

Operations-Research-Projekt Teil 1

Das Unternehmen *DiamondStreetStyles* hat sich auf ausgefallene und hochpreisige Streetwear und Athleisure Wear spezialisiert. Eure Projektgruppe ist ein Team der Unternehmensberatung *QuantsForFuture* und berät das Unternehmen.

Die Situation

Das Unternehmen ist gerade an der Vorbereitung für die Winterkollektion. Präzise Planung für die Produktion im nächsten Monat ist von kritischer Bedeutung für die Winterkollektion, weil die Kleidungsstücke, die im nächsten Monat produziert werden, im November in den Geschäften erscheinen werden. Vorausgegangen ist der Planung für die Winterkollektion die Arbeit eines Teams von 5 Designern, für die das Unternehmen 940.000 Euro ausgegeben hat. Die neue Kollektion wurde bereits auf zwei Modenschauen in Berlin und London präsentiert, wobei an Kosten für die Models, die Haar- und Makeupstylisten, das Anpassen der Kleidung, die Fotografen, die Choreografie und das Proben der Show und die Miete für den Veranstaltungsort insgesamt 2,25 Millionen Euro angefallen sind.

Die Kollektion für den Winter umfasst in der Hauptproduktlinie des Unternehmens die folgenden Kleidungsstücke (alle Angaben pro Stück), die zum Teil auch in verschiedenen Colourways angeboten werden. Die Färbung der Stoffe wird dabei allerdings gesondert geplant, nachdem die eigentliche Produktionsplanung vorliegt.

Produkt	Material	Verkaufspreis an Handel / EUR	Arbeits- und Maschinen- kosten / EUR
Trainingshose "Diamond Essentials"	2m Nylon 1,5m Elasthan	135	60
Trainingshose "Diamond Urban"	2,5m Baumwolle 1,5m Elasthan	160	70
Cargohose	3m recyceltes Polyester 1,5m Elasthan	175	87,50
Sweatshirt	1,5m Polyester	65	30
Sweatshorts	0,5m Polyester	37,50	20
Cargoshorts	1,5m recyceltes Polyester	100	80
Sportshirt Trikot-Style	1,5m Nylon	60	45
Sweatpants	3m Baumwolle 2m Elasthan	150	80
Seidenshorts	1,5m Seide	225	75
Fleece-Shirt	1,5m Fleece	90	50
Fleece-Top	0,5m Fleece	60	30

Die Geschäftsführerin hat bereits 45.000m Baumwolle, 28.000m Elastan (Spandex), 9.000m Seide, 18.000m Fleece, 30.000m Nylon, 20.000m recyceltes Polyester und 30.000m Polyester bestellen lassen. Die Einkaufspreise sind dabei wie folgt:

Material	Kosten / m
Baumwolle	4,50
Elastan (Spandex)	0,75
Seide	30,00
Fleece	6,50
Nylon	1,12
Recyceltes Polyester	6,00
Polyester	1,25

Jegliches Material, das nicht für die Produktion verwendet wird, kann zu dem beliefernden Großhändler mit Rückerstattung des Kaufpreises zurückgesandt werden, wobei Kosten von 0,10 Euro pro zurückgesendetem Meter Material anfallen. Verschnitt kann allerdings nicht zurückgegeben werden.

Die Geschäftsführerin weiß, dass sowohl das Flecceeshirt als auch Sweatshirt größere Mengen an Verschnitt produzieren. Insbesondere ist es so, dass für die Produktion eines Flecceeshirts bzw. eines Sweatshirts 2m Fleece bzw. Baumwolle benötigt werden. Davon sind jeweils 1,5m für die Kleidungsstücke an sich, und 0,5m fallen als Verschnitt an. Um Stoff zu sparen, wird der Verschnitt zum Teil für ein Fleece-Top bzw. eine Sweatshorts verwendet. Das bedeutet: Immer, wenn ein Flecceeshirt produziert wird, wird auch ein Fleece-Top produziert, und ebenso fällt bei der Produktion eines Sweatshirts auch eine Sweatshorts an. Allerdings können Fleece-Tops und Sweatshorts auch unabhängig von Flecceeshirts und Sweatshirts produziert werden.

