

EKOKartonage

EMISSIONS- UND KOSTENREDUKTION DURCH KI-BASIERTE
OPTIMIERUNG VON KARTONAGE-SETS

Weitere Infos:



Projekttitle / Project title:

EKOKartonage – Emissions- und Kostenreduktion durch KI-basierte Optimierung von Kartonage-Sets

Einleitung / Introduction

Die Reduktion der Verpackungs- und Versandkosten spielt für E-Commerce Unternehmen eine sehr große Rolle. Der wichtigste Faktor hierfür ist die Auswahl einer passenden Kartonage für jede Bestellung. Je kleiner das Paket, desto weniger Leervolumen muss mit Füllmaterial gefüllt werden. Dies führt zu geringeren Materialkosten, weniger Verpackungsmüll, sowie einer Einsparung an CO₂-Emissionen im weiteren Transport.

Eine Möglichkeit zur Reduktion der Paketgrößen, ist die Optimierung der vorgelagerten Entscheidung über das Kartonage-Set, dass an den Verpackungsstationen zur Verfügung gestellt wird. Obwohl sich das Artikel-Portfolio und die Bestell-Charakteristik eines Unternehmens im Laufe der Zeit sehr stark ändern können, wird das Kartonage-Set bisher nur selten auf seine Stimmigkeit überprüft und aktualisiert.

Ziel / Aim:

Im Kern dieses Projektes steht die Entwicklung eines Algorithmus zur Optimierung des Kartonage-Sets. Da das Verpacken der Pakete vor allem in klein- und mittelständischen Unternehmen größtenteils von Menschen durchgeführt wird, müssen hierbei auch Verhaltensaspekte mitberücksichtigt werden, die durch Experimente erhoben werden. Die Auswirkung der Kartonage-Set-Optimierung auf die Verpackungs- und Versandkosten, sowie die CO₂-Emissionen wird für verschiedene Typen von E-Commerce Unternehmen durch eine Simulation analysiert.

Methode / Method:

Bei der Suche nach den optimalen 10 aus 100 Standard-Kartonagengrößen, gibt es insgesamt 17.310.309.456.440 Kombinationsmöglichkeiten. Jedes Kartonage-Set wird evaluiert, indem zuerst das NP-schwere Bin-Packing-Problem für eine Stichprobe an Bestellungen gelöst und anschließend die Material- und Prozess-Kosten berechnet werden. Wird eine Sekunde Rechenzeit für die Evaluierung eines Kartonage-Sets angenommen, sind circa 550.000 Jahre notwendig, um das optimale Set zu finden. Aufgrund dieser Komplexität wurde ein Genetischer Algorithmus entwickelt, der in kurzer Zeit gute Lösungen findet, wobei bei großen Probleminstanzen nicht bekannt ist wie weit die Lösungen vom globalen Kostenminimum entfernt liegen.

Ergebnisse / Result:

Um zu gewährleisten, dass das optimierte Kartonage-Set alle Artikel im Portfolio eines Unternehmens verpacken kann, wurden neue Crossover- und Mutation-Operatoren für den Genetischen Algorithmus entwickelt. Der Algorithmus wurde auf mehrere reale und simulierte Probleminstanzen angewendet, wobei die Kombination von Selektion-, Crossover- und Mutation-Operator (sowie ihrer Hyperparameter) variiert wurde. Es zeigt sich, dass mit den neuen Operatoren innerhalb kurzer Zeit Lösungen nahe dem globalen Kostenminimum gefunden werden können, die mit den Standard-Operatoren nur schwer erreichbar sind.

Projektbeteiligte / Project participants:

Leon Binder

Prof. Dr. Michael Scholz

Projektpartner / Project partners:

Technologie Campus Grafenau

SCS Supply Chain Services AG

Gefördert durch / Funded by:

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



Logos / Logos:

