

## Anwendung eines Strukturmodells in der Praxis

**Citation for published version (APA):**

Arentsen, J. H. A., & Rooda, J. E. (1985). Anwendung eines Strukturmodells in der Praxis. *Fördern und Heben*, 35(8), 574-575.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1985

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Anwendung eines Strukturmodells in der Praxis

## Application of a structure model in practice

## Application pratique d'un modèle structurel

In einem früheren Artikel wurde ein Strukturmodell für die Beschreibung von Transport- und Produktionssystemen vorgestellt [1]. Hierbei handelt es sich um ein Rahmenmodell, das abhängig vom jeweiligen Systemtyp auf der Basis von u. a. technischen und technologischen Aspekten vervollständigt werden kann. In diesem Artikel soll die Funktionsweise einer Fabrik zur Herstellung von Fahrradbereifung in das Strukturmodell eingetragen werden. Damit wird die Anwendung eines derartigen Modells anhand eines Praxisbeispiels erläutert.

### Transport- und Produktionssystem

Vredestein in Doetinchem, Niederlande, fertigt pro Jahr rund 10 Millionen Fahrradreifen in etwa 250 verschiedenen Ausführungsformen. Der Produktionsprozeß für Fahrradbereifung besteht aus zwei Phasen. Während der ersten Phase werden einzelne Komponenten, nämlich Gummi, Kanevas und Stahldraht auf einer Wickelmaschine W zu einem sogenannten „Greentire“ (Karkasse) zusammengesetzt. In der zweiten Phase geschieht die Vulkanisierung des Greentires auf einer Presse V zu einer Fahrraddecke. Bild 1 zeigt schematisch die einzelnen Produktionsschritte.

Für eine ausführliche Beschreibung des Produktionsprozesses wird auf [2] verwiesen. Neben dem Materialfluß sind verschiedene Informationsflüsse für den Fortgang und die Aufrechterhaltung des Systems erforderlich. In der Erläuterung des Strukturmodells für diese Reifenfabrik werden diese Material- sowie Informationsflüsse ausführlich behandelt.

### Struktur und Funktionsweise

Bild 2 zeigt das bei Vredestein angewendete Strukturmodell. Hierin sind alle den Material- und Informationsfluß betreffenden Prozeß-Schritte enthalten.

Indem diese Prozeß-Schritte Stück für Stück durchlaufen werden, wobei der zugehörige Informationsfluß als Leitfaden dient, wird die Funktionsweise des Modells und der Fabrik verdeutlicht. Als Startpunkt wird der Eingang eines Kundenauftrags KEB bei der Expeditionsabteilung gewählt.

### Expedition

Die vom Kunden der Expedition E zugeleitete Information besteht gewöhnlich aus folgenden Angaben:

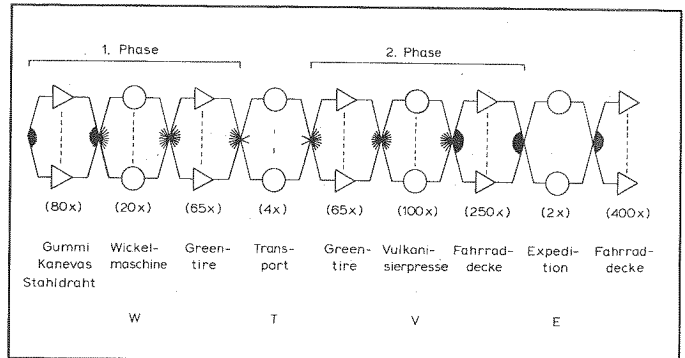
Reifentyp (ca. 400 Varianten),  
Liefertermin (1 bis 90 Tage),  
Anzahl (1 bis 100000 Stück).

Diese Bestellung wird aus dem Informationspuffer KEB vom Expeditionsverteiler VE ausgelassen. Die Angaben werden dann vom Verteiler zu zwei internen Aufträgen verarbeitet. Der erste Auftrag ist für den Vulkanisierprozeß V bestimmt. Hierbei wird ein Stammbestand zurate gezogen, worin im allgemeinen die Prozeßzeit für das betreffende Produkt angegeben ist sowie die Artikel, die als Grundstoff dienen. Mit Hilfe dieser Stammdaten werden die Aufträge EVB erstellt, bestehend aus: Artikelnummer (ca. 250 Varianten), Liefertermin (1 bis 90 Tage), Anzahl (25 bis 100000 Stück),

