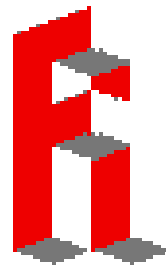


ORDERPICKING

NIEDERLÄNDISCHE MATHEMATIK ALYMPIADE

29. NOVEMBER 2002



Orderpicking

Einleitung

In Verteilungszentren, die wirklich große Lagerhäuser sind, werden viele Waren in langen Gängen gelagert.



Die Abnehmer, gewöhnlich sind es Geschäfte, geben ihre Bestellung beim Verteilungszentrum auf. Die Beschäftigten des Zentrums bekommen diese Bestellung und gehen oder fahren, zum Beispiel mit einem Elektrowagen, durch die Gänge und sammeln die Artikel, die auf der Bestellliste vermerkt sind. Dieser Vorgang wird im Geschäftss Englisch *order picking* genannt.

Natürlich sollen die Orderpicker so effizient wie möglich arbeiten. Mit anderen Worten: Die Artikel jeder Bestellung sollen so schnell wie möglich zusammengestellt werden. In dieser Olympiade-Aufgabe werden Sie verschiedene damit verbundene Teilaufgaben bearbeiten. Zunächst einmal ist es wichtig herauszufinden, was effiziente Wege durch ein Verteilungszentrum sind, um die Artikel einer gegebenen Bestellung einzusammeln. Die Einrichtung des Verteilungszentrums ist ebenfalls äußerst wichtig für die Effizienz. Beim Entwurf eines Verteilungszentrums gibt es meistens eine Vielzahl von Möglichkeiten, zum Beispiel die Quergänge anzulegen und die Waren zu platzieren. Durch eine gute Planung kann die (durchschnittliche) Wegstrecke, die die Orderpicker zurücklegen, möglichst klein gehalten werden.

Sie werden als erstes untersuchen, welche Wege bei einem gegebenen Verteilungszentrum überhaupt effizient sind mit und ohne Quergänge. Danach werden Sie versuchen, ein Verteilungszentrum möglichst effizient einzurichten, und eine Beratung für kurze Laufwege zu geben.

Wie werden die Aufgaben der Alympiade bearbeitet?

Der Mathematik-Alympiade-Wettbewerb besteht aus 5 einführenden Problemen und der Hauptaufgabe.

einführende Probleme

Diese Probleme helfen Ihnen, den Kontext der Wettbewerbsaufgabe zu verstehen. Sie werden so mit Teilen des Problems vertraut gemacht.

Versuchen Sie, die Arbeit unter den Teammitgliedern zu verteilen. Die Aufgaben 2, 3 und 4 können gleichzeitig von verschiedenen Leuten bearbeitet werden.

Verbringen Sie nicht mehr als 3 Stunden mit den einführenden Problemen. Die Ergebnisse müssen noch für den abschließenden Bericht formuliert werden.

Hauptaufgabe. Dies ist der wichtigste Teil der Wettbewerbsaufgabe.

Sie sollen eine fundierte Beratung über einen effizienten Entwurf eines bestimmten Lagers und die Strategien für effiziente Routen der Orderpicker abgeben.

Das endgültig abzugebende Ergebnis ist ein Bericht (lesen Sie auch die Ausführungen im Aufgabentext!).

Achten Sie darauf, dass zum Schreiben dieses Berichtes ausreichend Zeit bleibt.

einige Hinweise

- Lesen Sie zunächst die gesamte Aufgabe, um zu erfassen, welche Arbeiten im einzelnen zu erledigen sind.
- Halten Sie einen Satz Arbeitsblätter sauber, um gegebenenfalls zusätzliche Kopien anzufertigen.
- Verweilen Sie nicht zu lang bei den einführenden Problemen. Beantworten Sie die Fragen baldmöglichst.
- Bevor Sie mit dem Team die Hauptaufgabe in Angriff nehmen, verständigen Sie sich und diskutieren Sie über die Ergebnisse der einführenden Probleme.
- Für die Hauptaufgabe versetzen Sie sich als Team in die Rolle des Teams der Beratungsfirma.
- Für die Hauptaufgabe ist es wichtig, dass Sie Ihre Vorschläge deutlich machen und unterstreichen. Stellen Sie sicher, dass das Ergebnis ein wirklicher und vollständiger Bericht ist.

