



## **INHALTSVERZEICHNIS:**

<b>1. Automatisierungs-Strategie .....</b>	<b>2</b>
1.1. Ziele der Automatisierung .....	2
1.1.1. Generelle Ziele .....	2
1.1.2. Ziele betr. Automation .....	2
1.1.3. Technologische und produktbezogene Ziele .....	2
1.1.4. Wettbewerbsfähige Produktherstellkosten, Strategische Prämissen .....	2
1.2. Automatisierungsgerechtes Produktdesign .....	2
1.3. Basismodelle der Automatisierung .....	3
1.3.1. Modellbeschreibung, Automatisierungsgrad .....	3
1.4. Tätigkeitsbereiche .....	3
1.4.1. Technologien (Verfahrensentwicklung) .....	3
1.4.2. Prozesstechniker in Fertigungswerken .....	3
1.4.3. Steuerungstechnik .....	4
1.4.4. Daten .....	4
1.4.5. Verknüpfung von Fertigungs- und Montageautomatisierung .....	4
1.5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen .....	4
1.5.1. Benchmark und Best Practice .....	4
1.5.2. Wertanalytische Betrachtung begleitend zum Entwicklungsprozess .....	5
1.5.3. Lifetime-Betrachtung der Montagekosten .....	5
1.5.4. Investitions- und Personalplanung .....	5
1.6. Lieferantenauswahl .....	5
1.7. Zentrale Automationsplanung und Maschinenbau .....	5
1.8. Qualität und Verfügbarkeit .....	5
1.8.1. Qualitätsplanung in der Automation .....	5
1.8.2. OEE (Overall Equipment Effectiveness) und TEEP (Total Effective Equipment Productivity) .....	5
1.8.3. Prozessdaten .....	5
1.9. Betreiben und optimieren von Hochautomatisierten Anlagen .....	6
1.9.1. Personalqualifikation Einsteller /Anlagenverantwortliche .....	6
1.9.2. Aufbau einer Werks-IT .....	6
1.9.3. Inbetriebnahme und Hochlauf von hochautomatisierten Anlagen .....	6
1.9.4. Disposition/ Materialwirtschaft .....	6
1.9.5. Auftragssteuerung .....	6
1.9.6. Anlagenverfügbarkeit, strategisches Ersatzteilmanagement, technische Instandhaltung .....	6
1.9.7. Justagen an Anlagen .....	6
1.9.8. Rüsten .....	6
1.9.9. Traceability .....	7
1.10. Schnittstellen zum Umfeld .....	7
1.11. Risikofaktoren .....	7



## 1. Automatisierungs-Strategie

### 1.1. Ziele der Automatisierung

#### 1.1.1. Generelle Ziele

- Kostenreduktion durch Automatisierung.
- Verbessern der Produktqualität und Prozessstabilität.
- Aufbau neuer Produktions-Technologien/ -Verfahren
- Standardisierung der Produkte und Prozesse, Vermeidung von Parallelentwicklungen

#### 1.1.2. Ziele betr. Automation

- Fertigungskosten senken > xx%
- Technische Verfügbarkeit der Anlagen > 95%
- Gesamtverfügbarkeit > 85%
- Liefertreue > 99%
- Qualität < 5 ppm
- Stabile Wertströme und Teilequalität

#### 1.1.3. Technologische und produktbezogene Ziele

Differenzierung zum Wettbewerb bei Normprodukten:

- Produktkonsolidierung und Architektur (Baukastensystem)
- Neue, innovative, kostenreduzierende Technologien
- Hoher Automatisierungsgrad (Erfordert hohe Stückzahlen)

#### 1.1.4. Wettbewerbsfähige Produktherstellkosten, Strategische Prämissen

- Planung von Reservekapazitäten in der Automation:  
Produktionskapazität als Bestandteil des Lieferpuffers (Supply-Chain)
  - Auslegung Produktionskapazität der Automation auf Planstückzahlen im 3.-8. Produktionsjahr im 3-Schichtbetrieb OHNE Reserven.
  - Kein Stress bei Produktanlauf
- Bereits bei Produktionsstart sind dann ausreichend Reserven vorhanden, um Großkunden schnell beliefern zu können.
- Einstieg Niedriglohnländer in Automation

## 1.2. Automatisierungsgerechtes Produktdesign

Support zur automatisierungsgerechten Produktentwicklung durch Automatisierungs- und Prozesstechniker



