

Whitepaper

Materialflusssimulation

Definition ▪ Vorteile ▪ Anwendungsfälle



Inhaltsverzeichnis

Was ist eine Materialflusssimulation? 01

Vorteile, Kosten & Nutzen 02

Ablauf einer Materialflusssimulation 03

Welche Daten werden benötigt? 04

Ablauf eines Kundenprojekts 05

... und nach der Simulationsstudie? 07

Was ist eine Materialflusssimulation?

Der Begriff „Materialfluss“

Als Materialfluss wird allgemein eine **Folge von technischen Vorgängen** verstanden, die auf diskrete Objekte (also **Stückgüter**) wirken. Als wesentliche technische Vorgänge gelten dabei:



Handhaben



Sammeln



Verteilen



Sortieren



Lagern/Speichern/Puffern



Montieren



Prüfen



Fördern



Verpacken



Bearbeiten

Der Begriff „**Material**“ steht dabei für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie für Teilerzeugnisse, Baugruppen und sonstige Produkte aller Art, die noch einen **Ortswechsel erlauben** [1].

Simulation des Materialflusses

Die Materialflusssimulation zielt darauf ab, den **Materialfluss** innerhalb eines geschlossenen Systems (z. B. einer Produktionshalle) **durch** eine geeignete **Software nachzubilden**. Ziel der Simulation ist es, **reale Situationen und Vorgänge** innerhalb dieses Systems in einer ausreichenden Genauigkeit **abzubilden**, um die im Vorfeld definierten und zu untersuchenden Fragestellungen zu beantworten [1]. Diese Fragestellungen können etwa den Nachweis oder die Verbesserung der Leistungsfähigkeit einer Systemvariante betreffen [4].

Materialflusssimulationen können demnach als „dynamische Ablaufsimulationen“ beschrieben werden. Durch diese Simulationen können eine Vielzahl an unterschiedlichen Einflussfaktoren bei der Konzeption und Optimierung von modernen Produktionssystemen berücksichtigt werden. Statische Berechnungen können dieser hohen Planungskomplexität nicht mehr gerecht werden [2].

Softwaregestützte Materialflussanalysen gelten demzufolge mittlerweile als Branchenstandard.

Vorteile der Materialflusssimulation



Untersuchung des Systemverhaltens über lange Zeiträume



Identifikation von Optimierungspotentialen



Simulation diverser Szenarien



Nutzen & Risiken von Maßnahmen bewerten



Untersuchung real nicht existierender Systeme



Grundlage für künftige Optimierungen & Erweiterungen

Kosten & Nutzen einer Materialflusssimulation

Auch wenn die Simulationsanwendung auf den ersten Blick oft erheblich Kosten verursacht, sind die möglichen Einsparungen (und der zusätzliche Nutzen des Simulationsmodells) um ein Vielfaches höher.

Ein **Beispiel** eines Automobilunternehmens ergab, dass der durch die Simulation beeinflussbare Anteil ca. 20 % des gesamten Investitionsvolumens beträgt. Die Einsparungen belaufen sich in der Regel auf mindestens 2 % des beeinflussbaren Investitionsvolumens. Oft sind die Einsparungen deutlich höher. Der Gesamtaufwand für die Simulationsstudie beträgt ca. 0,5 % des beeinflussbaren Investitionsvolumens [4]. Die hier verwendeten Zahlen beziehen sich lediglich auf ein konkretes Unternehmensbeispiel. Die konkreten Einsparungsmöglichkeiten und Kosten für die Simulation sind **von vielen Faktoren abhängig**, die sich von Fall zu Fall unterscheiden.

