnahmenplan	07.05.2009	TW633ri	Erl.
3	Umsetzung	22.05.2009	Betriebsmittelbau	Erl.
4	Montage	27.05.2009	TW633ri	Erl.
5	Test und Inbetriebnahme	27.05.2009	TW633ri/ Mitarbeiter im Bereich TW330.	Erl.
6	Projektabschluss	28.05.2009	TW633ri/ TW330	Erl.

Abbildung 1: Meilensteinplan

Nun war es mir möglich zu planen, welche Ressourcen verwendet werden sollten, und welche Schnittstellen dazu geklärt werden müssten.

Aufgabe:	Ressource:	Zeitraum:	Schnittstellen:
Besprechung zum Projektstart:	Besprechungsraum, Abteilungsleiter, Beamer, PC, Mitarbeiter aus dem Bereich	KW19	TW330; Betriebsmittelbau
Erstellen des Maßnahmenplanes:	PC	KW19	-
Umsetzung:	Betriebsmittelbau, Einkauf, SAP, PC	KW21	Betriebsmittelbau, Einkauf
Montage:	Werkzeug, Montageplatz, Kran	KW22	TW330, Betriebsmittelbau
Test und Inbetriebnahme:	Laser Cell 1005, Mitarbeiter aus TW330, Messlabor	KW22	Mitarbeiter aus TW330 sowie das Messlabor
Projektabschluss:	Besprechungsraum, Abteilungsleiter, Beamer, PC, Mitarbeiter aus dem Bereich	KW23	TW330

Abbildung 2: Ressourcenplan

Nachdem diese Punkte geklärt waren konnte dieser Projektschritt abgeschlossen werden.



**2.2 Betriebsmittel und Werkzeuge disponieren/
Montageeinheiten umrüsten/ Sicherheit beurteilen**

Nach der Teambesprechung habe ich den entsprechenden Betriebsmittelantrag (Anlage 6: Betriebsmittelantrag mit Projektbegleitblatt) und die vorzunehmende Weiterentwicklung in dem dazu gehörigen Projektbegleitblatt beschrieben und disponiert.

Der Betriebsmittelbau hat die Weiterentwicklung des Montagewagens übernommen und dazu die notwendigen Werkstoffe und Normteile beschafft.

Eine Umrüstung an der Maschine selbst war nicht nötig, da der neue Montagewagen nun bereits mit allen benötigten Hilfsmitteln ausgerüstet ist.

Folgende Sicherheitsrisiken wurden im Vorfeld von mir identifiziert:

Erkanntes Sicherheitsrisiko:	Wie kann das Risiko minimiert werden:	Getroffene Maßnahmen:
Quetschen der Finger beim Einlegen der Strebensegmente	Schutzhandschuhe tragen.	Ausrüsten der betroffenen Mitarbeiter mit entsprechenden Handschuhen
Fallen lassen der gesamten Strebe beim Umladen	Persönliche Sicherheitsausrüstung verwenden. Vorhandenen Kran nutzen.	Regelmäßige Überprüfung der persönlichen Schutzausrüstung
Verbrennen an der geschweißten Strebe (Schweißnähte und umliegendes Material sind heiß)	Schutzhandschuhe tragen.	Ausrüsten der betroffenen Mitarbeiter mit entsprechenden Handschuhen
Giftige Dämpfe, Feuer	Streben öl- und schmutzfrei Keine brennbaren Gegenstände im Maschinenraum	Information der Mitarbeiter. Regelmäßige Sicherheitsunterweisung!
Stolpergefahr an der Bodenschiene der Maschinentür	Vorsicht beim Eintreten in den Maschinenraum	Ein Warnschild ist serienmäßig an der Maschine angebracht

Abbildung 3: Sicherheitsrisiken und Maßnahmen zur Minimierung der Risiken

2.3 Prozessparameter ermitteln, technische Abläufe strukturieren, Produktionsanlage testen

Vom Betriebsmittelbau wurde der neuen Montagewagen termingerecht fertig gestellt und übergeben. Ich habe dazu die Aufgabe übernommen, die Funktion des Montagewagens zu testen und Auswirkungen auf die nachfolgenden Prozessschritte und die Produktqualität zu prüfen.

- Der neue Montagewagen entspricht den gestellten Anforderungen: das heißt, er kann - wie vorgesehen - zur Einsortierung und Vormontage der Bleche verwendet werden.
Nach dem Umladen der Bleche vom Montagewagen auf die Maschine muss vor dem Aufspannen jedoch noch eine Nachjustierung erfolgen.

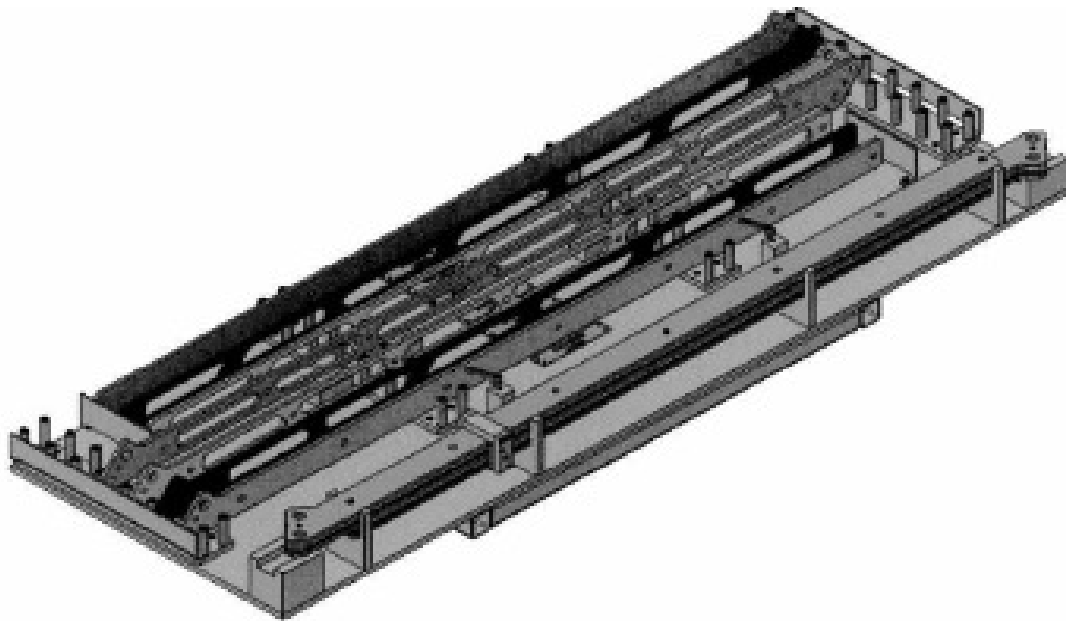


Abbildung 4: Einsortierte Strebensegmente

- Ich habe anhand von an der Maschine vorhandenen Tabellen die Einstellungen der Schweißparameter vorgenommen. Bei den ersten Teilen habe ich veranlasst, dass das Messlabor Schliffbilder der Schweißnähte erstellt. Meine Auswertung der Schliffbilder ergab, dass der Gasdruck um 7% erhöht werden musste.

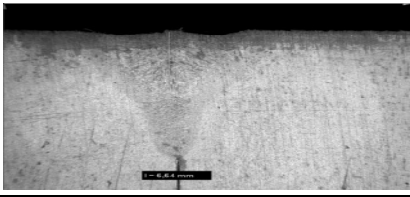
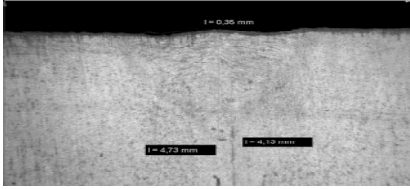
Nahtnr.	Schliffbild	Einschweißtiefe (ET) Fügespalt (ET Naht)	Versatz	Bemerkung
1_A		5,54 mm		Nahtposition i. O. Nahtgeometrie i. O.
1_B		4,13 mm (4,73 mm)	0,35 mm	Durch Versatz ist eine Reduzierung der ET vorhanden Nahtgeometrie i. O.

Abbildung 5: Schliffbilder

- Die Schweißnähte werden immer kurz gehalten und in großem Abstand geschweißt um damit den Schweißverzug gering zu halten. Mit einer Lehre habe ich geprüft, ob sich der Verzug im Rahmen der Vorgaben befindet: Er liegt in der vorgegebenen Toleranz.
- Die Überprüfung der Schweißverkürzung ergab, dass die vorgegebenen Maße nach dem Schweißen eingehalten werden.



2.4 Produzieren, Qualität beurteilen, Auftragsdurchführung dokumentieren

Gemeinsam mit dem Maschinen- und Anlagenführer wurde die Arbeitsabläufe besprochen und erprobt sowie die vorhandene Arbeitsanweisung entsprechend angepasst. In weiteren habe ich die neuen Rüstzeiten aufgenommen (Anlage 7: Prozessaufnahme). Es ergibt sich eine Rüstzeit von 2 Min. 40 Sek. Dies ist eine Einsparung von 1 Min. 10 Sek.

Nachgelagerte Montageschritte verhindern allerdings, dass schon auf dem Montagewagen eine genaue Ausrichtung der Streben für die weitere Bearbeitung auf der Maschine vorgenommen werden kann. Deshalb ist vor dem Spannen auf der Maschine eine nochmalige Prüfung und Nachjustierung notwendig. Ziel einer weiteren Verbesserung könnte es sein, das interne Rüsten an der Maschine in den externen Rüstvorgang einzubeziehen, um so das Rüsten insgesamt zu optimieren.

Zur Qualitätskontrolle vermesse ich, wie vorgegeben, die ersten drei Streben der Charge. Der Schwerpunkt der Messung liegt auf der Strebenlänge. Maßveränderungen in der Dicke und Breite der Streben wirken sich nicht gravierend auf die nachfolgenden Produktionsschritte aus. Die ermittelten Maße liegen in der festgelegten Toleranz. Ziel der Messungen ist es auch, einen Grunddatensatz für eine zu erstellende Liste der Schweißverkürzung zu erzeugen.



Abbildung 6: Darstellung der Messpunkte zum Messen der Schweißverkürzung

Dokumentation:

Der Auftragsablauf von mir dokumentiert. Die nachfolgende Tabelle gibt die Zeiten für die einzelnen Auftrags Elemente wieder.

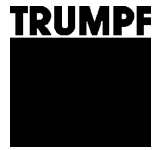
Thema:	Benötigte Zeit:
a) produktionstechnische Aufträge analysieren, technische Lösungsvarianten erarbeiten, bewerten und abstimmen, Arbeitsabläufe planen und abstimmen	3h
b) Betriebsmittel und Werkzeuge disponieren, Produktionsanlagen, insbesondere Fertigungs-, Montage- oder Handhabungseinheiten, umrüsten und ihre Sicherheit beurteilen	1h
c) Prozessparameter ermitteln, technische Abläufe strukturieren, die Produktionsanlage testen sowie	2h
d) mit der Produktionsanlage produzieren, die Qualität der Produkte beurteilen und die Auftragsdurchführung dokumentieren	3h
Summe:	9h

Abbildung 7: Benötigte Zeiten für die Auftragsphasen

Nach Fertigstellung des Projektes wurde der Montagewagen und die entstandene Dokumentation durch den Gruppenleiter freigegeben. Während der Freigabe erfolgte der Auftrag an mich, eine Arbeitsanweisung zu erstellen, deren Erstellung allerdings aus Zeitgründen nicht mehr Bestandteil der Prüfung sein konnte.

3. Anlagen

Anlage 1: Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll



gemeinsam - einfach - sachlich - freundlich

Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll


Projektbezeichnung Montagewagen BM0351-001		Ordnungsbegriff..... Projekt/Aufgabe+Nr..... Bezeichnung..... Datei-Name..... PR_BM0351_001_090506 Status..... 1		
Kurztitel/Bezeichnung Überarbeitung		Verfasser TW631st	Seite 13/21	Datum 06.05.2009
Teilnehmer/Verteiler TW331w; TW331h; TW332r; TW633ri; TW335ke		Telefon-Durchwahl 36367		
Nr	Art*	Aufgabe/Ergebnisse	Bearb. durch	Termine
1	I	<p>Momentaner Ablauf:</p> <p>Streben (linke und rechte Strebe)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strebensegmente werden unsortiert von der Platinenfertigung angeliefert - Alle Streben werden vormontiert - Streben werden vor der Maschine gelagert Streben werden mit dem Gabelstapler in die Maschine geladen 		
2	I	<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Häufiges Umladen soll verringert werden - Teile sollen vorsortiert von der Platinenfertigung geliefert werden - Es soll nur ein Montagewagen für Variante 1 und Variante 2 verwendet werden - Manuelles Ausrichten soll möglichst reduziert werden 		

Anlage 2: Beobachtungsprotokoll

TRUMPF

gemeinsam - einfach - sachlich - freundlich

Beobachtungsprotokoll

Projektbezeichnung Schweißen von Strebensegmenten		Ordnungsbegriff..... Projekt/Aufgabe+Nr..... Bezeichnung..... Datei-Name.....Dokument2 Status.....2	
Kurztitel/Bezeichnung Verkürzung der Rüstzeit		Verfasser TW633ri	Seite 14/21 Datum 06.05.2009
Teilnehmer/Verteiler TW332r; TW633ri		Telefon-Durchwahl 36367	
Nr	Art*	Beobachtung	Sonstiges
1	✓	Teile werden mit Gabelstapler angeliefert. ⇒ Nachfrage ergibt, dass diese unsortiert geliefert werden	Teile werden auf definiertes Feld abgelegt
2	✓	Teile / Streben werden auf Montagewage vor- und teilmontiert.	Teile werden von Mitarbeiter auf den Wagen gelegt. Hilfsmittel wie Stapler u. Kran sind vorhanden
3	✓	Teile werden vom Montage-Wagen in die Maschine gelegt → Dort werden diese nochmals justiert und montiert.	Möglichkeit, in Zukunft die Montage so in Vorfeld zu erledigen? 

TRUMPF

Prozessaufnahme

F 70.G005 – 03

Seite 1/1

Kurzz. TW631st

Dat. 2009-05-06

Erfasster Ablauf:	TruLaser Cell 1005: Schweißen der Strebensegmente für Lasermaschinen.
Zweck der Erfassung:	Erfassung zur Analyse der Verbesserungsmöglichkeiten der Rüstzeiten bei der TruLaser Cell 1005. Speziell für das Schweißen der Strebensegmente für die TruMatic 7000.
Zeiterfasser:	TW633xy

Schritt Nr:	Beschreibung:	Benötigte Ressourcen	ermittelte Zeit (in s):
1	Einsortieren der 1. Strebe		20
	Ausrichten der 1. Strebe		10
2	Einsortieren der 2. Strebe		20
			10
3	Einsortieren der 3. Strebe		20
			10
4	Einsortieren der 4. Strebe		20
			10
5	Einsortieren der 5. Strebe		20
			10
6	Einsortieren der 6. Strebe		20
			10
7	Einsortieren der 7. Strebe		20
8	Ausrichten aller Streben		30
	Gesamtzeit:		3min 50 sek.

Änderungsstand	0=Neu	1	2	3	4	5	6
Freigabe durch:	TW630s	TW630s	TW630s	TW630s			
am:	12.10.06	12.07.07	23.05.08	27.05.09			

TRUMPF Gruppe

Anlage 4: Entscheidungsmatrix zur Suche der optimalen Lösung

TRUMPF**Entscheidungsfindung**

F 70.G005 – 03

Seite 1/!

Kurzz. TW631st

Dat. 2009-05-07

	Lösung 1: Neukonstruktion	Lösung2: Weiterentwicklung	Lösung 3: Optimierung
Erwartete Verbesserung der Rüstzeit:	3	2	1
Aufwand:	1	2	3
Umsetzbarkeit:	1	3	2
Summe:	5	7	6

Bei der Bewertung der Lösungsvariante 1 war durch eine vollständige Neuentwicklung des Montagewagens die größte Reduzierung der Rüstzeit zu erwarten. Daher wurde diese Variante in diesem Punkt mit dem höchsten Wert 3 bewertet.

Dem gegenüber ist aber auch der Aufwand für die Neukonstruktion sehr hoch. Aus diesem Grund wurde dieser Punkt nur mit 1 bewertet.

Bezüglich der Umsetzbarkeit habe ich das zu erwartende Kosten-Nutzen-Verhältnis bewertet. Im Hinblick auf den mit der Neukonstruktion verbundenen Aufwand sind die zu fertigenden Stückzahlen und damit die Einsparungsmöglichkeiten zu gering. Deshalb habe ich diesen Punkt auch mit 1 bewertet.

Die Lösungsvariante 2 lies eine relativ gute Verbesserung der Rüstzeit erwarten. Sie reicht jedoch nicht an das Verbesserungspotenzial einer vollständigen Neuentwicklung heran und ist deshalb mit 2 Punkten bewertet.

Der Aufwand wurde wesentlich geringer eingeschätzt und deshalb mit 2 Punkten bewertet, da auf bereits vorhandene Konstruktionszeichnungen zurückgegriffen werden kann.

In der Umsetzbarkeit wurde das Kosten-Nutzen-Verhältnis von mir am besten, also mit 3, bewertet.

Die Lösungsvariante 3 ließ aufgrund der beschränkten Möglichkeiten des Umbaus die geringste Verbesserung der Rüstzeiten erwarten. Aus diesem Grund wurde diese Variante mit 1 bewertet.

Der Aufwand zur Umsetzung wurde als am geringsten eingeschätzt und damit am höchsten, also mit 3 Punkten bewertet.

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Lösungsvariante 3 wurde von mir als mittelmäßig (2 Punkte) eingeschätzt, da hier die Kosten zwar am geringsten sind, der Nutzen aber auch.