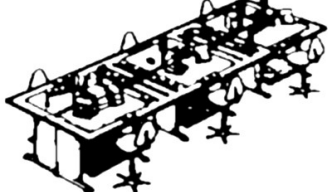



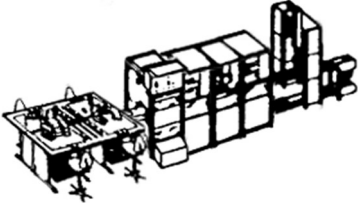
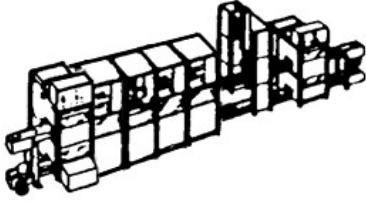
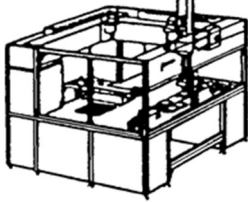
Erstellung von Standards zu Automatisierungsthemen

- Handhabungsgerechte Gestaltung
- Zufühhgerechte Gestaltung
- Fügegerechte Gestaltung
- Nutzung von Automationstechnologien (z. B. Laser)
- Prozessgestaltung
- Nutzung von automatisierbaren Justagevorgängen
- Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette vom Rohmaterial bis zum fertigen Produkt
- Einbeziehung der Komponentenlieferanten in die die Auslegung und fertigungs- und automationsgerechte Gestaltung



## 1.3. Basismodelle der Automatisierung

### 1.3.1. Modellbeschreibung, Automatisierungsgrad

<p><b>Einzelhandarbeitsplatz</b></p>  <p>Ideal für Niedriglohnstandorte</p>	<p><b>Aneinandergereihte Handarbeitsplätze</b></p>  <p>Ideal für Niedriglohnstandorte</p>	<p><b>Handarbeitsplatz-Verbund</b></p>  <p>Zu vermeiden</p>
<p><b>Automatisierter Handarbeitsplatz</b></p>  <p>Startup-Produktion und Einsatz von Technologien bei kleinen Stückzahlen</p>	<p><b>Produktionsverbund</b></p>  <p>Komplexere Produkte am Niedriglohnstandort</p>	<p><b>Sondermaschine (Vollautomat)</b></p>  <p>Beispiel: Leiterplattenbestücker, Kabelkonfektionierer</p>
<p><b>Startstufe zu geplanten Vollautomation</b></p>  <p>Einsparung Invest bei Produktionsstart</p>	<p><b>Systemautomation/Vollautomation</b></p>  <p>Große Stückzahlen am Hochlohnstandort</p>	<p><b>Montagezelle</b></p>  <p>Mittlere Stückzahlen am Hochlohnstandort</p>

## 1.4. Tätigkeitsbereiche

### 1.4.1. Technologien (Verfahrensentwicklung)

- Neue Technologien & Verfahren in Zusammenarbeit mit internen Versuchsbereichen und externen Know-how-Trägern
- Berücksichtigung der Anforderungen der automatisierten Montage

### 1.4.2. Prozesstechniker in Fertigungswerken

#### Aufgaben Prozesstechniker in den Fertigungswerken

- Industrialisierung von neuen Verfahren, Inbetriebnahme von Prozessen bzw. Anlagen
- Parametrierung von Prozessen
- Optimierung von Serienprozessen (Fertigung/Montage/Prüfen/Messen)
- Prozessanalysen und Qualifizierung von Prozessen
- Unterstützung zur prozessgerechten Produktentwicklung.
- Festlegung und Dokumentation von Standards.
- Parallel zur Automation Aufbau von serienähnlichen Prozessmodulen, um Prozesse vorab auszutesten und später produktionsbegleitend Problemlösung zu betreiben



- Einbindung aller Bereiche, welche Einfluss auf Prozessqualität haben: Konstruktion, Entwicklung, Versuch, Betriebsmittelkonstruktion Steuerungskonstruktion, PAS Techniker, Zerspanungstechniker Disposition/Logistik/Materialwirtschaft, Einkauf usw.
- Festlegung von „Prozesspaten“ welche die Prozesse betreuen/weiterentwickeln und bei Bedarf die Kollegen in den anderen Werken informieren/beraten/einarbeiten;

## Kostenstellen

- Aufbau einer Kostenstellestruktur, sodass die Prozesspaten und zentralen Prozesstechniker auch richtig zuordnen können

### 1.4.3. Steuerungstechnik

Zukunftsorientierte Steuerungssysteme in Hinblick auf vernetzte Automation (Industrie 4.0).