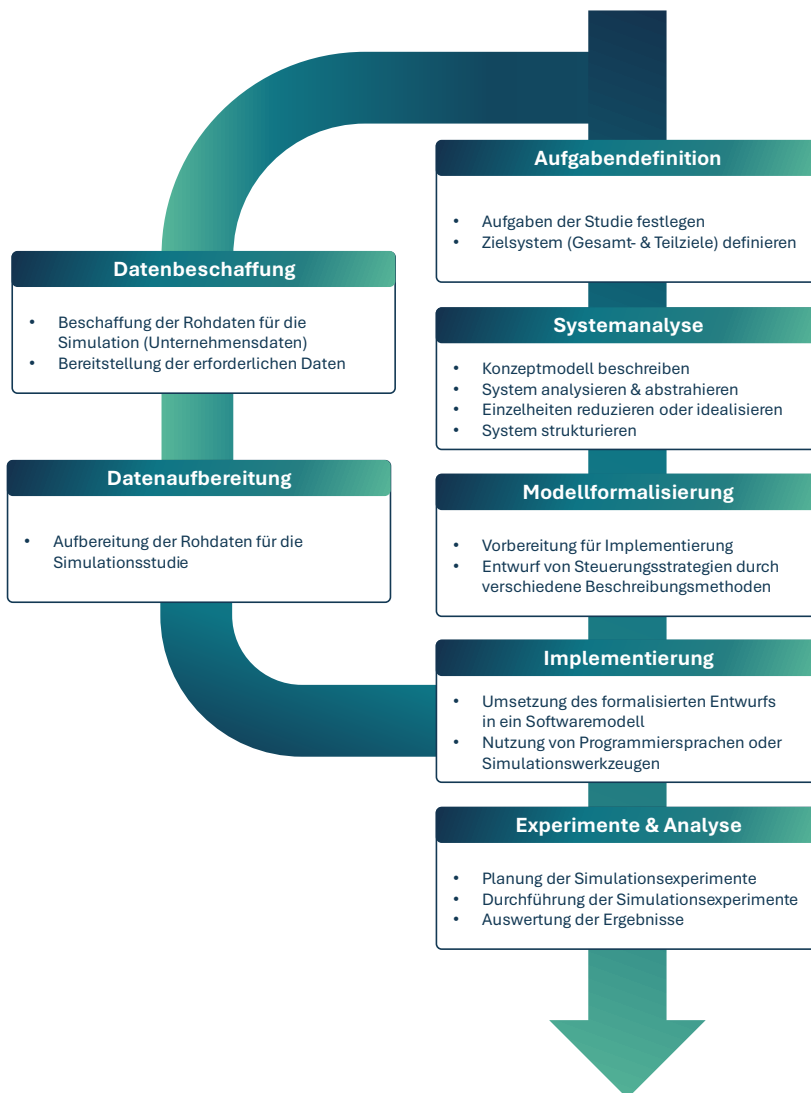
Auf dieser Grundlage ergeben sich bspw. für ein Projektvolumen von 10 Mio. € folgende Ergebnisse:

Gesamtinvestitionsvolumen	10.000.000 €
Erwarteter Nutzen der Simulation	40.000 €
- Geschätzter Aufwand für Simulation	10.000 €
Effektive Einsparungen	30.000 €



Ablauf einer Materialflusssimulation

Die VDI-Richtlinie 3633:1 gliedert das Vorgehen bei der Durchführung einer Simulationsstudie in sieben, teilweise parallel verlaufende, Phasen. Die Ergebnisse der einzelnen Phasen werden stets verifiziert und validiert und in Abhängigkeit ihrer Qualität ggf. wiederholt durchlaufen [4].



Warum Simulation?

