

Investitionsentscheidung unter Unsicherheit

MaxiMin- und MiniMax-Prinzip Maschineninvestitionen



Oft müssen in Produktionsunternehmen Entscheidungen getroffen werden über den Ausbau der Kapazitäten, ohne genau zu wissen, welche Aufträge in Zukunft gewonnen werden können. Man muss Annahmen treffen über Nutzungsgrad, Nutzungszeitraum, Investitionskosten und kalkulatorische Zinsen. Meist bleiben aber dann dennoch verschiedene Alternativen, zwischen denen man sich entscheiden muss. Wie man das rational und für Dritte nachvollziehbar durchführen kann, wird hier dargestellt.

Situation

Ein kleines Unternehmen der Metallverarbeitung arbeitet seit vielen Jahren mit nur wenigen großen Kunden zusammen. Die Zusammenarbeit läuft von beiden Seiten überwiegend zufriedenstellend. Man kann sich in der Regel auf die mündlichen Zusagen der Einkäufer verlassen. Der Einkäufer eines Kunden stellt für die nächste Zeit einen Auftrag in Aussicht. Es wird einer unter drei möglichen sein, abhängig von der endgültigen Konstruktionsfreigabe des Kunden. Für jeden der drei möglichen Aufträge A, B, C muss die Produktionskapazität erweitert werden. Der Produktionsleiter könnte die Kapazität erweitern, indem er a) eine vorhandene Maschine ausbaut und aufrüstet, b) eine neue Universalmaschine kauft oder c) eine Spezialmaschine anschafft. Wenn der Auftrag des Kunden kommt, muss innerhalb sehr kurzer Zeit geliefert werden. Die Lieferzeit für die Erstlieferung ist wesentlich kürzer als die Zeit, die für den Ausbau der Kapazitäten benötigt wird. Daher ist man gezwungen, die Entscheidung über die Erweiterung der Produktionskapazität zu treffen, bevor man weiß, welcher Auftrag nun vom Kunden kommen wird.

Situation als Entscheidungsbaum

Aufgrund der Zeichnungen, Stückzahlprognosen und vom Kunden genannter Auftragslaufzeit sowie einiger zusätzlicher Annahmen und Vorgaben rechnet die Kalkulationsabteilung durch, wie der Gewinn aussehen würde. Da 3 Ausbaualternativen für die Produktionskapazität vorhanden sind und einer von 3 möglichen Aufträgen kommt, ergeben sich $3 \times 3 = 9$ mögliche Ergebnisse je nachdem welche Kombination Kapazität:Auftrag letztlich zutrifft. In einem Entscheidungsbaum werden die Alternativen übersichtlich dargestellt. Die Alternativen für den Produktionsausbau sind mit a bezeichnet (= Alternative), die möglichen Auftragsalternativen mit z (=Zustände).

Wenn man wüsste, dass Auftrag A ($= z_1$) kommt, dann würde man sich für den Ausbau der vorhandenen Kapazitäten entscheiden (a_1). Der Gewinn wäre dann mit 60.000 € am höchsten. Könnte man mit Auftrag z_3 rechnen, dann wäre es am besten, wenn man eine Spezialmaschine anschafft (a_3); der Gewinn läge dann bei 80.000 €. Ein vorsichtiger Produktionsleiter wird sich möglicherweise für eine Kapazitätsalternative entscheiden, die unter den ungünstigen Umständen den höchstmöglichen Gewinn erreicht. Wie kann dies systematisch und nachvollziehbar ermittelt werden?

