

Keine genannt Schulte, Johannes

Working Paper

Hybride Leistungsbündel und Flexibilität: Entwicklung eines Fallbeispiels zur Ermittlung des Wertes von Flexibilität

Arbeitsbericht, No. 13

Provided in Cooperation with:

Ruhr-Universität Bochum (RUB), Lehrstuhl für Produktionswirtschaft

Suggested Citation: Keine genannt Schulte, Johannes (2013) : Hybride Leistungsbündel und Flexibilität: Entwicklung eines Fallbeispiels zur Ermittlung des Wertes von Flexibilität, Arbeitsbericht, No. 13, Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Produktionswirtschaft, Bochum

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/87739>

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.

Johannes Keine genannt Schulte

**Hybride Leistungsbündel und Flexibilität -
Entwicklung eines Fallbeispiels zur Ermittlung
des Wertes von Flexibilität**

Arbeitsbericht Nr. 13

November 2013

Arbeitsberichte des Lehrstuhls für Produktionswirtschaft

ISSN 1433-9323

- Nr. 1** **Kerstin Bruns, Marion Steven**
Rückstands- und regionsspezifische Analyse von Entsorgungssystemen
Juni 1997
- Nr. 2** **Marion Steven**
Die Bedeutung der Gutenberg'schen Produktionstheorie für die
Produktionsplanung und -steuerung
Dezember 1997
- Nr. 3** **Peter Letmathe, Marion Steven**
Anforderungen an Umwelterklärungen aus wissenschaftlicher und politischer
Sicht
Dezember 1998
- Nr. 4** **Marion Steven, Peter Letmathe**
Objektorientierte Kostenrechnung
Februar 2000
- Nr. 5** **Marion Steven, Rolf Krüger**
Category Logistics
Juni 2001
- Nr. 6** **Marion Steven, Inga Pollmeier**
Das Wertkettenmodell zur Integration von Absatz- und Produktionsprozessen
Juli 2006
- Nr. 7** **Marion Steven, Susanne E. Zapp**
Technical Inefficiencies and Profit-Maximization
November 2008
- Nr. 8** **Markus Karger, Alexander Richter, Tim Sadek, Wolf Christian Strotmann**
Flexibility of Industrial Product Service Systems – An Assessment Based on
Concept Modelling
September 2010
- Nr. 9** **Alexander Richter**
Industrielle Produkt-Service-Systeme: Eine vertragstheoretische Analyse
September 2010
- Nr. 10** **Tim Merklein**
Auswirkungen des EU-Emissionshandels auf Investitionen in der Luftfahrt
Dezember 2010
- Nr. 11** **Tobias Soth**
Prozesskostenrechnung für hybride Leistungsbündel
Dezember 2010
- Nr. 12** **Kerstin Bruns**
Konfliktkompetenz – ein Muss im Führungsalltag
Juli 2013
- Nr. 13** **Johannes Keine genannt Schulte**
Hybride Leistungsbündel und Flexibilität - Entwicklung eines Fallbeispiels zur
Ermittlung des Wertes von Flexibilität
November 2013

Impressum

Prof. Dr. Marion Steven

Lehrstuhl für Produktionswirtschaft

Ruhr-Universität Bochum

Universitätsstraße 150

44801 Bochum

Telefon (02 34) 32 – 23010

Telefax (02 34) 32 – 14717

Email prowi-lehrstuhl@rub.de

Internet www.prowi.rub.de

Eine frühere Version des Artikels wurde im Rahmen der Frühjahrstagung der Erich-Gutenberg-Arbeitsgemeinschaft (Juni 2013) präsentiert und anschließend wissenschaftlich begutachtet. Er erscheint voraussichtlich 2014 in: Corsten, H./Gössinger, R. (et al.): Service Management – Research on Operations Management and Marketing, UTB, Stuttgart.