Anlage 5: Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll

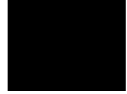
TRUMPF

gemeinsam - einfach - sachlich - freundlich

Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll

Projektbezeichnung Montagewagen BM0351-0001		Ordnungsbegriff Projekt/Aufgabe+Nr..... Bezeichnung Datei-Name Dokument2 Status.....2		
Kurztitel/Bezeichnung Überarbeitung		Verfasser TW631st	Seite 17/21	Datum 07.05.2009
Teilnehmer/Verteiler TW331w; TW331h; TW332r; TW633ri; TW335ke		Telefon-Durchwahl 36367		
Nr	Art*	Aufgabe/Ergebnisse	Bearb. durch	Termine
1	M	Anschläge für die hinteren und vorderen drei Leisteneinlegefächer anbringen.	TW335ke	KW22
2	M	Mittlere Strebe im Einlagefach gleichmäßig auflegen.	TW335ke	KW22
3	M	Zusätzliche Spannbacken (4x) für die Ausrichtung sowie für die Klemmung.	TW335ke	KW22
4	M	Gewinde für die Aufnahme der Messspitze anbringen.	TW335ke	KW22
5	M	Prüfen, ob die Blöcke zum Einschlagen der Stifte abgesetzt und drehbar gemacht werden können, damit linke und rechte Strebe ohne späteres Wenden vormontiert werden können.	TW335ke	KW22
6	M	Arbeitsanweisungen werden von TW633ri im Laufe seines Projekts erstellt.	TW633ri	KW23

Anlage 6: Betriebsmittelantrag mit Projektbegleitblatt

TRUMPF**Betriebsmittelantrag (Seite 1)
Projektbegleitblatt (Seite 3)**

Antragsteller: TW331w

Datum: 07.05.2009

Seite 1/3

Kurzz. TW335w

Dat. 2009-05-07

Betriebsmittelantrag: Vom Antragsteller komplett auszufüllen	Informationen für Vorrichtung	
	Nachbestellung?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
	Maschine (FHM für Apid):	VS09
	Technologie:	<input type="checkbox"/> Schweißvorrichtung <input type="checkbox"/> Zerspanungsvor. <input checked="" type="checkbox"/> Laserschneidvorr. <input type="checkbox"/> Messvorrichtung <input type="checkbox"/> Montagevorrichtung <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges <input type="checkbox"/> Anschlagmittel
	Ausführungsart der Vorrichtung:	<input checked="" type="checkbox"/> mechanisch <input type="checkbox"/> pneumatisch <input type="checkbox"/> hydraulisch <input type="checkbox"/> vakuum
	Informationen zum Werkstück	
	Prototyp oder Serienteil?	<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Serienteil
	Materialnummer:	1403048 / 1403054 Streben geschw rechts links
	Zeichnungsnummer.	9317-100-A57/ 9317-100-A58
	Stückzahl / Jahr:	200 Stck.
	Allgemeine Informationen	
	Gewünschter Liefertermin:	Mai 09
	Budget :	max 5000 €
	Kalkulation erstellen	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Ansprechpartner / Workshopteilnehmer:	TW331w, Bediener TLC PE330
Kostenstelle / DS-Nummer	5177	

→ Ausgefüllten Betriebsmittelantrag per email an Herrn Manfred Weitzer (TW335w)

Betriebsmittelantrag: Von TW335 auszufüllen	Interne Prüfung des Antrags			
	Kategorie:	<input type="checkbox"/> einfach	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> schwierig
	Vorläufig geplanter Endtermin:			
	Ergebnis Kostenvorkalkulation:			
	zuständiger Konstrukteur:			
	Bemerkungen:			

→ Ausgefüllte Prüfung des Betriebsmittelantrags mit technologiespezifischer Checkliste per email zurück an Antragsteller

TRUMPF

Betriebsmittelantrag (Seite 1) Projektbegleitblatt (Seite 3)

Seite 2/3
Kurzz. TW335w
Dat. 2009-05-

Projektbegleitblatt	Phase: Aufgabenstellung	
	Workshop notwendig ?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Protokoll vorhanden?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Phase: Konzeption → Konzeptionsfreigabe	
	Vorrichtung / Materialnr.	
	Vorkalkulation :	
	Geplanter Liefertermin:	
	Entspricht das Grundgerüst 3D-Modell den Kundenvorstellungen?	
	<input type="checkbox"/> Freigabe	Bemerkung:
	<input type="checkbox"/> Freigabe mit Auflage, nach Bemerkung	
	<input type="checkbox"/> Ablehnung mit Auflage, nach Bemerkung	
	* Datum und Unterschrift Kunde (Antragsteller)	
	* mit dieser Unterschrift bestätigen Sie TW335 die vereinbarungsgemäße Ausführung der Konstruktion	
	Phase: Konstruktion → Zeichnungsfreigabe	
	Kollisionsprüfung durchgeführt?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> nein Notwendig <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
	Entspricht das 3D-Modell / Zeichnungen den Kundenvorstellungen?	
	<input type="checkbox"/> Freigabe	Bemerkung:
	<input type="checkbox"/> Freigabe mit Auflage, nach Bemerkung	
	<input type="checkbox"/> Ablehnung mit Auflage, nach Bemerkung	
	Bereitstellung eines Werkstücks notwendig?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Termin:	
** Datum und Unterschrift Kunde (Antragsteller)		
** mit dieser Unterschrift bestätigen Sie TW335 die vereinbarungsgemäße Ausführung der Fertigung		



Notizen 1. Workshop am 07.05.2009:

- 1) Zunächst ein Wagen für eine Strebentype
- 2) Losgröße 2 Sätze links/rechts (4 Streben)
- 3) Funktion des Wagens beinhaltet Transport nach Platinenfertigung zum APID VS09 inklusive Teilesortierung mit Fach für jedes Einzelteil
- 4) Basis soll ein Wagen sein
- 5) Auf dem Wagen soll eine Vormontage einer Strebe stattfinden
- 6) Aufnahme 3 x an den Stellen an der die Strebe auf der LSW Vorrichtung gespannt wird
- 7) Seitliche Ausrichtung über U – förmige Winkel (3x)
- 8) Eine seitliche Fixierung der Strebe nach beladen der Maschine während des anziehens auf den Unterstützungen notwendig
- 9) An den Enden sollen auf den Montagewagen Spannstifte eingeschlagen werden
- 10) Strebe solle nach Vormontage mit Hubwagen in die Maschine transportiert werden
- 11) 4 Stck. Unterlagen für Unterstützungen nachfertigen

Anlage 7: Prozessaufnahme

TRUMPF**Prozessaufnahme**

F 70.G005 – 03

Seite 1/1

Kurzz. TW631st

Dat. 2009-05-27

Erfasster Ablauf:	TruLaser Cell 1005: Schweißen der Strebensegmente für Lasermaschinen.
Zweck der Erfassung:	Erfassung zur Analyse der Verbesserung der Rüstzeiten bei der TruLaser Cell 1005. Speziell für das Schweißen der Strebensegmente für die TruMatic 7000.
Zeiterfasser:	TW633xy

Schritt Nr:	Beschreibung:	Benötigte Ressourcen	ermittelte Zeit (in s):
1	Kontrolle: Strebensegmente richtig eingeordnet.	Rüstwagen	10
2	Einsortieren Strebe 1 und Strebe 2	Streben/ Rüstwagen	10
3	Zentrierbolzen einfügen (Zur Ausrichtung)	Bereit liegende Zentrierbolzen	20
4	Strebe 3-7 einsortieren	Streben/ Rüstwagen	30
5	Ausrichten der Streben	Anschlag	15
6	Fixierung der Streben mit 2 Klemmen	Bereit liegende Klemmen	5
7	Mit Gabelstabler/ Ameise, Streben in Maschine verladen.	Gabelstabler/ Ameise	30
8	Ausrichtung der Streben in der Maschine		30
9	Rückmeldung des Vorgangs Montieren an SAP (Laufkarte siehe Anlage 2)	PC/ Laufkarte	10
	Gesamtzeit:		160= 2min 40 sek.

Änderungsstand	0=Neu	1	2	3	4	5	6
Freigabe durch:	TW630s	TW630s	TW630s	TW630s			
am:	12.10.06	12.07.07	23.05.08	27.05.09			

TRUMPF Gruppe

3. Bewertung

Protokollbogen Fachgespräch

Themen/Antworten/Bewertungen

Prüfungsteilnehmer/in: Bernd Mustermann		Datum:
Thema/ Titel des betrieblichen Auftrags Verkürzung von Rüstzeiten beim Laserschweißen		
Prüfer: Alois Redlich (Protokoll), Berta Gerech, Hans Ganzgenau		
Q 1:	Qualifikationsbereich/nachzuweisende Qualifikationen: Auftrag analysieren, Lösungsvarianten erarbeiten, bewerten und abstimmen, Arbeitsabläufe planen und abstimmen	
Themen/Fragen		
<p>a) Welche technischen Hilfsmittel wurden zur Weiterentwicklung (Umrüstung) des Montagewagens vorgesehen? Was sollte damit erreicht werden?</p> <p>b) Wie können Rüstzeiten reduziert werden? Welche Ziele werden dabei verfolgt?</p> <p>c) Welche Gesichtspunkte sind bei der Gestaltung einer Vorrichtung grundsätzlich zu beachten?</p>		
Antworten des Prüfungsteilnehmers/der Prüfungsteilnehmerin (Dialog im Fachgespräch)		
<p>a) Einlagefächer zur Verwechslungsfreien Sortierung und Aufnahme der Streben, Anschläge und Winkel zur Lagegerechten Positionierung und Längenkontrolle der eingelegten Streben, Spannbacken und Spannstifte zur Ausrichtung, Klemmung und Montage, Gewindeeinsatz für die Aufnahme der Messspitzen</p> <p>b) Trennen von internem und externem Rüsten, Schnellspannvorrichtungen, Optimierung des Werkzeugtransports und der Materialbereitstellung/kurze Rüstzeiten sind Grundlage für Einzelstückfluss bzw. kleine Lose und somit für Flexibilität der Prozesse</p> <p>c) Technische Einfachheit, Verhinderung von Fehlhandlungen (Poka Yoke), Qualitätsverbesserung, kurze Rüstzeiten, Ergonomieoptimierung, Sauberkeit, Sicherheit und Unfallschutz</p>		

Grad des fach-/prozessgerechten Handelns im Kontext eines selbständigen, kooperativen und systematischen Vorgehens Prüfungsteilnehmer/in verfügt	Punkte
- umfassend	10
- weitgehend	9 - 6
- im wesentlichen	5
- nur teilweise	4 - 1
- nicht	0
über die nachzuweisenden Qualifikationen	

Punkte:

Q 2:	Qualifikationsbereich/nachzuweisende Qualifikationen: Betriebsmittel und Werkzeuge disponieren, Produktionsanlage umrüsten, Sicherheit beurteilen
Themen/Fragen	
<p>a) Welche Abstimmungen waren zur Disposition des Betriebsmittelauftrags notwendig?</p> <p>b) Welche Abstimmungen waren zur Disposition der Testphase notwendig?</p> <p>c) Wie werden die Gefährdungen beseitigt? Wie kann die Stolpergefahr verhindert werden?</p>	
Antworten des Prüfungsteilnehmers/der Prüfungsteilnehmerin (Dialog im Fachgespräch)	
<p>a) Abstimmung in PE-Blech (Wagen muss für Umbauzeitraum zur Verfügung stehen), Betriebsmittelbau, Einkauf</p> <p>b) Abstimmung in PE-Blech bezüglich Verfügbarkeit Laser Cell 1005-Maschine und Bereitstellung der auf Maß geschnittenen Rohlinge, Abstimmung mit Messlabor</p> <p>c) Gespräch mit der Sicherheitsfachkraft, Festhalten in der Arbeitsanweisung und die Checkliste des Arbeitsplatzes (Werkzeuge und Arbeitsmittel) /Zusätzliche Abdeckung</p>	

Grad des fach-/prozessgerechten Handelns	Punkte
im Kontext eines selbständigen, kooperativen und systematischen Vorgehens	
Prüfungsteilnehmer/in verfügt	
- umfassend	10
- weitgehend	9 - 6
- im wesentlichen	5
- nur teilweise	4 - 1
- nicht	0
über die nachzuweisenden Qualifikationen	

Punkte:

Q 3:	Qualifikationsbereich/nachzuweisende Qualifikationen: Prozessparameter ermitteln, technische Abläufe strukturieren, Produktionsanlage testen
-------------	--

Themen/Fragen

- a) Wie haben Sie die einzustellenden Schweißparameter ermittelt?
- b) Was war beim Schweißablauf zu beachten?
- c) Wie haben Sie die Qualität der Schweißnähte getestet?

Antworten des Prüfungsteilnehmers/der Prüfungsteilnehmerin (Dialog im Fachgespräch)

- a) Maschinenspezifische Parameter werden durch Analyse von Schweißproben ermittelt, Ermittlung der Einschweißtiefe für unterschiedliche Blechstärken, Anpassung von Vorschub, Gasdruck und Laserleistung, Parameter in der Dateiablage der PE Blech
- b) Verhinderung von Schweißverzug durch optimale Verteilung der Wärmeeinbringung, kurze Nähte, große Abstände, gezielter Wechsel der Bearbeitungspunkte z.B. zuerst vorne links -, danach hinten rechts
- c) Schliffbilder ausgewählter Strebensegmente zur Ermittlung der Nahtposition und Nahtgeometrie, Überprüfung des Schweißverzugs mit Lehre, Überprüfung der Schweißverkürzung durch Messung der Strebenlänge

Grad des fach-/prozessgerechten Handelns	Punkte
im Kontext eines selbständigen, kooperativen und systematischen Vorgehens	
Prüfungsteilnehmer/in verfügt	
- umfassend	10
- weitgehend	9 - 6
- im wesentlichen	5
- nur teilweise	4 - 1
- nicht	0
über die nachzuweisenden Qualifikationen	

Punkte:

Q 4:	Qualifikationsbereich/nachzuweisende Qualifikationen: Produzieren, Qualität beurteilen, Auftragsdurchführung dokumentieren
Themen/Fragen	
<p>a) Welche Arbeitsschritte haben Sie beim Produzieren unternommen? Nachfrage: Wozu wird eine Liste der Schweißverkürzungen erstellt?</p> <p>b) Welche Maßnahmen werden zur Qualitätsbeurteilung durchgeführt? Nachfrage: Wie werden die Stichproben festgelegt?</p> <p>c) Was passiert mit den erstellten Auftragsdokumenten?/ Nachfrage: was ist Synchro?</p>	
Antworten des Prüfungsteilnehmers/der Prüfungsteilnehmerin (Dialog im Fachgespräch)	
<p>a) Einweisung in die veränderten Arbeitsabläufe/ Beobachtung/ Aufnahme der Prozesszeiten/ Feststellung der Schweißverkürzung und Eintragen in einer Tabelle/ anhand dieser Daten werden die Programme für das Laserschneiden der Rohlinge angepasst, damit das Endmaß nach dem Schweißen stimmt</p> <p>b) Schliffbilder der Schweißnähte bei jeder neuen Charge. Außerdem werden in unregelmäßigen Abständen (Stichproben) Teile entnommen und anhand von Schliffbildern beurteilt. / Werden durch den Gruppenleiter in unregelmäßigen Zeitabständen in Auftrag gegeben. Bei neuen Lieferanten öfters.</p> <p>c) Auftragsdokumente und Projektschritte werden laufend in die „Synchro-Datei“ eingepflegt und stehen nach Abschluss des Auftrags in der Dateiablage der PE Blech, auf die alle Fachkräfte Zugriff haben/Trumpf-spezifisches Produktionssystem</p>	

Grad des fach-/prozessgerechten Handelns im Kontext eines selbständigen, kooperativen und systematischen Vorgehens Prüfungsteilnehmer/in verfügt	Punkte
- umfassend	10
- weitgehend	9 - 6
- im wesentlichen	5
- nur teilweise	4 - 1
- nicht	0
über die nachzuweisenden Qualifikationen	

Ort, Datum:

Unterschrift:

	Punkte	Gewichtung	gewichtete Punkte
Q 1		X 2,5	
Q 2		X 2,5	
Q 3		X 2,5	
Q 4		X 2,5	
Summe:			

2. Prüfungsbereich Produktionsprozesse (Betrieblicher Auftrag/Teil 2 der Abschlussprüfung)

Im Prüfungsbereich Produktionsprozesse sollen die Prüfungsteilnehmer/innen nachweisen, dass sie

- a) Produktionsprozesse analysieren, technische und organisatorische Schnittstellen klären, bewerten und dokumentieren,
- b) Maßnahmen zur Prozessoptimierung erarbeiten, bewerten, abstimmen und dokumentieren sowie Änderungsdaten einpflegen,
- d) Maßnahmen real oder simulativ testen, die Maschinen- und Prozessfähigkeit beurteilen und Technologie- und Prozessdaten dokumentieren können.

Der nachfolgende betriebliche Auftrag besteht – wie es die Prüfungsanforderung fordert – aus der Analyse und Optimierung eines Produktionsprozesses.

Dieser betriebliche Auftrag ist ein tatsächlicher Auftrag, der bei der TRUMPF Werkzeugmaschinen von einem Mechatroniker, der seine Ausbildung gerade beendet hatte, durchgeführt und dokumentiert wurde. Den Angaben seiner Dokumentation entsprechend sind der „Antrag auf Genehmigung“, die „Matrix für die Auswahl/ Genehmigung“ sowie die „Dokumentation“ nachfolgend in den Formblättern dargestellt.

Betrieblicher Auftrag

Prozessoptimierung durch den Einsatz neuer Technologien in der Stempelfertigung für Stanzmaschinen

1. Formulare

Sachbearbeiter:

Telefon:

Datum:

Id.	Id.
-----	-----

Antrag auf Genehmigung eines betrieblichen Auftrags Abschlussprüfung Teil 2 Prüfungsbereich Produktionsprozesse

Antragsteller/-in (Prüfungsteilnehmer/-in) Name: Bernd Mustermann Anschrift: Autenstr. 3 71252 Ditzingen	Ausbildungsbetrieb Firma: TRUMPF GmbH + Co. KG Anschrift: Johann-Maus-Str. 2 71252 Ditzingen
--	--

Bezeichnung des betrieblichen Auftrages:

Prozessoptimierung durch den Einsatz neuer Technologien in der Stempelfertigung für Stanzmaschinen

geplanter Bearbeitungszeitraum Beginn: 29.09.2010 Ende: 4.11.2010

Bestätigungen durch Unterschrift:

- a) Der Ausbildungsbetrieb bestätigt, dass sich der betriebliche Auftrag nicht auf Betriebsgeheimnisse bezieht und dass keine datenschutzrechtlichen Bedenken bestehen.
- b) Der Antragsteller/die Antragstellerin bestätigt, den betrieblichen Auftrag selbst anzufertigen.
- c) Der Antragsteller/die Antragstellerin bestätigt, die Dokumentation des betrieblichen Auftrags unmittelbar am Ende des geplanten Bearbeitungszeitraums dem Prüfungsausschuss der zuständigen IHK zu übermitteln.

Ditzingen, den 23.08.2010

.....
Ort, Datum

Dieter Coach

.....
Name betriebliche(r) Betreuer/in

Bernd Mustermann

.....
Unterschrift Antragsteller/in

G. Leiter
TRUMPF Werkzeugmaschinen
 GmbH + Co. KG
 Johannes-Maus-Str. 2
 71252 Ditzingen

.....
Unterschrift Ausbildungsbetrieb/Firma Stempel

Prüfungsteilnehmer/in: Bernd Mustermann	Nummer Prüfungsteilnehmer/in: 4711
Auftragsbeschreibung: Ziel des betrieblichen Auftrags ist es, in der Produktionseinheit Stanzwerkzeuge die Durchlaufzeiten für Sonderwerkzeuge durch den Einsatz neuer Bearbeitungstechnologien und die Optimierung von Prozessabläufen zu verkürzen.	

