

GESTALTUNG DER ARBEITSPLANUNG FÜR DIE MECHATRONIKFERTIGUNG

Leif Goldhahn; René Kern
Hochschule Mittweida (FH) – University of Applied Sciences,
Fachbereich Maschinenbau/Feinwerktechnik, Technikumplatz 17, 09648 Mittweida;
IMM Holding GmbH, Goethestr. 22, 09648 Mittweida

Kurzfassung:

Mechatronische Produkte vereinen Mechanik, Elektronik- und Informatikkomponenten in einem komplexen System. Dies erfordert integratives Denken und Handeln der betrieblichen Akteure. Der Arbeitsplanungsprozess muss in betroffenen Unternehmen entsprechend diesen neuen Anforderungen weiterentwickelt werden. Bei dieser innovativen Prozessorganisation hilft die „Entscheidungsmethodik zur Gestaltung des arbeitsteiligen Prozesses der Arbeitsplanung – GAPA“. Zur Unterstützung der Fertigung werden im Unternehmen nun multimediale Arbeitspläne genutzt.

Mechatronic products combine mechanics, electronic and computer components in a complex system. This requires integrated thinking and acting by the economical actors. The process planning has to be further developed according to these new requirements in the concerned enterprises. This innovative process organization is supported by the method for design of shared processes of Process Planning - GAPA. Now, multimedia based job descriptions are used as a support for the manufacturing process.

1 Mechatronik

Aufgrund des wachsenden Wettbewerbes können nur die Unternehmen mit ihren Produkten langfristig auf dem Markt bestehen, die sich der Herausforderung kürzerer Innovationszyklen stellen, und innovative Produkte und Technologien vor den Mitkonkurrenten auf dem Markt platzieren. Dabei übernimmt die Mechatronik eine führende Rolle /Wittenstein, Schünemann, 2000/ /VDA, 2000/.

„Die Mechatronik setzt sich aus der Integration von Mechanik, Elektronik und Informatik zusammen. Deren Zusammenwirken bewirkt eine verbesserte und erweiterte Produktfunktionalität bei gleichzeitig reduzierten Baurahmen und Ressourcenverbrauch sowie geringeren Produktionskosten. Damit stellt die Mechatronik aber auch neue Anforderungen an Montage, Logistik und Organisation“ /Zäh, u. a., 2002/.

Die Interdisziplinarität der Mechatronik eröffnet somit neue Produktperspektiven im Wettbewerb um die Befriedigung der Kundenansprüche. Die erfolgreiche Umsetzung in der Produktion setzt integratives Denken und Handeln der betrieblichen Akteure voraus. Auswirkungen auf die Ausprägung der Arbeitsplanung sind deshalb Fragestellung für Unternehmen und Wissenschaft.

2 Anforderungen der Mechatronikfertigung an die Arbeitsplanung

Unternehmen, die mechatronische Produkte herstellen, sind durch ihre Herkunft aus der Mechanik oder Elektrotechnik noch stark geprägt /VDA, 2000/. Mechatronische Systeme erfordern aber andere Abläufe und Aufgaben bei der Produkt- und Prozessentwicklung als reine mechanische oder elektronische Systeme /Zäh, u. a., 2002/.

Die Arbeitsplanung mechatronischer Komponenten erfolgt größtenteils nach herkömmlichen Prinzipien.

Aufgrund des interdisziplinären Ansatzes mechatronischer Systeme, welche herkömmliche, disziplinäre Lösungsverfahren und Ergebnisdokumentationen der Fertigungsvorbereitung als teilweise unzureichend darstellen sind jedoch Besonderheiten zu beachten.

Schon während der Produktentwicklung müssen im Systementwurf Lösungsmöglichkeiten aus unterschiedlichen Disziplinen vorurteilsfrei bewertet werden, das heißt, es muss aus technischer und wirtschaftlicher Sicht das bestmögliche Produktkonzept definiert werden. In den darauf folgenden Entwicklungsprozessen erfordern die Produktschnittstellen eine intensive Integration beziehungsweise Synchronisation der Entwicklungsprozesse in Mechanik, Elektronik und Software. Dies muss in ähnlicher Form auch im Produktionsprozess Anwendung finden. Gerade wenn zum Beispiel Montageprozesse und Prüfprozesse disziplinenübergreifend abzustimmen sind. Die Prozessintegration ist aufgrund der Technologieintegration durch eine mechatronikgerechte Gestaltung von:

- Informationssystemen (CAD, CAM, CAQ)
- Wissen (Mitarbeiterqualifikation)
- Produktionsabläufen und
- Organisationsstrukturen zu unterstützen.

