

Kesten, Ralf

Working Paper

Controlling von Lebenszykluskosten für Betriebsmittel auf der Grundlage dynamischer Investitionskennzahlen

Arbeitspapiere der Nordakademie, No. 2009-06

Provided in Cooperation with:

Nordakademie - Hochschule der Wirtschaft, Elmshorn

Suggested Citation: Kesten, Ralf (2009) : Controlling von Lebenszykluskosten für Betriebsmittel auf der Grundlage dynamischer Investitionskennzahlen, Arbeitspapiere der Nordakademie, No. 2009-06, Nordakademie - Hochschule der Wirtschaft, Elmshorn

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/38584>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



ARBEITSPAPIERE DER NORDAKADEMIE

ISSN 1860-0360

Nr. 2009-06

Controlling von Lebenszykluskosten für Betriebsmittel auf der Grundlage dynamischer Investitions- kennzahlen

Prof. Dr. Ralf Kesten

Juli 2009

Eine elektronische Version dieses Arbeitspapiers ist verfügbar unter:
<http://www.nordakademie.de/arbeitspapier.html>



Köllner Chaussee 11
25337 Elmshorn
<http://www.nordakademie.de>

Controlling von Lebenszykluskosten für Betriebsmittel auf der Grundlage dynamischer Investitionskennzahlen

von Prof. Dr. Ralf Kesten¹

1 Problemstellung

Modelle zum Life Cycle Costing verdeutlichen insbesondere die oftmals anzutreffende „Trade-off-Problematik“ zwischen heutiger Investitionsauszahlung und künftigen laufenden Kosten bzw. Auszahlungen.² Beispielsweise ist ein Diesel- oder Erdgasfahrzeug in der Anschaffung teurer als ein vergleichbares Benzinermodell. Allerdings ließ sich bislang zumindest beobachten, dass in den Folgejahren die laufenden Auszahlungen eines Benziners auf einem höheren Niveau als die eines Diesel- oder Erdgasfahrzeugs verharren. Die Wirtschaftspraxis kennt viele weitere Beispiele für derartige Trade-off-Problematiken.³ Um die endgültige relative Vorteilhaftigkeit einer Handlungsalternative zu erkennen, ist folglich eine Prognose und Kontrolle der finanziellen Konsequenzen über den gesamten Lebenszyklus erforderlich. Dieser knapp skizzierte Sachverhalt ist als sog. Life Cycle Costing für betrieblich genutzte Ressourcen in die Fachliteratur eingegangen.⁴ Zu den Ressourcen zählen nicht nur die klassischen industriellen Betriebsmittel (wie bspw. technische Anlagen, Fabrikgebäude oder Fuhrpark), sondern vermehrt auch immaterielle Assets wie bspw. Softwarelizenzen und sogar im externen Rechnungswesen nicht bilanzierungsfähige Aktivitäten wie bspw. selbst erstellte Patente oder der Aufbau eines eigenen Managementnachwuchses. Bei alleiniger Fokussierung auf die Auszahlungen wird auch von einer Analyse der sog. „Total Cost of Ownership“ gesprochen. Neben der Betrachtung von Ressourcen werden auch Absatzprodukte einer Lebenszyklusanalyse unterzogen, bspw. im Rahmen der Neuproduktentwicklung als „dynamisierte Target Costing-Variante“. Durch die dann zumeist notwendige Einbeziehung von Einzahlungen erscheint es nicht mehr gerecht-

¹ Korrespondenzadresse: Prof. Dr. Ralf Kesten, NORDAKADEMIE gAG, Köllner Chaussee 11, 25337 Elmshorn, ralf.kesten@nordakademie.de.

² Soweit nicht gesondert hervorgehoben, wird im Folgenden nicht zwischen den Begriffen Kosten und Auszahlungen differenziert bzw. stets von zahlungswirksamen Kosten ausgegangen. Dem Leser wird empfohlen, „cash-flow-basiert“ zu denken.

³ Vgl. bspw. Günther, T./Kriegbaum, C.: Die Fallstudie aus der Betriebswirtschaftslehre: Life Cycle Costing –Vergleich Energielampe versus Glühlampe. In: WISU 12/1997, S. 1160-1162; Sturm, R.: Life Cycle Costing. In: WISU 4/2005, S. 450-456; Götz, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement, 4. Aufl., Berlin/Heidelberg 2007, S. 297-319; Kremin-Buch, B.: Strategisches Kostenmanagement, 4. Aufl., Wiesbaden 2007, S. 181-226; Weber, J./Lissautzki, M.: Erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung mit Kundenwerten. In: Controlling, 6/2006, S. 277-282; Hempelmann, B./Lürwer, M.: Der Customer Lifetime Value-Ansatz zur Bestimmung des Kundenwertes. In: WISU 3/2003, S. 336-341.

⁴ Ferner wird dem Life Cycle Costing die Analyse des zeitlichen Verlaufs, der periodenbezogenen Höhe sowie der strukturellen Zusammensetzung von Auszahlungen über den Lebenszyklus einer Ressource zugeordnet. Auf diese Aspekte wird nicht weiter eingegangen, da sie nicht unmittelbar mit einem Entscheidungsproblem („Benziner oder Diesel?“) verknüpft sind.

fertigt, von einem „Life Cycle Costing“ zu sprechen; vielmehr handelt es sich dann um Reflexionen zum „Life Cycle Value“. In konsequenter Fortführung des Gedankens zum Lebenszykluswert von Ressourcen und Produkten muss die Analyse in der Betrachtung sämtlicher wertrelevanter Erfolgsfaktoren im sozioökonomischen Gebilde „Unternehmen“ führen: Customer Lifetime Value, Markenwert- und Humanvermögensberechnungen, Wissensbilanzen bis hin zu ganzen Unternehmenswerten sind aktuelle Beispiele aus Theorie und Praxis, die den Übergang zum „Life Cycle Value-Denken“ markieren, damit endgültig zur Eingliederung der eher kurzfristig ausgerichteten Kosten- und Leistungsrechnung in die eher zur Lösung von strukturellen Problemstellungen entwickelte Investitions- und Finanzierungsrechnung führen.⁵ Vor diesem Hintergrund lässt sich meines Erachtens die These formulieren, dass insbesondere die **dynamische Investitionsrechnung zum künftig wertvollsten Controllinginstrument in der Unternehmenspraxis** aufsteigen dürfte.⁶ Denn wer nachhaltige Wertsteigerung für Share- oder Stakeholder messen möchte, kann nicht auf „verstümmelten Finanzplänen“ bzw. kurzfristig gültigen Kalkülen der klassischen Kostenrechnung aufbauen; der muss den Mut und den Willen haben, den begründeten Blick in die unsichere ferne Zukunft zu werfen. Abb. 1 zeigt Objekte, die in der Praxis vermehrt zum Gegenstand von Lebenszyklusanalysen werden.

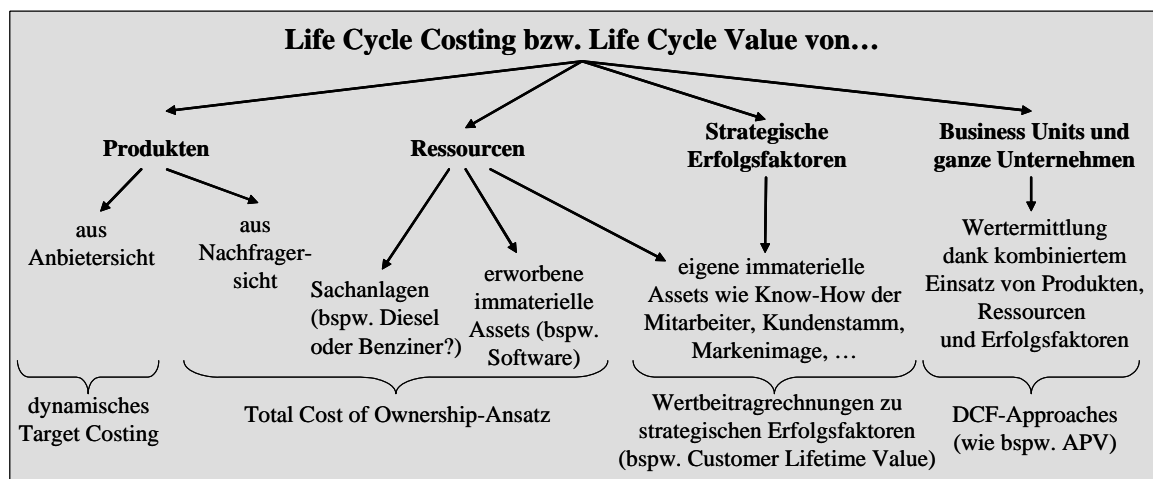


Abb. 1: Systematisierung von Objekten im Rahmen von Lebenszyklusanalysen

⁵ Vgl. bspw. Schirmeister, R./Kreuz, C.: Der investitionsrechnerische Kundenwert. In: Kundenwert (Hrsg.: Günter, B./Helm, S.), 3. Aufl., Wiesbaden 2006, S. 311-331.

⁶ Diese These wird erhärtet durch die Entwicklungen der internationalen Rechnungslegung, die sich dem Primat einer sog. „Fair value“-Bilanzierung verpflichtet fühlt bzw. diese zumindest ermöglicht: Lassen sich im Zuge der Folgebewertung für Vermögensgegenstände keine repräsentativen Marktpreise unmittelbar beobachten (was in vielen Unternehmen für die überwiegende Mehrheit der vorhandenen Assets gelten dürfte), wird ggf. auf Discounted Cash Flow-Methodik zurückgegriffen. Zu den Möglichkeiten von Fair Value im IFRS-Abschluss vgl. bspw. Heuser, P.J./Theile, C.: IFRS-Handbuch, 3. Aufl., Köln 2007. Zum Fair Value vgl. (zurecht) kritisch Bieg, H./Bofinger, P./Küting, K./Kusmaul, H./Waschbusch,

Am **Beispiel „Erdgas oder Benziner“** soll der praktische Einsatz der dynamischen Investitionsrechnung für eine Lebenszyklusanalyse von Betriebsmitteln aufgezeigt werden, wobei der Einsatz sowohl in der Planungs- (vgl. Abschnitt 2) als auch in der Nutzungs- bzw. Betriebsphase (vgl. Abschnitt 3) verdeutlicht wird, um den Controlling-, also den Steuerungsaspekt verstärkt in den Mittelpunkt der Ausführungen zu stellen. Abschnitt 4 fasst die Controllingaufgaben, die sich aus den phasenbezogenen Betrachtungen ergaben, zusammen und würdigt den Einsatz von Kennzahlen der dynamischen Investitionsrechnung.