Investitionsentscheidung unter Unsicherheit

MaxiMin- und MiniMax-Prinzip Maschineninvestitionen

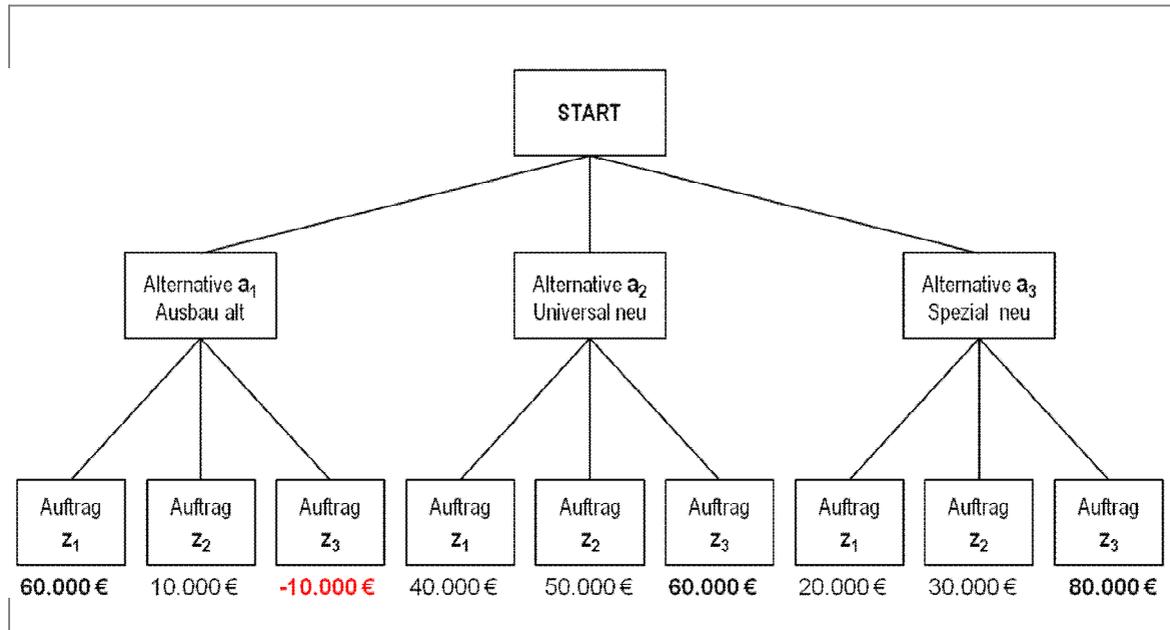


Abbildung 1: Gewinne bei den verschiedenen Kombinationen Kapazitätsausbau:Auftrag.

Die Situation in der Entscheidungsmatrix

Das Entscheidungsdilemma kann in einer Matrix dargestellt werden (Abbildung 2). Sie besteht hier aus 3 Zeilen, den möglichen Alternativen für den Kapazitätsausbau (a), und aus 3 Spalten, den erwarteten Aufträgen (z). Im Kreuzpunkt von Zeile und Spalte steht der entsprechende Gewinn. Wenn man sich z.B. für die Alternative a₁ (Aufrüstung vorhandener Maschine) entscheiden würde und der Auftrag B kommt (z₂), dann würde ein Gewinn von 10.000 € entstehen. Das entsprechende Feld in der Matrix hat die Bezeichnung e₁₂ (also Alternative a₁ kombiniert mit Zustand z₂).

	Z ₁ : Auftrag A kommt	Z ₂ : Auftrag B kommt	Z ₃ : Auftrag C kommt
a ₁ : Ausbau vorhandener Maschinen	e ₁₁ = 60.000 €	e ₁₂ = 10.000 €	e ₁₃ = -10.000 €
a ₂ : Anschaffung Universalmaschine	e ₂₁ = 40.000 €	e ₂₂ = 50.000 €	e ₂₃ = 60.000 €
a ₃ : Anschaffung Spezialmaschine	e ₃₁ = 20.000 €	e ₃₂ = 30.000 €	e ₃₃ = 80.000 €

Abbildung 2: Verschiedene Kombinationen Kapazitätsausbau:Auftrag mit den zugehörigen Gewinnen

Entscheidung eines risikoscheuen Entscheiders

Wie kommt nun der Produktionsleiter zu einer Entscheidung, die er auch dem Geschäftsführer gegenüber begründen und vertreten kann? Nehmen wir an, der Produktionsleiter wäre ein eher vorsichtiger Manager, was bei Produktionsleitern häufig der Fall ist. Die erste Frage, die er sich stellen muss ist: *Wenn ich mich entweder für die Alternative a₁, oder a₂ oder a₃ entscheiden würde,*

