

HANS SCHNIEDER, DASA Airbus, Hamburg

***Methode zur Bewertung von Projekten und Technologien***

# METHODE ZUR BEWERTUNG VON PROJEKTEN UND TECHNOLOGIEN IM ZIVILEN FLUGZEUGBAU

H. Schnieder  
Daimler-Benz Aerospace Airbus GmbH  
Kreetslag 10, 21129 Hamburg

## 1. EINFÜHRUNG

Die zukünftige Marktsituation im Luftverkehr ist gekennzeichnet durch deutlich schärferen Wettbewerb der Luftverkehrsgesellschaften untereinander. Diese Tendenz wird sich in der Auswahl des Fluggerätes widerspiegeln. Die Kriterien dieser Auswahl werden sich vor allen Dingen auf das wirtschaftliche Ertragspotential der zur Verfügung stehenden Flugzeuge aus der Sicht des Betreibers in der Einzelbetrachtung, aber auch im Flottenverbund ausrichten. Es ist somit für den Erfolg eines neuen Flugzeugprogrammes von ausschlaggebender Wichtigkeit für den Flugzeughersteller sehr frühzeitig nicht nur eine realistische Einschätzung des wirtschaftlichen Potentials des gesamten neuen Entwurfes, sondern auch seiner Einzelkomponenten zu finden.

Bereits in den frühen Phasen des Projektes liegen viele Technologievorschlüge vor, die in ihrer wirtschaftlichen Auswirkung sowohl auf den Betreiber als auch auf den Hersteller bewertet werden müssen, um für das Gesamtprojekt ein Optimum bilden zu können.

Um die Auswirkungen der einzelnen Technologien mit der Vielzahl der durch sie geänderten Parameter werten zu können, muß dazu ein ganzheitliches Bewertungsverfahren angesetzt werden. Aufgabe dieses Verfahrens muß es sein, den späteren Einsatz in seiner ganzen Vielschichtigkeit zu simulieren, um die Belastung als auch das Verdienspotential aus der Sicht des Kunden quantifizierbar zu machen.

Für den Hersteller gibt die Durchführung einer abgesicherten Projekt- und Technologiebewertung gerade in der Definitionsphase bei den gewaltigen prognostizierten Programmkosten erst die Planungssicherheit für eine zielgerichtete Projektdurchführung. Letztlich wird das wirtschaftliche Überleben des Flugzeugherstellers davon abhängen, ob er in der Lage ist, Programmkosten und wirtschaftliches Verbesserungspotential so miteinander zu verzahnen, daß er sich mit der Attraktivität seines Endproduktes deutlich von der Konkurrenz absetzen vermag.

Durch die Anwendung der bei der Daimler-Benz

Aerospace Airbus entwickelten Methode [3] werden die Auswirkungen der einzelnen Technologien auf das wirtschaftliche Umfeld des Herstellers und des Kunden prognostiziert, und Kriterien für die Auswahl aus der Liste der möglichen technologischen Verbesserungen für ein Flugzeug erarbeitet, so daß dadurch eine zielgerichtete und damit kosteneffiziente Entscheidung für die Technologieeinführung vorbereitet werden kann.

Diese Bewertung auf der Basis einer Kosten- und Leistungsprognose (im Gegensatz zu der später durchzuführenden Kalkulation) zielt ganz bewußt auf die frühen Phasen der Flugzeugentwicklung, die einen großen Einfluß auf die Festlegung der Lebenswegkosten des Gesamtprojektes hat (Abb. 1).

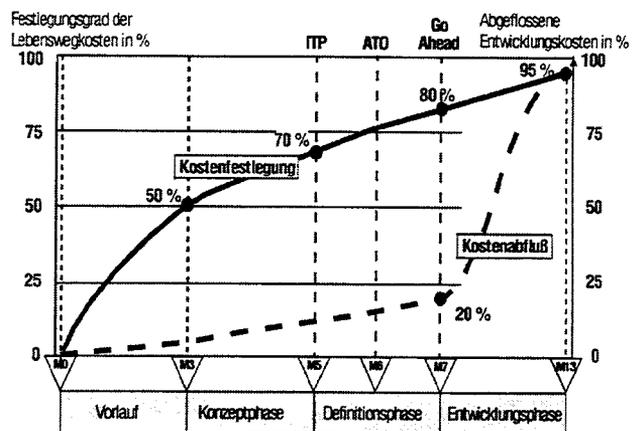


Abb. 1 Kostenfestlegung und Kostenabfluß in Abhängigkeit von den Projektphasen

## 2. TECHNOLOGIEBEWERTUNG

### 2.1 PROBLEMSTELLUNG

Grundsätzlich ist der zunächst einmal triviale Ansatz bei der Entwicklung eines neuen Projektes oder auch bei der Einführung einer neuen Technologie zu beachten, nach dem zwei Ziele erfüllt werden müssen:

- die Erfüllung der Kundenanforderungen

bei gleichzeitiger

- wirtschaftlicher Machbarkeit für den Hersteller

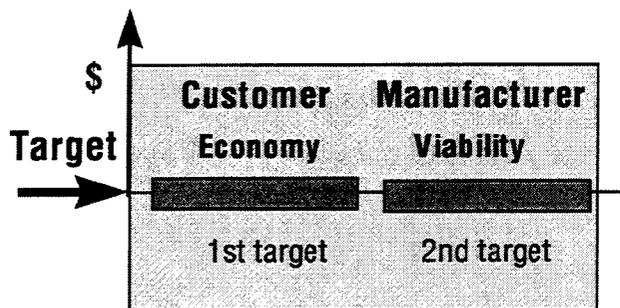


Abb. 2: Zwei Ziele, die gleichzeitig erreicht werden müssen

## 2.2 KUNDENANFORDERUNGEN

Eine weltweite Umfrage bei den Luftverkehrsgesellschaften nach den Entscheidungskriterien zur Beschaffung neuer Flugzeuge [1] zeigte, daß die wirtschaftlichen Randbedingungen des Flugzeugeinsatzes zu den Hauptkriterien zählen, die in diesen Entscheidungsprozeß herangezogen werden. Es wurde in diesem Workshop bereits vorgetragen [2], daß sich diese wirtschaftlichen Randbedingungen nicht nur auf Vorteile aus dem operativen Einsatz beziehen, sondern zunehmend stärker auch auf die "Key Buying Factors" und die "Added Values" abstützen. Nicht zuletzt hängt das mit der Reife des Flugzeugentwurfes zusammen, der es immer schwieriger macht, operative Vorteile gegenüber der Konkurrenz zu erarbeiten. Das hat Auswirkungen auf die Methode zu ihrer Berechnung. Der Vergleich konkurrierender Flugzeuge oder die Auswirkungen neuer Technologien an einem Flugzeug mit Hilfe der DOC - Methode (Direct Operating Cost) aufzuzeigen, ist weitestgehend standardisiert und soll hier nicht näher betrachtet werden. Die Abb. 3 zeigt diesen prinzipiellen Vergleich der relativen Sitzmeilenkosten am Beispiel einer A3XX gegenüber der konkurrierenden B747-400. Über den mit Hilfe der Größensteigerung des A3XX - Projektes gegenüber einer B747-400 relativ einfach zu erzielenden Reduktion der spezifischen Sitzmeilenkosten, ist es das Bestreben der Projektleitung, eine darüber hinaus gehende Reduzierung der DOC zu erzielen. Dies kann in der Hauptsache durch die Integration neuer Technologie erreicht werden. Die Nachteile dieses DOC - Vergleiches, der ausschließlich auf dem Vergleich von Kosten beruht, ist, daß die zusätzlichen Leistung dieser Technologie nur zum Teil berücksichtigt wird. Das möglicherweise vorhandene zusätzliche Verdienstpotalential wird mit der DOC -

