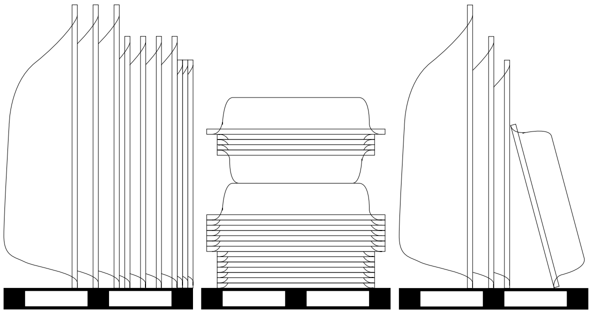
# Anwendungsbericht 18

Zentrum für Paralleles Rechnen

PROFI.S

Packverfahren für Artikel mit komplexer Geometrie



Für Hersteller von Artikeln mit komplexer Geometrie wie z.B. Badewannen und Duschwannen stellt sich das Problem, täglich mehrere Hundert Euro–Paletten optimal verpackt an Zwischenhändler verschicken zu müssen. Dabei ist die Anzahl und die Art der jeweils bestellten Artikel abhängig von der Auftragslage und der Produktion, so daß der Planungshorizont bei wenigen Tagen liegt. Die Wannen werden entweder als Vollpaletten eines Fabrikats, als kommissionierte Badewannen- oder Duschwannenpaletten oder als kombinierte Badewannen–Duschwannen–Kommissionierpalette ausgeliefert.

Bei der großen Zahl an täglich zu verladenden Paletten ergibt sich in verschiedenen Phasen der Verwaltung (Neben der Versandabteilung z.B. auch im Vertrieb) die Notwendigkeit, die für den momentanen Auftragsbestand notwendige Anzahl Paletten zu bestimmen mit dem Ziel, täglich möglichst viele Wannen zu verschicken. Als Nebenbedingungen treten dabei unter anderem Gewichts- und Stabilitätsrestriktionen auf.

## Problemstellung

Zu gegebenen Auftragspositionen wird versucht, möglichst wenig Paletten zu benutzen, und infolgedessen die Fahrzeuge möglichst gut auszulasten. Da Vollpaletten eines Modells optimal gepackt sind, können sie im Vorfeld herausgesucht werden und gehen nicht in das Packproblem ein. Aus Gründen der Stabilität dürfen Badewannen und Duschwannen nicht beliebig aufeinander gestapelt werden, sondern es ist notwendig, zuerst den Palettenplatz von Duschwannen und Badewannen getrennt zu optimieren, und erst die übrigbleibenden Teilpaletten in der heterogenen Kommissionierung zu bearbeiten.
Die Badewannen stehen dabei jeweils senkrecht auf den Paletten, die Duschwannen werden liegend ausgeliefert. Bei heterogener Kommissionierung werden die übriggebliebenen Duschwannen auf die angefangenen Badewannenpaletten hinzugestellt. Jede Wanne kann in jede andere gestapelt verschickt werden. Somit basieren die homogenen Packungsverfahren auf einer vollständigen Abstandsmatrix, die eventuell an einigen Stellen sehr hohe Werte enthält.

## Mathematische Modellierung

Das zugrundeliegende mathematische Problem bei der homogenen Packung ist ein Verpackungsproblem mit nachfolgerabhängigen Größen der einzelnen Teile. Es läßt sich somit einerseits als spezielles eindimensionales Bin–Packing Problem ansehen, andererseits aber auch als Vehicle Routing Problem. Dabei nehmen die Paletten die Rolle der Fahrzeuge ein und die Palettenenden die Rolle des Depots. Gegenüber dem Standard–VRP ist allerdings die Minimierung der Tourlänge nicht Bestandteil der Zielfunktion, und die einzige Nebenbedingung ist die Kapazitätsbeschränkung.

Zentrum für Paralleles Rechnen
Arbeitsgruppe Prof. Dr. A. Bachem
Telefon: (0221) 470–6030
Hausanschrift: Weyertal 80, D-50931 Köln
Telefax: (0221) 470–5160
Postanschrift: ZPR, Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, D-50923 Köln
Email: zpr@zpr.uni-koeln.de

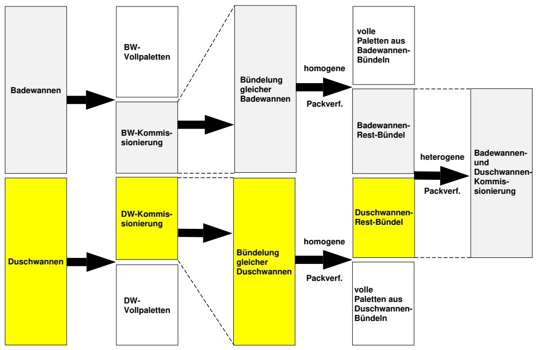



Tabelle 1: Struktur des Pack–Verfahrens

# Algorithmen

Für die homogenen Packungsprobleme wurden drei algorithmische Ansätze untersucht:

1. Greedy–Heuristiken ähnlich der First–Fit–Heuristik (First–Fit–Decreasing, Best–Fit–Decr., etc.),
2. Vehicle Routing Algorithmen für die vorliegende spezielle Zielfunktion (nur die Touranzahl wird minimiert) aus dem Bereich der Savings– und Insertion–Verfahren, sowie
3. Enumerationsverfahren (nur für Probleme mit wenigen Wannen)

Die heterogenen Packverfahren sind meist für wesentlich kleinere Probleme zu lösen und obendrein sehr stark von durch die Stabilitäts– und Gewichtsnebenbedingungen begründeten Regeln dominiert. Deshalb führt hier schon eine einfache Kombination aus einer Standard–Greedy–Heuristik und der vollständigen Suche zum Erfolg.

# Ergebnisse

Analysen der Algorithmen haben gezeigt, daß bei kleinen Praxisproblemen die Greedy–Verfahren in nahezu allen Fällen schon das Optimum liefern. Durch die Nebenbedingungen und die Dünnbesetztheit der Matrizen ist der Lösungsraum so eingeschränkt, daß mit Heuristiken gute Ergebnisse erzeilt werden können. Der Einsatz von Vehicle–Routing Verfahren ist für dieses Problem möglich, er ist jedoch speziell optimierten Fit–Heuristiken unterlegen.

Die entwickelten Verfahren wurden inzwischen von Profi.S implementiert und werden von einem großen deutschen Wannenhersteller erfolgreich eingesetzt. Die Laufzeit für eine Tour beträgt dabei nur wenige Zehntel Sekunden.

---

# Ansprechpartner

Dipl.–Math. Michael Wißborn

Profi.S — Gesellschaft für logistische
Softwareentwicklung und Operations Research mbH
Berghauser Str. 62
42859 Remscheid
Tel: 02191/900-418
Fax: 02191/900-412

Dipl.–Math. Jörg Schepers
Dipl.–Math. Michael Wottawa
Zentrum für Paralleles Rechnen
Universität zu Köln
Weyertal 80
50931 Köln
Tel: 0221/470-6022
Fax: 0221/470-5160
E-Mail: schepers@ZPR.Uni-Koeln.DE
wottawa@ZPR.Uni-Koeln.DE

Köln, 4. Mai 1995.