Investitionsentscheidung unter Unsicherheit

MaxiMin- und MiniMax-Prinzip Maschineninvestitionen

was wäre das jeweils schlechteste Ergebnis, das dabei herauskommt? Aus der Matrix kann man erkennen, dass es bei a_1 , das Ergebnis $e_{13} = -10.000$ € wäre, bei a_2 das Ergebnis $a_{21} = 40.000$ € und bei a_3 das Ergebnis $e_{31} = 20.000$ €. Er ermittelt also in der Entscheidungsmatrix das jeweilige Zeilenminimum für jede der drei Alternativen a_1, a_2, a_3 . Die zweite Frage, die er sich stellt ist: *Welches Ergebnis von den schlechtesten Ergebnissen ist das beste?* Das ist rasch erkannt. Es ist das Ergebnis $a_{21} = 40.000$ €. Die letzte Frage, die sich der Produktionsleiter nun noch stellt ist: *Bei welcher Alternative a kommt das eben ermittelte beste der schlechtesten Ergebnisse zustande?* Aus der Tabelle kann man entnehmen, dass es die Alternative a_2 ist, also die Anschaffung einer Universalmaschine. Das wäre die Lösung des Entscheidungsproblems für einen Entscheider, der auf der sicheren risikofreudigen Seite bleiben will. In der Entscheidungstheorie wird dieses Prinzip das *MiniMax-Prinzip* genannt.

Entscheidung eines risikofreudigen Entscheiders

Wenn nun der Geschäftsführer eine andere Entscheidungsmentalität hätte als der Produktionsleiter, z.B. risikofreudiger wäre und die maximale Gewinnchance nutzen wollte, dann könnte man die zu wählende Alternative für die Produktionserweiterung ähnlich ermitteln. Man würde nur pro Zeile das Maximum ermitteln und von diesen Maxima wiederum das Maximum. In Abbildung 2 wäre das Maximum von Zeile a_1 der Betrag $a_{11} = 60.000$ €, in Zeile a_2 der Betrag $a_{23} = 60.000$ € und in Zeile a_3 der Betrag von $e_{33} = 80.000$ €. Das Maximum aus diesen drei Beträgen liegt bei $a_{33} = 80.000$ €, das bei einer Entscheidung für die Alternative a_3 (= Anschaffung Spezialmaschine) erreicht werden könnte. In der Entscheidungstheorie wird dieses Prinzip das *MaxiMax-Prinzip* genannt.

Kommt allerdings nicht der Auftrag C (= z_3) sondern A (= z_1), dann erwirtschaftet das Unternehmen nur einen Gewinn von $e_{31} = 20.000$ €. Auch wenn Auftrag B (= z_2) kommen würde, dann wäre das Ergebnis schlechter, als wenn man sich – wie vom Produktionsleiter vorgeschlagen – die Ausbaualternative a_2 (= Anschaffung Universalmaschine) entschieden hätte. Die Situation würde sich vielleicht ändern, wenn man die Wahrscheinlichkeiten kennen oder fundiert schätzen würde, mit der Auftrag A, B, C kommt. Im Beispiel wird letztlich angenommen, dass alle drei Aufträge die gleiche Realisierungschance haben.

Die beschriebene Methode zeigt den Weg, wie man die Risiko vermeidende oder die Chancen nutzende Alternative finden kann. Welche man wählt, hängt von der Risikofreude des Entscheiders ab. Er gibt das Entscheidungsziel vor. Die Methode ist lediglich Werkzeug.

Autorenprofil

Name: Walter R. Kaiser
Geschäftsführender Gesellschafter

Firma: METALAX GmbH
Beratungs- und Beteiligungsgesellschaft
Schulstr. 12, 71296 Heimsheim
eMail: info@metalax.de Internet: www.metalax.de

Berufserfahrung: Dipl.-Ing. und Dipl.-Wirtschafts-Ing. Verkäufer, Vertriebsleiter und Geschäftsführer in verschiedenen technischen Branchen (IT, Elektrotechnik/Elektronik, Kfz-Zulieferer). Lehraufträge an den Hochschulen Esslingen und Karlsruhe über Vertriebsmanagement und Entscheidungstechnik. Beirat mittelständischer Unternehmen. Beratungen und Seminare mit Schwerpunkt Vertrieb, Sanierung, Strategie, Kooperation.