Auftragsumfeld: Der Auftrag findet in der Produktionseinheit (PE) Stanzwerkzeuge der Firma TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG statt. Die PE Stanzwerkzeuge stellt die vom Kunden benötigten Werkzeuge für die Stanzmaschinen der Firma TRUMPF her. Bei den Stanzwerkzeugen werden Standardwerkzeuge und Sonderwerkzeuge unterschieden. Die Standardwerkzeuge (beispielsweise runde oder rechteckige Stempel und Matrizen) liegen vorgefertigt (bereits gehärtet) am Lager und werden auf das vom Kunden gewünschte Maß gebracht. Die PE Stanzwerkzeuge garantiert bei Standardwerkzeugen eine Auslieferung am Tag nach der Bestellung. Diese enorm hohe Liefergeschwindigkeit ist notwendig, um dem Kunden eine minimale Lagerhaltung zu gewährleisten. Diese hohen Liefergeschwindigkeiten erfordern einen exakt abgestimmten Prozess vom Auftragseingang bis zur Auslieferung des fertigen Produktes.
--

Matrix für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrags

(Anlage zum Antrag auf Genehmigung)

Teil 2 der Abschlussprüfung Produktionstechnologe/in

Prüfungsteilnehmer/in: Bernd Mustermann	Ausbildungsbetrieb: TRUMPF GmbH + Co. KG	Nummer Prüfungsteilnehmer/in: 4711	Datum: 28.08.2010
---	--	--	-----------------------------

Qual. be-reich	nachzuweisende Qualifikationen	geplante praxisbezogene Unterlagen
1	2	3
Q 1	Produktionsprozesse analysieren	Meilensteinplan Darstellung des Ist-Prozesses
	technische und organisatorische Schnittstellen klären, bewerten und dokumentieren	Liste der Schnittstellen / Ansprechpartner / Abstimmungen
Q 2	Maßnahmen zur Prozessoptimierung erarbeiten, bewerten und dokumentieren	Darstellung des Soll-Prozesses Vergleich Bearbeitungstechnologien
	Änderungsdaten einpflegen	
Q 3	Normen und Spezifikationen zur Produktqualität und Prozesssicherheit beachten	Fertigungsparameter für die zu beschaffende Einrichtung/Maschine
	Gefährdungsbeurteilungen berücksichtigen	Gefährdungsbeurteilung
Q 4	Maßnahmen real oder simulativ testen	
	die Maschinen- und Prozessfähigkeit beurteilen	Testbericht
	Technologie- und Prozessdaten dokumentieren	Entscheidungsmatrix für die zu beschaffende Einrichtung/Maschine

Kriterien für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrags

(Anlage zum Antrag auf Genehmigung)

Abschlussprüfung Produktionstechnologie/in

Prüfungsteilnehmer/in:	Ausbildungsbetrieb:	Nummer Prüfungsteilneh- mers/in:	Datum:
Bernd Mustermann	Trumpf Werkzeugmaschinen	4711	03.09.2010

Kriterien:

Die aufgeführten Kriterien beziehen sich auf den Ausbildungsstand zum Abschluss des 3. Ausbildungshalbjahres

- Der Auftrag ist **berufstypisch**

Anmerkung zur Einschätzung:

*berufstypischer Auftrag mit Prozessanalyse und -optimierung,
Auswahl von Produktionstechnologie*

- Der Auftrag lässt **unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten** zu

Anmerkung zur Einschätzung:

*Der Auftrag ist bezüglich der einzusetzenden Technologien und
der Prozessabläufe offen*

- Der Auftrag beinhaltet **komplexe Arbeitsabläufe**

Anmerkung zur Einschätzung::

*Aus dem Auftragsumfeld wird deutlich, dass die komplette Pro-
zesskette einbezogen ist*

- Der Auftrag und die Dokumentation lässt eine Prüfung der Qualifikationen zu

Anmerkung zur Einschätzung::

*Alle zu prüfenden Qualifikationsbereiche sind angesprochen
und können durch die genannten Dokumente im Fachgespräch
erschlossen werden.*

Durch den Prüfungsausschuss wurde entschieden, der betriebliche Auftrag ist

- genehmigt**
 mit Auflagen genehmigt
 nicht genehmigt

Alois Redlich

 Datum Unterschrift Vorsitzende/r

Auflagen:

Sachbearbeiter:

Telefon:

Datum:

<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Id.</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	Id.		<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Id.</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	Id.	
Id.					
Id.					

Dokumentation des betrieblichen Auftrags

Antragsteller/-in (Prüfungsteilnehmer/-in) Name: Bernd Mustermann Anschrift: Autenstr. 3 71252 Ditzingen	Ausbildungsbetrieb Firma: TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG Anschrift: Johann-Maus-Str.2 71252 Ditzingen
--	--

- Teil 1 der Abschlussprüfung (Prüfungsbereich Produktionsauftrag)
 Teil 2 der Abschlussprüfung (Prüfungsbereich Produktionsprozesse)

Bezeichnung des betrieblichen Auftrages:

Prozessoptimierung durch den Einsatz neuer Technologien in der Stempelfertigung für Stanzmaschinen

geplanter Bearbeitungszeitraum Beginn: 29.09.2010 Ende: 04.11.2010

Betriebliche(r) Betreuer/in

Name: Dieter Coach

Telefon: 12345

Auftragsbeschreibung (siehe Antrag):

Ziel des betrieblichen Auftrags ist es, in der Produktionseinheit Stanzwerkzeuge die Durchlaufzeiten für Sonderwerkzeuge durch den Einsatz neuer Bearbeitungstechnologien und die Optimierung von Prozessabläufen zu verkürzen.

Prüfungsteilnehmer/in: Bernd Mustermann	Nummer Prüfungsteilnehmer/in: 4711
---	--

Auftragsablauf:

Lfd. Nr.	Aktivität	am	Verantwortlich	Zeitlicher Aufwand (in h)
1	Besprechung zum Projektstart		Herr Mustermann	0,5
2	Produktionsprozesse analysieren Technische und organisatorische Schnittstellen klären, bewerten und dokumentieren		Herr Mustermann	5,5
3	Maßnahmen zur Prozessoptimierung erarbeiten, bewerten, abstimmen und dokumentieren		Arbeitsgruppe unter Beteiligung von Herrn Mustermann	3
4	Entscheidung: Technologieneuanschaffung im Erodierbereich oder in Hartfräsen		Abteilungsleiter	
5	Normen und Spezifikationen zur Produktqualität und Prozesssicherheit beachten. Gefährdungsbeurteilungen berücksichtigen		Herr Mustermann	3
6	Erstellung des Lastenheftes		Abteilungsleiter	
7	Maßnahmen real oder simulativ testen. Die Maschinen und Prozessfähigkeit beurteilen. Technologie- und Prozessdaten dokumentieren		Herr Mustermann	7
8	Dokumentation erstellen		Herr Mustermann	10
	Zeitlicher Gesamtaufwand:			29

Praxisbezogene Unterlagen

Die aufgeführten Unterlagen sind in dreifacher Ausfertigung beizufügen!

Qualifikationsbereich	zu lfd. Nr.	praxisbezogene Unterlagen	
	1	Protokoll Projektbesprechung Meilensteinplan	Anlage 1 Abbildung 2
Q 1	2	Ist-Prozess Werkzeugproduktion Durchlaufprozess weiche Rohlinge Durchlaufprozess Schnittstellen - Themen und Ansprechp	Abbildung 3 Abbildung 4 Abbildung 5 Abbildung 6
Q 2	3	Kurzfassung HSC Vergleich Erodieren / HSC-Hartfräsen veränderter Produktionsprozess für Sonderwerkzeuge Durchlaufprozess mit HSC-Bearbeitung Durchlaufprozess mit Makroprogrammierung	Anlage 2 Abbildung 7 Abbildung 8 Abbildung 9 Abbildung 10
Q 3	5	Fertigungsparameter Anforderungen der Instandhaltung Gefährdungsanalyse HSC-Fräsmaschine Gefährdungsbeurteilung	Abbildung 11 Anlage 3 Anlage 4 Abschnitt 2.3
Q 4	7	Besprechungsprotokoll "Besuch A in Teststadt" Ergebnisse der Tests	Anlage 5 Abbildung 12

Persönliche Erklärung zum betrieblichen Auftrag

Hiermit versichere ich, dass ich den betrieblichen Auftrag:

Prozessoptimierung durch den Einsatz neuer Technologien in der Stempelfertigung für
Stanzmaschinen

.....
(Bezeichnung des Betrieblichen Auftrags)

unter der Betreuung von

Dieter Coach

.....
(Name des betrieblichen Betreuers)

selbstständig durchgeführt und die vorliegenden praxisbezogenen Unterlagen selbstständig zusammengestellt habe.

Dokumente, die ich nicht selbstständig erstellt habe, sind von mir entsprechend gekennzeichnet.

Ditzingen, den 4.11.2010

.....
(Ort, Datum)

.....
(Prüfungsteilnehmer/in)

Bernd Mastermann

.....
(Unterschrift)

Ich bestätige die Richtigkeit der Angaben des Prüfungsteilnehmers:

Ditzingen, den 4.11.2010

.....
(Ort, Datum)

G. Leiter

.....
(Ausbilder/Ausbildungsverantwortlicher)

Abschlussprüfung Teil 2 Produktionstechnologe

Prozessoptimierung
durch den Einsatz neuer Technologien
in der Stempelfertigung für Stanzmaschinen



Bernd Mustermann

Produktionstechnologe 2. Ausbildungsjahr

TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG



Inhaltsverzeichnis

1. Auftrag	6
2. Auftragsdurchführung	7
2.1Produktionsprozesse analysieren, Schnittstellen klären	8
2.2Maßnahmen zur Prozessoptimierung erarbeiten	10
2.3 Normen und Spezifikationen beachten, Gefährdungsbeurteilung berücksichtigen	11
2.4 Maßnahmen testen	12
3. Anlagen	
Anlage 1: Protokoll Projektbesprechung.....	16
Anlage 2: Kurzfassung HSC.....	17
Anlage 3: Anforderungen der Instandhaltung	19
Anlage 4: Gefährdungsanalyse HSC-Fräsmaschine	20
Anlage 5: Besprechungsprotokoll "Besuch A in Teststadt"	22
4. Abbildungsverzeichnis	
Abbildung 1: PE Stanzwerkzeuge.....	6
Abbildung 2: Meilensteinplan - Betrieblicher Auftrag	7
Abbildung 3: Ist-Prozess Werkzeugproduktion.....	8
Abbildung 4: Durchlaufprozess weiche Rohlinge.....	9
Abbildung 5: Durchlaufprozess gehärtete Rohlinge.....	9
Abbildung 6: Schnittstellen - Themen und Ansprechpartner	9
Abbildung 7: Vergleich Erodieren / HSC-Hartfräsen.....	10
Abbildung 8: veränderter Produktionsprozess für Sonderwerkzeuge	11
Abbildung 9: Durchlaufprozess mit HSC-Bearbeitung	12
Abbildung 10: Durchlaufprozess mit Makroprogrammierung	12
Abbildung 11: Fertigungsparameter	14
Abbildung 12: Ergebnisse der Tests	14



1. Auftrag

Der Auftrag findet in der Produktionseinheit (PE) Stanzwerkzeuge der Firma TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG statt. Die PE Stanzwerkzeuge stellt die vom Kunden benötigten Werkzeuge für die Stanzmaschinen der Firma TRUMPF her. Bei den Stanzwerkzeugen werden Standardwerkzeuge und Sonderwerkzeuge unterschieden.

Die Standardwerkzeuge (beispielsweise runde oder rechteckige Stempel und Matrizen) liegen vorgefertigt (bereits gehärtet) am Lager und werden auf das vom Kunden gewünschte Maß gebracht. Die PE Stanzwerkzeuge garantiert bei Standardwerkzeugen eine Auslieferung am Tag nach der Bestellung. Diese enorm hohe Liefergeschwindigkeit ist notwendig, um dem Kunden eine minimale Lagerhaltung zu gewährleisten. Diese hohen Liefergeschwindigkeiten erfordern einen exakt abgestimmten Prozess vom Auftragseingang bis zur Auslieferung des fertigen Produktes. Für Sonderwerkzeuge werden je nach Aufwand unterschiedliche Lieferzeiten vereinbart, die bis zu sieben Arbeitstage betragen können.

Ziel des betrieblichen Auftrags ist es, im Bereich der Sonderwerkzeuge die Durchlaufzeiten durch den Einsatz neuer Bearbeitungstechnologien und die Optimierung von Prozessabläufen zu verkürzen.

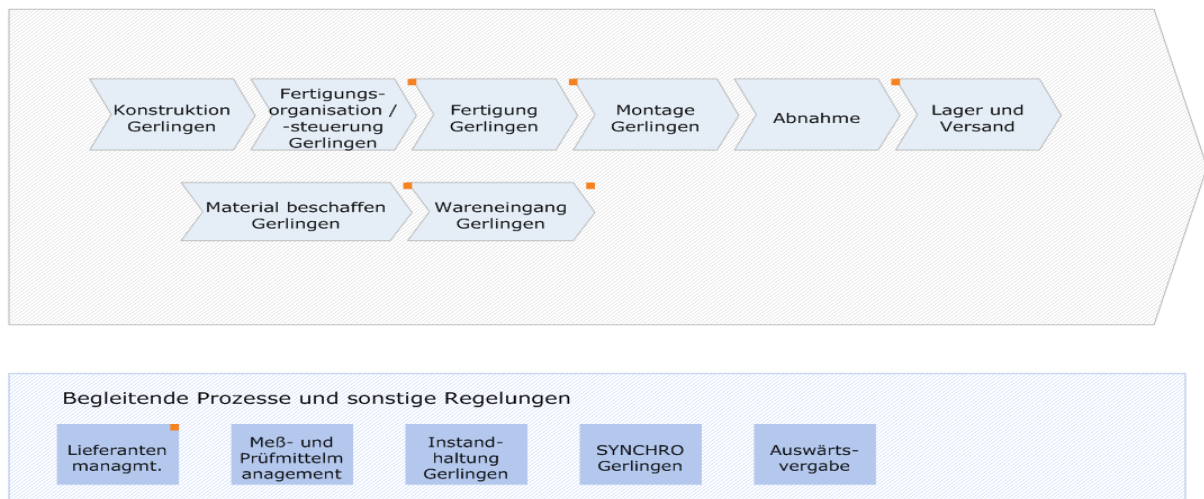


Abbildung 1: PE Stanzwerkzeuge



2. Auftragsdurchführung

Vorbereitende Arbeiten

Die Klärung der Meilensteine und Rahmenbedingungen meines betrieblichen Auftrags erfolgt im Rahmen einer Besprechung der für die Prozessoptimierung bereits gebildeten Projektgruppe bestehend aus den Gruppenleitern und der Fertigungssteuerung, (Anlage 1: Protokoll Projektbesprechung).

Es werden gemeinsam folgende Meilensteine für meinen Betrieblichen Auftrag festgelegt:

Nr.	Art*	Aufgabe/Ergebnisse	Bearb. durch	Termine
1	I	Ist-Prozess in der Sonderwerkzeugfertigung aufnehmen	TW633ud	KW39
2	I	Mitarbeit in der Projektgruppe zur Erarbeitung des Sollprozesses und der Verbesserungsmaßnahmen.	TW633ud	KW39
3	M	Entscheidung: Neuanschaffung im Erodierbereich oder im Hartfräsen	TWS310b (Abteilungsleiter)	KW40
4	I	Identifizierung der Fertigungsparameter, Erarbeitung von Spezifikationen für die Beschaffung (Lastenheft)	TW633ud	KW40
5	M	Entscheidung: Freigabe Lastenheft	TWS310b (Abteilungsleiter)	KW41
6	I	Vergleiche der Maschinendaten nach Herstellerangaben, Erfassung der Notwendigkeiten in Abstimmung mit Maschinenführern. Erteilung von Prüfaufträgen. Teilnahme an einzelnen Maschinentests bei verschiedenen Herstellern.	TW633ud Projektgruppe	KW42 - 44
7	I	Entscheidung über die Anschaffung vorbereiten (Matrix)	TW633ud	KW45
8	M	Entscheidung: Investitionsentscheidung	TWS310b (Abteilungsleiter)	

Abbildung 2: Meilensteinplan - Betrieblicher Auftrag



2.1 Produktionsprozesse analysieren, Schnittstellen klären

Zunächst wird von mir der Ist-Prozess aufgenommen:

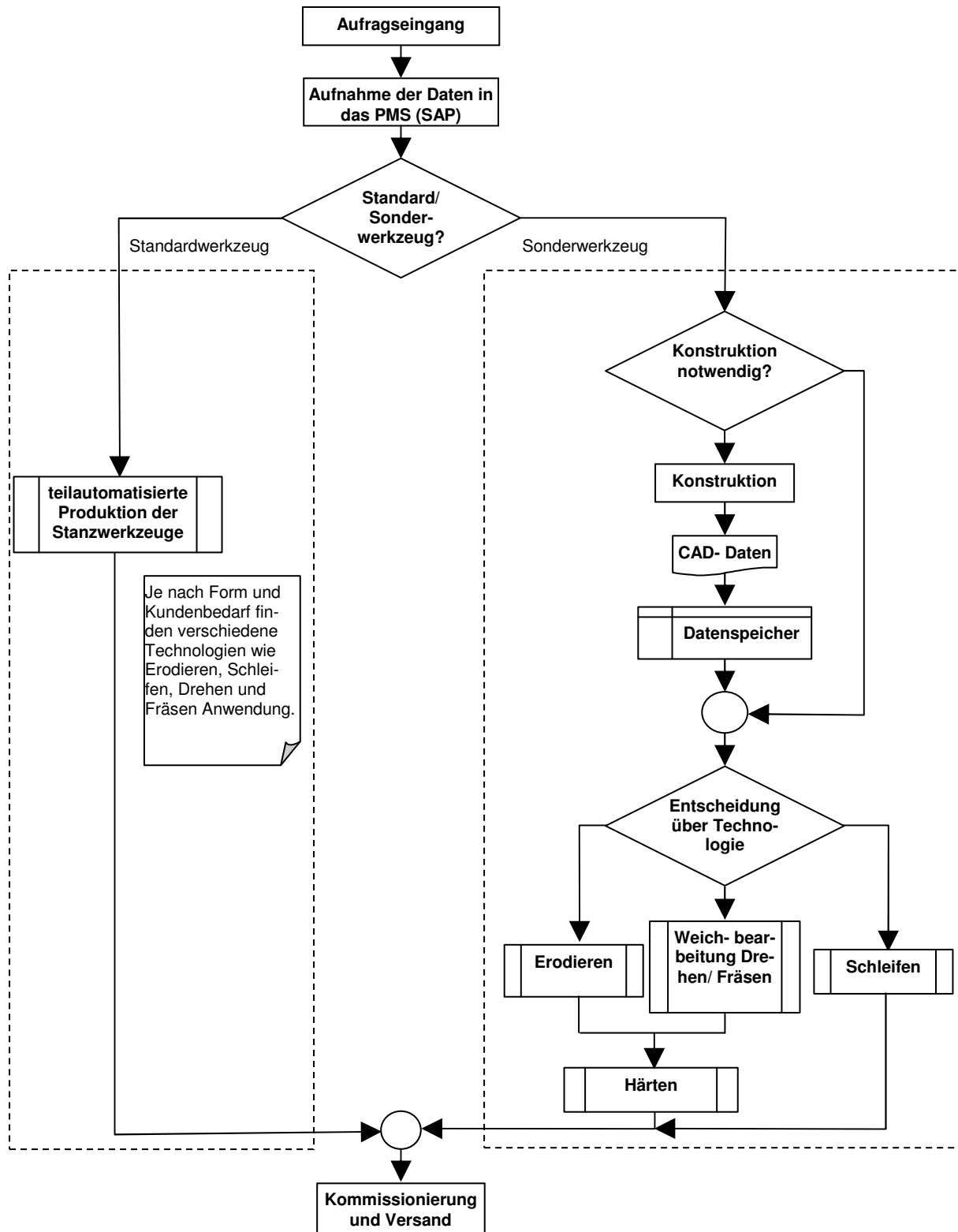


Abbildung 3: Ist-Prozess Werkzeugproduktion



Der Durchlaufprozess gestaltet sich zeitlich folgendermaßen:

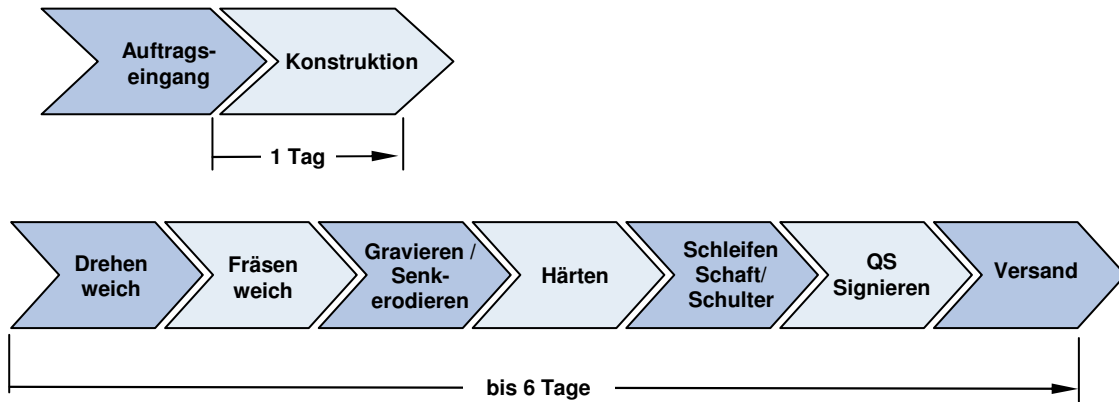


Abbildung 4: Durchlaufprozess weiche Rohlinge

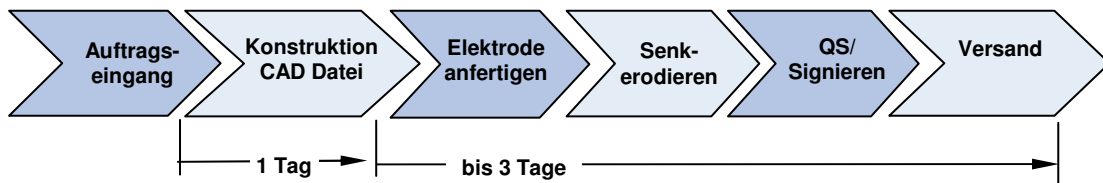


Abbildung 5: Durchlaufprozess gehärtete Rohlinge

Für die weitere Auftragsbearbeitung ergeben sich die nachfolgenden internen Schnittstellen. Diesen habe ich die jeweiligen Abstimmungspunkte zugeordnet.

