

HyPlan Tool

Komplexität

Kurzbeschreibung

Axel Korge
Tobias Krause
Xiang Nie

Stand 1.8.2012

Das HyPlan Werkzeug verdeutlicht plakativ, wie sich die Gestaltung der Aufbauorganisation (arbeitsteilige bzw. prozessgerechte Bereiche) auf die Komplexität der Auftragssteuerung auswirkt.

Weitere Informationen und Downloads: www.hyplan.org



Universität Stuttgart

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT



Das Forschungsprojekt HyPlan wird von der Baden-Württemberg Stiftung gefördert und gemeinsam vom Institut für Produktionstechnik (wbk) der Universität Karlsruhe (TH) und dem Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart bearbeitet

Inhaltsverzeichnis

Benutzungsanleitung „Komplexität“	3
1 Anwendung des Werkzeugs.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2 Der fachliche Hintergrund des Werkzeugs „Komplexität“	5
2.1 Herausforderung: Steuerung chaotischer Systeme.....	5
2.2 Theorie: Die Produktion als chaotisches System	5
2.3 Sackgasse: Grenzen der EDV	6
2.4 Lösung: Bereiche nach Prozessen und Produkten	7
Literatur	8
Hinweis zum Download.....	8

Benutzungsanleitung „Komplexität“

Das Werkzeug verdeutlicht plakativ, wie sich die Gestaltung der Aufbauorganisation (arbeitsteilige bzw. prozessgerechte Bereiche) auf die Komplexität der Auftragssteuerung auswirkt. Es soll den Blick dafür schärfen, wie stark die Aufbauorganisation die Komplexität der Steuerung beeinflusst. Die Komplexität der Steuerung wird durch eine einfache Kennzahl ausgedrückt. Abbildung 1 zeigt das Prinzip.

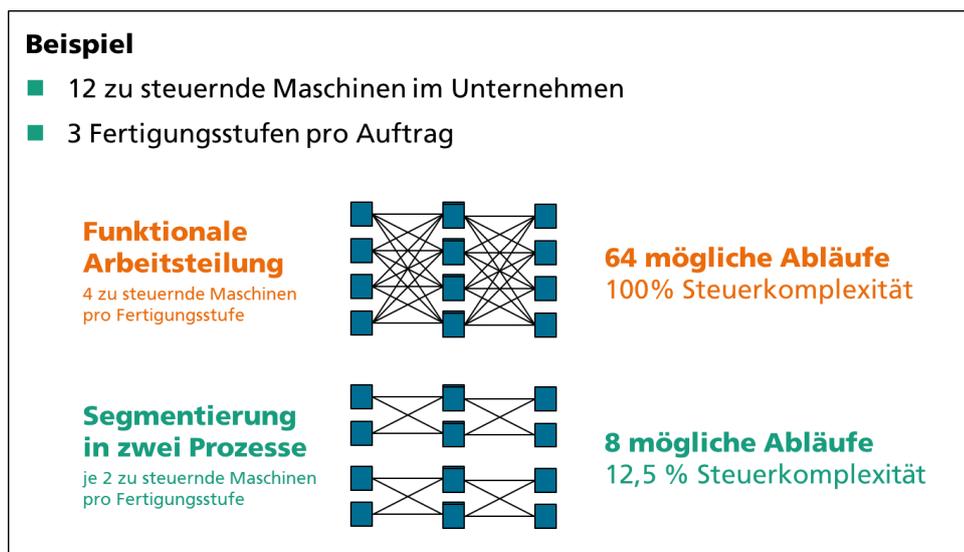


Abbildung 1. Abschätzung der Komplexität der Auftragssteuerung

Als Kennzahl für die Komplexität wird die Anzahl der möglichen Abläufe verwendet, die ein Auftrag nehmen kann. Bei Funktionaler Arbeitsteilung müssen alle Arbeitsstationen (z.B. Maschinen oder Montagesysteme) im Unternehmen bei der Steuerung berücksichtigt werden. Werden zwei parallele Segmente gebildet, bei denen jeder Auftrag vollständig in nur einem der Segmente bearbeitet wird, so müssen lediglich die Hälfte der Arbeitsstationen gesteuert werden. Was im anderen Segment passiert, muss nicht beachtet werden. Entsprechend braucht bei drei Segmenten nur ein Drittel der Arbeitsstationen berücksichtigt zu werden, bei vier Segmenten nur ein Viertel, und so weiter.

Nähere Informationen zur Gestaltung der Aufbauorganisation und zur Auswirkung von Funktions- und Prozessorientierung finden sich im „Hyplan Handlungskatalog (Leitfaden)“ im Kapitel „Fluss“ ab Seite 43. Dieses Dokument steht zum kostenfreien Download bereit unter: www.hyplan.org. Klicken Sie im Navigationsmenü auf → Ergebnisse, dort auf → Downloads und dann auf → **Download Handlungskatalog Leitfaden**. Weitere HyPlan-Werkzeuge zur Unterstützung bei der Gestaltung der Aufbauorganisation sind **Download Produktgruppen (Excel®)** und **Download Renner / Exoten (Excel®)**.