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
1. Einleitung.....	1
2. Flexibilität hybrider Leistungsbündel	4
2.1 Bedeutung	4
2.2 Flexibilitätsoptionen hybrider Leistungsbündel	5
3. Investitionsbewertung und hybride Leistungsbündel	6
3.1 Abgrenzung finanzieller und realer Optionen	6
3.2 Reale Optionen für hybride Leistungsbündel	6
3.3 Kapitalwertverfahren zur Investitionsbewertung	8
3.4 Erweiterung um den Realloptions-Ansatz	9
4. Fallbeispiel.....	11
4.1 Modellierung und Analyse	11
4.2 Implikationen	28
5. Zusammenfassung und Ausblick auf zukünftige Forschung	30
Literaturverzeichnis	31

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entwicklung der Preisunsicherheit	13
Abbildung 2: Technologische Unsicherheit des HLB-Projektes	15
Abbildung 3: Quadranomialer Ereignisbaum der Unsicherheitsformen	16
Abbildung 4: Barwerte für HLB ohne zusätzliche Investitionsmöglichkeit	21
Abbildung 5: Barwerte für HLB mit zusätzlicher Investitionsmöglichkeit	22
Abbildung 6: Entscheidungsbaum mit Realoptions-Berechnung und Wert der Flexibilität	26

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Risikoneutrale gemeinsame Wahrscheinlichkeit in $t = 2$	19
Tabelle 2: Risikoneutrale gemeinsame Wahrscheinlichkeit in $t = 1$ und $t = 0$	20
Tabelle 3: Risikoneutrale Wahrscheinlichkeit in $t = 3$	24

1. Einleitung

Im Maschinen- und Anlagenbau ist traditionell die Trennung von Produkten und Dienstleistungen vorherrschend. Geht in dieser Branche eine Anbieter-Kunden Beziehung nicht über einen transaktionalen Kauf von Sachleistungen und ergänzenden Dienstleistungen hinaus, so wird vernachlässigt, dass ein bedeutender Anteil am Unternehmenserfolg über strategische Service-Verträge erzielt wird.¹ So wird zum Teil mehr als die Hälfte des Ertrages über Serviceleistungen generiert.² Weiter sind niedrige Margen im klassischen Produktverkauf zu beobachten, die teilweise nur 1-2 % vom Umsatz betragen³, wohingegen im Servicegeschäft deutlich höhere Margen erzielbar sind. Das traditionelle Management des Maschinen- und Anlagenbaus konzentriert sich im Servicebereich darauf, Erfolg durch reaktive Dienstleistungen zu generieren. Anreize für ein aktives, steuerndes Verhalten werden nicht gesetzt.

Hybride Leistungsbündel (HLB) heben die Trennung von Produkten und Dienstleistungen auf. HLB – integriert entwickelte Kombinationen von Sach- und Dienstleistungen – orientieren sich am Kundennutzen, entstehen in Kooperation zwischen Anbieter- und Kundenunternehmen und sind mit dynamischen Veränderungen konfrontiert.⁴ In Abgrenzung zum herkömmlichen Leistungsbündelbegriff⁵ zeichnen sich HLB durch die Möglichkeit der Substitution von tangiblen (Bsp.: Sachleistung) durch intangible Bestandteile (Bsp.: Dienstleistung) aus. Notwendige Voraussetzung ist, dass die Funktion, die das HLB erfüllen muss, auch nach dem Austausch erfüllt werden kann.⁶

HLB befähigen ein anbietendes Unternehmen, zusätzliche Potentiale, die sich aus einer langfristigen Kooperation zwischen Anbieter und Kunde ergeben, zu generieren und zum Nutzenvorteil des Kunden dauerhaft verfügbar zu machen.⁷ Sie sind dabei ein Mittel zur langfristigen Bindung des Kunden an das anbietende Unternehmen. Die Langfristigkeit der Kooperation macht eine umfassende Berücksichtigung möglicher Umweltzustände notwendig, die durch eine lebenszyklusorientierte Betrachtung von HLB unterstützt wird.

¹ Vgl. Keine gen. Schulte/Eckelsbach/Steven/Alevifard (2012).