- PC-basierte Steuerungstechnik

### 1.4.4. Daten

Big Data: Sammeln aller daten vom Sensor in der Maschine bis zur Logistik am Werkstor

Datenmanagement (MES): Produktionsdaten, Prozessdaten, Auswertungen OEE und SPC, Traceability Personaldaten, Material- und Energieverbrauchsdaten usw.

Kurz- und Langzeitauswertung dieser Daten, kontinuierliche Optimierung der Anlagen und Prozesse

- Fehler gleich bei der Entstehung erkennen
- Inhalte der Endprüfung minimieren
- Reduktion der Endprüfung auf Stichprobenprüfung
- Neue Prüfverfahren

Dazu notwendig:

Traceability, um bei Fehlerentdeckung Schadensbereiche genau eingrenzen zu können.

### 1.4.5. Verknüpfung von Fertigungs- und Montageautomatisierung

Nutzen von Synergien zwischen Grundfertigung und Montage.

## 1.5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

### 1.5.1. Benchmark und Best Practice

Standardisierter Herstellkostenvergleich Mitbewerbsprodukt im Vergleich zu geplantem eigenem Produkt unter Berücksichtigung von Design, Standort und Stückzahl.

		Design		Standort		Stückzahl	
		Mitbewerb	Eigenfertigung	Mitbewerb	Eigenfertigung	Mitbewerb	Eigenfertigung
1	Benchmark	x		x		x	
2	Best practice		x		x		x
3	Aktuelle Kalkulation		x		x		x
4	Design des MB	x			x		x
5	Stückzahl des MB		x		x	x	
6	Standort des MB		x	x			x

1. **Benchmark:** Das Mitbewerbsprodukt wird zerlegt, alle Einzelteile nachkalkuliert und die Kosten des Montageprozesses abgeschätzt, am Standort und mit der Stückzahl seiner Produktion
2. **Best Practice:** Der eigene Entwurf, hergestellt unter idealen Bedingungen (Grenzen des technisch machbaren) mit geplanter Stückzahl am idealen Standort
3. **Aktuelle Kalkulation:** Der eigene Entwurf, hergestellt am geplanten Standort mit geplanter Stückzahl und geplanter Technologie



4. **Design des Mitbewerb:** hergestellt am geplanten Standort mit geplanter Stückzahl
  5. **Stückzahl des Mitbewerb:** Der eigene Entwurf, hergestellt am geplanten Standort
  6. **Standort des Mitbewerb:** Der eigene Entwurf, mit eigener geplanter Stückzahl
- 1 bis 4 sind verpflichtend für jedes geplante neue Produkt

## 1.5.2. Wertanalytische Betrachtung begleitend zum Entwicklungsprozess

Grobkalkulation begleitend zur Produktentwicklung unter Einbeziehung der Fertigungs- und Automationskosten

## 1.5.3. Lifetime-Betrachtung der Montagekosten

Produkthochlaufszzenarien und deren Auswirkung auf die Anlagennutzung und Produktionskosten:  
Vergleich verschiedener Automationsmodelle, Investitionsmodelle, Parallelproduktion

## 1.5.4. Investitions- und Personalplanung

Montageanlagen, Zerspanende Fertigungsanlagen, Werkzeuge, Logistisches Umfeld, Erfordernisse des Produktionswerkes, Werks-IT, Personalressourcen

## 1.6. Lieferantenauswahl

- Frühzeitige Einbindung des Einkaufs. Die Stärken des Lieferanten suchen und nutzen
- Vorauswahl passender Lieferanten auf Basis Entscheidungsmatrix. Erstellen einer Funktionsauflistung der Montage. (Lastenheft)
- Frühzeitiges Einholen von Richtpreisangeboten auf Basis Grob-Lastenheft
- Bewertung Konzepte und „Lifetime-Betrachtung der Montagekosten“ Auswahl von 1-2 Vorzugslieferanten für Workshops zur automationsgerechten Produktgestaltung
- Frühzeitige Nominierung des Lieferanten, Parallele Produkt- und-Prozessentwicklung und gemeinsame Erarbeitung des Lastenheftes

