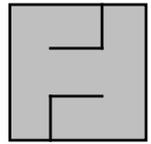


Fachhochschule
Dortmund

University of Applied Sciences

Fachbereich: Maschinenbau
Fachrichtung: Fertigungstechnik



Diplomarbeit

***Reorganisationskonzepte zur Herstellung
von Sonderrückhaltesystemen für Fahrzeuginsassen***

erstellt für die Firma



vorgelegt von

cand.-Ing. Lars von Rottkey

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Wucherpfennig
2. Prüfer: Dipl.- Wirt.- Ing. Carl Jürgen Schroth

Tag der Abgabe 12. Juli 2001

Sachwörter

- *Arbeitsplan*
- *Deckungsbeitragsrechnung*
- *Job Rotation*
- *Kalkulation*
- *Störzeiterfassung*
- *Teilefamilienbildung*
- *Wartungsplanung*
- *Zeitgerüst*

Kurzfassung

Die vorliegende Diplomarbeit wurde erstellt für das Unternehmen

SCHROTH Safety Products GmbH, Arnsberg

Wesentliche Aufgaben waren:

Für Rennsport-Gurtsysteme (u.a. verwendet von 7 Formel 1-Teams) ⇒ **Profi**-Bereich

- Arbeitsgänge zu definieren, zeitlich zu erfassen und *Zeitgerüste* zu erstellen,
- aus diesen Zeitgerüsten exemplarisch *Arbeitspläne* abzuleiten,
- *Teilefamilien* zu bilden und sinnvolle Losgrößen zur Vorfertigung dieser Teilefamilien zu bestimmen.

Für Stützgurte (verwendet in der Daimler Benz C-Klasse) ⇒ **Magna**-Bereich

- betriebswirtschaftliche Betrachtungen per *Nachkalkulation* und *Deckungsbeitragsrechnung* anzustellen,
- betriebsorganisatorische Maßnahmen (*Arbeitsteilung*, *Schichtenteilung*, *Job Rotation*, systematische *Störzeiterfassung* u.a.m.) vorzuschlagen, um die Leistung zu steigern,
- Automatisierungspotenziale aufzuzeigen und
- das systematische Vorgehen zur *Wartungsplanung* per FMEA zu initiieren.

Zu diesen Aufgaben waren Ziele vereinbart worden, die im Zeitrahmen der Diplomarbeit zum Teil erreicht wurden, zum Teil noch erreicht werden müssen – was aber nach Meinung der **SCHROTH**-Experten durchaus wahrscheinlich erscheint.

Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit wurde erstellt in der Firma

SCHROTH Safety Products GmbH, Arnsberg

Ich danke dem Gesellschafter / Geschäftsführer (Qualitätsmanagement und Forschung), Herrn Dipl.-Wirt.-Ing. Carl Jürgen Schroth und dem Leiter der technischen Abteilungen (Entwicklung und Produktion), Herrn Dipl.-Ing. Günter Mantoan, für die Ermöglichung, die hilfreiche Unterstützung und fachkundige Begleitung meiner Arbeit.

Ich danke weiterhin dem Meister der Fertigung, Herrn Kampschulte, den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des **Profi-/** und **Magna-**Bereichs und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Unternehmens für die gute Zusammenarbeit und die Bereitschaft, mir ihr Wissen und ihre Erfahrungen mitzuteilen.

Besonders danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Dieter Wucherpfennig für seine Betreuung.

Schließlich bedanke ich mich bei meinen Eltern für die immerwährende Unterstützung im Verlaufe meines bisherigen Werdegangs.

.....

Lars von Rottkey

Inhaltsverzeichnis

Sachwörter	2
Kurzfassung	2
Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Einleitung	5
2 Bezugsrahmen	7
3 Ziele und Vorgehen zur Zielerreichung	8
4 Methoden der Ergebnisfindung	10
5 Ergebnisse	11
5.1 Istzustand [Profi-Bereich]	11
5.2 Istzustand [Magna-Bereich]	14
5.2.1 Die wirtschaftliche Sachlage	14
5.2.2 Die betriebsorganisatorische und technische Sachlage	14
5.2.3 Instandsetzung	16
5.3 Istzustandsanalyse	17
5.4 Sollzustand [Profi-Bereich]	20
5.4.1 Zeitdaten	20
5.4.2 Betriebsorganisatorische Maßnahmen	21
5.4.2.1 Zeitdatenbasispläne	21
5.4.2.2 Arbeitspläne	25
5.4.2.3 Teilefamilienbildung	27
5.4.2.3.1 Losgrößenbildung und Lagerung	30
5.4.2.3.2 Zeitersparnis	34
5.5 Sollzustand [Magna-Bereich]	36
5.5.1 Die wirtschaftliche Sachlage	36
5.5.2 Berechnung des Deckungsbeitrags	37
5.5.3 Technische und betriebsorganisatorische Maßnahmen	38
5.5.3.1 Automatisierungspotenziale	38
5.5.3.2 Mehrmaschinenbedienung / Arbeitsteilung	41
5.5.3.3 Schichteinteilungen	44
5.5.3.4 Instandhaltung	47
6 Nachweis der Zielerreichung	51
7 Ergebnisdiskussion	52
8 Ausblick	54
Literaturverzeichnis	56
Anhang	58

1 Einleitung

Das Unternehmen

SCHROTH Safety Products GmbH, Arnsberg,

in dem diese Diplomarbeit erstellt wurde, beschäftigt derzeit in der BRD und den USA insgesamt 60 Mitarbeiter und wird im Jahr 2001 einen Umsatz von ca. 12 Mio. DM erreichen; es soll folgend vorgestellt werden:

Chronik und Produkte des Unternehmens **SCHROTH** [1]

1946 Carl Friedrich Schroth gründet das Unternehmen

1954 Carl Friedrich Schroth entwickelt den ersten *Hosenträgergurt* Deutschlands; es folgen *Becken-, Schulter-, und Dreipunktgurte*

1971 Carl-Jürgen Schroth, Sohn des Firmengründers und diplomierter Wirtschafts-Ingenieur tritt in die Geschäftsleitung ein; er sorgt für die Fortentwicklung der *Dreipunktgurte* mit Energiewandlern sowie für die Wiedereinführung weiterentwickelter *Hosenträgergurte*

1985 das Unternehmen wird in eine GmbH umgewandelt

1988 das Unternehmen zieht in den Gewerbepark "Im Ohl" um

1988 das Unternehmen steigt in den Luftfahrtmarkt ein und wird als luftfahrttechnischer Hersteller- und Reparaturbetrieb zertifiziert; in den folgenden Jahren wird eine weitgefächerte *Produktlinie für alle Arten von Flugzeugen und Hubschraubern* entwickelt

1993 eine US-Vertriebstochter wird gegründet, um diese Produktlinie auch auf dem nordamerikanischen Kontinent zu vertreiben

1997 das Unternehmen wird umbenannt in die **SCHROTH Safety Products**; es führt *3-Punkt-Gurte mit Drucktastenverschlüssen* für die Luftfahrt in den Markt ein und wird bedeutendster Lieferant für viele Anwendungen

1998 wählen 80 % aller neuen Hubschrauberprogramme **SCHROTH**-Produkte für die Erstausrüstung.

2000 Spitzenkräfte aus der Luftfahrtindustrie werden für die **SCHROTH Safety Products, Corp.**, USA gewonnen, um die dortigen Geschäfts- und Kundenbeziehungen durch Produkte „made in USA“ auszubauen

2000 SCHROTH entwickelt *Profi-Gurtsysteme* und wird damit u.a. Lieferant für mehrere Formel 1 Teams

2001 SCHROTH ist offizieller Lieferant für Benetton, Jaguar, Jordan, Prost, Arrows sowie zwei weitere Formel 1 Teams

Die **SCHROTH**-Philosophie [1]

Die stetige Ausschöpfung des Know-hows zum Thema Gurte, insbesondere Hosenträgergurte, hat entscheidend zur Verbesserung der Sicherheit im Automobil beigetragen. Heute decken **SCHROTH**-Gurte alle Anforderungsprofile ab: Vom bequemen automatischen Dreipunkt-Hosenträger-Gurt, bis hin zum Profi-Gurt, auf den Renn-, Rallye- und Formel 1 Fahrer nicht mehr verzichten.

Um sich die Qualität seiner Sitz- / Rückhaltesysteme zertifizieren zu lassen, werden Schlitten-Tests unter Verwendung modernster Technologie und Forschungsprogramme durchgeführt; so erfolgen bis zu 30 Crash-Tests pro Jahr mit dem Ziel, die Technologie der Sitz- / Rückhaltesysteme für die Luftfahrt- und die Automobilindustrie stetig zu verbessern.

Mehr als 40 Jahre Erfahrung machen **SCHROTH** zum Lieferanten für Hersteller von anspruchsvollen Fahrzeugen, Flugzeugen, Hubschraubern sowie zum Lieferanten für Ausrüstungsfirmen.

SCHROTH's Slogan "Technologie für Ihre Sicherheit" wird im Automobil- sowie im Luftfahrtbereich mehr und mehr bekannt:

***SCHROTH sorgt für Sie mit
der modernsten Technologie, der höchsten Qualität und
dem Service, den Sie sich wünschen und erwarten!***

2 Bezugsrahmen

Die fortschreitende Globalisierung zwingt deutsche Unternehmen immer häufiger, sich dem weltweiten Wettbewerb zu stellen. Dabei gilt es, den „Standort“ Deutschland nicht nur gegen asiatische, amerikanische,... Industrieländer zu verteidigen, sondern auch zunehmend gegen europäische „Billig-Lohn“ Länder [5].

Neben den hohen standortbedingten Kosten sind kürzer werdende Lebenszyklen der Produkte, kürzere Lieferzeiten, höhere Qualitätsanforderungen und die Variantenvielfalt entscheidende Wettbewerbsfaktoren auf dem heutigen Markt [10].

Zusätzlich zu den genannten Wettbewerbsfaktoren fordert der Markt individualisierte Produkte zu Preisen, Qualitäten und Konditionen von Massenprodukten, wodurch die Unternehmen bei sinkenden Stückzahlen einen steigenden Druck auf Preise, Termine und Qualitäten erfahren [10].

Um diese Herausforderungen zu bestehen, müssen deutsche Unternehmen heute eine höhere Produktivität erreichen als ihre in- und ausländischen Mitbewerber, das heißt, die Unternehmen müssen **rationalisieren**, indem sie z.B. Arbeitsabläufe reorganisieren, Betriebsmittelnutzungsgrade erhöhen usw..

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollten für die Firma **SCHROTH Safety Products GmbH** derartige Rationalisierungsvorschläge erarbeitet werden.

3 Ziele und Vorgehen zur Zielerreichung

Ziele

1. Bezogen auf **Profi**-Standardgurtsysteme sind

- Grundtätigkeiten zu definieren,
- deren Zeitauern zu bestimmen, als Planzeitwerte [6] anzulegen und in Form von „Zeitdatenbasisplänen“ (ZDBP) zusammenzufassen sowie
- aus diesen ZDBP Arbeitspläne [2] abzuleiten,

um zukünftig rechnerunterstützt Kapazitäts- und Terminplanung betreiben sowie betriebliche Mitarbeiter systematisch an- und unterweisen zu können.

2. Bezogen auf **Profi**-Standardgurtsysteme sind

- Teilefamilien [2] zu bilden und
- Losgrößen zu bestimmen,

um zukünftig Gurtkomponenten als Kleinserien [7] vorfertigen zu können und durch Rüstzeiteinsparungen [2] die

Gesamtfertigungsdauer um 10 %

zu verringern.

3. Bezogen auf **Magna**-Endbeschläge sind

- betriebswirtschaftliche Betrachtungen in Form von Nachkalkulationen [5] und Deckungsbeitragsrechnungen [2] anzustellen,

um zu entscheiden, ob dieser Auftrag fortgeführt oder eingestellt werden sollte.

4. Bezogen auf **Magna**-Endbeschläge sind

- die derzeitigen betriebsorganisatorischen Gegebenheiten (Arbeitsteilung [2], Schichteinteilungen, ...) zu überprüfen und
- die Nach-/ und Nebenarbeitszeiten sowie die Störzeiten des Fertigungsprozesses systematisch zu erfassen und Maßnahmen zu deren Reduzierung vorzuschlagen,

um die derzeitige Leistung von \varnothing 150 Einheiten / Stunde und Mitarbeiter auf

\varnothing 270 Einheiten / Stunde und Mitarbeiter

zu steigern.

Dauer der Zielerreichung

- Das Projekt im März 2001 beginnen und im Juli 2001 abschließen.

Vorgehen zur Zielerreichung

- In allen relevanten Unternehmensbereichen mitarbeiten, das heißt u.a.
 - Mitarbeiter kennen lernen, deren Zutrauen gewinnen und mögliche Bedenken im Hinblick auf reorganisatorische Maßnahmen zerstreuen,
 - die Produkte, die Fertigungsabläufe, die Materialien, die Betriebsmittel, ... kennen lernen.
- Sich Ziele stellen (lassen), daraus Aufgaben ableiten (lassen) [5].
- Einschlägige Literatur sammeln, sichten und auswerten / Expertenrat einholen.
- Den Istzustand in den relevanten Unternehmensbereichen erfassen, das heißt u.a.
 - die Betriebsorganisation, die Arbeitsvorbereitung, die -abläufe aufnehmen,
 - die Zeitauern der Arbeitsgänge und Störungen sowie deren Ursachen feststellen und
 - die betriebswirtschaftliche, die betriebsorganisatorische sowie die technische Sachlage ermitteln bzw. aufnehmen (**Magna**-Endbeschlüsse).

Den Istzustand analysieren, das heißt, dessen Schwachstellen erkennen.

- Den Sollzustand erarbeiten, das heißt u.a.
 - die Planzeitwerte messen / schätzen / erfragen,
 - die Zeitgerüste sowie die Arbeitspläne erstellen,
 - die vorzufertigenden Gurtkomponenten bestimmen,
 - die vorzufertigenden Losgrößen festlegen,
 - geeignete reorganisatorische Maßnahmen vorschlagen,
 - die (abrufgerechten) Schichteinteilungen abstimmen,
 - ein mitarbeitergerechtes Job Rotation-System finden und
 - die Zielerreichung nachweisen.
- Den jeweiligen Arbeitsfortschritt den Betreuern der Diplomarbeit vorstellen, Kritik erfahren und diese Erfahrungen in die weitere Arbeit einbringen.
- Die Diplomarbeit verfassen.

Profi-
Gurtsysteme

Magna-
Endbeschlüsse

4 Methoden der Ergebnisfindung

Anlässlich der Erstellung dieser Diplomarbeit wurden zur Ergebnisfindung folgende Methoden angewendet:

- Einarbeitung in der Firma **SCHROTH Safety Products GmbH**
- (Nicht standardisierte) Mitarbeiterbefragungen
- Arbeitsfortschrittsgespräche [5]
- Mind-Mapping Methode [11]
- Zeitmessungen
- REFA-Begriffe zur Beschreibung der „Zeitbausteine“ [6]
- Diagrammdarstellungen [9]
- Methode „Führen durch Zielvereinbarungen“ [5]
- Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) [10]
- To Do-/ und Prioritätenliste
- Finales Denken [5]
- Diverse Rechnerprogramme [12]

5 Ergebnisse

5.1 Istzustand [**Profi**-Bereich]

Im **Profi**-Bereich werden folgende Standard-Gurtsysteme gefertigt:

1. **Profi** II asm
2. **Profi** II-FE asm
3. **Profi** II-6 asm
4. **Profi** III-FE asm
5. **Profi** III-FE asm snap type
6. **Profi** III-5 asm
7. **Profi** III-6 asm
8. Schrittgurt I – **Profi**
9. Schrittgurt II – **Profi**

Stellvertretend für Standard-Gurtsysteme wird der **Profi** II-6 asm (Anhang, Seite A-1) gezeigt.

Zum **Profi**-Bereich gehören bereichseigene Betriebsmittel – einen typischen Arbeitsplatz zeigt Abbildung 1.



Abbildung 1, **Profi**-Arbeitsplatz

Zur Zeit sind dem **Profi**-Bereich drei hochqualifizierte Mitarbeiter zugeordnet; je nach (Werkstatt-) Auftragslage entscheidet Herr Kampschulte, ob

- Überstunden gefahren werden oder/und
- die Personalkapazität durch weniger qualifizierte Mitarbeiter aus anderen Bereichen aufgestockt wird oder
- **Profi**-Mitarbeiter in anderen Bereichen eingesetzt werden.

Die Mithilfe von weniger qualifizierten Mitarbeitern aus anderen Bereichen erfolgt eingeschränkt, weil aus Erfahrung Leistungs- und Qualitätseinbußen hinzunehmen sind.

Die Arbeitsvorbereitung (AV) erhält vom Vertrieb Kundenaufträge und legt zu diesen Werkstattaufträge an – ein derartiger Werkstattauftrag wird exemplarisch im Anhang, Seite A-2 bis A-5, gezeigt.

Ein Werkstattauftrag umfasst durchschnittlich 5 Gurtsysteme; er enthält folgende fertigungsrelevante Daten

- Artikelnummer-/ und Bezeichnung
- Auftragsmenge
- Start- und Liefertermin
- Zeichnungsnummer
- Stückliste

Bei Wiederholungsaufträgen werden die ursprünglich erstellten Stücklisten wiederverwendet; bei neuen Aufträgen werden vorhandene Stücklisten modifiziert oder neu erstellt.

Im **Profi**-Bereich werden ausschließlich Kundenaufträge als Werkstattaufträge angelegt, das heißt, eine Zusammenfassung von Kunden- und Lageraufträgen (um die installierten Kapazitäten voll auszunutzen und die Vorteile der Serienfertigung zu nutzen [4]) erfolgt nicht.

Arbeitspläne existieren nicht (diese Aussage trifft auf alle Fertigungsbereiche zu).

Fertigungseinzelzeiten (das sind Zeitwerte pro Arbeitsvorgang) sind nicht bekannt.

Zur Belegungsplanung und dementsprechend zur Terminierung verwendet die AV aus Erfahrungswerten abgeleitete *Werkstattauftragsdurchlaufzeiten* (das ist die Zeitspanne vom Beginn des ersten Arbeitsgangs bis zum Ende des letzten Arbeitsgangs bezogen auf einen Mitarbeiter).

Zur Berechnung der *Werkstattauftragsdurchlaufzeit* im **Profi**-Bereich werden

60 Minuten pro Gurtsystem und Mitarbeiter

angenommen, so dass sich für einen Werkstattauftrag mit durchschnittlich 5 Gurtsystemen eine Durchlaufzeit von

$$5 \times 60 = 300 \text{ Minuten pro Mitarbeiter}$$

ergibt; zwischen den verschiedenen **Profi**-Gurtvarianten wird zeitlich nicht differenziert.

In Kenntnis der installierten Personalkapazität [2] schätzt die AV auf diese Weise ab, ob Kundenaufträge zum Kundenwunschtermin fertiggestellt und versendet werden können – im Falle absehbarer Terminüberschreitungen wird Herr Kampschulte informiert.

Die Mitarbeiter in der Fertigung versuchen die Vorteile der Serienfertigung [5] zu nutzen, indem sie gleiche Gurtbandzuschnitte zusammen schneiden; selbstverständlich ist das nur mit den in der Fertigung vorliegenden Werkstattaufträgen möglich (Einblick in die Auftragsliste kann die Fertigung nicht nehmen, weil die dazu erforderliche Rechnerunterstützung fehlt). Alle anderen Arbeitsvorgänge erfolgen werkstattauftragsgemäß in einer den Mitarbeitern überlassenen Reihenfolge.