Bereich:	Aufgaben:	Ansprechpartner:	Themen
Maschinenbediener	Experte in der Bearbeitungstechnologie. Soll später die Maschine auch ganzheitlich betreuen	Michael X	Abstimmung und Durchführung von Maschinentests
Gruppenleiter/ Abteilungsleiter	Projektverantwortliche fällen Entscheidungen und legen Projektziele fest.	Bernd C, Jörg M	Abstimmung zum Lastenheft
Konstruktion	Experten bei der Konstruktion von Bauteilen. (2D und 3D)	Frieder Z	Anforderungen an Produktionsmaschinen und Referenzteile
Programmierung	Experte bei der Erstellung von CNC-Programmen	Otto K.	Programmieranforderungen
Fertigungssteuerung	Experte für das Fertigungsprogramm	Alfred S.	Soll-Prozesse
Instandhaltung	Maschinewartung	Kurt A	Anforderungen der Instandhaltung
Sicherheitsfachkraft	Arbeitssicherheit	Dieter A.	Gefährdungsbeurteilung

Abbildung 6: Schnittstellen - Themen und Ansprechpartner



2.2 Maßnahmen zur Prozessoptimierung erarbeiten

Als Ergebnis der Prozessanalyse sowie bereits vorliegender Tests und Erfahrungen werden folgende Verbesserungsmaßnahmen bewertet:

1. Verwendung von vorgefertigten, bereits gehärteten Rohlingen

Der bei der Weichbearbeitung übliche Schritt des Härtens entfällt. Dadurch lassen sich Durchlaufzeiten um über 50% verkürzen.

Dazu muss aber ein Fertigungsverfahren gewählt werden, das die Bearbeitung von gehärtetem Stahl zulässt. Dafür kommen HSC-Fräsen (High Speed Cutting) und Erodieren (Draht- bzw. Senkerodieren) in Frage.

Vergleich - EDM (Electrical Discharge Machining) und HSC (High Speed Cutting)

Drahterodieren (Electrical Discharge Machining)	HSC (High Speed Cutting)
Sehr kleine erzielbare Radien bei Innenecken	Probleme beim HSC-Hartfräsen bilden kleine Verundungsradien < 1mm, die den Einsatz sehr kleiner, schlanker Fräswerkzeuge erforderlich macht
Nahezu unbegrenzt Verhältnis von Werkzeugdurchmesser (Drahtdurchmesser) zur Tiefe der Bearbeitung (Dicke einer Platte)	Einschränkung für das HSM gegenüber der funkenerosiven Senkbearbeitung besteht in dem realisierbaren Verhältnis von Tiefe zu Breite einer Kavität Gefordert sind Fräswerkzeuge mit großem Verhältnis von Länge zu Durchmesser
Exzellente Geometriegenauigkeit	Durch HSC-Hartfräsen erzielte Oberflächenrauheiten lagen um Faktor 10 unterhalb der durch Erodieren bearbeiteten Flächen
Unabhängigkeit von der Härte des zu bearbeitenden Materials	HSC-Fräsen funktioniert problemlos bis zu einer Materialhärte von 56-58 HRC Härtere Werkstoffe ziehen einen starken Anstieg des Werkzeugverschleißes nach sich Bei 62-63 HRC ist Grenze HSC-Bearbeitung (2001)

Abbildung 7: Vergleich Erodieren / HSC-Hartfräsen

Unter Berücksichtigung und Bewertung des zu fertigenden Teilespektrums ergeben sich durch die HSC-Technologie folgende Vorteile:

- Haupt- und Nebenzeiten werden stark verkürzt
=> Sehr kurze Hauptzeiten (5-10-fach geringer), bei sonst gleichen Rahmenbedingungen
- Fertigungszeiten bzw. -kosten je Stück werden gesenkt
- Zeitspannvolumen wird erhöht
- Qualität der Oberfläche kann Schleifgüte erreichen
- Trockenbearbeitung ist möglich. Zerspanungskräfte werden stark vermindert. Durch geringe Schnittkräfte, sind extrem dünnwandige Teile bearbeitbar
- Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeiten durch höhere Drehzahlen
- Schmale hohe Rippen, kleine Werkzeugdurchmesser (kleine Innenradien) und große Auskraglängen setzen Grenzen der Fräsbearbeitung
- Besonders bei Graphitbearbeitung => höhere Produktivität und geringere Werkzeugkosten. Bei HSC-Bearbeitung wird das Graphitkorn nicht herausgebrochen (konventionelles Fräsen) sondern tatsächlich geschnitten. Engste Toleranzen lassen sich ohne Einschränkungen einhalten.
- Standzeiten der HSC-gefrästen Werkzeuge lag um 20 - 70% über denen der vergleichbar erodierten:

Weiteres ergibt sich aus der Analyse der HSC Technologie (Anlage 2: Kurzfassung HSC)



Von der Projektleitung wurde auf der Basis dieser Vergleiche entschieden, zur Prozessoptimierung die HSC-Technologie einzusetzen und eine Anschaffung im Erodierbereich nicht weiter zu verfolgen.

2. Einführung einer makrogestützten Konstruktion

Durch die Verzahnung der 3D-Konstruktionen mit der Programmierung der HSC Maschinen über CAD/CAM-Software wird es möglich, die 3D-Konstruktionen für standardisierte Formen zu automatisieren. Dazu werden diese einmalig mit einem relativ hohen Zeitaufwand programmiert (Makro) und können dann bei vergleichbaren Aufgabenstellungen ohne Aufwand wieder verwendet werden. Dadurch lassen sich ca. 80% der Konstruktionsaufgaben über Makros abarbeiten.

Dieser Aufgabenteil wurde von einem Kollegen in einem anderen betrieblichen Auftrag bearbeitet.

Die durch die Anschaffung der HSC Fräsmaschine zu erwartenden Verbesserungen und Prozessanpassungen sind unten dargestellt. Die gestrichelt und rot markierten Prozessschritte sind die gewünschten Veränderungen und Verbesserungen im Prozess:

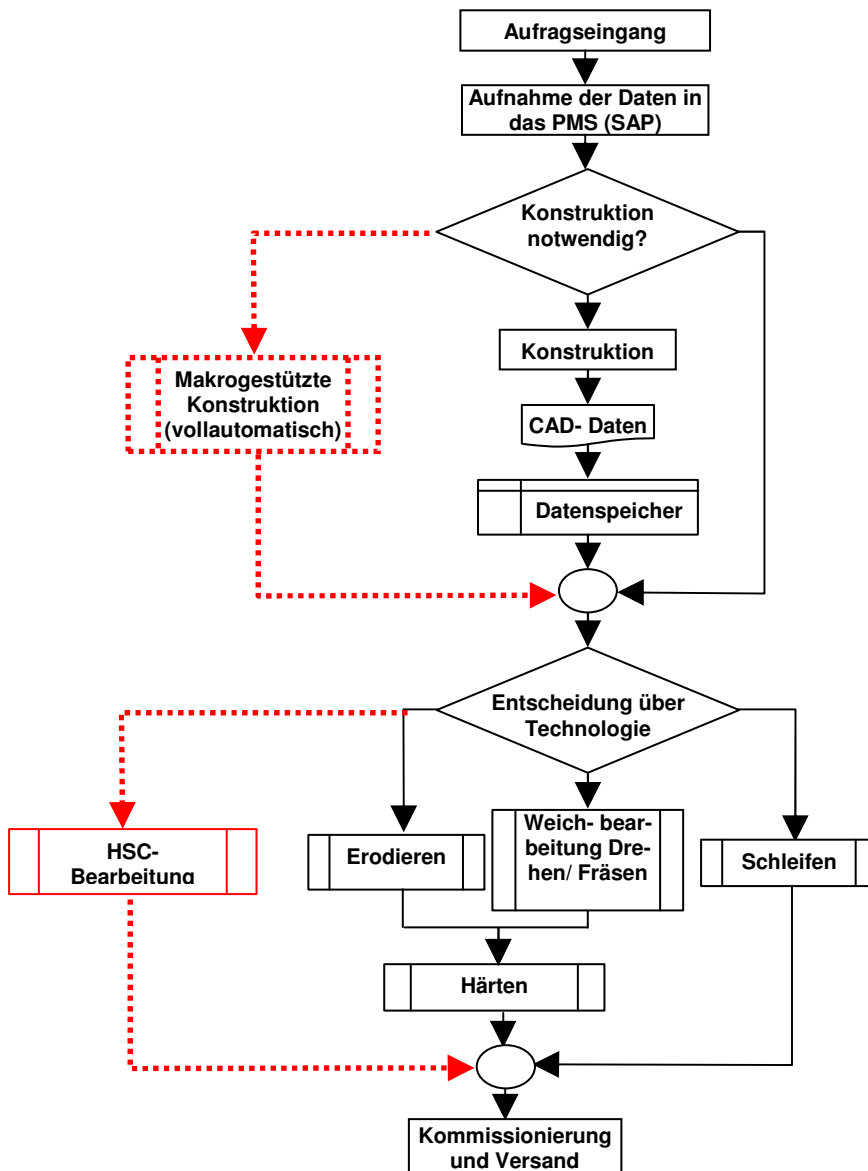


Abbildung 8: veränderter Produktionsprozess für Sonderwerkzeuge



Folgende Durchlaufzeiten werden bei HSC-Bearbeitung erwartet:

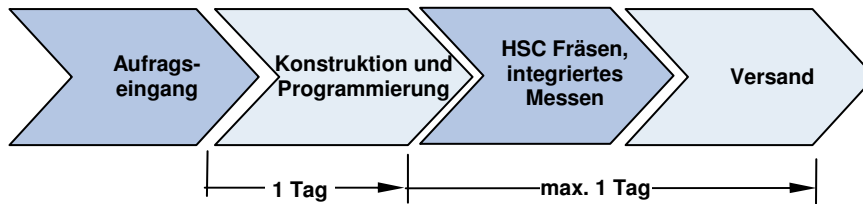


Abbildung 9: Durchlaufprozess mit HSC-Bearbeitung

Folgende Durchlaufzeiten werden durch den zusätzlichen Einsatz der Makros erwartet.

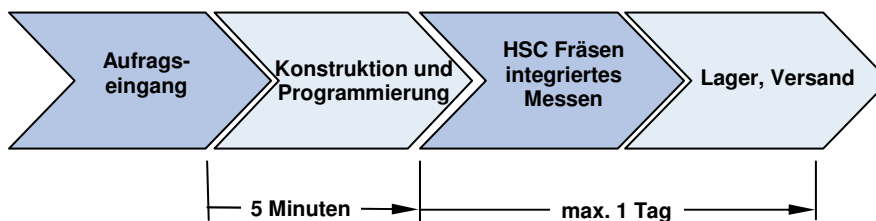


Abbildung 10: Durchlaufprozess mit Makroprogrammierung

2.3 Normen und Spezifikationen beachten, Gefährdungsbeurteilung berücksichtigen

Fertigungsparameter:

Für die Festlegungen des Lastenhefts erfasse ich der zu fertigen Teile. Diese Teile werden bisher erodiert oder durch Weichbearbeitung gefräst und danach gehärtet. Die dabei erreichte Qualität stellt das Mindestmaß der Anforderungen an die HSC Maschine dar. Folgende Parameter wurden von mir identifiziert:

- Härte des Werkstücks
- Rauheit des Werkstücks
- Genauigkeit des Werkstücks
- Werkstückmaße
- Werkstoffart

Abbildung 11: Fertigungsparameter

Wartbarkeit.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Wartbarkeit des Systems. Dazu nehme ich in einem Gespräch die Anforderungen auf. Die dabei entstandenen Ergebnisse sind in der Anlage zu finden (Anlage 3: Anforderungen der Instandhaltung).

Die ermittelten Fertigungsparameter und die daraus abgeleiteten Maschinendaten sowie die Anforderungen der Instandhaltung werden dann in das Lastenheft einbezogen.



Gefährdungsbeurteilung

Zur Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen und Betriebs- und Arbeitsanweisungen lasse ich mir von den in der Auswahl stehenden Anbietern die Sicherheitsdatenblätter der Maschinen zukommen. Auch informiere ich mich bei der Sicherheitsfachkraft über das Vorgehen bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen.

Die endgültige Gefährdungsbeurteilung, Betriebsanweisung und Arbeitsanweisungen werden erst nach der Anlieferung von der zuständigen Sicherheitsfachkraft und den verantwortlichen „Synchro“ Spezialisten erstellt. (Synchro nennt sich das Produktionssystem bei TRUMPF).

Zur Vorbereitung dieser Arbeiten analysiere ich die von den Lieferanten angeforderten Sicherheits- und Bedienungsanleitungen.

1. Gefährdungen ermitteln (Anlage 4: Gefährdungsanalyse HSC-Fräsmaschine)

- arbeitsplatzbezogene Gefährdungen
Lichtverhältnisse müssen ausreichend sein!
Verkehrswege dürfen nicht durch den Arbeitsraum führen
- arbeitsmittelbezogene Gefährdungen
Mögliche Gefährdung durch Schmierstoffe, Dämpfe etc.
Gefahr durch das Einatmen von Stäuben
Gefahr von Schnittverletzungen beim Befüllen von Werkzeugen
Gefahr von Verbrennung bei der Entnahme von Werkstücken
Gefahr durch Verbrennung am Schrumpfungsgerät
- Bewertung der Gefährdungen:
Die Bewertung soll in einem Workshop zusammen mit der zuständigen Sicherheitsfachkraft erfolgen.

2. Ergreifen von Maßnahmen:

- Die Lichtverhältnisse werden durch das Anbringen zusätzlicher Lampen am entsprechenden Arbeitsplatz verbessert.
- Verkehrswege durch den Arbeitsraum oder am Arbeitsraum vorbei sind nicht vorgesehen.
- Dämpfe werden durch eine geeignete Absaugung und Filterung unschädlich gemacht. Eine Minimalmengenschmierung reduziert die auftretenden Dämpfe und den Verbrauch von Hilfsstoffen.
- Entsprechende Sicherheitsunterweisungen sollen die betroffenen Mitarbeiter über sonstige Gefährdungen aufklären.

3. Überprüfen der Maßnahmen auf deren Wirksamkeit:

Die Wirksamkeit der Maßnahmen kann erst nach Inbetriebnahme der Anlage ermittelt werden.

2.4 Maßnahmen testen

Um die Prozess- und Maschinenfähigkeit beurteilen zu können, wurden verschiedenen Maschinenherstellern Testaufträge erteilt und dabei die nachfolgenden Parameter bewertet. Dieses waren im Einzelnen:

- die Maschinensteifigkeit
- die Qualität der Steuerung
- die Graphitbearbeitung
- das Ergebnis des Testfräsens auf Qualität
- das Ergebnis des Testfräsens auf Zeit
- der persönliche Eindruck
- die Kompatibilität mit dem gewünschten Spannsystem
- der Preis



Die einzelnen Parameter wurden in verschiedenen Gesprächen mit den Verantwortlichen und mit den betroffenen Mitarbeitern identifiziert.

Beim Testfräsen auf Qualität wurde folgendes Testszenario zugrunde gelegt:

Die Hersteller sollten die Konstruktion eines Teils bekommen und innerhalb von 4 Wochen die bestmögliche Qualität liefern. Das Ergebnis ist in Kapitel unten dargestellt.

Beim Testfräsen auf Zeit sollte folgendes Verfahren angewendet werden:

Beim Besuch des Herstellers sollte ein vergleichbares Teil konstruiert und in möglichst kurzer Zeit und hinreichender Qualität gefertigt werden. Interessant für uns war dabei die sowohl die Programmierzeit und als auch die Fertigungszeit.

Bei einem Hersteller war ich persönlich dabei. Das Ergebnis ist in der Anlage (Anlage 5: Besprechungsprotokoll "Besuch A in Teststadt") dokumentiert. Die weiteren Termine bei den anderen Maschinenherstellern wurden durch einen Kollegen wahrgenommen die Ihre Ergebnisse in vergleichbarer Form dokumentiert haben.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der einzelnen für die Entscheidung wichtigen Faktoren wurden von mir in folgender Tabelle zusammengefasst. Eine unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Kriterien erfolgte dabei nicht. Die einzelnen Kriterien wurden aufsummiert.

Maschinenhersteller	A	B	C	D	E
Kriterien					
Maschinensteifigkeit	4	3	1	2	5
Steuerung	1	2	4	3	4
Graphitbearbeitung	1	2	4	5	3
Ergebnis Testfräsen – Qualität	1	4	3	2	5
Ergebnis Testfräsen – Zeit	5	4	1	3	2
Persönlicher Eindruck	1	2	3	5	4
Externe Eindrücke	1	2	4	5	3
Kompatibilität mit Nullpunkt-Spannsystem	3	2	5	1	4
Preis	2	3	4	5	1
Summe	19	24	29	31	31

Abbildung 12: Ergebnisse der Tests

Die Empfehlung für den besten Hersteller ergibt sich damit aus der niedrigsten Summe. Mit dieser Tabelle habe ich eine Grundlage für die Entscheidung welche Maschine angeschafft werden soll geschaffen.