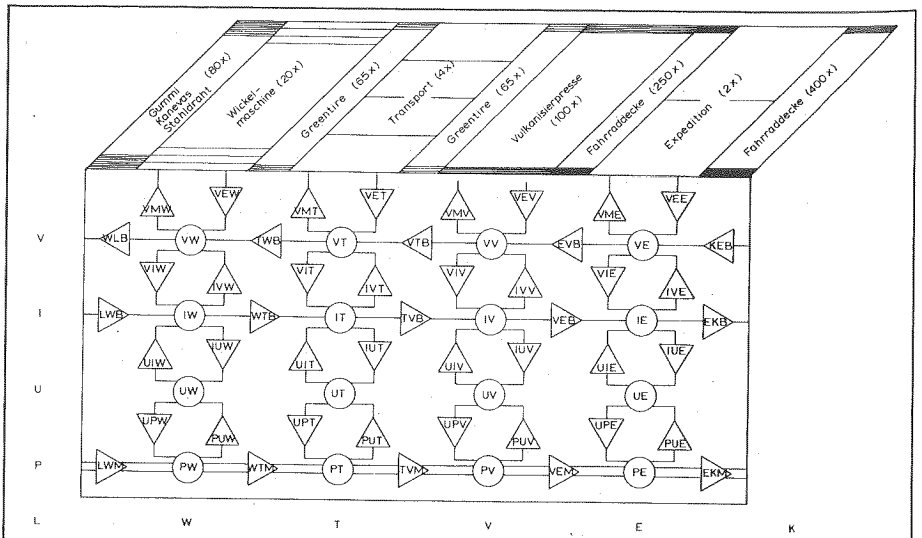
Kundenkategorie (Einzelverkauf, Erstmontage oder Export).

Der zweite Datensatz wird über VIE dem Einteiler der Expedition IE zugeleitet. Abhängig von der Strategie handelt es sich hierbei meist um eine Kopie des Kundenauftrages. Der Einteiler sorgt dafür, daß die Aufträge in die Bearbeitungsreihenfolge gebracht werden, abhängig von den gewünschten Lieferzeiten, den verfügbaren Materialien aus dem Puffer VEB und der Kapazität des Expeditionsprozesses. Die eingeleiteten Expeditionsaufträge IUE, bestehend aus Artikelnummer und Anzahl, werden der Reihe nach vom Austeiler UE dem materialverarbeitenden Prozeß zugeteilt. Hiermit geht der Informationsfluß in einen Materialfluß über, wobei die Realisierung UIE vom Austeiler dem Informationskreis rückgemeldet wird. Die Anzahl der abgelieferten Reifen wird vom Einteiler von den Aufträgen VIE und dem administrativen Vorrat an Grundstoffen VEB abgebucht. Gleichzeitig wird die Gesamtanzahl der abge-

1: Schematische Darstellung des Produktionsablaufs – Schematic of the production sequence – Représentation schématique du déroulement de la production



Legende zu 1 und 2: — Materialfluß; — Informationsfluß; △ Puffer; ○ Prozeß



2: Schema des bei Vredestein in Doetinchem benutzten Strukturmodells – Schema of the structure model used at Vredestein in Doetinchem – Schéma du modèle structurel utilisé à Vredestein in Doetinchem

lieferten Reifen EKB erhöht und der erledigte Auftrag über IVE dem Verteiler gemeldet. Eventuelle Unvollkommenheiten in der Ausführung des Auftrages können dazu führen, daß ein Folgeauftrag vom Verteiler ausgegeben wird. Schließlich stoppt der Informationsfluß an der Materialseite des Strukturmodells bei Weitergabe des Fakturierauftrages VME. Alle Kundenaufträge werden auf diese Weise mit Hilfe der vier Prozesse innerhalb der Expedition verarbeitet.

## Vulkanisierung

Die Vulkanisierung V wird ausgeführt mit 100 Maschinen PV und den zugehörigen Austeilern UV, Einteilern IV und Verteilern VV. Auf diesen Maschinen findet die Verarbeitung von Greentires in Fahrraddecken statt. Der Verteiler VV erteilt Aufträge VTB beim Greentire-Transportprozeß T. Der Aufbau der Decke und die Prozeßzeit werden dazu dem Stammbestand entnommen. Der so entstandene Auftrag umfaßt: Greentire-Nummer, Anzahl, Lieferzeit, Vulkanisierungstyp.

