

1 Einleitung

Für die Herstellung von Produkten bzw. deren Bauteilen sind grundsätzlich verschiedene Fertigungsprozesse erforderlich, mittels welcher das Rohmaterial in den fertigen Zustand überführt wird. Anforderungen hinsichtlich dieses finalen Bauteilzustandes resultieren aus der vorgesehenen Bauteilfunktion, die maßgeblich durch die erzeugten Bauteileigenschaften bestimmt wird. [KLOC05] Innerhalb des gesamten Herstellungsprozesses wird dieser Bauteilzustand durch jeden Fertigungsprozess verändert [WUES14]. Hierbei beeinflussen alle Fertigungsprozesse einer Prozessfolge den Zustand des fertigen Bauteils und damit die Bauteilfunktion. Neben dem Einfluss auf den Bauteilzustand sind die Fertigungsprozesse maßgeblich für die Fertigungskosten sowie die Zeit zur Herstellung eines Bauteils und somit für die Wirtschaftlichkeit der Prozessfolge. [BECK21]

Um als produzierendes Unternehmen wettbewerbsfähig am Markt zu agieren, ist es erforderlich, dass die hergestellten Produkte sicher ihre geforderte Funktion erfüllen und unter möglichst wirtschaftlichen Bedingungen gefertigt werden [CHAK19]. Wie oben erläutert, sind hierfür die einzelnen Fertigungsprozesse maßgeblich, sodass die Auslegung dieser Prozesse einen unmittelbaren Einfluss auf den Unternehmenserfolg aufweist. Bislang erfolgt die Prozessauslegung vielfach einzeln für die verschiedenen Prozesse auf der Grundlage zu erreichender Bauteilzwischenzustände, die basierend auf Erfahrungen abgeschätzt werden. Jedoch bietet die prozessübergreifende Betrachtung von Fertigungsprozessfolgen und damit die Berücksichtigung von Abhängigkeiten zwischen den Prozessen ein hohes technologisches und wirtschaftliches Optimierungspotenzial für die Fertigung. [DENK11b] Die prozessübergreifende Betrachtung bildet die Basis dafür, dass technologische Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Fertigungsprozessen berücksichtigt und die einzelnen Prozesse durch eine Optimierung der Wirtschaftlichkeit zielgerichtet aufeinander abgestimmt werden [BECK21].

Zur Nutzbarmachung des o. g. Optimierungspotenzials ist es erforderlich, dass der Zustand des fertigen Bauteils bzw. die einzelnen Bauteileigenschaften für alternative Prozessparameterkombinationen innerhalb der auszulegenden Fertigungsprozessfolgen prognostiziert werden kann. Dabei ist Wissen darüber notwendig, welchen Unsicherheiten die Prognose unterliegt. Neben der Prognose von Bauteileigenschaften muss die Wirtschaftlichkeit der alternativen Prozessparameterkombinationen als Zielgröße ermittelt werden. Außerdem besteht die Notwendigkeit, die Wirtschaftlichkeit sowie die prognostizierten Bauteileigenschaften integrativ zu betrachten, um wirtschaftlich optimierte und die geforderten Bauteileigenschaften erfüllende Prozessparameterkombinationen zu ermitteln und damit die Fertigungsprozessfolgen zu optimieren. Bei dieser Optimierung sind zusätzlich die o. g. Prognoseunsicherheiten zu berücksichtigen, um potenzielle Fehlinterpretationen von Ergebnissen zu vermeiden. Zur Lösung der vorgestellten Herausforderungen und Anforderungen wird in der vorliegenden Arbeit eine neu entwickelte Methodik vorgestellt, die Anwendende bei der Auslegung von wirtschaftlich-technologisch optimierten Fertigungsprozessfolgen unterstützt.

Introduction

For the manufacture of products or the components contained therein, various manufacturing processes are generally required to transform the raw material into the final state. Requirements regarding the finished state of a component result from the intended component function, which is largely determined by the component characteristics produced. [KLOC05] Within the entire production process, the component state is changed by each manufacturing process [WUES14]. Thus all manufacturing processes of a process sequence influence the state of the final component and thus the component's function. In addition to the influence on the component state, the manufacturing processes are decisive for the manufacturing costs as well as the time for the production of a component and thus for the economic efficiency of the process sequence. [BECK21]

In order to operate competitively on the market as a manufacturing company, it is necessary that the manufactured products reliably fulfill their required function and are produced under the most economic conditions [CHAK19]. As explained above, the individual manufacturing processes are decisive for this, so that the design of these processes has a direct influence on the company's success. Up to now, process design has often been carried out individually for the various processes on the basis of intermediate component states to be achieved, which are estimated on the basis of experience. However, the cross-process consideration of manufacturing process sequences and the consideration of dependencies between the processes offers a high technological and economic optimization potential for manufacturing. [DENK11b] The cross-process consideration forms the basis for the fact that technological dependencies between the individual manufacturing processes are considered and the individual processes are coordinated purposefully by an optimization of the economic efficiency [BECK21].

To utilize the above-mentioned optimization potential, it is necessary to be able to predict the state of the final component or the individual component characteristics for alternative process parameter combinations within the manufacturing process sequences to be designed. This requires knowledge of the uncertainties to which the prognosis is subject. In addition to the prediction of component characteristics, the economic efficiency of the alternative process parameter combinations must be determined as a target value. Furthermore, it is necessary to consider the economic efficiency and the predicted component characteristics integratively in order to determine economically optimized process parameter combinations that fulfill the required component characteristics and thus to optimize the manufacturing process sequences. In this optimization, the above-mentioned prediction uncertainties must also be taken into account in order to avoid potential misinterpretation of results. To solve the presented challenges and requirements, a newly developed methodology is presented in this thesis, which supports practitioners in the design of economically and technologically optimized manufacturing process sequences.