Slack et al. (2006) sind die wichtigsten Methoden zum Angleichen des Absatzes an die verfügbaren Kapazitäten:

- Zeitliche Beschränkung des Zuganges zum Produkt bzw. zur Dienstleistung für bestimmte Kundengruppen
- Preispolitik (höhere Preise bei hoher Nachfrage, niedrige Preise bei geringer Nachfrage)
- Werbemaßnahmen in Perioden geringeren Absatzes
- Servicepolitik (besseres Service bei geringer Nachfrage, schlechteres Service bei hoher Nachfrage)

Eine kombinierte ABC Analyse (siehe Kapitel *Monitoring, Analyse und Bewertung*) kann eingesetzt werden, um jene Produkte zu identifizieren, die am wenigsten zum Unternehmenserfolg beitragen. In Perioden hoher Nachfrage sollten genau der Absatz dieser Produkte, die wenig oder vielleicht sogar einen negativen Beitrag zum Unternehmenserfolg leisten, reduziert werden.

21.2 Programmplanung und Ressourcenplanung

Die Programmplanung und die langfristige Ressourcenplanung werden in der Regel gemeinsam durchgeführt, da eine starke Beeinflussung beider Planungen gegeben ist. Ziel der Programmplanung ist, dass man für einen längeren Zeitraum (z.B. ein Jahr) in einer passenden zeitlichen Auflösung (z.B. ein Monat) festlegt, wann welche und wie viele Produkte einer Produktgruppe gefertigt werden sollen – dieser Plan heißt langfristiges Produktionsprogramm. Die vorhandenen Ressourcen (z.B. Anlagen), die zu planenden Ressourcen im Zuge der Programmplanung (Anzahl fest angestellter Mitarbeiter) und die Absatzprognosen sind die Basis der Erstellung des langfristigen Produktionsprogramms. Bei der Erstellung des langfristigen Produktionsprogramms sollte man im Sinne der wertschaffenden und kundenorientierten Produktion Ziele verfolgen, die erstens einen positiven Beitrag zur Erhöhung des EVA-Wertes leisten und zweitens den Marktanforderungen genügen. Die Ressourcenplanung legt fest, welche Ressourcen notwendig sind, um das langfristige Produktionsprogramm fertigen zu können. Es wird dabei zwischen den bereits vorhandenen Ressourcen, diese sollten gut ausgelastet sein, und eventuell neu anzuschaffenden Ressourcen unterschieden. Neu anzuschaffende Ressourcen sollten in Summe eine Erhöhung des EVA bewirken. Das Jahresproduktionsprogramm ist für den Vertrieb der Auftrag, die entsprechenden Absatzzahlen zu erreichen, und die Produktion hat sicherzustellen, dass die erforderlichen Mengen rechtzeitig gefertigt werden. Der Komplexitätsgrad der Programm- und Ressourcenplanung hängt wesentlich von der Kontinuität des Absatzes ab. Wir unterscheiden demnach zwei Ansätze für die Programm- und Ressourcenplanung:

- Programm- und Absatzplanung mit konstantem Absatz
- Kapazitätsabgleich

21.2.1 Jahresproduktionsprogrammplanung

Liegt ein konstanter oder nahezu konstanter Absatz über die Planungsperiode vor, so kann die kumulierte Periodenmenge geplant werden. Auf die zeitliche Verteilung sowohl des Produktionsprogramms als auch der nachgefragten Kapazität muss in diesem Fall nicht näher eingegangen werden. In diesem Fall ist das Grundmodell, siehe z.B. Werners (2006), durch folgendes lineare Optimierungsproblem gegeben:

$$
\begin{array}{ll}
u \le x \le o & \\
Ax \le b & \\
c^T x \to Max & \\
x & \ldots \text{ Jahresproduktionsprogramm} \\
u = \sum_{k=1}^{T} p_U(t_k) & \ldots \text{ untere Jahresabsatzgrenze} \\
o = \sum_{k=1}^{T} p_O(t_k) & \ldots \text{ obere Jahresabsatzgrenze} \\
T & \ldots \text{ Anzahl der zu planenden Subperioden} \\
t_i & \ldots \text{ zu planende Subperioden} \\
A & \ldots \text{ Kapazitätsmatrix } A = \left(a_{ij}\right)_{\substack{i=1,\ldots,m \\ j=1,\ldots,n}} \\
a_{ij} & \ldots \text{ notwendige Kapazität der Ressource i um ein} \\
 & \quad \text{Stück der Produktgruppe j fertigen zu können} \\
m & \ldots \text{ Anzahl der Ressourcen} \\
n & \ldots \text{ Anzahl der Produktgruppen}
\end{array}
\tag{21.21}
$$

b … verfügbare Jahreskapazität

c … Deckungsbeitrag pro Stück

Zu beachten ist, dass u, x, o, b und c Vektoren sind und A eine Matrix. Die erste Ungleichung im obigen Modell bildet die Marktrestriktionen ab, wobei die Jahresabsatzgrenzen aus der Absatzprognose stammen. Die zweite Ungleichung bezieht sich auf die Forderung, dass die notwendigen Kapazitäten zur Erstellung des Jahresproduktionsprogramms nicht größer sein können als die vorhandenen. Schließlich wird über die Maximierungsbedingung versucht, das Jahresproduktionsprogramm so zu wählen, dass ein möglichst hoher Deckungsbeitrag erwirtschaftet wird. Da in diesem einfachen Modell keine Treiber für die Kapitalbindungskosten berücksichtigt sind, wird mit Maximierung des Jahresdeckungsbeitrages gleichzeitig der EVA erhöht.

Die Jahresabsatzgrenzen ergeben sich aus der Absatzvorschau. Der Vektor x ist das gesuchte Jahresproduktionsprogramm. In der Regel werden die einzelnen Produkte zu Produktgruppen zusammengefasst. Dabei sollen sich Produkte einer Produktgruppe in Bezug auf die Vorgabezeit nur gering unterscheiden und aus Kundensicht einen ähnlichen Kundenbedarf decken. Die Zeilen der Kapazitätsmatrix sind nur auf jene Ressourcen (Anlagen, Abteilungen, Mitarbeiter) bezogen, die langfristig zu planen sind. Dabei werden die zu planenden Ressourcen in Gruppen zusammengefasst (Aggregation der Ressourcen). Ressourcen einer Gruppe sollen ähnliche Fähigkeiten in Bezug auf welche Produkte wie schnell gefertigt werden können, aufweisen. Der Planungshorizont ist in der Regel ein Jahr, wobei die zeitliche Auflösung in Monaten gegeben ist. Die verfügbare Jahreskapazität bezieht sich auf die Ressourcengruppe. Dabei ist zu beachten, dass die organisatorisch rechtlich maximal mögliche Kapazität durch Verlustzeiten resultierend aus Wartung, Werkzeugbruch, Rüsten, Wirkungsgrad, Anlaufverluste usw. entsprechend zu reduzieren ist. Der Overall Equipment Efficiency (OEE) kann als Abschlagsfaktor für die vorhandene Kapazität genutzt werden, siehe dazu Hartmann (2001).

Bevor wir obigen Ansatz um die Entscheidung zusätzlicher Kapazitäten erweitern, wollen wir einen für die Praxis wichtigen Fall diskutieren. Wenn genau eine Ressource den Engpass darstellt, kann man ohne die Verwendung von komplexen Solvermodulen das optimale Jahresproduktionsprogramm bestimmen. Dazu berechnet man für jede Produktgruppe die Kennzahl Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität.