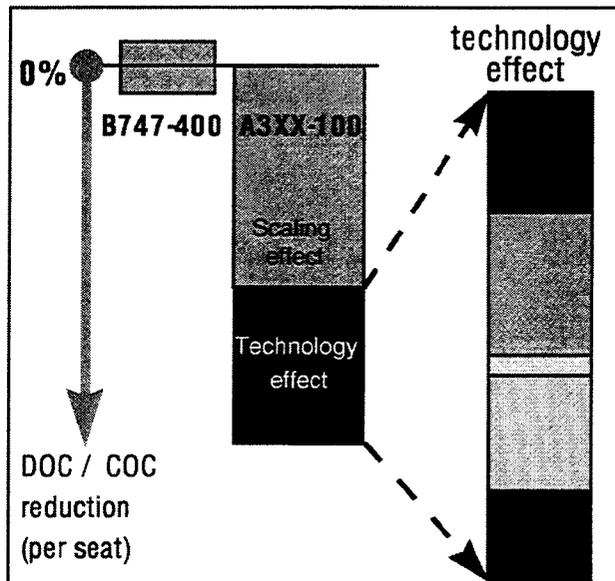


Abb. 3: Kundeneffekt, DOC Vergleich

Methode überhaupt nicht abgedeckt, so wie Langzeiteffekte nur sehr pauschal enthalten sind. Aus diesem Grunde wurde die Methode zur Beschreibung der Kundenanforderungen vom DOC Verfahren zum Aircraft Cash Flow Verfahren erweitert,

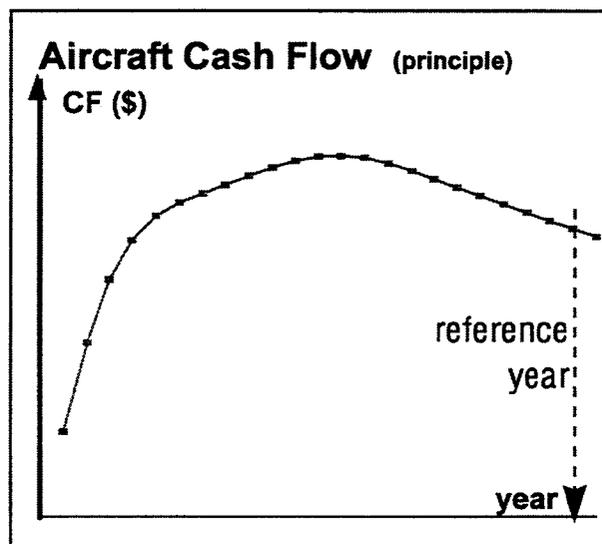


Abb. 4: Kundeneffekt; Cash Flow Verfahren

mit dem es ermöglicht wird, den Wert der Investition „Flugzeug“ auch über das Lebenszeit - Verdienstpotalential zu beschreiben. Im Kapitel 4 werden die Parameter zur Quantifizierung der Kundenanforderungen noch näher behandelt. Der typische Verlauf des Aircraft Cash Flows ist in der Abb. 4 wiedergegeben.

Die Annahmen, die dieser Kurve zugrunde liegen, gehen von einer Anzahlung aus, und einer anschließenden Finanzierung des Investitionsgutes über 15

Jahre. Unter der Voraussetzung einer bestimmten Route errechnet sich eine jährliche Nutzung, die zusammen mit angenommenen Sitzladefaktoren und Ticketpreisen das Einkommen simuliert. Dem stehen die jährlichen Kosten aus dem Betrieb des Flugzeuges, wie sie im DOC - Verfahren berechnet werden, zusammen mit der Simulation der indirekten Kosten, die unter anderem auch die Schulungskosten der Piloten einbezieht, gegenüber. Dieser ein und ausgehende Zahlungsstrom ändert sich über die Jahre dadurch, daß die Finanzierung der Investition abgeschlossen wird, aber auch dadurch, daß die Kosten und die Einnahmen sich nach unterschiedlichen Gesetzmäßigkeiten über die Jahre entwickeln. Der jeweils verbleibende Restwert des Flugzeuges geht ebenfalls in die Berechnung mit ein. Auf diese Weise entsteht der typische Verlauf der Aircraft Cash Flows wie er in der Abb. 4 dargestellt ist.

### 2.3 HERSTELLERANFORDERUNGEN

Bei der Beschreibung der Herstelleranforderungen wird ebenfalls ein Cash Flow - Verfahren angewendet, um mit ihm den finanziellen Ablauf von Entwicklung und Fertigung eines Flugzeugprojektes über der Zeitachse zu simulieren.

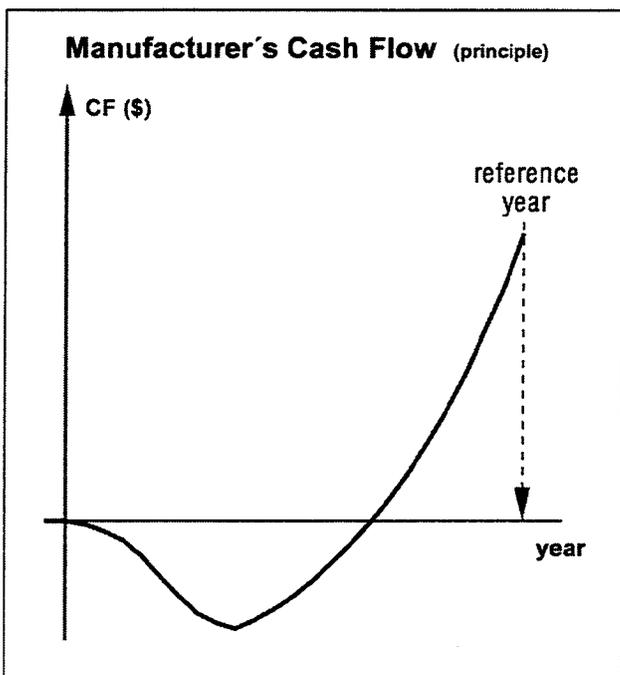


Abb. 5: Herstellereffekt, Cash Flow Methode

Das Flugzeugprogramm wird somit aus Sicht des Herstellers als Investition betrachtet, die in einem bestimmten Zeitrahmen (im Referenzjahr) eine Rendite abzuwerfen hat. Die Abb. 5 zeigt den typischen Verlauf einer solchen Cash Flow - Kurve für den Hersteller, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die hohen Kosten und der große Zeitaufwand der Ent-

wicklung den Zahlungsstrom ins Negative fallen lassen, bevor die einsetzende Produktion nach Erreichung des "Break Even Points" die anvisierte Rendite im Referenzjahr abwirft.

Das Cash Flow - Verfahren ist somit das Verfahren, daß umfassend die wirtschaftliche Situation eines Flugzeugprogrammes aus Sicht des Herstellers zu beschreiben vermag, da in ihm alle Elemente, die die Wirtschaftlichkeit beeinflussen können, enthalten sind.

### 2.4 DEFINITION: TECHNOLOGIE

Die Methode der Technologiebewertung simuliert das wirtschaftliche Umfeld von Hersteller und Betreiber, indem sie - wie später beschrieben wird - das Flugzeug bzw. das Flugzeugprogramm als Investition auffaßt und die Rendite aus dieser Investition bestimmt. Eine technische Änderung des Flugzeuges bewirkt eine geänderte Rendite für den Hersteller und den Betreiber. Da jede Änderung somit als „Technologie“ interpretiert wird, ist hier eine sehr umfassende Definition für Technologie gewählt worden. Damit ist alles was den etablierten Weg des Entwurfs, des Baus und des Betriebens (State of the Art) ändert somit als „Technologie“ zu interpretieren.

Gerade in der frühen Phase des Entwurfs bietet sich eine solch weit gefaßte Definition an, da neben konfigurativen Änderungen unter anderem auch Änderungen in den Entwurfsmethoden bzw. Entwurfsprinzipien bewertet werden müssen. Natürlich sind die im üblichen Sinne verstandenen Technologien (wie unterschiedliche Materialien, geänderte Systeme, Systemarchitekturen aber auch Fertigungsprozesse und industrielle Prozesse) darin enthalten (Abb. 6).

Es ist durchaus normal, daß - vor allen Dingen in den frühen Phasen eines neuen Projektes - die angenommenen Kosten, aber auch die Leistungen, die Gewichte, und die Wirtschaftlichkeit sowohl für den Hersteller, als auch für den Betreiber noch weit von den Zielwerten entfernt sind. Nur ein Parameter, das verbindende Element zwischen Kunden und Hersteller - der Flugzeugpreis - läßt sich recht früh mit einiger Genauigkeit festlegen. Der Markt ist natürlich die Haupteinflußgröße für den Preis, aber auch, neben vielen anderen Abhängigkeiten, die Transportfähigkeit, die wiederum in Anzahl der Sitze und mögliche Reichweite ihre Hauptparameter hat. Solange diese Haupteinflußgrößen nicht geändert werden, wird sich der Preis auch nicht wesentlich ändern. Für einen neuen Projektentwurf sind dies die Basisannahmen, die nur im geringen Umfang angepaßt werden.

