

Standortentscheidung für die Europadistribution der Bulldogge GmbH – Lösung

Einführung

Die Bulldogge GmbH plant ihre Lagerkapazitäten zu erweitern, falls sich der Bau des neuen Lagers bzw. der neuen Lager lohnt. Bisher erzielte die Bulldogge GmbH einen Gewinn in Höhe von 4 Mio. Euro. Mit mindestens einem neuen Lager könnte das Unternehmen 25% mehr Umsatz machen, d.h. einen Umsatz in Höhe von 30 Mio. Euro. Die Frage lautet nun: Soll die Bulldogge GmbH ihre Lagerkapazitäten wirklich erweitern? Falls ja, welchen Standort oder welche Standorte sollte sie hierfür wählen?

Festzustellen ist also: Wie verändern sich die Kosten? Ist der Gewinn trotz ansteigender Kosten durch eine Standorterweiterung größer als 4 Mio. Euro?

Hierzu werden im Folgenden zwei Lösungen gezeigt, nämlich der intuitive Weg und die mathematische Lösung.

Intuitive Lösung

Für die Bulldogge GmbH bieten sich drei verschiedene Standortmöglichkeiten, von denen eine, aber auch zwei oder sogar alle drei realisiert werden können. Hierdurch ergeben sich nun folgende Szenarien:

- Nur in Bremen wird ein neues Lager gebaut.
- Nur in Stuttgart wird ein neues Lager gebaut.
- Nur in Dresden wird ein neues Lager gebaut.
- An den Standorten Bremen und Stuttgart wird jeweils ein Lager gebaut.
- An den Standorten Bremen und Dresden wird jeweils ein Lager gebaut.
- An den Standorten Stuttgart und Dresden wird jeweils ein Lager gebaut.
- Als letztes bietet sich die Möglichkeit alle drei Standorte zu nutzen, d.h. neue Lager in Bremen, Stuttgart und Dresden.

Für jedes dieser Szenarien gilt: Der Umsatz beträgt 30 Mio. Euro, da in jedem Fall die Lagerkapazität erweitert wird. Der Gewinn errechnet sich aus dem Umsatz abzüglich der Kosten. Für jedes einzelne Szenario müssen also die jeweiligen Kosten errechnet werden, die sich zusammensetzen aus:

- Den Transportkosten vom Werk das/die neuen Lager (a)
- Den Fixkosten für das/die Lager (b)
- Den Transportkosten zu den Verkaufsregionen, wobei hier zu beachten ist, dass eine Verkaufsregion nur von einem einzigen Lager beliefert werden darf. Sinnvoll ist es deshalb hier die minimalen Kosten von den bestehenden Lagern zu einer Verkaufsregion in die Berechnung einfließen zu lassen. (c)

Berechnet man nun für jedes Szenario die Kosten (Summe von (a), (b) und (c)) und den dadurch entstehenden Gewinn, so ergibt sich, dass durch den Bau von einem Lager in Stuttgart und einem Lager in Dresden ein maximaler Gewinn in Höhe von 8 Mio. Euro erzielt werden kann.

Mathematische Lösung

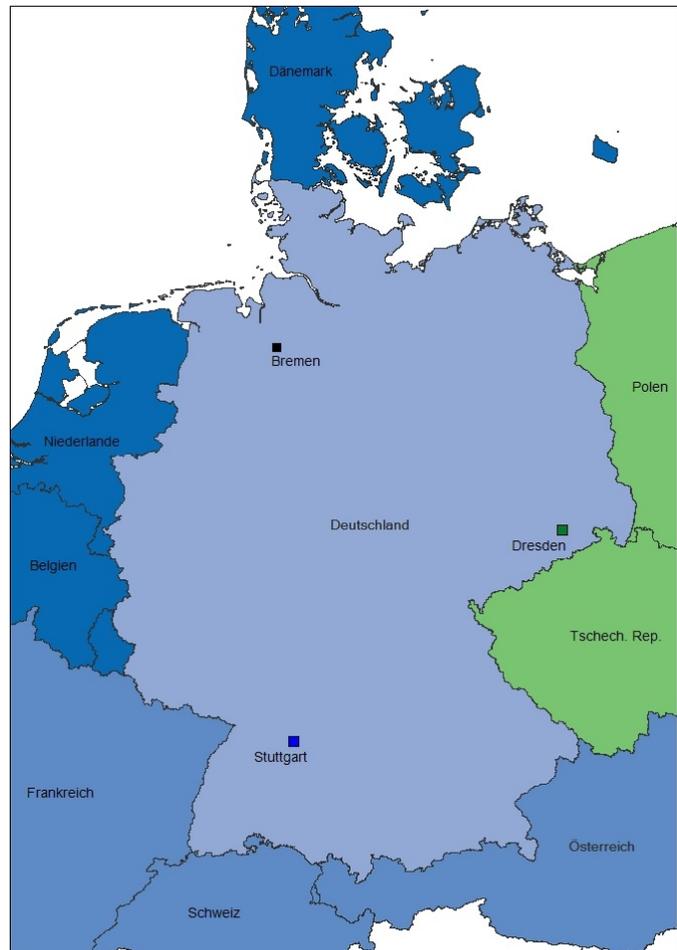
Kostenminimierung statt

Gewinnmaximierung

Hierfür muss zuerst geklärt werden, was man an diesem Problem minimieren oder maximieren will. Da die Bulldogge GmbH als wirtschaftliches Unternehmen den Gewinn im Vordergrund sieht, will sie diesen natürlich maximieren. Da der Umsatz jedoch fest ist, nämlich bei 30 Mio. Euro, lässt sich die Gewinnmaximierung auch als Kostenminimierung auffassen.