## 1.7. Zentrale Automationsplanung und Maschinenbau

- Zentrale Automationsplanungsgruppe als Dienstleister für alle Werke
- Unterstützung der Werke, welche noch keine eigene Automationsplanung haben.  
Aufbau einer Lösungsbibliothek für Automationsfragen und automationsgerechte Produktgestaltung
- Aufbau eines Lieferantenkataloges
- Aufbau einer Prozessdatenbank

## 1.8. Qualität und Verfügbarkeit

### 1.8.1. Qualitätsplanung in der Automation

Frühzeitige Einbindung der Qualitätsplanung bereits bei der Produktentwicklung und Automationsplanung  
Durchführung von Design- Produkt- Prozess- und Maschinen-FMEA's

Daraus Produktionslenkungspläne und Prüfpläne ableiten

Statistische Toleranzrechnung

Forcieren messbarer Ereignisse, insbesondere bei den Prozessen, um Qualitätsregelkriege schließen zu können.

Konsequente Anwendung von Six Sigma

### 1.8.2. OEE (Overall Equipment Effectiveness) und TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Alle automatisierten Anlagen müssen mit einem Leitstand ausgestattet sein, welcher die Kennzahlen nach VDI 3423 visualisiert und für Langzeitauswertungen zur Verfügung stellt.

### 1.8.3. Prozessdaten

In den Montageanlagen anfallende Prozessdaten wo möglich visualisieren, abspeichern und in Beziehung zu Traceability- und Prüfdaten setzen.



## 1.9. Betreiben und optimieren von Hochautomatisierten Anlagen

### 1.9.1. Personalqualifikation Einsteller /Anlagenverantwortliche

- Rekrutieren von qualifizierten Mitarbeitern
- Personalentwicklung + Qualifikation
- Evtl. betreiben von Lernanlagen

### 1.9.2. Aufbau einer Werks-IT

- Operative IT im Produktionswerk. In enger Abstimmung mit der zentralen IT Planung Hardware, Netzwerk und Datenmanagement
- SAP-, MES-, Datenbank-Anbindungen
- Analysetools wie QS-Stat
- Informationsmanagement

### 1.9.3. Inbetriebnahme und Hochlauf von hochautomatisierten Anlagen

- Personalschulungen beginnend bereits während des Aufbaus der Automationsanlagen beim Lieferanten
- Ausreichende Unterstützung durch Automationslieferant, QM, Einkauf, Entwicklung
- Produktionsbegleitung durch Anlagenlieferanten in der Hochlaufphase

### 1.9.4. Disposition/ Materialwirtschaft

- Produktionslogistik & Materialflüsse mit optimierten Pufferbeständen
- Sicherstellung der Beschädigungsfreiheit und verhindern von Teilevermischung/Fremdteilen
- Supply-Chain-Betrachtung jedes einzelnen Teiles, Minimierung der Verluste von der Herstellung des Teiles bis zur Montage)
- Chargenmanagement (Traceability)
- Bei komplexeren Abläufen Logistiksimulation

### 1.9.5. Auftragssteuerung

- Produktionsplanung auf Basis von langfristigen Stückzahlvorschauen und kurzfristigen Abrufplänen
- Mehrschichtabdeckung bzw. Abrufbereitschaft

### 1.9.6. Anlagenverfügbarkeit, strategisches Ersatzteilmanagement, technische Instandhaltung

- Optimierung der Instandhaltungsprozesse durch Prozessingenieur (Steuerungstechnik, Mechanik, Elektrik)
- Definition eines Betreuungskonzepts mit Rollenbeschreibung
- Optimierung OEE (Overall Equipment Effectiveness) und MTTR (Mean Time To Repair) → Maßnahmenmanagement
- Qualifizierung der Anlagenverantwortlichen
- Ausbau und Qualifizierung der Instandhaltungsmitarbeiter
- Fehleranalyse durch Nutzung von Prozessauswertungen, um Fehlerursachen zu eliminieren
- Strategisches Ersatzteilmanagement
- Kennzahlenmanagement (analysieren und steuern)

### 1.9.7. Justagen an Anlagen

- Keine Justagen an der Anlageneinstellung im laufenden Betrieb, nur geplanter und gezielter Eingriff in Anlagen. Justagen nur mittels Meisterteilen, nicht mit Produktionsteilen