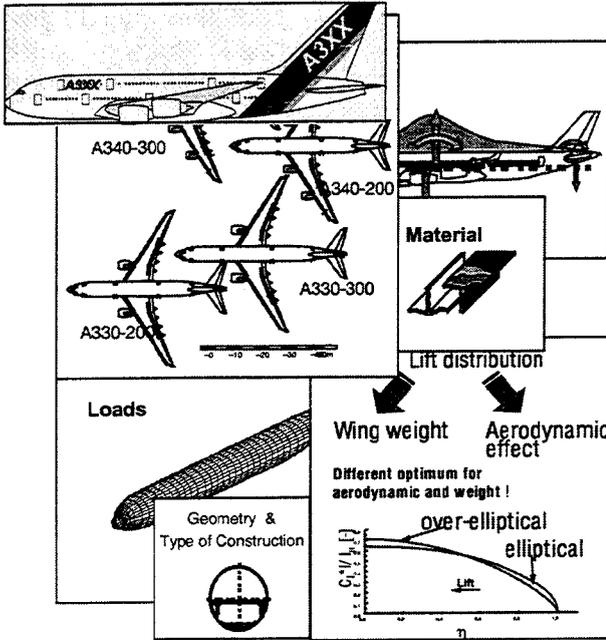


Abb. 6: Definition „Technologie“

Mit nahezu konstantem Preis und noch zu hohen Kosten, ist es damit die Aufgabe der Technologiebewertung den Einfluß von Technologien auf dieses System zu zeigen und die Balance zwischen Aufwand beim Hersteller und dem Nutzen beim Kunden deutlich zu machen. Dabei ist es in der Regel nicht zulässig, daß ein Parameter auf Kosten eines anderen verbessert wird, wie z.B. eine Gewichtsreduktion zum Nachteil von überdurchschnittlich wachsenden Herstellkosten.

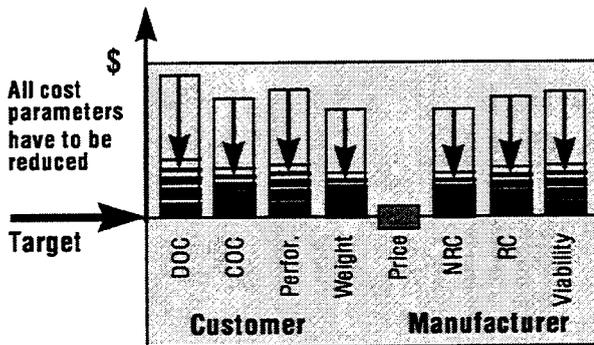


Abb. 7: Ziel ist die gleichmäßige Reduktion aller Kostenparameter

Ziel muß es daher sein, alle Kostenparameter beim Kunden und gleichzeitig beim Hersteller zu reduzieren (Abb. 7). Mit der Vorstellung der Methode zur Technologiebewertung sollen Wege aufgezeigt werden, dieses sensible Zusammenspiel grafisch darzustellen und somit eine Entscheidung für oder gegen eine Technologie zu erleichtern.

### 3. KRITERIEN ZUR BESTIMMUNG DER HERSTELLERINTERESSEN

Da die Auswirkungen einer Technologie auf ein Flugzeugprojekt dargestellt werden sollen, wird der Hersteller Cash Flow hier als programmspezifischer Cash Flow interpretiert. Er ist also nicht mit dem Cash Flow des Herstellers zu verwechseln, der eine ganze Produktfamilie von Standard- und Widebody-Entwürfen und Flugzeugen in den Kurz-, Mittel- und Langstreckenbereichen des Weltluftverkehrsmarktes produziert. Aus diesem Grunde wird die Entwicklung, die Produktion und der Vertrieb eines Flugzeugprojektes als eigenständige Investition verstanden, die für sich selbst die notwendige Rendite erwirtschaften muß, um als Investition gerechtfertigt zu sein. Die notwendigen Hauptparameter zur Berechnung des Hersteller Cash Flows sind bereits kurz erwähnt worden (Abb. 8):

- Entwicklungskosten (Non Recurring Cost: NRC) in ihrer Strukturierung nach Cost Chapter geordnet: (Spezifischer, nicht spezifischer Entwurf, Tests für Struktur und Systeme, Vorrichtungsbau, Windkanalversuche, Flugtests, usw.)
- Herstellungskosten (Recurring Cost: RC) (Lohn- und Materialkosten, Kosten für: Rumpf, Flügel, Leitwerk, Systeme, usw.)
- Einnahmen, Katalogpreis, Rabattsysteme, Produktionsvolumen, Kadenz, usw.
- Zeitlicher Projektlauf: Go Ahead, Entry into service, Escalation, Interest rate, usw.

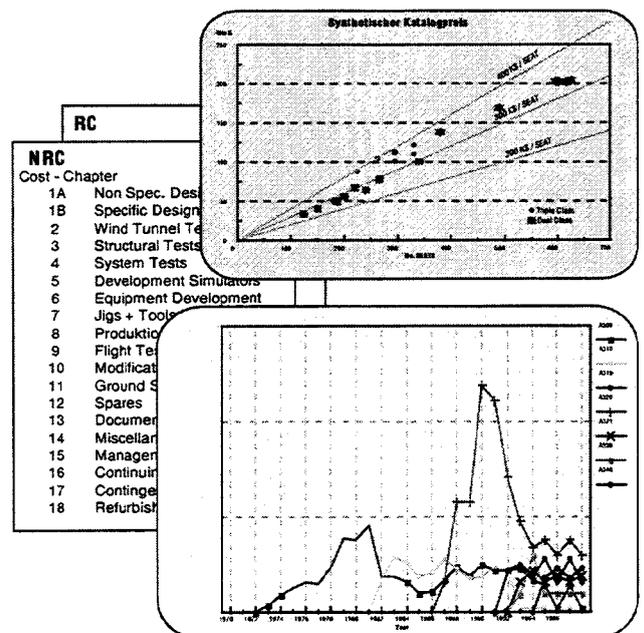


Abb. 8: Parameter um die Wirtschaftlichkeit des Herstellers zu berechnen

Die projektspezifischen Faktoren und Eingabegrößen werden zum Teil in eigenständigen Programmen berechnet bzw. prognostiziert. Durch den Einfluß von Technologie ändern sich diese Werte in sehr unterschiedlicher Weise, so daß eine Trendaussage nicht möglich erscheint. Mit der Hilfe des Cash Flow - Verfahrens (Abb. 9) ist es nun möglich diese Datenfülle so weit zu reduzieren, daß nur noch drei Ergebniswerte übrig bleiben.

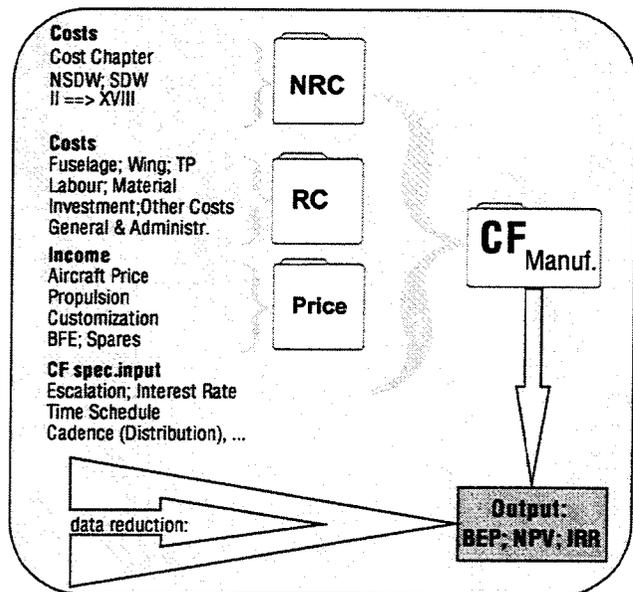


Abb. 9: Datenreduktion mit Hilfe des Cash Flow Verfahrens für den Hersteller

Im Cash Flow Verfahren (CF) werden Entwicklungskosten und stückzahlbezogenen Kosten mit den stückzahlabhängigen Einnahmen in jeden Jahr der Entwicklung und Produktion zu Periodenüberschüssen zusammengefaßt. Der wirtschaftliche Erfolg des Herstellers bei der Durchführung des betreffenden Projektes ist damit quantifizierbar in den Größen:

- Break Even Point (BEP)  
(Zeitpunkt ab dem der Kapitalwert der Investition positiv wird, also die Verzinsung dieser Investition höher wird als der kalkulatorische Zinssatz)
- Net Present Value (NPV)  
(Kapitalwert der Investition [€])
- Internal Rate of Return (IRR)  
(Rendite der Investition [%])

Um die Einflüsse einer Technologie auf den Hersteller aufzeigen zu können, wird zunächst einmal eine Basis CF Rechnung durchgeführt. In einem zweiten Schritt werden dann die technologiebedingten Änderungen wie zum Beispiel geänderte Entwicklungskosten, Variationen in den Herstellkosten, andere Materialien oder Fertigungsprozesse

oder Gewichtsänderungen bestimmt, um dann nochmals die CF - Rechnung zu durchlaufen. Es wird sich zeigen, daß die Änderungen infolge der Technologie einen geänderten CF - Verlauf erzeugen. Im Referenzjahr werden diese Änderungen als delta NPV bzw. delta IRR abgegriffen. Sie stellen somit die Änderung des wirtschaftlichen Ergebnisses des Herstellers infolge der Technologie dar (Abb. 10).

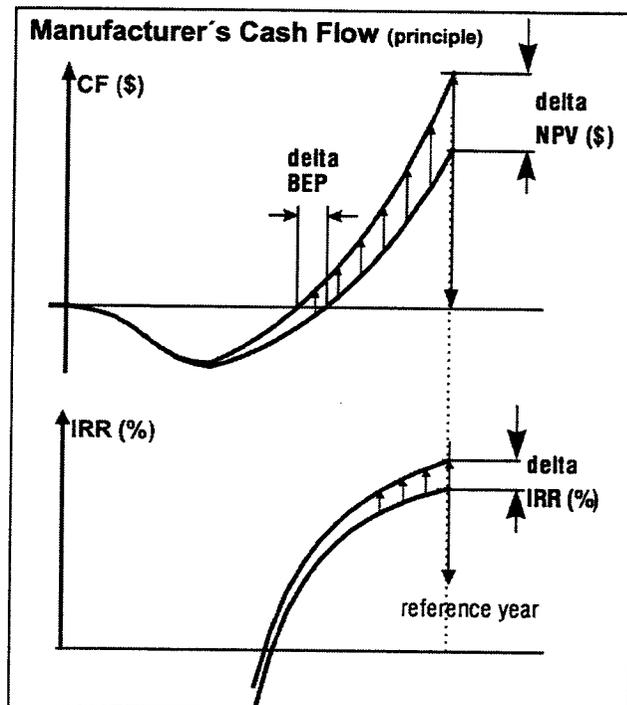


Abb. 10: Prinzipielle Darstellung der Auswirkung einer Technologie auf den Hersteller Cash Flow

Diese Vorgehensweise eignet sich vor allen Dingen zur Bestimmung der Technologieeffekte in den frühen Phasen des Entwicklungsprozesses.

#### 4. KRITERIEN ZUR BESTIMMUNG DER BETREIBERINTERESSEN

Das wirtschaftliche Umfeld des Betreibers zur Vorbereitung einer Aircraft Cash Flow Berechnung ermittelt sich im Prinzip genau so wie es bei der Beschreibung der Herstellerinteressen gezeigt wurde. Die Kostenstruktur einer Luftverkehrsgesellschaft ist prinzipiell in der Abb. 11 dargestellt. Die TOC (Total Operating Cost) setzen sich aus den DOC (Direct Operating Cost) und den IOC (Indirect Operating Cost) zusammen. In dem weit verbreiteten und somit als bekannt angenommenen DOC - Verfahren werden die operativen Kosten des Flugzeugeinsatzes beschrieben. Diese Kosten werden in Abhängigkeit von der jährlichen Nutzung bestimmt, die wiederum in einem funktionalen Zusammenhang mit der

Reichweite steht. Dieser Teilbereich der Kosten wird am stärksten vom Flugzeugentwurf beeinflusst und kann durch technologische Änderungen geän-

benden jährlichen Periodenüberschüsse werden in einer Cash Flow - Berechnung zusammengefaßt, über die eine Datenreduktion durchgeführt werden kann (Abb.12).

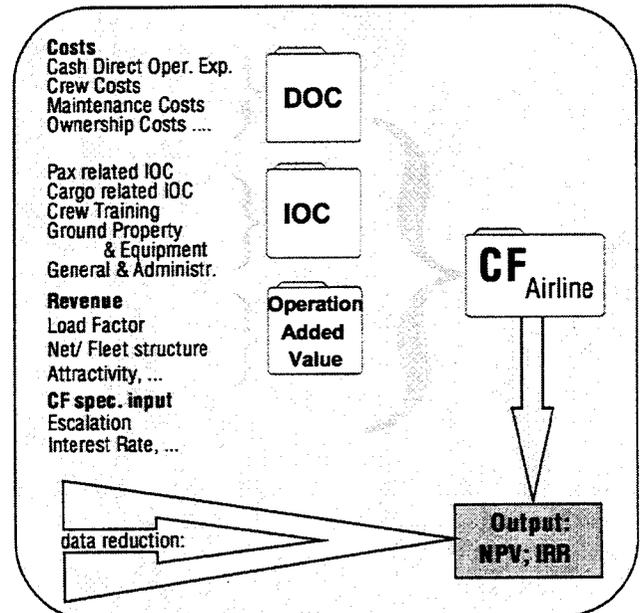
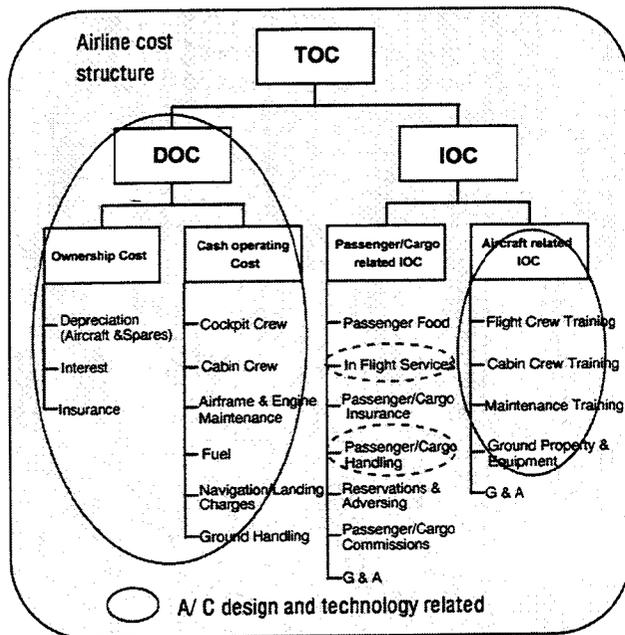


Abb. 11: Parameter um die Kosten des Betreibers zu berechnen

Abb. 12: Datenreduktion mit Hilfe des Cash Flow Verfahrens für den Betreiber

dert werden. Im Allgemeinen gilt das DOC Verfahren in einem Bereich der „eingeschwungenen“ Kosten der den Zeitraum der Flugzeugeinführung vermeidet, wie auch für den Bereich der ein altersbedingtes Anwachsen der Wartungskosten ausschließt.

Das Ergebnis des Betreiber CF kann – wie beim Hersteller CF - durch zwei Parameter beschrieben werden:

Aber auch bei den indirekten Kosten gibt es Bereiche in der Kostenstruktur, die durch Technologieeinsatz beeinflusst werden können. Diese Bereiche sind in der Abb. 11 gekennzeichnet. Die indirekten Kosten sind nur ungenau zu bestimmen, da sie stark Airline – spezifisch sind, und darüber hinaus zusätzlich noch eine starke regionale Abhängigkeit aufweisen.