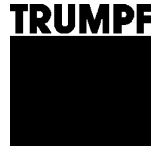
*Dokumentation:*

Die vorliegende Dokumentation meines betrieblichen Auftrags wurde von mir erstellt. Im Folgenden ist mein zeitlicher Aufwand dokumentiert:

Thema	Entsprechung in dieser Dokumentation	Zeitlicher Aufwand (in h)
Besprechung zum Projektstart	Anlage 1: Protokoll Projektbesprechung	0,5
Produktionsprozesse analysieren Technische und organisatorische Schnittstellen klären, bewerten und dokumentieren	Abschnitt 2.1 Seite 44	6
Maßnahmen zur Prozessoptimierung erarbeiten, bewerten, abstimmen und dokumentieren	Abschnitt 2.2 Seite 48 Anlage 2: Kurzfassung HSC	6
Normen und Spezifikationen zur Produktqualität und Prozesssicherheit beachten. Gefährdungsbeurteilungen berücksichtigen	Abschnitt 2.3 Seite 50 Anlage 3: Anforderungen der Instandhaltung Anlage 4: Gefährdungsanalyse HSC-Fräsmaschine	5
Maßnahmen real oder simulativ testen. Die Maschinen und Prozessfähigkeit beurteilen. Technologie- und Prozessdaten dokumentieren	Abschnitt 2.4 Seite 51 Anlage 5: Besprechungsprotokoll "Besuch A in Teststadt"	7
Dokumentation erstellen		4,5
Zeitlicher Gesamtaufwand:		29

3. Anlagen

Anlage 1: Protokoll Projektbesprechung



gemeinsam - einfach - sachlich - freundlich

Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll

Projektbezeichnung		Ordnungsbegriff Projekt/Aufgabe+Nr.		
Anschaffung neuer Bearbeitungstechnologien zur Prozessoptimierung		Bezeichnung		
		Datei-Name		Dokument2
		1 Entwurf = Vorlage (Diskussionspapier)		
		2 in Arbeit = Entwurf bzw. verabschiedete Version wird		
		3 verabschiedet = Abschlussdokument		
		Status		1
Kurtitel/Bezeichnung		Verfasser	Seite	Datum
		TW633ud	1/1	29.09.2010
Teilnehmer/Verteiler		Telefon-Durchwahl		
TWS310b; TWS314wg; TWS314bu; TW633ud		36367		
Nr	Art*	Aufgabe/Ergebnisse	Bearb. durch	Termine
I	1	Prozessaufnahme der Sonderteilfertigung	TW633ud	KW39
I	2	Analyse des Prozesses.	TW633ud	KW39
I	3	Ableiten von Verbesserungsmaßnahmen im Produktionsprozess der Sonderwerkzeuge	TW633ud	KW40
M	4	Entscheidung: Technologieneuanschaffung im Erodierbereich oder in Hartmetallbearbeitung.	TW633ud	KW40
I	5	Entscheidung vorbereiten	TW633ud	KW41
M	6	Entscheidung über Neuanschaffung treffen	TWS310b	KW45

Anlage 2: Kurzfassung HSC

1. Ausgangssituation und Zielsetzung

Die interessanten Entwicklungen auf dem Gebiet der HSC-Technologie haben zu der Überlegung geführt, die derzeitige Bearbeitungsweise von Stempeln in der Stanzwerkzeugproduktion zu überdenken.

Momentan ist man bei der Fertigung komplizierter Stempelgeometrien auf das relativ zeitintensive Fertigungsverfahren Senkerosion angewiesen. Insbesondere kundenspezifische Anforderungen, die nahezu scharfe Kanten oder spitze Winkel und Hinterschnitte beinhalten, stellen eine große Herausforderung an die Fertigung dar und sind nicht immer wirtschaftlich und effektiv lösbar. Hauptziel der Investition in eine HSC-Fräsmaschine wäre die Reduktion der Fertigungs- und Durchlaufzeiten. Dies soll zu geringeren Herstellkosten und demzufolge zu einer wirtschaftlicheren Bearbeitung der Stempel führen. Des Weiteren erhofft man sich durch die Technologieerweiterung flexiblere Reaktionsmöglichkeiten auf Kundenanforderungen. Ein zusätzliches Potential wird in der Möglichkeit gesehen, das Teilespektrum auszuweiten und neben den Stempeln auch Matrizen und Matrizeinsätze auf der HSC-Fräsmaschine zu fertigen.

2. Vorteile des HSC-FräSENS gegenüber dem konventionellen FräSEN:

- Haupt- und Nebenzeiten werden stark verkürzt:
Sehr kurze Hauptzeiten (5-10-fach geringer), bei sonst gleichen Rahmenbedingungen
- Fertigungszeiten bzw. -kosten je Stück werden gesenkt
- Zeitspannvolumen wird erhöht
- Qualität der Oberfläche kann Schleifgüte erreichen
- Trockenbearbeitung ist möglich. Kosten für Entsorgung, Überwachung, Pflege und Wiederaufbereitung von Kühlschmierstoffen entfallen.
- Zerspanungskräfte werden stark vermindert. Durch geringe Schnittkräfte, sind extrem dünnwandige Teile bearbeitbar.
- Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeiten durch höhere Drehzahlen
- Schmale hohe Rippen, kleine Werkzeugdurchmesser (kleine Innenradien...) und große Auskraglängen setzen Grenzen der Fräsbearbeitung
- Besonders bei Graphitbearbeitung: höhere Produktivität und geringere Werkzeugkosten
- Bei HSC-Bearbeitung wird das Graphitkorn nicht herausgebrochen (konventionelles FräSEN) sondern tatsächlich geschnitten: engste Toleranzen lassen sich ohne Einschränkungen einhalten

3. Vergleich EDM (Electrical Discharge Machining) und HSC (High Speed Cutting)


EMD	HSC
NT Erodieren: geringe Produktivität, Schädigung der Oberflächenrandzonen; VT: deutlich höhere Prozesssicherheit, für manuellen Betrieb von Vorteil	Prozesskettenverkürzung durch HSC-HartfräSEN
sehr kleine erzielbare Radien bei Innenecken	Probleme beim HSC-HartfräSEN bilden kleine Verundungsradien < 1mm, die den Einsatz sehr kleiner, schlanker FräSWerkzeuge erforderlich macht
nahezu unbegrenztes Verhältnis von Werkzeugdurchmesser (Drahtdurchmesser) zur Tiefe der Bearbeitung (Dicke einer Platte)	Einschränkung für das HSM gegenüber der funkenerosiven Senkbearbeitung besteht in dem realisierbaren Verhältnis von Tiefe zu Breite einer Kavität Gefordert sind FräSWerkzeuge mit großem Verhältnis von Länge zu Durchmesser

EMD	HSC
Exzellente Geometriegenauigkeit	Durch HSC-Hartfräsen erzielte Oberflächenrauheiten lagen um Faktor 10 unterhalb der durch Erodieren bearbeiteten Flächen
Unabhängigkeit von der Härte des zu bearbeitenden Materials	HSC-Fräsen funktioniert problemlos bis zu einer Materialhärte von 56-58 HRC Härtere Werkstoffe ziehen einen starken Anstieg des Werkzeugverschleißes nach sich Bei 62-63 HRC ist Grenze HSC-Bearbeitung (2001)
Erodierprozess ist weitgehend durch den Maschinenhersteller kontrolliert, d. h. von externen Faktoren isoliert	Fräsprozess ist ein offener Prozess, dh. ist von Vielzahl externer Faktoren(CAM-System, Bearbeitungsstrategie, Werkzeugtechnologie...) beeinflusst.
	Standzeiten der HSC-gefrästen Werkzeuge lag um 20-70% über denen der vergleichbar erodierten: Ursache: vermutlich Randzonenschädigung

4. Konsequenzen der Einführung von HSC

- Einführung der HSC-Technologie erfordert hohe Investitionen in neue Maschinen und Programmiersysteme, Aufbau von Expertenwissen sowie Umstrukturierungen des Fertigungsablaufes:
Ablauforganisation wird wesentlich betroffen
keine punktuelle Verbesserung erreichbar
=>Ganzheitliche Betrachtung der kompletten Fertigungskette notwendig(sowohl in organisatorischer, als auch in fertigungstechnischer Hinsicht)
- Spezielle Anforderungen an Werkzeugmaschine, Werkzeuge, CAD-CAM und Fachpersonal
neue Mitarbeiterqualifikation notwendig
neue Arten von Bearbeitungsstrategien erforderlich
nicht unerheblicher Programmieraufwand: kann 40% der Gesamtfertigungszeit ausmachen
- Einfluss auf Komplexität der Fertigungsaufgabe (bestimmt letztendlich, wie gefertigt wird) haben:
Härte und Zähigkeit des Materials
Bearbeitungssituation(Späneabfuhr, Schmiermittelzufuhr)
Qualität der Fräswerkzeuge
Qualität der Werkzeugspannung (Rundlauf)
Bearbeitungsstrategie
- Hohe Werkzeugkosten erfordern genaue wirtschaftliche Betrachtung
- Deutlich höhere Anforderungen an eine sichere Prozessgestaltung beim HSC
- Spezielle Frässtrategien können in erster Linie gleichmäßige Eingriffsbedingungen des Werkzeuges erzeugen, die dazu führen, dass Oberflächenqualität und Werkzeugstandzeit befriedigende Werte aufzeigen

Anlage 3: Anforderungen der Instandhaltung 08.10.2010

TRUMPF 		gemeinsam - einfach - sachlich - freundlich		
		Maßnahmenliste/Besprechungsprotokoll		
Projektbezeichnung HSC Maschinenanschaffung		Ordnungsbegriff..... Projekt/Aufgabe+Nr. Bezeichnung Datei-Name Besprechungsprotokoll Status.....3		
Kurztitel/Bezeichnung		Verfasser TW631st	Seite 1/1	Datum 06.10.2010
Teilnehmer/Verteiler xxx, yyy		Telefon-Durchwahl 36367		
Nr	Art*	Aufgabe/Ergebnisse	Bearb. durch	Termine
1	I	Vorstellung und Abstimmung zum Projekt	Xxx	
2	I	<p>Sammlung folgender Wunschanforderung von Seiten der Instandhaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • technische Anlagenverfügbarkeit gemäß VDI 3423 von 98 % • leichter Zugang zum KSS-Behälter z.B. ausklappbare Pumpen, einfache Reinigung, Filterwechsel • Inspektionpunkte von außen sichtbar z.B. Fenster • Visualisierung der Sollzustände: <ul style="list-style-type: none"> ○ Manometer mit Min-Max Drücken gekennzeichnet ○ Schaugläser mit Min-Max Bestand gekennzeichnet ○ Hinweise auf Einstellvorschriften • Ausleuchtung der Arbeitsräume, Wartungs-, Inspektions- und Reinigungsstellen • Verwendung einer Zentralschmierung • gute Zugänglichkeit der Wartungs-, Reinigungs- und Inspektionsstellen • Anzeigen von notwendigen Wartungsintervallen in der Steuerung • Vermeidung von Schlammnester durch Abweisbleche • Abdichtung des Arbeitsraumes gegen Kühlmittelaustritt • Diagnosesysteme für das Erkennen von Fehlfunktionen • Dauerhafte Kennzeichnung von Leitungen und Bauteilen (Pneumatik, Hydraulik, Elektrik) • Kennzeichnung der Bauelemente an der Maschine mit Hinweis auf Funktion • Zusammenfassung von Einstellelementen auf eigenen Geräteträgern • Innerhalb von 24h soll eine Austauschspindel zur Verfügung gestellt werden. • Austausch der Spindel soll möglichst einfach erfolgen können. 		

Anlage 4: Gefährdungsanalyse HSC-Fräsmaschine

1. mechanische Gefährdung

- | | | |
|-----|---|---|
| 1.1 | ungeschützt bewegte Maschinenteile | alle durch Gitterzäune versperrt. |
| 1.2 | Teile mit gefährlichen Oberflächen | scharfkantige Fräswerkzeuge
durch Bearbeitung scharfkantige Werkstücke |
| 1.3 | bewegte Transportmittel, bewegte Arbeitsmittel | entfällt: Werkzeuge und Arbeitsmittel sind
eher klein |
| 1.4 | Sturz auf d. Ebene, Ausrutschen, Umknicken, Fehltre-
ten | normale Gefährdung |
| 1.5 | unkontrolliert bewegte Teile | entf. |
| 1.6 | Absturz | entf. |

2. elektrische Gefährdung

- | | | |
|-----|--------------------------|---|
| 2.1 | gefährliche Körperströme | norm. Gefährdung bei Arbeiten unter Span-
nung durch die Instandhalter |
| 2.2 | Lichtbogen | norm. Gefährdung bei arbeiten unter Span-
nung durch die Instandhalter Kat.: 2 |

3. Gefahrstoffe

- | | | |
|-----|-------------------------|--|
| 3.1 | Gase | entf. |
| 3.2 | Dämpfe | entf. |
| 3.3 | Aerosole | entf. |
| 3.4 | Flüssigkeiten | entf. |
| 3.5 | Feststoffe | Stäube werden durch Absaugung entfernt |
| 3.6 | durchgehende Reaktionen | entf. |

4. biologische Gefährdung

- | | | |
|-----|---|-------|
| 4.1 | Infektionsgefahr durch Mikroorganismen und Viren | entf. |
| 4.2 | gentechnisch veränderte Organismen | entf. |
| 4.3 | allergene und toxische Stoffe von Mikroorganismen
und Kleinstlebewesen | entf. |

5. Brand- und Explosionsgefährdung

- | | | |
|-----|---|---|
| 5.1 | Brandgefährdung durch Feststoffe, Flüssigkeiten und
Gase | normale Gefährdung durch Schmier und Hilfs-
stoffe |
| 5.2 | explosionsfähige Atmosphäre | entf. |
| 5.3 | Explosivstoffe | entf. |
| 5.4 | elektrostatische Aufladung | entf. |

6. thermische Gefährdung

- | | | |
|-----|---------------------------|--|
| 6.1 | Kontakt mit heißen Medien | Gefahr durch leichte Verbrennungen beim
Entschrumpfen von Werkzeugen. Geeignete
Schutzausrüstung ist zu tragen. Verweis auf
Betriebsanweisung |
| 6.2 | Kontakt mit kalten Medien | entf. |

7. Gefährdung durch spez. physikalische Einwirkungen

- | | | |
|-----|------------------------------|---|
| 7.1 | Lärm | erhöhte Lärmbelastung durch großen Maschi-
nenpark. MA sind mit Ohrschutz auszustatten |
| 7.2 | Ultraschall | entf. |
| 7.3 | Ganzkörperschwingungen | entf. |
| 7.4 | Hand-Arm Schwingungen | entf. |
| 7.5 | nichtionisierende Strahlung | entf. |
| 7.6 | ionisierende Strahlung | entf. |
| 7.7 | elektromagnetische Felder | entf. |
| 7.8 | Arbeiten im Über/ Unterdruck | entf. |

8. Gefährdung/ Belastung durch Arbeitsumgebungsbedingungen

- | | | |
|-----|--------------------------|---|
| 8.1 | Klima | normales Raumklima |
| 8.2 | Beleuchtung | zusätzliche Beleuchtung muss am Arbeitsplatz angebracht werden um diesen Optimal auszu-leuchten |
| 8.3 | Raumbedarf/ Verkehrswege | Raum ist ausreichend vorhanden. |

9. physische Belastung/ Arbeitsschwere

- | | | |
|-----|---|-------|
| 9.1 | schwere dynamische Arbeit | entf. |
| 9.2 | einseitige dynamische Arbeit | entf. |
| 9.3 | Haltungsarbeit/ Haltearbeit | entf. |
| 9.4 | Kombination aus statischer und dynamischer Arbeit | entf. |

10. Wahrnehmung und Handhabbarkeit

- | | | |
|------|--|-------|
| 10.1 | Informationsaufnahme | entf |
| 10.2 | Wahrnehmungsumfang | entf. |
| 10.3 | erschwerte Handhabbarkeit von Arbeitsmitteln | entf. |

11. sonstige Gefährdungen/ Belastungen

- | | | |
|------|---|--|
| 11.1 | persönliche Schutzausrüstung | Sicherheitsschuhe Arbeitshose, Ohrenschutz, Ausrüstung für das Einschrumpfen der Werkzeuge |
| 11.2 | Hautbelastung | entf |
| 11.3 | durch Menschen | entf. |
| 11.4 | durch Tiere | entf. |
| 11.5 | durch Pflanzen und pflanzliche Produkte | entf. |

12. psychische Belastungen

- | | | |
|------|---------------------|-------|
| 12.1 | Arbeitstätigkeit | entf. |
| 12.2 | Arbeitsorganisation | entf. |
| 12.3 | soziale Bedingungen | entf. |

13. Organisation

- | | | |
|------|------------------------|--|
| 13.1 | Arbeitsablauf | entf. |
| 13.2 | Arbeitszeit | entf. |
| 13.3 | Qualifikation | MA muss entsp. An der Maschine und deren Bedienung ausgebildet sein. |
| 13.4 | Unterweisung | muss für jeden MA an der Maschine jährlich erfolgen |
| 13.5 | Verantwortung | entf. |
| 13.6 | zuwenig SI Beauftragte | entf. |
| 13.7 | Jugendliche/ Mütter | entf. |
| 13.8 | Betriebsanweisungen | |
| 13.9 | zuwenig Ersthelfer | |

Anlage 5: Besprechungsprotokoll "Besuch A in Teststadt"

Projektbezeichnung HSC Fräsmaschine		Ordnungsbegriff..... Projekt/Aufgabe+Nr..... Bezeichnung..... Datei-Name.....Besuch A in Teststadt.doc Status.....1		
Kurztitel/Bezeichnung Besuch A in Teststadt		Verfasser TWG311hr	Seite 1/2	Datum 27.10.2010
Teilnehmer/Verteiler Herr Mayer, Herr Schmid, Herr Müller, TWG313c, TWG312wu, TWG311hr		Telefon-Durchwahl -6490		
Nr	Art*	Aufgabe/Ergebnisse	Bearb. durch	Termine
		Hr. Mayer: Selbstständiger Vertreter, ehemals A-Mitarbeiter, vertrat Hr. Schulze Hr. Schmid Vertriebsmitarbeiter Bereich BW Hr. Müller Programmierer seit 10 Jahren		
		Neben dem eigentlichen Testteil (73X103-279-S) wurde ein weiteres, einfacheres Teil (73X106-777-S) programmiert und gefräst. Hierbei war nach einer geringfügigen Radiusänderung nur eine 3-Achs Bearbeitung notwendig. Ergebnis „kleiner Stempel“: 100% im Toleranzbereich (obwohl absichtlich etwas unter Maß gefräst wurde, um bessere Oberfläche zu erlangen), kein Werkzeugbruch, Programmierzeit ca. 30min, Fräszeit 35min Ergebnis Teststempel: nicht maßgenau (noch ungeklärter Fehler bei Maschine), neuer Stempel mit Messprotokoll wird zugeschickt		
		Eindruck Programmierarbeit (Delcam/PowerMill): Programmierarbeit gut, von selbst richtige Strategie für Schruppbearbeitung gewählt, Werkzeugschonend. Programmierer schien etwas abgelenkt, nicht auf unseren Test konzentriert Anwender und Programmierer nicht dieselbe Person=>Unstimmigkeiten		
		Eindruck Fräsarbeit/Maschine: 3-Achs: Maßgenau, 5-Achs: Maßungenauigkeit aufgrund noch ungeklärtem Fehler (Makros) Kompakte und stabile Bauweise, gute Einsicht und Verarbeitung, Konzentration auf HSC Fräsen		
		Eindruck Steuerung: Leicht verständlich, schnell, guter Service/Beratung		

Nr	Art*	Aufgabe/Ergebnisse	Bearb. durch	Termine
		<p>Weiteres Vorgehen:</p> <p>Fa. A nimmt Kontakt mit Werkzeug- und Spannvorrichtungsherstellern auf.</p> <p>Vereinbarung eines 2. Testtermins:</p> <p>3 Stempel, deren Kontur schon vorher bekannt gegeben wird (ca. 4 Wochen Zeitfenster), um sich auf Fräsarbeit zu konzentrieren und hier Optimum zu sehen.</p>		
		<p>Zusatzinfo:</p> <p>Werkzeughersteller:</p> <p>Fa. M</p> <p>Fa. N</p> <p>Fa. O</p> <p>Fa. P</p> <p>Spannsysteme:</p> <p>Fa. R</p> <p>Fa. S</p> <p>Fa. T</p> <p>Fa. U</p> <p>Weitere mögliche CAD/CAM Systeme:</p> <p><i>xyz</i>: sehr schnell, aber schlechtere Oberfläche, kleine Spline Interpolation sondern Dreiecksinterpolation</p> <p><i>abc</i>: wäre kein Problem mit Post-Prozessor, allerdings keine Erfahrung mit 5-Achs Simultan-Modul</p>		

3. Prüfungsbereich Produktionssysteme (Ganzheitliche Aufgabe/Teil 2 der Abschlussprüfung)

Im Prüfungsbereich Produktionssysteme sollen die Prüfungsteilnehmer/innen nachweisen, dass sie

- Produktionssysteme analysieren, Prozessabläufe und Produktionsdaten auswerten und beurteilen,
- Produktionstechnologien, -strukturen und -abläufe festlegen, Produktionsanlagen und Produktionsmittel auswählen, Lösungsvarianten unter technischen, qualitativen, betriebswirtschaftlichen und ökologischen Vorgaben erarbeiten, bewerten und dokumentieren, Prozessparameter festlegen sowie
- die Einführung von Lösungen in die Produktion planen und entsprechende Planungsunterlagen erstellen

können. Zum Nachweis der Qualifikationen sollen die Prüfungsteilnehmer/innen in 240 Minuten *eine ganzheitliche Aufgabe* schriftlich bearbeiten und die Ergebnisse in praxisüblicher Form dokumentieren.