Die Vulkanisierungsaufträge werden in vier getrennte Lagen aufgeteilt: Auf der Basis von relevanten Kennzeichen der Decken sind vier Gruppen angewiesen, jede mit eigenen Einteilern, Austeilern und Maschinen. Pro Gruppe wird diese Einteilung mit Hilfe einer großen Anzahl von Daten vorgenommen. In diesem Rahmen sollen die Einzelheiten aber nicht näher beschrieben werden. Aufträge der Verteiler VIV, verfügbare Materialien TVB und die Prozeßkapazität sind die wichtigsten.

Die an die Austeiler ausgegebenen Aufträge IUV werden möglichst weitgehend ausgeführt. Dies bedeutet, daß der angegebene Deckentyp auf den vorgegebenen Pressen vulkanisiert wird und Formen gewechselt werden, wenn ein anderer Deckentyp hergestellt werden soll. Die Produktionsdaten UIV, die beim Vulkanisieren dem Informationssystem rückgemeldet werden, sorgen für die Möglichkeit, Abbuchungen von Aufträgen und administrativen Vorräten durchführen zu können.

## Transport von Greentires

Der Transportschritt T zwischen Vulkanisierung und Wickelmaschinen besteht im Prinzip ebenfalls aus vier Prozessen. Ein Verteiler TV sorgt dafür, daß der Produktionsauftrag TWB der Wickelabteilung W mitgeteilt wird. Ob der Vorrat an Reifen WTB vor der Wickelmaschine aufgefüllt werden muß, oder nicht, ist abhängig von der Strategie des Transportverteilers. Wenn allein nach Auftrag produziert werden muß, wird der Greentire-Vorrat ohne Kundenauftrag nicht vergrößert.

Wenn auf Vorrat produziert wird, werden Greentires auf der Basis eines angestrebten Vorratniveaus, kombiniert mit einer Absatzprognose hergestellt. Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, daß die Strategie der Verteiler auf einem höheren Niveau festgelegt wird. Die Haltbarkeit der Greentires ist der Grund, in diesem Fall hauptsächlich nach Auftrag zu produzieren. Ein interner Auftrag VIT besteht aus:

Artikel (ca. 65 Varianten),  
Liefertermin (1 bis 3 Tage),  
Anzahl (25 bis 100 000 Stück).

Anhand des verfügbaren Vorrates WTB und der

Aufträge wird vom Einteiler IT eine „Picking list“ IUT erstellt. Ein Gabelstapler oder eine Transportanlage sorgen für die Ablieferung am richtigen Platz. Hierbei kann der Fahrer des Gabelstaplers oder die Steuerung des Transportsystems als Austeiler von Information UT angesehen werden. Der Materialfluß ist hiermit wieder in Bewegung, so daß auch die Realisierung UIT stattfinden kann. Die wichtigste Mutation hierbei ist das administrative Umbuchen der Vorräte WTB und TVB, so daß der Vulkanisierungseinteiler IV seine Aufgaben fortsetzen kann.

## Wickelmaschinen

Der Wickelprozeßschritt W besteht aus vier Lagen, die jeweils über einen Transportschritt T einen eigenen Vulkanisierungsteil V mit Greentires versehen. Dies geschieht nach der gleichen Methodik wie bei den vorher behandelten Prozessen: Ein Verteiler VW wartet auf einen Auftrag TWB und gibt diesen an die Halbfabrikat-Transportprozesse und den Greentire-Auftragserteiler IW weiter. Nach Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge durch IW werden die Greentire-Produktionsaufträge IUW dem Ausfühler UW zugeleitet. Nachdem die Wickelmaschinen PW ihre Arbeit beendet haben, werden die gefertigten Stückzahlen in die entsprechenden Stellen des Informationspuffers eingebracht. Sobald der Vorrat an Greentires WTB aufgefüllt ist, kann der Transportprozeß T beginnen. Die Behandlung der Wirkungsweise des Modells wird an diesem Punkt beendet. Nachfolgend werden die verschiedenen Stadien der Ausführungsformen des Strukturmodells besprochen.

## Struktur und Durchführung

Aus der Beschreibung der Fahrradreifenfabrik anhand des Strukturmodells ergibt sich, daß alle einzelnen Komponenten im Modell aufgenommen werden können. Einer der Gründe für die Praxisanwendung eines solchen Modells ist die Erkennung der Verhaltensweise aller Regelkreise innerhalb eines Systems. Das Modell wird sowohl bei der Entwicklung von neuen (Teil-)systemen als auch bei der Steuerung von bestehenden Systemen benutzt. In beiden Fällen steht die optimale Abstimmung von Materie, Mensch und Maschine mit Hilfe von Prozeßinformation an erster Stelle.