5.2 Istzustand [**Magna**-Bereich]

5.2.1 Die wirtschaftliche Sachlage

Im **Magna**-Bereich werden Endbeschläge (Abbildung 2) gefertigt.



Abbildung 2, Magna-Endbeschlag

Es handelt sich um eine Massenfertigung, das heißt, der Kunde hat einen Abrufauftrag über **4.650.000 Stück Endbeschläge** mit einem Wert von ca. **4,5 Mio. DM / Auftrag** erteilt.

Abrufe erfolgen bereits zu **8.000 bis 24.000 Einheiten/ Woche** seit Ende 1999, die Gesamtmenge wird nach 7 Jahren abgerufen sein.

In der Vorkalkulation (Anhang, Seite A-8) vom 10.06.99 hat man eine durchschnittliche Leistung von

- **405 Einheiten / Mitarbeiter und Stunde**

angenommen; tatsächlich werden zur Zeit allerdings nur

- **150 Einheiten / Mitarbeiter und Stunde**

erreicht.

5.2.2 Die betriebsorganisatorische und technische Sachlage

Die **Magna**-Arbeitsplätze mit bereichseigenen Betriebsmitteln zeigt Abbildung 3.



Abbildung 3, Magna-Arbeitsplätze

Für die Fertigung der Endbeschläge können zur Zeit bis zu 5 Mitarbeiter eingesetzt werden; je nach Abrufmenge entscheidet Herr Kampschulte, ob

- ein- oder mehrschichtig gefahren wird und
- wie viele Mitarbeiter eingesetzt werden.

Die derzeitige Leistung an den Maschinen Nr. 27 und 28 beträgt durchschnittlich 150 Einheiten / Stunde und Mitarbeiter. Weil in der Regel zwei Mitarbeiter im Team zusammenarbeiten, werden durchschnittlich

300 Einheiten / Stunde

hergestellt; prozessbegleitend führen diese beiden Mitarbeiter folgende Nach-/ und Nebenarbeiten aus:

- Nacharbeiten
 - Fadenüberlängen abschneiden bzw. abbrennen
 - Nahtbild, Gurtband und Beschlag qualitätsprüfen
 - je 10 fehlerfreie Endbeschläge bündeln
- Nebenarbeiten
 - Beschläge bereitstellen
 - Oberfadenspulen wechseln
 - Unterfadenspulen aufspulen und wechseln
 - automatische Fertigung überwachen
 - Maschinen ölen

5.2.3 Instandsetzung

Für Instandsetzungen [5] im **Magna**-Bereich sind zwei Mitarbeiter (und erforderlichenfalls ein Urlaubsvertreter) zuständig; die Betreffenden sind sachkundig und erfahren – nur in Ausnahmefällen muss fremde Hilfe (z.B. der Hersteller des jeweiligen Betriebsmittels) in Anspruch genommen werden.

Im Bedarfsfall informiert der **Magna**-Fertigungsmitarbeiter einen seiner für Instandsetzungen zuständigen Kollegen und schildert diesem die vorliegende Störung sowie deren vermutete Ursache (Anmerkung: Die technischen Fachkenntnisse aller **Magna**-Fertigungsmitarbeiter sind gering).

Im **Magna**-Bereich anstehende Reparaturen haben Vorrang vor anderen Arbeiten, das heißt, in der Regel wird unverzüglich mit der Instandsetzung begonnen; abhängig von deren voraussichtlicher Zeitdauer wird der **Magna**-Fertigungsmitarbeiter im **Magna**-Bereich oder in anderen Fertigungsbereichen weiterbeschäftigt.

Instandsetzungen verzögern sich bisweilen, weil Ersatzteile fehlen und erst beschafft werden müssen. Ab Lager verfügbar sind nur die gängigsten Verschleißteile (z.B. Brenner) – eine systematische Bestimmung zu bevorratender Ersatzteile und deren Mengen erfolgt nicht.

Zu den ausgeführten Instandsetzungen werden bezüglich der

- Störungsart und –ursache,
- Häufigkeit des Auftretens,
- verwendeten Ersatzteile,
- Reparaturzeit,
- Reparaturkosten und
- reparaturbedingten Fertigungsausfallzeiten

keine Aufzeichnungen gemacht.

Vorbeugende Instandhaltung [5] (⇒ Wartung) wird nur gelegentlich - und dann immer anlässlich einer durchzuführenden Instandsetzung – betrieben.

5.3 Istzustandsanalyse

Zum Profi-Bereich

- Zeiten pro Arbeitsgang sind nicht bekannt, somit existieren auch keine Zeitgerüste - das hat zur Folge, dass
 - Auftragszeiten nicht zu ermitteln sind (gilt für alle Fertigungsbereiche),
 - Kapazitätsplanungen und daraus resultierende Belegungsplanungen nicht erfolgen (gilt für alle Fertigungsbereiche),
 - Terminaussagen nur ungenau möglich sind,
 - Terminüberschreitungen vorkommen (gilt für alle Fertigungsbereiche),
 - häufig Überstunden gefahren werden und dadurch zusätzliche Kosten entstehen,
 - für Vorkalkulationen vage Annahmen erforderlich sind, die zu unternehmerischen Fehlentscheidungen führen können (gilt für alle Fertigungsbereiche),
 - eine sinnvolle Nutzung des „Bäurer B2“ Produktions- Planungs- und Steuerungs- Systems (PPS) nicht möglich ist (gilt für alle Fertigungsbereiche).

- Es gibt keine Arbeitspläne – dies hat zur Folge, dass
 - nur hochqualifizierte – und damit „teure“ – Mitarbeiter den Leistungs- und Qualitätserwartungen entsprechend arbeiten bzw. die Leistungs- und Qualitätsergebnisse geringer qualifizierter Mitarbeiter nicht zufrieden stellen (gilt auch für den **Luffahrt**-Bereich),
 - die Mitarbeiterunterweisung ohne das Hilfsmittel „Arbeitsplan“ zeitaufwendiger ist,
 - die Fertigung nicht bestmöglich sondern willkürlich – und damit kostenaufwendiger – abläuft.

- Es erfolgt keine Teilefamilienbildung [10] – dies hat zur Folge, dass
 - der Rüstzeitanteil pro Werkstattauftrag relativ hoch ist,
 - lange Werkstattauftragsdurchlaufzeiten entstehen.

Zum Magna-Bereich

- Die betriebswirtschaftliche Situation ist unbekannt – dies hat zur Folge, dass
 - unklar ist, ob der Auftrag mit Gewinn oder Verlust abschließt,
 - unklar ist, ob ein (positiver) Deckungsbeitrag erzielt wird,
 - man zur Zeit unentschlossen ist, Rationalisierungsmaßnahmen durchzuführen oder nicht.

- Es erfolgt eine Einmaschinenbedienung – dies hat zur Folge, dass
 - die Leistung pro Mitarbeiter relativ gering ist,
 - relativ hohe Fertigungslohnkosten anfallen,
 - Nach- und Nebenarbeiten vom maschinenbedienenden Mitarbeiter ausgeführt werden.

- Es wird nicht zwischen Haupt-/ Neben- und Nacharbeiten differenziert – dies hat zur Folge, dass
 - den Ausführenden Verantwortlichkeiten nicht eindeutig zugeordnet werden können.

- Es existieren zwei starre Schichteinteilungen – dies hat zur Folge, dass
 - die Fertigungsmengen nur unzureichend an die Abrufmengen des Kunden angepasst werden können,
 - die Mitarbeiter während der gesamten Arbeitszeit dieselben repetitiven Tätigkeiten ausführen, was eine hohe Monotoniebelastung bewirkt und Unzufriedenheit auslöst.

- Es wird ausschließlich Instandsetzung betrieben – dies hat zur Folge, dass
 - Reparaturen in der Regel im Verlaufe der Fertigungszeit durchgeführt werden, das heißt, es kann nicht produziert werden,
 - der Einsatz der für Reparaturen zuständigen Mitarbeiter nicht geplant werden kann und somit auch deren Haupttätigkeiten gestört werden,
 - Betriebsmittel bis zum Crash betrieben werden, was häufig schwerwiegende Schäden an Maschinenelementen zur Folge hat, die gar nicht Ursache der Störung waren,
 - Reparaturdauern und –kosten beträchtlich sind.

- Betriebsmittelausfälle werden nach Art und Dauer nicht dokumentiert – dies hat zur Folge, dass
 - Störungsschwerpunkte unbekannt sind und somit vorbeugende Instandhaltung [5] (⇒ Wartung) nicht systematisch betrieben werden kann,
 - eine systematische Fehlerursachenforschung und -abstellung nicht erfolgen kann,
 - eine bedarfsorientierte Bevorratung von Ersatzteilen nicht möglich ist und
 - Instandhaltungsplanung nicht betrieben werden kann.

5.4 Sollzustand [**Profi-Bereich**]

5.4.1 Zeitdaten

Für den Umgang mit Fertigungszeiten wurde ein einheitliches Zeitgerüst besprochen und festgelegt; das **SCHROTH**-spezifische Zeitgerüst basiert auf den Zeitarten nach REFA (Abbildung 4) [6].

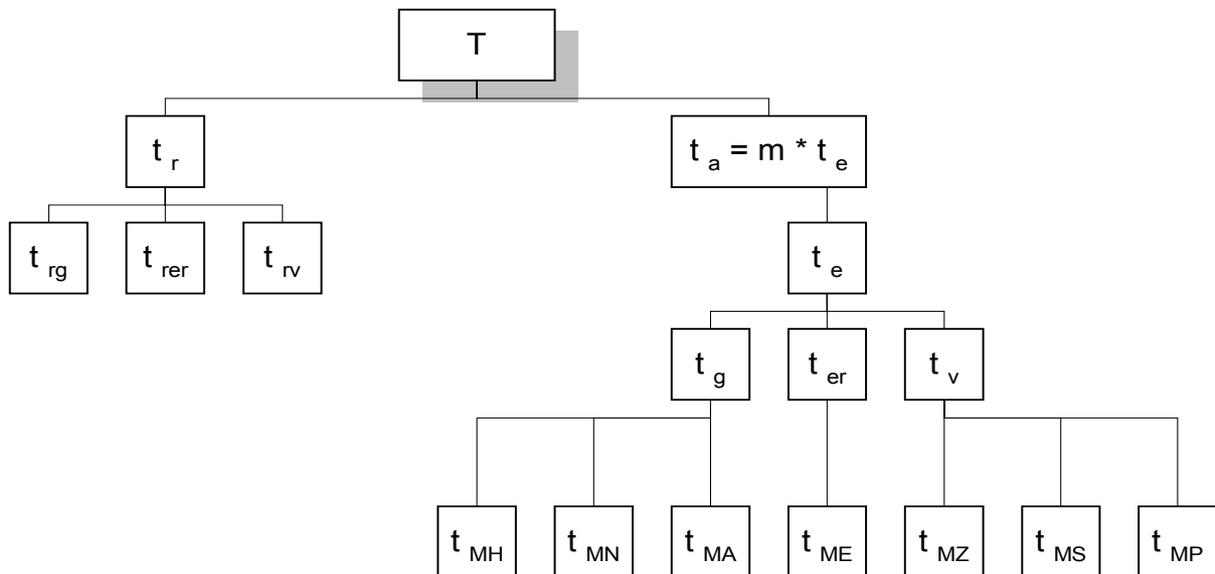


Abbildung 4, REFA-Zeitarten [6]

Da bei **SCHROTH** mitarbeiterbezogene Zeiten $t_{M...}$ dominant sind, wurden betriebsmittebezogene Zeiten $t_{B...}$ nicht betrachtet. Erholzeiten fallen weder während der Fertigung (t_{er}) noch während des Rüstens (t_{rer}) an.

Abbildung 5 zeigt die **SCHROTH**-spezifischen Zeitarten.

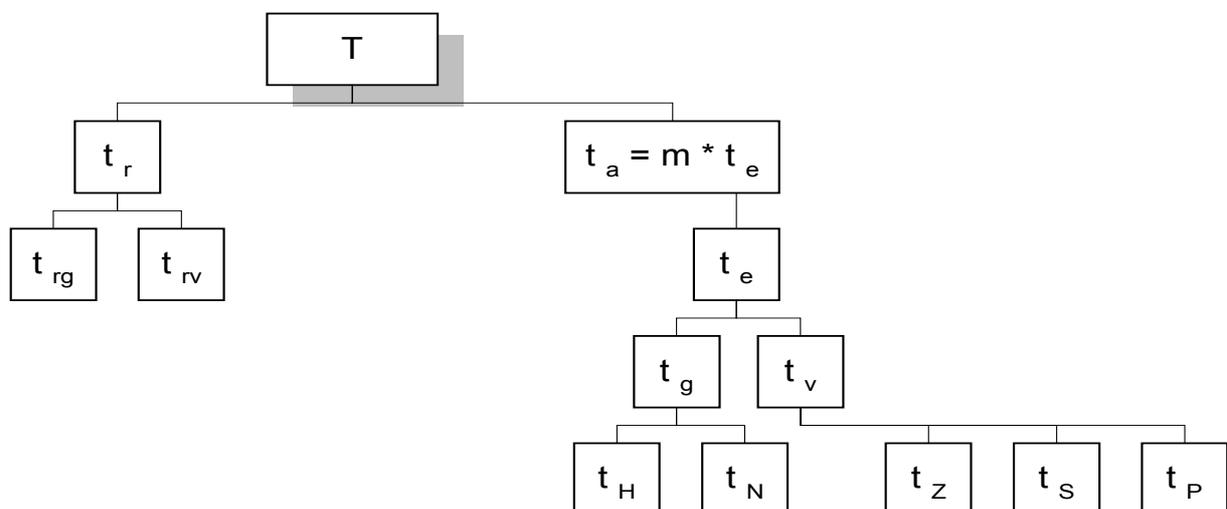


Abbildung 5, SCHROTH-spezifische Zeitarten

5.4.2 Betriebsorganisatorische Maßnahmen

5.4.2.1 Zeitdatenbasispläne

Zweck der Zeitdatenbasispläne (ZDBP) ist es, ein System zu schaffen, mit dem (später rechnerunterstützt) die Fertigungsplanung betrieben werden kann: So können z.B. Arbeitspläne generiert werden, Kapazitäten geplant werden usw.. Abbildung 6 zeigt die Auflistung der Grundtätigkeiten, die für die Fertigung aller Gurtsysteme gelten.

Grundtätigkeiten	Beschreibung der Grundtätigkeiten
Aufkleben	Aufkleben von Typenbezeichnungen auf Bauteile
Aufnähen	Aufnähen von Aufnähern und Labeln
Bereitstellen	Bereitstellen der zu montierenden Bauteile
Einlegen	Einlegen von Gurtbandstücken zur Fensternetzmontage
Einnähen	Einnähen des Moosgummis und der Verstellgriffschlaufe
Einnähen von ASM-Nähten	Einnähen einer der 4 verschiedenen ASM-Nähte
Einschlagen	Einschlagen bzw. Eintreiben von Verstellgriffen in die vorgenähte Verstellgriffschlaufe
Einziehen "einfach"	Einziehen von Gurtband in Längenverstellungen, Beschläge, Befestigungen usw. in eine Öffnung gleicher Breite
Einziehen "schmal"	Einziehen von Gurtband in Längenverstellungen, Beschläge, Befestigungen usw. in eine schmalere Öffnung
Flocken	Flockprozess, Erwärmung, Abkühlung, Reinigung
Kleben	Fixieren von Gurtbändern vor dem Nähen
Montieren	Montieren von Gurtbandkomponenten / Montieren von Längenverstellungen und anderen Bauteilen
Prägen	Prägen von Nr. in Bauteile, wie z.B. ASM-Naht Abdeckkappe
Prüfen QS	Qualitätsprüfung von Gurtbändern oder Bauteilen (z.B. Automaten)
Schneiden	Schneiden der Gurtbandzuschnitte (automatisch oder manuell)
Umnähen	Einfaches Umnähen des Gurtbandends / Erstellen einer Stoppernaht
Vernähen	Erstellen eines bestimmten Nahtbilds (z.B. 2" Automobilnaht) zur Befestigung von Elementen
Verpacken	Verpacken des kompletten Gurts / Verpacken von Gurtbandkomponenten
Zusammenstellen	Zusammenstellen von Informationsheften

Abbildung 6, Auflistung der Grundtätigkeiten

In den ZDBP werden die Zeitdauern der Grundtätigkeiten in hundertstel Minuten (HM) ausgewiesen, differenziert nach Haupt- und Nebentätigkeitszeiten.

Ein ZDBP besteht, wie in Abbildung 7 beschrieben, aus folgenden Spalten:

(1)	<i>Bezugsmenge</i>	Weist die Herstellmenge kompletter Gurtsysteme aus, auf die sich weitere Berechnungen beziehen
(2)	<i>Lfd.-Nr.</i>	Dient zur eindeutigen Identifizierung und der Wiederaufrufbarkeit von Arbeitsschritten im System
(3)	<i>Menge [m]</i>	Beschreibt die Häufigkeit der jeweiligen Tätigkeit bezogen auf die Gurt-/ oder Komponentenbezugsmenge 1
(4)	<i>Arbeitsgang</i>	Beschreibt den Arbeitsgang
(5)	<i>Komponente</i>	Beschreibt die Komponente, an der der jeweilige Arbeitsschritt durchzuführen ist
(6)	<i>Nebentätigkeit [t_N]</i>	Benennt die Grund-Nebentätigkeit
(7)	<i>[t_N]</i>	Weist die Dauer der Grund-Nebentätigkeit aus
(8)	<i>Haupttätigkeit [t_H]</i>	Benennt die Grund-Haupttätigkeit des zu verwendenden Nahtbilds oder einer Komponente
(9)	<i>[t_H]</i>	Weist die Dauer der Grund-Haupttätigkeit aus
(10)	<i>Arbeitsgegenstand</i>	Benennt den zu verwendenden Arbeitsgegenstand
(11)	<i>Betriebsmittel (BM)</i>	Benennt das zu verwendende Betriebsmittel
(12)	<i>[t_r]</i>	Weist die Dauer des Rüstens des jeweiligen Betriebsmittels aus; in der Rüstzeit ist die Rüstverteizeit enthalten
(13)	<i>Verteilzeit [t_v]</i>	<p>Weist die Verteilzeit aus; der Verteilzeitzuschlag wurde mit Zustimmung der Herren Schroth und Mantoan mit 10 % angenommen; die Transportzeiten zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen wurden der Verteilzeit zugeordnet</p> <p>> Rechengang: $t_v = 0.1 * (t_N + t_H)$</p>
(14)	<i>Zeit je Einheit [t_e]</i>	<p>Weist die Zeit je Einheit aus</p> <p>> Rechengang: $t_e = t_N + t_H + t_v$</p>
(15)	<i>Ausführzeit [t_a]</i>	<p>Weist die Ausführzeit aus</p> <p>> Rechengang: $t_a = m * t_e$</p>
(16)	<i>Gesamtzeit [T]</i>	<p>Weist die Gesamtzeit aus</p> <p>> Rechengang: $T = t_a + t_r$</p>
(17)	<i>Bemerkung</i>	Beschreibt arbeitsvorbereitungs- / oder fertigungsrelevante Informationen
(18)	<i>Datenherkunft</i>	Benennt die Datenherkunft der jeweiligen Zeitbausteine

Abbildung 7, Beschreibung der ZDBP-Spalten

Ein solcher ZDBP wurde für den **Profi**-Bereich erstellt: Dazu wurden von Herrn Kampschulte und Mitarbeitern des **Profi**-Bereichs alle für **Profi**-Standardgurte auszuführenden Arbeitsgänge aufgelistet; aus diesen Listen wurden dann die im ZDBP verwendeten Standard-Arbeitsgänge generiert.