Was Sie abgeben müssen

Ein Bericht mit gut fundierten Vorschlägen zur Einrichtung des Lagers und der Wege, eingeschlossen die Handreichung für die Orderpicker. Binden Sie die Ergebnisse der einführenden Probleme in den Bericht ein.

Benutzen Sie schwarze Tinte für Ihre Antworten: sie müssen kopiert gut lesbar sein!

Bewertung

Bei der Bewertung Ihrer Arbeit werden folgende Aspekte beachtet:

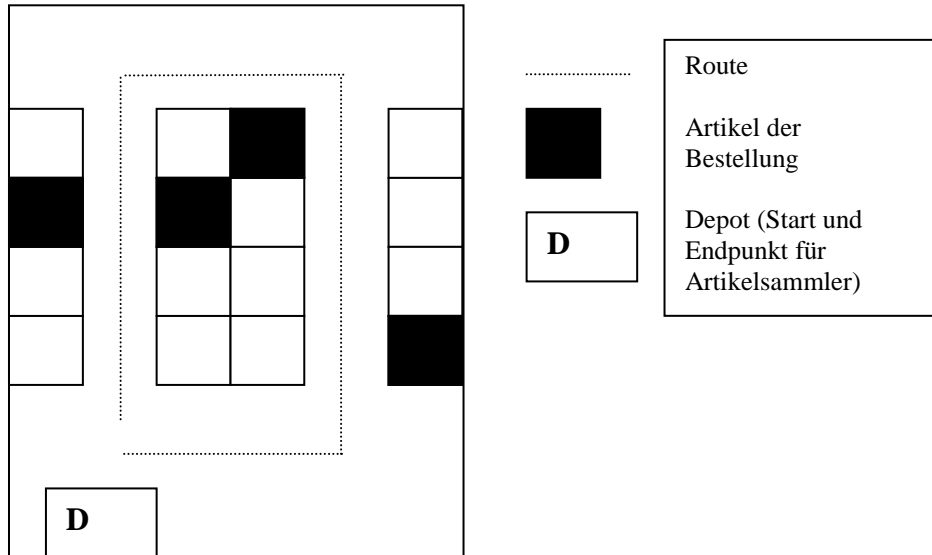
- Vollständigkeit
- der Gebrauch von Mathematik
- die Qualität der Gedankenführung und der Begründungen Ihrer Entscheidung; ob die Lösungen einen Sinn für die Realität zeigen, kann auch ein Aspekt sein
- die Klarheit der beschriebenen Vorschläge, der Argumentation und ebenso der Handreichung, aber auch die Gründlichkeit der Arbeit
- die Lesbarkeit, der Aufbau, das Layout und die äußere Form etc

Viel Spaß und viel Erfolg

Einige Punkte zum Beginn

In Bild 1 können Sie ein Warenlager sehen, in dem 16 einseitig offene Regale mit Fächern stehen. Eine der Bestellungen umfasst insgesamt 4 verschiedene Artikel, die im Bild markiert sind; ergänzend ist eine mögliche Route für den Orderpicker eingezeichnet.

Bild 1



Um *rechnerisch* bestimmen zu können, was effiziente Wege im Verteilungszentrum sind, machen wir einige Annahmen.

- Für jede Art von Artikel ist ein Regal (mit Fächern von 1 Meter mal 1 Meter) vorhanden. (Die Höhe und die Anzahl der Fächer ist in dieser Aufgabe nicht wichtig).
- Die Gänge sind ebenfalls 1 Meter breit.
- Jedes Regal ist auf einer Seite offen – die Gangseite.
- Die Route des Orderpickers verläuft in der Mitte des Ganges, der die Artikel enthält. Bei den **Quergängen vorne und hinten** können Sie annehmen, **der Weg verlaufe möglichst nah** am Regal.
- Es ist nicht unbedingt erforderlich, in einem Gang die Seite zu wechseln. Der Orderpicker kann von der Mitte aus beide Regale erreichen.
- Um dem Regal einen Artikel zu entnehmen, hält der Orderpicker mitten vor dem Regal an.
- Anfang und Ende des Weges liegen dort, wo das erste Regal **beginnt, in der Mitte des ersten Ganges**; dort ist auch das Depot. Die Strecke zwischen Regal und Depot ist also praktisch gleich Null. (Das war in der Zeichnung so nicht darzustellen!)