Die Absatzprognose legt nahe, dass einige Kleidungsstücke eine begrenzte Nachfrage aufweisen. Insbesondere bei Cargohose und Cargoshorts geht man bei der Zielgruppe des Unternehmens von einem sich eher abwärts entwickelnden Modetrend aus. Vor diesem Hintergrund prognostiziert man eine Absatzmenge von 5.000 Cargohosen und 6.000 Cargoshorts. *DiamondStreetStyles* möchte nicht mehr als diese Menge produzieren, da sich Kleidungsstücke, die dem Modetrend nicht mehr entsprechen, kaum mehr verkaufen lassen. Das Unternehmen kann allerdings weniger als die prognostizierte Nachfrage produzieren, da es unter keinem Zwang steht, die mögliche Nachfrage zu bedienen. Die Seidenshorts haben ebenfalls eine eingeschränkte Nachfrage, da sie sehr teuer sind und primär dazu dienen, der Kollektion einen exklusiveren und ausgefalleneren Anstrich zu geben. *DiamondStreetStyles* weiß, dass nicht mehr als 4.000 der Seidenshorts verkauft werden können. Bei dem Fleece-Shirt und dem Fleece-Top rechnet man mit einer begrenzten Nachfrage, weil die Stoffe für Streetwear eher ungewöhnlich sind, und es wird prognostiziert, dass maximal 12.000 Fleece-Shirts und 15.000 Fleece-Tops abgesetzt werden können.

Die Nachfrageprognose deutet auch an, dass die Sweatpants, die Trainingshose "Diamond Essentials" und die Trainingshose "Diamond Urban" eine solide Nachfrage generieren werden, weil es sich um Basics handelt, die für viele aus der Zielgruppe interessant sind. Die Nachfrage nach Sweatpants wird auf etwa 7.000 Hosen geschätzt und die nach der Trainingshose "Diamond Urban" auf etwa 5.000 Stück. Die Geschäftsführerin möchte mindestens 60% der Nachfrage nach diesen Kleidungsstücken bedienen können, um die Stammkunden nicht zu enttäuschen und sie zu verlieren. Obwohl die Nachfrage nach den Trainingshosen "Diamond Essentials" nicht geschätzt werden konnte, geht sie davon aus, dass sie mindestens 2.800 von ihnen herstellen lassen sollte.

Das Projekt

Die Geschäftsführerin möchte die Produktionsmenge für die einzelnen Stücke der Winterkollektion festlegen, wobei sie die vorhandenen Ressourcen und die Nachfrage berücksichtigen muss.

(a) Welche Produktionsmengen für die einzelnen Stücke der Kollektion sollte man *DiamondStreetStyles* unter der Berücksichtigung der Produktionsbedingungen, der Nachfrage und des vorhandenen Materials empfehlen? Welche Menge an welchem Stoff muss dabei an den Großhändler zurückgesandt werden und welcher Deckungsbeitrag fällt insgesamt an?

(b) Der Produktionsmanager ist der Überzeugung, dass keine Cargoshorts produziert werden sollten, da die Nachfrage eher gering ist. Er argumentiert der Geschäftsführerin und euch gegenüber, dass dieses Produkt alleine schon für Fixkosten von 250.000 Euro für Design und andere Positionen steht und der Deckungsbeitrag des Produktes mindestens diese Fixkosten decken sollte. Da jede Cargoshorts einen Deckungsbeitrag von 11 Euro liefert und nur 6.000 Cargoshorts verkauft werden können, würde dieses Produkt zu keinem Gewinn führen. Was ist zu dieser Position zu sagen?

(c) Die Geschäftsführerin bekommt von dem Großhändler mitgeteilt, dass man entgegen der früheren Kulanz in Zukunft möglicherweise kein recyceltes Polyester zurücknehmen kann, da derzeit auf dem Markt ein Überangebot herrscht. Welche Auswirkungen hätte dies auf die Produktionspläne? Gibt es eine intuitive betriebswirtschaftliche Erklärung dafür?

(d) Die beiden Trainingshosen, die Sweatpants, die Cargohose und die Cargoshorts sollen nicht im Hause selbst gefertigt werden. Die Geschäftsführerin befürchtet aufgrund der aktuellen Lage steigende Produktionskosten, d.h. steigende Arbeits- und Maschinenkosten. Hier sind Sensitivitätsanalysen gefragt, um herauszufinden, in welchem Bereich sich jeweils die Produktionskosten dieser Stücke der Winterkollektion ändern dürfen, ohne dass sich der Produktionsplan aus (a) ändert.