Durch die Funktionsintegration mechatronischer Produkte entstehen zudem neue Anforderungen an die Bereitstellung und Montage von Mechanik- und Elektronikkomponenten hinsichtlich der Funktionalität, Präzision und Sauberkeit der Anlagentechnik. Der Einbau von Elektronikkomponenten verlangt zudem Prüfvorgänge während des Montageprozesses /Zäh, u. a., 2002/.

Dabei ergeben sich aber auch Vorteile bei der Montage. So lassen sich Kontroll- und Prüfprozesse leicht in den Montageablauf integrieren.

Die Arbeitsplanung mechatronischer Systeme wurde in einem mittelständischen Unternehmen (IMM Elektronik GmbH, Mittweida) untersucht, Gestaltungsperspektiven entwickelt und bewertet sowie multimediale Arbeitspläne für ein mechatronisches Erzeugnis erstellt.

3 Istanalyse der Arbeitplanung von IMM

Die Entwicklung der bei IMM zu fertigenden Produkte erfolgt zum Grossteil durch die hauseigene Konstruktion. Die Entwicklungen erfolgen in enger Zusammenarbeit mit den Kunden, was zu einer vollen Befriedigung der Kundenwünsche führt. Die Spezifik der bei IMM entwickelten Produkte sichert eine gute Kundenbindung.

Im Bereich Entwicklung/Konstruktion werden die für die Fertigung notwendigen Dokumentationsunterlagen erstellt und den entsprechenden Arbeitsplätzen zugeführt.

Die Dokumentationsunterlagen setzen sich zusammen aus:

- Erzeugnisstruktur (mit Technologienummer und Bauteilbezeichnung),
- Schaltung,
- Stückliste,
- Layout,
- Zeichnung,
- Automatenprogrammen,
- Arbeits- und Prüfunterweisungen,
- Verpackungsanweisungen
- Freigabeprotokoll,
- Erstmusterbericht.

Anhand der Erzeugnisstruktur werden die für den Wertschöpfungsprozess notwendigen Arbeitsgänge in ihrer Reihenfolge für das jeweilige Produkt geplant und durchgeführt.

Der Wertschöpfungsprozess ergibt sich aus folgenden Hauptarbeitsvorgängen:

- Automatenbestückung SMD B-Seite (Bestückungsseite)
- Automatenbestückung SMD L-Seite (Lötseite)
- Handbestückung (falls notwendig)
- Prüffeld für bestückte Leiterplatten
- Montage
- Prüffeld für montierte Geräte und Baugruppen
- Versand.

Die operative Arbeitsplanung erfolgt für die Serienfertigung durch die Technologieabteilung der Elektronik GmbH.

4 GAPA

Im Rahmen der Einführung multimedialer Arbeitspläne im Unternehmen wurde die Methodik für die Gestaltung arbeitsteiliger Prozesse der Arbeitsplanung (GAPA) (Bild 1) angewandt. Diese gibt Hilfestellungen bei der Definition von Kompetenzanforderungen, der Entwicklung von innovativen Arbeitsplanungsprozessen und einer wissenschaftlich fundierten Bewertung und Gestaltung der Arbeitsplanung (Bild 1).