² Vgl. Deloitte Research (2006), sowie Glueck/Koudal/Vaessen (2007).

³ Vgl. Gebauer (2008), sowie Cohen/Agrawal/Agrawal (2006).

⁴ Vgl. Meier/Uhlmann/Kortmann (2005).

⁵ Zum Begriff des Leistungsbündels siehe Engelhardt/Kleinaltenkamp/Reckenfelderbäumer (1993).

⁶ Vgl. Uhlmann/Bochnig (2012).

⁷ Vgl. Keine gen. Schulte/Eckelsbach/Steven/Alevifard (2012).

Der Lebenszyklus eines HLB ist auf mindestens fünfzehn bis zwanzig Jahre oder mehr ausgerichtet⁸ und unterliegt dem Einfluss von Unsicherheit. Als Unsicherheit werden unvollständige Informationslagen über Bestandteile von Entscheidungsproblemen bezeichnet.⁹

Der Lebenszyklus von HLB wird durch Meier/Steven/Funke/Boßlau/Keine gen. Schulte (2011)¹⁰ definiert. Die folgenden fünf Phasen sind zu unterscheiden:¹¹

- Planung:

Die Planungsphase beginnt mit dem initialen Zusammentreffen zwischen dem künftigen HLB-Anbieter und dem HLB-Kunden und dient u. a. der Bestimmung der Kundenanforderungen und Rahmenbedingungen der Geschäftsbeziehung.

- Entwicklung:

Im Mittelpunkt der Entwicklungsphase steht die kundenindividuelle Erstellung eines spezifischen HLB-Konzeptes¹², das eine vorläufige Bestimmung der benötigten Sach- und Dienstleistungsbestandteile beinhaltet.

- Implementierung:

Das in der Entwicklungsphase erstellte HLB-Konzept wird in der Implementierungsphase auf technischer Ebene beim Kunden umgesetzt. Die Leistungsbereitschaft der Dienstleistungsbestandteile wird hergestellt, so dass sie in der Betriebsphase abrufbar sind.

- Betrieb:

Die Betriebsphase ist die zeitlich längste Phase des HLB-Lebenszyklus, in der Veränderungen und Anpassungen der ursprünglich vereinbarten HLB-Konfiguration berücksichtigt werden müssen. Die in der vorherigen Implementierungsphase bereitgestellten Sachleistungsbestandteile werden im Rahmen der laufenden Produktion genutzt und durch Dienstleistungsbestandteile nutzenstiftend ergänzt.

⁸ Vgl. Erkoyuncu/Roy/Shehab/Cheruvu (2011).

⁹ Vgl. Müller (1993).

¹⁰ Vgl. Meier/Steven/Funke/Boßlau/Keine gen. Schulte (2011).

¹¹ Vgl. im Folgenden Meier/Steven/Funke/Boßlau/Keine gen. Schulte (2011) sowie Keine gen. Schulte/Steven (2012).

¹² Vgl. Sadek/Welp (2009).

- Auflösung:

Den Abschluss des HLB-Lebenszyklus bildet die Auflösung der gesamten Geschäftsbeziehung.

Als Mittel zum Umgang mit Unsicherheit wird Flexibilität verstanden. Flexibilität ist die Fähigkeit eines Systems (in diesem Falle eines HLBs), auf Störungen und/oder Veränderungen des Ausgangszustandes schnell und wirtschaftlich zu reagieren.¹³ Veränderungen des Ausgangszustandes können im Laufe des Lebenszyklusses auftreten und machen Anpassungsmaßnahmen des hybriden Leistungsbündels notwendig. Dies wirkt sich auf die vorzuhaltende Flexibilität eines hybriden Leistungsbündels aus und sollte bereits in Planung und Entwicklung eines kundenindividuellen HLBs berücksichtigt werden, um eine geeignete Entscheidungsgrundlage zu schaffen. Zur Entwicklung der Fähigkeit Flexibilität bereitzustellen, werden Flexibilitätsoptionen als Anpassungsmittel ausgewählt. Flexibilitätsoptionen bilden dabei Handlungsmöglichkeiten ab (siehe hierzu Abschnitt 2.2), die konkret zur letztendlichen Nutzung der Flexibilitätsfähigkeit beitragen.