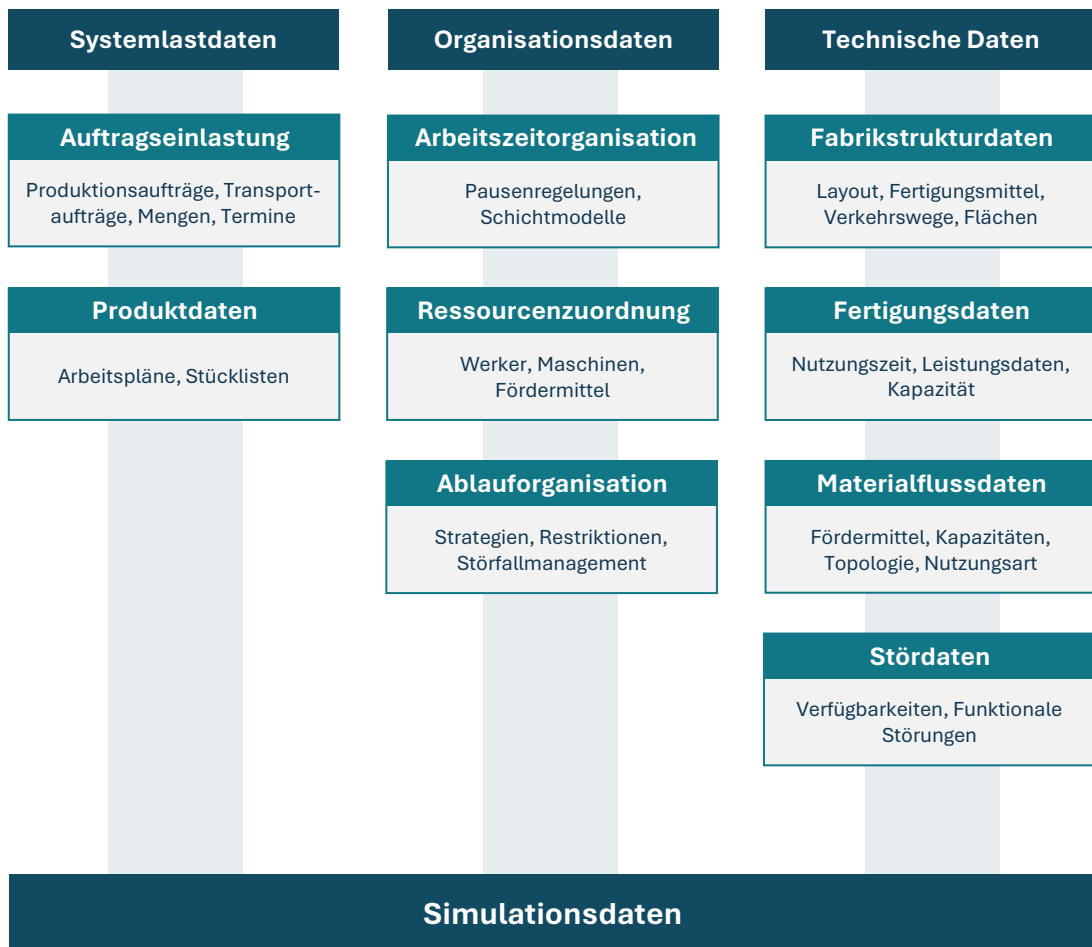
Simulationen dienen allgemein als **Hilfsmittel** bei der Planung, Realisierung und dem Betrieb von technischen Systemen. Die **Bedeutung** der Simulation wird in Zukunft **weiter steigen**. Grund dafür ist nicht nur der technische Fortschritt hinsichtlich Rechnerleistungen und Simulationssoftware, sondern die schlichte Notwendigkeit für den Einsatz von Simulationen. Diese Notwendigkeit resultiert aus der stetig **steigenden Komplexität** von Produktionssystemen und der Vielzahl an **zeit- und zufallsabhängigen Systemgrößen**, denen mathematisch-analytische Verfahren nicht mehr gerecht werden können [4].

Beispiele für die Ursachen von zusätzlichen **Komplexitätsfaktoren** sind ...

- ... steigende Produktkomplexität
- ... steigende Variantenvielfalt
- ... steigende Qualitätsanforderungen
- ... kleinere Losgrößen
- ... steigender Kostendruck
- ... schnellere Produktwechsel [4] .

Welche Daten werden benötigt?

Sollen technische Systeme simuliert werden, wird eine ausreichende Datengrundlage benötigt, durch die das System in der Simulation beschrieben werden kann. Einen wichtigen Aspekt beim Schaffen dieser Datengrundlage stellt die Bereitstellung von Unternehmensdaten (Rohdaten) dar. Die folgende Abbildung zeigt dabei die verschiedenen Datenarten, die - je nach konkreten Anforderungen bzw. Anwendungsfall – vollständig oder teilweise zur Verfügung gestellt werden müssen, um das zugrundeliegende technische System modellieren zu können [4].