Einführende Probleme

Aufgabe 1

Bestimmen Sie die Länge des Weges für die Bestellung anhand von Bild 1.

Untersuchen Sie anhand von Bild 1, welche unterschiedlichen Weglängen bei einer Bestellung mit 4 verschiedenen Artikeln möglich sind.

Sie finden für dieses Lager ein Arbeitsblatt im Anhang.

Die S- Route

In Bild 2 sehen Sie ein größeres Verteilungszentrum mit Platz für 180 verschiedene Artikel.

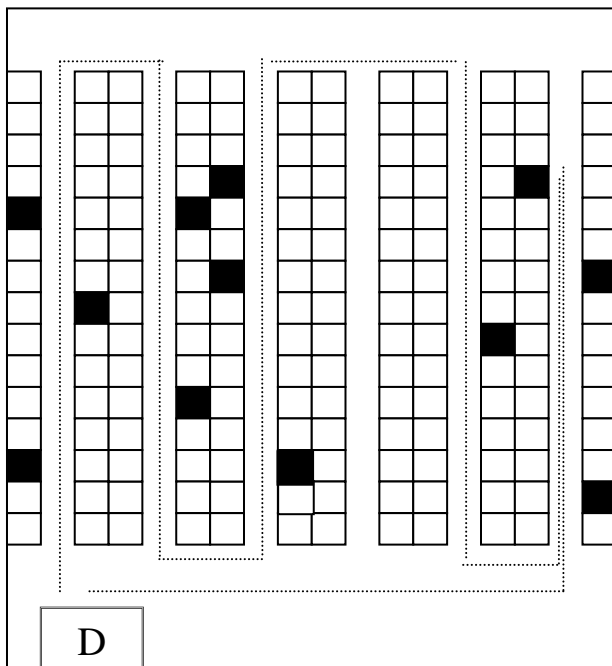


Bild 2

Das Bild zeigt eine Bestellung mit 12 verschiedenen Artikeln und eine Laufroute. Legen Sie dieselben Annahmen zugrunde wie für Bild 1. Start und Endpunkt liegen bei D.

Der Sammler nimmt die Artikel auf einer sogenannten S-Route mit. Auf diesem Weg werden die zu besuchenden Gänge vollständig abgefahren außer dem zuletzt zu besuchenden, wo das in diesem Fall nicht notwendig ist. Gänge, aus denen man nichts einladen muss, werden übersprungen. Die Gänge werden in Form eines **S** besucht. Die Route beginnt bei dem Depot. Der Sammler darf einen Gang nicht am gleichen Ende verlassen, an dem er ihn betreten hat, ausgenommen vielleicht der letzte Gang. Nachdem der letzte Artikel eingesammelt wurde, geht der Artikelsammler auf dem kürzesten Weg zurück zum Depot.

Diese S-Strategie wird häufig genutzt wegen ihrer einfachen Struktur, die für viele Menschen leicht zu verstehen und einfach zu handhaben ist.

Aufgabe 2

- Berechnen Sie die Wegstrecke der markierten Route. Sie dürfen die Distanz zwischen Depot und dem linksseitigen Regal in der Rechnung vernachlässigen.
 - Erarbeiten Sie für das Verteilungszentrum in Bild 2 eine Bestellung mit 12 verschiedenen Artikeln, für die die S-Route einen extrem **langen** Weg ergibt.
 - Erarbeiten Sie für das Verteilungszentrum in Bild 2 eine Bestellung mit 12 verschiedenen Artikeln, für die die S-Route einen extrem **kurzen** Weg ergibt.
 - Untersuchen Sie, für welche Art von Bestellung die S-Route einen effizienten kurzen Weg ergibt. Erklären Sie Ihre Ansicht deutlich und fügen Sie Beispiele hinzu. Sie müssen sich nicht auf Bestellungen mit 12 Artikeln beschränken.
- Auch für diese Aufgabe ist ein Arbeitsblatt vorgesehen.

Die "bis-zur-Mitte"-Strategie

In Bild 3 sehen Sie dasselbe Verteilungszentrum wie in Bild 2 mit derselben Bestellung der 12 Artikel wie in Aufgabe 2. Die Route wurde jetzt nach der sogenannten "bis-zur-Mitte"-Strategie gewählt.