### 1.9.8. Rüsten

Rüstooptimierung: Erstellen von Rüstplänen nach den Kriterien:

- Abrufe Kunden
- Lagerbestände Fertigteile
- Lagerbestände Einzelteile
- Gruppenweises Zusammenfassen ähnlicher Typen mit wenig Rüstaufwand
- „Großes Rüsten“ mit längerem Anlagenstillstand nur so selten wie möglich
- Bei komplexeren Montagesystemen Rüstsimulation



## 1.9.9. Traceability

### Datenmanagement

- Lieferantenmonitoring: dokumentierte Chargenfreigabe
- Internes Fertigungsmonitoring: Erfassung und Auswertung von Fertigungskennzahlen
- Automatisiertes Qualitätsmonitoring der Montage: Prozessdatenerfassung/Auswertung
- Chargenrückverfolgbarkeit für alle Bauteile

### Produktkennzeichnung:

- Bei kleinen Produkten, (z. B. Verschraubungen): Chargenrückverfolgbarkeit.
- Bei allen größeren bzw. wertigen Produkten: eindeutiger Kennzeichnungscode
- Seriennummer auf jedes Fertigprodukt (QR-Code)
- Einbindung des Reklamationswesens in die Prozessdatenwelt, um Rückschlüsse auf Prozessprobleme ziehen zu können

## 1.10. Schnittstellen zum Umfeld

- Entwicklung  
Intensive Zusammenarbeit mit der Fertigungsplanung und Produktion, um alle bestehenden Erfahrungen in der Konstruktion zu berücksichtigen
- Logistik  
Betrachtung des Warentransportes von Entstehungsort der Einzelteile bis zur Verarbeitung. Definition der Gebinde. Abstimmung Verpackungskonzepte mit Zulieferern (Schüttgut, Blister, Paletten, Coils..)  
Simulation und Engpassanalysen  
Sicherung Teileverfügbarkeit, Abrufplanung vom Kunden und zum Teilelieferanten
- Supply-Chain (End-to-End-Betrachtung)  
Berücksichtigung der Automatisierbarkeit aller Prozesse in der Supply-Chain  
Eliminierung oder Zusammenlegung von vorgelagerten Prozessen (z.B. Entgraten, Waschen, Trocknen, Galvanisieren, Lackieren, Entpacken, Verpacken...)
- Produktverpackung  
Integration der Produktverpackung in die Automationsanlagen. Abstimmung auf Produkt, Folgeprozesse, Logistik- und Kundenbedürfnisse, insbesondere von Volumenlieferanten
- Beschaffung  
Einbindung der Produktion in Lieferantenentscheidungen, bei Lieferantenwechsel, Produktänderungen, Werkzeugrevisionen, Installation von Neuwerkzeugen usw.

## 1.11. Risikofaktoren

- Das Produkt ist nicht automationsgerecht konstruiert
- Keine Unterstützung der Produktion für die automatisierungsgerechte Produktentwicklung
- Unzureichende Qualifikation des Personals für Entwicklungs-, Planungs-, und Betreuungs- Instandhaltungsaufgaben in der Produktion
- Keine oder unzureichende Abstimmung zwischen Produktion, Versuch, Entwicklung und Einkauf (Zulieferanten)
- Der Aufwand für die Implementierung neuer Technologien in der Industrialisierung wird unterschätzt.
- Qualitätsprobleme in der Zulieferkette /Wertstrom
- Qualitätsprobleme mit den automatisierten Produktionsprozessen
- Einzelteile nicht verfügbar
- Einzelteilqualität schlecht, verursachen viele Störungen in den Anlagen
- Die Prüfungsaufwände sind zu umfangreich und zu kostenintensiv
- Die Anlage produziert nicht die geplanten Mengen (schlechter OEE)
- Die Anlage hat zu viele Störungen
- Die Anlage produziert zu viel Ausschuss
- Die Anlage liefert keine Daten zur Fehleranalyse
- Mangelnde Sauberkeit in der Produktion
- Zulieferteile: Billigwerkzeuge führen zu schwankender Teilequalität und zu großen Unterschieden zwischen den Kavitäten



- Zu geringe Lagerkapazität, wenig bevorratete Teile erfordern häufiges Rüsten und damit schlechte Anlagenauslastung
- Ersatzteile nicht verfügbar