# Beurteilung von Technologiealternativen unter Berücksichtigung qualitativer Kriterien

## (Kosten-Nutzen-Analyse - Alternativenbewertung[1])

1 Ausgangssituation ..... 1
2 Rechnerische Investitionsbeurteilung ..... 3
3 Einbeziehung von qualitativen Nutzenkriterien in die Investitionsbeurteilung ..... 3
4 Bearbeitung der Fallstudie ..... 4
4.1 Rechnerische Investitonsbeurteilung ..... 4
4.2 Einbeziehung qualitativer Nutzenkriterien ..... 8
4.3 Löung zur Fallstudie ..... 11

## 1 Ausgangssituation

In einem Maschinenbauunternehmen steht eine größere Ersatzinvestition bei der Bohr-/Fräsbearbeitung an. Auf den zu beschaffenden Maschinen sollen ca. 20 bis 30 verschiedene Werkstücke mit unterschiedlichen Stückzahlen bearbeitet werden. Zur Vereinfachung soll von einem repräsentativen Teil - einem Kolbengehäuse - ausgegangen werden, das die durchschnittliche Stück- und Rüstzeit widerspiegelt. Der Monatsbedarf beträgt ca. 700 Werkstücke.

Folgende technische Alternativen stehen zur Wahl:

I. Konventionelle Maschinen.
   Beschaffungspreis je Maschine 300.000,-- €.
   Für jede Maschine ist eine Bedienungsperson notwendig.

II. Unverkettete Bearbeitungszentren mit automatischem Werkstück- und Werkzeugwechsel, Werkstück - und Werkzeugspeicher.
   Beschaffungspreis je Maschine 700.000,-- €.
   Für jede Maschine ist eine Bedienungsperson notwendig.

[1] Die Basis dieser Fallstudie: Warnecke, Bullinger, Voegele, Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure, Hanser Verlag, ISBN 3-446-18593-3.

III. Fertigungszellen, bestehend aus zwei verketteten Bearbeitungszentren, automatischem Werkstück- und Werkzeugwechsel, für eine bedienerlose dritte Schicht ausreichend großem Werkstück- und Werkzeugspeicher. Beschaffungspreis je Zelle 1.800.000,-- €.
Für die Bedienung der Zelle sind in den Tagesschichten 2 Personen, in der Nachtschicht 1 Person zur Überwachung notwendig.

Annahmen:

(1) Bei allen Alternativen soll von einer Maschinenverfügbarkeit von 80 % bei 1.600 Std./Schicht/Jahr ausgegangen werden.

(2) Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer für das repräsentative Werkstück beträgt einschl. der anteilsmäßigen Rüstzeiten bei den konventionellen Maschinen 66 Min./Stück und bei den Bearbeitungszentren 50 Min./Stück.

(3) Grundsätzlich wird im Zwei-Schicht-Betrieb gearbeitet. Bei der Entscheidung für die Fertigungszelle wäre eine (bedienerarme) dritte Schicht möglich.

(4) Bei den Alternativen soll von einer gleichen Nutzungsdauer (8 Jahre), einem Zinssatz von 10 % und einem Nettoliquidationserlös von Null ausgegangen werden.

(5) Bei den Bearbeitungszentren (Alternativen II und III) wird im Gegensatz zu den konventionellen Maschinen eine Senkung der wirtschaftlichen Losgrößen der zu produzierenden Werkstücke von einem Halbjahresbedarf auf einen Monatsbedarf möglich. Ein Werkstück hat einen Wert von 200,-- €.

(6) Der Instandhaltungsfaktor (jährliche Maschinenkosten * 100/ Beschaffungspreis) soll für alle Alternativen gleich vom ersten bis zum letzten Nutzungsjahr von 1,0 % um je 0,25 % pro Jahr auf 3,0 % ansteigen.

(7) Beim Personal ist von monatlichen Gesamtaufwendungen von 5.000,-- €/Person (incl. Lohnnebenkosten) auszugehen.

(8) Werkzeug-, Raum- und Energiekosten werden als jeweils gleich angenommen.