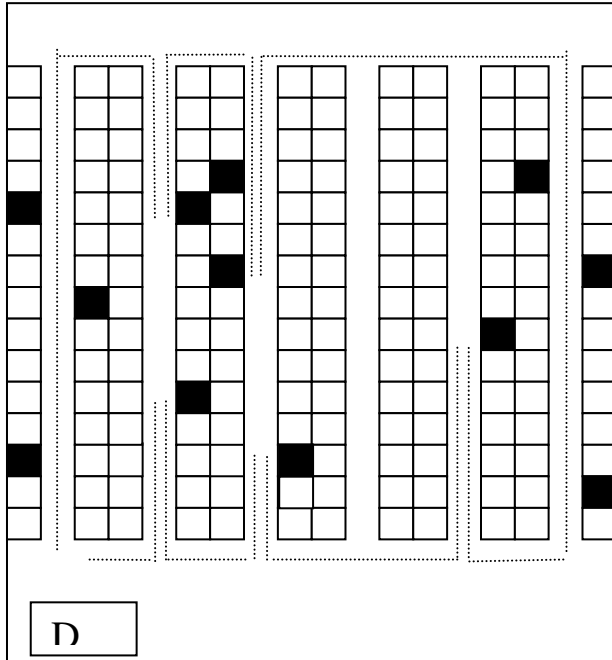


Bild 3

Bei dieser Strategie betritt der Sammler den am weitesten links liegenden Gang, nimmt die benötigten Artikel auf, und geht zum hinteren Quergang. Von diesem Quergang aus werden die Produkte gepackt, die vor der Mitte des jeweiligen Hauptganges liegen. Nicht benötigte Gänge werden ausgelassen. In dem am weitesten rechts liegenden Gang geht er bis zum vorderen Quergang und nimmt unterwegs die Artikel auf.

Wenn ein Artikel genau in der Mitte liegt, hängt die Entscheidung vom Vorhandensein irgendwelcher anderen Artikel der Bestellung im selben Gang ab.

Eine Eigenschaft dieser Strategie ist, dass der Sammler den Gang immer an der Seite verlässt, wo er ihn betreten hat. Dies gilt nicht für den ersten und den letzten Gang, den er besucht.

Aufgabe 3

- Vergleichen Sie die Wegstrecke für diese Bestellung mit der Wegstrecke gemäß S-Route.
 - Untersuchen Sie, bei welcher Art von Bestellung die "bis-zur-Mitte"-Strategie **kurze Wege** ergibt.
- Erklären Sie Ihre Ansicht deutlich und fügen Sie Beispiele hinzu. Sie müssen sich nicht auf Bestellungen mit 12 Artikeln beschränken. Sie können die beiden bisher betrachteten Strategien vergleichen. Benutzen Sie wenn nötig das Arbeitsblatt.

Die “Gang-für-Gang”-Strategie

Bei der “Gang-für-Gang”-Strategie besucht der Sammler einen Gang höchstens einmal. Er entscheidet selbst, an welcher Seite er einen Gang verläßt. Natürlich soll er immer noch einen möglichst kurzen Weg wählen.

In Bild 4 sehen Sie eine “Gang-für-Gang”-Route für dieselbe 12-Artikel Bestellung. Für diese einzelne Bestellung ist mehr als eine “Gang-für-Gang”-Route möglich.