$$c_{j,Engpass} = \frac{c_j}{a_{i_0 j}} \tag{21.22}$$

$c_{j,Engpass}$ … Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität der j-ten Produktgruppe

i_0 … Engpassressource

c_j … Deckungsbeitrag der j-ten Produktgruppe

Die Kennzahl Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität beschreibt, wie viel Deckungsbeitrag durch die Nutzung einer Einheit des Engpasses zur Fertigung einer Produktgruppe erwirtschaftet werden kann. Das optimale Produktionsprogramm kann bei Vorliegen genau eines Engpasses durch folgende Vorschrift bestimmt werden: Zuerst werden alle Produkte bis zur unteren Absatzgrenze eingeplant. Anschließend wird die Produktgruppe mit dem höchsten Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität bis zur obersten Absatzgrenze eingeplant, die Produktgruppe mit dem nächst höheren wird ebenfalls bis zur Absatzobergrenze eingeplant usw. Dieser Vorgang wird solange durchgeführt, bis die vorhandene Kapazität gerade noch nicht überschritten wird. Der Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität stellt ein mächtiges Mittel zur Vertriebssteuerung dar. Da der Engpass die machbare Ausbringungsmenge determiniert, sollte möglichst viel Deckungsbeitrag pro Engpasseinheit erwirtschaftet werden. Diese Idee konsequent umgesetzt bedeutet, dass Vertriebsmitarbeiter nicht nach Umsatz oder Stückdeckungsbeitrag variabel entlohnt werden sollen, sondern über Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität. In Jodlbauer/Schaumberger (2004) ist eine ausführliche Diskussion des Deckungsbeitrages pro Engpasskapazität gegeben.

Beispiel 21.6 (Jahresproduktionsprogramm)

Für die drei Produktgruppen A, B und C sind folgende Jahresabsatzgrenzen und Stückdeckungsbeiträge gegeben.

Tabelle 21.6. Jahresabsatzunter- und -obergrenze und Deckungsbeitrag

	A	**B**	**C**
Untergrenze Jahresabsatz	100	200	150
Obergrenze Jahresabsatz	400	600	350
Deckungsbeitrag pro Stück	10	50	30

Die erforderlichen Kapazitäten der Ressourcen X und Y zur Herstellung eines Stückes je Produktgruppe und die verfügbare Jahreskapazität sind in nachfolgender Tabelle gegeben.

Tabelle 21.7. Kapazitätsmatrix und max. vorhandene Kapazität

	A	**B**	**C**	**Max. Jahreskapazität**
X	1	1	5	1500
Y	2	1	2	1800

Berechnen Sie das optimale Produktionsprogramm in Bezug auf maximalen Jahresdeckungsbeitrag, und überprüfen Sie das Ergebnis mit Hilfe der Kennzahl Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität.

Folgende Modellgleichungen ergeben sich:

$$\begin{aligned}
&\begin{pmatrix}100\\200\\150\end{pmatrix} \le \begin{pmatrix}x_A\\x_B\\x_C\end{pmatrix} \le \begin{pmatrix}400\\600\\350\end{pmatrix}\\
&\begin{pmatrix}1 & 1 & 5\\2 & 1 & 2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_A\\x_B\\x_C\end{pmatrix} \le \begin{pmatrix}1500\\1800\end{pmatrix}\\
&\begin{pmatrix}10 & 50 & 30\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_A\\x_B\\x_C\end{pmatrix} \to Max
\end{aligned} \tag{21.23}$$

Die Lösung des linearen Optimierungsproblems ergibt

$$\begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 150 \\ 600 \\ 150 \end{pmatrix}$$

mit

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1500 \\ 1200 \end{pmatrix}$$

und einen Jahresdeckungsbeitrag von 36.000.

Wir stellen also fest, dass die Ressource X den einzigen Engpass darstellt (weil die nachgefragte Kapazität gleich der verfügbaren an der Maschine X ist), Produktgruppe B bis zur oberen Jahresabsatzmenge eingeplant wird, Produktgruppe C nur mit der unteren Jahresabsatzmenge eingeplant ist und in Produktgruppe A soviel produziert wird, bis die Engpasskapazität verbraucht ist. Eine Erhöhung der Engpasskapazität würde eine höhere Absatzmenge erlauben, dahingegen ist ein Abbau der Ressource Y bis 1200 mit keiner Absatzreduktion verbunden. Die Kennzahl Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität bestätigt diese Lösung, da für die Produktgruppe B diese Kennzahl am höchsten ist, gefolgt von der Produktgruppe A und schließlich Produktgruppe C, die den kleinsten Deckungsbeitrag pro Engpasseinheit vorweist.