Ich möchte betonen, dass sich meine Ausführungen ausschließlich auf das Ziel „Einkommenstreben“ konzentrieren; andere Zielgrößen bzw. Einflussfaktoren, die eine Investitionsentscheidung in der Praxis ggf. mit bestimmen (bspw. Wunsch nach verbesserter Reputation), bleiben außen vor.

2 Controllingaufgaben im Rahmen der Planungsphase

Zentraler Bestandteil der Planungsphase stellt die Wirtschaftlichkeitsprognose dar, die die Genehmigung konkurrierender Investitionsobjekte dar (relativer Vorteilhaftigkeitsvergleich). In unserem Beispiel soll es sich um ein Erdgas- sowie um ein vergleichbares Benzinmodell „Touran Trendline“ des Herstellers VW AG handeln.

Abb. 2 zeigt wichtige Prognosedaten, auf deren Grundlage die Auswahlentscheidung getroffen wird. Um die Flexibilität der Planungsrechnungen zu erhöhen, können (müssen aber nicht) sämtliche Daten laufzeitabhängig eingegeben werden. Dies erscheint für die jährliche Fahrleistung, die Liquidationserlöse, die Benzin- bzw. Erdgaspreisentwicklung sowie für anfallende Inspektions- bzw. Wartungsarbeiten sinnvoll. Hingegen wird man die Auszahlungen für Versicherung und KfZ-Steuer sowie den zur Diskontierung einzusetzenden Kalkulationszinssatz eher laufzeitkonstant ansetzen.

Um die Anforderungen an die Datenprognose signifikant zu reduzieren, wird eine Planung auf der Basis von Real- anstelle von Nominaldaten vorgeschlagen: Die Entscheidungsträger kennen heute (also in $t=0$) ziemlich genau die laufenden Auszahlungen aus der Betriebsphase von Fahrzeugen und die damit korrespondierende Kaufkraft, aber kaum deren künftige Entwicklung unter Beachtung der allgemeinen Inflation. Um zumindest keine Annahme hinsichtlich der künftigen Inflationsraten treffen zu müssen, kann die Investitionsentscheidung auf Basis aktueller Preis- bzw. Auszahlungsniveaus erfolgen, was dann

freilich zum Ansatz eines Realzinses zur Diskontierung zwingt. Zwischen dem Real- (i_{real}) und dem Nominalzinssatz ($i_{nominal}$) gilt die sog. Fisher-Bedingung:⁷

$$(1) (1 + i_{real}) \cdot (1 + g) = (1 + i_{nominal})$$

In (1) stellt „g“ die allgemeine Inflations- bzw. Geldentwertungsrate („growth-rate“) dar, die im Durchschnitt bspw. auch in den Effektivverzinsungsangaben von Schuldverschreibungen enthalten ist. Geht man von der Annahme „Sicherheit der Daten“ aus, würde sich zum Diskontieren künftiger Zahlungen die Umlaufrendite öffentlicher Anleihen anbieten, die einen Nominalzinssatz darstellt. Um den Realzins zu erhalten, müsste man die künftige Inflationserwartung abschätzen. Die Praxis hat in der Vergangenheit immer wieder auf die Problematik einer Realzinsermittlung hingewiesen und ist mehrheitlich der Nominalrechnung gefolgt. Interessanterweise bietet die Bundesrepublik Deutschland durch ihre Finanzagentur seit 2006 eine sog. inflationsindexierte Anleihe an, die Anlegern eine Realverzinsung von derzeit rund 1,6% p.a. bietet und sich im Falle einer statistisch nachgewiesenen Inflation (gemessen anhand eines repräsentativen EU-Warenkorbes) nachträglich auf ein Nominalrenditeniveau (analog üblicher nominalverzinsten Anleihen) erhöht. Folglich stellt eine aktuelle bzw. kapitalmarktgerechte Fixierung eines Realzinssatzes kein ernstes Datenbeschaffungsproblem mehr dar. Zumindest hat man einen empirisch eindeutigen „Datenanker“, den man auch als **risikofreie reale Basisverzinsung** bezeichnen könnte. Inflationsindexierte Anleihen werden international auch als „Linker“ bezeichnet, die Anlegern Inflationsschutz auf ihre Geldanlage garantieren.⁸ Entsprechend findet sich in Abb. 2 als Kalkulationszinssatz über alle Prognosejahre der aktuelle Realzins des deutschen Linkers (rund 1,6%) wieder.

Ob man sich heute für ein Erdgas- oder ein Benzinermodell entscheidet, wird freilich maßgeblich von den Annahmen zur künftigen (realen) Kraftstoffpreisentwicklung abhängen. Die Abbildung der subjektiven Annahmen aus Sicht des Investors sollte daher möglich sein. Zu beachten ist im Rahmen einer Realrechnung, das allein das erwartete Realwachstum der Kraftstoffpreise antizipiert und angesetzt werden darf. In Abb. 2 wird von einer realen Preissteigerung bei Erdgas von 5% gegenüber dem Vorjahr ausgegangen. Auszahlungen (Einzahlungen) werden stets mit einem negativen (positiven) Vorzeichen dargestellt.

⁷ Zur Fisher-Bedingung vgl. bspw. Götze, U.: Investitionsrechnung, 6. Aufl. Berlin/Heidelberg 2008, S. 92; Loderer, C.: Handbuch der Bewertung, 3. Aufl., Zürich 2005, S. 284-286.

⁸ Vgl. auch Kesten, R.: Grundlagen der Unternehmensfinanzierung, Chemnitz 2008, S. 114-115.

Datenannahmen Erdgas-Fahrzeug						
Modell	VW Touran Trendline, 80 kW					
Tag, Monat	1.1.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.
Jahr	2009	2009	2010	2011	2012	2013
Zeitpunkte t	0	1	2	3	4	5
Anschaffungswert						
Kaufpreis	-26.700					
Überführung/Zulassung	-600					
Spezifischer Verbrauch						
Verbrauch (Kubikmeter/100 km)		8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Verbrauch (kg/100 km); Faktor 0,696		5,9856	5,9856	5,9856	5,9856	5,9856
Verbrauch (l/100 km); Benziner-Vergleichsfaktor 1,5		8,9784	8,9784	8,9784	8,9784	8,9784
Fahrleistungen & Kraftstoffverbrauch pro Jahr						
Fahrleistung in km pro Jahr		20.000	20.000	30.000	30.000	20.000
Kraftstoffverbrauch in kg pro Jahr		1.197	1.197	1.796	1.796	1.197
Kraftstoffpreise & Kraftstoffauszahlungen						
Erdgas (EUR/kg), H-Qualität		0,95	1,00	1,05	1,10	1,15
(reale) Preissteigerung Erdgas ggü. Vorjahr			0,05	0,05	0,05	0,05
Kraftstoffauszahlungen		-1.137	-1.194	-1.881	-1.975	-1.382
Versicherung, KfZ-Steuer, Instandhaltung						
Versicherungsprämien		-450	-450	-450	-450	-450
KfZ-Steuer		-200	-200	-200	-200	-200
Instandhaltung (Inspektion, Pflege, Instandsetzung)		-300	-400	-500	-600	-700
Liquidationserlösprognose						
Liquidationserlös in % vom Kaufpreis (bspw. Schwacke)		0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
ggf. zusätzlicher Auf-/Abschlag (bspw. wg. Tanknetz)		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liquidationserlös		20.292	17.756	15.219	12.683	10.146
Fixe und variable Zahlungen bei Nutzung bis t=T						
fixe bzw. km-unabhängige Zahlungen	-27.300	-950	-1.050	-1.150	-1.250	8.796
variable bzw. km-abhängige Zahlungen		-1.137	-1.194	-1.881	-1.975	-1.382
Kalkulationszinssatzprognose						
Kalkulationszinssatz (Realzins deutscher Linker)		1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%
Barwerte der Zahlungen bei Nutzung bis t=T						
Barwerte der fixen Zahlungen	-27.300	-935	-1.017	-1.097	-1.173	8.125
Barwerte der variablen Zahlungen		-1.119	-1.157	-1.793	-1.853	-1.277
Kapitalwertanteil "fixe Zahlungen"	-23.397					
Kapitalwertanteil "variable Zahlungen"	-7.200					
Kapitalwert insgesamt	-30.597					

Abb. 2: Prognosedaten und Lebenszykluskapitalwert für das Erdgasmodell

Dem geeigneten Leser wird der Investitionsgegenstand „Auto“ aus seiner Alltagserfahrung heraus hinreichend bekannt sein. Daher erscheint es ausreichend, auf die in Abb. 2 enthaltenen Besonderheiten bei der Berechnung der laufenden Kraftstoffauszahlungen eines Erdgas-PKW's einzugehen: Wirft man einen Blick in den Prospekt zum VW Touran mit Erdgasantrieb (CNG), so findet man als Kraftstoffverbrauchsangabe die Dimension $\frac{m^3}{100 km}$.

Fährt man mit einem Erdgasfahrzeug an eine Erdgastankstelle, wird die Kraftstofffüllmengenangabe in der Einheit $\frac{kg}{100 km}$ angegeben. Zwecks Vergleichbarkeit mit dem Benzinmodell, bei dem der Kraftstoffverbrauch bekanntlich in $\frac{l}{100 km}$ gemessen wird, benötigen wir zwei Umrechnungsfaktoren.