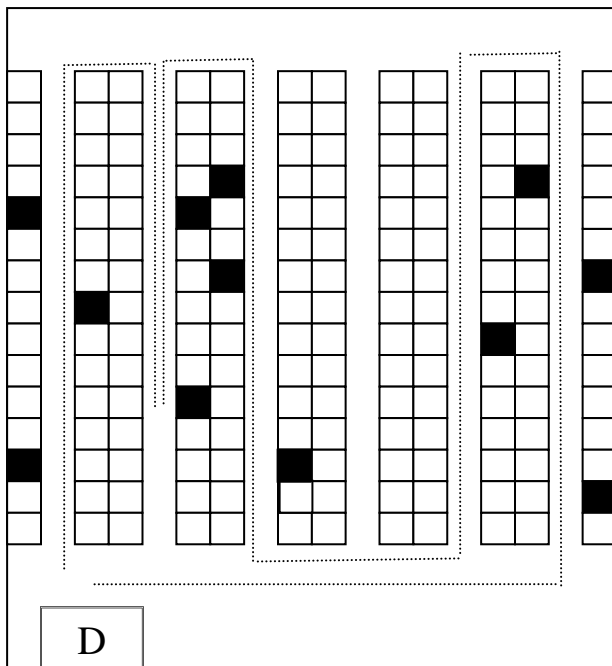


Bild 4

Aufgabe 4

- Untersuchen Sie, welche “Gang-für-Gang”-Routen möglich sind für die Bestellung in Bild 4, und vergleichen Sie die Weglängen. Vergleichen Sie ebenfalls die Längen mit denjenigen aus Aufgabe 2 und Aufgabe 3.
- Untersuchen Sie, bei welcher Art von Bestellung die “Gang-für-Gang”-Strategie kurze Wege ergibt. Erklären Sie Ihre Ansicht deutlich und fügen Sie Beispiele hinzu. Sie müssen sich nicht auf Bestellungen mit 12 Artikeln beschränken. Sie können diese Strategie mit denen vergleichen, die Sie in Aufgabe 2 und 3 kennengelernt haben. Benutzen Sie wenn nötig das Arbeitsblatt.

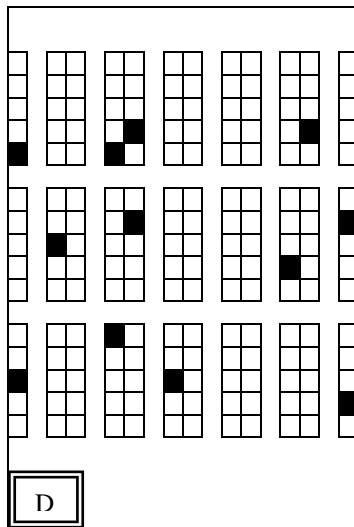
Andere Wege

In den bisherigen Teilaufgaben haben Sie drei Strategien der Routenbestimmung verglichen: die S-Route, die "bis-zur-Mitte"-Strategie und die "Gang-für-Gang"-Strategie. Genau wie die mit den genannten Strategien bestimmten Wege gibt es noch andere Wege, manchmal sogar kürzere, die sich durch eine geschickte Kombination der Strategien ergeben.

Quergänge

In Bild 5 sehen Sie das gleiche Verteilungszentrum für 180 Produkte, aber jetzt sind Quergänge vorhanden. Diese Quergänge haben dieselbe Breite wie die Hauptgänge. Von den Quergängen aus können Sie keine Waren aufnehmen. Die gleiche Bestellung wurde nochmals dargestellt.

Bild 5



Aufgabe 5

- Untersuchen Sie, ob jetzt für die dargestellte Bestellung kürzere Wege möglich sind. Beschreiben Sie wiederum, welche Strategie Sie benutzt haben um Ihre kürzeren Wege zu finden.
- für welchen Typ von Bestellung sind Quergänge nützlich; anders gesagt: ergeben die Quergänge in diesem Lager kürzere Wege? Geben Sie eine verständliche Erklärung anhand von Beispielen. Denken Sie daran: Beschreiben Sie, welche Strategie Sie benutzt haben um die Wege zu finden. Sie müssen sich nicht auf Bestellungen mit 12 Artikeln beschränken. Benutzen Sie wenn nötig das Arbeitsblatt.

Die Hauptaufgabe

Das Lager bzw. Verteilungszentrum für 180 Artikel, das in den einführenden Aufgabenstellungen untersucht wurde, hat einen neuen Besitzer und soll neu eingerichtet werden. Der Besitzer will das Lager so einrichten, dass die Artikelsammler so effizient wie möglich arbeiten können. Er hat eine Firma befragt, die sich auf die Planung von Lagerhäusern spezialisiert hat, und die sowohl auf die Einrichtung als auch auf die Wege achtet. Ihr Team arbeitet für diese Firma und hat den Auftrag bekommen.

Der Lagerbesitzer gibt Ihnen eine Darstellung der bestehenden Situation (siehe Bilder 2, 3, 4) mit der folgenden Information:

Es ist nicht viel Raum für Variationen: dieselben Regale werden benutzt und die Zahl der Hauptgänge bleibt gleich. Die Gangbreite und die Lage des Depots (Start und Ende der Routen) bleiben unverändert.