Die *ganzheitliche Aufgabe* soll *ganzheitliche Handlungen* in realen betrieblichen Anwendungssituationen in ihrer berufstypischen Komplexität widerspiegeln. Die Aufgabe soll deshalb aus originären Aufgabenstellungen und Tätigkeiten heraus abgeleitet werden.

Eine Ganzheitliche Aufgabe wird in Form einer so genannte Situationsaufgabe entwickelt: In einem Szenario wird eine Situation geschildert und das Ziel der Aufgabe, beispielsweise

- Erfassen von Problemen im Anlaufprozess und beschreiben von Lösungen,

- Einfügen eines neuen Prozessschrittes in eine Produktion,
- Optimieren der Qualität der Produkte, der Stabilität der Prozesse, der Durchlaufzeiten, der Stillstandszeiten des produzierenden Systems, ... beschrieben.

Dieses Szenario soll einer realen betrieblichen Anwendungssituationen in ihrer berufstypischen Komplexität möglichst nah kommen. Dazu gehören Unterlagen, die die Situation und den Arbeitsauftrag beschreiben sowie Unterlagen, die zur Lösung der Aufgaben benötigt werden.

Die Ganzheitliche Aufgabe enthält neben der Problembeschreibung zielgerichtete Leitfragen, die die Prüfungsteilnehmer/innen auf die vom Prüfungsausschuss erwarteten Prüfungsleistungen hinführen. Diese Leitfragen ergeben sich aus dem Anforderungskatalog (nachzuweisende Qualifikationen). Durch diese Fragen werden die Prüfungsteilnehmer/innen aufgefordert, Unterlagen – wie sie auch in der Praxis üblich sind – zu erstellen, beispielsweise

- Ergebnisse von Analysen,
- Beschreibungen und Bewertungen von Lösungsvarianten,
- Planungsunterlagen.

Wesentlich ist dabei, dass es offene Bearbeitungsaufgaben sind, zu denen es nicht nur eine einzige Lösung gibt.

Die nachfolgende Aufgabe wurde von Lehrern der Technischen Schulen Aalen entwickelt.

Ganzheitliche Aufgabe:

Analyse und Optimierung einer Abfüllanlage

Bearbeitungszeit 240 Minuten

1. Gesamtauftrag:

In einer Abfüllanlage werden Flüssigkeiten in Flaschen abgefüllt. Sie erhalten den Auftrag,

- die Anlage zu analysieren, um Qualitätsmängel zu beseitigen und die Verfügbarkeit der Anlage zu erhöhen;
- die Erhöhung des Ausstoßes von derzeit 13.000 im Zweischichtbetrieb auf 26.000 abgefüllte Flaschen zu planen.

2. Aufgaben

2.1 Analysieren Sie das produzierende System

2.1.1 Analysieren Sie das Lagermodell (Wareneingang) und ermitteln Sie Meldebestand bei einer Wiederbeschaffungszeit von zwei Tagen.

2.1.2 Priorisieren Sie die, in der Fehlersammelkarte dargestellten technischen Problembereiche mit einem geeigneten Tool und stellen Sie diese in geeigneter Form dar. Benennen Sie die Problembereiche, die vorrangig zu bearbeiten sind.

2.1.3 Neben den in der Fehlersammelkarte dargestellten Problemen treten im Produktionssystem weitere Problembereich auf. Benennen Sie die Problembereiche zu **technischen, organisatorischen und IT-technischen Aspekten** und stellen Sie diese übersichtlich dar.

2.1.4 Werten Sie die Qualitätsregelkarte aus. Ergänzen Sie auch jeweils die Warn- und Eingriffsgrenzen. Dafür wurden ein 95%-iger Zufallstreubereich für die Warngrenzen und ein 99%-iger Zufallstreubereich für die Eingriffsgrenzen festgelegt. Beurteilen Sie die Daten der Regelkarte und veranlassen Sie gegebenenfalls Sofortmaßnahmen.

2.2 Schlagen Sie Problemlösungen vor

2.2.1 Erstellen Sie für beide Stationen („Abfüllen der Flaschen“ und „Transportband“) je eine FMEA (Formulare siehe Anlage) und ermitteln Sie die jeweiligen Risikoprioritätszahlen für

- Auftretenswahrscheinlichkeit
A : 1 (unwahrscheinlich) - 10 (hoch)
- Bedeutung
B: 1 (keine Bedeutung) – 10 (sehr hohe Bedeutung)

- Entdeckungswahrscheinlichkeit
E : 1 (hoch) – 10 (unwahrscheinlich)

Treffen Sie gegebenenfalls Annahmen.

Beschreiben, konkretisieren und bewerten Sie jeweils zwei Lösungsvarianten, die unter den gegebenen technischen Möglichkeiten realisiert werden können. Ändern Sie gegebenenfalls den Ausschnitt im SPS-Programm ab und skizzieren bzw. beschreiben Sie eine Optimierung der Transportbandanlage in der Zeichnung Abschnitt 4.3.

2.2.2 Der Ausstoß soll auf 26000 Flaschen pro Tag erhöht werden. Die Geschäftsleitung plant, ein Pick-and-Place-System für das Verpacken der Flaschen einzusetzen. Die Gesamtkosten für den Umbau des Verpackungsarbeitsplatzens in eine automatische Einheit beträgt 50.000 €. Überprüfen, belegen und entscheiden Sie, ob sich der Umbau amortisiert.

2.2.3 Entwickeln Sie ein an die neue Situation angepasstes Lagermodell und definieren Sie Sicherheits- und Meldebestand.

2.2.4 Planen Sie weitere Maßnahmen zur Erreichung des Ziels der Steigerung des Ausstoßes. Fixieren Sie diese Maßnahmen in einem Lastenheft.

2.3 Planen sie die Umsetzung der Lösung

2.3.1 Ihre Lösung soll umgesetzt werden. Bei der Umstellung steht Ihnen nachfolgender Projektstrukturplan zur Verfügung. Erstellen Sie ein Gantt-Diagramm in Vorwärtsterminierung und überprüfen Sie den Endtermin. Es gelten folgende Rahmenbedingungen:

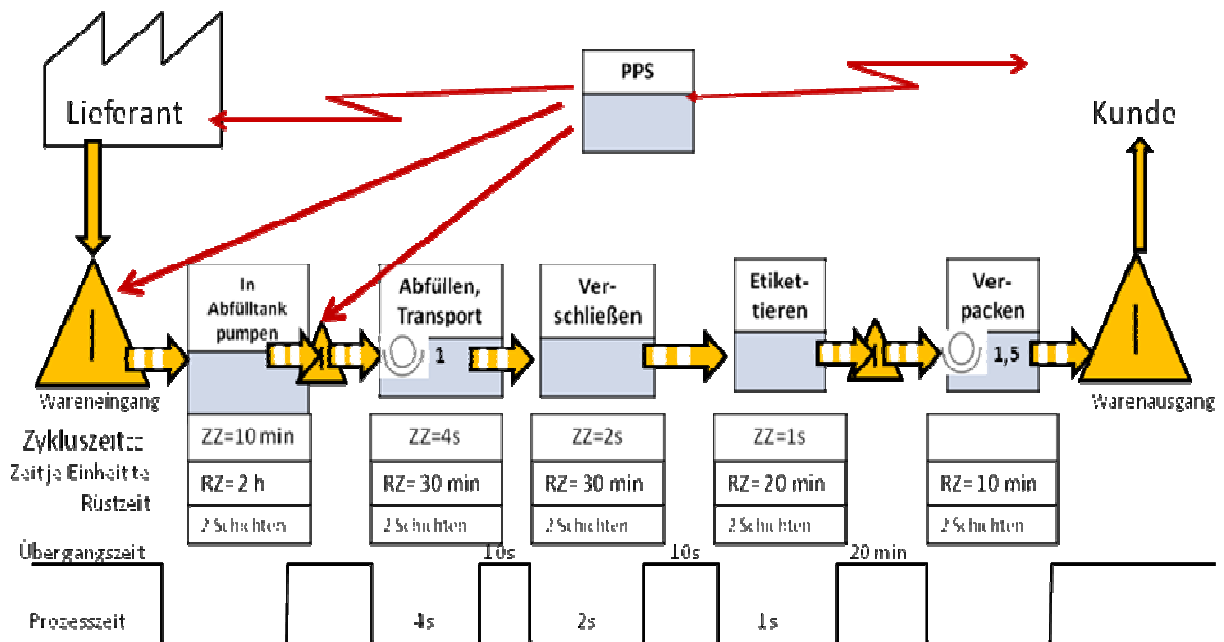
- Die Anlage muss ab Betriebskalendertag (BKT) 112 im Zweischichtbetrieb laufen.
- Die Planung beginnt in BKT 80 mit „Planung der Umbaumaßnahmen“.
- Die elektrische Installation beginnt zwei Tage vor Beendigung der mechanischen Installation.
- Die Schulung erfolgt beim Lieferanten und kann bereits nach der Bestellung der Anlage beginnen.

Ebene 0	Anlagenumbau											
1	PSP-Code Nr.: 1			PSP-Code Nr.: 2						PSP-Code Nr.: 3		
	PROJEKTPLANUNG			PROJEKTDURCHFÜHRUNG						PROJEKTABSCHLUSS		
2	1 1	1 2	1 3	2 1	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	3 1	3 2	3 3
	Planung der Umbaumaßnahmen	Finanzierung	Bestellung	Lieferzeit	Patz bereitstellen	mech. Installation	elektr. Installation	Fertigmontage	IT-Anbindung	Schulung	Anlagenabnahme	Inbetriebnahme
Gep plante Dauer (Tage)	2	1	1	15	3	4	4	2	4	5	1	1
Res- source	Projekt-leiter	Rechnungs-wesen	Betriebs-leitung	Lieferant	Werk-statt	Mechan. Werk-statt	Elektr. Werk-statt	Werk-statt	IT-Team	Lieferant	Projekt-leiter	Projekt-leiter

3. Beschreibung der Abfüllanlage

Das Abfüllen von Flüssigkeiten in Flaschen wird durch eine Abfüllanlage realisiert. Die Flüssigkeit wird aus einem Vorratstank in den Abfülltank gepumpt, und von diesem in die Flaschen gefüllt. Ein Transportband führt die Flaschen zu und ab. Sind diese gefüllt, werden Sie automatisch verschlossen und etikettiert. Die Verpackung in 6-er Kartons erfolgt manuell.

Schema



Rahmenbedingungen:

Zweischichtbetrieb, die Dauer einer Schicht beträgt 8 Stunden.
 Abzüglich der Verteilzeit arbeitet die Anlage 7,22 Stunden pro Schicht.
 Die Anlage wird im Zweischichtbetrieb gefahren.
 Ein Jahr hat 210 Arbeitstage.

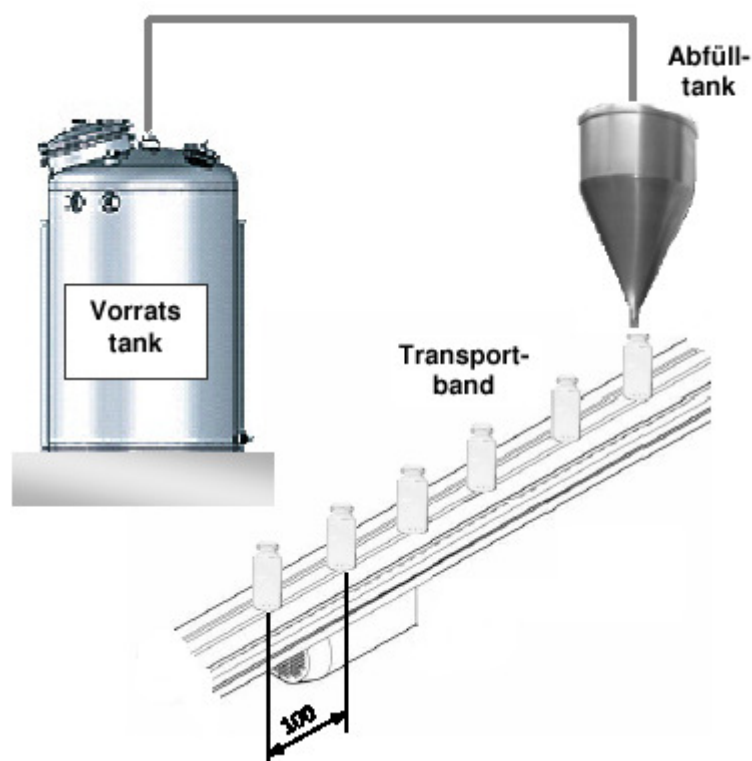
Beschreibung der einzelnen Stationen:

Wareneingang: Das Abfüllgut wird verbrauchsgesteuert geliefert und im Vorratstank gelagert. Damit immer genügend Abfüllgut vorhanden ist, wurde ein Sicherheitsbestand von 650 l im Vorratstank festgelegt. Der Tank wurde am Abend des BKT 40 auf die maximale Menge von 5000 l gefüllt. Für die Betriebskalendertage (BKT) 40– 59 konnten aus dem PPS-System folgende Daten entnommen werden:

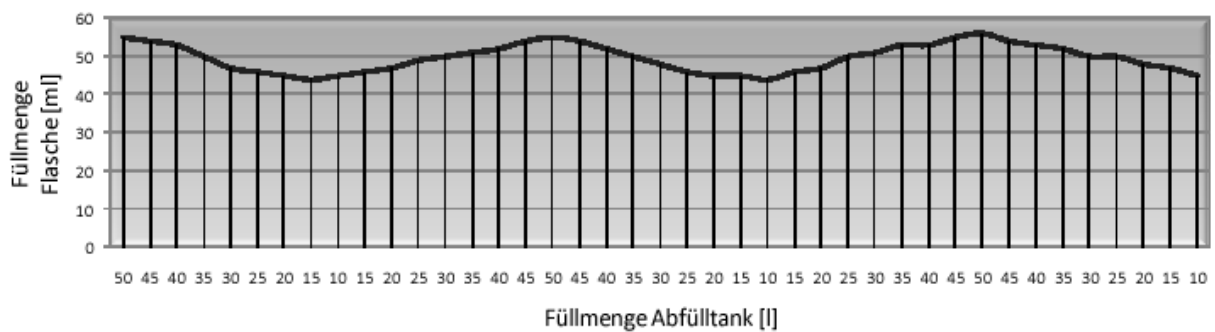
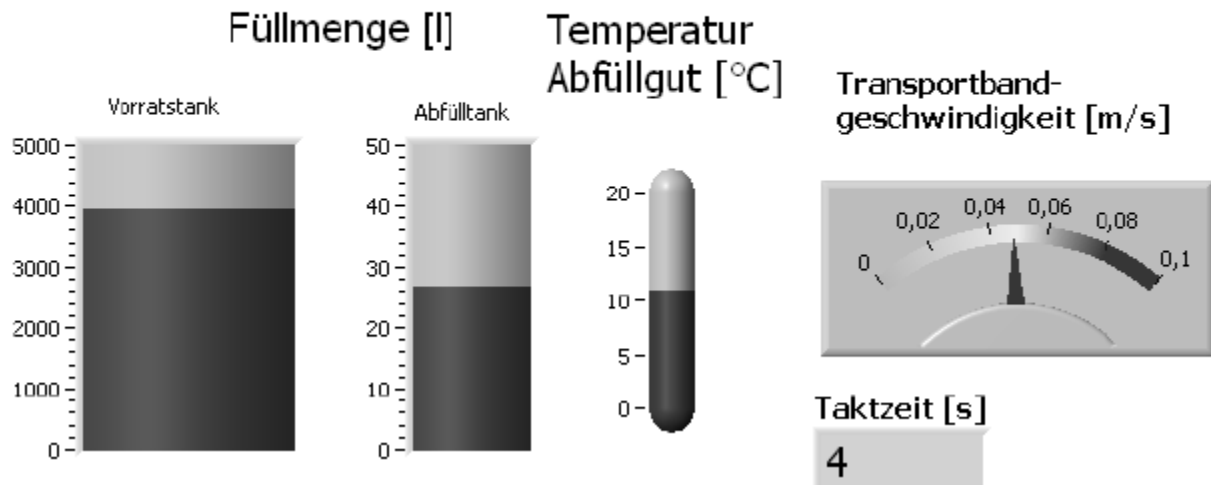
BKT	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Ist-Entnahme (l) pro Tag		630	630	620	620	620	620	610	620	610	590	580	480	480	450	540	540	110	630	550
Auffüllen des Tanks auf 5000 l, jeweils am Ende des Tages	x							x										x		

In Abfülltank pumpen: Bei einer Mindestmenge von 10 l im Abfülltank wird dieser wieder auf 50 l gefüllt.

Abfüllen, Transport: Die Flaschen werden durch ein Förderband zur Abfüllstelle gebracht. Das Förderband steht während des Abfüllens still. Nach dem Abfüllvorgang bringt das Förderband eine weitere Flasche zum Abfüllplatz. Die gefüllten Flaschen werden zur Verschließstation mittels Transportband gefördert



Abfüllprozess



Qualitätsregelkarte: Abfüllmenge

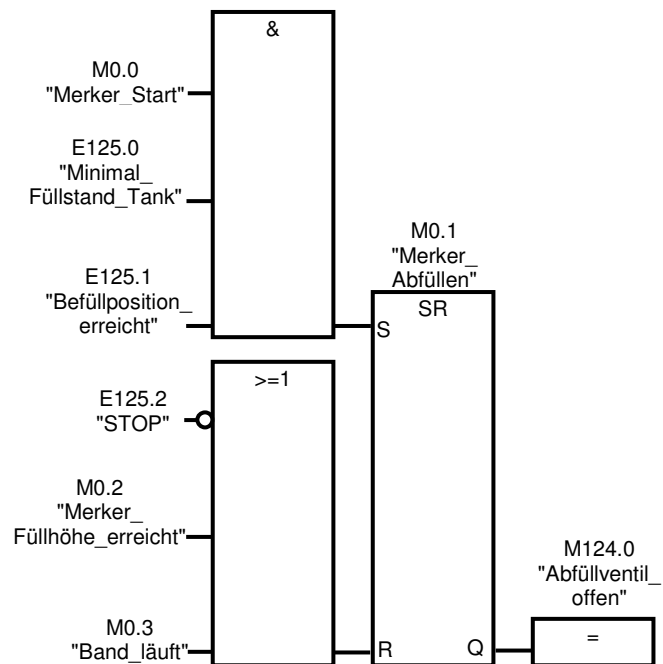
Teil-Nr.	201-5	Prüfmerkmal: Füllmenge	Prüfmittel: Präzisionswaage EP15	Vorlauf	X
Los-Nr.	016	Sollwert: 50 ± 5 ml	BKT: 39	Abfüllprozess	

Stichprobe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entnahme	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30
x ₁	51	51	51	50	51	51	51	51	51	51	50	51	51	50	49	49	50	50	49	51	51	50
x ₂	49	49	49	50	49	49	50	49	50	49	50	50	51	49	50	51	49	49	50	51	51	51
x ₃	51	51	51	49	50	51	51	50	51	51	51	51	49	51	49	51	51	51	51	51	51	51
x ₄	52	52	49	49	51	52	52	52	52	49	49	50	52	51	50	50	50	51	52	50	50	51
x ₅	51	49	51	51	52	51	51	51	49	51	51	51	51	51	50	48	50	50	50	50	51	52
\bar{x}	50,8	50,4	50,2	49,8	50,6	50,8	51,0	50,6	50,6	50,2	49,8	50,6	50,8	50,4	49,6	49,8	50,0					
S	1,1	1,3	1,1	0,8	1,1	1,1	0,7	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	1,1	0,9	0,5	1,3	0,7					

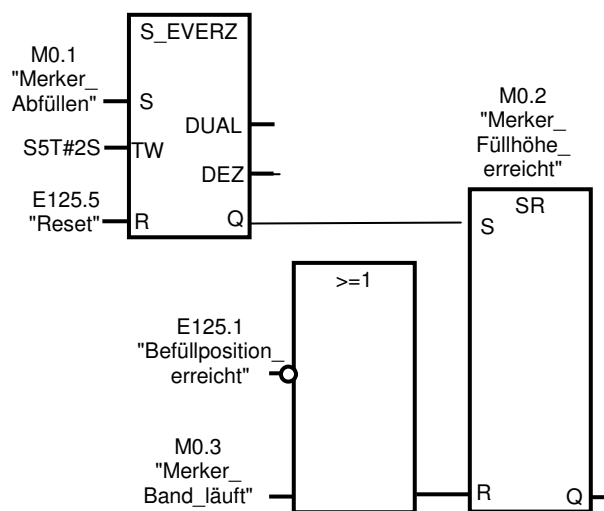
Ausschnitt aus dem SPS-Programm zum Abfüllen der Flaschen:

Baustein: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Netzwerk: 1



Netzwerk: 2



Verschließen der Flaschen erfolgt vollautomatisch.

Etikettieren erfolgt vollautomatisch. Die etikettierten Flaschen werden mittels Transportband zu einem Zwischenlager gefördert.

Zwischenlager:



→ zur Verpackung

vom Etikettieren

Verpacken

Arbeitsaufgabe: Entfalten der Kartons, Entnahme der abgefüllten und etikettierten Flaschen aus Zwischenlager, Sichtkontrolle und Verpacken der Flaschen in Kartons. Sechs Flaschen werden in einen Karton gepackt.

Eingabe: Karton, unentfaltet für 6 Flaschen, Flaschen gefüllt, verschlossen und etikettiert

Ausgabe: 6 Flaschen in einem etikettierten Karton

Auftragsmenge m: 13.000 Flaschen

Mitarbeiter: durchschnittlich 1,5 MA / Schicht

Fertigungslohnkosten inkl. Schichtzulage: 19,85 €

Nr.	Ablaufabschnitt	Sollzeit [s]
1	Karton vom Stapel entnehmen und entfalten	10
2	Flasche von Transportband entnehmen, Sichtkontrolle und in Karton stellen	2
3	Vollen Karton verschließen	5
4	Karton etikettieren	5
5	Karton auf Abföhrband stellen	4

Fehlersammelkarte

<input checked="" type="checkbox"/> Fehlersammelkarte <input type="checkbox"/> Merkmalsammelkarte		Produkt: VitaC 50 ml																				
		Prozess: Abfüllung von VitaC																				
Betriebskalendertag		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	ΣX
Merkm		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	ΣX
Umfallen der Flasche		4	6	2	6	2	8	2	8	5	20	2	2	22	1	12	12	14	2	5	5	140
Flüssigkeitsflecken auf der Flasche		4	3	8	2	5	5	5	5	15	5	14	12	10	8	6	6	8	8	8	10	147
Etikett fehlt		5	5	13	5	5	12	5	8	12	2	3	8	8	5	8	5	2	7	5	2	125
Etikett: unsauberer Druck		1	2	2	5	2	1	2	2	1	1	3	1	2	3	2	1	1	1	1	2	36
Füllhöhe außerhalb der Toleranz		10	5	8	6	9	5	10	6	6	3	5	6	8	12	9	20	20	14	22	18	202
Flaschen verschmutzt		1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0	0	1	0	1	2	1	0	2	2	16
Bandstillstand		0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	7
Mischung: Störung		1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7

Abfüllung: Störung	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	3	3	4	0	0	0	0	0	0	26
Σ Fehler-/Merkmalshäufigkeit	28	25	36	26	25	33	27	34	41	34	29	33	54	35	38	46	48	32	43	39	706

Merkmal	Kosten pro Fehler [€]
Umfallen der Flasche	8
Flüssigkeitsflecken auf der Flasche	1
Etikett fehlt	2
Etikett: unsauberer Druck	5
Füllhöhe außerhalb der Toleranz	12
Flaschen verschmutzt	5
Bandstillstand	25
Mischung: Störung	30
Abfüllung: Störung	10

4. Formulare und andere Hilfsmittel zur Lösung der Aufgaben

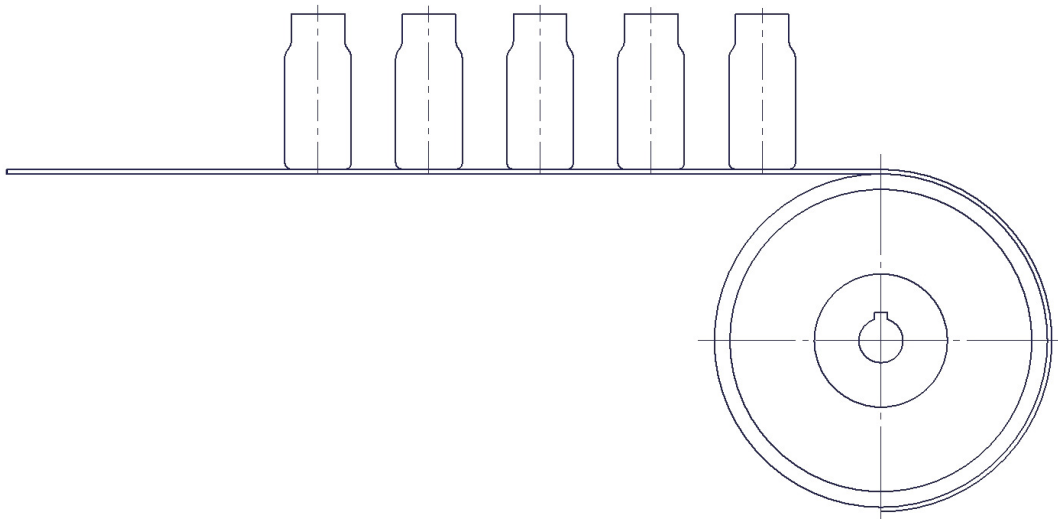
4.1 FMEA Abfüllen der Flaschen

möglicher Fehler	Anlage:	Abfüllanlage	Datum:				empfohlene Abstellmaßnahmen
	Station:	Abfüllen der Flaschen	Bearbeiter:				
	Auswirkungen/Folgen	Ursachen	Bewertung			RPZ	
			A	B	E		

4.2 FMEA Flaschentransport

möglicher Fehler	Anlage:	Abfüllanlage	Datum:				empfohlene Abstellmaßnahmen
	Station:	Flaschentransport	Bearbeiter:				
	Auswirkungen/Folgen	Ursachen	Bewertung			RPZ	
			A	B	E		

4.3 Optimierung des Transportbands



4.4

Gantt-Diagramm

				BKT																																								
Nr.	Vorgangsname	Dauer in Tagen	Vorgänger	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115					

4.5 Formeln zur Berechnung der Grenzen bei der Mittelwert- und Standardabweichungs-karte

Grenzen der Mittelwertkarte	Grenzen der Standardabweichungskarte
$OEG = \bar{\bar{x}} + A_E \cdot \hat{\sigma}$	$OEG = B_{OEG} \cdot \hat{\sigma}$
$UEG = \bar{\bar{x}} - A_E \cdot \hat{\sigma}$	$UEG = B_{UEG} \cdot \hat{\sigma}$
$OWG = \bar{\bar{x}} + A_H \cdot \hat{\sigma}$	$OWG = B_{OWG} \cdot \hat{\sigma}$
$UWG = \bar{\bar{x}} - A_H \cdot \hat{\sigma}$	$UWG = B_{UWG} \cdot \hat{\sigma}$
$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{a_n}$	

4.6 Kennwerte zur Berechnung der Grenzen bei der Mittelwert- und Standardabweichungskarte nach DGQ

Eingriffsgrenzen ZSB: 99 %, Warngrenzen ZSB: 95 %

n	a _n	A _E	A _W	B _{OEG}	B _{UEG}	B _{OWG}	B _{UWG}
2	0,798	1,821	1,386	2,807	0,006	2,241	0,031
3	0,886	1,487	1,132	2,302	0,071	1,921	0,159
4	0,921	1,288	0,980	2,069	0,155	1,765	0,268
5	0,940	1,152	0,877	1,927	0,227	1,669	0,348
6	0,952	1,052	0,800	1,830	0,287	1,602	0,408

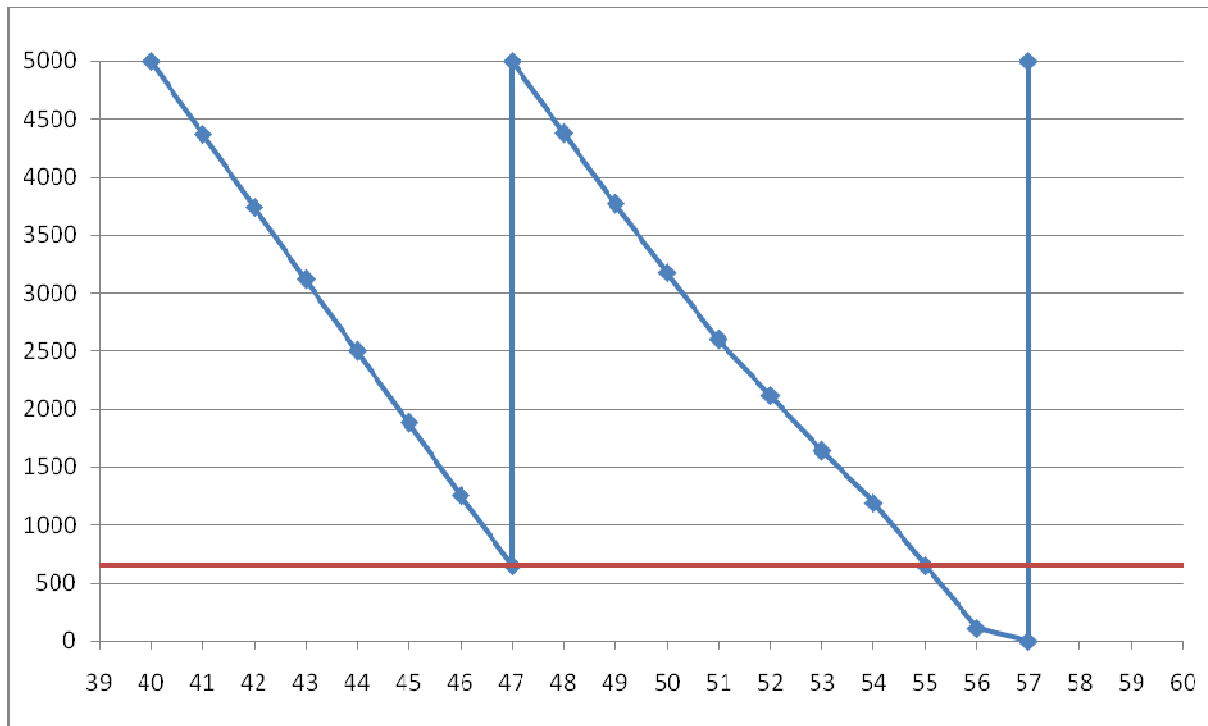
Lösungsvorschlag

2.1.1

	Lagerbestände																			
BKT	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Ist-Lagerbestand [l] am Ende des Tages	5000	4370	3740	3120	2500	1880	1260	650/ 5000	4380	3770	3180	2600	2120	1640	1190	650	110	0/ 5000	4370	3820
Ist-Entnahme [l] pro Tag		630	630	620	620	620	620	610	620	610	590	580	480	480	450	540	540	110	630	550

Analyse:

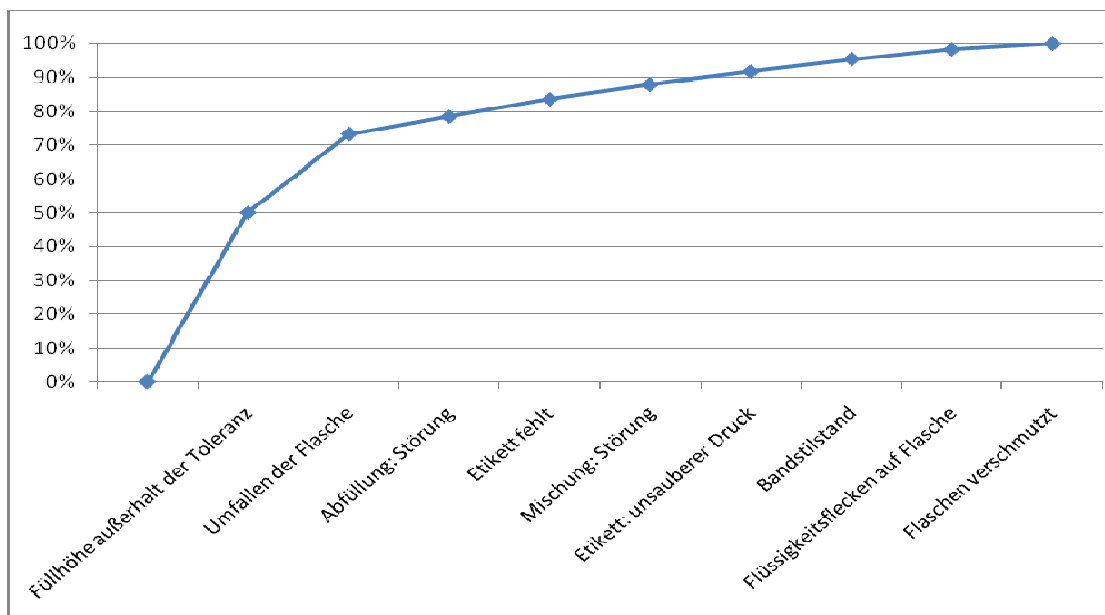
- Meldebestand: 1880 l (ausgehend von KW47)
- Sicherheitsbestand ist mit 650l zu gering. Durch Lieferschwierigkeiten wird in BKT 56 und 57 ein Engpass erreicht.
Vorschlag: Sicherheitsbestand erhöhen.



3.1.2

Merkmal	Kosten pro Fehler [€] kosten	Häufigkeit	Gesamt- kosten [€]	Gesamt- kosten [%]	Rang
Umfallen der Flasche	8	140	1120	23,11%	2
Flüssigkeitsflecken auf Flasche	1	147	147	3,03%	8
Etikett fehlt	2	125	250	5,16%	4
Etikett: unsauberer Druck	5	36	180	3,71%	6
Füllhöhe außerhalb der Toleranz	12	202	2424	50,02%	1
Flaschen verschmutzt	5	16	80	1,65%	9
Bandstillstand	25	7	175	3,61%	7
Mischung: Störung	30	7	210	4,33%	5
Abfüllung: Störung	10	26	260	5,37%	3
			4.846	100%	

Rang	Merkmal	Kosten pro Fehler [€] kosten	Häufigkeit	Gesamt- kosten [€]	Gesamt- kosten [%]	Gesamt- kosten kumuliert [%]
1	Füllhöhe außerhalb der Toleranz	12	202	2424	50,02%	50,02%
2	Umfallen der Flasche	8	140	1120	23,11%	73,13%
3	Abfüllung: Störung	10	26	260	5,37%	78,50%
4	Etikett fehlt	2	125	250	5,16%	83,66%
5	Mischung: Störung	30	7	210	4,33%	87,99%
6	Etikett: unsauberer Druck	5	36	180	3,71%	91,70%
7	Bandstillstand	25	7	175	3,61%	95,32%
8	Flüssigkeitsflecken auf Flasche	1	147	147	3,03%	98,35%
9	Flaschen verschmutzt	5	16	80	1,65%	100,00%



Vorrangig zu bearbeiten sind die A-Probleme:

Füllhöhe außerhalb der Toleranz und Umfallen der Flaschen

3.1.3

	Technische Probleme	Organisatorische Probleme	IT-Technische Probleme
Wareneingang/ Eingangslager	Störung beim Mischen	Lagerbestand ist verbrauchsgesteuert; Sicherheitsbestand wird z.T. unterschritten	PPS-System gibt keine Warnung bezüglich Unterschreitung der Sicherheitsbestandes
	Flaschen verschmutzt	In BKT 58 Engpass	
Flaschentransport	Bandstillstand		
	Umfallen der Flaschen		
	Transportzeit der Flaschen ist hoch (2s)		
	Bandstillstand		
	Ungenügende Riemen- spannung		
	Durchrutschen des Bandes bei Nässe		
	Großer Abstand der Flaschen auf dem Förderband		
Abfüllen	Füllhöhe außerhalb der Toleranz	Abfüllen dauert relativ lang (4s)	Zeitgesteuertes Abfüllen im SPS-Programm
	Flüssigkeitsflecken auf Flasche		
	Störung		
	Abfüllmenge hängt vom Füllstand des Abfülltanks ab		
Verschließen		Verschließen nur zu 50% ausgelastet	
Etikettieren	Etikett fehlt	Etikettieren nur zu 25% ausgelastet	PPS hat keine Information über Zwischenlager nach Etikettieren
	Unsauberer Druck	Zwischenlager nach Etikettieren	
Verpacken		Arbeitsablauf zu vielschichtig	
		Verpacken dauert relativ lang: $t_e = 6s$ (Zykluszeit 4s bei 1,5 MA) (siehe Berechnung unten)	
		Pufferbildung vor Verpacken, da nicht konstant 1,5 Mitarbeiter verfügbar	
		Verpacken ist lohnintensiv (Schichtzulage u.a.)	
Warenausgang			PPS hat keine Information über Warenausgangsbestand

Nr.	Ablaufabschnitt	Sollzeit [s]
1	Karton vom Stapel entnehmen und entfalten	10
2	Flasche von Transportband entnehmen, Sichtkontrolle und in Karton stellen	2
3	Vollen Karton verschließen	5
4	Karton etikettieren	5
5	Karton auf Abführband stellen	4

Berechnung der Grundzeit:

$$t_e = 10/6s + 2s + 5/6s + 5/6s + 4/6s = 6s$$

3.1.4

Parametereingabe			Statistische Auswertung			Faktoren für n=5	
Nennmaß	N	50	$\bar{x} = \frac{\sum x}{m}$	xdoppelquer	50,41	an	0,94
Toleranz	T	10	$\bar{s} = \frac{\sum s}{m}$	squer	0,91	AE	1,15
oberes Abmaß	OTG	55,0	$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{a_n}$	sigma	0,970	AW	0,88
unteres Abmaß	UTG	45,0				BOEG	1,93
Stichproben	m	22				BOWG	1,67
Stichpr. Umfang	n	5				BUWG	0,35
						BUEG	0,23