Die Dauern dieser Standard-Arbeitsgänge, differenziert nach Haupt- / und Nebenzeiten, ergaben sich aus

- Zeitaufnahmen
- Schätzungen
- Mitarbeiter-Aufschreibungen
- Übernahme vorhandener Zeitwerte
- Berechnungen

Der ZDBP enthält zudem die Fertigungszeiten der im Gurtsystem verwendeten „Baukästen“ (ein Baukasten ist eine Baugruppe aus diversen Einzelteilen, die intern montiert wird - „Baukästen“ sind deshalb im Unterschied zu zugekauften Baugruppen im ZDBP zeitlich zu berücksichtigen).

Der ZDBP, dargestellt in Abbildung 8, ermöglicht die Generierung von Arbeitsplänen für alle aktuellen sowie für zukünftig zu fertigende modifizierte **Profi**-Standardgurte (soweit diese auf den bereits definierte Arbeitsgängen beruhen).

Zur Erstellung des ZDBP für den **Automobil**-Bereich (Anhang, Seite A-7) wurde die gleiche Systematik angewandt. Die im **Profi**-Bereich definierten Zeitbausteine konnten weitgehend übernommen werden - fehlende Zeitbausteine wurden ermittelt und ergänzt.

(2) Lfd.-Nr.		(3) Menge [m]	(1) Bezugsmenge: 1 Gurtssystem										(17) Bemerkung	(18) Datenherkunft
			(4) Arbeitsgang											
		(5) Komponente	(6) Nebenmäßigkeit [L_N]	(7) [L_N]	(8) Hauptmäßigkeit [L_H]	(9) [L_H]	(10) Arbeitsgegenstand	(11) BK (inkl. L_V) [L_J]	(12) [L_J]	(13) $\frac{L_H \cdot (100) - L_V \cdot (100)}{0,1 \cdot (L_H - L_V)}$	(14) $\frac{L_{\text{B}} - L_{\text{L}}}{L_{\text{H}} - L_{\text{V}}}$	(15) $\frac{L_{\text{B}} - L_{\text{L}}}{L_{\text{H}} - L_{\text{V}}}$	(16) $\frac{L_{\text{B}} - L_{\text{L}}}{L_{\text{H}} - L_{\text{V}}}$	
1	8	Profi II-6 asm	Schneiden auto. N	5	Schneiden H	5	2" Gurtband	Schneide auto.	200	1	11	88	238	Gemessen vom Autor
2	4	Profi II-6 asm	Schneiden man. N	15	Schneiden H	5	3" Gurtband	Schneide man.	150	2	22	88	238	Aufschreibung Fr. Lamine
3	4	Schultergurt	Bereitstellen	100						10	110	440	440	Gemessen vom Autor
B1	2	Baukasten	LV 14	400						40	440	880	880	Arbeitsvorbereitung
4	1	Schultergurt	Einnähen ASM <Profi>	50	ASM Reißnäh Nr. IX	130	ASM Reißnäh Nr. IX	Nr. 15	2000	18	198	198	2198	Reißnäh Zeitbaustein > Zeit f. Gemessen vom Autor
5	1	Schultergurt	Aufnähen	15	ASM Aufnäher Nr. IX	80	ASM Aufnäher Nr. IX	Nr. 23	100	10	105	105	205	Aufnäher Zeitbaustein > Zeit für Aufschreibung Fr. Jall
6	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 14	Nr. 14	100	3	33	66	166	Zeitpar. [-6] Aufschreibung Fr. Lamine
7	2	Schultergurt	Vernähen	10	3" Automoblinaht	20	3" Automoblinaht	Nr. 14	100	3	33	66	166	Hauptzeit nur im Nahtbild Gemessen vom Autor
8	2	Schultergurt	Aufnähen	15	Racing Aufnäher	75	Einf. Naht	Nr. 23 / 24	100	9	99	198	298	Aufnäher Zeitbaustein > Zeit für Aufschreibung Fr. Jall
9	2	Schultergurt	Einziehen schmaler N	30	Einziehen schmaler H	30	Zunge SL 5,7/5,8	Hand AP	0	6	66	132	132	Hauptzeit nur im Nahtbild Gemessen vom Autor
10	2	Schultergurt	Vernähen	10	3" Automoblinaht	15	3" Automoblinaht	Nr. 23 / 24	100	3	33	66	166	Hauptzeit nur im Nahtbild Gemessen vom Autor
11	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 14	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
12	2	Schultergurt	Ermähen	25	Moosgummi	25	Einf. Naht	Nr. 23 / 24	100	5	55	110	210	Moosgummi Zeitbaustein > Zeit Gemessen vom Autor
13	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV7	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
14	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Befestigungselement	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
15	3	Beckengurt	Bereitstellen	100						10	110	330	330	Gemessen vom Autor
16	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Zunge SL 5,9 / Label	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
17	2	Beckengurt	Vernähen	10	2" Automoblinaht	20	Zunge SL 5,9 / Label	Nr. 12	100	3	33	66	166	Hauptzeit nur im Nahtbild Aufschreibung Fr. Lamine
18	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.C	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
19	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Befestigungselement	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
20	2	Beckengurt	Vernähen	10	2" Automoblinaht	20	LV / Beschlag	Nr. 12	100	3	33	66	166	Hauptzeit nur im Nahtbild / Aufschreibung Fr. Lamine
21	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.C	Hand AP	0	3	33	66	66	Verbinden der Beug. Teile Aufschreibung Fr. Jall
22	2	Beckengurt	Ermähen	25	Verstellgriff	25	Einf. Naht	Nr. 23 / 24	100	5	55	110	210	Verstellgriff Zeitbaustein > Zeit f. Gemessen vom Autor
23	2	Beckengurt	Einschlagen N	15	Einschlagen H	15	Verstellgriff	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
24	4	Schrittgurt II	Bereitstellen	100						10	110	440	440	Gemessen vom Autor
25	2	Schrittgurt II	Vernähen	10	Gerade 6 cm	15	Einf. Naht	Nr. 23 / 24	100	3	28	55	155	Gerade 6 cm Zeitbaustein > Zeit Gemessen vom Autor
26	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Zunge SL 4.6	Nr. 23 / 24	100	3	33	66	166	Gemessen vom Autor
27	2	Schrittgurt II	Vernähen	10	Zunge SL 4.6	15	Einf. Naht	Nr. 23 / 24	100	3	28	55	155	Zunge Zeitbaustein > Zeit für Gemessen vom Autor
28	2	Schrittgurt II	Vernähen	10	Adaptarnäht	20	Zunge SL 4.6	Nr. 20	100	3	33	66	166	Hauptzeit nur im Nahtbild Gemessen vom Autor
29	2	Schrittgurt II	Vernähen	10	LV6 Naht	20	Zunge SL 4.6	Nr. 20	100	3	33	66	166	Hauptzeit nur im Nahtbild Gemessen vom Autor
30	1	Schrittgurt II	Aufnähen	20	Hauptlabel	25	Einf. Naht	Nr. 23 / 24	100	5	50	50	150	Hauptlabel Zeitbaustein > Zeit f. Gemessen vom Autor
31	2	Schrittgurt II	Montieren N	30	Montieren H	30	LV 9.B	Hand AP	0	6	66	132	132	Gemessen vom Autor
32	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.B	Nr. 12	100	3	33	66	166	Zeitpar. [-32] Aufschreibung Fr. Jall
33	2	Schrittgurt II	Vernähen	10	2" Automoblinaht	20	LV 9.B	Nr. 12	100	3	33	66	166	Hauptzeit nur im Nahtbild Aufschreibung Fr. Lamine
34	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	B 15 / LV4	Hand AP	0	3	33	66	66	Aufschreibung Fr. Jall
35	2	Schrittgurt II	Ummähen N	15	Einfach Ummähen	15	Einf. Naht	Nr. 23 / 24	100	3	33	66	166	Gemessen vom Autor
36	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.B	Hand AP	0	3	33	66	66	Verbinden der Schrittgurt-Teile Aufschreibung Fr. Jall
37	2	Schrittgurt II	Ummähen N	15	Stoppnäht	70		Nr. 25	100	9	94	187	287	Gemessen vom Autor
38	3	Schrittgurt I	Bereitstellen	100						10	110	330	330	Errechnet
39	1	Schrittgurt I	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Zunge SL 5.9	Hand AP	0	3	33	33	33	Errechnet
40	1	Schrittgurt I	Vernähen	10	2" Automoblinaht	20	Zunge SL 5.9 / Label	Nr. 12	100	3	33	33	133	Errechnet
41	1	Schrittgurt I	Einziehen schmaler N	30	Einziehen schmaler H	30	Beschlag B18.45.11	Hand AP	0	6	66	66	66	Errechnet
42	1	Schrittgurt I	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.B	Nr. 12	100	3	33	33	133	Errechnet
43	1	Schrittgurt I	Montieren N	30	Montieren H	30	LV 9.B	Hand AP	0	6	66	66	66	Errechnet
44	1	Schrittgurt I	Vernähen	10	2" Automoblinaht	20	LV 9.B / B18.45.11	Nr. 12	100	3	33	33	133	Errechnet
45	2	Montage	Bereitstellen	100						10	110	220	220	Gurtmontage Gemessen vom Autor
B1	2	Baukasten	LV 14	400						40	440	880	880	Schroth Montagezeit Arbeitsvorbereitung
B2	2	Baukasten	<Profi> Schloßer	400						40	440	440	440	Schroth Montagezeit Arbeitsvorbereitung
46	6	Gurt	Montieren N	10	Montieren H	10	Schloß	Hand AP	0	2	22	132	132	Aufschreibung Fr. Lamine
47	1	Gurt	Verpacken N	250						25	275	275	275	3 Komponenten werden ins Aufschreibung Fr. Jall

Abbildung 8, Zeitdatenbasisplan für Profi-Standardgurte

5.4.2.2 Arbeitspläne

Fünf wesentliche Gründe sprechen für die zukünftige Verwendung von Arbeitsplänen:

1. Sie ermöglichen die Berechnung der Auftrags- bzw. Loszeiten [7]
2. Sie schaffen damit die Voraussetzung zur „Fertigungsplanung“, also Termine, Personal- sowie Betriebsmittelkapazitäten [2] usw. planen zu können
3. Sie dienen den Mitarbeitern zum qualitätssicheren Arbeiten – dies gilt in besonderer Weise für „bereichsfremde“ oder neueingestellte Mitarbeiter
4. Sie sind Grundlage der Kalkulationen [6]
5. Sie bilden die Basis für Verbesserungen, also um Familienbildung [2], Materialflussgestaltung [9] u.a.m. betreiben zu können

SCHROTH-Arbeitspläne sollen in zwei Varianten erstellt und verschieden verwendet werden:

1. Arbeitspläne für die Arbeitsvorbereitung (Abbildung 9) weisen Zeitdaten pro Arbeitsgang aus, um die Fertigungsplanung durchführen zu können; sie enthalten ebenfalls Zeitwerte der verwendeten Baukästen und Informationen über zeitparallel durchgeführte Arbeitsschritte.
2. Arbeitspläne für die Fertigung (Abbildung 10) enthalten keine Zeitdaten, da die Mitarbeiter im Zeitlohn entlohnt werden und nicht durch vermeintliche „Vorgabezeiten“ verunsichert werden sollen.

Arbeitspläne sind durchnummeriert und anhand der **SCHROTH**-Zeichnungsnummern dem jeweiligen Gurtsystem zuzuordnen.

Laut Herrn Kampschulte enthält ein solcher Arbeitsplan im Verbund mit der Zeichnung des jeweiligen Gurtsystems alle vom Mitarbeiter benötigten fertigungsrelevanten Informationen.

Arbeitsplan Nr. 3 für Profi II-6 asm (Zeichnungs-Nr. 20x10)

Auftragsmenge:

1

Arb.- Folge	Menge [m]	Arbeitsgang				BM
		Komponente	Nebentätigkeit [t_N]	Haupttätigkeit [t_H]	Arbeitsgegenstand	
1	8	Profi II-6 asm	Schneiden auto. N	Schneiden H	2" Gurtband	Schneide auto.
2	4	Profi II-6 asm	Schneiden man. N	Schneiden H	3" Gurtband	Schneide man.
3	4	Schultergurt	Bereitstellen			
4	1	Schultergurt	Einnähen ASM <Profi>	ASM Reißnaht Nr. 1X		Nr. 15
5	1	Schultergurt	Aufnähen	ASM Aufnäher Nr. 1X	Einf. Naht	Nr. 23
6	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	LV 14	Nr. 14
	2	Schultergurt	Vernähen	3" Automobilnaht	LV 14	Nr. 14
7	2	Schultergurt	Aufnähen	Racing Aufnäher	Einf. Naht	Nr. 23 / 24
8	2	Schultergurt	Einziehen schmaler N	Einziehen schmaler H	Zunge SL 5.7/5.8	Hand AP
9	2	Schultergurt	Vernähen	3" Automobilnaht	Zunge SL 5.7/5.8/Label	Nr. 23 / 24
10	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	LV 14	Hand AP
11	2	Schultergurt	Einnähen	Moosgummi	Einf. Naht	Nr. 23 / 24
12	3	Beckengurt	Bereitstellen			
13	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	Zunge SL 5.9	Hand AP
14	2	Beckengurt	Vernähen	2" Automobilnaht	Zunge SL 5.9 / Label	Nr. 12
15	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	LV 9.C	Hand AP
	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	B 15	Hand AP
16	2	Beckengurt	Vernähen	2" Automobilnaht	LV / Beschlag	Nr. 12
17	2	Beckengurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	LV 9.C	Hand AP
18	2	Beckengurt	Einnähen	Verstellgriff	Einf. Naht	Nr. 23 / 24
19	4	Schrittgurt II	Bereitstellen			
20	2	Schrittgurt II	Vernähen	Gerade 6 cm	Einf. Naht	Nr. 23 / 24
21	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	Zunge SL 4.6	Nr. 23 / 24
22	2	Schrittgurt II	Vernähen	Zunge SL 4.6	Einf. Naht	Nr. 23 / 24
23	2	Schrittgurt II	Vernähen	Adapternaht	Zunge SL 4.6	Nr. 20
24	2	Schrittgurt II	Vernähen	LV6 Naht	Zunge SL 4.6	Nr. 20
25	1	Schrittgurt II	Aufnähen	Hauptlabel	Einf. Naht	Nr. 23 / 24
26	2	Schrittgurt II	Montieren N	Montieren H	LV 9.B	Hand AP
27	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	LV 9.B	Nr. 12
	2	Schrittgurt II	Vernähen	2" Automobilnaht	LV 9.B	Nr. 12
28	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	B 15 / LV4	Hand AP
29	2	Schrittgurt II	Umnähen N	Einfach Umnähen	Einf. Naht	Nr. 23 / 24
30	2	Schrittgurt II	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	LV 9.B	Hand AP
31	2	Schrittgurt II	Umnähen N	Stoppernaht		Nr. 25
32	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	LV7	Hand AP
33	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	Einziehen einfach H	B 15	Hand AP
34	2	Beckengurt	Einschlagen N	Einschlagen H	Verstellgriff	Hand AP
35	2	Montage	Bereitstellen			
36	5	Gurt	Montieren N	Montieren H	Schloss	Hand AP
37	1	Gurt	Verpacken N		Gurt	Hand AP

Abbildung 10, Mitarbeiter-Arbeitsplan für das Gurtsystem *Profi II-6 asm***5.4.2.3 Teilefamilienbildung**

Mit dem Ziel der wirtschaftlicheren Fertigung der **Profi**-Standardgurte sollen Teilefamilien [10] gebildet werden – dazu wurde die

Vorfertigung von Gurtkomponenten

in Betracht gezogen. Um geeignete Gurtkomponenten und Vorfertigungsmengen vorzuschlagen zu können, wurden Zeichnungen und Arbeitspläne analysiert sowie Mitarbeitergespräche geführt – als Ergebnis ergab sich die in Abbildung 11 dargestellte Matrix.

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9
Zuschnittslängen	P II asm links	P II-FE asm links	P II-6 asm	P III-FE asm links	P III-FE asm (snap)	P III-5 asm	P III-6 asm	P-Schritt-gurt I	P-Schritt-gurt II
Schultergurt Oberteil (3") [1]	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	N/A	N/A
Schultergurt Oberteil ASM (3") [2]	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	N/A	N/A
Schultergurt Unterteil (3") [3]	550	550	550	550	550	550	550	N/A	N/A
Beckengurt Außenteil (2" / 3") [4]	750 (2")	750 (2")	270 (2")	280 (3")	280 (3")	280 (3")	280 (3")	N/A	N/A
Beckengurt Innenteil (2" / 3") [5]	270 (2")	270 (2")	750 (2")	700 (3")	700 (3")	700 (3")	700 (3")	N/A	N/A
Schritt-gurt I Oberteil (2") [6]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	650	N/A	650	N/A
Schritt-gurt I Unterteil (2") [7]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	250	N/A	250	N/A
Schritt-gurt II Oberteil (2") [8]	N/A	N/A	550	N/A	N/A	N/A	550	N/A	550
Schritt-gurt II Unterteil (2") [9]	N/A	N/A	550	N/A	N/A	N/A	550	N/A	550
Befestigung / LV									
Schultergurt Befestigung oben	B 15	B 23c	B 15	B 23c	B 15	B 15	B 15	N/A	N/A
Schultergurt Befestigung Schloss	SL 5.8 / SL 5.7	SL 5.8 / SL 5.7	SL 5.8 / SL 5.7	SL 5.8 / SL 5.7	SL 5.8 / SL 5.7	SL 5.8 / SL 5.7	SL 5.8 / SL 5.7	N/A	N/A
Schultergurt LV oben	LV 7	LV 7	LV 7	LV 7	LV 7	LV 7	LV 7	N/A	N/A
Schultergurt LV mitte	LV 14	LV 14	LV 14	LV 14	LV 14	LV 14	LV 14	N/A	N/A
Beckengurt Befestigung außen	B 15	B 23a	B 15	B 23c	B 15	B 15	B 15	N/A	N/A
Beckengurt Befestigung Schloss	SL 5.9	SL 5.9	SL 5.9	SL 5.9	SL 5.9	SL 5.9	SL 5.9	N/A	N/A
Beckengurt LV Mitte	LV 9.C	LV 9.C	LV 9.C	LV 14	LV 14	LV 14	LV 14	N/A	N/A
Schritt-gurt I Befestigung Schloss	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SL 5.9	N/A
Schritt-gurt I Befestigung unten	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	B 18.45.11	N/A
Schritt-gurt I LV Mitte	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	LV 9.B	N/A
Schritt-gurt II Befestigung Schloss	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SL 4.6
Schritt-gurt II Befestigung unten	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	B 15
Schritt-gurt II LV Mitte	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	LV 9.B
Schritt-gurt II LV unten	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	LV 4

Abbildung 11, Matrix zur Auswahl vorzufertigender **Profi**-Gurtkomponenten

Vorgeschlagen und von Herrn Mantoan gebilligt wurde ein zweigestuftes Vorgehen zur **Vorfertigung von *Profi*-Gurtkomponenten:**

STUFE 1

Vorzufertigen sind

⇒ alle Gurtbandzuschnitte (Längen in mm)