Ablauf eines Kundenprojektes

Da die realistische Modellierung aufwändig ist und entsprechende Kenntnisse der diversen Simulationsanwendungen voraussetzt, ist die Erstellung einer fundierten Materialflussanalyse insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen ohne externe Unterstützung oft nicht möglich. Dennoch sollten sie das **riesige Potential**, das in der Modellierung und Analyse des Materialflusses steckt, unbedingt nutzen, um langfristig **Kosten** zu sparen und den **Erfolg** von Optimierungs- und Erweiterungsmaßnahmen sicherzustellen.

Um den Ablauf einer Simulationsstudie aus Kundensicht zu beschreiben, eignet sich das Vorgehen nach der VDI 3633:1 nur eingeschränkt, da die Norm insbesondere auch auf die technische Umsetzung der Analyse und Simulation abzielt. Die folgende Beschreibung soll beispielhaft den **Ablauf einer Simulationsstudie aus Kundensicht** darstellen, um ein Gefühl dafür zu vermitteln, wie ein entsprechendes Projekt in der Praxis abgewickelt werden könnte.

1 Aufgaben- & Zieldefinition

Am Beginn eines jeden Projektes ist es wichtig die **konkrete Ziel- bzw. Aufgabenstellung** zu **definieren**. Die konkreten Ziele einer Materialflussstudie können vielfältig sein. Meistens wird die **Wirtschaftlichkeitsmaximierung** in der Produktion als übergeordnetes Ziel definiert und dann in Teilziele, wie etwa die Minimierung von Durchlaufzeiten, Beständen und Terminabweichungen sowie die Auflastungsmaximierung, zerlegt [4].

Dazu müssen weitere Rahmenbedingungen abgeklärt werden. Beispielsweise kann ein externer Simulationsdienstleister auch lediglich für die Modellierung engagiert werden, während die Datenauswertung vom Kunden selbst übernommen wird. Die **Anforderungen** und **Ziele** des Simulationsprojektes sollten im Rahmen des Angebotes bzw. des Dienstleistungsvertrages **schriftlich festgelegt** werden. Wichtig ist in dieser Phase eine offene Kommunikation des Kunden, welche für die Simulation benötigten **Daten** ihm vorliegen, da eine durchzuführende Datenerhebung oft mit erheblichem Aufwand verbunden, jedoch essenziell für die Modellierung ist.

2 Modellierung des aktuellen Materialflusses

Als Ausgangsbasis der Materialflusssimulation dient, falls es sich nicht um die komplette Neuplanung einer Anlage handelt, die **realistische Abbildung** und **Modellierung** des **aktuellen Materialflusses**. Die aktuellen Fertigungs- und Montageprozesse sowie die Transportwege in der Intralogistik müssen modelliert werden. Als grundlegende Informationen dienen dabei **verschiedene Parameter** wie Bearbeitungszeiten, Transportwege, Fördergeschwindigkeiten usw., die sich bei einer Bestandsaufnahme ermitteln lassen bzw. vom Kunden bereitgestellt werden sollten. Für Parameter wie die Störanfälligkeit von Prozessen oder die Bearbeitungszeiten müssen durch eine entsprechende **Datenerhebung** Verteilungsfunktionen definiert werden, die den Ist-Stand der Produktion möglichst realistisch abbildet.

Ablauf eines Kundenprojektes

3 Simulation & Analyse des Ist-Standes

Ist der bestehende Materialfluss in der Simulationsumgebung modelliert worden, kann mit der eigentlichen Simulation sowie der Analyse des Materialflusses begonnen werden. Bei der Durchführung verschiedener Simulationsdurchläufe werden **Daten** gewonnen, die im Anschluss **analysiert** und **interpretiert** werden müssen. Hierbei werden statistische Methodiken angewandt und aussagekräftige **Datenvisualisierungen** angefertigt. Ziel der Analyse ist es, **Optimierungspotentiale** zu **identifizieren**. Klassische Beispiele hierfür sind Engpässe und ineffiziente Produktions- und Logistikprozesse. Es können jedoch auch weitere Probleme wie unter- oder überlastete Ressourcen, zu große oder zu geringe Lagerbestände oder ungünstige Transportwege identifiziert werden. Die identifizierten Optimierungsmöglichkeiten dienen als **Grundlage** für die nachfolgende Konzeption von **Alternativkonzepten**.