$$\begin{pmatrix} \frac{c_A}{a_{XA}} \\ \frac{c_B}{a_{XB}} \\ \frac{c_C}{a_{XC}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 \\ 50 \\ 6 \end{pmatrix}$$

□

Beispiel 21.7 (Jahresproduktionsprogramm mit Budgetbeschränkung des Marktes)

Ergänzend zum letzten Beispiel nehmen wir an, dass der Markt (alle potentiellen Kunden zusammen) maximal 60.000 bereit ist auszugeben und die Verkaufspreise durch 50, 200 und 80 gegeben sind. In diesem Fall erhalten wir eine zusätzliche Restriktion.

$$\begin{pmatrix} 50 & 200 & 80 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} \leq 60040 \tag{21.24}$$

Die Lösung des neuen linearen Optimierungsproblems ergibt

$$\begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 100 \\ 200 \\ 188 \end{pmatrix}$$

mit

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1240 \\ 776 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 50 & 200 & 80 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = 60040$$

und einen Jahresdeckungsbeitrag von 16.640.

Wir stellen fest, dass nicht mehr die Ressource X der Engpass ist sondern das Marktbudget. Durch die einfache Kennzahl Stückdeckungsbeitrag pro Engpasseinheit (in diesem Fall der Verkaufspreis) kann wieder die Priorität der Produkte bestimmte werden.

$$\begin{pmatrix} \frac{c_A}{p_A} \\ \frac{c_B}{p_B} \\ \frac{c_C}{p_C} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0{,}2 \\ 0{,}25 \\ 0{,}375 \end{pmatrix}$$

Den höchsten Beitrag zum Periodendeckungsbeitrag pro Verkaufsvolumen in € hat das Produkt C (nur dieses wird über die untere Verkaufsgrenze laut Programm abgesetzt). Unter anderem demonstriert dieses Beispiel, dass eine Änderung des Engpasses (Ressource X in Beispiel 21.6. zu Marktbudget in Beispiel 21.7) eine Änderung des Produktes (Produkt B in 21.6 zu Produkt C in 21.7) mit dem man am meisten Geld verdient bewirken kann.

□

Es folgt nun eine Modellerweiterung Richtung EVA optimaler Ressourceneinsatz.

$$u \leq x \leq o$$
$$Ax \leq b + b_d$$
$$-b_d \leq b$$
$$c^T x - d^T b_d \rightarrow Max \qquad (21.25)$$

b_d … Gesuchte Mehr- oder Minderkapazität

d … Kostensatz der Mehr- oder Minderkapazität pro Kapazitätseinheit

In diesem Modell kommt die zusätzliche Entscheidungsvariable Mehr- oder Minderkapazität dazu. Eine positive Komponente im Vektor Mehr- oder Minderkapazität weist auf eine Investition bzw. Erhöhung der Kapazität hin und eine negative Komponente auf eine Deinvestition bzw. Abbau der Ressource. Für Anlagen, Maschinen usw. ist der Kostensatz durch die Abschreibung gegeben. Bei der Ressource Mitarbeiter sind die Jahreslohnkosten inkl. aller Nebenkosten zu veranschlagen. Kleine Werte in der Mehr- oder Minderkapazität im Vergleich zur bereits vorhandenen Kapazität werden in der Praxis nicht umgesetzt werden. Das Ergebnis dieses Modells gibt aber Hinweise, welche Ressourcen erweitert werden sollen und welche reduziert werden sollen, um einen möglichst hohen Unternehmenswert zu schaffen. Betrachtet man ausschließlich den Engpass bei dem Modell inkl. Mehr-Minderkapazität, so wird vorgeschlagen, die Engpasskapazität solange zu erweitern, bis entweder für jedes Produkt die Absatzobergrenze erreicht ist oder die Kosten der Mehrkapazität pro Kapazitätseinheit höher sind als der Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität.