- | | | |
|---|------|------------------|
| 1. Schultergurt - Oberteile ASM (3") | 1700 | ⇒ 1 mal je Farbe |
| 2. Schultergurt - Oberteile (3") | 1600 | ⇒ 1 mal je Farbe |
| 3. Schultergurt - Unterteile (3") | 550 | ⇒ 2 mal je Farbe |
| 4. Beckengurt -Teile (2") [Profi II] | 750 | ⇒ 2 mal je Farbe |
| 5. Beckengurt -Teile (2") [Profi II] | 270 | ⇒ 2 mal je Farbe |
| 6. Beckengurt -Teile (3") [Profi III] | 280 | ⇒ 2 mal je Farbe |
| 7. Beckengurt -Teile (3") [Profi III] | 700 | ⇒ 2 mal je Farbe |
| 8. Schritt-gurt I Oberteil (2") | 650 | ⇒ 2 mal je Farbe |
| 9. Schritt-gurt I Unterteil (2") | 250 | ⇒ 2 mal je Farbe |
| 10. Schritt-gurt II Oberteil und Unterteil (2") | 550 | ⇒ 4 mal je Farbe |

⇒ die ASM-Reißnähte im Schultergurt einschließlich der Reißnaht-Aufnäher

⇒ die kompletten Schritt-gurte I und Schritt-gurte II einschließlich der FIA-Hauptlabel

Bezüglich der Label von **Profi**-Gurtkomponenten ist zu beachten:

- Jedes Gurtbandstück (z.B. der Schultergurt) muss mit einem separaten Label versehen werden
- Jedes Label enthält die jeweilige(n) Zulassungsnummer(n)
- Jedes Label enthält die zulässige Gurtkomponenten-Verwendungsdauer; diese ergibt sich aus dem Herstellungsjahr + 5 Jahre (Da dem Kunden die volle Verwendungsdauer zur Verfügung stehen muss, sind die ab Oktober vorzufertigenden **Profi**-Gurtkomponenten bereits dem nächsten Herstellungsjahr zuzurechnen)
- Zu unterscheiden ist zwischen Haupt-/ und Nummernlabeln, wobei das Hauptlabel den festen Punkt eines Gurtsystems kennzeichnet
- Schrittgurte sind stets mit einem Hauptlabel zu versehen

STUFE 2

Vorzufertigen sind

- ⇒ alle Komponenten der Stufe 1
- ⇒ die kompletten Schultergurte (einschließlich der Label) bis auf die oberen Befestigungen (Schultergurte werden stets mit Nr.-Labeln versehen)

Vorteile der Vorfertigung:

- Im Vergleich mit dem derzeitigen Fertigungsverfahren ergeben sich beträchtliche Rüstzeiteinsparungen, wie in Kapitel 5.4.2.3.2 ausführlich beschrieben wird.
- Die vorgefertigten Gurtkomponenten sind für mehrere **Profi**-Standardgurtsysteme verwendbar – möglicherweise auch für Sonderanfertigungen; im Falle eines Auftrags verkürzen vorgefertigte Gurtkomponenten die Durchlaufzeit, wie in Kapitel 5.4.2.3.2 beschrieben wird.
- Die Vorfertigung der genannten Gurtkomponenten stellt relativ geringe Anforderungen an die Ausführenden – sie kann und soll durch Mitarbeiter erfolgen, die nicht dem **Profi**-Bereich angehören; diese sind in der Regel geringer bezahlt (⇒ Lohnkostensparnis) und reduzieren die im **Profi**-Bereich übliche Mehrarbeit (⇒ Ersparnis von Überstundenzuschlagskosten).

- Die bisher übliche Aufstockung der Personalkapazität durch Mitarbeiter aus anderen Bereichen bedingt Leistungs- und Qualitätseinbußen – diese Einbußen dürften zukünftig nicht mehr auftreten, weil die Vorfertigung von bereichsfremden und nur die „schwierigen“ restlichen Arbeitsgänge von **Profi**-Mitarbeitern durchgeführt werden.

Nachteile der Vorfertigung:

- In den vorgefertigten Gurtkomponenten sind Materialmengen „gebunden“ – allerdings handelt es sich um geringe Mengen, somit sind auch die kalkulatorischen Zinskosten [4] gering und vernachlässigbar.
- Eine arbeitsplatznahe Lagerung der vorgefertigten Gurtkomponenten ist erforderlich; sie erfordert die Anschaffung von Containern und Regalen sowie deren Aufstellung zu einmaligen Gesamtkosten von ca. 4.360 DM.
- Die arbeitsplatznahe Lagerung bedingt eine zusätzliche Lagerfläche von ca. 5 m² (allerdings soll diese Fläche nicht nur für vorgefertigte Gurtkomponenten, sondern auch für andere Lagerteile genutzt werden).

In diesem Zusammenhang sind Möglichkeiten zum nachträglichen Aufbringen der Label diskutiert worden, und zwar

- > **Stempeln** der Gurt-Verwendungsdauer
- > **Stempeln** des kompletten Labels
- > **Einknippen** der Gurt-Verwendungsdauer in eine vorgegebene Zeitachse
- > **Drucken** (Tintenstrahltechnik) auf das Gurtband

Diese Möglichkeiten werden seitens **SCHROTH** weiter verfolgt.

5.4.2.3.1 Losgrößenbildung und Lagerung

Losgrößenbildung

Die Anregung des Herrn Kampschulte, Gurtkomponenten für

ca. 100 Stück *Profi*-Standardgurtsysteme

vorzufertigen, wurde aufgegriffen und weiter verfolgt.

Die folgenden Berechnungen betreffen das Gurtsystem **Profi** II-6 asm (Abbildung 12):

	Zeitanteil [min / Einheit]
Ausführdauer	59,0
Rüstzeit	40,5
Gesamtfertigungsdauer	99,5

Abbildung 12, Gesamtfertigungsdauer des *Profi II-6 asm* bei Losgröße 1

Abbildung 13 zeigt den Graphen der Gesamtfertigungsdauer als Funktion der Losgröße (aus darstellerischen Gründen wurde die x-Achse nicht linear unterteilt).

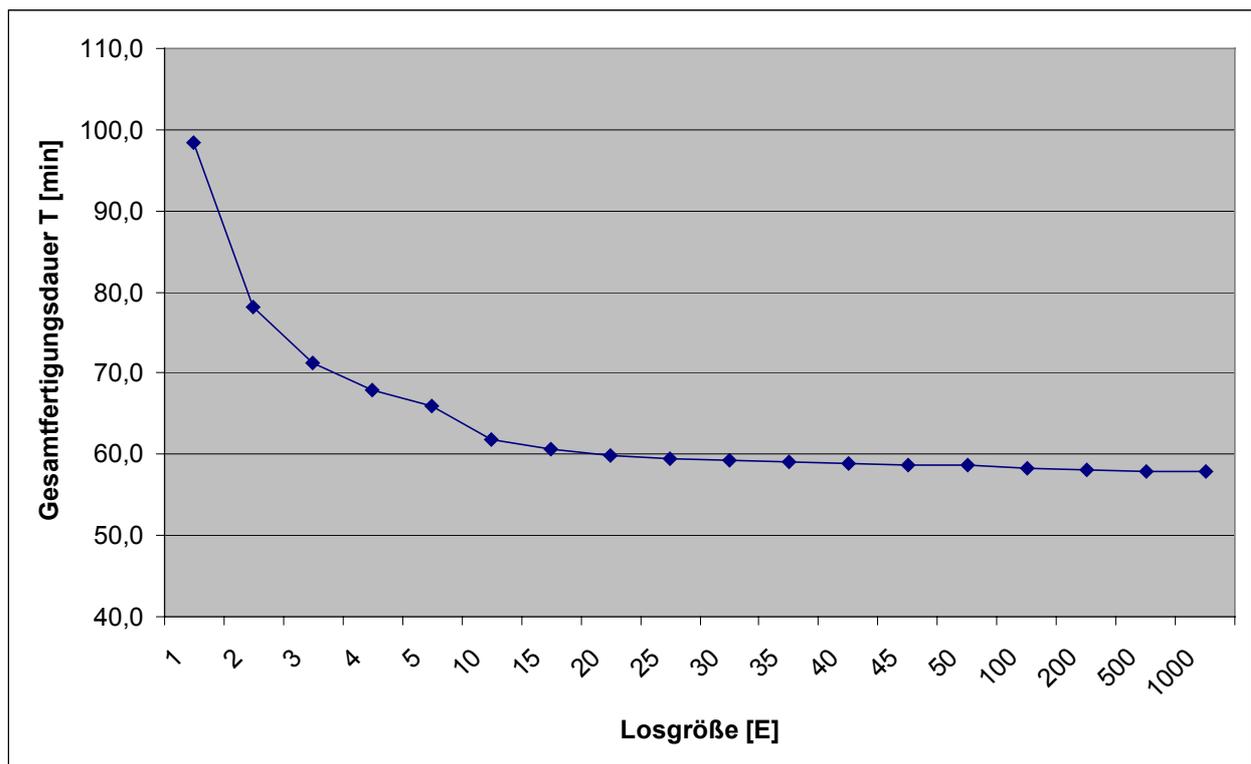


Abbildung 13, Gesamtfertigungsdauer als Funktion der Losgröße

Der Rüstzeitanteil je Einheit bei der Fertigung der Losgröße 30 liegt bei 1,4 Minuten pro Gurtsystem (Abbildung 14); dieser Anteil verringert sich bei höheren Losgrößen nur unwesentlich.

	Zeitanteil [min / 30 Einheiten]	Zeitanteil [min / 1 Einheit]
Ausführdauer	1.768,8	59,0
Rüstzeit	40,5	1,4
Gesamtfertigungsdauer	1.809,3	60,3

Abbildung 14, Gesamtfertigungsdauer des *Profi II-6 asm* bei Losgröße 30

Diese Erkenntnisse – und beengte Lagerplatzverhältnisse - führten zu folgenden Verabredungen (Arbeitsfortschrittsgespräch am 10.05.01): Vorgefertigt wird schnellstmöglich

(wenn Container und Regale beschafft sind – die Beschaffung erfolgt unverzüglich) eine Losgröße von 40 Sätzen pro Farbe, und zwar

40 komplette Gurtkomponentensätze in rot

40 komplette Gurtkomponentensätze in schwarz

40 komplette Gurtkomponentensätze in blau

Σ 120 komplette Gurtkomponentensätze

Fertigungsauslösender Restbestand sollen 10 vorgefertigte Gurtkomponentensätze pro Farbe sein, d.h., bei diesem Restbestand sollen **30 weitere Sätze** gefertigt werden; diese Menge kann je nach Kapazitätsauslastung der beteiligten Fertigungsbereiche geändert werden – sie soll in der Anfangsphase von Herrn Kampschulte und später von der Arbeitsvorbereitung vorgegeben werden.

Lagerung der vorgefertigten Gurtkomponenten

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sollen in einem Container ausschließlich Gurtkomponenten einer Farbe gelagert werden. Nach Mitarbeiterangaben lassen sich folgende Mengen vorgefertigter Gurtkomponenten in **SCHROTH**-gebräuchlichen Containern mit den Abmaßen 600 x 400 x 300 lagern (Abbildung 15):

Komponente	zu lagernde Mengen			Mengen / Container	Benötigte Container
	Rot	Schwarz	Blau		
Schultergurt mit ASM	40	40	40	100	3
Schultergurt ohne ASM	40	40	40	100	3
Schultergurt-Unterteile	80	80	80	100	3
Beckengurt [<i>Profi II</i>] (2 Zuschnitte)	80	80	80	80	3
Begu [<i>Profi III</i>] (2 Zuschnitte)	80	80	80	80	3
Schrittgurt I	40	40	40	100	3
Schrittgurt II	40	40	40	80	3
Gesamt benötigte Container:					21

Abbildung 15, zu lagernde vorgefertigte Gurtkomponentensätze (Stufe 1)

Diese 21 Container sollen in einem noch aufzustellenden Regal in Nähe der **Profi**-Arbeitsplätze gelagert werden (Abbildung 16). Die zur Zeit in diesem Bereich gelagerten Materialien können laut Herrn Kampschulte zum Teil zusätzlich in (oder auf) diesem Regal bzw. andernorts gelagert werden.

Im Falle der erweiterten Vorfertigung (Stufe 2) werden 24 Container benötigt – das vorgesehene Regal (Abbildung 16) fasst auch diese Containermenge.



Abbildung 16, Stellfläche für das vorgesehene Regal

Die schnellstmögliche Realisierung des Regallagers wurde im Arbeitsfortschrittsgespräch am 10.05.01 beschlossen.

Der Autor hat dazu beigetragen, indem er ein Pflichtenheft (Anhang, Seite A-6) erstellt hat; inzwischen wurde das Regal und die Container beschafft – seit dem 18.06.01 existiert das Lager für vorgefertigte **Profi**-Gurtkomponenten (Abbildung 17).



Abbildung 17, Regal zur Lagerung von vorgefertigten Gurtkomponenten

5.4.2.3.2 Zeitersparnis

Zur Berechnung

- der Zeitersparnis durch Reduzierung der anteiligen Rüstzeit pro Gurtsystem in Folge einer Fertigungsmengenerhöhung (Abbildung 13) sowie
 - der Verkürzung der Auftragsdurchlaufzeit in der Fertigung
- wurde eine Fertigungsmengenerhöhung

von 5 auf 30 Profi II-6 asm Gurtsystemen

angenommen (derzeit werden laut Mitarbeiterangaben Lose mit durchschnittlich 5 Gurtsystemen gefertigt).

STUFE 1

Gemäß dem **Profi II-6 asm** Arbeitsplan (Abbildung 9) ist zu berechnen:

- Die Gesamtfertigungsdauer für ein Los zu je 5 Gurtsystemen
 - 33.530 HM ≈ **5,59 Stunden**
- Zur Herstellung von 30 Gurtsystemen würden derzeit 6 Lose zu je 5 Gurtsystemen gefertigt – die Gesamtfertigungsdauer beträgt
 - 6 * 33.530 HM = 201.180 HM ≈ **33,53 Stunden**
- Die Gesamtfertigungsdauer für ein Los zu je 30 Gurtsystemen
 - 180.930 HM ≈ **30,16 Stunden**

Es ergibt sich eine Zeitersparnis von $33,53 - 30,16 = 3,38$ Stunden
≡ 10,1 %

Weil im Falle eines Kundenauftrags auf vorgefertigte Gurtkomponenten zurückgegriffen werden kann, verkürzt sich die (Rest-) Gesamtfertigungsdauer und damit auch die Auftragsdurchlaufzeit (definiert als Zeitdauer von Arbeitsbeginn bis Arbeitsende eines Werkstattauftrags in der Fertigung).

Gemäß dem **Profi II-6 asm** Arbeitsplan (Abbildung 9) ist zu berechnen:

- Die Gesamtfertigungsdauer für ein Los zu je 30 Gurtsystemen (wie vor)
 - 180.930 HM ≈ **30,16 Stunden**

- Die (Rest-) Gesamtfertigungsdauer für ein Los zu je 30 Gurtsystemen
 - 121.810 HM ≈ **20,30 Stunden**

**Es ergibt sich eine Durchlaufzeitverkürzung von $30,16 - 20,30 = 9,86$ Stunden
≙ 32,7 %**

STUFE 2

Im Falle der Vorfertigung gemäß Stufe 2 würde sich die Zeitersparnis durch Reduzierung der anteiligen Rüstzeit pro Gurtsystem nicht ändern, wohl aber die Auftragsdurchlaufzeit – es ist gemäß dem **Profi** II-6 asm Arbeitsplan (Abbildung 9) ist zu berechnen:

- Die Gesamtfertigungsdauer für ein Los zu je 30 Gurtsystemen (wie vor)
 - 180.930 HM ≈ **30,16 Stunden**
- Die (Rest-)Gesamtfertigungsdauer für ein Los zu je 30 Gurtsystemen
 - 98.970 HM ≈ **16,50 Stunden**

**Es ergibt sich eine Durchlaufzeitverkürzung von $30,16 - 16,50 = 13,66$ Stunden
≙ 45,3 %**

5.5 Sollzustand [**Magna-Bereich**]

5.5.1 Die wirtschaftliche Sachlage

Zur Prüfung der wirtschaftlichen Sachlage wurde eine Nachkalkulation (Anhang, Seite A-9) entsprechend dem Schema der Vorkalkulation (Anhang, Seite A-8) erstellt – die Kalkulationen wurden Herrn Schroth und Herrn Mantoan vorgestellt und so akzeptiert.

Die wesentlichen Vor- und Nachkalkulationsdaten sind in Abbildung 18 einander gegenüber gestellt:

Kostenart	Vorkalkulation [DM]	Nachkalkulation [DM]	Abweichung [%]
Investitionskosten	328.000	328.000	0
Fertigungskosten	606.543	1.740.436	187
Materialkosten	945.097	1.007.718	7
Steuerungskosten	26.880	42.000	56
Qualitätsicherungskosten	54.600	102.900	88
Kosten für Zukaufteile	1.557.776	1.557.776	0
Selbstkosten	3.596.234	4.883.860	36

Abbildung 18, Gegenüberstellung wesentlicher Vor- und Nachkalkulationsdaten

Der Kunde hatte seinerzeit (im Jahr 1999) den Angebotspreis akzeptiert, das heißt, der Auftrag wird bis zum Jahr 2007 einen Erlös von insgesamt **4.465.449 DM** (Anhang, Seite A-8) erbracht haben; damit würde sich ein Verlust in Höhe von

$$4.465.449 \text{ DM} - 4.883.860 \text{ DM} = \underline{\underline{- 418.411 \text{ DM}}}$$

ergeben.

Da es sich um einen teilerledigten Auftrag handelt, ist eine differenziertere Betrachtung der Sachlage angebracht:

⇒ Als Termin für etwaige verlustreduzierende Maßnahmen wird der 02.07.01 gesetzt.

⇒ Zu diesem Termin

- werden laut Arbeitsvorbereitung 828.000 Einheiten hergestellt worden sein, bzw.
- werden noch 3.822.000 Einheiten herzustellen sein.

Diese wirtschaftliche Sachlage erfordert unverzügliches Handeln - es wurde folgende Vorgehensweise vereinbart:

- Ermittlung des Deckungsbeitrags [5] (um zu entscheiden, ob der Auftrag fortgeführt werden sollte, oder ob Möglichkeiten zum Ausstieg gesucht werden sollten).
- Für den Fall der Auftragsfortführung: Reduzierung der Fertigungskosten durch betriebsorganisatorische und/oder technische Maßnahmen,
- Erfassung aller Arbeitsgänge mit dem Ziel, Automatisierungspotenziale aufzuzeigen,
- Reduzierung der Störzeiten (auf Basis einer geeigneten Störungsklassifizierung).

5.5.2 Berechnung des Deckungsbeitrags

Zur Entscheidung, ob der Auftrag fortgeführt werden sollte oder nicht, das heißt, ob und inwieweit er trotz Verlust zur Deckung der Fixkosten des Unternehmens beiträgt, wurde der

$$\text{Deckungsbeitrag} = \text{Erlös} - \text{variable Kosten [5]}$$

berechnet.

Dazu wurden unter Bezug auf die Nachkalkulation (Anhang, Seite A-9) die variablen Kosten ermittelt, und zwar ausgehend von der derzeitigen Betriebsorganisation und der derzeitigen Fertigungstechnik (Abbildung 19).