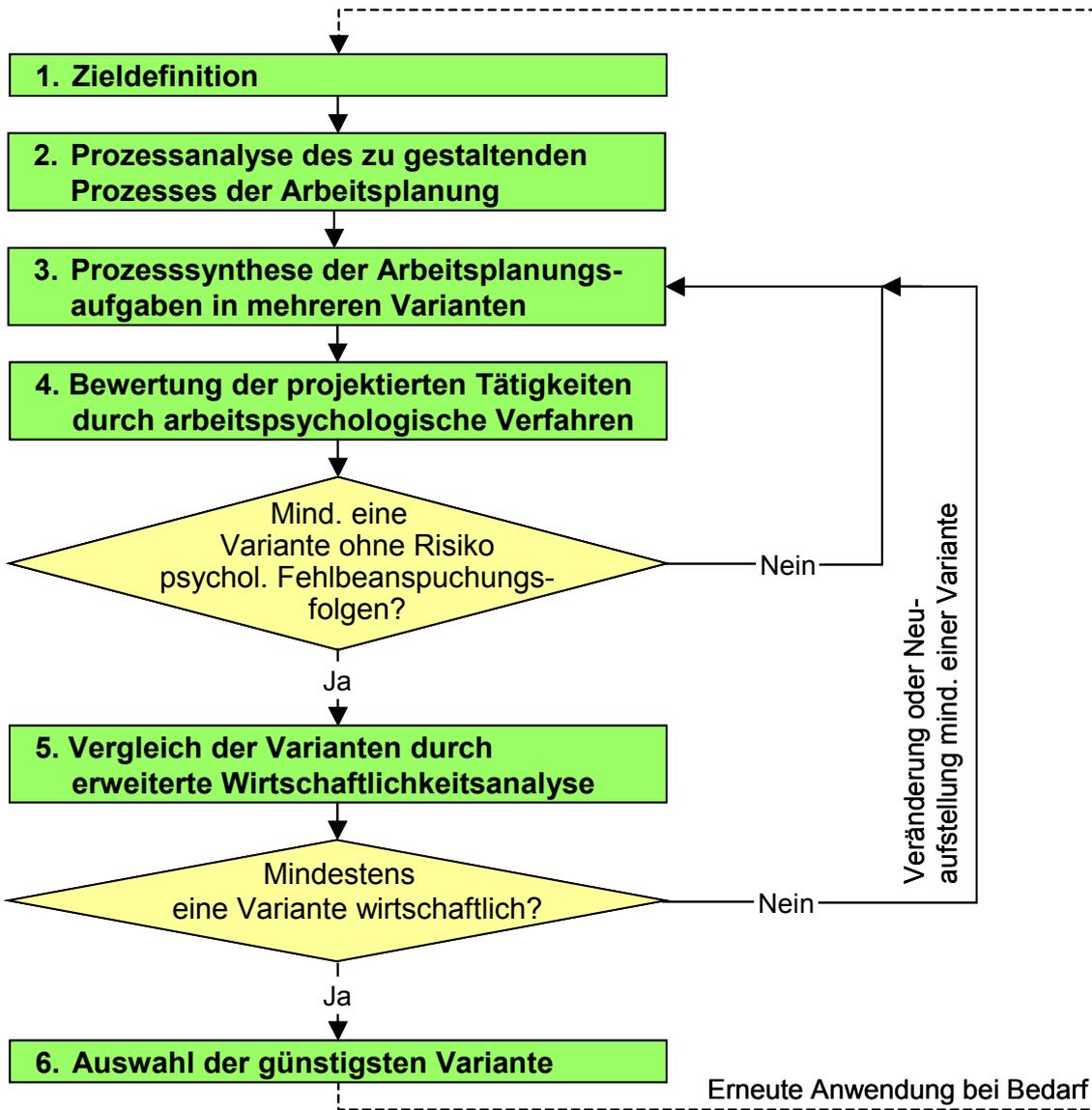


Bild 1: Ablaufdarstellung der Entscheidungsmethodik zur Gestaltung des arbeitsteiligen Prozesses der Arbeitsplanung (GAPA) /Goldhahn, 2000/

In diesem Zusammenhang wurden drei Prozessvarianten aufgestellt, mit deren Hilfe die für das Unternehmen günstigste Variante zur Erstellung, Nutzung und Verbesserung multimedialer Arbeitspläne ermittelt wurde.

Die **Variante 1** kennzeichnet die Aufgabenverteilung an Hand der zum Zeitpunkt der Aufnahmen vorgefundenen Organisation. Das heißt, dass Variante zusätzliche Aufgaben beziehungsweise neue Aufgaben die durch die Erstellung und Verbesserung multimedialer Arbeitspläne notwendig werden, auf die zur Verfügung stehenden Abteilungen und Mitarbeiter überträgt. Der Monteur nutzt die erstellten multimedialen Arbeitspläne und trägt zur Verbesserung der Montage und des Services bei.

In **Variante 2** wird die Kapazität der Technologieabteilung (um eine weitere Stelle) erhöht. Hier verantwortet die Technologieabteilung die Erstellung und Verbesserung multimedialer Arbeitspläne. Der Monteur welcher den multimedialen Arbeitsplan nutzt, wird mit in die Erstellung und Verbesserung einbezogen. Grundsätzlich bearbeiten die Technologieabteilung und der Monteur viele Aufgaben gemeinsam.

Der sich aus der VEWA ergebende Nutzwert (Tabelle 1, Bild 3) hilft bei der Entscheidungsfindung. Die Variante mit dem höchsten Nutzwert sollte angewendet werden. Dabei wird der niedrigste Nutzwert als Grundwert angesetzt. Eine Interpretation der Abstände zwischen den Nutzwerten (z. B. doppelt so gut wie eine andere Variante) darf dabei nicht vorgenommen werden /Goldhahn, 2000/.

Tabelle 1: Ermittelte Nutzwert

Ohne multimediale Arbeitspläne	Variante1	Variante2	Variante3
100%	136,3%	143,2%	140,4%

Variante 2 besitzt den höchsten Arbeitssystemwert und stellt somit die für das Unternehmen technisch und organisatorisch günstigste Variante dar.