Beispiel 21.8 (Jahresproduktionsprogramm mit Mehr- und Minderkapazitäten)

Zusätzlich zum Beispiel 21.6 soll unter alleiniger Betrachtung des Engpasses überprüft werden, ob eine Anpassung der Kapazität sinnvoll sein kann. Zur besseren Illustration des Zusammenwirkens sind zwei Fälle zu rechnen. Fall eins ist die Abschreibung der Ressource X pro Jahr mit 40 und im Fall zwei mit 9 gegeben.

Die Lösungen ergeben:

Fall eins (Abschreibung = 40):

$$\begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 100 \\ 600 \\ 150 \end{pmatrix}$$

mit

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1450 \\ 1100 \end{pmatrix}$$

und einem Jahresdeckungsbeitrag von 35.500 sowie EVA-Änderung von 37.500.

Fall zwei (Abschreibung = 9):

$$\begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 400 \\ 600 \\ 150 \end{pmatrix}$$

mit

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1750 \\ 1700 \end{pmatrix}$$

und einem Jahresdeckungsbeitrag von 38.500 sowie EVA-Änderung von 36.250.

In beiden Fällen ist eine Erhöhung der Kennzahl EVA um mehr als den ausgewiesenen Jahresdeckungsbeitrag von 36.000 im Beispiel 21.6 ohne Mehr- und Minderkapazität möglich. Wobei im Fall eins wegen der hohen Abschreibung eine Deinvestition der Engpassressource empfohlen wird (nur Produktgruppe B hat einen höheren Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität als die Abschreibung, deshalb wird ausschließlich Produktgruppe B über der Absatzuntergrenze eingeplant), und im Fall zwei wird eine Erhöhung der Engpassressource vorgeschlagen, bis genügend viel Engpasskapazität zur Verfügung steht, dass Produktgruppe A bis zur Absatzobergrenze gefertigt werden kann. □

Eine weitere mögliche Erweiterung des Grundmodells stellt die Berücksichtigung von Marketinginstrumenten dar. Durch den Einsatz von Marketinginstrumenten kann der Absatz erhöht aber auch bewusst reduziert werden. Wir werden nun das Instrument der Preisgestaltung in die Jahresproduktionsprogrammplanung mit aufnehmen. Zu diesem Zweck benötigt man die Preis-Absatzfunktion. Die Preis-Absatzfunktion gibt an, welcher Jahresabsatz voraussichtlich mit welchem Verkaufspreis erreichbar ist. Durch Methoden der Marktforschung kann die Preis-Absatzfunktion bestimmt werden, siehe z.B. Meffert (1992). Neben dem optimalen Jahresproduktionsprogramm wird auch der optimale Verkaufspreis gesucht.

$$
\begin{aligned}
& u \le x(p) \le o \\
& Ax(p) \le b \\
& (p - k_v)^T x(p) \to Max \\
& x(p) \ldots \text{ Preis-Absatzfunktion} \\
& k_v \quad \ldots \text{ variable Kosten pro Stück} \\
& p \quad \ldots \text{ Verkaufspreis}
\end{aligned}
\tag{21.26}
$$

In diesem Grundmodell mit Preis-Absatzfunktion wird angenommen, dass die Jahresabsatzmenge gleich der Jahresproduktionsmenge ist. In der Regel ist das Jahresabsatzprogramm mit Preis-Absatzfunktion kein lineares Optimierungsproblem, da über die Preis-Absatzfunktion das Zielfunktional nichtlinear vom gesuchten Verkaufspreis abhängt.

Beispiel 21.9 (Jahresproduktionsprogramm mit Preis-Absatzfunktion)

Zusätzlich zum Beispiel 21.6. *Jahresproduktionsprogramm* sind für die drei Produktgruppen die Preis-Absatzfunktionen und die variablen Kosten gegeben.

Bestimmen Sie den optimalen Verkaufspreis und das resultierende Jahresproduktionsprogramm.