Berechnung der variablen Kosten zur Herstellung von 4.650.000 E gemäß dem Istzustand										
	P.-Satz	Einheit	Faktor	Einheit	Anzahl	Einheit	Preis/E	Einheit	Summe [DM]	
2) Fertigungslohnkosten FLK										
Fertigungslohn FL Magna			150	E/h	31.000	h	20,4189	DM/h	632.985	(4650000/150)*20,4189
FL Nach-/Nebenarbeiten			0	MA	0	h	20,4189	DM/h	0	
Lohnnebenkosten	81	%							512.718	(632986*1,81)-632986
									1.145.703	632986+512719
3) Materialeinzelkosten MEK										
Gurtband Verschnitt	0	%	0,443	mE	4.650.000	E	0,4105	DM/m	845.609	0,443*4650000*0,4105
Nähgarn			2,5	mE	4.650.000	E	0,0159	DM/m	184.256	2,5*4650000*0,01585
									1.029.866	845609+184256
6) Zukaufteile										
Beschlag					4.650.000	E	0,2602	DWE	1.209.930	4650000*0,2602
Zuschlag Beschaffungskosten			0,8						302.483	1209930/0,8-1209930
Zuschlag Vorfinanzierung			0,95						79.601	((1209930+302483)/0,95)-(1209930+302483)
									1.592.013	1209930+302483+79601
12) Variable Kosten										
					4.650.000	E			3.767.581	1145703+1029866+1592013

Abbildung 19, variable Kosten des **Magna**-Auftrags gemäß dem Istzustand

Es ergibt sich somit ein Deckungsbeitrag als Differenz zwischen Erlös (Anhang, Seite A-8) und variablen Kosten (Abbildung 19) in Höhe von

$$4.465.449 \text{ DM} - 3.767.581 \text{ DM} = \underline{\underline{697.868 \text{ DM}}}$$

der eine Fortführung des Auftrags rechtfertigen würde, es sei denn die installierten Kapazitäten könnten für alternative Aufträge genutzt werden.

Weil dieses aus heutiger Sicht unwahrscheinlich ist, wurde beschlossen

- den Auftrag zunächst fortzuführen,
- technische sowie betriebsorganisatorische Maßnahmen zu planen und mit der Umsetzung der betriebsorganisatorischen Maßnahmen ab dem 02.07.01 zu beginnen.

5.5.3 Technische und betriebsorganisatorische Maßnahmen

5.5.3.1 Automatisierungspotenziale

Absicht ist, mögliche Automatisierungspotenziale aufzuzeigen (aus Zeitgründen sind im Rahmen dieses Projekts weder technische Lösungen auszuarbeiten, noch Kosten- / Nutzenbetrachtungen anzustellen).

Um Automatisierungspotenziale aufzuzeigen, wurde der Fertigungsprozess differenziert betrachtet, und zwar bezüglich der

- **Hauptarbeiten** (das sind die erforderlichen vorbereitenden Tätigkeiten und das Überwachen des eigentlichen Nähprozesses – soweit dies zeitlich möglich ist)
- **Nacharbeiten** (das sind alle qualitätssichernden Tätigkeiten)
- **Nebenarbeiten** (das sind vorbereitende, reparierende und wartende Tätigkeiten)

Hierzu wurde zwischen **Magna**-Fertigungsmitarbeitern und **Magna**-Wartungsmitarbeitern unterschieden; nicht eindeutig einem oder dem anderen dieser Mitarbeiter zugeordnete Tätigkeiten wurden zugeordnet.

Vom **Magna**-Fertigungsmitarbeiter durchzuführende Hauptarbeiten:

1. Drei Gurtbandzuschnitte und drei Beschläge aufnehmen
2. Ersten Gurtbandzuschnitt in einen Beschlag einführen
3. Ersten Gurtbandzuschnitt mit Beschlag in Nähschablone (Abbildung 20) legen
(Vorgänge 2. bis 3. zweimal wiederholen)
4. Gurtbänder in Nähschablone positionieren
5. Linke Nähschablonenseite schließen
6. Rechte Nähschablonenseite schließen
7. Gurtbänderpositionen in geschlossener Nähschablone prüfen, ggf. korrigieren
8. Fertiggenähte Nähschablone der Nähvorrichtung entnehmen
9. Bestückte Nähschablone zur Nähvorrichtung führen
10. Nähvorgang durch Drücken von zwei Auslösetasten starten
11. Automatischen Nähvorgang überwachen
12. Linke Seite der Nähschablone mit den bereits genähten Endbeschlägen öffnen
13. Rechte Seite der Nähschablone mit den bereits genähten Endbeschlägen öffnen
14. Endbeschläge prüfen und gut/schlecht-Entscheidung treffen
15. Gut-/ und Schlechteile in den dafür vorgesehenen Containern ablegen
(Vorgänge 1 bis 15 neunmal wiederholen)
16. Alle 10 Schablonen: Unterfadenspule wechseln

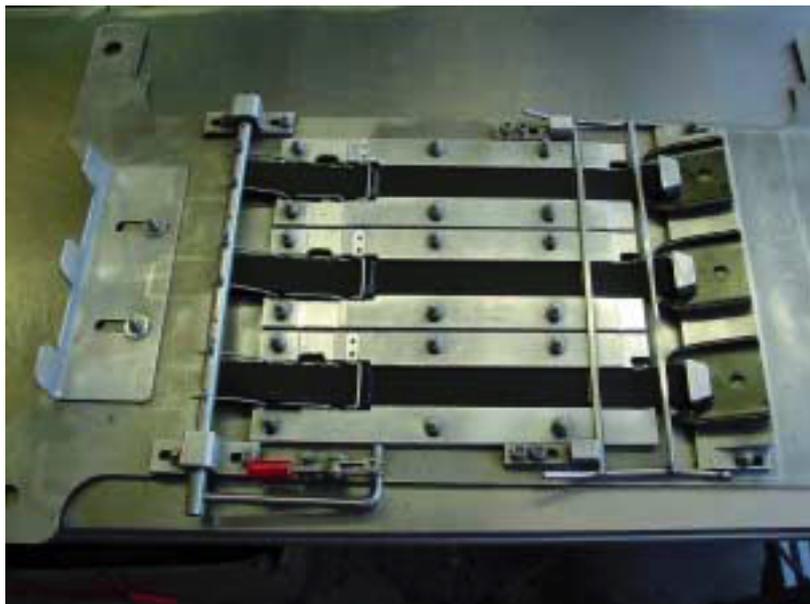


Abbildung 20, **Magna**-Nähschablone

Der Autor sieht bezüglich der Hauptarbeiten folgende Automatisierungspotenziale (deren Sinnfälligkeit ist durch eine Kosten/Nutzen-Analyse noch zu bestätigen):

zu 1-2: Die Gurtbandzuschnitte und Beschläge sollten näher an der eigentlichen Nähschablonenbestückung bevorratet werden, um die anfallenden Wege zu verkürzen; darüber hinaus sollten die Beschläge nicht durcheinander, sondern in stets dergleichen montierfreundlichen Lage bereitgestellt werden, um dem Mitarbeiter die Montage zu erleichtern und Handhabungszeit zu sparen.

Zu 5.-7. Das in zwei Vorgängen erfolgende Schließen der linken und der rechten Nähschablonenseiten sollte zu einem Schließvorgang zusammengefasst werden (wobei die korrekte Positionierung der Gurtbänder sichergestellt sein muss); dieses würde den Bestückungsprozess vereinfachen und zeitkürzer machen.

Vom **Magna**-Fertigungsmitarbeiter durchzuführende Nacharbeiten:

1. Nachzuarbeitenden Endbeschlag aufnehmen
2. Entscheiden, welche Nacharbeiten durchzuführen sind
3. Nacharbeiten ausführen, das heißt,
 - über 8 mm lange lose Fäden abschneiden und/oder
 - Schlaufen verschweißen und/oder
 - bei irreparablen Endbeschlägen: Gurtband aufschneiden, Beschlag abziehen (zur Wiederverwendung) und Gurtreste entsorgen
4. Nachgearbeitete Endbeschläge zu je 10 Stück bündeln
5. Bündel zählen und in A-Behälter packen

Vom **Magna**-Fertigungsmitarbeiter durchzuführende Nebenarbeiten:

1. Nähmaschinen ölen
2. Betriebsbereitschaft der Schneidemaschine sicherstellen
3. Gurtbandzuschnitte dem Maschinenbediener zurechtlegen
4. Oberfaden wechseln
5. Unterfadenspulen aufspulen

6. Endbeschläge zu je 10 Stück bündeln
7. Bündel zählen und in A-Behälter packen

Vom **Magna**-Wartungsmitarbeiter durchzuführende Nebenarbeiten:

1. Beschläge bereitstellen
2. Gurtbandrolle in Haltevorrichtung der Schneidemaschine legen
3. Gurtband in Schneidemaschine einführen
4. Schneidemaschine einstellen
5. Schneiden starten (das Schneiden erfolgt automatisch)
6. Im Bedarfsfall: Nähmaschinen und/oder -schablonen einstellen
7. Im Bedarfsfall: Nähmaschinen und/oder -schablonen reparieren

Der Autor sieht bezüglich der durchzuführenden Nach- und Nebenarbeiten
kein sinnvolles Automatisierungspotenzial!

5.5.3.2 Mehrmaschinenbedienung / Arbeitsteilung

Der drohende Verlust in Höhe von 418.411 DM (Kapitel 5.5.1) ist hauptsächlich auf die zu hohen Fertigungskosten in Höhe von 1.145.703 DM (Anhang, Seite A-10) zurückzuführen – es gilt, diese zu reduzieren.

Das soll erreicht werden, indem anstelle von Ein- auf Mehrmaschinenbedienung [5] umgestellt und eine geänderte Arbeitsteilung eingeführt wird:

Zukünftig soll ein **Magna**-Fertigungsmitarbeiter die Nähschablonen (Abbildung 20) der Maschinen Nr. 27 und 28 bestücken und wechseln - die anfallenden Nach- und Nebenarbeiten (unter Ausnahme der Wartungs- und Reparaturarbeiten) sollen von einem zweiten **Magna**-Fertigungsmitarbeiter ausgeführt werden.

Die für Nach- und Nebenarbeiten ermittelten Zeitdauern zeigt Abbildung 21.

	Vorgangsdauer (HM / Stück)	Gesamtdauer (HM / Stück)
Nach- und Nebenarbeiten des Magna -Fertigungsmitarbeiters		
- Maschinen ölen	0,24 ^[1]	
- Betriebsbereitschaft der Schneidemaschine überwachen	1,46 ^[1]	
- Gurtbandzuschnitte zurechtlegen	1,13 ^[1]	
- Oberfaden wechseln	0,45 ^[1]	
- Unterfadenspulen aufwickeln	1,58 ^[1]	
- n.i.O.-Teile nacharbeiten (ca. 30 % ^[3])	2,36 ^[1]	
- Ausschussteile aufschneiden und Beschläge „retten“ (ca. 1 % ^[3])	0,11 ^[1]	
- Endbeschläge bündeln (10 Stück pro Bündel)	0,56 ^[1]	
- Bündel zählen und in A-Behälter packen	0,41 ^[1]	
Zwischensumme		8,30
Nebenarbeiten des Magna -Wartungsmitarbeiters		
- Schneidemaschine rüsten und Schneidvorgang starten		
- Nähmaschinen und –schablonen einstellen		
- Schneidemaschine, Nähmaschinen und –schablonen reparieren		
Zwischensumme		8,30 + 1,90 = 10,20
Nach- und Nebenarbeitszeit je Stück (einschl. Verteilzeitzuschlag von 10 %)		10,20 * (1 + 10 / 100) = 11,22

Datenherkunft: [1] Zeitmessungen des Autors [2] Schätzung des Herrn Schmelzer [3] Erhebungen des Autors

Abbildung 21, Nach- und Nebenarbeitszeit für einen Endbeschlag

Die zur Zeit von zwei **Magna**-Fertigungsmitarbeitern gefertigten 300 Stück / Stunde können von einem allein nicht erreicht werden - der Autor hält eine Leistung von

ca. 270 Stück / Stunde und Mitarbeiter

für realisierbar.

Bei einer derartigen Leistung ergibt sich gemäß Abbildung 21 ein Nach- und Nebenarbeitszeitaufwand von

270 * 11,22 / 100 ≈ 30 Minuten / Stunde und Mitarbeiter

das heißt, wenn der erste Mitarbeiter in einer Stunde 270 Endbeschläge näht, stehen für einen zweiten Mitarbeiter ca. ½ Stunde Nach- und Nebenarbeiten an (dieser Mitar-

beiter sollte in der verbleibenden Schichtzeit in anderen Bereichen produktiv eingesetzt werden).

Der in Abbildung 21 ausgewiesene Zeitaufwand für Nach- und Nebenarbeiten ist durch reorganisatorische Maßnahmen kurzfristig nicht zu reduzieren, es sei denn

- der zur Zeit ca. 30 %ige Nacharbeitsaufwand von n.i.O.-Teilen (Abbildung 21) könnte in Übereinkunft mit dem Kunden verringert werden, indem z.B. Fadenüberstände nicht mehr abzuschneiden wären,
- der zur Zeit ca. 1 %ige Ausschuss (Abbildung 21) könnte durch Instandhaltung (⇒ Wartung) anstelle von Instandsetzung (⇒ Reparatur) der Betriebsmittel verringert werden,
- durch systematische Wartung der Betriebsmittel könnten Ausfallzeiten verringert werden.

Wenn die vorstehend dargelegten Leistungsdaten (Näharbeiten: 270 Stück pro Stunde und Mitarbeiter bzw. Nach- und Nebenarbeiten: $2 * 270 = 540$ Stück pro Stunde und Mitarbeiter) zutreffen, ergeben sich

- **variable Kosten** in Höhe von **2.939.760 DM** bezogen auf die Restfertigungsmenge von 3.822.000 Einheiten (Anhang, Seite A-12),
- **variable Kosten** von **670.873 DM** bezogen auf die bereits hergestellte Menge von 828.000 Einheiten (Anhang, Seite A-11) und somit
- ein **Deckungsbeitrag** in Höhe von

$$4.465.449 \text{ DM} - (670.873 \text{ DM} + 2.939.760 \text{ DM}) = \underline{\underline{854.816 \text{ DM}}}$$
 bezogen auf die Gesamtfertigungsmenge.

Darüber hinaus ergeben sich

- **Fertigungslohnkosten** von **784.745 DM** bezogen auf die Restfertigungsmenge von 3.822.000 Einheiten (Anhang, Seite A-12),
- **Fertigungslohnkosten** von **204.009 DM** bezogen auf die bereits hergestellte Menge von 828.000 Einheiten (Anhang, Seite A-11) und somit
- **Fertigungslohnkosteneinsparungen** in Höhe von

$$1.145.703 \text{ DM} - (204.009 \text{ DM} + 784.745 \text{ DM}) = \underline{\underline{156.949 \text{ DM}}}$$
 bezogen auf die Gesamtfertigungsmenge.

5.5.3.3 Schichteinteilungen

Die zu fertigenden Mengen richten sich nach den schwankenden Kundenabrufmengen von

8.000 oder 16.000 oder 24.000 Einheiten pro Woche.

Zur Zeit werden durchschnittlich **16.000** Einheiten pro Woche abgerufen.

Das heißt, die Personalkapazitäten [2] sind den jeweiligen Abrufmengen anzupassen; dazu werden drei verschiedene Schichteinteilungen (Abbildungen 22, 23 und 24) vorgeschlagen, die je nach anstehender Abrufmenge von Herrn Kampschulte anzuordnen wären; diese setzen als

**installierte Personalkapazität [2] mindestens zwei Gruppen
zu je zwei *Magna*-Fertigungsmitarbeitern**

voraus.

Außerdem weisen die Abbildungen 22 bis 24 ein Job Rotation System [5] aus, das heißt, nach in der Regel 2 Stunden an einem Arbeitsplatz wechselt der Mitarbeiter an den anderen Arbeitsplatz; dies soll geschehen, um negativen Begleiterscheinungen der einseitigen Belastung durch repetitive Tätigkeiten [5], die sich auswirken kann in Form von Rückenschmerzen, Monotonieempfindungen, Unlust, ..., vorzubeugen und die Arbeitszufriedenheit der Mitarbeiter zu fördern.

Außerdem weichen die Schichtzeiten bei Schichteinteilung 2 (Abbildung 23) von üblichen Zeitrastern ab, das heißt, die Schichten überlappen sich und lassen ein früheres Ende der Mittagsschicht zu; auch diese Maßnahme soll die Arbeitszufriedenheit der Mitarbeiter fördern. Wenn die Abrufmengen den Einsatz von zwei Mitarbeitergruppen erfordern, dann wechseln diese im Wochenrhythmus ihre Schichten.

Voraussetzung für den erwünschten betriebswirtschaftlichen Effekt ist, dass die **Magna**-Fertigungsmitarbeiter während der Zeiten, zu denen sie gemäß den Schichteinteilungen (Abbildungen 22, 23 und 24) nicht für die **Magna**-Fertigung benötigt werden, in anderen Fertigungsbereichen produktiv eingesetzt werden können.

Wochentag	Arbeitsplatz	Gruppen - bzw. Mitarbeiterzuordnung											
		Mo - Do	1		G1 M1	G1 M2	G1 M1	G1 M2	G1 M1				
2						G1 M2	G1 M1	G1 M2					
Schichtzeit Gruppe 1: 07.00 bis 15.45 Uhr einschl. 45 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen													
Fr	1		G1 M1	G1 M2	G1 M1								
	2				G1 M1	G1 M2							
	Schichtzeit Gruppe 1: 07.00 bis 12.30 Uhr einschl. 30 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen												
		06.00		09.00		12.00		15.00		18.00		21.00	

Uhrzeit →

Legende: Arbeitsplatz 1 betrifft das Bedienen der Maschinen Nr. 27 und 28
 Arbeitsplatz 2 betrifft die Nach- und Nebenarbeiten
 G1 steht für Gruppe 1
 M1 steht für Mitarbeiter 1
 M2 steht für Mitarbeiter 2

Abbildung 22, Schichtenteilung 1 (37 Stunden pro Woche)

Wochentag	Arbeitsplatz	Gruppen - bzw. Mitarbeiterzuordnung											
		Mo - Do	1	G1 M1	G1 M2	G1 M1	G1 M2	G2 M3	G2 M4	G2 M3	G2 M4		
2						G2 M4	G2 M3	G2 M4	G2 M3				
Schichtzeit Gruppe 1: 06.00 bis 14.30 Uhr einschl. 45 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen Schichtzeit Gruppe 2: 11.30 bis 20.00 Uhr einschl. 45 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen													
Fr	1		G1 M1	G1 M2	G1 M1								
	2				G1 M1	G1 M2							
	Schichtzeit Gruppe 1: 07.00 bis 13.00 Uhr einschl. 30 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen												
		06.00		09.00		12.00		15.00		18.00		21.00	

Uhrzeit →

Legende: Arbeitsplatz 1 betrifft das Bedienen der Maschinen Nr. 27 und 28
 Arbeitsplatz 2 betrifft die Nach- und Nebenarbeiten
 G1 steht für Gruppe 1 G2 steht für Gruppe 2
 M1 steht für Mitarbeiter 1 M2 steht für Mitarbeiter 2
 M3 steht für Mitarbeiter 3 M4 steht für Mitarbeiter 4

Abbildung 23, Schichtenteilung 2 (62 Stunden pro Woche an Arbeitsplatz 1)

Wochentag	Arbeitsplatz	Gruppen - bzw. Mitarbeiterzuordnung									
		Mo - Do	1	G1 M1	G1 M2	G1 M1	G1 M2	G2 M3	G2 M4	G2 M3	G2 M4
2						G2 M4	G2 M3	G2 M4	G2 M3		
Schichtzeit Gruppe 1: 06.00 bis 14.00 Uhr einschl. 45 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen Schichtzeit Gruppe 2: 14.00 bis 21.45 Uhr einschl. 45 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen											
Fr	1	G1 M1	G1 M2	G1 M1	G2 M3	G2 M4	G2 M3				
	2				G2 M4	G2 M3	G2 M4				
	Schichtzeit Gruppe 1: 06.00 bis 12.00 Uhr einschl. 30 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen Schichtzeit Gruppe 2: 12.00 bis 17.30 Uhr einschl. 30 Min. Pause an Arbeitsplatz 2 oder in anderen Fertigungsbereichen										
		06.00	09.00	12.00	15.00	18.00	21.00				
		Uhrzeit →									

Legende: Arbeitsplatz 1 betrifft das Bedienen der Maschinen Nr. 27 und 28
 Arbeitsplatz 2 betrifft die Nach- und Nebenarbeiten
 G1 steht für Gruppe 1 G2 steht für Gruppe 2
 M1 steht für Mitarbeiter 1 M2 steht für Mitarbeiter 2
 M3 steht für Mitarbeiter 3 M4 steht für Mitarbeiter 4

Abbildung 24, Schichtenteilung 3 (74,5 Stunden pro Woche an Arbeitsplatz 1)

Während der frei wählbaren Pausenzeit des einen Mitarbeiters sollten die Nähmaschinen vom zweiten Mitarbeiter der jeweiligen Gruppe bedient werden, um Betriebsmittelstillstandszeiten zu vermeiden.