(9) Der Aufwand in der Arbeitsvorbereitung durch Um-/Neuprogrammierung von Teilen wird bei den Bearbeitungszentren doppelt so hoch wie bei den konventionellen Maschinen sein. Im Jahr ist mit 10 neuen Werkstücken und den dafür notwendigen Programmierkosten von insgesamt 10.000,-- € bzw. 20.000,-- € zu rechnen.

## 2 Rechnerische Investitionsbeurteilung

Als Führungskraft tragen Sie die Verantwortung und müssen über das Investitionsvorhaben entscheiden. Zunächst sollten Sie als Grundlage Ihrer Entscheidung eine quantitative Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Alternativen vornehmen.

Tipp: Es ist eine genaue Kapazitätsanalyse durchzuführen, die finanziellen Wirkungen von Durchlaufzeitverkürzungen sind zu berücksichtigen und die Konsequenzen einer dritten (bedienerarmen) Schicht zu beachten.

## 3 Einbeziehung von qualitativen Nutzenkriterien in die Investitionsbeurteilung

Die Ergebnisse der Kostenvergleichsrechnung zu den im ersten Abschnitt geschilderten Investitionsalternativen reichen Ihnen natürlich noch nicht aus.

Folgende, die Entscheidung ggf. beeinflussende zusätzliche Faktoren werden gesehen:

- Das Unternehmen plant in den nächsten Jahren, eine umfassende rechnerintegrierte Produktion zu realisieren, sodass auf technische und organisatorische Integration der Maschinen zu achten ist.
- Bei allen Investitionen ist darauf zu achten, dass die langen Durchlaufzeiten in der Fertigung verkürzt, Lagerbestände abgebaut und die Marktflexibilität erhöht werden.
- Fluktuationsrate und Krankenstand im Unternehmen sind sehr hoch. Lassen sich mit bestimmten Investitionsalternativen Verbesserungen erwarten?
- Mit Besorgnis sieht man weitere Arbeitszeitverkürzungen auf sich zukommen. Auch weiß man nicht so recht, wie sich Arbeitszeitflexibilisierungsmodelle auf die Produktion auswirken. Sind die Investitionsalternativen in diesem Zusammenhang gesondert zu bewerten?
- Man will besonderen Wert auf geringe Umrüstzeiten zur Erhöhung der Flexibilität und Senkung der Durchlaufzeit legen.
- Es sollen auch technische Merkmale wie Bedienerfreundlichkeit, Verfügbarkeit und Fertigungsgenauigkeit in die Entscheidung einbezogen werden.

- Ein Problem der bisherigen Maschinen war der hohe Anteil an Nacharbeit bzw. Ausschuss. Bei der Neuinvestition soll auf die Erreichung hoher Qualität besonderer Wert gelegt werden.

Sie sollten daraufhin Ihre Wirtschaftlichkeitsrechnung überprüfen und analysieren, ob die von der Geschäftsleitung angeführten Argumente bereits berücksichtigt sind oder noch in die Rechnung aufgenommen werden können. Da bestimmte Kriterien nicht quantifizierbar sind, sollte für diese eine Systematik erstellt und eine subjektive Bewertung mittels einer Nutzwertanalyse durchgeführt werden (Zielerfüllungswert von 0 bis 10 bewerten). Kosten- und Nutzengrößen sollen zur Erhöhung der Transparenz in ein Kosten-Nutzen-Diagramm eingetragen werden. Außerdem ist ein Nutzwert-Kosten-Quotient zu ermitteln.

# 4 Bearbeitung der Fallstudie

## 4.1 Rechnerische Investitonsbeurteilung

### 4.1.1 Kapazitätsanalyse

Voraussetzung für die Durchführung einer Investitionsrechnung ist eine detaillierte Kapazitätsanalyse. Auf der Basis des erwarteten Produktionsvolumens muss ermittelt werden, wie viele Aggregate bei gegebenen Einsatzbedingungen benötigt werden. Nur der Vergleich von Kosten leistungsäquivalenter Alternativen führt zu einem sinnvollen Ergebnis.

| | | | Alternativen | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Kennzahl** | | **I** | **II** | **III** |
| **1.** | Zeit je Stück | [Minuten] | | | |
| **2.** | Zeitbedarf pro Monat | [Stunden] | | | |
| **3.** | Zeitbedarf pro Monatsschicht | [Stunden] | | | |
| **4.** | benötigte Maschinen | | | | |
| **4.1** | nutzbare Kapazität pro Monat und Schicht | [Stunden] | | | |
| **4.2** | Anzahl Maschinen | | | | |

