

## **LIGNOVISIONEN**

Schriftenreihe des Institutes für Holzforschung (ihf)  
am Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik (MAP)  
an der Universität für Bodenkultur Wien

Band 22

Book series of the Institute of Wood Science and Technology (ihf)  
at the Department of Material Sciences and Process Engineering (DMSP)  
at the University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

Issue 22



# **Optimization in Round Timber Transport**

## **Optimierung des Rundholz-Transportes**

von

**Patrick Hirsch**

# Kurze Zusammenfassung

Die österreichische Holzverarbeitende Industrie unterliegt in den letzten Jahren großen Veränderungen. Durch die Erschließung neuer Rohstoffversorgungsregionen, den Wandel hin zu größeren, mit Hochtechnologie ausgerüsteten, Betrieben, sowie den zunehmenden internationalen Konkurrenzdruck, wird diese Branche vor neue logistische Herausforderungen gestellt. Im Jahr 2003 wurden in Österreich beispielsweise etwa 27,9 Millionen Festmeter Rundholz verarbeitet. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich damit Verfahren zu entwickeln, die eine effiziente Belieferung der Industrie mit Rundholz ermöglichen. Taktische und operative Problemstellungen in der Transportplanung der Holzverarbeitenden Industrie werden derzeit in nur wenigen Arbeiten behandelt. Bisherige Forschungsansätze beschäftigen sich überwiegend mit der Gestaltung des Informationsflusses und der Verwendung von geographischen Informationssystemen im Rundholztransport, sowie mit der Entwicklung von neuer Transporttechnologie.

Das in der Literatur bisher nur verbal als Timber Transport Vehicle Routing Problem (TTVRP) beschriebene Tourenplanungsproblem, bildet den Schwerpunkt dieser Arbeit. Die Transportfahrten zwischen Holzlagerplätzen im Wald (Polter) und den Holzverarbeitenden Betrieben sind innerhalb einer Planungsperiode vorgegeben, ebenso die Anzahl und Type der zur Verfügung stehenden Holztransporter. Die LKW werden an einem Polter immer voll beladen. Das Ziel ist nun, diese Transportfahrten kostenminimal zu Touren zu verbinden. Die heterogene Flotte von Holztransportern ist nicht an einem zentralen Standort stationiert, sondern die Lastkraftwagen stehen an den jeweiligen Heimatorten der Fahrerinnen und Fahrer. Als Restriktionen sind die Öffnungszeiten der Betriebe, die Arbeitszeiten der Beschäftigten, Gewichtslimits auf den Forststraßen, sowie maximale Fahrdauern und Ladekapazitäten zu beachten.

Es werden zwei Modellformulierungen für das TTVRP vorgestellt. Die Metaheuristik Tabu Search dient als Basis für die Entwicklung und Implementierung von vier Lösungsverfahren für größere Instanzen des TTVRPs. Auf den taktischen Planungshorizont wird eingegangen, indem vorgestellt wird, wie man Versorgungsregionen kostenoptimal Abnehmern zuordnen kann und wie die Transportmengen gleichmäßig auf die einzelnen Planungsperioden des TTVRP aufgeteilt werden können. Die entwickelten Verfahren werden in umfangreichen numerischen Studien getestet und evaluiert. Reale Problemgrößen können in kurzer Rechenzeit mit guter Ergebnisgüte gelöst werden.

Schlüsselwörter: Rundholztransportplanung; Timber Transport Vehicle Routing Problem (TTVRP); Tabu Search; Transportproblem (TPP); Transportauftragsglättung.

## Short Summary

The Austrian wood processing industry underlies substantial changes in the last years. Through the opening of new supply regions, the trend to bigger, with high-technology equipped companies, as well as the increasing international pressure of competition, this sector is faced with new logistical challenges. In 2003 for example, approximately 27.9 million cubic meters of logs were processed in Austria. This thesis deals with the development of methods, which enable an efficient supply of the industry with round timber. Tactical and operational problems of transport planning in the wood processing industry are the focus of only few scientific papers. Existing approaches deal predominantly with the design of the information flow and the usage of Geographic Information Systems (GIS) in round timber transport, as well as the development of new transport technologies.

The main focus of this volume lies on the Timber Transport Vehicle Routing Problem (TTVRP), which was described only verbally in the literature up to now. The transport tasks between wood storage locations and wood processing companies are predetermined for a planning period, just as the number and types of the available log-trucks. All of the transports are carried out as full truckloads. The objective is to connect the transport tasks to tours in a cost-efficient manner. The heterogeneous fleet of log-trucks is not based at a single central depot, but at the homes of the truck drivers. The following constraints have to be taken into consideration: opening hours of the industrial sites, working hours of the drivers, road weight limits on the forest roads, maximum travel times, and loading capacities.

This thesis introduces two model formulations for the TTVRP. The Tabu Search metaheuristic is the basis for the development and implementation of four solution procedures for real-life instances of the TTVRP. The tactical planning horizon is considered by presenting how the supply regions can be assigned to industrial sites in a cost-efficient way, and how the transported quantities can be evenly distributed among the single planning periods of the TTVRP. The developed solution approaches are tested and evaluated in extensive numerical studies. Real-life problem instances can be solved within a reasonable timeframe by providing good solution quality.