Zu erwarten sind folgende Fertigungsmengen pro Woche (Abbildung 25):

Schichtenteilung 1	Schichtenteilung 2	Schichtenteilung 3
9.990 Einheiten / Woche	16.740 Einheiten / Woche	20.115 Einheiten / Woche

Abbildung 25, Fertigungsmengen pro Woche in Abhängigkeit von der Schichtenteilung

Aufgrund der durchschnittlichen Kundenabrufmenge von 16.000 Einheiten pro Woche ist anzulegen, bevorzugt die Schichtenteilung 2 zu fahren und im Falle

- **Abrufmenge < Fertigungsmenge** eine noch zu bestimmende Vorratsmenge anzulegen, bevor zur Schichtenteilung 1 gewechselt wird,
- **Abrufmenge > Fertigungsmenge** zunächst die Vorräte zu verbrauchen, bevor zur Schichtenteilung 3 gewechselt wird.

5.5.3.4 Instandhaltung

Personelle Regelungen

In Abstimmung mit Herrn Mantoan wird zukünftig das **Magna**-Wartungsteam mit dem Teamleiter, Herrn Michael Schmelzer, für die systematische Störungsreduzierung zuständig sein.

Herr Schmelzer hat fachliche Weisungsbefugnis gegenüber den anderen Teammitgliedern und ist für die Erledigung folgender Aufgaben verantwortlich:

- Ausführen der Reparaturen und Instandhaltungsmaßnahmen (⇒ Wartungen)
- Führen und Auswerten des **Magna**-Störungserfassungsschemas (Anhang, Seite A-13)
- Führen des **Magna**-FMEA-Störungskatalogs (Abbildung 27)
- Führen des **Magna**-Instandhaltungsplans (Abbildung 28)

Ziel ist es, Störungen durch systematische Instandhaltung zu reduzieren und - im Sinne des *Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses* [5] - immer zu hinterfragen, wie man

- ⇒ einfacher,
- ⇒ preiswerter,
- ⇒ schneller und
- ⇒ besser (qualitativ hochwertiger)

vorgehen könnte.

Das folgende Schema soll zur systematischen Reduzierung von Störungen angewendet werden - es wurde mit dem Wartungsteam ausführlich besprochen; im gegenseitigen Einvernehmen soll zukünftig wie folgt vorgegangen werden:

1. Bei Auftritt einer Störung ist diese unverzüglich zu beseitigen.
2. Nach Störungsbeseitigung wird
 - die Art der Störung,
 - die Betriebsmittelstillstandsdauer sowie
 - die Reparaturdauer im „Störungserfassungsschema“ (Anhang, Seite A-13) dokumentiert.

Hierbei ist vom **Magna**-Wartungsmitarbeiter zu überprüfen, ob die Störung bereits im „FMEA-Störungskatalog“ (Abbildung 27) aufgeführt ist; wenn nicht,

- ist sie vom Teamleiter mit einer Kenn-Nummer zu versehen und
- dem Katalog hinzuzufügen.

Aus dem **Magna**-Störungserfassungsschema und dem **Magna**-FMEA-Störungskatalog wurde der

Magna-Instandhaltungsplan (Abbildung 28)

abgeleitet; dieser ist im Falle neuer Erkenntnisse unverzüglich den Gegebenheiten anzupassen – verantwortlich für die Aktualität und Umsetzung des Instandhaltungsplans ist der Teamleiter.

Systematisches Vorgehen

Zur systematischen Störungserfassung wurde ein Systembaum [11] (Abbildung 26) basierend auf den 5 Prozess-Einflussgrößen

Mensch (1) / Maschine (2) / Methode (3) / Material (4) / Mitwelt (5)

erstellt.

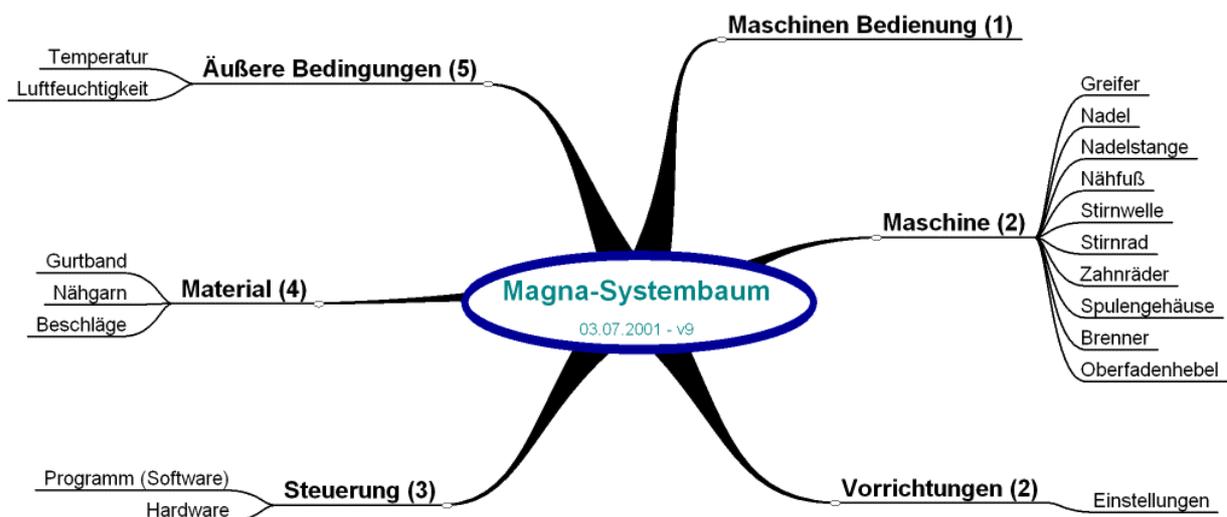


Abbildung 26, **Magna**-Systembaum

Die für Reparaturen zuständigen Mitarbeiter berichten, dass die meisten Störungen die Prozess-Einflussgröße *Maschine* (2) betreffen; deshalb wurde mit dieser begonnen und – in Absprache mit dem **Magna**-Wartungsteam – ein **Magna**-FMEA-Störungskatalog (Abbildung 27) definiert:

System	lfd. Nr.	Baugruppe (System / Merkmale)	Potentielle Fehler	Potentielle Folgen des Fehlers	Potentielle Fehlerursache (bekannt / vermutet)	Vorgesehene Prüfmaß- nahme	Auftreten	Vorzunehmende Abstellmaßnahme (gesichert / ungesichert)	Durchs. Reparatur- dauer [Mnuten / Fall]
Maschine (2)	2.1	2.1.1 Greifer	Ausgelassene Stiche	Endbeschläge können nicht verwendet werden (Ausschuss)	Faden beim annähen zu kurz	keine	BM 27: 3/Tag	Nadel und Greifer synchronisieren (gesichert)	5
		2.1.2 Nadel	Maschine näht nicht	Maschine muss gewartet werden > Maschinenstillstand	Falsche Synchronisation zwischen Nadel und Greifer		BM 28: 3/Woche	Nadel und Greifer einstellen (gesichert)	
		2.1.3 Faden			Falsche Einstellungen von Nadel und Greifer				
	2.2	2.2.1 Nadelstange	Falsche Einstellungen	Endbeschläge können nicht verwendet werden (Ausschuss)	Nadelaufschlag auf Nähshablone	keine	1/Monat	Baugruppe einstellen	30
		2.2.2 Welle							
		2.2.3 Nähfuß	Verschleiß	Maschine muss gewartet werden > Maschinenstillstand				Baugruppe austauschen	
		2.2.4 Stirnwelle							
		2.2.5 Stirnrad							
		2.2.6 Pleuelstange							
		2.2.7 Zahnräder							

Abbildung 27, Magna-FMEA-Störungskatalog (Ausschnitt)

Weitere Betrachtungen sind im Anhang, Seite A-14 und Seite A-15, wiedergegeben.

Der bisher erarbeitete **Magna**-Instandhaltungsplan (Abbildung 28) musste aus Zeitgründen auf die Prozess-Einflussgröße *Maschine* (2) beschränkt werden.

Wenn zukünftig wesentliche Störungen auch andere Prozess-Einflussgrößen betreffen (Abbildung 26), so ist der **Magna**-Instandhaltungsplan entsprechend der vorgegebenen Systematik zu erweitern; dafür zuständig (und eingewiesen) ist der **Magna**-Wartungsteamleiter.

Magna -Instandhaltungsplan

Stand: 19.07.2001

Nr.	System	Tätigkeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
2.1	Nadel / Greifer	- synchronisieren und einstellen	BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)		BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)		BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)	
Instandhaltungsdauer [5 min/Fall]			10		10		10	
2.2	Nadelstange / Welle / Nähfuß / Stirnwellen / Stirnrad / Pleuelstange / Zahnräder	- Systeme prüfen, einstellen und ggf. austauschen					BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)	
Instandhaltungsdauer [30 min/Fall]							30	
2.3	Spulengehäuse / Greifer / Spulengehäusehebel	- Gehäuse ölen - Grat an Spulengehäuse entfernen - Spitzheit des Greifers prüfen - Spulengehäuse einstellen - Unterfadenspule prüfen und einstellen - ggf. Spulengehäusehebel richten		BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)		BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)		
Instandhaltungsdauer [15 min/Fall]				30		30		
2.4	Unterer Brenner	- Brenner prüfen und ggf. austauschen - Brenner reinigen - Brenner Position einstellen - Brenner Temperatur einstellen					BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)	
Instandhaltungsdauer [15 min/Fall]							30	
2.5	Oberfadenhebel / Oberer Brenner / Nähgarn	- Brenner reinigen - Brenner Temperatur einstellen - Brenner prüfen und evtl. austauschen - Fadenbremse reinigen (erst Luftdruck abschalten)	BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)		BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)		BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)	
Instandhaltungsdauer [15 min/Fall]			30		30		30	
2.6	Nähfuß	- Nähfuß entgraten - Gurtbandführungen an Schablonen entgraten und einstellen - Schablonen richten					BM 27 (1/Tag) BM 28 (1/Tag)	
Instandhaltungsdauer [60 min/Fall]							60	
Gesamte tägliche Instandhaltungsdauer [min]			40	30	40	30	160	

Abbildung 28, Magna-Instandhaltungsplan für die Prozess-Einflussgröße Maschine (2)

6 Nachweis der Zielerreichung

Die vorstehend vorgeschlagenen reorganisatorischen Maßnahmen konnten wegen der Zeitbegrenztheit des Projekts nur zum Teil umgesetzt werden; eine abschließende Erfolgskontrolle sollte jedoch erst nach vollständiger Umsetzung der Maßnahmen und nach Erreichen eines „eingeschwungenen“ Zustands durchgeführt werden [5] – das war im Zeitrahmen des Projekts bedauerlicherweise nicht möglich.

Der Autor muss deshalb zwischen tatsächlich erreichten und theoretisch erreichbaren Zielen unterscheiden (Abbildung 29).

	tatsächlich erreichte Ziele	theoretisch erreichbare Ziele
Profi-Gurtsysteme	Definition von Grundtätigkeiten Bestimmung der Zeitdauern von Grundtätigkeiten (⇒ Planzeitwerte) Erstellung von Zeitdatenbasisplänen	rechnerunterstützte Kapazitäts- und Terminplanung
	Ableitung von Arbeitsplänen für alle Standardgurtsysteme (exemplarische) Ableitung von Arbeitsplänen für Automobil -Gurtsysteme	systematische Mitarbeiteran- und -unterweisung anhand von Arbeitsplänen
	Teilefamilienbildung von Gurtkomponenten	Verringerung der Gesamtfertigungsdauer um 10%
	Losgrößenbestimmung zur Vorfertigung dieser Gurtkomponenten	
Magna-Endbeschläge	Durchführung betriebswirtschaftlicher Betrachtungen (⇒ Der Magna -Auftrag wird fortgesetzt)	Leistungssteigerung auf 270 Einheiten / Std. und Mitarb.
	Änderung der Arbeitsteilung	
	Reorganisation der Schichteinteilungen	
	Einführung eines Job Rotation-Systems	
	Systematische Erfassung der Störungen	Reduzierung der Störzeiten
	Vorschläge zur Reduzierung der Störzeiten	

Abbildung 29, Nachweis der Zielerreichung

Die Herren Schroth, Mantoan und Wucherpennig konnten davon überzeugt werden, dass die noch nicht umgesetzten Maßnahmen im Sinne der Zielsetzung erfolgversprechend sind – sie sind mit der theoretischen Nachweisführung einverstanden.

7 Ergebnisdiskussion

Der Autor dieser Diplomarbeit sieht Anlass zu folgender Selbstkritik:

Zum **Profi**-Bereich

- Die auf Schätzungen und Mitarbeiteraussagen basierenden Zeitbausteine sind vermutlich ungenau; sie sollten gelegentlich durch Zeitaufnahmen verifiziert oder - wenn offensichtliche Irrtümer vorliegen – unverzüglich neu geschätzt werden.
- Die auf Zeitaufnahmen basierenden Zeitbausteine sind vermutlich ungenau, weil auf die Beurteilung von Leistungsgraden verzichtet wurde; dies ist zu rechtfertigen, solange die Zeiten nicht der Lohnfindung dienen.
- Der mit 10 % angenommene Verteilzeitanteil (t_v) an der Grundzeit ist ein „weiches“ Datum; t_v sollte gelegentlich durch eine Multimomentstudie [2] verifiziert werden (dabei sind bereichsbezogene Unterschiede durchaus zu erwarten und ggf. zu berücksichtigen).
- Die Verringerung der Gesamtfertigungsdauer um 10 % wurde ermittelt für das **Profi** II-6 asm Gurtsystem - der Wert kann für die anderen **Profi**-Gurtsysteme größer oder kleiner sein.

Zum **Magna**-Bereich

- Der anfallende Ausschuss von ca. 1 % wird durch Mehrfertigung ausgeglichen; diese mehrgefertigte Menge wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt.
- Der 15%ige Lohnzuschlag ab 20:00 Uhr wurde in den Kalkulationen nicht berücksichtigt.
- Die den Kalkulationen zu Grunde liegenden Gemeinkostenzuschläge und Stundenkostensätze sind grobe Schätzungen, deren Zustandekommen nicht mehr nachvollzogen werden kann; beim Soll-/Ist-Vergleich der Vor- und Nachkalkulationsergebnisse gleichen sich mögliche Ungenauigkeiten jedoch weitgehend aus.
- Die Auflistung möglicher Automatisierungspotenziale ist
 - nicht als Rangreihe zu verstehen,

- bezüglich der Kosten / Nutzen nicht analysiert worden.
- Die ab dem 02.07.01 eingeführten verlustreduzierenden Maßnahmen werden nicht direkt zu den prognostizierten Ergebnissen führen, weil zunächst eine Einarbeitungs- und Gewöhnungszeit abgewartet werden muss.
- Der in dargestellte Instandhaltungsplan
 - basiert auf den Erfahrungen des Wartungsteams und nicht auf den Ergebnissen des Störungserfassungsschemas, da dessen Auswertung aus Zeitgründen während der Projektdauer nicht erfolgen konnte und
 - musste aus eben diesen Zeitgründen auf die Prozess-Einflussgröße *Maschine* (2) beschränkt werden.

8 Ausblick

Zum **Profi**-Bereich

Das vorgestellte Vorgehen zur Findung von Zeitbausteinen bzw. zur Erstellung von Zeitgerüsten basiert auf dem derzeitigen Organisationsstand der Firma **SCHROTH**; nach Auffassung des Autors genügt er aber durchaus dem absehbaren zukünftigen Fertigungsgeschehen und sollte deshalb beibehalten werden.

Er wird angeregt, den bereits eingeschlagenen Weg weiter zu gehen, das heißt,

- die ausstehenden Bereiche **Luftfahrt** und **Sondergurtsysteme** in entsprechender Weise einzubeziehen,
- über die erstellten Zeitgerüste hinaus fehlende Zeitbausteine zu ermitteln, diese zu Zeitgerüsten zusammenzufassen und daraus Arbeitspläne abzuleiten,
- (begleitend zu diesen Aktivitäten) die vom Autor erstellten Zeitgerüste laufend auf Stimmigkeit zu kontrollieren, zum Beispiel indem die Mitarbeiter sporadisch zu Zeitaufschreibungen veranlasst werden und
- (erforderlichenfalls) die bestehende Zeitbausteine zu korrigieren.

Darüber hinaus wird angeregt

- die Zeitbausteine in das einzuführende EDV-System zu übertragen, um
 - stimmige Termine, Durchlaufzeiten, Betriebsmittel- und Personalkapazitätsbedarfe, ... ermitteln zu können und
 - damit Fertigungsplanung und -steuerung betreiben zu können,
- ähnlich den Zeitgerüsten „Kostengerüste“ [3] zu erstellen und diese – ebenfalls rechnerunterstützt - zur Vor- und Nachkalkulation zu verwenden.