(e) Der Großhändler bietet dem Unternehmen zusätzliches Elasthan an. Eine Sensitivitätsanalyse soll darüber Auskunft geben, wieviel das Unternehmen vor dem Hintergrund der Situation in (a) für das zusätzliche Elasthan pro Meter maximal bezahlen sollte. Es soll dabei berücksichtigt werden, dass sich dieser Preis mit der Menge an zusätzlichem Elasthan ändern kann.

(f) *DiamondStreetStyles* überlegt, ob aus der Winterkollektion übriggebliebene Kleidungsstücke im Februar über ein Outlet zu einem um 40% reduzierten Preis verkauft werden sollten. In diesem Fall gäbe es keine Absatzobergrenzen. Welche Auswirkungen würde dies auf den optimalen Produktionsplan in (a) haben?

Euer Team von *QuantsForFuture* soll ein LP-Modell aufstellen, um die Fragen der Unternehmensführung zu beantworten, und es mit dem Python-Interface von Xpress implementieren, so dass das Modell nicht nur für die hier gegebenen Daten funktioniert, sondern für beliebige Datensätze, d.h. insbesondere für eine beliebige Anzahl an verschiedenen Kleidungsstücke in der Kollektion und eine beliebige Anzahl an verwendeten Materialien. Alle Parameter müssen dabei von einer Excel-Datei eingelesen werden. Wenn das Modell das Problem gelöst hat, sollen der optimale Produktionsplan, die dabei anfallenden Kosten und ggf. andere nützliche Informationen ebenfalls per Excel ausgegeben werden.

Es ist auch eure Aufgabe, einen kurzen Report (Executive Summary, 1 bis 2 Seiten) für die Geschäftsführerin mit euren Empfehlungen zu schreiben. Die Empfehlungen sollten dabei so erläutert und begründet werden, dass sie Manager ohne Wissen in Mathematischer Programmierung verstehen können.

Überdies wird eine detaillierte Beschreibung des Modells, seiner Umsetzung auf dem Rechner und der Vorgehensweise bei der Beantwortung der das Unternehmen interessierenden Fragen in einem ausführlichen Anhang zu dem Kurzbericht erwartet. Der Kurzbericht kann sich auf diesen Anhang beziehen. Der Anhang sollte u.a. auch mit einer Tabelle aufwarten, die zeigt, wie die Größen des mathematischen Modells sich zu den Mengen, Parametern und Variablen der Python-Implementation verhalten.

Der Kurzbericht und der Anhang sollten insgesamt 10 Seiten nicht überschreiten. Nach unten hin gibt es keine Mindestanforderung an die Seitenzahl. Die Länge des Gesamtdokumentes ergibt sich direkt aus den inhaltlichen Erfordernissen des Textes; ein kurzes Dokument ist nicht per se schlechter als ein langes. *Zusätzlich* sind dem Dokument auch *weitere* Anhänge mit dem Python-Code und Screenshots/Print-outs der xls-Tabellen hinzuzufügen, *die nicht zur maximalen Seitenzahl zählen*. All diese Information sollte sich in *einer einzigen pdf-Datei* befinden.

Dieses Projekt macht 35% der Gesamtnote des Moduls "Operations Research" aus. Die Bewertung des eingereichten Projektmaterials erfolgt aufgrund der folgenden Kriterien:

- (a) der mathematischen Beschreibung des Modells,
- (b) der ausführlichen Erklärung dessen, wie das Modell funktioniert,
- (c) der Korrektheit, Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Modell- und Daten-Dateien,
- (d) der Erläuterung von Annahmen, die ggf. getroffen worden sind,
- (e) der Vorgehensweise und deren Begründung bei der Beantwortung der Fragen, die das Unternehmen interessieren,

(f) der Qualität und Nachvollziehbarkeit der Empfehlungen an das Unternehmen, also der Qualität des Management-Reports und

(g) der Vollständigkeit des eingereichten Projektmaterials.

Weitere Hinweise

(1) Bitte berücksichtigt bei dem Kurzbericht an die Geschäftsführung, was Entscheider gerne lesen möchten, d.h. versetzt euch in die Lage der Geschäftsführerin, die aufgrund eures Berichtes eine Entscheidung treffen muss. Achtet dabei auf Aspekte wie den Schreibstil, eine verständliche Einführung in die Problemstellung, um die es geht, etwaige Diagramme, den Level, auf dem die Entscheiderin eine Begründung benötigt und den Eindruck an Kompetenz, die euer Team von *QuantsForFuture* vermitteln möchte.