Tabelle 21.8. Variable Kosten/Stück

	A	**B**	**C**
variable Kosten/Stück	22	80	80

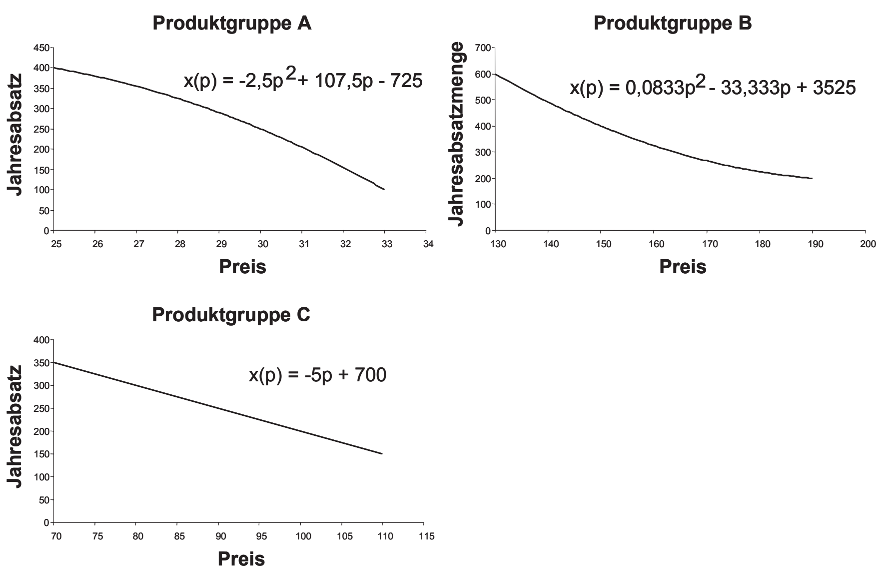

Abb. 21.11. Preis-Absatzfunktion

Die Funktionswerte der Preis-Absatzfunktion liegen zwischen der jeweiligen Jahresabsatzunter- und -obergrenze.

Die Lösung des nichtlinearen Optimierungsproblems ergibt

$$\begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 205 \\ 545 \\ 150 \end{pmatrix}$$

mit

$$\begin{pmatrix} p_A \\ p_B \\ p_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 31 \\ 134{,}83 \\ 110 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_A \\ c_B \\ c_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9 \\ 54{,}83 \\ 30 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1500 \\ 1255 \end{pmatrix}$$

und einem Jahresdeckungsbeitrag von 36.230.

Durch die Nichtlinearität gelten die Aussagen bezüglich Engpass und Deckungsbeitrag pro Engpasskapazität nicht mehr. Ressource X bleibt der Engpass. Bei Produkt A wird der Preis bzw. Deckungsbeitrag reduziert, damit ein höherer Absatz erreicht werden kann, wohingegen beim Produkt B der Preis bzw. der Deckungsbeitrag erhöht wird und dadurch eine

Absatzreduktion erreicht wird. In Summe wird durch diese Maßnahmen der Jahresdeckungsbeitrag auf 36.230 erhöht. □

Mit Hilfe der so genannten ISO-DB Kurve kann der Zusammenhang zwischen Preis, Absatz und Deckungsbeitrag grafisch visualisiert werden.