Zum **Magna**-Bereich

Die Umstellung auf Mehrmaschinenbedienung hat die Arbeitsabläufe wesentlich verändert – dies macht eine Phase der Eingewöhnung für die **Magna**-Fertigungsmitarbeiter erforderlich; deshalb wird angeregt

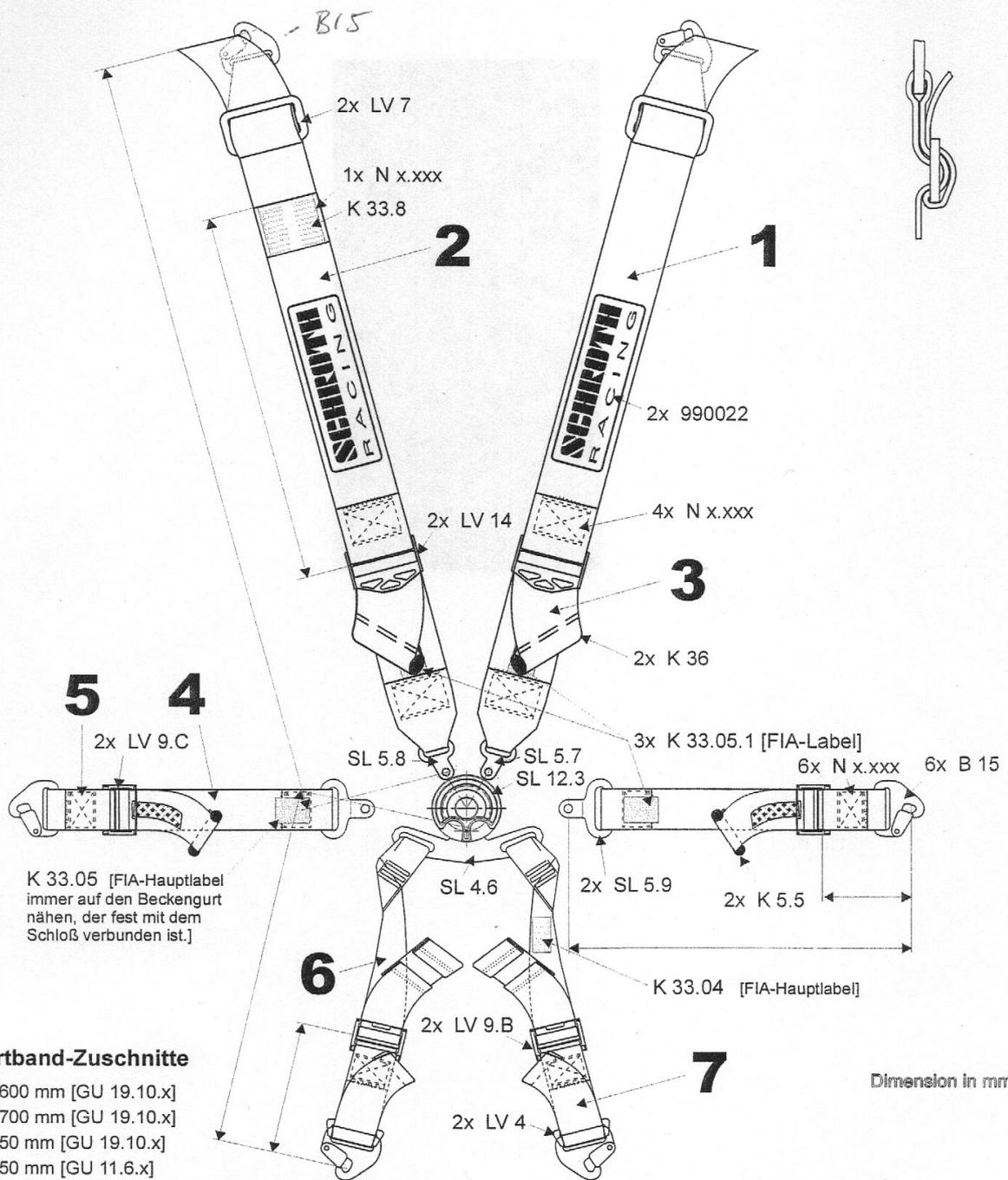
- den Prozess bis zum Erreichen eines „eingeschwungenen“ Zustands fürsorglich zu betreuen [8],
- Informationen für die Zeitdauer der Eingewöhnungsphase schriftlich vorzugeben,
- im Sinne eines *Kontinuierlichen Verbesserungs-Prozesses* [10] Leistungs- und Qualitätsergebnisse fortlaufend zu analysieren mit der Absicht, diese zu verbessern,
- mit dem Kunden eindeutige Qualitätsmerkmale abzustimmen und diese durch Musterstücke zu belegen (wenn dieses mit dem Kunden nicht zu regeln ist, sollte zur Selbsthilfe gegriffen werden, indem man **SCHROTH**-intern eindeutige Qualitätsmerkmale definiert und den Mitarbeitern per Muster vorgibt),
- anlässlich der Abstimmung mit dem Kunden zu versuchen, die Qualitätsanforderungen an die Endbeschläge zu lockern und dadurch den Nacharbeitsaufwand zu reduzieren.

Literaturverzeichnis

- [1] Info@schroth.com oder Webmaster@schroth.com
Allgemeine Informationen (2001)
- [2] **Arbeitsvorbereitung Betriebswirtschaftslehre**
6. Auflage (1993)
Gummersbach, Bülls, Schieferecke
Verlag Handwerk und Technik, Hamburg
ISBN 3-582-02411-3
- [3] **REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation**
(1993)
„Lexikon der Betriebsorganisation“
Carl Hanser Verlag, München
ISBN 3-446-17523-7
- [4] **REFA Methodenlehre des Arbeitstudiums**
(1978)
Teil 3 „Kostenrechnung, Arbeitsgestaltung“
Carl Hanser Verlag, München
ISBN 3-446-12705-4
- [5] **Vorlesungsbegleitende Blätter
zur Vorlesung <Betriebsorganisation>**
(1999)
Prof. Dr.-Ing. Wucherpfennig
Fachhochschule Dortmund
- [6] **REFA Methodenlehre des Arbeitstudiums**
(1978)
Teil 2 „Datenermittlung“
Carl Hanser Verlag, München
ISBN 3-446-12704-6

- [7] REFA Methodenlehre des Arbeitstudiums**
(1978)
Teil 1 „Grundlagen“
Carl Hanser Verlag, München
ISBN 3-446-12703-8
- [8] REFA Methodenlehre des Arbeitstudiums**
(1975 / 1976)
Teil 6 „Arbeitsunterweisung“
Carl Hanser Verlag, München
ISBN 3-446-12369-5
- [9] REFA Fachbuchreihe Betriebsorganisation**
2. Auflage (1993)
Franz-Josef Heeg
Projektmanagement
Carl Hanser Verlag, München
ISBN 3-446-17573-3
- [10] Betriebsorganisation für Ingenieure**
4. Auflage (1997)
Hans-Peter Wiendahl
Carl Hanser Verlag, München Wien
ISBN 3-446-18776-6
- [11] Mind Mapping**
(1995)
Michael Gelb
Simon and Schuster Inc., New York
ISBN 0-671-52121-7
- [12] Diverse Rechnerprogramme**
Word 2000, Microsoft
Excel 2000, Microsoft
Visio Technical 5.0 Plus.Ink, Visio Corporation, 1998
Adobe Photoshop 5.5, Adobe Systems Inc., 1999
MindManager Version 4.0, Mindjet LLC.

Anhang



Gurtband-Zuschnitte

- 1 1600 mm [GU 19.10.x]
- 2 1700 mm [GU 19.10.x]
- 3 550 mm [GU 19.10.x]
- 4 750 mm [GU 11.6.x]
- 5 270 mm [GU 11.6.x]
- 6 550 mm [GU 11.6.x]
- 7 550 mm [GU 11.6.x]

Gurtbandüberhänge

Schultergurt: 100 mm
 Beckengurt: 100 mm Schrittgurt: 50 mm

- 20010 - Profi II-6 asm, schwarz
- 20110 - Profi II-6 asm, blau
- 20210 - Profi II-6 asm, rot

Dimension in mm

			Schutzvermerk nach DIN 34 beachten !		Benennung		Gewicht
			Allgemeintoleranzen nach DIN		Profi II-6 asm		2,10 kg
			2000 Datum Name		Kunde		Maßstab
			Bearbeitet 25.01. Rinke		Schraubensatz BK 01302109		
			Geprüft 25.01.		Zeichnungs-Nr. [x: Code für Gurtbandfarbe]		Ä.-Index
			SCHROTH®		20x10		A4
			SCHROTH Safety Products GmbH Postfach 24 40 · D-59714 Arnsberg		Ersatz für Zeichnung		
Ä-Ind. x-mal Änderungs-Nr. Datum Name			Telefon +49-2932-9742-0 · Fax 9742-42 eMail schroth_belts.germany@t-online.de				

*** WERKSTATT-AUFTRAG ***

ANLAGE-DATUM: 23.05.2001

SEITE: 001

AUFTRAGS-NR.	AUFTRAGSMENGE	ARTIKELNUMMER	ARTIKELBEZEICHNUNG 1 / 2	START-T.	LIEFER-T.
31.337	5	20010	Profi II-6 asm, schwarz 6-Punkt-Gurt	28.05.2001	101.06.2001
				KW: 22	22

KUNDENAUFTRAG / POSITION : 9901.48.22

ZEICHNUNGS-NR.: 20x10

GEFERTIGT:

BEMERKUNG : US-Parts 12704

S T U E C K L I S T E

POS.	ENTN.MENGE	ME	ARTIKEL-NR.	ARTIKELBEZEICHNUNG 1	ARTIKELBEZEICHNUNG 2	ZEICHNUNGS-NR
0001	5,00	Stck	GZ 19.170cm	Gu'zuschnitt: 10% ; 170cm Schultergurt mit ASM !!		
0002	5,00	Stck	GZ 19.160cm	Gu'zuschnitt: 10% ; 160cm Schultergurt		
0003	10,00	Stck	GZ 19. 55cm	Gu'zuschnitt: 10% ; 55cm Schlaufe		
0004	10,00	Stck	GZ 6. 27cm	Gu'zuschnitt: 6% ; 27cm Seitenteil		
0005	10,00	Stck	GZ 6. 75cm	Gu'zuschnitt: 6% ; 75cm Zungenteil		
0006	20,00	Stck	GZ 6. 55cm	Gu'zuschnitt: 6% ; 55cm Schrittgurt: Zungen- und Beschlagteil		
0007	21,00	m	GU 19.10.0	Gurtband 75 mm, 10%, schwarz Materialprüfzeugnis notwendig	fixiert, Polyester, Profi III	
0008	21,20	m	GU 11.6.0	Gurtband 6% schwarz Materialprüfzeugnis notwendig	(5 Streifen) mit Kennfaden	
0009	30,00	Stck	BK B15	Ausklinkbeschlag "SCHROTH"	komplett montiert	
0010	5,00	Stck	BK SL 12.3	Rotationbuckle "Profi" Schrittgurtbefestigung	Mit Drehverschluss	
0011	5,00	Stck	SL 5.7	Zunge mit Umspritzung links 0°	Schultergurt; Loch 9,4; klein	

*** WERKSTATT-AUFTRAG ***

ANLAGE-DATUM: 23.05.2001

SEITE: 002

AUFTRAGS-NR.	AUFTRAGSMENGE	ARTIKELNUMMER	ARTIKELBEZEICHNUNG 1 / 2	START-T.	LIEFER-T.
31.337	5	20010	Profi II-6 asm, schwarz 6-Punkt-Gurt	28.05.2001	101.06.2001

KW: 22 22

KUNDENAUFTRAG / POSITION : 9901.48.22

ZEICHNUNGS-NR.: 20x10

GEFERTIGT:

S T U E C K L I S T E

POS.	ENTN.MENGE	ME	ARTIKEL-NR.	ARTIKELBEZEICHNUNG 1	ARTIKELBEZEICHNUNG 2	ZEICHNUNGS-NR
0012	5,00	Stck	SL 5.8	Zunge m. Umspritzung rechts 0°	Schultergurt; Loch 9,4; klein	
0013	10,00	Stck	SL 5.9	Zunge Beckengurt 15°, groß	kunststoffumspritzen, Loch 9,4	
0014	5,00	Stck	SL 4.6	Schrittgurtzunge nur verchromen		
0015	10,00	Stck	BK LV 14	Längenverstellung LV 14	komplett montiert	
0016	10,00	Stck	BK LV 9C	Längenverstellung LV 9C mit Straps	komplett montiert	
0017	10,00	Stck	LV 9.1.13	Längenverstellung Grundkörper	schwarz, KTL beschichtet, ca. 20 µm ohne Langloch	
0018	10,00	Stck	LV 9.2	Achse f. Längenverstellung LV 9	Material CK 45	
0019	10,00	Stck	LV 9.6	Achshalter in A3K f. FL-Gurte	und Profi-Gurte; für Längen- verstellung	
0020	10,00	Stck	LV 4	Verstellklemme klein schwarz	komplett pulverbeschichtet	
0021	10,00	Stck	K 5.5.F	Verstellgriffe für FL-Gurte	Kappe POM	
0022	0,75	mtr	K 36	Mutterteil		
				Moosgummi-Rundschnur; schwarz	d=14mm	
0023	5,00	Stck	K 33.8	Reissnaht asm-Logo, Profi 3"	Drucketikette, 70 x 88 mm	
				Tyvek, 105g, HKS3 gelb/schwarz		

*** WERKSTATT-AUFTRAG ***

ANLAGE-DATUM: 23.05.2001

SEITE: 003

AUFTRAGS-NR.	AUFTRAGSMENGE	ARTIKELNUMMER	ARTIKELBEZEICHNUNG 1 / 2	START-T.	LIEFER-T.
31.337	5	20010	Profi II-6 asm, schwarz 6-Punkt-Gurt	28.05.2001	01.06.2001

KW: 22 22

KUNDENAUFTRAG / POSITION : 9901.48.22

ZEICHNUNGS-NR.: 20x10

GEFERTIGT:

----- S T U E C K L I S T E -----

POS.	ENTN.MENGE	ME	ARTIKEL-NR.	ARTIKELBEZEICHNUNG 1	ARTIKELBEZEICHNUNG 2	ZEICHNUNGS-NR
0024	5,00	Stck	K 33.04	FIA-Label Schrittgurt II	D-130.T/98 + D-133.P/98	
0025	20,00	Stck	K 33.05.2	Nr.-Label Profi II/III 5+6Pkt Gurt als 5/6-Pkt. gefertigt	C-129.T/98 + D-130.T/98	
0026	5,00	Stck	EA 8.1	Einbauanleitung Profi national		
0027	5,00	Stck	EA 8.1.2	Einbauanleitung Profi interna- 4-farbig	tional, englisch	
0028	5,00	Stck	EA 8.5	Einbauanleitung Profi DIN A4 geteilt	Anti-Sup Strap Installation	
0029	10,00	Stck	990022	Webetikette "SCHROTH RACING" schwarz/gelb	f. Profi II/III; 15,5 x 5,7 cm	
0030	5,00	Stck	BK 01302109	Schraubensatz Profi II/III	Mit Ausklinkbeschlag	
0031	5,00	Stck	VA 125 G	Karton Profi 4farbig bedruckt deutsch + englisch	381 x 133 x 84, Mikrowelle	
0032	5,00	Stck	VA 121 G	PVC-Folie 370 x 112 mm, 150 my	f. Karton 120 G (asm-autocont)	
0033	5,00	Stck	VA 112	Tabellier-Etikette f. EAN-CODE A4 Blatthafetikette f. Laser	70 x 36 mm, weiß, holzfrei	
0034	5,00	Stck	W 32 ST	Werbeaufkleber SCHROTH RACING für Profi-Gurte	310x80mm, schwarz-gelb (HKS 3)	
0035	35,00	m	GA 2.40.0	Nähgarn Serafil 40 schwarz bzw. 4000	1200 m pro Rolle, Farbe 0020	

*** WERKSTATT AUFTRAG ***

ANLAGE-DATUM: 23.05.2001

SEITE: 004

AUFTRAGS-NR.	AUFTRAGSMENGE	ARTIKELNUMMER	ARTIKELBEZEICHNUNG 1 / 2	START-T.	LIEFER-T.
31.337	5	20010	Profi II-6 asm, schwarz 6-Punkt-Gurt	28.05.2001	01.06.2001

KW: 22 22

KUNDENAUFTRAG / POSITION : 9901.48.22

ZEICHNUNGS-NR.: 20x10

GEFERTIGT:

----- S T U E C K L I S T E -----

POS.	ENTN.MENGE ME	ARTIKEL-NR.	ARTIKELBEZEICHNUNG 1	ARTIKELBEZEICHNUNG 2	ZEICHNUNGS-NR
0036	160,00 m	GA 6.11/3.0	Nähgarn Nm 11/3 schwarz Polyamid oder Polyester	1000m pro Rolle, automobilecht	
0037	10,00 Stck	K 5.5.M	Verstellgriffe für FL-Gurte Vaterteil	PA 6.6 A3K	

Pflichtenheft

-- Alle Maße in mm --

Regalsystem: 1 Stück

- max. Regalgesamthöhe: 2000
- min. Fachhöhe: 4 mal 330
- max. Regalgesamtbreite: 4500
- min. Fachbreite: 7 mal 620
- max. Regaltiefe: 950
- zu nutzende Regaltiefe: 800
- Stauraum für 4 mal 7 mal 2 (= 56) Container der Abmaße: 600 x 400 x 310
- Verschraubungsmöglichkeit einer Regal-Stirnwand mit einem Pfeiler ist möglich
- Fachlasten bis zu 50 kg / Fach
- Einschieben der Container muss von Regalvorder- und -rückseite möglich sein
- Farblich passend zu vorhandenen **SCHROTH**-Regalsystemen

Container: 50 Stück

- Container mit halboffener Längswand
- Containerabmaß: 600 x 400 x 310 (L x B x H)
- Stapelbar mit vorhandenen **SCHROTH**-Containern
- Griffgünstig
- Einsteckmöglichkeit für zu beschriftende Schilder an der Container-Längsseite
- Farblich passend zu vorhandenen **SCHROTH**-Containern

