

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Simulation von Logistik-, Materialfluss-
und Produktionssystemen
Abbildung des Personals in Simulationsmodellen

VDI 3633

Blatt 6

Simulation of systems in materials handling,
logistics and production
Representation of human resources
in simulation models

Inhalt	Seite	Inhalt	Seite
1 Einleitung	2	4.4 Auslastungsbedingte Effekte	9
1.1 Personalintegrierte und -orientierte Simulation	2	4.5 Arbeitsphysiologische Aspekte	9
1.2 Begriffsdefinitionen	3	4.6 Arbeitspsychologische Aspekte	10
2 Anwendungsbeschreibung.	3	4.7 Gruppensoziologische Aspekte	11
2.1 Ansätze der Personalabbildung	3	4.8 Aufbauorganisatorische Aspekte	11
2.2 Einsatzgebiete	4	5 Datenerfassung	12
2.3 Besonderheiten und Probleme bei der Personalabbildung	4	5.1 Erforderliche Daten.	12
3 Mindestanforderungen an personal- integrierte Simulationsverfahren	4	5.2 Unterscheidung in Eingabe- und Ergebnisdaten der Simulation	13
3.1 Trennung in personelle und maschinelle Kapazitäten	4	5.3 Problematik der Datenermittlung	15
3.2 Abbildung von Arbeits- und Betriebszeiten.	5	5.4 Hinweise zur Datenermittlung	15
3.3 Abbildung der Personalqualifikation bei personalintegrierter Simulation	5	6 Datenverwendung	15
3.4 Abbildung von Zusammen- und Gruppenarbeit	6	6.1 Entscheidungsunterstützung durch Simulation	15
4 Spezielle Aspekte personalorientierter Simulationsverfahren.	6	6.2 Gesetzliche Grundlagen	16
4.1 Steuerung der Zuordnung des Personals zu Arbeitsvorgängen.	7	7 Durchführung der Simulationsexperimente	16
4.2 Abbildung der Personalqualifikation bei personalorientierter Simulation	7	8 Datenauswertung	17
4.3 Anwesenheitsbedingte Aspekte	8	8.1 Ausgabedaten.	17
		8.2 Datenauswertung und Ergebnisdarstellung	18
		9 Anwendungsbeispiele	18
		9.1 Beispiel zur Kapazitätsbedarfsermittlung	18
		9.2 Beispiel zur Veränderung einer Arbeitsstruktur	20
		Schrifttum.	22

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik

Fachbereich Modellierung und Simulation
Fachausschuss Abbildung des Personals in Simulationsmodellen

1 Einleitung

Die Berücksichtigung des Personals bei der Planung von Produktionssystemen gewinnt immer stärker an Bedeutung. Für Simulationswerkzeuge und -modelle, die das Personal im Bereich von Produktion und Logistik berücksichtigen, werden in dieser Richtlinie grundlegende Begriffe definiert und Standards festgelegt. Hierdurch sollen die Anwendung und Weiterentwicklung der personalorientierten Simulation für Simulationsanwender und -entwickler vereinfacht werden.

Die Abbildung des Personals in Simulationsmodellen ist sinnvoll, da in nicht vollständig automatisierten Produktionssystemen das Erreichen der (logistischen und gegebenenfalls monetären) produktionswirtschaftlichen Ziele maßgeblich von den personellen Ressourcen beeinflusst wird. Zunehmend wird Personal aber auch deshalb abgebildet, um personalbezogene Fragestellungen zu lösen, beispielsweise die Personalbedarfs- und -einsatzplanung oder die Planung von Arbeitsstrukturierungsmaßnahmen.

Bild 1 zeigt die inhaltliche Abgrenzung der vorliegenden VDI-Richtlinie. In dieser Richtlinie steht die Simulation als Werkzeug der Planung im Vordergrund, weniger als Werkzeug der Produktions- und Personaleinsatzsteuerung, da die Simulation im letztgenannten Bereich erst seit kurzer Zeit eingesetzt wird und daher noch keine Standards gebildet werden können. Nicht betrachtet werden hier sogenannte Menschmodelle, die die Abbildung des menschlichen Körpers in graphischen Darstellungen beinhalten, um Fragestellungen im Bereich der technischen und ergonomischen Arbeitsplatz- und -systemgestaltung zu beantworten.