Anwendung des Werkzeugs (Kurzfassung)

Das Werkzeug „Komplexität“ steht zum kostenfreien Download bereit unter: www.hyplan.org. Klicken Sie im Navigationsmenü auf → Ergebnisse, dort auf → Downloads und dann auf → **Download Komplexität (Excel®)**.

Der Anwender gibt ein, wie viele Maschinen im Unternehmen gesteuert werden müssen, und wie viele Arbeitsgänge ein durchschnittlicher Auftrag laut Arbeitsplan hat. Das Werkzeug ermittelt sofort die Kennzahlen.

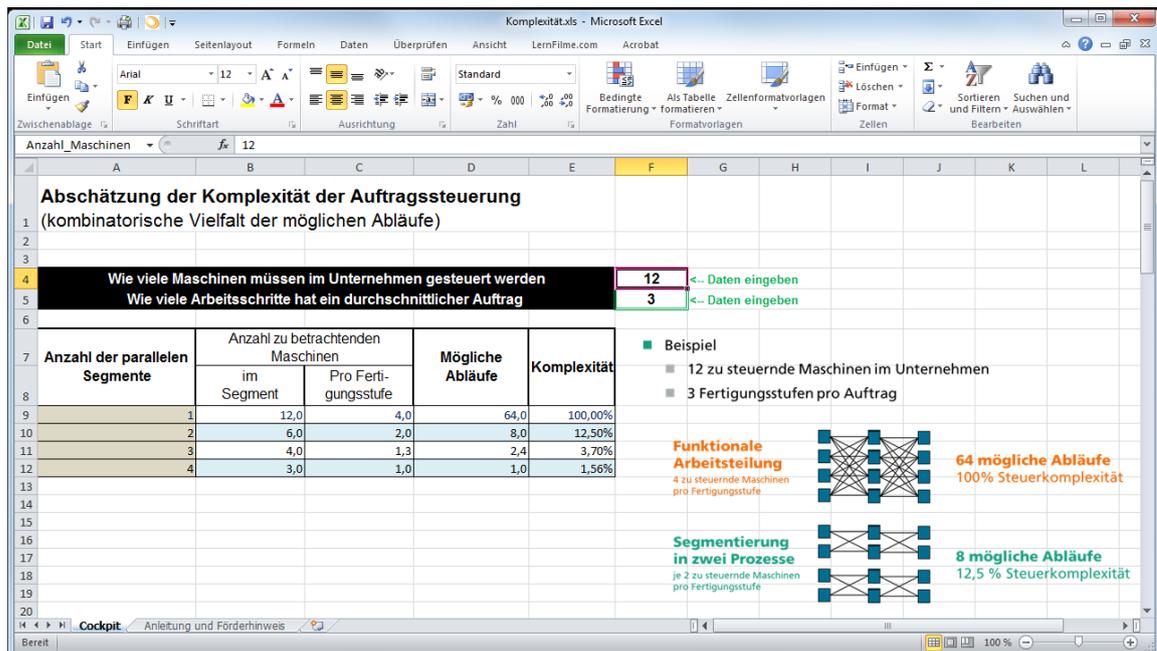


Abbildung 2. Die Komplexität arbeitsteiliger Organisation

1 Der fachliche Hintergrund des Werkzeugs „Komplexität“

1.1 Herausforderung: Steuerung chaotischer Systeme

Es ist ein bewährtes Mittel komplexe Aufgaben dadurch handhabbar zu machen, dass man sie modularisiert, also in Teilaufgaben aufspaltet. Funktionale Arbeitsteilung macht die Tätigkeiten, die ein Bereich oder ein Mitarbeiter auszuführen hat, überschaubar. Der Vertrieb spezialisiert sich auf den Verkauf, die Fräserei braucht sich nur um diesen Bearbeitungsschritt zu kümmern. Durch Spezialisierung und Übung werden Produktivität und Qualität der Ausführung positiv beeinflusst.

Das ist die gute Nachricht. Die funktionale Arbeitsteilung hat aber einen Haken. Jeder Auftrag durchläuft eine Vielzahl von Bereichen. Die Aktivitäten und Ressourcen der einzelnen Bereiche müssen koordiniert, also sorgfältig geplant und aufeinander abgestimmt werden. Dabei müssen alle Bereiche gleichzeitig betrachtet werden. Koordination wird also durch Arbeitsteilung nur scheinbar modularisiert. In Wirklichkeit bleibt die volle Komplexität erhalten.