**Bild 1: Kapazitätsanalyse**

### 4.1.2 Anzuwendende Rechenmethodik

In der betriebswirtschaftlichen Literatur wird überwiegend die Anwendung von dynamischen Investitionsrechenverfahren (Kapitalwertmethode, interne Zinsfußmethode, Annuitätenmethode) vorgeschlagen. Allein mit diesen Methoden ist es möglich, alle im Zusammenhang mit einer Investition über die gesamte Nutzungsdauer anfallenden Zahlungen gemäß ihrem zeitlichen Anfall zu berücksichtigen. In ihrer strengsten Form (Zuordnung aller Ein- und Auszahlungen) sind diese Methoden nur in seltenen Fällen in der Praxis einsetzbar. Die Zurechnung von Einzahlungsströmen ist z. B. insgesamt für eine neue Produktionsstätte möglich, wo ein komplettes Produkt hergestellt wird, aber nicht für eine Maschine in

einem mehrstufigen Produktionssystem. Deshalb sind folgende vereinfachte Formen üblich:

- Bei Rationalisierungsinvestitionen können die erwarteten jährlichen Kosteneinsparungen als "Erlöse" angesetzt werden. (Dies ist hier nicht möglich, weil Alternativen einer Ersatzbeschaffung betrachtet werden).
- Man bezieht sich nur auf die Ausgabenseite, sodass z. B. die Kapitalwerte aller Ausgaben pro Alternative ermittelt werden.

Im zweiten Fall ist es nicht möglich, die absolute Wirtschaftlichkeit einer Investition zu ermitteln, sondern nur die kostengünstigste Alternative auszuwählen. Deshalb müssen beim Alternativenvergleich nicht, wie bei der Berechnung der absoluten Wirtschaftlichkeit, alle im Zusammenhang mit der Investition stehenden Zahlungen berücksichtigt werden, sondern es genügt, wenn nur diejenigen einbezogen werden, die sich hinsichtlich der einzelnen Alternativen unterscheiden (relevante Kosten).

Diese Vorgehensweise wäre auch für das Fallbeispiel vorzuschlagen. Aus Vereinfachungsgründen soll allerdings eine statische Kostenvergleichsrechnung durchgeführt werden. Diese führt dann zu denselben Ergebnissen, wenn eine homogene Kostenstruktur über die gesamte Nutzungsdauer vorliegt, was hier angenommen werden kann.

### 4.1.3 Kostenvergleich

Bei Gegenüberstellung der ermittelten Alternativen gleicher Kapazität kann der jährliche Kostenanfall leicht den Angaben entnommen werden. Um die kostenmäßige Wirkung der erreichbaren Durchlaufzeitverkürzung ersichtlich zu machen, sind die kalkulatorischen Zinsen des beeinflussbaren Umlaufvermögens in die Rechnung einzubeziehen.

Die Vielseitigkeit und kurzfristige Umrüstbarkeit ermöglichen eine wirtschaftliche Produktion in kleineren Losen, was sich im Beispiel durch eine Senkung der wirtschaftlichen Losgrößen von einem Halbjahresbedarf auf einen Monatsbedarf ausdrückt.

| | | | Alternativen | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Kostenart** | | **I** | **II** | **III** |
| **1.** | Abschreibungen (8 Jahre ND, lineare Abschreibung) | [T€ p.a.] | | | |
| **2.** | Kalkulatorische Zinsen auf das Anlagevermögen ($p_k$ = 10%) | [T€ p.a.] | | | |
| **3.** | Personalkosten (5 T€ pro Mitarbeiter, Schicht und Monat | [T€ p.a.] | | | |
| **4.** | Kalkulatorische Zinsen auf das Umlaufvermögen ($p_k$ = 10 %) | [T€ p.a.] | | | |
| **5.** | Kosten f. Instandhaltung (1% mit jährl. Steigerungsrate von 0,25% über 8 Jahre) øWert: 2% auf Anlagevermögen | [T€ p.a.] | | | |
| **6.** | Kosten für Arbeitsvorbereitung | [T€ p.a.] | | | |
| | Summe der relevanten Kosten | [T€ p.a.] | | | |
| | Rang | | | | |

**Bild 2: Jährliche Kosten pro Alternative (in T€)**

## 4.2 Einbeziehung qualitativer Nutzenkriterien

Zu den bislang aufgeführten Argumenten ist folgendes zu bemerken:

- Die Integrationsfähigkeit der Alternativen in ein CIM-Konzept ist unterschiedlich zu beurteilen. Konventionelle Maschinen sind zwar i. d. R. CNC-fähig, aber nicht immer zu einem Verbund bzw. einer Fertigungszelle integrierbar. Somit hat Alternative I erhebliche Nachteile gegenüber II und III. Bei den Bearbeitungszentren II sind schon gewisse Integrationsschritte erreicht, noch mehr bei der Fertigungszelle (III) (Zellenrechner steuert den Gesamtprozess einschl. des Zugriffs auf einen gemeinsamen Werkstückspeicher und Werkzeugpool).
- Die kostenmäßige Seite einer Durchlaufzeitverkürzung wurde bereits beim "Kostenvergleich" berücksichtigt. Darüber hinaus führt eine Durchlaufzeitverkürzung zu einer Erhöhung der Marktflexibilität des Unternehmens, die sich u.U. in zusätzlichen Aufträgen auswirken kann. Diesbezüglich sind die Alternativen I und III als wesentlich günstiger anzusehen.
- Die Fluktuationsrate und der Krankenstand wirken sich eindeutig auf die Personalkosten aus. Die kurz angesprochene Situation dürfte wohl eher auf den Führungsstil und die allgemeinen Arbeitsbedingungen zurückzuführen sein. Mit der Investition in Bearbeitungszentren wird sich daran wohl kaum etwas ändern.
- Arbeitszeitverkürzungen fallen bei der lohnintensiveren Alternative I weit mehr ins Gewicht als bei den Alternativen II und III (Lohnkostenverhältnis 1 : 0,75 : 0,625).
- Eine Arbeitszeitflexibilisierung lässt sich mit Alternativen II und III leichter realisieren, weil durch den Werkstück- und Werkzeugspeicher eine zeitliche Entkopplung des Maschinenbedieners vom Bearbeitungsprozess möglich ist.
- Geringe Umrüstzeiten verstärken die bereits im zweiten Abschnitt beschriebenen Effekte.
- Die Bedienerfreundlichkeit beeinflusst die bereits angesprochenen Faktoren Akzeptanz und Motivation. Aussagen über die Bedienerfreundlichkeit der Alternativen können auf der Basis der Angaben nicht gemacht werden. Tendenziell bemüht man sich bei modernen Maschinenkonzepten um einfache Handhabbarkeit.
- Die Verfügbarkeit wurde bereits in der Rechnung als für alle Alternativen gleich einbezogen.

- Fertigungsgenauigkeit und Qualität sind grundsätzlich gleichermaßen bei konventionellen Maschinen und Bearbeitungszentren erreichbar. Durch Kopplung mit einem rechnerintegrierten System (direkte Verwendung der CAD-Geometriedaten für die CNC-Steuerprogramme) können Fehler vermieden werden.

Von den diskutierten Argumenten sind diejenigen für die Nutzwertanalyse heranzuziehen, die nicht schon rechnerisch erfasst und relevant sind. Es ist darauf zu achten, dass die Kriterien möglichst überschneidungsfrei systematisiert werden. Als solche kommen infrage:

**Zielkriterien:**
(1) Eignung für eine rechnerintegrierte Produktion,
(2) Marktflexibilität,
(3) Arbeitzeitverkürzung und -flexibilisierung,
(4) Fertigungsqualität.

| | | **Alternativen** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **I** | | **II** | | **III** | |
| **Zielkriterien** | **Gewichtung** gi in % | Konventionelle Maschinen | | unverkettete Bearbeitungszentren | | Fertigunszelle | |
| ZW = Zielwert | | ZW | TN | ZW | TN | ZW | TN |
| TN = Teilnutzen | | yi | yi * gi | yi | yi * gi | yi | yi * gi |
| | | | | | | | |
| 1. Eignung für eine rechnerintegr. Produkt. | | | | | | | |
| 2. Marktflexibilität | | | | | | | |
| 3. Arbeitszeitverkürzung u. -flexibilität | | | | | | | |
| 4. Fertigungsqualität | | | | | | | |
| Nutzwert | | | | | | | |
| **Rangordnung** | | | | | | | |

**Bild 3: Nutzwertanalyse**

Zur weiteren Transparenz des Entscheidungsproblems soll der Nutzen pro investierter 100 T€ und Alternative durch Angabe eines Nutzwert-Kosten-Quotienten dargestellt werden:

$$\textbf{Nutzwert-Kosten-Quotient } (NKQ_{I\text{-}III}) = \frac{\text{Nutzwert}}{\text{Kosten}}$$

$NKQ_{I}$ =

$NKQ_{II}$ =

$NKQ_{III}$ =

Die dazugehörigen Kosten p. a. und Nutzwerte sollen einander gegenübergestellt werden.

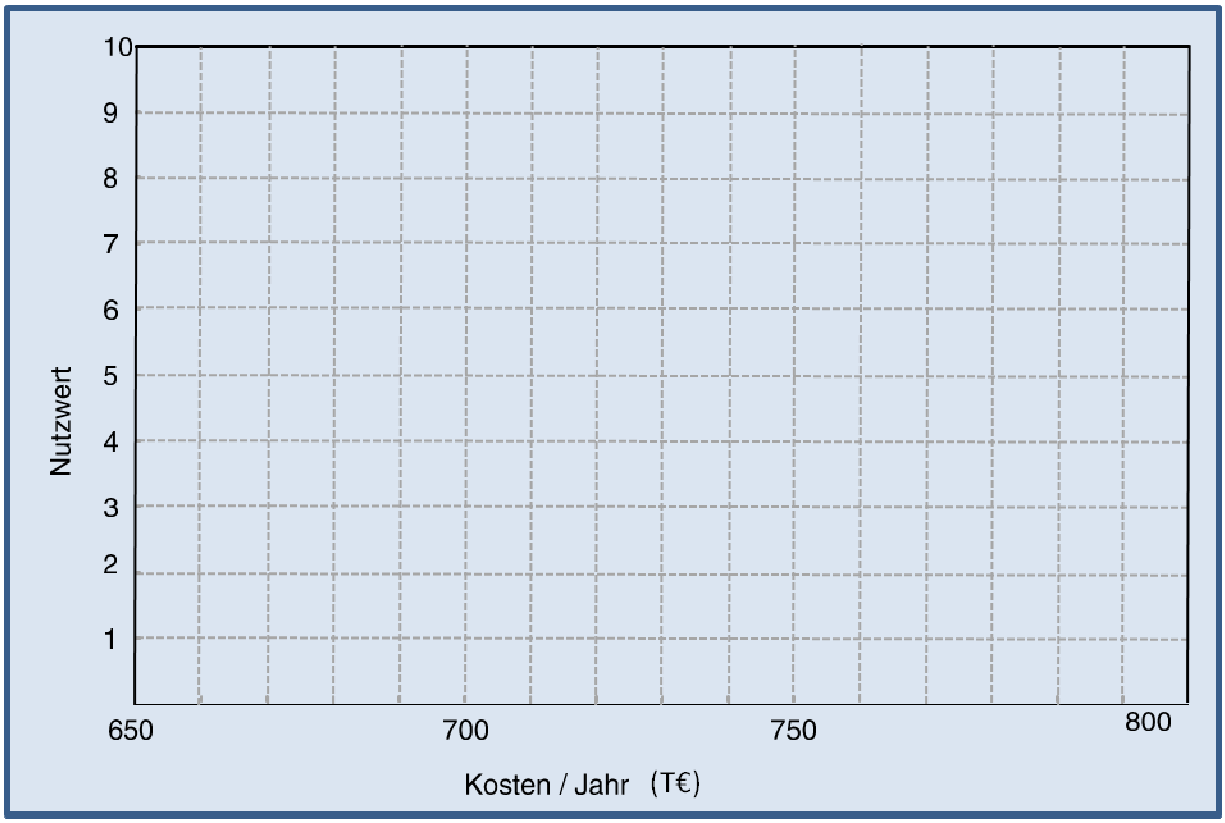


Bild 4: Kosten-Nutzen-Analyse

## 4.3 Löung zur Fallstudie

das Ergebnis einer Kapazitätsbetrachtung ist im nachfolgenden Bild 5 wiedergegeben.

| | | | | Alternativen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Kennzahl** | | **I** | **II** | **III** |
| 1. | Zeit je Stück | [Minuten] | 66 | 50 | 50 |
| 2. | Zeitbedarf pro Monat | [Stunden] | $\frac{700^{1)}\ \text{Stk} * 66\text{min/Stk}}{60\text{min}}$ = 770 | $\frac{700\ \text{Stk} * 50\text{min/Stk}}{60\text{min}}$ = 583 | $\frac{700\ \text{Stk} * 50\text{min/Stk}}{60\text{min}}$ = 583 |
| 3. | Zeitbedarf pro Monats-schicht | [Stunden] | $\frac{770\ \text{Std.}}{2\ \text{Schichten}}$ = 385 | $\frac{583\ \text{Std.}}{2\ \text{Schichten}}$ = 292 | $\frac{583\ \text{Std.}}{3\ \text{Schichten}}$ = 194 |
| 4. | benötigte Maschinen | | | | |
| 4.1 | nutzbare Kapazität pro Monat und Schicht [Stunden] | | $\frac{1.600 * 0{,}8^{2)}}{12} \approx 107$ | | |
| 4.2 | Anzahl Ma-schinen | | $\frac{385\ \text{Std.}}{107\ \text{Std.}} = 3{,}6$ | $\frac{292\ \text{Std.}}{107\ \text{Std.}} = 2{,}7$ | $\frac{194\ \text{Std.}}{2 * 107\ \text{Std.}} = 0{,}9$ |
| | | | 4 konventionelle Maschinen | 3 unverkettete Be-arbeitungs-zentren | 1 Fertigungszelle |

Anmerkungen:

1) Produktionsvolumen pro Monat: 700 Werkstücke

2) Maschinenverfügbarkeit von 80 % bei 1.600 Stunden/Schicht/Jahr/

**Bild 5: Kapazitätsanalyse (Lösung)**

Bei Alternative III ist sinnvollerweise von einer in drei Schichten betriebenen Zelle auszugehen. Beim Zwei-Schicht-Betrieb wären zur Erreichung der benötigten Kapazität zwei Zellen notwendig, d. h. doppelter Investitionsaufwand und sehr hohe Leerkapazität, sodass diese Alternative von vornherein ausscheidet.

Die jährlichen Kosten der drei Alternativen sind in nachfolgendem Bild 6 ausgewiesen.

| | | | | Alternativen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Kostenart** | | **I** | **II** | **III** |
| **1.** | Abschreibungen (8 Jahre ND, lineare Abschreibung) | [T€ p.a.] | $\frac{4*300\,T€}{8\,Jahre}$ = 150 | $\frac{3*700\,T€}{8\,Jahre}$ = 262 | $\frac{1*1.800\,T€}{8\,Jahre}$ = 225 |
| **2.** | Kalkulatorische Zinsen auf das Anlagevermögen (pk = 10%) | [T€ p.a.] | $\frac{4*300\,T€*0{,}1}{2}$ = 60 | $\frac{3*700\,T€*0{,}1}{2}$ =105 | $\frac{1*1.800\,T€*0{,}1}{2}$ = 90 |
| **3.** | Personalkosten (5 T€ pro Mitarbeiter, Schicht und Monat | [T€ p.a.] | 4 MA * 5 T€/MA = 20 T€<br><br>20 T€/Mon. * 2 Sch. * 12 Monate = 480 | 3 MA * 5 T€/MA = 15 T€<br><br>15 T€/Mon * 2 Sch. * 12 Mon. = 360 | 2 MA * 5 T€/MA = 10 T€<br><br>10 T€/Mon. * 2 Sch. * 12 Mon. = 300 |
| **4.** | Kalkulatorische Zinsen auf das Umlaufvermögen (pk = 10 %) | [T€ p.a.] | $\frac{700*6}{2}*200\frac{T€}{Stk.}$ = 420 T€ * 0,1 = 42 | $\frac{700*1}{2}*200\frac{T€}{Stk.}$ = 70 T€ * 0,1 = 7 | $\frac{700*1}{2}*200\frac{T€}{Stk.}$ = 70 T€ * 0,1 = 7 |
| **5.** | Kosten f. Instandhaltung (1% mit jährl. Steigerungsrate von 0,25% über 8 Jahre) øWert: 2% auf Anlagevermögen [T€ p.a.] | | 4 * 300 T€ * 0,02<br><br>= 24 | 3 * 700 T€ * 0,02<br><br>= 42 | 1 * 1.800 T€ * 0,02<br><br>= 36 |
| **6.** | Kosten für Arbeitsvorbereitung | [T€ p.a.] | 10 | 20 | 20 |
| | **Summe der relevanten Kosten [T€ p.a.]** | | 766 | 796 | 678 |
| | **Rang** | | 2 | 3 | 1 |

**Bild 6: Jährliche Kosten pro Alternative (in T€) (Lösung)**

Durch die Investition in Fertigungszellen kann eine erhebliche Senkung der Durchlaufzeit erreicht werden. Insgesamt sollen im Jahr Teile im Wert von 700,-- * 200,-- € * 12 = 1.680.000,-- € bearbeitet werden. Bei Halbjahreslosen (durchschn. Lagerdauer von 3 Monaten, Lagerbestand von 420.000,-- €) ergibt dies eine jährliche Zinsbelastung des Umlaufvermögens von 42.000,-- €.

Bei Monatslosen dagegen (durchschn. Lagerdauer von zwei Wochen, Lagerbestand von 70.000,-- €) kann die Zinsbelastung des Umlaufvermögens auf 7.000,-- € gesenkt werden.

Ein mögliches Ergebnis entsprechender Überlegungen zur Nutzwertbetrachtung ist in Bild 7 ausgewiesen.

| | | **Alternativen** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **I** | | **II** | | **III** | |
| **Zielkriterien** | **Gewichtung** gi in % | Konventionelle Maschinen | | unverkettete Bearbeitungszentren | | Fertigungszelle | |
| ZW = Zielwert | | ZW | TN | ZW | TN | ZW | TN |
| TN = Teilnutzen | | yi | yi * gi | yi | yi * gi | yi | yi * gi |
| | | | | | | | |
| 1. CIM Eignung | 40 | 0 | 0 | 6 | 2,4 | 10 | 4 |
| 2. Marktflexibilität | 30 | 2 | 0,6 | 8 | 2,4 | 8 | 2,4 |
| 3. Arbeitszeitverkürzung u. -Flexibilität | 10 | 3 | 0,3 | 6 | 0,6 | 8 | 0,8 |
| 4. Fertigungsqualität | 20 | 5 | 1,0 | 7 | 1,4 | 7 | 1,4 |
| Nutzwert | | | 1,9 | | 6,8 | | 8,6 |
| **Rangordnung** | | R3 | | R 2 | | R 1 | |

**Bild 7: Nutzwertanalyse (mögliche Lösung)**

Zur weiteren Transparenz des Entscheidungsproblems kann der Nutzen pro investierter 100 T€ und Alternative durch Angabe eines Nutzwert-Kosten-Quotienten dargestellt werden:

$$NKQ_I = \frac{1{,}9}{7{,}66} = 0{,}25 \text{ Nutzenpunkte pro Hunderttausend €}$$

$$NKQ_{II} = \frac{6{,}8}{7{,}96} = 0{,}85 \text{ Nutzenpunkte pro Hunderttausend €}$$

$$NKQ_{III} = \frac{8{,}6}{6{,}78} = 1{,}27 \text{ Nutzenpunkte pro Hunderttausend €.}$$

Die dazugehörigen Kosten p. a. und Nutzwerte sind in Bild 8 einander gegenübergestellt.