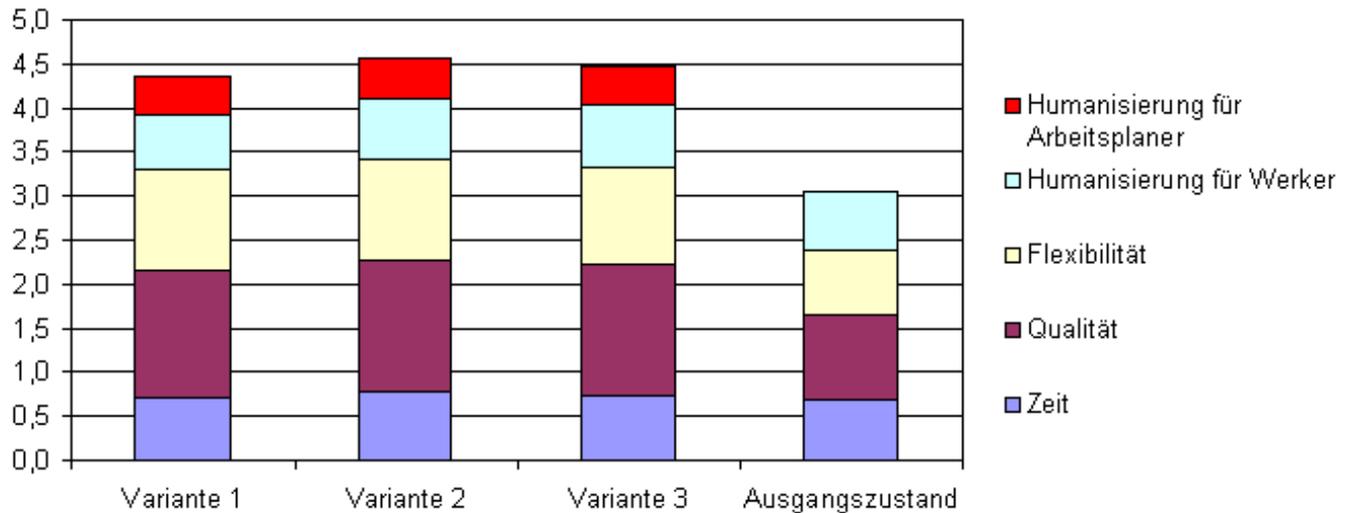


Bild 3: Nutzwertverteilung der Prozessvarianten

6 Multimediale Arbeitspläne

Woher bekommt der Monteur leicht verständliche Informationen, die zur Montage notwendig sind? Oder was war die beste Lage für die Montage und welche Besonderheiten mussten beachtet werden. Diese Informationen liefert auf leicht verständliche Weise ein multimedialer Arbeitsplan /Wiebach, Goldhahn, Raupach, 2000/.

Multimediale Arbeitspläne (Bild 4) stellen Fertigungswissen und -anweisungen auf eine neue Art und Weise dar. Sie verbinden Fotos, Videos, Grafiken, Ton und/oder Sprache mit alphanumerischen Daten auf einer interaktiven Oberfläche. Einfach und schnell sucht sich der Werker die benötigten Informationen, verbindet diese mit seinem vorhandenen Wissen und eignet sich damit neues Wissen für die Tätigkeitsregulation und Ausführung an.

Die Informationen sind zugleich sequentiell und hierarchisch gegliedert, das heißt, der Nutzer kann sich über die gesamte Arbeitsfolge informieren oder von einer groben

Übersicht aus auf Details zugreifen /Goldhahn, 2002/. Der ergonomischen Gestaltung der Arbeitspläne kommt dabei eine besondere Bedeutung für deren Akzeptanz und Wirksamkeit zu.

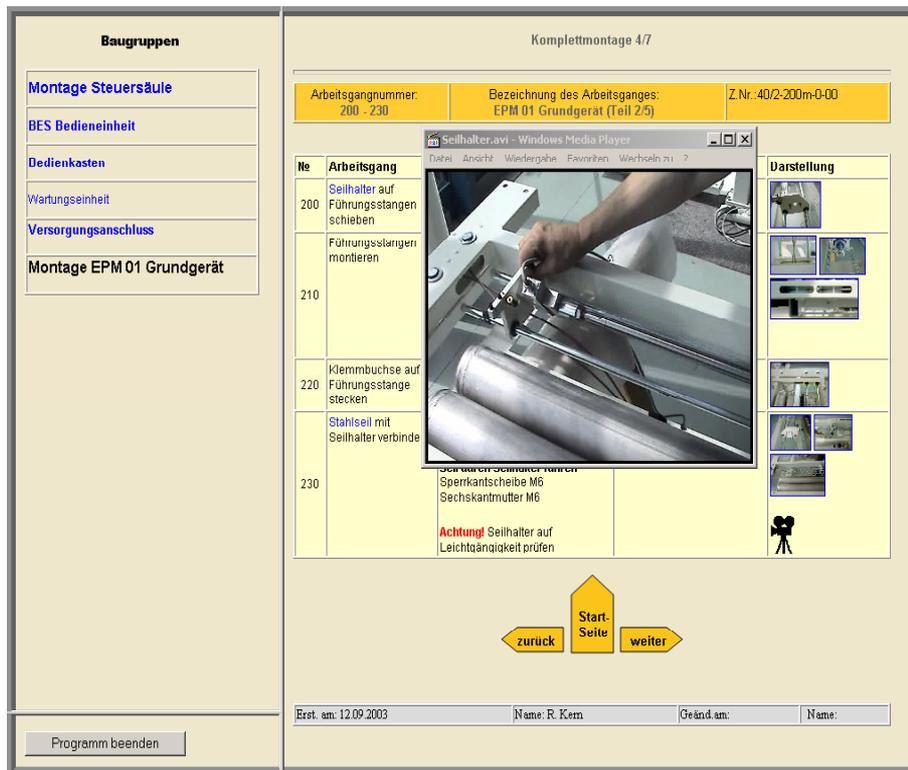


Bild 4: Multimedialer Arbeitsplan IMM – Teilarbeitsplan mit Video

7 Fazit

Die Mechatronik eröffnet, durch die Aufhebung der Trennung zwischen Produkt und Produktionssystem, neue Perspektiven für die Montage. Die Mechatronik stellt im Gegenzug aber auch höchste Anforderungen an die Produktion und die Qualitätssicherung produzierender Unternehmen /Zäh, u. a., 2002/.

Der Einsatz multimedialer Arbeitspläne bietet gerade in diesem Zusammenhang für mittelständige Unternehmen die Chance, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. So stehen in der IMM Gruppe nicht die Massenprodukte im Mittelpunkt, sondern die Erfüllung individueller Kundenwünsche. Aus diesem Grund macht die Vielfalt neuer Produkte und Produktvarianten heute oft die Fertigung zum Entscheidungsort für Wettbewerbsfähigkeit und damit verbunden die Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen.

Die Entscheidungsmethodik zur Gestaltung des arbeitsteiligen Prozesses der Arbeitsplanung – GAPA wurde dabei erfolgreich angewendet. Multimediale Arbeitspläne erwiesen sich als wertvolle Know-How-Träger für die Mitarbeiter der Fertigung.

8 Literatur

- /Goldhahn, 2000/ Goldhahn, Leif: Gestaltung des arbeitsteiligen Prozesses zwischen zentraler Arbeitsplanung und Werkstattpersonal, Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme Bd. 27. Chemnitz: TU Chemnitz, iBF, 2000
- /Goldhahn, 2002/ Goldhahn, Leif: Kompetenzbasiertes, multimediales Wissensmanagement für die Fertigung. In: Enderlein, H. (Hrsg.): Kompetenznetze der Produktion und mobile Produktionsstätten. TBI '02. Chemnitz: TU Chemnitz, iBF, 2002, S. 85 – 89
- /VDA, 2000/ Verband der Automobilindustrie e.V.: Unternehmerische Chancen und Herausforderungen durch die Mechatronik in der Automobilzulieferindustrie VDA 23; Lehrstuhl für Produktionssystematik am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen. Frankfurt am Main; 2000
- /Wiebach, Goldhahn; Raupach, 2000/ Wiebach, Helfried; Goldhahn, Leif; Raupach, Annett: Multimedialpartizipative Arbeitsplanung in Klein- und Mittelbetrieben. PPS Management (2000) Nr. 2 (Mai), S. 35 – 38
- /Wittenstein, Schünemann, 2000/ Wittenstein, Manfred; Schünemann, M.: Mechatronische Produkte und Komponenten. In: Stuttgarter Impulse – Technologien für die Zukunft/FTK 2000. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2000. S. 134 – 152
- /Zäh, u. a., 2002/ Zäh, Michael; Angerer, Tim; Schilp, Johannes; Zimmermann, Josef: Mechatronik – Innovationspotential der Produktion. Vielversprechende Perspektiven - aber mit hohen Anforderungen, VDI-Z/Konstruktion, 09/2002, S. 4 - 5