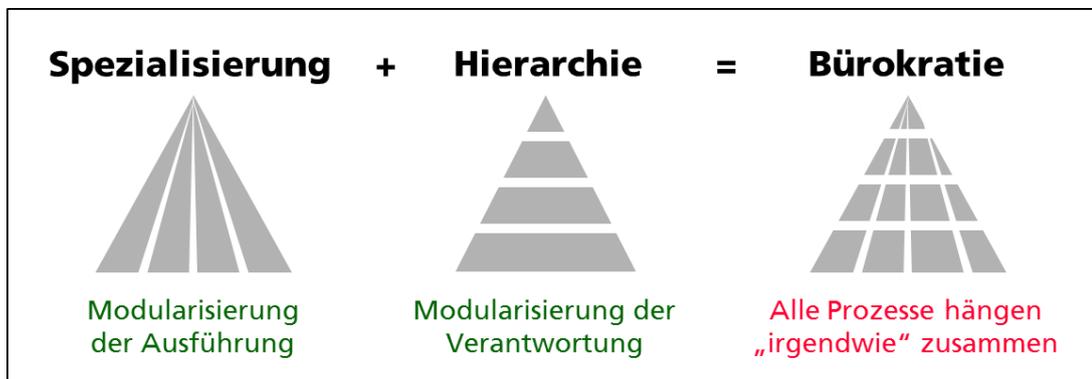


Abbildung 3. Die Komplexität arbeitsteiliger Organisation

Eine wichtige Koordinationsaufgabe ist die Steuerung von Aufträgen. Die Arbeitsgänge werden so auf die Arbeitsstationen (Maschinen und Montagesysteme) eingeplant, dass alle Aufträge zum Liefertermin abgearbeitet sind. Diese Aufgabenstellung ist hochgradig komplex.

1.2 Theorie: Die Produktion als chaotisches System

Nach Heyl entsteht die Komplexität eines Systems aus dessen *Struktur*, dessen *Dynamik* und dessen *Emergenz* (Abbildung 4).

Struktur: Da viele Aufträge um die Ressourcen konkurrieren, müssen bei der Steuerung die Arbeitsgänge aller aktiven Aufträge und in Folge alle Arbeitsstationen gleichzeitig berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen Aspekte, wie die Verfügbarkeit von Menschen oder Material beachtet werden. Die Varietät und die Vernetzung der Einflüsse machen den Steuerungsprozess unübersichtlich und die Ergebnisse undurchschaubar.

Dynamik: Alles hängt „irgendwie“ miteinander zusammen. Wenn heute eine Fräsmaschine ausfällt, und der Auftrag liegen bleibt, kann er morgen nicht montiert werden. Ein anderer Auftrag wird vorgezogen. Eine Störung kann sich also auf andere Aufträge und auf andere Arbeitsgänge auswirken. Da Störungen unvorhersagbar sind, bleiben die resultierenden Rückkoppelungen schlussendlich unberechenbar.

Emergenz: Erschwerend kommt hinzu, dass Unternehmensbereiche und Mitarbeiter sich nicht immer streng an Vorgaben halten, sondern sich teilweise nach eigenem Ermessen optimieren. Auch DV-Systeme machen nicht immer genau das, was die Anwender erwartet.

<u>Struktur</u>	<u>Dynamik</u>	<u>Emergenz</u>
Varietät	Zustandsvarietät	Musterbildung
Vernetzung	Rückkopplungen	Selbstorganisation
Subsysteme	Offenheit	
Hierarchien		
Führen zu <u>Intransparenz</u> durch		
Unübersichtlichkeit	Unberechenbarkeit	Unbestimmbarkeit
Undurchschaubarkeit	Unvorhersagbarkeit	Irreduzierbarkeit

Abbildung 4. Eigenschaft komplexer Systeme [Heyl-05]

Eine Fertigung stellt aus Komplexitätstheoretischer Sicht ein chaotisches System dar. Das heißt, dass die Vorhersagbarkeit eng begrenzt ist und üblicherweise exponentiell mit der Zeit abnimmt. Die Fertigungssteuerung wird deshalb selber unbeherrschbar komplex. Sie ist aufwändig, starr und ihr Ergebnis stimmt oftmals wenig mit der ursprünglichen Planung überein.

1.3 Sackgasse: Grenzen der EDV

Eine immer leistungsfähigere EDV kann die grundsätzlichen Probleme nicht ausräumen. Die Wirklichkeit wird durch Berechnungsvorschriften und Regelwerke vereinfacht. Eine Produktion ist aber kein einfaches, mechanisches Gebilde, sondern ein komplexer Vorgang mit zahllosen nicht berechenbaren Einflussgrößen. Vereinfachte Regel-

werke bilden diese Komplexität nicht genau genug ab und werden zur Fehlerquelle. Umfassende Regelwerke, die alles berücksichtigen, sind nicht denkbar, zumindest aber wären sie mit einem nicht leistbaren Modellierungsaufwand verbunden. Eine zentrale Steuerung schafft in chaotischen Systemen, wie der Produktion, keine funktionierende Planung, sondern die Illusion davon.

