

Ein Dekompositionsverfahren zur Bestimmung der Produktionsrate einer Fließproduktionslinie mit Montagestationen und stochastischen Bearbeitungszeiten

Michael Manitz

Universität zu Köln, Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Produktionswirtschaft, 50923 Köln, GERMANY,
Email: manitz@wiso.uni-koeln.de

Zusammenfassung Im folgenden werden flexible Fließproduktionssysteme mit Montagestationen untersucht. An solchen Stationen werden Komponenten von mehreren Zulieferstationen zur Bildung eines neuen Werkstücks zusammengefügt. Das ist die sog. Synchronisationsbedingung. Der Materialfluß ist asynchron. Die Puffer sind beschränkt. Die Bearbeitungszeiten sind beliebig verteilt. Der folgende Beitrag beschreibt ein Verfahren zur Abschätzung der Produktionsrate eines solchen Systems. Hierfür wird ein Dekompositionsansatz verwendet. Die betrachteten 2-Stationen-Subsysteme werden als Warteschlangenmodelle abgebildet, für die die virtuellen Ankunfts- und Bearbeitungszeiten sowie die zugehörigen Variationskoeffizienten zu ermitteln sind. Die Approximationsgüte des Verfahrens wird mit einem Simulationsexperiment untersucht.

Abstract In this paper multi-stage assembly lines are studied. These production systems involve simple processing stations as well as assembly stations at which the workpieces from two input stations have to be joined to form a new one for further processing. Thus, asynchronous flow production systems with a convergent flow of material and synchronisation constraints are being analyzed. This paper describes an approximation procedure for determining the throughput of such systems. In addition, finite buffer capacities and generally distributed processing times are considered. Exact solutions are not available in this case. For performance evaluation the decomposition approach is used. The 2-station submodels are analyzed as G/G/1/Z stopped-arrival queueing systems. In this heuristic approach, the virtual arrival and service rates as well as the squared coefficients of variation of these subsystems have to be determined. A system of decomposition equations which are solved iteratively is being presented. The solution indicates estimated values for the unknown subsystems' parameters. The quality of the presented approximation procedure is investigated by carrying out various simulation experiments.

1 Fließproduktionssysteme mit Montagestationen

Flexible Fließproduktionssysteme werden für Erzeugnisse eingerichtet, die in hohen Stückzahlen und verschiedenen Varianten eines Grundmodells in beliebiger Reihenfolge gefertigt werden sollen. Die Arbeitssysteme werden

räumlich so angeordnet, daß ein einheitlicher Materialfluß entsprechend der Reihenfolge der Arbeitsgänge im Arbeitsplan entsteht. Sie sind in der Lage, jeweils eine gewisse Menge von ähnlichen Arbeitsverrichtungen an den Werkstücken durchzuführen, ohne daß dabei aufwendige Umrüstvorgänge erforderlich werden. Vgl. [15].

Ist die Anordnung der Arbeitssysteme linear, so sind für Systeme mit stochastischen, beliebig verteilten Bearbeitungszeiten die Verfahren in [2] und [16] geeignet, die Produktionsrate abzuschätzen. Bei exponentialverteilten oder deterministischen Bearbeitungszeiten können die 2-Stationen-Subsysteme einschließlich eventueller operationszeitabhängiger Stationsausfälle als Markow-Ketten modelliert und ausgewertet werden, s. [4], [9]. Unterscheiden sich die deterministischen Bearbeitungszeiten von Station zu Station, so muß approximativ das Verfahren von [1] für kontinuierliches Material verwendet werden. Vgl. auch [5].

In der betrieblichen Praxis, z. B. im Karosserierohbau (vgl. z. B. [13] und [14]), findet man häufig keine lineare, sondern eine konvergierende Materialflußstruktur vor. Solche Montagelinien unterscheiden sich von linearen Systemen dadurch, daß es sog. Montagestationen (*assembly stations*) gibt, an denen Werkstücke als Komponenten, Baugruppen oder Einzelteile zu einem neuen Werkstück zusammengefügt bzw. -montiert werden.

Montagestationen sind Stationen mit mehr als einer direkten Vorgängerstation. Sie sind charakterisiert durch eine Synchronisationsbedingung, die in Abb. 1 illustriert wird. An einer Montagestation treffen Werkstücke von meh-

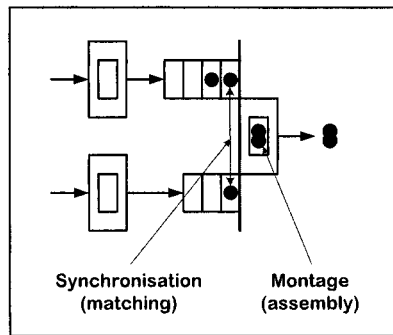


Abb. 1. Synchronisation und Montage an einer Montagestation

ren Zulieferstationen ein. Unter Synchronisation (*matching*) versteht man in diesem Zusammenhang, daß sich die jeweils ℓ -ten Werkstücke aus jeder Warteschlange vor einer Montagestation von einem bestimmten Zeitpunkt an synchron durch das System bewegen, wenn sich zu diesem Zeitpunkt in jeder Warteschlange mindestens n Werkstücke befinden, $\ell = 1, 2, \dots, n$. Nur zuvor synchronisierte Werkstücke können durch einen nachfolgenden Bearbeitungsvorgang physisch zusammengefügt werden (Montage, *assembly*). Dieser