Der erste Umrechnungsfaktor beschreibt die Beziehung zwischen der Maßeinheit $\frac{m^3}{100 km}$ und $\frac{kg}{100 km}$. Für Erdgas gilt:

Der erste Umrechnungsfaktor beschreibt die Beziehung zwischen der Maßeinheit $\frac{m^3}{100 km}$

und $\frac{kg}{100 km}$. Für Erdgas gilt:

$$(2) 1 m^3 \cong 0,696 kg .$$

Auf dieser Grundlage lassen sich der Erdgasverbrauch bei Kenntnis der Fahrleistung einer Periode berechnen und die variablen Auszahlungen für den Kraftstoff „Erdgas“ bestimmen, da die Kraftstoffpreise in $\frac{EUR}{kg}$ angegeben werden. Wird in Abb. 2 der Verbrauch

von $8,6 \frac{m^3}{100 km}$ mit (2) multipliziert erhalten wir rund $5,98 \frac{kg}{100 km}$.

Beim Kraftstoff „Erdgas“ ist zudem darauf zu achten, ob dieser in „H- oder in L-Qualität“ angeboten wird. L-Qualität (L für „Low“) gilt als „minderwertiger“ (geringerer Methangehalt) und führt zu einem um rund 30% höheren spezifischen Verbrauch (gemessen in $\frac{kg}{100 km}$) als Erdgas in sog. „H-Qualität“ (H für „High“). Eigene Recherchen im Internet

unter www.erdgasfahrzeuge.de ergaben folgende Beziehung zwischen dem spezifischen Verbrauch in H- und dem in L-Qualität:

$$(3) H - \text{Qualität} \cdot 1,283 = L - \text{Qualität}, \text{ gemessen in } \frac{kg}{100 km}$$

Im Beispiel der Abb. 1 wird von höherwertiger (und damit teurerer) H-Qualität ausgegangen, die freilich nicht immer in allen Regionen Deutschlands zur Verfügung steht. So ist bspw. im Raum Hamburg die H-Qualität gut verfügbar, während im Raum Köln bevorzugt die L-Qualität angeboten wird.

Der zweite Umrechnungsfaktor rechnet dann die über (2) bestimmten $\frac{kg}{100 km}$ in die ver-

traute Maßeinheit $\frac{l}{100 km}$ um, damit ein „Verbrauchsvergleich“ zum Benziner (oder auch

zu einer Dieselvariante) stattfinden kann:

$$(4) 1 kg \text{ Erdgas in H - Qualität} \equiv 1,3 l \text{ Diesel bzw. } 1,5 l \text{ Benzin}$$

Mit den Beispieldaten für den Erdgas-Touran erhalten wir dann einen äquivalenten Verbrauch von fast 9 Litern auf 100 km.

In Abb. 3 sind die Daten des leistungsvergleichbaren Benzinermodells wiedergegeben. Die Verbrauchsangabe (8,1 Liter auf 100 km) liegt damit um nahezu 1 Liter/100 km unter dem des Erdgasmodells. Hinsichtlich des Realwachstums von Benzinkraftstoff bin ich analog zum Erdgas von einem künftigen Realwachstum von 5% gegenüber Vorjahr ausgegangen. Die in t=0 eingetragene Preisstellung entspricht bei beiden Kraftstoffen dem Preisstand Januar 2009.

Datenannahmen Benziner-Fahrzeug						
Modell	VW Touran Trendline, 75 kW					
Tag, Monat	1.1.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.
Jahr	2009	2009	2010	2011	2012	2013
Zeitpunkte t	0	1	2	3	4	5
Anschaffungswert						
Kaufpreis	-23.700					
Überführung/Zulassung	-600					
Spezifischer Verbrauch						
Verbrauch (Kubikmeter/100 km)	-	-	-	-	-	-
Verbrauch (kg/100 km); Faktor 0,696	-	-	-	-	-	-
Verbrauch (l/100 km)	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
Fahrleistungen & Kraftstoffverbrauch pro Jahr						
Fahrleistung in km pro Jahr		20.000	20.000	30.000	30.000	20.000
Kraftstoffverbrauch in l pro Jahr		1.620	1.620	2.430	2.430	1.620
Kraftstoffpreise & Kraftstoffauszahlungen						
Benzin (EUR/l), Superbenzin		1,15	1,21	1,27	1,33	1,40
(reale) Preissteigerung Benzin ggü. Vorjahr			0,05	0,05	0,05	0,05
Kraftstoffauszahlungen		-1.863	-1.956	-3.081	-3.235	-2.264
Versicherung, KfZ-Steuer, Instandhaltung						
Versicherungsprämien		-500	-500	-500	-500	-500
KfZ-Steuer		-200	-200	-200	-200	-200
Instandhaltung (Inspektion, Pflege, Instandsetzung)		-300	-400	-500	-600	-700
Liquidationserlösprognose						
Liquidationserlös in % vom Kaufpreis (bspw. Schwacke)		0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
ggf. zusätzlicher Auf-/Abschlag		0	0	0	0	0
Liquidationserlös		21.360	18.690	16.020	13.350	10.680
Fixe und variable Zahlungen bei Nutzung bis t=T						
fixe bzw. km-unabhängige Zahlungen	-24.300	-1.000	-1.100	-1.200	-1.300	9.280
variable bzw. km-abhängige Zahlungen		-1.863	-1.956	-3.081	-3.235	-2.264
Kalkulationszinssatzprognose						
Kalkulationszinssatz (Realzins deutscher Linker)		1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%
Barwerte der Zahlungen bei Nutzung bis t=T						
Barwerte der fixen Zahlungen	-24.300	-984	-1.066	-1.144	-1.220	8.572
Barwerte der variablen Zahlungen		-1.834	-1.895	-2.938	-3.036	-2.092
Kapitalwertanteil "fixe Zahlungen"	-20.142					
Kapitalwertanteil "variable Zahlungen"	-11.794					
Kapitalwert insgesamt	-31.936					

Abb. 3: Prognosedaten und Lebenszykluskapitalwert für das Benzinermodell

Aufgrund der technischen Ähnlichkeiten sind die übrigen km-unabhängigen Auszahlungen bei beiden Modellen weitgehend identisch prognostiziert worden. Beim Erdgasmodell könnten sich Versicherungsprämien und KfZ-Steuer tendenziell günstiger entwickeln. Anders dagegen insbesondere die Liquidationserlösprognose. Hier könnte der Benziner Vorteile aufweisen: Zum einen liegen am PKW-Markt mehr fundierte Langzeiterfahrungen über Benzinmodelle vor. Des weiteren könnte die Aufhebung der Steuerfreiheit auf Erdgas ab 2018 zur erheblichen Reduktion der derzeitigen Kraftstoffkostenvorteile führen, was die langfristige Nachfrage gegebenenfalls dämpft und sich zusammen mit dem recht dünnen Erdgastanknetz (noch keine 1.000 Tankstellen in Deutschland!) negativ auf den Gebrauchtwertmarkt auswirken kann.

Stellt man Abb. 2 der Abb. 3 gegenüber, zeigt sich auf Basis der getroffenen Datenannahmen eine relative Vorteilhaftigkeit des Erdgasmodells aufgrund des (natürlich negativen, aber mathematisch) höheren Kapitalwertes über den Lebenszyklus. Wie man zudem erkennen kann, hat der Bar- bzw. Kapitalwertanteil der Kraftstoffkosten beim Erdgasmodell über die Nutzungsdauer lediglich einen Umfang von $(7.200/30.597=)$ 23,5%, während der relative Anteil am Zielwert beim Benziner schon gut 37,5% beträgt.

Abb. 4 verdeutlicht einige **Reportingalternativen** bzw. Kennzahlen zur Unterstützung der Auswahlentscheidung im Rahmen der Planungsphase, die kurz zu erläutern sind.

Im **ersten Teil der Abb. 4** wird aus Sicht des Erdgasmodells der gesamte lebenszyklusbezogene Kapitalwertvorteil (+1.340 EUR) dargestellt, der die höhere Wirtschaftlichkeit belegt und ceteris paribus zur Wahl der Erdgasalternative führen sollte.

Im **zweiten Teil der Abb. 4** wird die Zusammensetzung dieses Kapitalwertvorteils näher erläutert, indem die Kapitalwertdifferenzen berechnet sind, die sich aus den bei beiden Handlungsalternativen abweichenden Investitionsauszahlungen (Anschaffungswerte), Liquidationserlösen sowie den divergierenden laufenden fixen als auch variablen Auszahlungen bis zum Ende der angesetzten Nutzungsdauer (T=5) ergeben.

Ergebnis der Investitionsplanung: Erdgas versus Benziner im Vergleich						
Beurteilung über Lebenszyklus t=T=5						
Kapitalwert Erdgas						-30.597
Kapitalwert Benziner						-31.936
Vorteil (+) / Nachteil (-) Erdgas ggü. Benziner						1.340
Zusammensetzung der Kapitalwertdifferenz iHv aus der Sicht des Erdgas-Fahrzeugs						
KW-Differenz Investitionsauszahlung in t=0						-3.000
KW-Differenz Liquidationserlös in t=T=5						-493
KW-Differenz fixe lfd. Auszahlungen ab t=1						238
KW-Differenz variable lfd. Zahlungen ab t=1						4.594
Variable lfd. Auszahlungen ab t=1 je km						
Zeitpunkte t	0	1	2	3	4	5
Erdgas-Barwerte der variablen Zahlungen je km		-0,056	-0,058	-0,060	-0,062	-0,064
Benziner-Barwerte der variablen Zahlungen je km		-0,092	-0,095	-0,098	-0,101	-0,105
KW-Differenz variable lfd. Zahlungen ab t=1 je km	0,191	Erdgasauto hat je km geringere variable Auszahlungen				
Entwicklung der kumulierten Barwerte per t						
Zeitpunkte t	0	1	2	3	4	5
Erdgasfahrzeug E	-27.300	-29.354	-31.528	-34.418	-37.445	-30.597
Benzinerfahrzeug B	-24.300	-27.118	-30.079	-34.160	-38.416	-31.936
Lebenszyklusbeurteilung	B vor E	B vor E	B vor E	B vor E	E vor B	E vor B
Vorteil (+) / Nachteil (-) Erdgas ggü. Benziner	-3.000	-2.236	-1.450	-258	972	1.340
Bestimmung einer kritischen Fahrleistung p.a.						
KW-Differenz variable lfd. Zahlungen ab t=1 je km		0,191				
Differenz Kapitalwertanteil "fixe Zahlungen"		3.255				
kritische periodendurchschnitt. Fahrleistung in km	17.047	Wird der Wert im Jahresdurchschnitt überschritten, ist Erdgasauto vorteilhafter				
<i>z. Vgl.: geplante durchschnittl. Fahrleistung in km p.a.</i>	<i>24.000</i>					
Vergleich der Jahresdurchschnittsauszahlungen						
Annuitätenfaktor (für t=T)		0,2097				
Annuität Erdgasfahrzeug		-6.416				
Annuität Benzinerfahrzeug		-6.697				
Vorteil (+) / Nachteil (-) Erdgas ggü. Benziner p.a.		281				
Beurteilung bei unendlich identischer Wiederholung						
Kalkulationszinssatz		1,60%				
Kapitalwert (unendlich) Erdgasfahrzeug		-401.010				
Kapitalwert (unendlich) Benzinerfahrzeug		-418.567				
Vorteil (+) / Nachteil (-) Erdgas ggü. Benziner		17.557				