- Net Present Value (NPV)  
(Kapitalwert der Investition [\\$])
- Internal Rate of Return (IRR)  
(Rendite der Investition [%])

Die Einnahmen aus dem Flugzeugeinsatz entstehen aus dem Verkauf von Transportkapazität in Form von Sitzen oder Fracht. Diese Einnahmen sind ebenfalls nur mit einer großen Bandbreite zu bestimmen, da sie einer Vielzahl von Abhängigkeiten unterliegen, wie Reichweite, regionale Einflüsse, Konkurrenzsituation, Eigenverständnis und Kunden- ausrichtung, Flottengröße und Zusammensetzung, Netzstruktur, Sitzladefaktoren in Abhängigkeit von den Sitzklassen, usw.

Die Angabe eines „Break Even Points“ ist beim Betreiber CF nicht sinnvoll, da bereits ab dem ersten Einsatz ein positiver Cash Flow unterstellt wird.

Die Kosten und die Einnahmen müssen die Flugzeugfinanzierungsphase und den Zeitraum der durch den Alterungsprozeß ansteigenden Wartungsaufwände berücksichtigen, und unterliegen noch einer globalen zeitlichen Änderung, der Eskalation. Die sich aus Kosten und Einnahmen erge-

Um die Einflüsse einer Technologie auf den Betreiber aufzeigen zu können, wird, entsprechend der Vorgehensweise beim Hersteller, zunächst einmal eine Basis CF Rechnung durchgeführt. In einem zweiten Schritt werden dann die technologiebedingten Änderungen wie z. B. Gewichts-, Widerstands-, Emissionsänderungen, unterschiedliche Missionsverbräuche, Änderungen bei den Wartungskosten oder der Wartbarkeit usw. bestimmt, um dann nochmals die CF - Rechnung zu durchlaufen. Es zeigt sich, daß die Änderungen infolge der Technologie einen geänderten CF - Verlauf erzeugen. Im Referenzjahr werden diese Änderungen als delta NPV bzw. delta IRR abgegriffen. Sie stellen somit die Änderung des wirtschaftlichen Umfeldes des Betreibers infolge der Technologie dar (Abb. 13).

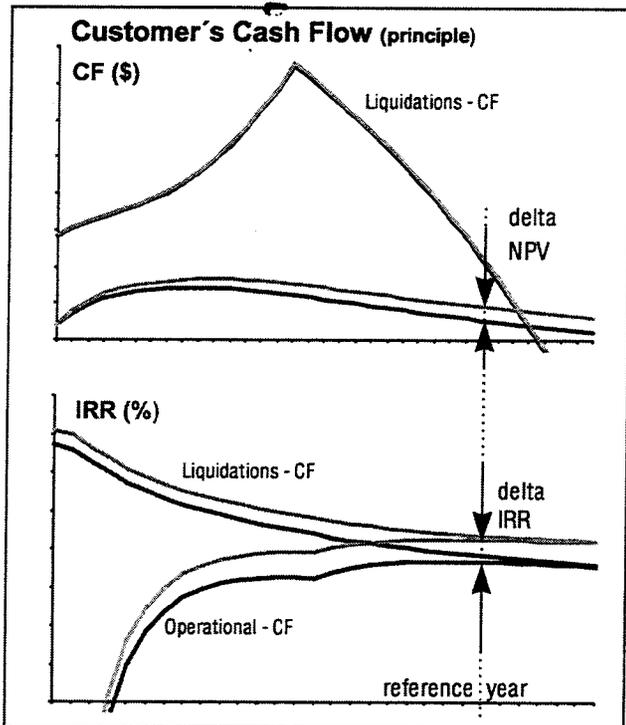


Abb. 13: Prinzipielle Darstellung der Auswirkung einer Technologie auf den Betreiber - Cash Flow

#### 4.1 Anmerkung zur Ablösung des DOC - Verfahrens durch das CF Verfahren

Das weit verbreitete und etablierte DOC Verfahren hat – wie jedes Verfahren – seinen festgelegten Gültigkeitsbereich. Es ist gültig:

- für ein Flugzeug aus einer Flotte von 10 Flugzeugen
- in einer Periode der eingeschwungenen Kosten, d.h. zwischen dem 5. und 15. Jahr des operationellen Einsatzes
- für die Kostenberechnung einer Flugverbindung
- für eine Mission mit Referenzreichweite
- für eine definierte jährliche Nutzung (die wiederum von der Reichweite abhängig ist)
- für einen Restwert des Flugzeuges von 10% des Neupreises nach 15 Jahren Einsatz
- für eine feste „Turn around Time“

Vom DOC - Verfahren werden jedoch die folgenden Punkte nicht erfaßt:

- Einbeziehung des Verdienstpentials infolge günstiger Projektauslegung
- Kostenersparnisse infolge des Kommonalitäts-effektes einer Flugzeugfamilie, die sich u.a. auf die Kosten der Pilotenausbildung, der Anzahl der Piloten und auf die Ersatzteilbevorratung auswirkt.
- zusätzliche Attraktivitätssteigerung für die Airline

- oder die Passagiere (Added Value)
- Einflüsse aus der Netz- und Flottenzusammensetzung
- Einflüsse aus der „Design Flexibility“
- Einflüsse, die den Alterungsprozeß beeinflussen (Ageing Process, Damage Tolerance, Corrosion Resistance)
- Einflüsse die den Restwert beeinflussen (Frachtertauglichkeit, Ageing Process)
- Flexible, der Nutzung angepasste Wartungskosten
- Verbesserte Abfertigungszeiten

Diese Faktoren können im Aircraft- oder Betreiber Cash Flow - Verfahren berücksichtigt werden und somit in die Bewertung einbezogen werden (Abb. 14).

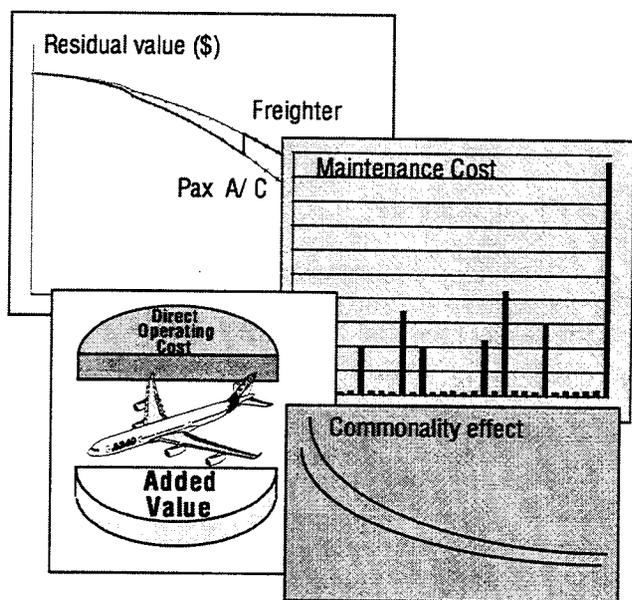


Abb. 14: Zusätzliche Faktoren, die im Betreiber - Cash Flow berücksichtigt werden

#### 5. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

Eine übersichtliche Darstellung der Vorgehensweise bei der Bewertung von Projekten oder Technologien zeigt die Abb. 15.

Ausgehend vom „General Aircraft Study Price“, der um ein stückzahlabhängiges Rabattsystem erweitert wird, erhalten wir das verbindende Glied, den aktuellen Flugzeugpreis, der beim Hersteller als Einkommen, beim Kunden als Kosten auftritt. Wie bereits beschrieben wird zunächst der Basis - Cash Flow für den Hersteller und den Betreiber ermittelt. Damit wird das aktuelle wirtschaftliche Umfeld bei der Produktion bzw. dem Einsatz des Flugzeuges beschrieben. Der zweite Schritt besteht darin, die Auswirkung der Technologie auf den Hersteller und

den Betreiber zu quantifizieren. Die bereits vorgestellten Einflußgrößen werden beim Hersteller und beim Betreiber das wirtschaftliche Umfeld im positiven oder auch im negativen Sinne verändern, was dann in der zweiten Cash Flow - Berechnung er-

	Manufacturer	Customer
1. reference cash flow	==> IRR reference	==> IRR reference
2. technology effect	delta costs, weight	delta weight, drag, costs
3. variant cash flow	==> IRR variant	==> IRR variant
4. result: technology assessment;	IRR var. - IRR ref. = delta IRR manuf.	IRR var. - IRR ref. = delta IRR customer

Abb. 15: Prinzipielle Darstellung der Methode zur Technologie / Projektbewertung

mittelt werden kann. Das Resultat der Berechnung ist die Änderung des wirtschaftlichen Erfolges, ausgedrückt z.B. in der Änderung der Rendite (delta IRR) für den Hersteller und für den Betreiber infolge der Technologie (Abb. 15).