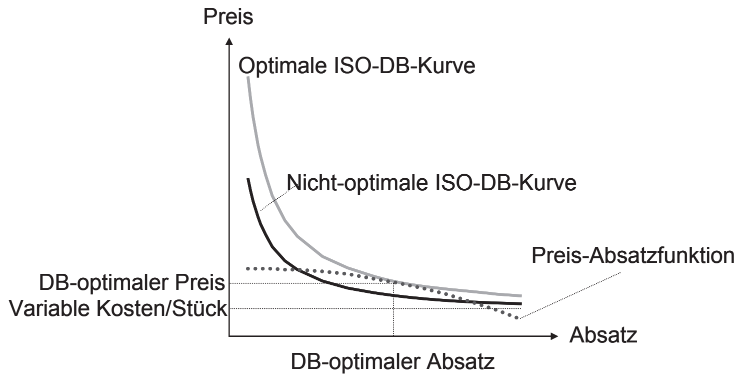

Abb. 21.12. ISO-DB Kurve und Preis-Absatzkurve

In Abb. 21.12. sind die x-Achse als Jahresabsatz und die y-Achse als Preis/Stück zu interpretieren. Man beachte den Unterschied zu den Achsen in der Preis-Absatz-Funktion des obigen Beispiels. Der punktierte Funktionsgraf stellt die Preis-Absatzkurve dar. Die beiden durchgezogenen Kurven sind die ISO-DB-Kurven. Alle Kombinationen von Preis und Absatz, die zu einem gleichen Jahresdeckungsbeitrag führen, liegen auf der gleichen ISO-DB-Kurve.

$$DB = (p - k_v)x \Rightarrow p(x) = \frac{DB}{x} + k_v$$

$p(x)$… ISO-DB-Kurve zu Jahresdeckungsbeitrag $= DB$

DB … Jahresdeckungsbeitrag (21.27)

k_v … variable Kosten pro Stück

p … Verkaufspreis pro Stück

Wenn eine konkave Preis-Absatz-Funktion vorliegt, existieren innerhalb der möglichen Absatzgrenzen ein DB-optimaler Absatz und ein DB-optimaler Preis. Dieser Sachverhalt ist in der Grafik visualisiert: Die optimale ISO-DB-Kurve berührt gerade noch die Preis-Absatzfunktion. Der gemeinsame Tangentenpunkt definiert den optimalen Absatz sowie den optimalen Preis. Für eine konvexe Preis-Absatzfunktion kann der optimale Absatz entweder innerhalb der möglichen Absatzgrenzen oder an einem der Randpunkte liegen.

21.2.2 Kapazitätsabgleich

Der Kapazitätsabgleich bzw. die Beschäftigungsglättung modelliert den zeitlichen Verlauf des Produktionsprogramms und versucht, einen optimalen Abgleich zwischen Lagerbestand und Kapazitäten herzustellen. In Günther/Tempelmeier (1995) sind Grundmodelle für den Kapazitätsabgleich dargestellt. In diesem Abschnitt wird eine Erweiterung diskutiert. Das Modell ist durch folgende Gleichungen gegeben:

$$\begin{array}{ll}
p_U(t_k) \le a(t_k) \le p_O(t_k) & \text{Marktrestriktionen} \\
y(t_k) = y(t_{k-1}) + x(t_k) + f(t_k) - a(t_k) & \text{Lagerbilanz} \\
y(t_k) \ge y_s & \text{Lieferfähigkeit} \\
f(t_k) \le F & \text{Beschränkung Fremdbezug} \\
Ax(t_k) \le b + b_{\ddot{U}}(t_k) + b_L(t_k) & \text{Kapazitätsrestriktionen} \\
b_{\ddot{U}}(t_k) \le B_{\ddot{U}} & \text{Überstundenbeschränkung} \\
b_L(t_k) \le B_L & \text{Leasingpersonalrestriktionen} \\
x(t_k), b_{\ddot{U}}(t_k), b_L(t_k), f(t_k) \ge 0 & \text{Nichtnegativität der Variablen} \\
y(t_0) = y_0 & \text{Anfangslagerbestand} \\
y(t_T) = y_T & \text{Endlagerbestand} \\
\sum_{k=1}^{T} c^T a(t_k) - \left(c_Y{}^T y(t_k) + c_F{}^T f(t_k) + c_{\ddot{U}}{}^T b_{\ddot{U}}(t_k) + c_L{}^T b_L(t_k) \right) \to Max &
\end{array} \tag{21.28}$$

Variable

$$\begin{array}{ll}
a(t_k) & \ldots \text{Absatz in der Subperiode } t_k \\
y(t_k) & \ldots \text{Lagerbestand am Ende der Subperiode } t_k \\
x(t_k) & \ldots \text{Produktionsprogramm in der Subperiode } t_k \\
f(t_k) & \ldots \text{Fremdbezug in der Subperiode } t_k
\end{array} \tag{21.29}$$