Wie sich die Kosten zusammensetzen, haben wir vorher schon geklärt. Dies muss man nun mit Hilfe von mathematischen Variablen formulieren:

- Die Transportkosten vom Werk zum Lager: $t_i \in \mathbb{N}_0$ mit $i = 1,2,3$
- Die Fixkosten für den Bau eines Lagers: $f_i \in \mathbb{N}_0$ mit $i = 1,2,3$
- Die Kosten von einem Lager zu einer Verkaufsregion: $v_{ij} \in \mathbb{N}$ mit $j = 1,2,3,4$



Nebenbedingungen

Hinzu kommen noch folgende Bedingungen:

- Variable y_i gibt an, ob Lager i gebaut wird oder nicht, $y_i \in \{0,1\}$. Da mindestens ein Lager gebaut wird, soll weiterhin gelten: $y_1 + y_2 + y_3 > 0$
- Variable b_{ij} gibt an, ob eine Verkaufsregion von einem Lager beliefert wird, oder nicht: $b_{ij} \in \{0,1\}$ mit $y_1 b_{1j} + y_2 b_{2j} + y_3 b_{3j} = 1$ für $j = 1, \dots, 4$, da eine Verkaufsregion nur von einem Lager beliefert werden kann.
- Für die Kosten K muss gelten: $K < 26$, da sonst der Gewinn kleiner oder gleich dem Gewinn ohne Bau eines neuen Lagers ist.

Zielfunktion

Die Kostenminimierung lässt sich nun mit folgender Zielfunktion mathematisch beschreiben:

$$K = \sum_{i=1}^3 \left(y_i(t_i + f_i) + \sum_{j=1}^4 y_i b_{ij} v_{ij} \right) \rightarrow \min$$

Löst man dieses Problem, so ergibt sich für $y_1 = 0, y_2 = 1 = y_3$. Optimaler Weise sollten neue Lager in Stuttgart und Dresden gebaut werden.

Ausblick

Dieses Rätsel ist, wie schon in der Aufgabenstellung beschrieben, sehr einfach gehalten, sodass es möglich ist, ohne großen mathematischen Aufwand die richtige Lösung zu finden. Dies ist nicht mehr möglich, wenn das Problem umfangreicher wird, was im Folgenden aufgezeigt wird:

Neue Verkaufsregion Großbritannien

Die Bulldogge GmbH erhält nun auch das Angebot nach Großbritannien zu liefern. Damit würde sich der Umsatz auf insgesamt auf 38 Mio. Euro steigern, wenn eine Standorterweiterung vorgenommen wird. Andernfalls reichen die Kapazitäten nicht aus, um den Bedarf in Großbritannien zu decken. Die Transportkosten in Mio. Euro in die neue Region belaufen sich wie folgt:

Region	Lager I: Bremen	Lager II: Stuttgart	Lager III: Dresden
Großbritannien	9	11	14

Die minimalen Kosten errechnen sich nach obigen Formeln. Insgesamt ergeben sich Kosten in Höhe von 34 Mio. Euro, wenn an allen drei möglichen Standorterweiterungen gebaut wird. Da der Gewinn wie schon ohne Standorterweiterung und den Auftrag in Großbritannien 4 Mio. Euro beträgt, wird der Auftrag, nach Großbritannien zu exportieren, wahrscheinlich nicht angenommen werden.

In diesem Modell gibt es genauso viele Szenarien, wie in der ursprünglichen Aufgabe, jedoch muss man insgesamt statt 12 Vergleichen pro Szenario nun 15 Vergleiche durchführen, was die Berechnung aufwendiger macht.

Zwei neue Lager in Erfurt und Lindau

Die Bulldogge GmbH hat weiter nach möglichen Standorterweiterungen gesucht und zwei Grundstücke, in Erfurt und in Lindau, für neue Lager ausfindig gemacht. Auch hier werden zuerst Fixkosten und Transportkosten von Werk zu Lager in Mio. Euro aufgestellt:

Standort	Transportkosten Werk-Lager	Fixkosten Lager
Lager IV: Erfurt	2	1
Lager V: Lindau	3	4

Die Kosten vom Lager in die vier ursprünglichen Regionen in Mio. Euro:

Standort	Verkaufsregion A	Verkaufsregion B	Verkaufsregion C	Verkaufsregion D
Lager IV: Erfurt	4	6	4	2
Lager V: Lindau	6	3	8	4

Mit dem Bau eines Lagers in Erfurt und in Stuttgart betragen die Kosten 20 Mio. Euro. Bei einem Umsatz in Höhe von 30 Mio. Euro ergibt sich also ein Gewinn in Höhe von 10 Mio. Euro.

Hier erhöht sich die Anzahl der Szenarien von 7 auf 31, das mathematische Modell verändert sich allerdings nicht.

Neue Verkaufsregion Großbritannien und zwei neue Lager in Erfurt und Lindau

Der Auftrag, nach Großbritannien zu exportieren, wurde vom Betriebsrat beschlossen, der Bau der Lager noch nicht. Es stehen nun die Möglichkeiten in Bremen, Stuttgart, Dresden, Erfurt und Lindau zu bauen, zur Auswahl. Das Angebot bleibt dasselbe wie in oben. Die Transportkosten in Mio. Euro von Erfurt und Lindau nach Großbritannien sind:

Region	Lager IV: Erfurt	Lager V: Lindau
Großbritannien	15	14

Mit diesen Angaben stellt sich heraus, dass man ein Lager in Bremen und Erfurt bauen sollte, um die Kosten auf 29 Mio. Euro zu minimieren. Damit ergibt sich ein Gewinn in Höhe von 9 Mio. Euro für die Bulldogge GmbH.

Zur Berechnung ergeben sich hier 31 Szenarien mit 25 Vergleichen pro Szenario, was deutlich umfangreicher ist, als das Ursprungsproblem.