Abb. 4: Reportingalternativen zur Fundierung der Auswahlentscheidung

Teil 3 der Abb. 4 berechnet barwertkorrekt die laufenden variablen Auszahlungen je gefahrenen Kilometer (km) sowie den Kapitalwertvorteil des Erdgasmodells pro km.

Für die Life Cycle-Analyse besonders interessant dürfte das **vierte und fünfte Segment der Abb. 4** sein: Durch die Wiedergabe der kumulierten Barwertentwicklung bis zum Nut-

zungsende in $T=5$ wird die „relative dynamische Amortisationsdauer“ des Erdgas- gegenüber dem Benzinmodell deutlich. Anders gesagt: Ab welchem Nutzungsjahr fährt man mit dem Erdgasauto tatsächlich günstiger? Freilich ist in diese Rechnung über den Realzins eine alternative (sichere) Verzinsung der geringeren Investitionsauszahlungen beim Benziner inkludiert. Auf Basis der Datenannahmen fährt man Anfang des vierten Jahres endgültig billiger mit Erdgas. In $T=5$ wird wieder der Kapitalwert erreicht, was die Korrektheit der Berechnung bestätigt. Neben dieser „kritischen Nutzungsdauer“ des Erdgasmodells im Vergleich zum Benziner erscheint es auch sinnvoll, sich eine Vorstellung von der „jährlichen kritischen Fahrleistung“ zu machen, ab der sich über den Lebenszyklus der Einsatz von Erdgasfahrzeugen zu rechnen beginnt. In der Praxis gibt es dazu vielfach stark von einander abweichende Meinungen. Manch ein Erdgasinteressent meint sogar, bereits bei einer Fahrleistung von um die 8.000 km p.a. eine relative Vorteilhaftigkeit feststellen zu können. Abb. 4 zeigt, das man in der aktuellen Situation von dieser „heroischen Aussage“ doch recht weit entfernt ist: Im Jahresdurchschnitt muss das Erdgasmodell (E) schon über gut 17.000 km bewegt werden, damit man über den Lebenszyklus wirklich anfängt günstiger als mit einem Benziner (B) zu fahren. Die Berechnung einer kritischen Jahresfahrleistung (x_ϕ) liegt nicht so einfach auf der Hand, daher will ich dem Leser meine Berechnungsformel zur Überprüfung mit angeben:

$$(5) \quad x_\phi = \frac{-(KW_{fix}^E - KW_{fix}^B)}{\sum_{t=1}^{T=5} (-p_t^E \cdot v_t^E + p_t^B \cdot v_t^B) \cdot \frac{1}{100} \cdot (1 + i_{real})^{-t}}$$

In Gleichung (5) befindet sich im Zähler die Kapitalwertdifferenz der fixen Zahlungen (einschließlich Liquidationserlös!). Unter Beachtung der negativen Vorzeichen erhält man auf Basis der Beispieldaten den Wert von rund +3.255,- EUR (man nehme aus den Abb. 2 und 3 die jeweiligen Werte von der Position „Kapitalwertanteil fixe Zahlungen“!).

Im Nenner von (5) steht nichts anderes als die diskontierte und abschließend kumulierte Differenz der km-abhängigen Auszahlungen pro km. Dabei stellt die Variable p_t^E bzw. p_t^B den Kraftstoffpreis einer Periode t dar. Mit v_t^E bzw. v_t^B ist der spezifische Kraftstoffverbrauch je 100 km abgekürzt. Zur Abzinsung nutze ich den Realzinssatz (i_{real}) von 1,6%. Für den Nenner erhalten wir unter Beachtung der Vorzeichen den auch in Abb. 4 ablesbaren Wert bei der km-abhängigen Kapitalwertberechnung von +0,191 EUR/km. Division von Zähler und Nenner führt uns zu gut 17.047 km jährlicher Mindestfahrleistung aus Sicht der Vorteilhaftigkeit für das Erdgasmodell.

Im **sechsten Segment von Abb. 4** werden die Auszahlungsannuitäten beider Fahrzeugalternativen bestimmt. Dies könnte man als das Berechnen der jährlichen Durchschnittskosten im Sinne eines Vollkostenansatzes unter Einbeziehung von Opportunitätskosten über den Lebenszyklus eines Modells bezeichnen. Diese dynamischen Jahresdurchschnittskosten ergeben sich, indem man die Kapitalwerte beider Alternativen mit dem Annuitäten- bzw. Wiedergewinnungsfaktor (auf der Basis von 5 Nutzungsjahren und einem Kalkulationszinssatz von 1,6% p.a.) multipliziert. Durch Differenzbildung erhält man den periodendurchschnittlichen Auszahlungsvorteil (unter Inkludierung von Zinseffekten) für das Erdgasmodell in Höhe von rund 281,-- EUR pro Periode.

Bislang haben wir aus der Abb. 4 Kennzahlen für einen Vorteilhaftigkeitsvergleich bei einmaliger Investitionstätigkeit auf Zeit präsentiert: Ein Unternehmer steht vor der Aufgabe, für die nächsten fünf Jahre das günstigere Auto auszuwählen. Sollte aber nach Ablauf der 5 Jahre erneut ein Auto benötigt werden, liegt nicht mehr eine einmalige Investition vor; sie wird vielmehr wiederholt. Und dies um so häufiger, je mehr die einzusetzenden Autos den Charakter von Ersatz- oder Muss-Investitionen im Unternehmen einnehmen. Dies macht dann eine ergänzende Kapitalwertberechnung zwingend erforderlich (**siebtes Segment von Abb. 4**). Da man aber insbesondere in Kapitalgesellschaften nicht wissen kann, wie häufig man eine Ersatzinvestition wiederholen wird, denkt man sich den Investitionsvorgang idealerweise als „sich unendlich identisch wiederholend“. Diese Annahme ist sinnvoll, da niemand zum heutigen Entscheidungszeitpunkt tatsächlich Kenntnis über alle künftig vorhandenen potentiellen Nachfolgemodelle haben kann. Und die Rechenfehler auf Basis dieser (auf den ersten Blick sehr mutig erscheinenden) Annahme sind doch am Ende akzeptabel: Dank des Diskontierprinzips ist eine in der Unendlichkeit anfallende Zahlung heute nichts mehr wert bzw. in den ersten 50 Prognosejahren sind bereits nahezu alle Barwerthöhen korrekt enthalten. Und nach 30 Jahren haben wir oftmals schon 80% des Kapitalwertes eingefangen, was freilich auch von der Höhe des Kalkulationszinssatzes maßgeblich abhängt. Entsprechend können wir die Auszahlungsannuität pro Periode in die Formel der einfachen ewigen Rente eintragen und den „Kapitalwert der Unendlichkeit“ bestimmen. Einfache Division von bspw. Annuität Erdgasfahrzeug (-6.416,--) durch den Realzinssatz (1,6%) führt uns zum Kapitalwert von rund -401.010,-- EUR. Im Vergleich mit einem ewig identisch wieder angeschafften Benziner erzielen wir nun einen Kapitalwertvorteil (also bezogen auf $t=0!$) von gut 17.500,-- EUR.

Besondere Unsicherheit dürfte im Rahmen der Datenprognose über die kommende reale Kraftstoffpreisentwicklung bestehen, was zu einer besonderen Sensitivitätsanalyse moti-

vieren sollte, bei der ein „Vorteilhaftigkeitsraum“ für das Erdgasmodell durch zulässige bzw. kritische Wertekombinationen, bestehend aus Benzin- und Erdgaspreis, aufgezeigt wird. Das Ergebnis der simultanen Variation der beiden Eingabegrößen „Kraftstoffpreise“ zeigt Abb. 5. Die in Abb. 5 wiedergegebene ansteigende Linie zeigt jene Kombinationen aus alternativen Erdgas- und Benzinpreisen, bei der beide Fahrzeuge über den Lebenszyklus den gleichen Kapitalwert einnehmen würden, falls alle übrigen Datenannahmen unverändert beibehalten werden bzw. als „relativ stabil“ oder „sicher“ angesehen werden dürfen. Für die Herleitung dieser „Kapitalwert-Indifferenz-Isoquante“ empfehle ich folgendes Vorgehen:

In einem ersten Schritt werden beide Kapitalwertfunktionen für das Erdgas- und Benzinmodell aufgestellt, gleichgesetzt und nach dem gesuchten „kritischen Erdgaspreis“ (p_ϕ^E) aufgelöst. Wir erhalten ähnlich zu Gleichung (5):

$$(6) \quad p_\phi^E = \frac{(KW_{fix}^B - KW_{fix}^E) + p_\phi^B \cdot \sum_{t=1}^T (-v_t^B \cdot \frac{1}{100} \cdot x_t) \cdot (1 + i_{real})^{-t}}{\sum_{t=1}^{T=5} (-v_t^E \cdot \frac{1}{100} \cdot x_t) \cdot (1 + i_{real})^{-t}}$$

In Gleichung (6) stellt p_ϕ^E bzw. p_ϕ^B den über alle Nutzungsjahre durchschnittlichen bzw. laufzeitkonstant gedachten Kraftstoffpreis dar. Die Variable x_t ist die geschätzte Jahresfahrleistung in der jeweiligen Periode. Alle übrigen Parameter wurden bereits oben erläutert. In einem zweiten Schritt werden beliebige Durchschnittspreise für Benzin in Gleichung (6) eingetragen und so dann (ceteris paribus) die dazugehörigen kritischen laufzeitkonstanten Erdgaspreise bestimmt. Dadurch werden beliebig viele kritische Wertepaare für die Kraftstoffpreise erzeugt. Wird beispielsweise ein Benzinpreis von 0,80 EUR/l vorgegeben, erhält man über Formel (6) bei korrekter Beachtung der Vorzeichen einzelner Eingabedaten den kritischen Erdgaspreis von rund 0,61 EUR/kg. Bei einem Benzinpreis von 2,00 EUR/l würde sich ein passender kritischer Erdgaspreis von gut 2,23 EUR/kg ergeben. Würden sich diese Wertepaare einstellen, führen beide Modelle zu gleich hohen Kapitalwerten und damit zur Entscheidungsindifferenz. Wohlgermerkt: Im Durchschnitt über alle 5 Nutzungsjahre! Und unter der Annahme, dass alle übrigen Eingabedaten der Abb. 2 und 3 unverändert gelten! Wie man an Abb. 5 nun sieht, signalisiert der Bereich rechts unterhalb (links oberhalb) der so gewonnenen „Kapitalwert-Indifferenz-Isoquante“ die relative Vorteilhaftigkeit des Erdgasmodells (des Benziners). Als ich im Juni 2008 erstmals mit meinen Überlegungen zum Life Cycle Costing für Erdgasmodelle startete, hatten die Benzinpreise historische Höchststände erreicht und die Frage nach alternativ

angetriebenen Fahrzeugen war in den Unternehmen (aber auch im Privatleben) hoch akut bzw. aktuell: Das betrachtete VW Erdgasmodell lag in einer „sicheren Zone der relativen Vorteilhaftigkeit“, wie der in Abb. 5 markierte Punkt zeigt. Mittlerweile (Januar 2009) ist der Kosten- bzw. Auszahlungsvorteil über den Lebenszyklus als „deutlich geschrumpft“ zu charakterisieren: Während die Benzinpreise deutlich nachgaben, stagnierten die Erdgaspreise an den Zapfsäulen. Bislang zumindest. Es kann hier nicht geklärt werden, ob die bekannte Kopplung des Gas- an den Ölpreis auch für den Tankstellenmarkt gilt. Da der Time-lag zwischen Ölpreis- und Gaspreisanpassung in der Regel bei 6 Monaten liegt und wir hier Datenpunkte mit einem zeitlichen Abstand von 8 Monaten vorliegen haben, schwindet allmählich mein persönlicher Glaube an die Kopplungswirkung auf dem Markt für Erdgasfahrzeuge. Es bleibt daher spannend, die weitere Entwicklung abzuwarten.

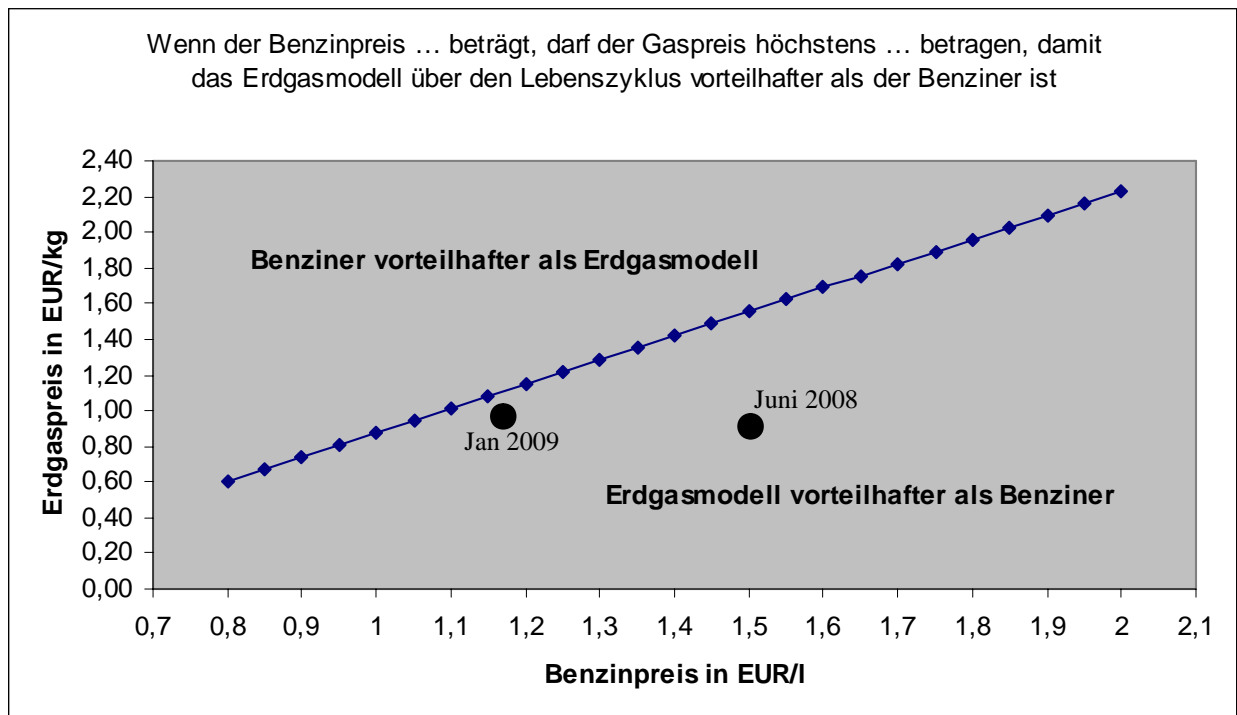


Abb. 5: Kapitalwert-Indifferenz-Isoquante: „Bei welchen Kraftstoffpreiskombinationen liegt das Erdgas- bzw. das Benzinermodell über den Lebenszyklus vorne“?

Als abschließendes Fazit lässt sich für die Planungsphase festhalten: Das VW Erdgasmodell erscheint auch im Lichte der Daten aus Januar 2009 vorteilhafter als der vergleichbare Benziner. Daher wäre die Wahl des Erdgasantriebs aus monetärer Sicht rational.

3 Controllingaufgaben im Rahmen der Nutzungsphase

Nachdem die Auswahlentscheidung für das Erdgasmodell getroffen ist, beginnt nach Auslieferung des Fahrzeugs die Nutzungs- oder Betriebsphase. In dieser Phase steht die Controllingaufgabe „laufende Performancekontrolle“ im Mittelpunkt der Überlegungen. Zu mehreren Kontrollterminen ist dem „Plan-Kapitalwert“ (vgl. nochmals Abb. 2) einerseits ein „Kontroll-Kapitalwert“ (vgl. Abb. 6) gegenüberzustellen und die Abweichung dabei hinsichtlich sachlich sowie hinsichtlich zeitlich begründeten Kapitalwertabweichungen zu differenzieren (vgl. Abb. 7). Insbesondere die zeitlich sich noch auf die künftigen Nutzungsperioden beziehenden Abweichungsbeträge erfüllen die handlungslogische „Feed-Forward-Funktion“, da es sich um noch nicht endgültig realisierte Zielwertabweichungen handelt, die damit Raum für Gegensteuerungsmaßnahmen bieten. In Abb. 6 sind sog. „Ist- und Wirddaten“ zum im Einsatz befindlichen Erdgasfahrzeug wiedergegeben. Ich gehe von der Vorstellung aus, dass nach Ablauf des zweiten Nutzungsjahres ($t=2$) eine Performancekontrolle durchgeführt wird. Der Kontrolltermin (t^*) soll vereinfacht mit dem Ende des zweiten Betriebsjahres zusammenfallen.

Wie man anhand Abb. 6 erkennt, setzt die Performancekontrolle auf der gleichen Zielgröße an, die auch im Rahmen der Auswahlentscheidung zum Einsatz kam. Daher nenne ich den aktualisiert berechneten Kapitalwert, der sich ebenfalls auf den Anschaffungszeitpunkt bezieht, „Kontroll-Kapitalwert“. Durch Differenzbildung dieses Kontroll-Kapitalwertes (-32.247,--) mit dem originären „Plan-Kapitalwert“ aus Abb. 2 (-30.597,--) wird eine Art „Plan/Ist-Abweichung“ (-1.650,--) gewonnen, die näher zu erläutern ist: Die berechnete Gesamtabweichung setzt sich einerseits aus abgelaufenen sowie aus künftigen Perioden zusammen. Daher liegt keine reine vergangenheitsbezogene Plan/Ist-Abweichung vor. Sie enthält vielmehr auch erwartete Kapitalwertabweichungen, die sich noch nicht als definitiv manifestiert haben. Sie kündigen sich als sog. „Wird-Daten“ vielmehr erst an. Diese Wird-Daten werden zum Kontrolltermin t^* idealerweise durch das damalige Investitionsteam gewonnen, indem die weitere Istentwicklung im Lichte aktualisierter Informationen ab bzw. hochgeschätzt wird. Freilich können dabei auch erste Planrevisionen eingearbeitet werden. Entscheidend ist, dass man die bislang tatsächlichen Abweichungen von den erwarteten Abweichungen klar trennt, um das Potenzial an noch möglichen Kapitalwertverbesserungen zu signalisieren.

