

## Zusammenfassung

Refabrikation als wesentlicher Aspekt der Kreislaufführung technischer Produkte zielt auf einen möglichst umfangreichen Erhalt der bestehenden Wertschöpfung bereits genutzter Produkte ab. Durch die daraus resultierenden Energie- und Ressourceneinsparungen können konkrete Beiträge zum Klima- und Ressourcenschutz erzielt werden. Eine stadtnahe Kreislaufführung ermöglicht es dabei, neben einer zusätzlichen Verringerung des Transportumfangs, von den Vorteilen urbaner Produktion zu profitieren. Die Planung solcher dezentralen Refabrikationsmanufakturen im urbanen Raum ist jedoch mit besonderen Herausforderungen verbunden, die sich aus der Charakteristik der Wiederaufbereitung bereits genutzter Produkte ergibt und sich in einer hohen Unsicherheit und Komplexität der Planungsaufgabe widerspiegeln. Erschwerend hinzu kommt, dass bei einer initialen Refabrikationsplanung keine Referenzdaten und Erfahrungen bezüglich des Planungsvorgehens vorhanden sind. Eine gesicherte Auskunft bezüglich Bedarfs- und Kostenumfängen des potentiellen Refabrikationsvorhabens ist dadurch zu einem frühen Planungszeitpunkt kaum möglich und erhöht das wirtschaftliche Risiko für Unternehmen bei einer Einführung dezentraler Refabrikation.

Allgemeingültige Ansätze zur Beschreibung des Ablaufs einer Refabrikation liegen zwar vor, lassen jedoch die für die Gestaltung notwendigen Aspekte der Fabrikplanung unberücksichtigt. Gleichzeitig können die bestehenden Fabrikplanungsansätze zur Prozessbeschreibung und -auslegung die Komplexität der Refabrikation nicht hinreichend abbilden. Hinzu kommt, dass insbesondere für eine initiale Refabrikationsplanung das Vorgehen zur Ermittlung der für die Auslegung und Kalkulation notwendigen Datengrundlage unzureichend systematisiert ist. Zudem hindert die Allgemeingültigkeit bestehender Ansätze zur Bedarfs- und Kostenkalkulation in der Fabrikplanung die Unterstützung des Planers im Hinblick auf die spezifischen Besonderheiten die mit einem urbanen Refabrikationsvorhaben einhergehen.

Das Ziel der Forschungsarbeit liegt daher in der Entwicklung eines modellbasierten Planungsansatzes für urbane Refabrikationsmanufakturen. Die Grundlage dazu bildet die Spezifikation der Anforderungen. Darauf aufbauend wurde ein allgemeines Planungsvorgehen sowie ein generisches Rahmenmodell als Basis für die Fabrikplanung der Refabrikation entwickelt. Um dieses im Kontext produktspezifischer Charakteristika anwenden zu können, wird zusätzlich ein Anpassungs- und Detaillierungsvorgehen erläutert. Darüber hinaus wird im Zuge der Arbeit eine Systematik zur Ermittlung der benötigten Daten auf Basis der bestehenden Neuproduktion sowie weiterer Bezugsquellen und eine Bedarfs- und Kostenkalkulation auf Basis des generischen Rahmenmodells vorgestellt. Abschließend wird die Validierung der entwickelten Planungssystematik anhand einer Laboranwendung beschrieben. Diese erfolgt auf Basis eines Lerninstruments für die Produktion von Bohrmaschinen, das am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF) der TU Berlin und des Fraunhofer-Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) entwickelt wurde.

## Abstract

Remanufacturing as an essential aspect of the circulation of technical products aims to maintain the existing added value of already used products as extensive as possible. The resulting energy and resource savings can generate concrete contributions to climate and resource protection. An urban circulation allows to benefit not only from an additional reduction of the transport volume, but also from the advantages of urban production. However, the planning of such decentralized remanufacturing manufactories in urban areas is associated with special challenges, which result from the characteristics of remanufacturing already used products and are reflected in a high uncertainty and complexity of the planning task. The situation is further complicated by the fact that no reference data and experience regarding the planning procedure are available for initial remanufacturing planning. As a result, it is almost not possible to provide reliable information on the demand and costs of the potential remanufacturing project at an early stage of planning, which increases the economic risk for companies implementing decentralized remanufacturing.

General approaches to describe the process of remanufacturing are available, but do not consider necessary design aspects of factory planning. Existing factory planning approaches for process description and design cannot adequately reflect the complexity of remanufacturing. In addition, especially for initial remanufacturing planning, the procedure for determining the data basis required for design and costing is insufficiently systematized. Furthermore, the generic nature of existing approaches for demand and cost calculation in factory planning limits the support of the planner in terms of the specific characteristics of an urban remanufacturing project.

The objective of the research work is therefore to develop a model-based planning approach for urban remanufacturing manufactories. This is based on the specification of the requirements. As a next step, a general planning procedure as well as a generic framework model were developed as the basis for factory planning for remanufacturing. In order to be able to apply this in the context of product-specific characteristics, a fitting and detailing procedure is also described. In addition, a systematic for determining the required data based on the existing production of new products as well as further sources and a demand and cost calculation based on the generic framework model is presented. In the end, the validation of the developed planning methodology is described applying it to a laboratory application. This is done on the basis of a learning tool for the production of drilling machines, which was developed at the Institute for Machine Tools and Factory Management (IWF) of TU Berlin and the Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology (IPK).