In einem Koordinatensystem, in dem die Renditeänderung des Herstellers auf der X-Achse und die Renditeänderung des Betreibers auf der Y-Achse aufgetragen ist (Abb. 16), läßt sich, bezogen auf die

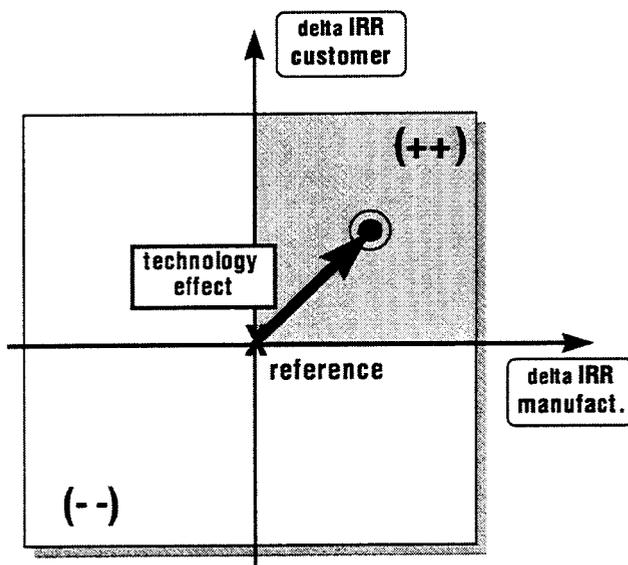


Abb. 16: Die Auswirkung einer Technologie kann als Vektor dargestellt werden.

Referenzkonfiguration oder die Referenztechnologie, die Auswirkung der betrachteten Technologie als Vektor darstellen. Damit wird eine relative Darstellung erarbeitet, die besonders in den frühen Projektphasen eine Entscheidungsgrundlage erzeugt.

Der rechte, obere Quadrant ist natürlich der Bereich, der durch die technische Änderung angestrebt wird. In ihm profitieren beide, der Hersteller wie auch der Betreiber. Technologien, die in den entgegengesetzten Bereich weisen (links unten), in dem also beide Verluste erleiden werden, werden mit großer Wahrscheinlichkeit aussortiert werden, wenn nicht andere Gründe, wie vielleicht Sicherheits- oder Umweltaspekte zur Integration dieser Technik zwingen. Aber auch in diesem Fall ist eine Bewertung sinnvoll, da sie dann durch andere Technologien kompensiert werden muß.

In der Einführung wurde von den Zielwerten gesprochen, die der Betreiber eines neuen Produktes gegenüber dem Konkurrenzprodukt erwartet, und die auch der Flugzeughersteller an die Wirtschaftlichkeit eines neuen Produktes setzen muß, um auf dem Weltmarkt überleben zu können. Auf die grafische Darstellung des Technologieeffektes bezogen heißt das, daß neben dem Referenzpunkt auch der Zielpunkt eingetragen werden muß. Der Referenzpunkt kann somit als der aktuelle Projektstand interpretiert werden, der sich im Laufe der Entwicklung dem Zielwert (Target) nähern wird.

Zur Definition dieses Referenzpunktes oder des aktuellen Projektstandes wird daher zunächst einmal die X-Achse (delta IRR Hersteller) betrachtet. Im Airbus System ergibt sich die Schwierigkeit, die Herstellerwirtschaftlichkeit für ein Projekt zu bestimmen, an dem mehrere (noch) unabhängige Partner beteiligt sind. Jeder dieser Partner wird den aktuellen Stand eines Projektes (hier natürlich das wirtschaftliche Umfeld infolge dieses Projektes) anders beurteilen, was, bezogen auf den Zielwert, eine Fixierung schwierig macht. Eine Lösung bietet

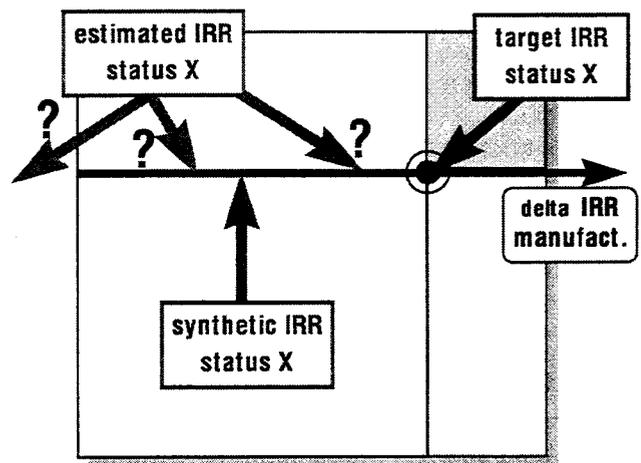


Abb. 17: Positionierung des aktuellen Projektstandes auf der x-Achse

sich an durch die Definition einer „synthetischen“ Rendite auf der Herstellerseite wie sie in Abb. 17 dargestellt ist. Damit ist eine Koordinate des Punk-

tes „aktueller Projektstand“ oder „Technologie - Referenzpunkt“ bestimmt.

Bei der Definition dieses Punktes auf der Y-Achse, die ja den wirtschaftlichen Erfolg des Betreibers widerspiegelt, kann man zunächst den Einsatz des konkurrierenden Flugzeuges simulieren, um dann im Zielpunkt das angestrebte Verbesserungspotential des neuen Projektes eintragen zu können. Aus der Abb. 3 ist bekannt, daß am Beispiel der A3XX im Vergleich zur B747-400 zunächst der Größeneffekt ein Verbesserungspotential einbringt, der sich als IRR Verbesserung in Abb. 18 darstellt. Ohne zusätzlichen Technologieeinfluß wird somit die

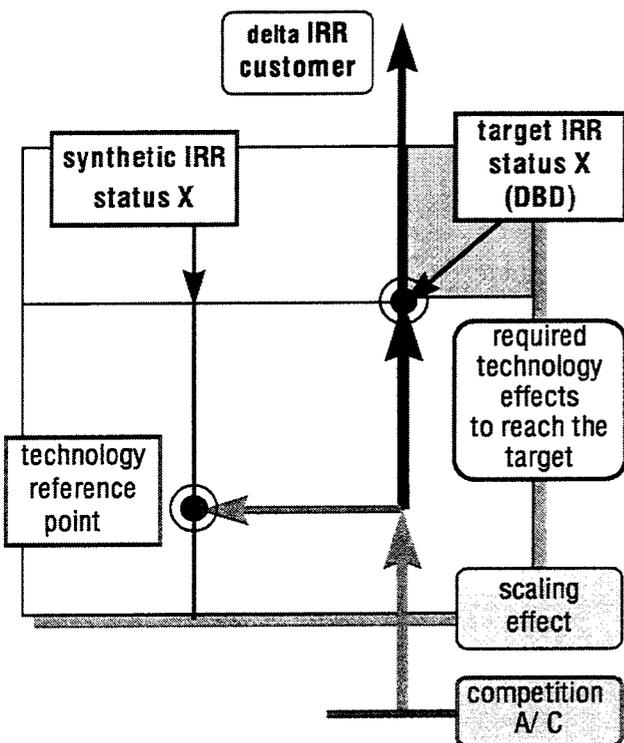


Abb. 18: Positionierung des aktuellen Projektstandes auf der Y-Achse

zweite Koordinate zur Bestimmung des aktuellen Projektstandes ermittelt, so daß dieser Referenzpunkt in das Diagramm eingetragen werden kann.

Mit der Festlegung dieses Punktes kann nun der Zielvektor definiert werden, der den aktuellen Projektstand mit dem Zielpunkt verbindet (Abb. 19). In dieser Abbildung wird deutlich, daß bei der Technologiebewertung zwei Darstellungen von Bedeutung sind, zum Einen die relative Darstellung, die auf den aktuellen Projektstand bezogen ist, und die den Vergleich konkurrierender Technologie

gestattet, und zum Anderen die Darstellung, die auf das Ziel ausgerichtet, das noch durch Technologie

einzubringende Verbesserungspotential verdeutlicht. Bei dieser Darstellung ist es einleuchtend, das z.B. der Flugzeugpreis eine nicht veränderbare Größe darstellt, obwohl in der ersten Darstellung durch eine Technologie ein mögliches Verbesserungspotential signalisiert wird. Ebenfalls wird für diese Darstellung zunächst einmal angenommen, daß die Attraktivitätsveränderung keine Einfluß auf das Produktionsvolumen hat.