Es ist möglich, Quergänge einzubauen; wo und wieviele, sollen Sie entscheiden. Das Lager ist lang genug, um eine Vielzahl von Quergängen einzuplanen.

Sie erhalten noch eine Information über die Produkte, die in dem Verteilungszentrum gelagert werden. Jeder Artikel hat eine Nummer von 1 bis 180. Die Artikel gliedern sich in 4 Gruppen: A, B, C und D.

- 15% der Artikel sind in Gruppe A: davon wird jeder Artikel in 60% der Bestellungen angefordert. Es sind wirklich populäre Artikel!
- 20% der Artikel sind in Gruppe B: davon wird jeder Artikel in 25% der Bestellungen angefordert.
- 30% der Artikel sind in Gruppe C: diese erscheinen in 10% der Bestellungen.
- 35% der Artikel sind in Gruppe D: diese erscheinen in 5% der Bestellungen. Diese Artikel werden nur gelegentlich bestellt.

In Form einer Tabelle:

Produktgruppe	% aller Produkte	% aller Bestellungen
A	15%	60%
B	20%	25%
C	30%	10%
D	35%	5%

Hauptaufgabe

Schreiben Sie einen Bericht, der der Firma den Plan zur effizientesten Nutzung des verfügbaren Raumes empfiehlt.

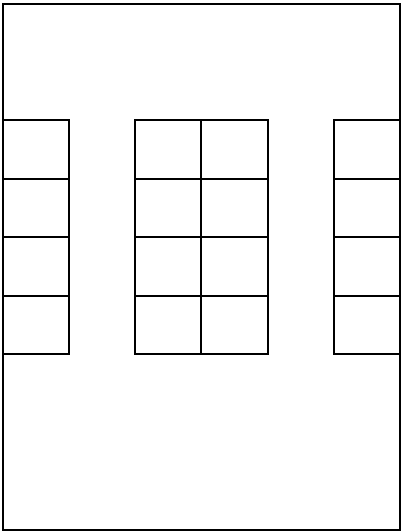
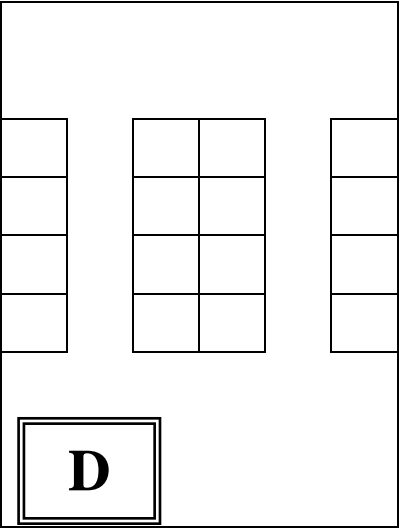
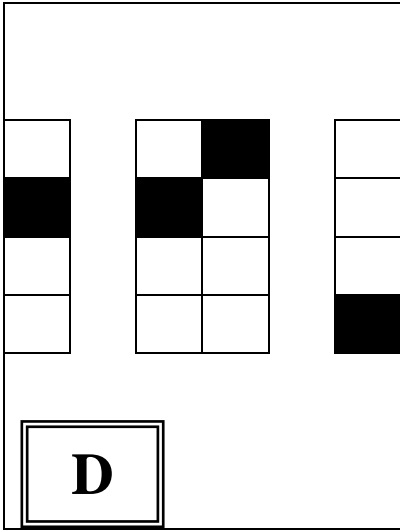
Der Bericht soll umfassen:

- Den entwickelten Entwurf des Lagers: wo werden die Quergänge liegen?
- Die geplante Verteilung der Artikel über die Regale;
- Ein Handbuch für die Artikelsammler, in welchem für verschiedene Bestellungen die Wahl der effizientesten Wege beschrieben wird.

Für den Besitzer des Lagers muss aus dem Bericht klar hervorgehen, worauf Ihre Vorschläge basieren und warum Ihre Vorschläge tatsächlich einen effizienten Entwurf und eine effiziente Routenwahl ergeben. Illustrationen und Beispiele können den Bericht klarer und leichter verständlich machen.

Arbeitsblatt

Aufgabe 1



D

Arbeitsblatt

Aufgaben 2, 3, 4