Eingriffs und Warngrenzen					
Grenzen für Mittwertkarte			Grenzen für Standardabweichungskarte		
$OEG = \bar{x} + A_E \cdot \hat{\sigma}$	OEG	51,53	$OEG = B_{OEG} \cdot \hat{\sigma}$	OEG	1,87
$UEG = \bar{x} - A_E \cdot \hat{\sigma}$	UEG	49,29	$UEG = B_{UEG} \cdot \hat{\sigma}$	UEG	0,22
\bar{x}	Mittellinie	50,41	$M = a_n \cdot \hat{\sigma}$	Mittellinie	0,91
$OWG = \bar{x} + A_W \cdot \hat{\sigma}$	OWG	51,26	$OWG = B_{OWG} \cdot \hat{\sigma}$	OWG	1,62
$UWG = \bar{x} - A_W \cdot \hat{\sigma}$	UWG	49,56	$UWG = B_{UWG} \cdot \hat{\sigma}$	UWG	0,34

Regelkarte siehe folgende Seite

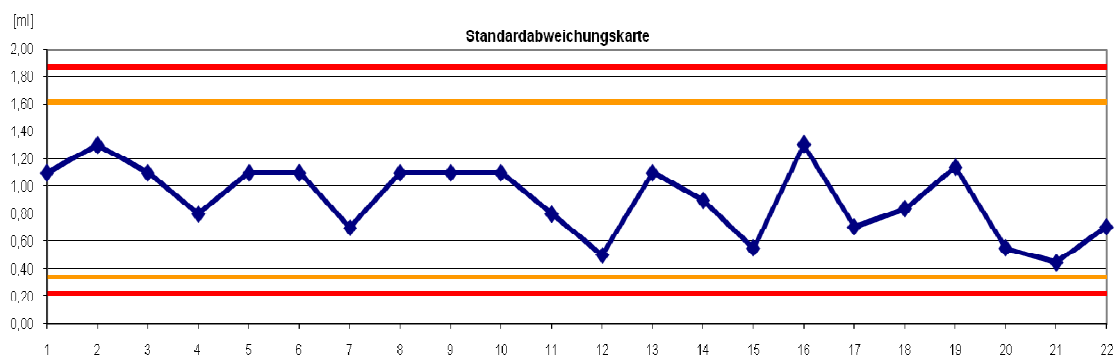
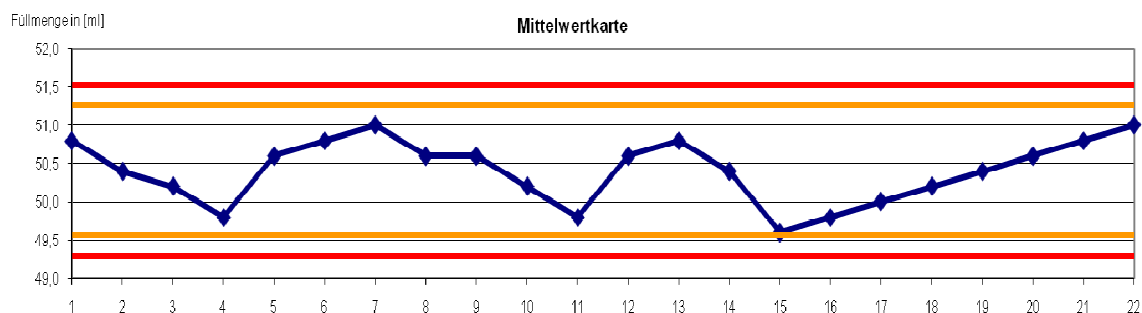
Beurteilung der Regelkarte

- Bis Stichprobe 14 läuft der Prozess stabil
- Stichprobe 15 erreicht untere Warngrenze → Prozess genau beobachten
- Ab Stichprobe 15 Trend (7 Werte hintereinander steigen) → Prozess stoppen und Ursache suchen.

Qualitätsregelkarte

Teil-Nr.	201-5	Prüfmerkmal:	Füllmenge	Prüfmittel:	Präzisionswaage EP15	Vorlauf	X
Los-Nr.	016	Sollwert:	50 ± 5 ml	BKT:	39	Abfüllprozess	

Stichprobe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entnahme	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30
x ₁	51	51	51	50	51	51	51	51	51	51	50	51	51	50	49	49	50	50	49	51	51	50
x ₂	49	49	49	50	49	49	50	49	50	49	50	50	51	49	50	51	49	49	50	51	51	51
x ₃	51	51	51	49	50	51	51	50	51	51	51	51	49	51	49	51	51	51	51	51	51	51
x ₄	52	52	49	49	51	52	52	52	52	49	49	50	52	51	50	50	50	51	52	50	50	51
x ₅	51	49	51	51	52	51	51	51	49	51	51	51	51	51	50	48	50	50	50	50	51	52
\bar{x}	50,8	50,4	50,2	49,8	50,6	50,8	51,0	50,6	50,6	50,2	49,8	50,6	50,8	50,4	49,6	49,8	50,0	50,2	50,4	50,6	50,8	51,0
S	1,1	1,3	1,1	0,8	1,1	1,1	0,7	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	1,1	0,9	0,5	1,3	0,7	0,8	1,1	0,5	0,4	0,7



3.2.1 Mögliche Lösung:

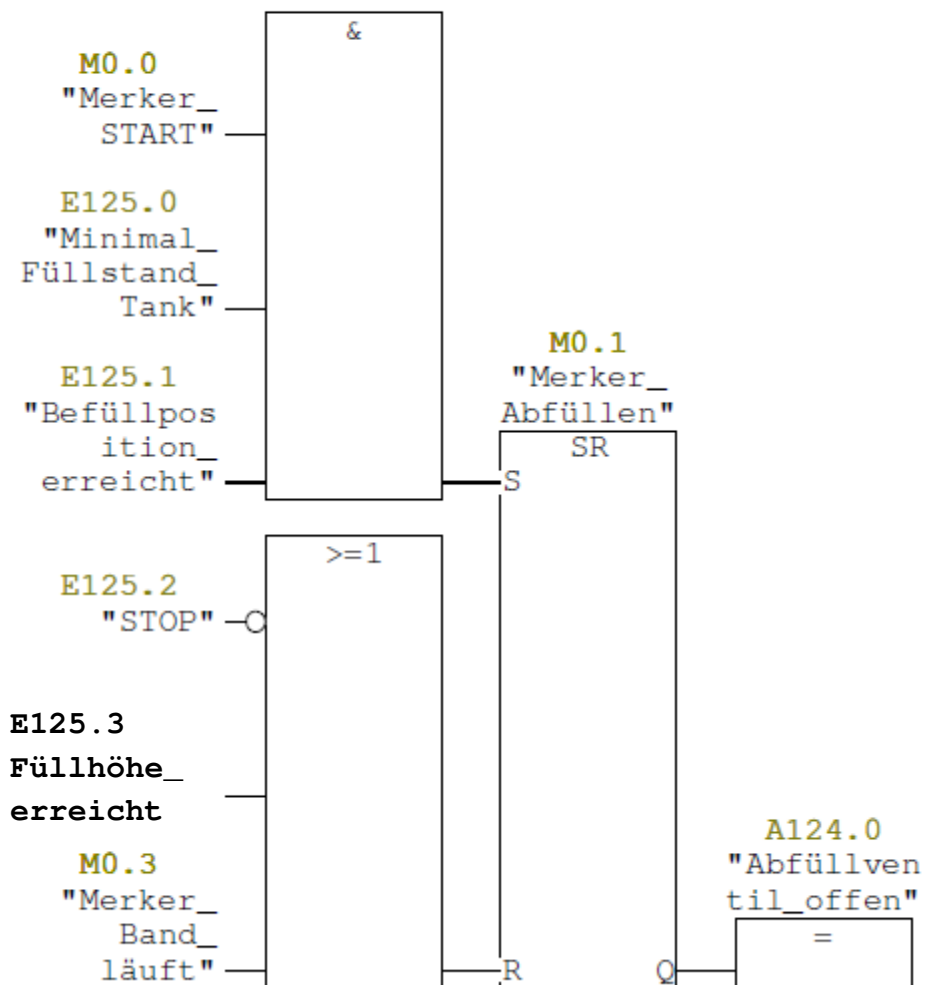
FMEA	Anlage:	Abfüllanlage	Datum:				empfohlene Abstell- maßnahmen
	Station	Abfüllen der Flaschen	Bearbeiter:				
	möglicher Fehler	Auswirkungen/ Folgen	Ursachen	Bewertung			
A				B	E	RPZ	
Füllhöhe außerhalb der Toleranz	zu viel bzw. zu wenig Abfüllgut in Flasche	fasche Parameter Abfrage n.i.O.	7	7	1	49	geeigneter Sensor zur Füllhöhenabfrage
Abfüllung: Störung	nasse Flasche Flüssigkeitsflecken auf der Flasche	fasche Parameter Abfrage n.i.O.	6	7	1	42	geeigneter Sensor zur Füllhöhenabfrage
Abfüllung: Störung	leere Flasche	Abfülldüse verstopft	2	8	1	16	Filtern des Abfüllgutes
Abfüllung: Störung	leere Flasche	Pumpenausfall	1	8	1	8	Einsatz einer Stand-by-Pumpe
Abfüllung: Störung	leere Flasche	Tank leer	2	3	1	6	Abfrage Füllstandshöhe redundant
Undichte Rohre	Flüssigkeit tritt aus	Dichtung defekt	1	4	4	16	Wartungsintervall verkürzen
falsches Abfüllgut	Ausschuss	flasche Tankfüllung	2	8	4	64	Prüfung beim Anfahren
keine Flaschen am Abfüllort	kein Abfüllen möglich	Transportband steht	1	8	1	8	Abfrage Transportband

FMEA	Anlage:	Abfüllanlage	Datum:				empfohlene Abstell-
	Station	Flaschentransport	Bearbeiter:				
	möglicher Fehler	Auswirkungen/ Folgen	Ursachen	Bewertung			
A				B	E	RPZ	
Bandstillstand	Störung im Ablauf	Motor defekt	4	8	1	32	Motortemperatur- überwachung
Bandstillstand	Störung im Ablauf	Endschalter defekt	4	7	4	112	Ausgabe Fehlermeldung
Bandstillstand	Störung im Ablauf	Steuerung n.I.O.	4	7	5	140	Ausgabe Fehlermeldung
Umfallen der Flaschen	defekte Flasche Störung im Ablauf	zu schnelles Anfahren des Transportbandes	7	5	4	140	langsames Anfahren
Umfallen der Flaschen	Flasche fällt vom Band	keine Führung der Flaschen	7	4	1	28	Bordschienen zur Führung der Flaschen
Umfallen der Flaschen	Flasche fällt vom Band	zur großer Flaschenabstand	7	5	1	35	Flaschen auf Block transportieren
Riemen reißt	kein Transport möglich	Alterung	3	7	1	21	Wartungsintervall verkürzen
Riemen nicht gespannt	kein Transport möglich	kein Riemenspanner	3	7	1	21	Riemenspanner anbringen

Mögliche Lösungsvarianten:

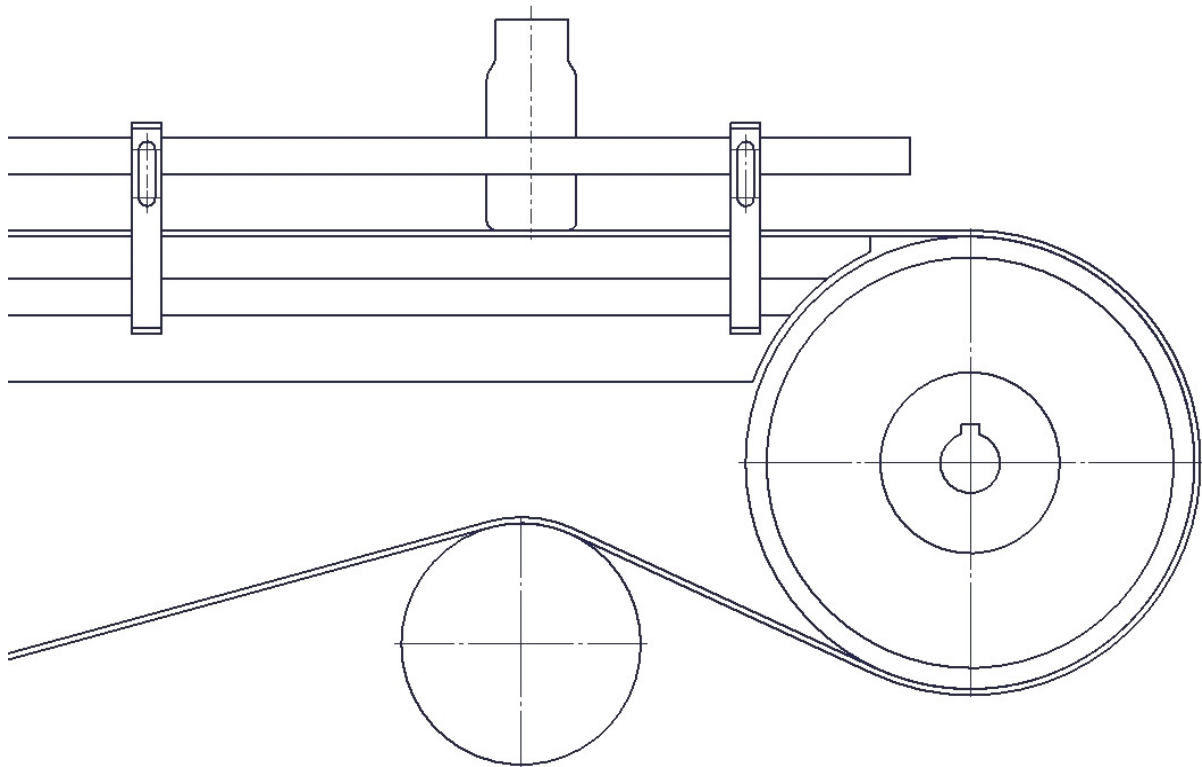
Mögliche Änderung der SPS: Merker_Füllhöhe_erreicht kann durch einen Sensor, welcher den Flaschenfüllstand misst ausgetauscht werden. Dadurch entfällt das Netzwerk mit dem Timer-Baustein.

Netzwerk: 1



Optimierungen am Transportband:

- Riemenspanner
- Bandunterstützung
- Führungsschienen
- Zahnriemen statt Flachriemen (keine Schlupf)



3.2.2

Bei einem Ausstoß von 26.000 Flaschen pro Tag sind 3 Mitarbeiter nötig.

Kosten der MA pro Tag:

$$3 \cdot 8h \cdot 19,85\text{€/h} = 476,40\text{€}$$

In 105 Tagen ist die automatische Einheit amortisiert. Außerdem wird sich die Taktzeit der Einheit erhöhen. Dadurch ist eine zeitliche Schwachstelle des Prozesses beseitigt.

3.2.3

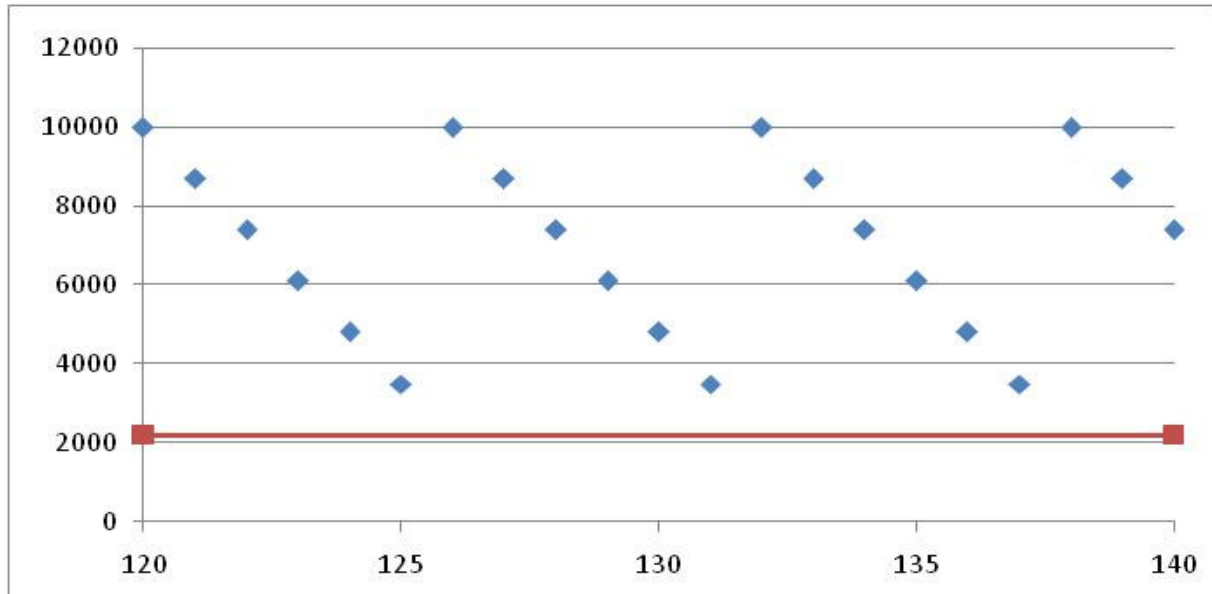
Mögliches neues Lagermodell:

Erhöhung der Taktzahl auf 2 s → 26.000 Flaschen pro Tag (1300l pro Tag)

Ein zusätzlicher Vorratstank mit 5000 l

Erhöhung des Sicherheitsbestandes auf 2200 l

BKT	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
Lagerbestand	10000	8700	7400	6100	4800	3500	10000	8700	7400	6100	4800	3500	10000	8700	7400	6100	4800	3500	10000	8700	7400
Plan - Entnahme		1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300



3.2.4 Lastenheft nach schülerspezifischer Lösung

3.3.1 Gantt-Diagramm "Umbau der Abfüllanlage auf 26.000 Flaschen pro Tag"

Nr.	Vorgangname	Dauer/ Tage	BKT																																															
			80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115												
1	Projektplanung																																																	
1.1	Umbaumaßnahmen klären	2	■	■																																														
1.2	Finanzierung	1		■																																														
1.3	Bestellung	1			■																																													
2	Projektdurchführung																																																	
2.1	Lieferzeit	15				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
2.2	Platz bereitstellen	3																																																
2.3	mech. Installation	4																																																
2.4	elektr. Installation	4																																																
2.5	Fertigmontage	2																																																
2.6	IT-Anbindung	4																																																
3	Projektabschluss																																																	
3.1	Schulung	5				■	■	■	■	■																																								
3.2	Anlagenabnahme	1																																																
3.3	Inbetriebnahme	1																																																



Bundesinstitut für Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn
Dr. Gert Zinke
zinke@bibb.de



Deutscher Industrie- und Handelskammertag
Breite Straße 29
10178 Berlin
Michael Assenmacher
assenmacher.Michael@dihk.de



IG Metall
Wilhelm-Leuschner-Straße 79
60329 Frankfurt am Main
Frank Gerdes
frank.gerdes@igmetall.de



VDMA
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main
Carola Feller
carola.feller@vdma.org

© by Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn

Herausgeber:
Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB),
Der Präsident

Stand: 1. Auflage April 2011

Weitere Informationen erhalten Sie beim Bundesinstitut für Berufsbildung,
den Industrie- und Handelskammern, der IG Metall, dem VDMA sowie unter:

www.produktionstechnologie.de