Keywords: Log-truck scheduling, Timber Transport Vehicle Routing Problem (TTVRP), Tabu Search, Transportation problem (TPP), Transport order smoothing.

# Impressum / Imprint

Verleger / Publisher: Universität für Bodenkultur Wien  
University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna  
Selbstverlag / Self-Published

Herausgeber / Editor: Alfred Teischinger, Manfred Gronalt

Redaktion / Editorial office: Daniela Romstorfer, Robert Stingl  
  
Institut für Holzforschung (ihf) am  
Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik (MAP) an der  
Universität für Bodenkultur Wien  
  
Institute of Wood Science and Technology (ihf) -  
Department of Material Sciences and Process Engineering (DMSP),  
University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

Adresse / Address: Peter Jordan Straße 82  
A - 1190 Wien (Vienna), Austria

Telefon / Telephone: +43 – (0)1 – 47654 – 4250  
FAX / Telefax: +43 – (0)1 – 47654 – 4295

E-mail: lignovisionen@boku.ac.at  
Internet: <http://www.map.boku.ac.at/lignovisionen.html>

in Kooperation: Institut für Produktionswirtschaft und Logistik am  
Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an der  
Universität für Bodenkultur Wien

in Co-operation: Institute of Production and Logistics,  
Department of Economics and Social Sciences,  
University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

Der Inhalt des Werkes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verleger für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen, sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

The content of this issue had been acquired carefully. However the authors, editors and publisher do not assume liability for correctness of data, references, suggestions and errata.

Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved.

Made and printed in Austria, Mai 2009

ISSN 1681 - 2808

# Bestellung / Order Form

LIGNOVISIONEN Band 22 / Issue 22



## Optimization in Round Timber Transport

### Optimierung des Rundholz-Transportes



von Patrick Hirsch

ca. 110 Seiten (B5) / Pages (size B5)

Text: in englischer Sprache / in English language

Zusammenfassung / Summary: in deutscher und englischer Sprache / in German and English language

An important topic in the procurement of round timber is the design of transportation from forests to wood processing industries. It can be estimated that transportation accounts for 30% of the total cost of round timber. Therefore, an improved transportation planning could lead to huge savings in round timber cost. This volume presents quantitative optimization approaches for the tactical and operational planning horizon of round timber transport. The planning process starts with the cost-optimal assignment of forests to industrial sites and ends in the daily scheduling of log-trucks. The introduced methods were implemented as computer programs and tested in extensive numerical studies with real-life problem sizes. The gained solutions show the quality and practical applicability of the presented methods. This work was awarded by the "Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft" (Austrian Association for Transportation Science) and the "Deutsche Bundesvereinigung des Holztransport-Gewerbes e.V." (Confederation of German Wood Carriers).

Eine wichtige Aufgabenstellung bei der Beschaffung von Rundholz ist die Gestaltung des Zulieferverkehrs vom Forst zu den Holzverarbeitenden Betrieben. Es kann geschätzt werden, dass die Kosten des Transports etwa 30% der gesamten Rundholzkosten ausmachen. Durch eine bessere Transportplanung können hier große Einsparungspotentiale erzielt werden. In diesem Band werden rechnerische Planungsverfahren vorgestellt, mit denen der Rundholztransport sowohl auf taktischer als auch auf operativer Ebene effizienter gestaltet werden kann. Der Planungsprozess beginnt bei der kostenoptimalen Zuordnung von Versorgungsregionen zu Betrieben und endet bei der täglichen Tourenplanung der Rundholztransporter. Die präsentierten Verfahren wurden rechnergestützt implementiert und in umfangreichen numerischen Studien mit realen Problemgrößen getestet. Die Ergebnisse zeigen die Qualität und praktische Anwendbarkeit der vorgestellten Methoden. Diese Arbeit wurde von der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft und der Deutschen Bundesvereinigung des Holztransport-Gewerbes e.V. ausgezeichnet.

An die

Universität für Bodenkultur Wien  
Institutes für Holzforschung (ihf)  
am Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik (MAP)  
Peter Jordan Straße 82  
A-1190 Wien (Vienna), Austria

Tel: +43 (0) 1 47654 4250  
Fax: +43 (0) 1 47654 4295

Ich/Wir bestelle(n) ..... Exemplar(e) der Serie LIGNOVISIONEN Band 22  
I/We order ..... copy(ies) of the book series LIGNOVISIONEN Issue 22

Preis / price € 35.-- (plus Versandkosten / plus mailing costs)

Titel, Vorname /  
Degree, First Name .....

Nachname /  
Surname .....

Firma oder Institut /  
Company or Institute .....

Adresse / Adress  
.....  
.....

UID-Nr. / VAT-Nr. ....

Email .....

Anmerkung / Remark .....

.....  
Datum / Date

.....  
Unterschrift / Signature