Es wird versucht, ausgehend von einem bekannten Zustand der Fertigung, den weiteren Ablauf der Ereignisse zu ermitteln und entsprechend zu planen. Der Ablauf der Ereignisse ist aber in einem chaotischen System kaum vorhersagbar, ausreichend genaue Vorhersagen über zukünftige Zustände der Fertigung sind nicht möglich. Auch ist der Ausgangszustand, auf dem die Steuerung aufsetzt, keineswegs ausreichend bekannt. Die zugrunde liegende Materialbedarfsplanung basiert auf Prognosen, Stücklisten stimmen nicht immer, und die hochkomplizierten Bedarfsrechnungen sind fehleranfällig. Um die Programmierung und Datenhaltung beherrschbar zu machen, müssen steuerungsrelevante Aspekte unzulässig vereinfacht werden (z.B. unbegrenzte Personalkapazitäten). Planungsungenauigkeiten werden durch Puffer und Bestände ausgeglichen.

1.4 Lösung: Bereiche nach Prozessen und Produkten

Die Komplexität der Steuerung steigt mit der Anzahl der zu koordinierenden Arbeitsstationen und Aufträge. Diese können durch eine prozessgerechte Aufbauorganisation einfach und wirkungsvoll reduziert werden. Die Bereiche im Unternehmen werden nicht mehr nach Funktionen, sondern nach Prozessen und Produkten gliedert. Jeder prozessgerechte Bereich muss nur einen Teil der Arbeitsstationen und Aufträge berücksichtigen, der Rest wird unabhängig davon in den anderen Bereichen bearbeitet. Abbildung 5 verdeutlicht das Prinzip am Beispiel von Fertigungsinseln.

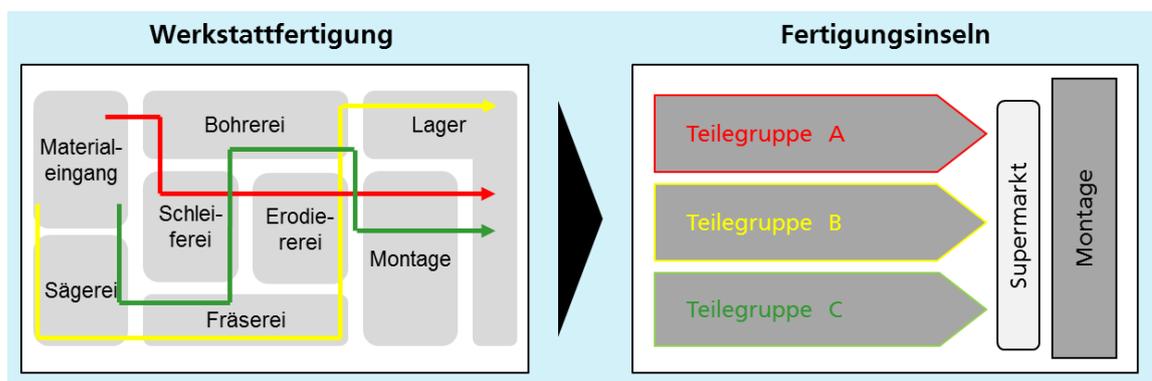


Abbildung 5. Bereiche nach Prozessen und Produkten

Wie bereits oben erwähnt, finden sich nähere Informationen zur Gestaltung der Aufbauorganisation und zur Auswirkung von Funktions- und Prozessorientierung sich im „Hyplan Handlungskatalog (Leitfaden)“ im Kapitel „Fluss“ ab Seite 43.

Prozessgerechte Organisationsformen wie Sparten, Mini-Factories, Auftragscenter und Fertigungsinseln haben sich vielfach bewährt. Prozessorientierung wird hier nicht durch ein (zentrales, deterministisches) Koordinationssystem angestrebt, sondern in der Aufbauorganisation (Organigramm) abgebildet. Auf allen Ebenen des Unternehmens erfolgt die Gliederung der Bereiche nach umfassenden Prozessen vom Kunden zum Kunden.

Literatur

- [Heyl-05] Heyl, A.: Nichtlineare Dynamik und Komplexität in Produktionssystemen/ Andreas Heyl. Als Ms. Gedr. –Berlin: dissertation.de – Verlag im Internet GmbH, 2005 Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2005

Hinweis zum Download

Dieses Dokument steht zum kostenfreien Download bereit unter: www.hyplan.org.
Klicken Sie im Navigationsmenü auf → Ergebnisse, dort auf →Downloads und dann auf **Download Komplexität Leitfaden**.