Ist- & Wirddaten Erdgas-Fahrzeug						
Modell	VW Touran Trendline, 80 kW					
Tag, Monat	1.1.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.
Jahr	2009	2009	2010	2011	2012	2013
Zeitpunkte t	0	1	2	3	4	5
Art der Daten	IST	IST	IST	WIRD	WIRD	WIRD
Anschaffungswert						
Kaufpreis	-26.700					
Überführung/Zulassung	-700					
Spezifischer Verbrauch						
Verbrauch (Kubikmeter/100 km)		9,5	9,25	9,25	9,25	9,25
Verbrauch (kg/100 km); Faktor 0,696		6,612	6,438	6,438	6,438	6,438
Verbrauch (l/100 km); Benziner-Vergleichsfaktor 1,5		9,918	9,657	9,657	9,657	9,657
Fahrleistungen & Kraftstoffverbrauch pro Jahr						
Fahrleistung in km pro Jahr		22.000	24.000	28.000	28.000	20.000
Kraftstoffverbrauch in kg pro Jahr		1.455	1.545	1.803	1.803	1.288
Kraftstoffpreise & Kraftstoffauszahlungen						
Erdgas (EUR/kg), H-Qualität		0,95	0,95	1,14	1,25	1,38
(reale) Preissteigerung Erdgas ggü. Vorjahr			0	0,2	0,1	0,1
Kraftstoffauszahlungen		-1.382	-1.468	-2.055	-2.261	-1.776
Versicherung, KfZ-Steuer, Instandhaltung						
Versicherungsprämien		-450	-500	-500	-500	-500
KfZ-Steuer		-210	-150	-150	-150	-150
Instandhaltung (Inspektion, Pflege, Instandsetzung)		-350	-450	-450	-700	-800
Liquidationserlösprognose						
Liquidationserlös in % vom Kaufpreis (bspw. Schwacke)		0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
ggf. zusätzlicher Auf-/Abschlag (bspw. wg. Tanknetz)		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liquidationserlös		20.292	17.756	15.219	12.683	10.146
Fixe und variable Zahlungen bei Nutzung bis t=T						
fixe bzw. km-unabhängige Zahlungen	-27.400	-1.010	-1.100	-1.100	-1.350	8.696
variable bzw. km-abhängige Zahlungen		-1.382	-1.468	-2.055	-2.261	-1.776
Kalkulationszinssatzprognose						
Kalkulationszinssatz (Realzins deutscher Linker)		1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%
Barwerte der Zahlungen bei Nutzung bis t=T						
Barwerte der fixen Zahlungen	-27.400	-994	-1.066	-1.049	-1.267	8.033
Barwerte der variablen Zahlungen		-1.360	-1.422	-1.959	-2.121	-1.641
Kapitalwertanteil "fixe Zahlungen"	-23.743					
Kapitalwertanteil "variable Zahlungen"	-8.504					
KONTROLL-Kapitalwert insgesamt	-32.247					

Abb. 6: Ist- und Wird-Daten zum Erdgasmodell in der Nutzungsphase und Berechnung eines sog. Kontroll-Kapitalwertes

Mit den Beispieldaten setzt sich die Kapitalwertabweichung per $t^*=2$ zu rund 56% aus noch nicht definitiv eingetretenen Abweichungen im Lebenszyklus des Erdgasmodells zusammen. Diese Abweichung kann noch beeinflusst, ihrem Eintreten also gegengesteuert werden. Allerdings müssen Controller und Manager wissen, in welchen Bereichen bzw. Eingabepositionen sich die höchsten Beträge für Ergebnisverbesserungen befinden. Daher ist die zeitliche Differenzierung der bestimmten Kapitalwertabweichung um eine sachliche bzw. um eine nach Eingabedatenbereichen differenzierende Dimension zu ergänzen. Die Zusammenführung von sachlichen und zeitlichen Abweichungsursachen führt zu einer „Performancekontroll-Matrix“ (vgl. Abb. 7).

Performancekontroll-Matrix	zeitliche Abweichungen		Abweichung je Eingabe- bereich
	abgelaufene Perioden (bis t=2)	künftige Perioden (ab t=3 ff.)	
Eingabedatenbereiche			
Kaufpreis in t=0	0	0	0
Überführung/Zulassung in t=0	-100	0	-100
Kraftstoffauszahlungen ab t=1	-506	-798	-1.304
Versicherungsprämien ab t=1	-48	-141	-189
KfZ-Steuer ab t=1	39	141	179
Instandhaltung (Inspektion, Pflege, Instandsetzung) ab t=1	-98	-139	-236
Liquidationserlös in t=T	0	0	0
Abweichung je Zeitbereich	-713	-937	-1.650

Abb. 7: Kontrollmatrix zur sachlichen und zeitlichen Analyse der Kapitalwertabweichung

Die Schritte auf dem Weg zu dieser Matrix fasst Abb. 8 zusammen. Um dem geneigten Leser die Berechnungsphilosophie der zeitlichen Abweichungen zu verdeutlichen, greife ich die Position „KfZ-Steuer ab t=1“ aus Abb. 7 heraus: Nach alter Planung (vgl. Abb. 2) beträgt der auf t=0 bezogene Barwert dieser Position -953,74. Der damit zu vergleichende Kontroll-Kapitalwert für diesen Posten wäre mit den Daten aus Abb. 6 rund -774,36. Die Gesamtabweichung über den Lebenszyklus entspricht damit in etwa $(-774,36 - (-953,74)) = +179,-$, was einen positiven Einspareffekt signalisiert (bspw. profitieren Erdgasfahrzeuge von der umgesetzten Steuerreform stärker als zum Planungszeitpunkt angenommen werden konnte). Will man den Kontroll-Kapitalwert auf die abgelaufenen Perioden aufteilen, diskontiert man die Daten in t=1 und t=2 auf t=0. Man erhält -352,01. Analog kann man dies mit den Daten aus Abb. 2 machen (-390,60). Differenzbildung führt zu knapp +39,-. Der verbleibende Betrag an der zuvor bestimmten Gesamtabweichung von rund +179,- entfällt dann auf die künftigen Nutzungsperioden (circa +141,-). Analog kann für die übrigen Eingabedaten in Abb. 7 argumentiert werden.

- (1) Bestimmung einer Kapitalwertabweichung zum aktuellen Kontrolltermin t^*
- (2) Zerlegung der Kapitalwertabweichung aus (1) in zeitliche Teilabweichungen über den gesamten Planungs- bzw. Betrachtungszeitraum $t = T$
- (3) Aufspaltung der Kapitalwertabweichung aus (1) in sachliche Teilabweichungen über den gesamten Planungs- bzw. Betrachtungszeitraum $t = T$
- (4) Zusammenstellung der unter (2) und (3) ermittelten Teilabweichungen in einer Kontrollmatrix
- (5) Auswertung der Kontrollmatrix, Präsentation der Kontrollergebnisse und ggf. Entwicklung von Gegensteuerungsmaßnahmen für die künftigen Nutzungsperioden nach t^*

Abb. 8: Die Schritte einer kapitalwertbasierten Performancekontrolle

Die in Abb. 8 vorgestellten Schritte und die in Abb. 7 aufgezeigten Kapitalwertabweichungen sind freilich nicht nur für Fahrzeuge nutzbringend. Sie können prinzipiell auf jedes Investitionsprojekt übertragen werden. Größtes Praxisproblem (neben dem oftmals auf zwischenmenschlicher Ebene empfundenen negativen Beigeschmack einer Investitionskontrolle) stellt die Zuordnung von Ist-Daten zum Projekt dar. Daher wird man sich vielfach darauf verständigen müssen, quasi „hypothetische Ist-Daten“ festzulegen, die dem wahren bisherigen Projektverlauf hoffentlich recht nahe kommen, was bspw. durch den Einsatz von Wirkungskettenanalysen gelingen kann.⁹

Erdgasfahrzeuge markieren sicher nicht das Ende des technischen Fortschritts. Daher ist neben der aktuellen Performancekontrolle auch das weitere zielkonforme Vorgehen, also das Weiternutzen des Investitionsobjektes, ein wichtiger Gegenstand der Performancekontrolle im Rahmen der Nutzungsphase eines wertorientierten Life Cycle Costing. Hier empfiehlt sich in enger Anlehnung an die Kapitalwertmethode der Einsatz sog. zeitlicher Grenzgewinne, die eine hohe Affinität zum Residualgewinn „EVA“ oder zum internen Betriebsergebnis aufweisen. Mit zeitlichen Grenzgewinnen beantwortet man die Frage der Weiternutzung eines Betriebsmittels bzw. sein gegebenenfalls vorzeitiger Ersatz durch ein verbessertes Nachfolgemodell („Challenger“). Im Rahmen des hier betrachteten Erdgasmodells könnte das Management zum aktuellen Kontrolltermin $t^*=2$ Kenntnis über ein besonders innovatives Hybridfahrzeug erlangt haben, das ein geeignetes Ersatzobjekt darstellen könnte. Analog zu den Ausführungen im Rahmen der Planungsphase wäre der Plan-Kapitalwert dieses „Challengers“ zu quantifizieren. In der Abb. 9 ist ein Kapitalwert bereits eingetragen worden (-250.000,-), der auf der Annahme einer unendlich identischen Investitionswiederholung in diesen neuartigen „Challenger“ beruht, was den sehr hohen negativen Kapitalwert (Modell der ewigen Rente!) erklärt. Wie man im Vergleich zu Abb. 4 sieht, ist der unendliche Kapitalwert deutlich unter dem, der sich bei ewig identisch gedachter Wiederholung des Erdgasmodells einstellen würde (-401.010,-). Die finanzielle Attraktivität eines Ersatzes ist also per se nicht von der Hand zu weisen. Grundsätzlich gilt: Je innovativer bzw. auszahlungsricher ein Nachfolgemodell über seinen Life Cycle erscheint, umso mehr übt es Druck auf die wirtschaftliche Performance bzw. Weiternutzung des bestehenden Objektes aus. Gesucht ist daher der sog. **optimale Ersatztermin** für das aktuell im Einsatz befindliche Erdgasfahrzeug. Da die zweite Periode abgelaufen ist, stellt sich die Frage nach einer Nutzungsdauerausdehnung in das dritte Jahr hinein. Hierbei kann

⁹ Vgl. dazu näher Kesten, R./Müller, A./Schröder, H.: IT-Controlling, München 2007, S. 181.

man einerseits die beiden zeitlich benachbarten Kapitalwerte berechnen oder alternativ den Grenzgewinn für das anstehende dritte Nutzungsjahr.