(2) Bitte nehmt euch Zeit für die ausführlichen Erläuterungen im Anhang und gut geschriebene Python-Files. Die Bewertung des Projektes hinsichtlich Kriterien wie Übersichtlichkeit, Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit ist auch eine direkte Funktion der Zeit, die es dauert nachzuvollziehen, was genau warum bei der Bearbeitung des Projektes gemacht worden ist. Insofern sollten die Ausführungen im Text nicht zu knapp ausfallen, d.h. in dieser Hinsicht spielt die Länge des Dokumentes sehr wohl eine Rolle. Die Vorlage eines inhaltlich korrekten mathematischen Modells umfasst lediglich rund ein Drittel bis 40% der Gesamtpunkte des Projektes, der Rest entfällt auf die Erläuterung, den Management-Bericht, die Qualität der Python-Files, die Beantwortung der Fragen, etc. Eine Literaturrecherche, Quellenangaben und ein Literaturverzeichnis sind für das Projekt nicht erforderlich.

(3) Für die Python-Implementierung und die Beantwortung der Fragen an das Unternehmen reichen die im Modul behandelten Befehle, Techniken und Methoden vollkommen aus, und diese müssen bei der Projektbearbeitung auch verwendet werden. Gegen kleine Erweiterungen beim Python-Code, wenn gewünscht, ist allerdings nichts einzuwenden.

(4) Bitte stellt sicher, dass das im Anhang zu dem Kurzbericht für das Management präsentierte mathematische Modell strukturell identisch ist zu dem im Python-File implementierten Modell. Deshalb kann nach einer ausführlichen Erläuterung des Modells der Abschnitt zur Python-Implementierung vergleichsweise kurz sein (d.h. ein oder zwei Absätze), wenn eine Tabelle hinzugefügt wird, die auflistet, welche mathematische Struktur (Indexmenge, Indizes, Skalarparameter, Vektorparameter) welcher Struktur im Python-Modell entspricht. Die Anzahl der Variablen und Nebenbedingungen gehört dabei übrigens auch zu den Informationen, die ein professioneller Bericht enthalten muss.

(5) Die Gruppengröße für ein Projekt-Team beträgt 2 bis 5 Mitglieder. Kommunikation zwischen den Teams ist nicht erwünscht und muss als Täuschungsabsicht bewertet werden. Für Rückfragen bei Schwierigkeiten mit dem Projekt, etwa Problemen mit der Implementierung in Python oder bei der Interpretation der Aufgabenstellung, stehe ich aber jederzeit zur Verfügung. Ggf. informiere ich dann die anderen Projektteams, um gleichwertige Bedingungen für alle herzustellen. Dazu schicke mir bitte jede Gruppe umgehend eine Email mit den Namen der Teammitglieder zur Anmeldung für das Projekt.

(6) Die Konzepte *Slack*, *Dualwert* und *reduzierte Kosten* sollten bei der Beantwortung der Fragen verwendet werden, wo sinnvoll. Die Sensitivitätsanalysen in (d) und (e) sollen mit den entsprechenden Python-Befehlen durchgeführt werden. Insbesondere für Frage (e) empfiehlt sich ein Diagramm.

Die Deadline für das Projekt ist Sonntag, der 5. November 2023. Die Unterlagen können per Email eingereicht werden. Neben dem oben genannten Projektbericht als pdf-Datei sind als Email-Anhang zusätzlich alle relevanten Python- und Excel-Dateien hinzuzufügen. Außerdem ist am Ende der pdf-Datei eine gemeinsame, unterschriebene Erklärung euer Projektteam-Mitglieder einzureichen, in der in wenigen Sätzen dargelegt wird, welches Teammitglied bei welchen Aspekten des Projektes in welcher Form mitgearbeitet hat, an die sich die übliche ehrenwörtliche Erklärung für Hausarbeiten anschließt.

Alle Dateien, also das pdf-File (das den Kurzbericht an das Management, den ausführlich erläuternden Anhang, das Python-File, die Screenshots/das Print-out der Excel-Tabelle und die Erklärungen der Projektteam-Mitglieder enthält) und die Python- und xls-Files selber, müssen dabei in einen gezippten Ordner gepackt werden, da der Email-Server der HWR andernfalls einige Dateien aus Sicherheitsgründen nicht versendet.

Viel Erfolg, *QuantsForFuture!* ☺

Kai Helge Becker
15.09.2023