4 Konzeption & Simulation von Alternativszenarien

Aufgrund der erkannten Problemstellen in der Ist-Analyse, lassen sich diverse **Alternativszenarien** **konzeptionieren** und abbilden. Möglich sind sowohl kleine Änderungen an dem Ressourceneinsatz als auch die komplette Umgestaltung der Produktionsprozesse oder des Fabriklayouts.

Bei der Konzeption dieser Alternativszenarien können diverse **Parameter** variiert werden:



Layout



Prozesse



Ressourcen

Für alle entwickelten Alternativkonzepte werden wiederum verschiedene Simulationsdurchläufe durchgeführt. Die hieraus gewonnenen **Daten** werden erneut **analysiert** und **interpretiert**. Die verschiedenen **Alternativkonzepte** können so untereinander und mit dem aktuellen Materialfluss **verglichen** und **bewertet** werden. Die Bewertung der Konzepte erfolgt immer vor dem Hintergrund der definierten Zielsetzung.

5 Ergebnispräsentation & -bewertung

Die **Ergebnisse** der diversen Simulationsdurchläufe werden abschließend **aufbereitet** und **dokumentiert**. Dazu werden auf Basis der Datenauswertungen konkrete **Handlungsmöglichkeiten** und **-empfehlungen** zur Optimierung des Materialflusses erarbeitet. Auch eine Betrachtung von **Chancen** und **Risiken** ggf. erforderlicher Investitionen und Änderungen gehört zur abschließenden Ergebnispräsentation und -dokumentation.

... und nach der Simulationsstudie?



Planen & Detaillieren

Egal ob die Umgestaltung von Prozessen in der Produktion, die Automatisierung von Montageprozessen oder die Änderung der Steuerungsstrategien in der Logistik. Alle Maßnahmen erfordern eine detaillierte Planung, teilweise durch externe Partner.

Realisieren

Die Realisierung der Maßnahmen kann von Schulungsmaßnahmen zu organisatorischen Änderungen bis zur Montage & Inbetriebnahme neuer Anlagen reichen und erfordert ein koordiniertes Vorgehen hinsichtlich Technik, Termine, Organisation und Kosten.



Simulationsmodell nutzen

Das Simulationsmodell kann zur Simulation verschiedener Szenarien (z. B. Maschinen- oder Mitarbeiterausfall, verschiedene Produktionspläne, ...) genutzt werden. Dazu ist es eine optimale Grundlage für die aufwandsarme Planung weiterer Verbesserungen oder Erweiterungen des Produktionssystems.

Literatur

[1] ARNOLD & FURMANN 2019

Arnold, D., Furmanns, K. (2019): Materialfluss in Logistiksystemen. 7. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, Deutschland. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60388-8>.

[2] KUTTLER 2015

Kuttler, (2015): Moderne Fabrikplanung – Materialfluss- und Arbeitsplatzdesign, In: Dickmann, P. (Hrsg.): *Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovationen*. S. 417 – 422, 3. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, Deutschland.

DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44869-4>.

[3] VDI 3633

VDI 3633 (2018): Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen; Begriffe. Verein Deutscher Ingenieure e.V., Beuth Verlag, Berlin, Deutschland.

[4] VDI 3633:1

VDI 3633 Blatt 1 (2014): Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen; Grundlagen. Verein Deutscher Ingenieure e.V., Beuth Verlag, Berlin, Deutschland.

**Hülsmann, Lehmann, Mutschlechner & Zimmerer
Ingenieurgesellschaft bR**

Lillweg 3 ▪ D-80939 München

info@femavi.de

www.femavi.de

© Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urhebergesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verfassers. Dies gilt auch für die Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Speicherung oder Verarbeitung, auch nur von Teilen des Werkes, in elektronischen Systemen.