Das reale Verhalten des Personals ist nicht exakt prognostizierbar und nicht mit seinen individuellen

Unterschieden abbildbar. Simulationsergebnisse müssen vor diesem Hintergrund interpretiert werden. Dennoch lassen sich auch mit dieser Einschränkung aussagefähige Bewertungen von Planungsalternativen mit Hilfe der Simulation vornehmen. Bei der Abbildung von Personal in Simulationsmodellen sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen zu beachten (vgl. Abschnitt 6.2).

1.1 Personalintegrierte und -orientierte Simulation

In dieser Richtlinie wird eine Unterscheidung zwischen personalintegrierten und -orientierten Simulationsmodellen vorgenommen, da grundsätzlich unterschiedliche Anforderungen an die entsprechenden Simulationswerkzeuge bestehen. Es sind jedoch nicht alle Werkzeuge eindeutig der einen oder anderen Kategorie zuordenbar. Fließende Übergänge zwischen den Verfahren sind daher möglich.

Personalintegrierte Simulation

Die personalintegrierte Simulation bildet Modelle von Produktionssystemen einschließlich des dort tätigen Personals ab. Personalintegrierte Simulationsmodelle und -werkzeuge sollen folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Abbildbarkeit der Trennung von personellen und maschinellen Kapazitäten
- Abbildbarkeit von Arbeitszeiten des Personals und Betriebszeiten der Betriebsmittel
- Abbildbarkeit unterschiedlicher Personalqualifikationen
- Abbildbarkeit von Formen der Zusammen- und Gruppenarbeit

Im Vordergrund stehen Fragestellungen aus Produktion und Logistik, bei deren Beantwortung das Zu-

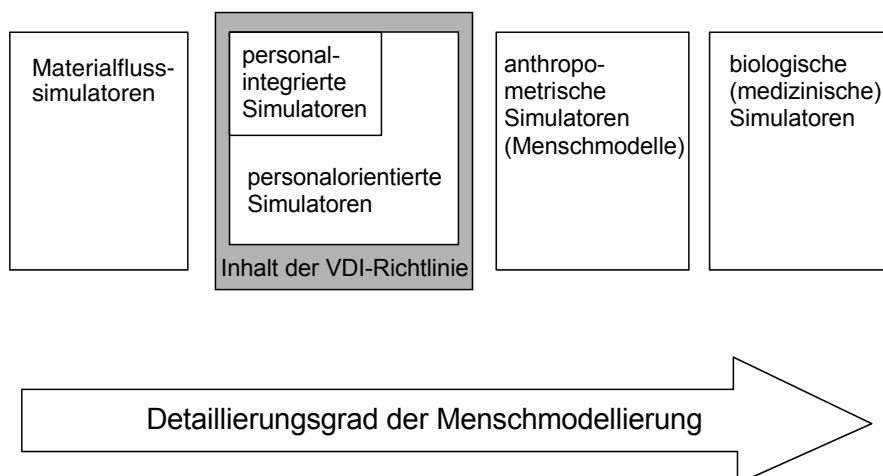


Bild 1. Personal abbildende Simulatoren

sammenwirken zwischen Personal und Betriebsmitteln beachtet werden muss.

Der Mitarbeiter wird in der personalintegrierten Simulation ohne eigene individuelle Entscheidungslogik abgebildet (reaktives Handlungsmodell).

Personalorientierte Simulation

Personalorientierte Simulationsmodelle besitzen in Erweiterung der personalintegrierten Simulationsmodelle einen höheren Detaillierungsgrad zur Lösung spezieller personalbezogener Fragestellungen. Im Vordergrund steht die Analyse bestimmter Arbeitsformen und -bedingungen bezüglich des Personals und deren Auswirkungen auf das Produktionsergebnis. Dies erfordert die Abbildung zusätzlicher Eigenschaften des Personals.