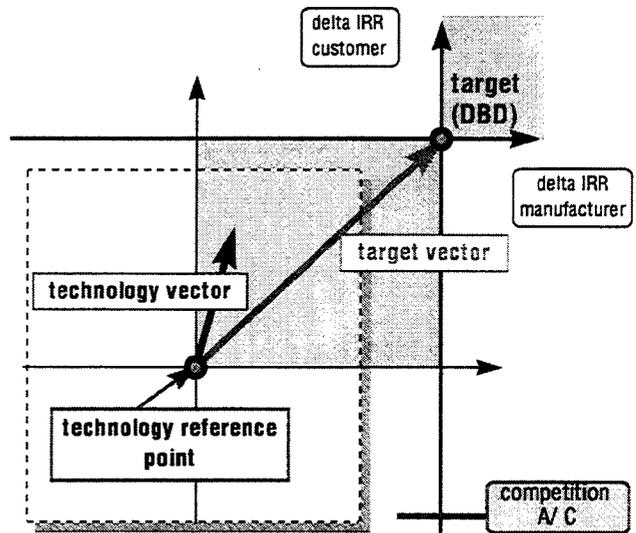


Abb. 19: Definitionen: Technologievektor, Targetvektor, Aktueller Projektstand

### 5.1. Darstellung eines Beispiels

In Abb. 20 wird das Ergebnis einer Technologiebewertung gezeigt, bei der für das Projekt A3XX unterschiedliche Kombinationen von Rumpfhaut-

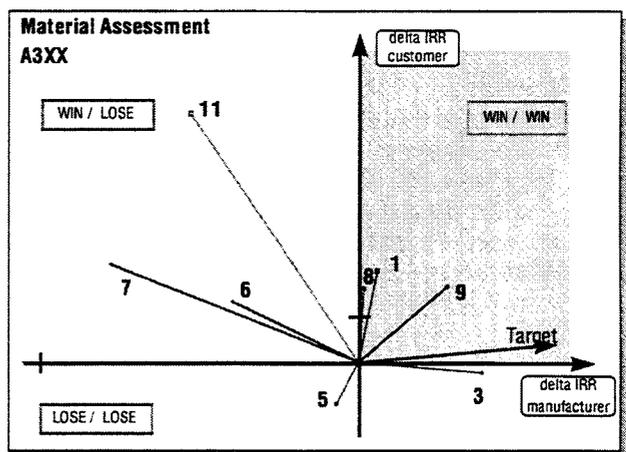


Abb. 20: Beispiel einer Technologiebewertung

materialien analysiert werden sollten. Die unterschiedlichen Rumpfhaut - Materialkombinationen

sind nummeriert worden. Die Bewertung zeigt das Streufeld der relativen Technologievektoren, die in jedem Quadranten zu finden sind. Es ist eigentlich nicht möglich, aus dieser zweidimensionalen Darstellung eine Wertigkeitsreihenfolge zu ermitteln. Die Schwierigkeit besteht darin, eine Bewertung der Technologien im linken, oberen Quadranten zu finden, die z.T. einen hohen Kundeneffekt haben, die aber auch für den Hersteller eine höhere Belastung bedeuten.

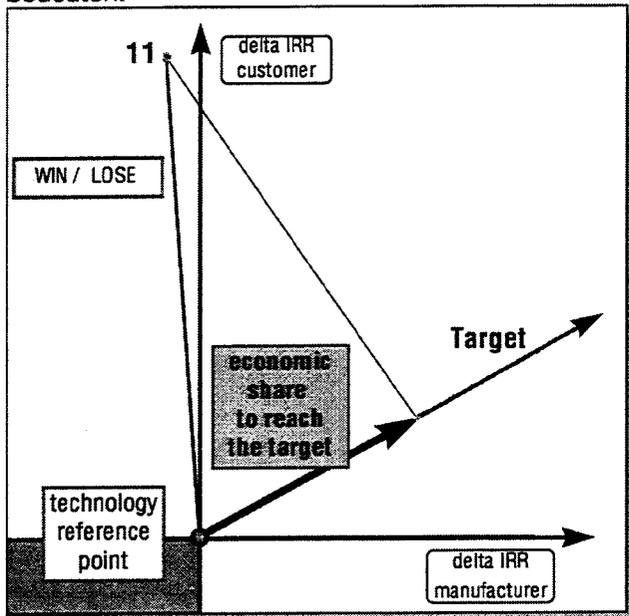


Abb. 21: Definition: Anteil zur Zielerfüllung

Bei gleicher Skalierung der Achsen ist in der delta IRR - Darstellung eine gleiche Bedeutung der Achsen gegeben. Das heißt, auf beiden Achsen ist die prozentuale Änderung der Rendite infolge einer Investition dargestellt. Natürlich ist das Investitionsvolumen der beiden Achsen nicht vergleichbar, so daß diese Art der Betrachtung mit dem absoluten Kapitalwert NPV (\$) nicht durchgeführt werden kann.

Die Technologie 11 in Abb. 20 ist somit identisch mit der dargestellten Technologie in Abb. 21. Zusätzlich ist die Richtung zum Ziel (Targetvektor) eingetragen. Die Projektion des Technologievektors auf den Targetvektor kann nun als „Beitrag zur Zielerfüllung“ definiert werden, und ergibt somit eine eindimensionale Wertigkeits - Rangfolge wie sie in Abb. 22 gezeigt wird.

Damit ist der Weg zur Bewertung von Projekten oder Technologien beschrieben.

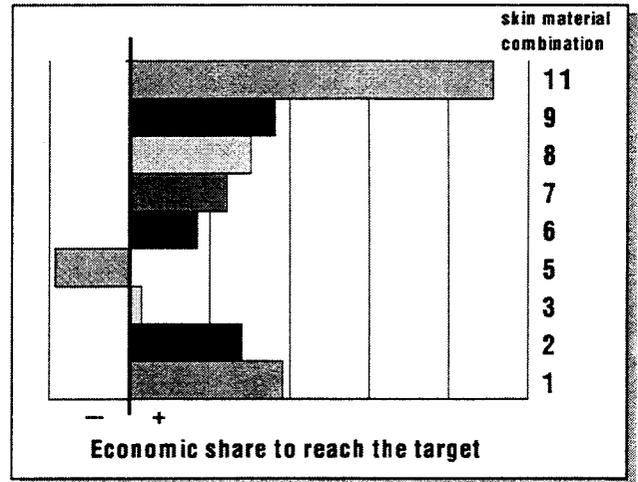


Abb. 22: Ergebnis der Technologiebewertung

## 6. ZUSÄTZLICHE ÜBERLEGUNGEN ZUR TECHNOLOGIEBEWERTUNG

Als Ergänzung sollen noch die folgenden Überlegungen kurz angedeutet werden.

Einen interessanten Effekt zeigt Abb. 23, daß nur durch Variation des Flugzeugpreises das Ziel nicht erreicht werden kann! Diese Überlegung gilt jedoch

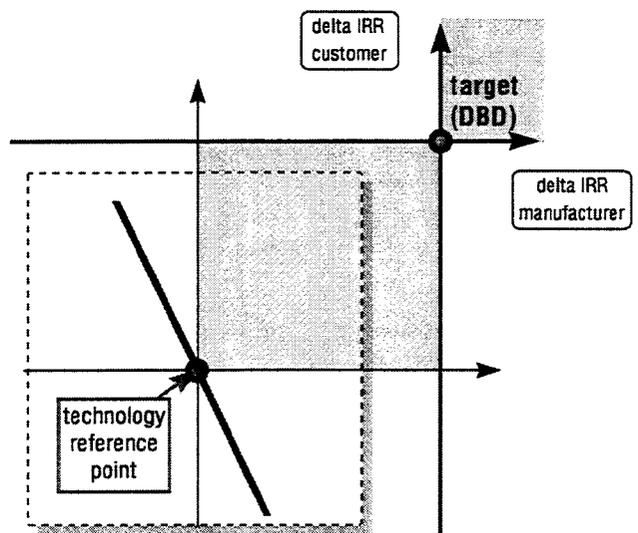


Abb. 23: Flugzeugpreis - Sensitivität

nur, wenn das Produktionsvolumen und damit auch die Kadenz konstant gehalten wird. Das lenkt die Aufmerksamkeit auf die Randbedingungen der Bewertung, die bisher angenommen wurden:

- fester, unveränderlicher Flugzeugpreis
- festes, unveränderliches Produktionsvolumen

In Wirklichkeit besteht natürlich ein Zusammenhang zwischen der Attraktivität und der Stückzahl.