Zeitdatenbasisplan Bereich <Automobil> asm autocontrol II

Bezugsmenge I		Gurtsystem		Arbeitsgang					BM (inkl. t_rv)	t_r	t_v [10%] = 0.1 * (t_H+t_N)	t_e = t_H+t_N+t_v	t_a = m * t_e	T = t_a + t_r	Bemerkung	Datenerkunft
Lfd. Nr.	Menge [m]	Komponente	Nebentätigkeit [t_N]	[t_N]	Haupttätigkeit [t_H]	[t_H]	Arbeitsgegenstand									
1	9	autocontrol II	Schneiden auto. N	5	Schneiden H	5	2" Gurtband	Schneide auto.	200	1	11	99	299	MA 1	Gemessen Autor	
2	1	Beckengurt-Innenteil	Einziehen schmaler N	30	Einziehen schmaler H	30	Schloss	Hand AP	0	6	66	66	66		Übernommen <Profi>	
3	2	Schultergurt	Flocken N	40	Flocken H	20		Flockraum		6	66	132	132	MA 2	Schätzung Silke	
4	2	Beckengurt	Umnähen N	15	Einfach Umnähen H	15	Verstellschlaufen	Nr. 16	100	3	33	66	166	MA 3	Übernommen <Profi>	
5	2	Schultergurt	Einnähen	15	Einfach Umnähen H	15	Verstellschlaufen	Nr. 16	100	3	33	66	166		Übernommen <Profi>	
6	1	Schultergurt-Oberteil	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Zunge / Schloss	Nr. 15	100	3	33	33	133	MA 4	Übernommen <Profi>	
7	1	Schultergurt-Oberteil	Einnähen ASM-Naht	25	ASM-Naht	85		Nr. 15	2000	11	121	121	2121		Gemessen Autor	
8	1	Automatengurtbandstück	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	Achse	Nr. 8	100	3	33	33	133	MA 5	Übernommen <Profi>	
9	1	Automatengurtbandstück	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Zunge / Schloss	Nr. 3	100	3	33	33	133		Übernommen <Profi>	
10	1	Automatengurtbandstück	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	Zunge / Schloss	Nr. 3	100	3	33	33	133	AG 9,10 zeitparallel	Übernommen <Profi>	
11	1	Beckengurt-Außenteil	Einziehen schmaler N	30	Einziehen schmaler H	30	Anschraubbeschlag	Nr. 3	100	6	66	66	166		Übernommen <Profi>	
12	1	Beckengurt-Außenteil	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	Anschraubbeschlag	Nr. 3	100	3	33	33	133	AG 11,12 zeitparallel	Übernommen <Profi>	
13	1	Automatengurtbandstück	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Automaten	Hand AP	0	3	33	33	33		Übernommen <Profi>	
14	1	Automatengurtbandstück	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Automatenabdeckung	Hand AP	0	3	33	33	33	MA 6	Übernommen <Profi>	
15	1	Automaten	Aufkleben N	10	Aufkleben H	5	Typenbezeichnung	Hand AP	0	2	17	17	17		Schätzung Autor	
16	1	Automaten	Prüfen	10		10		Prüfplatz	0	2	22	22	22		Schätzung Autor	
17	1	Beckengurt-Außenteil	Einziehen schmaler N	30	Einziehen schmaler H	30	Anschraubbeschlag	Nr. 3	100	6	66	66	166	MA 7	Übernommen <Profi>	
18	1	Beckengurt-Außenteil	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	Anschraubbeschlag	Nr. 3	100	3	33	33	133	AG 17,18 zeitparallel	Übernommen <Profi>	
19	2	Schultergurt	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.1	Nr. 5	100	3	33	66	166		Übernommen <Profi>	
20	2	Schultergurt	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	LV 9.1	Nr. 5	100	3	33	66	166	AG 19,20 zeitparallel	Übernommen <Profi>	
21	1	Beckengurt-Innenteil	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Zunge	Nr. 6	100	3	33	33	133	MA 8	Übernommen <Profi>	
22	1	Beckengurt-Innenteil	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	Zunge	Nr. 6	100	3	33	33	133	AG 21,22 zeitparallel	Übernommen <Profi>	
23	2	Schultergurt-Unterteil	Umnähen N	15	2" Automobilnaht	20	offene Schlaufe	Nr. 13	100	4	39	77	177		Übernommen <Profi>	
24	2	Schultergurt-Unterteil	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Schultergurt-Oberteil	Hand AP	0	3	33	66	66	MA 6	Übernommen <Profi>	
25	2	Schultergurt	Montieren N	10	Montieren H	10	LV 9.1	Hand AP	0	2	22	44	44		Übernommen <Profi>	
26	1	Beckengurt-Innenteil	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	Schloss	Nr. 13	100	3	33	33	133	MA 9	Übernommen <Profi>	
27	2	Beckengurt-Innenteil	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	Schultergurt-Unterteil	Nr. 6	100	3	33	66	166		Übernommen <Profi>	
28	2	Beckengurt-Innenteil	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.1	Nr. 13	100	3	33	66	166		Übernommen <Profi>	
29	2	Beckengurt-Innenteil	Vernähen	10	2" Automobilnaht	20	LV 9.1	Nr. 13	100	3	33	66	166	AG 28,29 zeitparallel	Übernommen <Profi>	
30	2	Beckengurt-Innenteil	Aufnähen	15	Posternah	15	Polster	Nr. 10	100	3	33	66	166	MA 10	Übernommen <Profi>	
31	2	Beckengurt-Außenteil	Einziehen einfach N	15	Einziehen einfach H	15	LV 9.1	Hand AP	0	3	33	66	66	MA 11 Verbinden Begu Teil	Übernommen <Profi>	
32	2	Beckengurt-Außenteil	Montieren N	10	Montieren H	10	LV 9.1	Hand AP	0	2	22	44	44		Übernommen <Profi>	
33	1	ASM Abdeckung	Prägen N	10	Prägen H	5		Präge AP	100	2	17	17	117		Übernommen <Profi>	
34	1	Schultergurt-Oberteil	Montieren N	10	Montieren H	10	ASM Abdeckung	Hand AP	0	2	22	22	22		Übernommen <Profi>	
35	1	Infoheftchen	Zusammenstellen	10		10		Hand AP	0	2	22	22	22		Schätzung Autor	
36	1	Verpackung	Montieren N	10	Montieren H	10		Hand AP	0	2	22	22	22		Übernommen <Profi>	
37	1	Gurt	Verpacken N	80				Hand AP	0	8	88	88	88	MA 12	Schätzung Autor	

Vorkalkulation Magna Seating P-005												
Kalkulationsdatum: 10. Juni 1999												
Erstellt von: CJS												
Alle Preisangaben in DM												
	P.-Satz	Einheit	Faktor	Einheit	Anzahl	Einheit	Preis/E	Einheit	Summe [DM]		Rechengang	Bemerkung
1) Investitionskosten												
Nähmaschinenkosten									328.000	328.000	1*328.000	2 Nähmaschinen, Schneidemaschine, inkl. Maschinenwartungskosten
2) Fertigungskosten FK												
Fertigungslohn					1.519	Tage	140,6	DM/Tag	213.571		4550000/3000*140,6	217 Arbeitstage pro Jahr; 3000 E/Tag
Lohnnebenkosten	84	%							179.400		213571*0,84	405 E/h/Ma > 4.550.000 E in 7 Jahren
FGK (auf Lohnkosten)	100	%							213.571		213571*1	
										606.543	213571+179400+213571	
3) Materialeinzelkosten MEK												
Gurtband Verschnitt	3	%	0,435	m/E	4.550.000	E	0,352	DM/m	717.597		0,435*4550000*0,352*1,03	Preis: 35,20 DM pro 100m
Nähgarn					4.550.000	E	0,05	DM/E	227.500		4550000*0,05	2 Nähte à 0,025 DM/E
										945.097	717597+227500	
4) Steuerungskosten (AV)					168	Tage	160	DM/Tag	26.880	26.880	168*160	2 Tage/Monat à 160 DM/Tag
5) Qualitätssicherungs-Kosten					455	h	120	DM/h	54.600	54.600	455*120	je 5.000 E 0,5h à 120 DM/h
5.1) Zwischensumme 1) + 2) + 3) + 4) + 5)										1.961.120	328000+606543+945097+26880+54600	
6) Zukaufteile												
Beschlag					4.550.000	E	0,2602	DM/E	1.183.910		4550000*0,2602	
Zuschlag Beschaffungskosten			0,8						295.978		1183910/0,8-1183910	
Zuschlag Vorfinanzierung			0,95						77.889		((1183910+295978)/0,95)-(1183910+295978)	
										1.557.776	1183910+295978+77889	
7) Zwischensumme 1) + 2) + 3) + 4) + 5) + 6)										3.518.896	328000+606543+945097+26880+54600+1557776	
8) Herstellkosten HK pro E					4.550.000	E	0,7734	DM/E			3518896/4550000	
9) Herstellkosten HK					4.650.000	E	0,7734	DM/E	3.596.234		0,7734*4650000	
10) Gewinn G												
Gewinn auf 5.1)			0,75		1	E	1.961.120	DM/E	653.707		1961120/0,75-1961120	Kein Gewinn auf Zukaufteile
Zuschlag (2% Fracht, 1%)			0,93		1	E	2.614.826	DM/E	196.815		((1961120+653707)/0,93)-	
										850.521	653707+196815	
11) Angebotspreis												
pro Einheit							0,9603	DM/E			(3518896+850521)/4550000	
pro Auftrag					4.650.000				4.465.449		4650000*0,9603	bezogen auf 4.650.000 Einheiten

Nachkalkulation Magna Seating P-005

Kalkulationsdatum: 05. Juni 2001
Erstellt von: LVR
Alle Preisangaben in DM

	P.-Satz	Einheit	Faktor	Einheit	Anzahl	Einheit	Preis/E	Einheit	Summe [DM]	Rechengang	Bemerkung
1) Investitionskosten											
Nähmaschinenkosten									328.000	328.000	1*328.000 2 Nähmaschinen, Schneidemaschine, inkl. Maschinenwartungskosten
2) Fertigungskosten FK											
Fertigungslohnkosten FLK					30.333	h	20,4189	DM/h	619.372	(4550000/150)*20,4189	Grundlage: 217 Arbeitstage pro Jahr
FGK (auf FLK)	181	%							1.121.064	619372*1,81	150 E/h/Ma > 4.550.000 E in 7 Jahren
									1.740.436	619372+1121064	
3) Materialeinzelkosten MEK											
Gurtband Verschnitt	0	%	0,443	m/E	4.550.000	E	0,4105	DM/m	827.424	0,443*4550000*0,4105	Preis: 41,05 DM pro 100m (3% Verschnitt inkl.)
Nähgarn			2,5	m/E	4.550.000	E	0,0159	DM/m	180.294	2,5*4550000*0,01585	Preis: 15,85 DM pro 1.000 m
									1.007.718	827424+180294	
4) Steuerungskosten (AV)					336	h	125,0000	DM/h	42.000	42.000	4*12*7*125 ca.3h/Mon QS (à 125 DM/h) + 1h/Mon VV
5) Qualitätssicherungs-Kosten					823	h	125,0000	DM/h	102.900	102.900	9,8*12*7*125 9,8h pro Monat (à 125 DM/h)
5.1) Zwischensumme 1) + 2) + 3) + 4) + 5)									3.221.054	328000+1740436+1007718+42000+102900	
6) Zukaufteile											
Beschlag					4.550.000	E	0,2602	DM/E	1.183.910	4550000*0,2602	
Zuschlag Beschaffungskosten			0,8						295.978	1183910/0,8-1183910	
Zuschlag Vorfinanzierung			0,95						77.889	((1183910+295978)/0,95)-(1183910+295978)	
									1.557.776	1183910+295978+77889	
7) Zwischensumme 1) + 2) + 3) + 4) + 5) + 6)									4.778.830	3221054+1557776	> entspricht den Herstellkosten für 4.550.000 E
8) Herstellkosten HK/Einheit					4.550.000	E	1,0503	DM/E			4778830/4550000
9) Herstellkosten HK/Auftrag					4.650.000	E	1,0503	DM/E	4.883.860	1,0503*4650000	bezogen auf 4.650.000 Einheiten
10) Erlös/Auftrag									4.465.449		Aus der Vorkalkulation
11) Gewinn G/Auftrag									-418.411	4465449-4883860	

Berechnung der variablen Kosten zur Herstellung von 4.650.000 E nach dem Istzustand										
	P.-Satz	Einheit	Faktor	Einheit	Anzahl	Einheit	Preis/E	Einheit	Summe [DM]	
2) Fertigungslohnkosten FLK										Rechengang
Fertigungslohn FL Magna			150	E/h	31.000	h	20,4189	DM/h	632.985	$(4650000/150)*20,4189$
FL Nach-/ Nebenarbeiten			0	MA	0	h	20,4189	DM/h	0	
Lohnnebenkosten	81	%							512.718	$(632986*1,81)-632986$
									1.145.703	$632986+512719$
3) Materialeinzelkosten MEK										
Gurtband Verschnitt	0	%	0,443	m/E	4.650.000	E	0,4105	DM/m	845.609	$0,443*4650000*0,4105$
Nähgam			2,5	m/E	4.650.000	E	0,0159	DM/m	184.256	$2,5*4650000*0,01585$
									1.029.866	$845609+184256$
6) Zukaufteile										
Beschlag					4.650.000	E	0,2602	DM/E	1.209.930	$4650000*0,2602$
Zuschlag Beschaffungskosten			0,8						302.483	$1209930/0,8-1209930$
Zuschlag Vorfinanzierung			0,95						79.601	$((1209930+302483)/0,95)-(1209930+302483)$
									1.592.013	$1209930+302483+79601$
12) Variable Kosten					4.650.000	E			3.767.581	$1145703+1029866+1592013$

Berechnung der variablen Kosten zur Herstellung von 828.000 E - bis Juli 2001												
		P.-Satz	Einheit	Faktor	Einheit	Anzahl	Einheit	Preis/E	Einheit	Summe [DM]		Rechengang
2)	Fertigungslohnkosten FLK											
	Fertigungslohn FL Magna			150	E/h	5.520	h	20,4189	DM/h	112.712		$(828000/150)*20,4189$
	FL Nach-/ Nebenarbeiten			0	MA	0	h	20,4189	DM/h	0		
	Lohnnebenkosten	81	%							91.297		$(112712*1,81)-112712$
											204.009	$112712+91297$
3)	Materialeinzelkosten MEK											
	Gurtband Verschnitt	0	%	0,443	m/E	828.000	E	0,4105	DM/m	150.573		$0,443*828000*0,4105$
	Nähgarn			2,5	m/E	828.000	E	0,0159	DM/m	32.810		$2,5*828000*0,01585$
											183.383	$150573+32810$
6)	Zukaufteile											
	Beschlag					828.000	E	0,2602	DM/E	215.446		$828000*0,2602$
	Zuschlag Beschaffungskosten			0,8						53.861		$215446/0,8-215446$
	Zuschlag Vorfinanzierung			0,95						14.174		$((215446+53861)/0,95)-(215446+53861)$
											283.481	$215446+53861+14174$
12)	Variable Kosten					828.000	E				670.873	$204009+183383+283481$

Berechnung der variablen Kosten für die Herstellung der Restfertigungsmenge von 3.822.000 E - veränderte Bedingungen											
	P.-Satz	Einheit	Faktor	Einheit	Anzahl	Einheit	Preis/E	Einheit	Summe [DM]		Rechengang
2) Fertigungslohnkosten FLK											
Fertigungslohn FL Magna			270	E/h	14.156	h	20,4189	DM/h	289.040		$(3822000/270)*20,4189$
FL Nach-/ Nebenarbeiten			0,5	MA	7.078	h	20,4189	DM/h	144.520		$0,5*14156*20,4189$
Lohnnebenkosten	81	%							351.184		$((289000+144520)*0,81)$
										784.745	$289040+144520+351184$
3) Materialeinzelkosten MEK											
Gurtband Verschnitt	0	%	0,443	m/E	3.822.000	E	0,4105	DM/m	695.036		$0,443*3822000*0,4105$
Nähgam			2,5	m/E	3.822.000	E	0,0159	DM/m	151.447		$2,5*3822000*0,01585$
										846.483	$695036+151447$
6) Zukaufteile											
Beschlag					3.822.000	E	0,2602	DM/E	994.484		$3822000*0,2602$
Zuschlag Beschaffungskosten			0,8						248.621		$994484/0,8-994484$
Zuschlag Vorfinanzierung			0,95						65.427		$((994484+248621)/0,95)-(994484+248621)$
										1.308.532	$994484+248621+65427$
12) Variable Kosten					3.822.000	E				2.939.760	$784745+846483+1308532$

System	lfd. Nr.	Baugruppe (System / Merkmale)	Potentielle Fehler	Potentielle Folgen des Fehlers	Potentielle Fehlerursache (bekannt / vermutet)	Vorgesehene Prüfmaß- nahme	Auftreten	Vorzunehmende Abstellmaßnahme (gesichert / ungesichert)	Durchs. Reparatur- dauer [Minuten / Fall]	
Maschine (2)	2.1	2.1.1 Greifer	Ausgelassene Stiche	Endbeschläge können nicht verwendet werden (Ausschuss)	Faden beim annähen zu kurz	keine	BM 27: 3/Tag	Nadel und Greifer synchronisieren (gesichert)	5	
		2.1.2 Nadel	Maschine näht nicht	Maschine muss gewartet werden > Maschinenstillstand	Falsche Synchronisation zwischen Nadel und Greifer		BM 28: 3/Woche	Nadel und Greifer einstellen (gesichert)		
		2.1.3 Faden			Falsche Einstellungen von Nadel und Greifer					
	2.2	2.2.1 Nadelstange	Falsche Einstellungen	Endbeschläge können nicht verwendet werden (Ausschuss)	Nadelaufschlag auf Nähschablone	keine	1/Monat	Baugruppe einstellen	30	
		2.2.2 Welle								
		2.2.3 Nähfuß	Verschleiß	Maschine muss gewartet werden > Maschinenstillstand				Baugruppe austauschen		
		2.2.4 Stirnwelle								
		2.2.5 Stirnrad								
		2.2.6 Pleuelstange								
		2.2.7 Zahnräder								
	2.3	2.3.1 Spulengehäuse	Knotenbildung auf Nahtbildunterseite	Spulengehäuse wird aus Führung gerissen	evtl. Greifer zu spitz	keine	3/Woche	Gehäuse ölen	15	
		2.3.2 Greifer	Fadenabriss	Baugruppen Einstellungen können verloren gehen	evtl. Grat in Spulenauffläche vom Greifer			Grat suchen und entfernen		
		2.3.3 Spulengehäuse-Hebel				evtl. Nadelbruch	evtl. Grat an Federplatte		Spitzheit des Greifers prüfen und ggf. korrigieren	
						Verbiegen des Spulengehäusehebels	Blattfeder der Spule > Schraube zu locker, Grat, scharfe Kante		Spulengehäuse einstellen (Schraube)	
						Grat in Nadeleintauchplatte des Spulengehäuses		Prüfen ob Unterfadenspule verkantet ist		
						evtl. Grat am Greifer		Fadenspannungen einstellen		
						Falsche Einstellung Oberfadenspannung		Spulengehäusehebel richten		
						Falsche Einstellung Unterfadenspannung				
	Fadendrillung									

System	lfd. Nr.	Baugruppe (System / Merkmale)	Potentielle Fehler	Potentielle Folgen des Fehlers	Potentielle Fehlerursache (bekannt / vermutet)	Vorgesehene Prüfmaß- nahme	Auftreten	Vorzunehmende Abstellmaßnahme (gesichert / ungesichert)	Durchs. Reparatur- dauer [Mnuten / Fall]
	2.4	2.4.1 Unterer Brenner	Faden brennt nicht ab (oder nicht komplett) und bleibt am Brenner kleben	Unterfadenspule verdreht sich	Verschmutzung am Brenner	keine	2/Monat	Brenner prüfen	15
		2.4.2 Nähgarn		Nacharbeit erforderlich	Falsche Brenner-temperatur			Brenner reinigen	
					Falsche Brennerposition			Brenner Temperatur einstellen	
					Kontamination im Fadenmaterial			Brenner Position einstellen	
					Brenner defekt (Kabel gerissen, durchgebrannt, gebrochen)			Brenner ggf. austauschen	
	2.5	2.5.1 Oberfadenhebel	zu langer Anfangsfaden	teilweise Nacharbeit erforderlich	Falsche Einstellungen des Oberfadenhebels (Einstellungen abhängig von: Garntemperatur, Maschinentemperatur, Fadendringung, Fadenreibung, Fadenspannung durch die Wicklung)	keine	1/Tag	Oberfadenhebel einstellen bzw. nachstellen	15
		2.5.2 Oberer Brenner	Maschine näht nicht an	teilweise Ausschuss aufgrund eines unvollständigen Nahtbilds	Fadenbremse blockiert (Öl verklebt)			Brenner reinigen	
		2.5.3 Nähgarn						Brenner Temperatur einstellen	
								Brenner ggf. austauschen	
								Fadenbremse reinigen	
	2.6	2.6.1 Nähfuß	Fadenabriss	evtl. Nahtbild defekt > Ausschuss	Beim entnehmen der Schablone schlagen die Schrauben des Schablone an den Nähfuß	keine	1/Tag	Richten der Schablone	60
			Aufreißen des Fadens	Verschieben des Gurtbandes > Ausschuss	großer Crash			Vermeidung von Spänen und Verschmutzungen auf den Tischen	
			starker Nadelverschleiß	Nadel wird scharf und spitzt den Greifer (Verweis auf 2.3)	Unterschiedliche Gurtbandbreite			Nähfuß entgraten	
				Schablone springt auf	Unterschiedliche Gurtbandsteifigkeit			Gurtbandführungen der Schablonen entgraten und einstellen	