## Entwicklung mit Hilfe des Strukturmodells

Das Strukturmodell gibt den Rahmen für das Systemmodell. Für eine Beurteilung des Modells und damit des Systems besteht die Möglichkeit, während der Entwicklung des Systems den Ablauf zu simulieren. Hierfür sind geeignete Hilfsmittel erforderlich, wenn der Umfang der Systeme das Zusammenwirken von Komponenten unübersichtlich macht. Mit dem Simulationspaket Sole [3] und der Programmiersprache Modulair Pascal kann ein konkretes Strukturmodell in ein Computerprogramm umgesetzt werden. Simulationen und mehrmaliges Ändern von Systemgrößen und Strategien führen dann zu den gewünschten quantitativen und qualitativen Resultaten.

## Beherrschung mit Hilfe des Strukturmodells

Zurückkehrend in die Praxis kann mit den Resultaten der Simulation für dieses Beispiel an vielen Stellen deutlich der Vorteil und die Notwendigkeit einer schnellen Rückkopplung von

Daten angegeben werden. Hierbei handelt es sich um große Mengen von Informationen, bedingt u. a. durch die Anzahl der Spezifikationen (ca. 400) und die hohen Produktionszahlen (ca. 10 Millionen Reifen pro Jahr). In dem Modell für die Reifenfabrik laufen die Informationsflüsse bei den Austeilern und den Einteilern zusammen. In der Praxis bedeutet dies, daß ein Produktionsmitarbeiter oder ein Schichtführer die Realisierungsdaten liefert oder eine Maschine selbst Produktionsresultate an das System rückmeldet. Bei der Expedition und dem Reifentransport ist für diese Rückmeldung selbstverständlich innerhalb eines Betriebes meist eine Einrichtung vorhanden. Vorratsregistrierung und automatische Packzettel/Fakturiersysteme sind in diesem Fall die gebräuchlichen Ausführungsformen. In der Produktion liegt dies aber anders. Oft fehlt die Übersicht. Dann kann allein global und träge mit Hilfe von langfristigen Produktionsaufträgen, basierend auf Vorratniveaus und Umsatzerwartungen, gesteuert werden. Dieser Situation wurde innerhalb der Reifenfabrik viel Bedeutung beigemessen, nachdem das Strukturmodell und die Simulation für die Systemanalyse benutzt worden waren. So sind z. B. bei den Vulkanisierungsprozessen Bildschirmstationen für wichtige Steuerinformationen vorgesehen: Relevante Produktionsinformationen werden angeboten, während die Rückmeldung von wichtigen Prozeßdaten verlangt wird. Das dafür benutzte System besteht aus einem PDP11 Computer mit sechs Bildschirmstationen in der Fabrik. Als Programmiersprache dient Modulair Pascal. Die Software besteht aus verschiedenen Teilprogrammen, wobei Steuermoduln (erhalten mit Hilfe der Simulation) und Dateneintrittsmoduln die wichtigsten sind.

## Schlußbemerkung

Mit sogenannten Kanban-Systemen [4] vertraute Leser werden im Modell und der Anwendungsart des Modells bei Vredestein entdecken, daß hier von einer Variante des Kanban-Systems gesprochen werden kann. Die Kanbans sind hier aber nicht als Karten vorhanden, sondern befinden sich als Aufträge im Computersystem.

## Literaturnachweis:

- [1] Rooda, J.E.; Arentsen, J.H.A.; Ein Strukturmodell zur Beschreibung von Transport und Produktionssystemen. f + h 34 (1984) Nr. 5 S. 649-651.
- [2] Arentsen, J.H.A.; Rooda, J.E.: Analyse eines Produktions- und Lagersystems für Fahrradmäntel. f + h 32 (1982) Nr. 11 S. 876-879.
- [3] Rooda, J.E.; Joosten S. M. M.: The Sole simulation package in Modular Pascale, IMACS, Nantes (1983).
- [4] Kimura, O., Teroda, H.: Design and analysis of pull systems, a method of multistage production control. Int. J. Prod. Res 19 (1981) Nr. 3, S. 241-253

**Bildnachweis:** Verfasser