In Zielpunkt ist das Produktionsvolumen in einem bestimmten Zeitrahmen gegeben. Es basiert unter anderem auf dem Attraktivitätsvorsprung vor der Konkurrenz. Wenn das so ist, dann muß eine Attraktivitätsminderung auch eine Stückzahlminderung zur Folge haben. Im Umkehrschluß muß demnach eine Attraktivitätssteigerung auch eine Stückzahlsteigerung beinhalten. Diesen globalen Zusammenhang zu erkennen, und vor allen Dingen zu quantifizieren, ist sehr schwer, da keine funktionalen Zusammenhänge bekannt sind und die Entscheidungen zum Flugzeugkauf als Sprungfunktionen auch ganz anderen Kriterien unterliegen. Der globale Effekt ist dennoch vorhanden (Abb. 24).

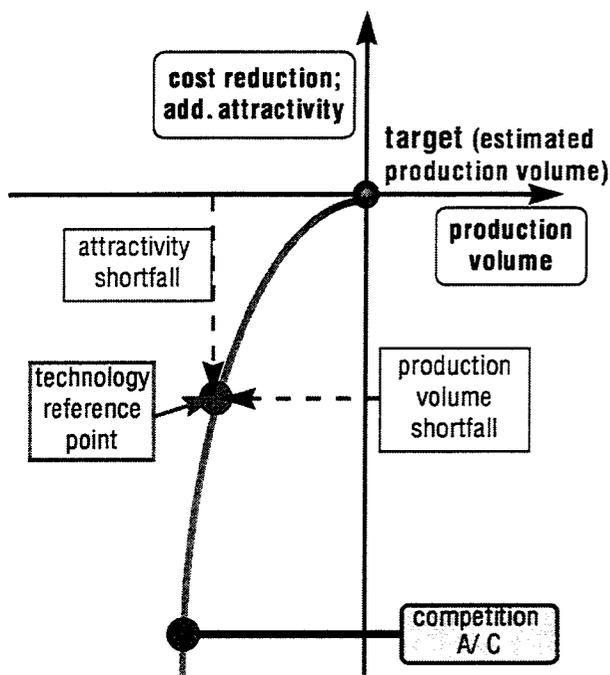


Abb. 24: Zusammenhang zwischen Produktattraktivität und Produktionsvolumen

Die Folge aus dieser Überlegung ist, daß eine Attraktivitätssteigerung für den Betreiber mit einer Stückzahlkorrektur versehen werden kann, wie in Abb. 25 gezeigt wird.

Eine weitere Überlegung betrifft die Zeitabhängigkeit der Technologieintegration. Die Wirkung einer Technologie kann eine ganz andere sein, wenn der optimale Zeitpunkt ihrer Integration in ein Projekt nicht eingehalten werden kann. Ein großer Teil der Technologien bezieht ihren Vorteil nicht nur aus den Primäreffekten, sondern auch aus „Snowball - Effekten“ d.h. Folgeeffekten mit denen das Flugzeugprojekt in seiner geometrischen Größe verändert werden kann. So kann eine große primäre Gewichtsreduktion die Skalierung des Flugzeugen

nach sich ziehen, einschließlich einer verringerten installierten Triebwerksleistung und dem dadurch zusätzlich verringertem Missionsverbrauch. Nach dem „Einfrieren“ des Entwurfes gehen diese „Snowball - Effekte“ dem Projekt natürlich verloren.

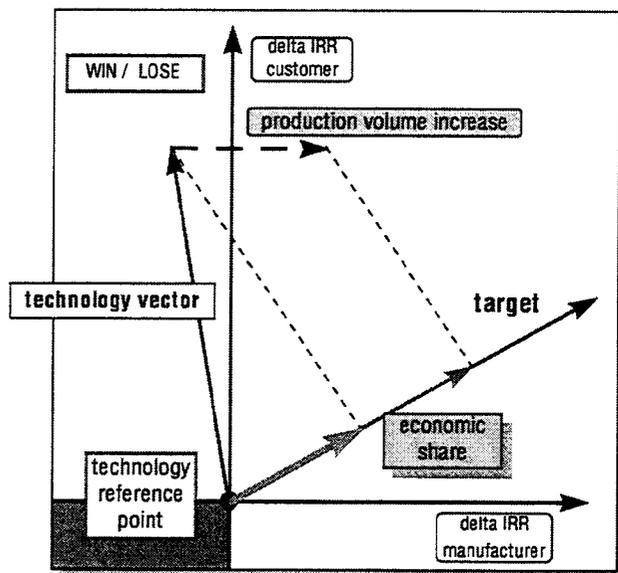


Abb. 25: Korrektur der Technologiebewertung durch die "Attraktivität / Stückzahl" - Sensitivität

Nach Abb. 26 läßt sich daraus ableiten, daß der Targetvektor keine Gerade ist, sondern in einem funktionalen Zusammenhang mit den aktuellen Projektstand steht.

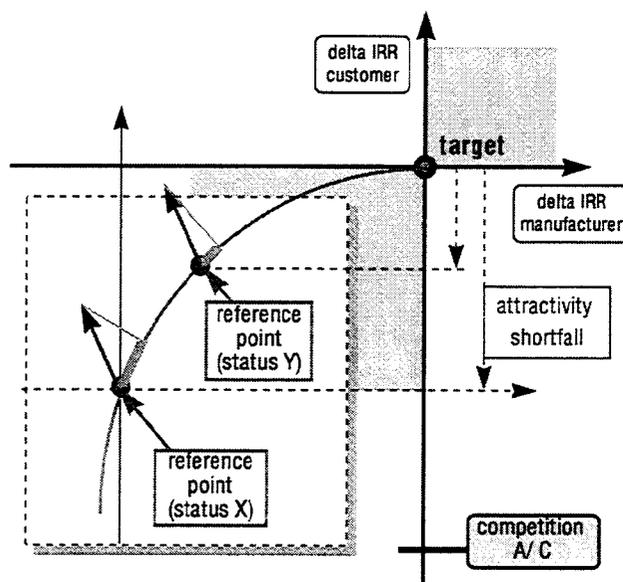


Abb. 26: Die Zeitabhängigkeit des Technologieeffektes

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Mit der Durchführung von Cash Flow - Berechnungen kann der wirtschaftliche Erfolg eines Flugzeugprojektes für den Hersteller und der wirtschaftliche Erfolg aus dem Einsatz diesen Flugzeuges für den Betreiber ermittelt werden.

Durch Technologieintegration in das Projekt werden sich Änderungen dieses wirtschaftlichen Umfeldes einstellen, die in einer erneuten Cash Flow - Berechnung wiederum für den Hersteller und den Betreiber ermittelt werden können. Diese Änderungen können zum Beispiel als technologiebedingte Renditeänderungen grafisch in einer Vektordarstellung miteinander verglichen werden. Diese „Technologievektoren“ beschreiben das Verhältnis zwischen dem Aufwand beim Hersteller und dem Nutzen beim Betreiber.

Mit ihrer Hilfe kann bereits in den frühen Projektphasen eine auf das Ziel ausgerichtete Technologieauswahl ermittelt werden, und somit für die Projektleitung eine Entscheidungsgrundlage erarbeitet werden, die eine auf das Ziel ausgerichtete Projektsteuerung unterstützt.

## 6. LITERATUR

- [1] Börner-Kleindienst, M.: Analyse des Marktes für zivile Großflugzeuge im Hinblick auf die Ableitung von Erfolgsfaktoren für die Flugzeughersteller, Dissertation  
Wirtschaftsuniversität Wien, Mai 1995
- [2] Jost, P., Meller, F.: Key buying factors and Added Value - a new approach to aircraft evaluation, DA, Oct. 1998
- [3] Schnieder, H.: Project Evaluation and Technology Assessment - Description of the Method, DA-EZB 078/98, March 1998