

Kai Watermeyer

Projektplanung mit partiell erneuerbaren Ressourcen

Entwicklung und Untersuchung
von Branch-and-Bound-Verfahren

Operations Research

Kai Watermeyer

Projektplanung mit partiell erneuerbaren Ressourcen

Entwicklung und Untersuchung von Branch-and-Bound-Verfahren

Shaker Verlag
Düren 2021

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Clausthal, Techn. Univ., Diss., 2020

D 104 (Diss. TU Clausthal)

Copyright Shaker Verlag 2021

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7931-9

ISSN 1862-6327

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Projektplanung mit partiell erneuerbaren Ressourcen: Entwicklung und Untersuchung von Branch-and-Bound-Verfahren

Die Implementierung eines geeigneten und zielgerichteten Projektmanagements stellt für viele Unternehmen im Hinblick auf kürzer werdende Innovationszyklen und sich verändernde Marktanforderungen einen immer wichtigeren Erfolgsfaktor dar. Eine entscheidende Bedeutung kommt dabei vor allem der Projektplanung als Bindeglied zwischen der Vorbereitungs- und der Ausführungsphase eines Projekts zu. Insbesondere die ressourcenbeschränkte Projektplanung kann durch die Bestimmung effizienter und kostengünstiger Einsatzpläne für begrenzt verfügbare Ressourcen einen wichtigen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens leisten.

Die meisten Modelle der ressourcenbeschränkten Projektplanung gehen vereinfachend davon aus, dass erneuerbare Ressourcen in bestimmten Mengen in jeder Zeitperiode für die Ausführung von Vorgängen zur Verfügung stehen, die durch Vorrangbeziehungen miteinander verbunden sind. Diese einschränkenden Annahmen führen jedoch dazu, dass praxisrelevante Restriktionen wie Arbeitszeitvereinbarungen oder Vorgaben zur Höchstauslastung von Maschinen durch Modelle der ressourcenbeschränkten Projektplanung nicht abgebildet werden können. Eine Möglichkeit, um komplexere Restriktionen in die Modelle einzubinden, stellen sogenannte partiell erneuerbare Ressourcen dar, die Kapazitätsrestriktionen auch über mehrere Zeitperioden modellieren können. Durch diese Art von Ressourcen können unter anderem maximale Arbeitsstunden am Wochenende oder vorgeschriebene Pausenzeiten von Arbeitskräften modelliert werden, die durch klassische Modelle der Projektplanung nicht abgebildet werden können. Weitere praxisrelevante Restriktionen wie technologisch bedingte Zeitfenster für die Ausführung von Fertigungsprozessen können zudem durch zeitliche Mindest- und Höchstabstände bzw. durch allgemeine Zeitbeziehungen zwischen den Vorgängen eines Projekts dargestellt werden.

In der vorliegenden Arbeit wird das Projektdauerminimierungsproblem mit allgemeinen Zeitbeziehungen und partiell erneuerbaren Ressourcen (RCPSP/max- π) untersucht. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung von Branch-and-Bound-Verfahren, die auf unterschiedlichen Enumerationsschemata basieren. Es werden zwei relaxationsbasierte und ein konstruktionsbasiertes Branch-and-Bound-Verfahren vorgestellt, deren Leistungsfähigkeit anhand geeigneter Testinstanzen durch eine experimentelle Performance-Analyse untersucht werden. Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass eines der relaxationsbasierten Verfahren, das die zeitunabhängigen Startzeitpunkte der Vorgänge des Projekts schrittweise in disjunkte Mengen zerlegt, die beiden anderen Ansätze dominiert. Aus einem weiterführenden Vergleich mit dem MILP-Solver IBM CPLEX sowie den besten bislang bekannten Näherungsverfahren zur Projektdauerminimierung mit partiell erneuerbaren Ressourcen wird zudem die vorteilhafte Performance des dominanten Branch-and-Bound-Verfahrens bestätigt.

In der vorliegenden Arbeit wird weiterhin gezeigt, dass der Einsatz partiell erneuerbarer Ressourcen ein weites Feld an Modellierungsmöglichkeiten eröffnet, das auch andere Konzepte der Projektplanung umfasst, die über die letzten Jahrzehnte entwickelt wurden. Basierend auf diesen Ergebnissen wird zudem gezeigt, dass exakte Verfahren für das RCPSP/max- π auch zur Lösung anderer bekannter Projektdauerminimierungsprobleme aus der Literatur eingesetzt werden können.