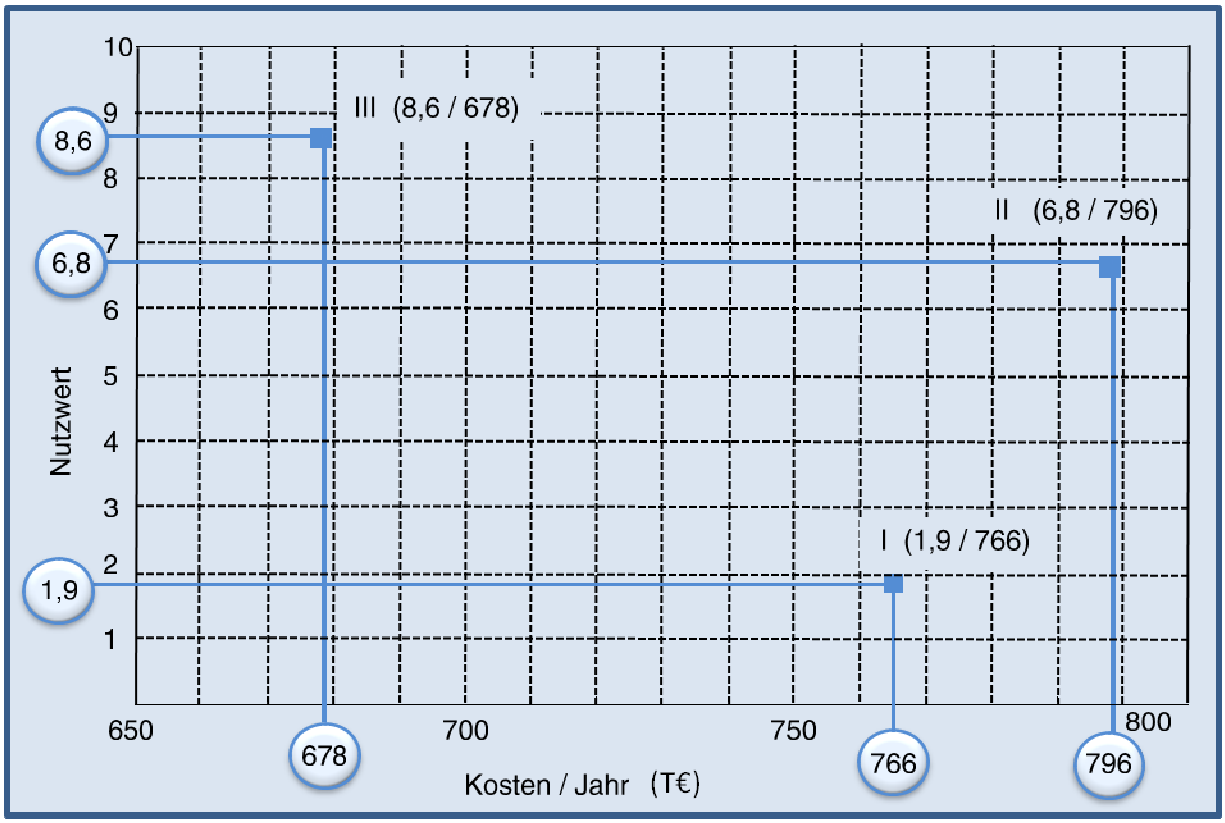


**Bild 8: Kosten-Nutzen-Analyse - grafische Darstellung (Lösung)**

Danach ist Alternative III eindeutig vorzuziehen, weil die niedrigsten Kosten und der höchste Nutzen vorliegen. Bei Alternative II erkauft man sich den höheren Nutzen gegenüber Alternative I mit 30 T€ Mehrkosten/Jahr. Stünden nur diese beiden Alternativen zur Wahl, bedürfte es eines zusätzlichen Kriteriums, um eine formal rationale Entscheidung treffen zu können. Der ermittelte Nutzwert-Kosten-Quotient (Alternative I: 0,25; Alternative II: 0,85; Alternative III: 1,27) wäre hierbei eine geeignete Zielgröße. Er zeigt auf, wieviel Nutzenpunkte man je eingesetzter Kosteneinheit erreichen kann. Für praktische Problemstellungen ist es allerdings sinnvoll, die Absolutgrößen der beiden Faktoren mit in die Betrachtung einzubeziehen, um auszuschließen, dass Alternativen ausgewählt werden, die eine Mindestnutzengröße nicht erfüllen oder nicht finanzierbar sind.