Ich skizziere zunächst die Grenzgewinnberechnung: Grundsätzlich gilt, dass nur noch die künftig erzielbaren Ergebnisse entscheidungsrelevant sind. Deshalb werden in Abb. 9 alle vergangenen Ist-Daten ausgeblendet, ausgenommen der zum Kontrolltermin t^* gerade noch erzielbare Liquidationserlös für das Erdgasmodell: Würde eine Weiternutzung nach $t=3$ unterbleiben, würde man das Fahrzeug am Sekundärmarkt sofort verkaufen. Was aber, wenn man die Nutzung nach $t=3$ ausdehnen würde? Dann würde dem Unternehmen der noch in $t^*=2$ mögliche Liquidationserlös entgehen. Damit würde aber auch eine Geldanlage in Höhe dieses Erlöses zu real 1,6% hin zum Ende des Jahres $t=3$ unmöglich werden. Insgesamt entfällt somit ein Geldvermögen per $t=3$ von rund $(17.756 \times 1,016 =) 18.040,-$. Dem steht in $t=3$ der dann erzielbare Liquidationserlös von 15.219,- gegenüber. Ferner fallen die laufenden Auszahlungen aus der Nutzung im dritten Jahr (zusammen -3.155,- EUR) an. Werden diese drei Größen saldiert, ergibt sich für $t=3$ ein negativer Grenzgewinn durch Fortführung der Erdgasmodellnutzung in Höhe von rund -5.976,-. Autofahren „kostet“ halt Geld!

Was passiert aber noch, wenn die Nutzung des derzeitigen Fahrzeugmodells nach $t=3$ hin ausgedehnt wird? Der Einsatz des „Challengers“ startet dann erst eine Periode später (und nicht sofort in $t^*=2$)! Dann aber erzielt man auch dessen Kapitalwert erst eine Periode später und das bedeutet im Falle positiver Challenger-Kapitalwerte entgangene Zinsen bzw. Opportunitätskosten. Im hier vorliegenden Fall negativer Challenger-Kapitalwerte könnte man von „vermiedenen Sollzinsen durch verschobenen Sofort-Einsatz des Challengers“ sprechen („Opportunitätserlös“). Da diese drohenden „Challenger-Sollzinsen“ (-4.000,-) bei einem Zinssatz von 1,6% betragsmäßig geringer ausfallen als der drohende negative Grenzgewinn im Falle einer Weiternutzung des Erdgasmodells (-5.976,-), erweist sich ein sofortiger Ersatz als ökonomisch sinnvoll (Nettoeffekt auf den zu erwartenden Grenzgewinn in $t=3$: -1.976,-). Wohlgemerkt: Wenn man das Nachfolgemodell immer wieder beschaffen will bzw. man permanent Fahrzeuge zum Betreiben des Geschäftsmodells benötigt! Bei einer endlichen Fahrzeugnutzung kann der sofortige Ersatz falsch sein. Daher ist die Eingabe bzw. die hinter der Eingabe stehende Annahme des „Challenger-Kapitalwertes“ in Abb. 9 von zentraler Bedeutung.

Optimaler Ersatztermin des Erdgasmodells durch ein Nachfolgemodell ("Challenger")						
Kapitalwert des identifizierten "Challengers"	-250.000	bspw. innovatives Hybridfahrzeug, berechnet bei unendlicher Wiederholung				
Kalkulationszinssatz	1,60%					
Ist- & Wirddaten Erdgas-Fahrzeug						
Modell	VW Touran Trendline, 80 kW			t*		
Tag.Monat	1.1.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.	31.12.
Jahr	2009	2009	2010	2011	2012	2013
Zeitpunkte t	0	1	2	3	4	5
Art der Daten	IST	IST	IST	WIRD	WIRD	WIRD
Liquidationserlösentwicklung, ausgehend von t*	-	-	17.756	15.219	12.683	10.146
Kraftstoffauszahlungen nach t*	-	-	-	-2.055	-2.261	-1.776
Versicherungsprämien nach t*	-	-	-	-500	-500	-500
KfZ-Steuer nach t*	-	-	-	-150	-150	-150
Instandhaltung (Inspektion, Pflege, Instands.) nach t*	-	-	-	-450	-700	-800
Zeitlicher Grenzgewinn Erdgasmodell nach t*	-	-	-	-5.976	-6.391	-5.966
Zinsen auf den Kapitalwert des "Challengers"	-	-	-	-4000	-4000	-4000
Grenzgewinn Erdgasmodell inkl. "Challenger"	-	-	-	-1.976	-2.391	-1.966
Empfehlung	-	-	-	Ersetzen!	Ersetzen!	Ersetzen!

Abb. 9: Ausmusterungsempfehlung auf Basis zeitlicher Grenzgewinne unter Berücksichtigung eines Nachfolgemodells

Gehen wir abschließend den Weg über den Kapitalwertansatz, um uns über die Frage „Sofortige Ausmusterung des Erdgasmodells - ja oder nein?“ Klarheit zu verschaffen: Bestimmt man die beiden benachbarten Kapitalwerte, bezogen auf den Kontrolltermin t*, stellen sich die in Abb. 10 zusammengestellten Daten ein. In Zeile 3 von Abb. 10 wird die Kapitalwertverschlechterung im Falle einer Nutzungsausdehnung deutlich (rund -1.944,97). Zeile 4 zeigt den zeitlichen Grenzgewinn, der nichts anderes als die einperiodige Aufzinsung der bestimmten Kapitalwertdifferenz in Zeile 3 zum Ende des dritten Jahres darstellt (rund -1.976,-- entsprechend Abb. 9).

1	Kapitalwert bei sofortigem Verkauf des Erdgasmodells in t*=2 (entspricht Liquidationserlös in t=2) und Einsatz des „Challengers“	$+17.756 + (-250.000) = -232.244,--$
2	Kapitalwert bei Fortführung der Nutzung des Erdgasmodells von t*=2 nach t=3 und Verschiebung des „Challenger-einsatzes“ um eine Periode	$(-2.055 - 500 - 150 - 450 + 15.219) \cdot 1,016^{-1} + (-250.000) \cdot 1,016^{-1} = +11.874,02 + (-246.063) = -234.188,97$
3	Differenz von 2 und 1	$-234.188,97 - (-232.244) = -1.944,97$
4	Aufzinsung von 3 um eine Periode (also von t*=2 nach t=3) = Grenzgewinn in t=3 analog Abb. 9	$(-1.944,97) \cdot 1,016^{+1} = -1.976,09$

Abb. 10: Kapitalwertberechnung für das Erdgasmodell im Kontrolltermin t* unter Berücksichtigung eines technisch verbesserten Nachfolgemodells

Abschließend ist anzumerken, dass die Frage der finanzoptimalen Nutzungsdauer eines nur Auszahlungsüberschüsse verursachenden Fahrzeuges ohne zeitliche Nachfolgeobjekte keine eigenständige bzw. sinnvoll zu beantwortende Fragestellung darstellen würde: Verursacht ein Modell im Zeitablauf vornehmlich „finanziellen Aderlass“, kann nur der komplette Nutzungsverzicht optimal sein. Unternehmen, die dennoch Fahrzeuge einsetzen, verdienen entweder mit ihnen Geld (wie es bspw. bei einem Taxiunternehmen der Fall ist) oder betrachten Fuhrparkinvestitionen als „Muss-Investitionen“, die nicht in einen direkten Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zum Geldverdienen gestellt werden können. Von der letzteren Annahme, die zur Vernachlässigung der Einzahlungsseite führt, bin ich in diesem Papier ausgegangen. Die Ausführungen haben aber gezeigt, dass die Erweiterung der Sachlage um einen „Challenger“ die Frage der Nutzungszeit des bestehenden Modells wieder in den Fokus einer mitlaufenden Performancekontrolle stellt – auch oder gerade dann, wenn die objektbezogene finanzoptimale Nutzungsdauer an sich nicht sinnvoll bestimmbar ist.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der Planungsphase kommt der Anfertigung einer Wirtschaftlichkeitsprognose, verdichtet zu entscheidungsorientierten Kennzahlen, die höchste Bedeutung zu. Spitzenkennzahl war der Kapitalwert bzw. der Present Value oder auch Discounted Cash Flow aus Sicht der Investoren. Dies sind in der Marktwirtschaft die Gesellschafter bzw. Eigenkapitalgeber und ggf. die Fremdkapitalgeber. Um weder Finanzierungs- als auch Steuereinflüsse auf einzelne Betriebsmittelnutzungen diskutieren zu müssen, wurden beide Einflussbereiche ignoriert und vielmehr allein auf die operative Datenebene abgestellt. Neben der Kennzahl „Kapitalwert“ kommt der kumulierten Barwertentwicklung eine hohe Bedeutung zu, da mit ihr der zeitliche Beginn der relativen Vorteilhaftigkeit eines Betriebsmittels in Relation zu einer konkurrierenden Ressource bestimmt wird.

Zentrales Problem stellt in der Praxis die Datenprognose dar: Ausgehend von der konkreten Problemstellung sind zunächst alle möglichen Wirkungen eines Investitionsprojektes festzuhalten und im nächsten Schritt auf dessen Bedeutung zu hinterfragen. Es folgt die Quantifizierung der Wirkungshöhe sowie des Wirkungsverlaufs (einschließlich Anfang und Ende) unter Nennung wichtiger Rahmenbedingungen. Im nächsten Schritt muss die Überführung in monetäre Konsequenzen erfolgen. Dieser Aufgabenkomplex bedarf der Einzelfallbetrachtung. Hilfreich im Rahmen des internen Diskussionsprozesses kann das Instrument der Wirkungskettenanalyse sein, um Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu visua-

lisieren und im Team zu diskutieren.¹⁰ Um das Ausmaß der Datenunsicherheit auf die Wirtschaftlichkeitskennzahlen transparent zu machen, kann auf die Szenario-Technik verwiesen werden.¹¹ Wird die Planung mit realen Wachstumsannahmen aufgebaut, benötigt der Investor keine Inflationsprognose. Freilich lassen sich Steuerzahlungen so kaum sinnvoll schätzen, da diese auf Basis von Nominaldaten, also inklusive Geldentwertung, bestimmt werden.