Dabei kann es sich beispielsweise um die Analyse der Arbeitssituation, der Belastung und Beanspruchung des Menschen, der Unter- und Überforderung, des Lernens und Verlernens, der menschlichen Zuverlässigkeit und der jeweiligen Rückwirkungen auf das logistische Verhalten des Produktions- oder Logistiksystems handeln.

Mit dem höheren Detaillierungsgrad der personalorientierten Simulation ist auch ein höherer Datenerhebungs- und -eingabeaufwand verbunden.

1.2 Begriffsdefinitionen

Qualifikation

Qualifikation ist die Fähigkeit einer Person, eine bestimmte Klasse von Arbeitsvorgängen an einem oder mehreren bestimmten Betriebsmitteln oder Arbeitsplätzen durchführen zu können.

Personaltyp

Ein Personaltyp fasst alle Personen in einem Arbeitssystem mit gleicher Qualifikation zusammen.

Beispielsweise können die Einrichter und die Maschinenbediener eines Fertigungssystems jeweils einem Personaltyp zugeordnet sein.

Personengruppe

Eine Personengruppe setzt sich aus Personen zusammen, die unterschiedlichen Personaltypen angehören können und die zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe in einem Arbeitssystem zusammenarbeiten.

Arbeitsvorgang

Ein Arbeitsvorgang ist der Abschnitt eines Arbeitsablaufs, der in der Ausführung an einer Mengeneinheit eines Arbeitsauftrages besteht [1].

Er kann sich aus Teilvorgängen zusammensetzen, die für die Erfüllung der Arbeitsaufgabe miteinander verknüpft sind. Ggf. kann der Detaillierungsgrad der ab-

gebildeten Arbeitsvorgänge in Simulationsmodellen bis auf Vorgangselement-Ebene spezifiziert werden. Der Detaillierungsgrad muss jeweils nach Zweckmäßigkeit gewählt werden. Die Teilvorgänge werden im Simulationsmodell als nicht unterbrechbar angenommen und können deshalb weder bei ihrer Beschreibung noch bei ihrer zeitlichen Erfassung weiter unterteilt werden.

Zeitwirtschaftliche Begriffe, die hier nicht definiert werden, können dem REFA-Lexikon Betriebsorganisation [1] entnommen werden.

2 Anwendungsbeschreibung

Erwartete man in der Vergangenheit vom Personal die Ausführung von bis ins Detail vorgeplanten Tätigkeiten, so ist heute zunehmend die Nutzung der Kreativität vor Ort mit wachsenden Handlungsspielräumen notwendig. Dies erfordert in der Simulation die Modellierung des Personals in seiner komplexen und detaillierten Struktur.

Da das menschliche Verhalten nicht bis ins kleinste Detail abgebildet werden kann, müssen Abstraktionen und Vereinfachungen vorgenommen werden. Zunächst müssen Fragen kritisch beantwortet werden, wie z. B.:

- Besteht überhaupt eine Abhängigkeit der zu untersuchenden Zielgrößen vom Personal?
- Lohnt sich aus der Sicht von Nutzen und Aufwand die Berücksichtigung bzw. das Abbilden des Personals in bezug auf die zu erwartenden Ergebnisse?
- Ist bereits ein einfacher Zeitzuschlag auf die betriebsmittelbezogenen Zeiten hinsichtlich personeller Einflüsse ausreichend?

Die Grenzen der Berücksichtigung personeller Handlungen liegen häufig in den eingeschränkten Modellierungsmöglichkeiten der heute verfügbaren Simulationsverfahren (Abschnitt 4.7).

2.1 Ansätze der Personalabbildung

Bei der Abbildung des Personals in Simulationsmodellen werden prinzipiell berücksichtigt:

- die Personaltypen (Anzahl, Qualifikation usw.)
- der Personaleinsatz (Zuordnung von Personen zu den Arbeitsvorgängen, Arbeitsstrukturen)
- das Zeitmodell (Arbeits- und Betriebszeiten, Schichtmodelle)

Die Art der Modellierung und der Zuordenbarkeit von Arbeitsvorgängen zu Personen hängt maßgebend vom verwendeten Simulationsverfahren ab. Wie detailliert die Personalabbildung zu erfolgen hat, ist