Die größte Stärke der dynamischen Investitionsrechnung ist meines Erachtens darin zu sehen, dass die Entscheidungsträger zu einem mehrperiodigen Durchdenken des Investitionsproblems angeregt werden. Insofern begünstigen Life Cycle Value-Modelle ganzheitliche Betrachtungen unter Inkludierung möglicher Folgewirkungen, die, neben dem eigentlichen Marktzyklus, auch einen ggf. sich anschließenden Entsorgungszyklus umfassen könnten. Freilich müssen die Überlegungen unter teils erheblicher Datenunsicherheit erfolgen. So zeigt Abb. 11 die grundsätzliche Problematik von Life Cycle-Problemstellungen: Im Rahmen der Planungsphase (bspw. in Form von F+E-Aktivitäten) ist noch eine hohe Beeinflussbarkeit künftig anfallender Kosten gegeben; allerdings bei erhöhter Unsicherheit hinsichtlich deren künftigen Eintretens.

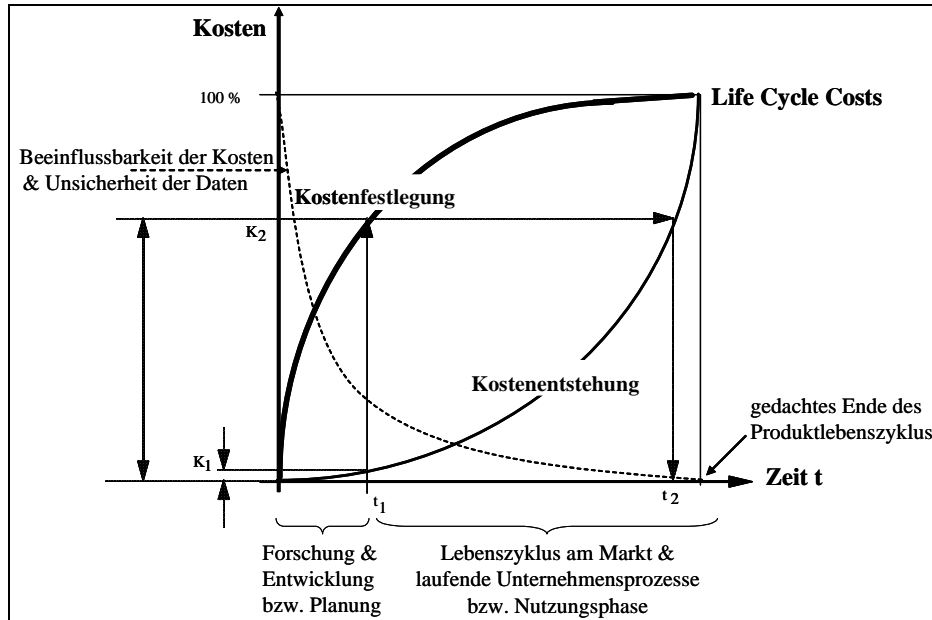


Abb. 11: Frühzeitige Kostenbeeinflussung dank dynamischer Investitionsanalyse in der Planungsphase

¹⁰ Vgl. Kesten, R./Müller, A./Schröder, H.: IT-Controlling, München 2007, S. 134-141.

¹¹ Vgl. Götz, U.: Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung, 2. Aufl., Wiesbaden 1993.

Im Rahmen der Nutzungsphase sinkt die Gestaltungsfreiheit; das Management ist mehr oder weniger dem teils deterministischen Kostenanfall ausgesetzt. Umso wichtiger ist das frühzeitige Durchdenken, wie es bspw. im Rahmen des Target Costing (vgl. zum Ablauf des Target Costing Abb. 12) gefordert wird. Es ist kein Zufall, dass gerade auf wettbewerbsintensiven Märkten, wo Fehler beim Kostenmanagement nicht an die Kunden durch ein „Cost-plus-pricing“ einfach weitergereicht werden können, die permanente Performanckontrolle mit dynamischen Kennzahlen mittlerweile eine hohe Praxisakzeptanz erzielt hat. Diese Entwicklung wird zudem dadurch verstärkt, dass Produktinnovationen vermehrt als strategische Investitionsprojekte interpretiert und daher mit den selben Instrumenten analysiert werden wie bspw. eine Kapazitätserweiterungsinvestition.

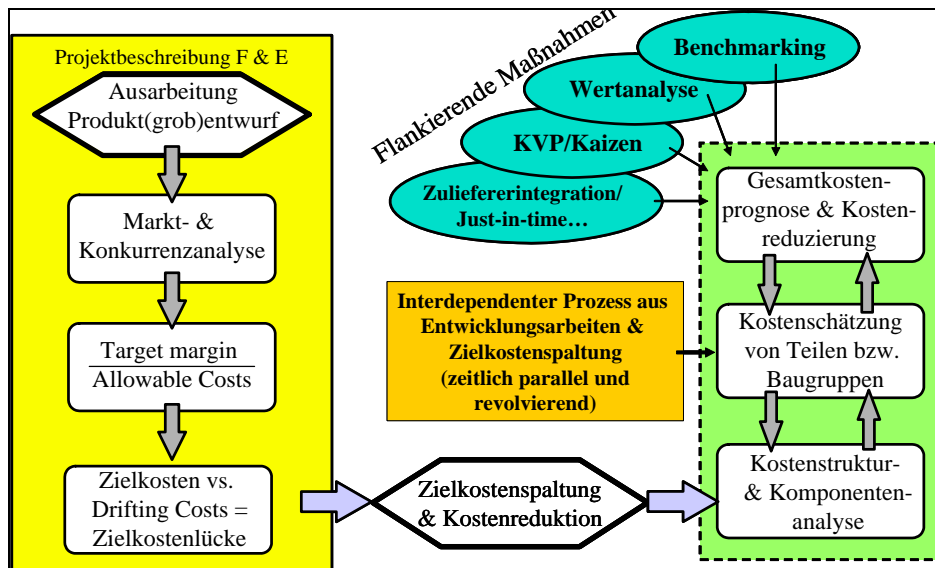


Abb. 12: Idealtypisches Vorgehensmodell im Rahmen des sog. Target Costing

Auf der anderen Seite gibt es Beispiele für Ressourcen, die zwar mehrperiodige Konsequenzen nach sich ziehen, deren Daten aber nicht besonders hohen Schwankungsbreiten unterliegen dürften. Bspw. kann für eine Bibliothek oder ein Krankenhaus recht exakt der Stromverbrauch, dessen Kosten sowie die Kaufpreise für als auch die durchschnittliche Lebensdauer von konventionellen Glühlampen sowie von Energiesparlampen bestimmt werden. Analoges gilt in gewissen Grenzen auch für das Fuhrparkmanagement oder bei Einkaufsimmobilien in attraktiven Lagen, wo der Vermieter mit den Mietern zwecks Risikoreduktion langfristige und indexierte Mietverträge abschließt.

Die laufende Performancekontrolle in der Nutzungs- bzw. Betriebsphase wird in der Praxis zwar regelmäßig gefordert, aber deren konsequente Umsetzung unterbleibt oftmals.¹² Neben hierarchisch bedingter Zurückhaltung und bestehenden Informationsdiskrepanzen mangelt es bisweilen an geeigneter Methodik. Am Praxisbeispiel „Erdgas oder Benziner?“ wurde einerseits der Aufbau zeitlicher und sachlicher Kapitalwertabweichungen skizziert sowie andererseits die Verzahnung von Kapitalwertkalkulationen mit dem Konzept des zeitlichen Grenzgewinns, einem „sinnvolleren Betriebsergebnis“, aufgezeigt, das die Frage einer wirtschaftlichen Weiternutzung bestehender Betriebsmittel beantworten hilft.¹³ Aufgrund der hohen Verwandtschaft von Grenzgewinn und Betriebsergebnis bzw. Economic Value Added stehen den meisten Unternehmen zur optimalen Ersatzterminierung bereits grobe Trendkennzahlen zumindest auf Geschäftsbereichsebene zur Verfügung. Es erscheint dann kein sehr großer Schritt, den Wechsel auf einen cash-flow- sowie marktpreisbasierten Grenzgewinnansatz zu vollziehen, um den entscheidungslogischen Unsinn von buchwertbasierten Residualgewinnansätzen zu beenden.

Zum Autor:

Prof. Dr. Ralf Kesten lehrt seit 2002 an der privaten NORDAKADEMIE gAG – Hochschule der Wirtschaft in Elmshorn im Fachbereich Betriebswirtschaftslehre und verantwortet die Fachgebiete „Rechnungswesen und Controlling“. Davor war er mehrere Jahre in einem börsennotierten Unternehmen für Unternehmensbewertungen und laufende Performancekontrollen von Geschäftsbereichen zuständig. Sein besonderes Interesse gilt Konzepten des wertorientierten Controlling sowie der Unternehmensbewertung.

¹² Vgl. Kesten, R.: Fitness-Check Investitionsrechnung und Unternehmensbewertung. In: Controller Magazin (CM) 6/2006, S. 535-548.

¹³ Zur besonderen Relevanz des Grenzgewinns für die Zwecke der Investitionsrechnung und Unternehmensbewertung sowie zur Therapie eines meist unzulänglichen Residualgewinns wie bspw. „Economic Value Added“ vgl. Kesten, R.: Unternehmensbewertung und Performancemessung mit dem Robi-check/Myers-Sicherheitsäquivalentmodell. In: Finanz Betrieb 2/2007, S. 88-98.