Der vorliegende Beitrag stellt einen Ansatz zur monetären Bewertung einer HLB-Konfiguration mit Flexibilitätsoptionen auf Basis des Kapitalwert- und des Realloptions-Ansatzes vor.

Hierzu wird ein Fallbeispiel entwickelt, das einen betriebswirtschaftlichen Vergleich ausgesuchter Flexibilitätsoptionen zur Erreichung eines gegebenen Ziels ermöglicht und verschiedene Unsicherheitsformen berücksichtigt.

¹³ Vgl. Balzer (2011).

2. Flexibilität hybrider Leistungsbündel

Im Folgenden wird herausgearbeitet, warum Flexibilität als Fähigkeit und Flexibilitätsoptionen als Mittel zum Umgang mit Unsicherheit im HLB-Kontext Verwendung finden.

2.1 Bedeutung

Zur Sicherstellung eines langfristig erfolgreichen Angebots von HLB ist die Fähigkeit zu einer schnellen und wirtschaftlichen Reaktion erforderlich, um auf veränderte Umweltzustände zu reagieren.

Die Berücksichtigung von Flexibilität im Rahmen hybrider Leistungsbündel wird in der betriebswirtschaftlichen Forschung insbesondere von Steven/Welp/Richter/Sadek (2008)¹⁴, Rese/Karger/Strotmann (2009)¹⁵, Karger/Richter/Sadek/Strotmann (2010)¹⁶ und Richter/Sadek/Steven (2010)¹⁷ untersucht. Dabei wurden entscheidungs- und vertragstheoretische Methoden verwendet.

Die genannten Ansätze vernachlässigen jedoch den Einfluss einer Vielzahl aufeinander wirkender Unsicherheitsfaktoren oder Wirkbeziehungen zwischen Leistungsbestandteilen und sind daher als Entscheidungsgrundlage nicht ausreichend.¹⁸

Die Bereitstellung und Inanspruchnahme von Anpassungsmaßnahmen gewinnt mit zunehmender Dauer eines HLB-Projektes an Bedeutung, da die Ausgangsbedingungen von aktuellen Entwicklungen abweichen können. Dies wirkt sich auf die technologische Planung und Umsetzung notwendiger Anpassungsmaßnahmen und auf deren betriebswirtschaftliche Planung, Steuerung und Kontrolle aus.

Die Planung einer flexiblen Lösung und die Entscheidung, ob diese zu Beginn oder erst in einem späteren Zeitpunkt der Betriebsphase zur Verfügung stehen soll, ist in Abhängigkeit von der erwarteten Unsicherheit zu treffen. Eine Möglichkeit ist, dass eine flexible Lösung von vornherein zu implementieren ist. Dieser Möglichkeit liegt ein proaktives Flexibilitätsverständnis zugrunde. Eine zweite Möglichkeit ist hingegen eine starre Erstkonfiguration eines hybriden Leistungsbündels

¹⁴ Vgl. hierzu Steven/Welp/Richter/Sadek (2008).

¹⁵ Vgl. hierzu Rese/Karger/Strotmann (2009).

¹⁶ Vgl. hierzu Karger/Richter/Sadek/Strotmann (2010).

¹⁷ Vgl. hierzu Richter/Sadek/Steven (2010).

¹⁸ Vgl. Keine genannt Schulte/Waltemode/Steven/Aurich (2013).

mit nachträglicher Erarbeitung einer flexiblen Gestaltung des zugrundeliegenden HLBs¹⁹, was einem reaktiven Flexibilitätsverständnis entspricht.

Dabei kann Flexibilität in Organisation, Produktion und Dienstleistungsbereitstellung eine Voraussetzung für eine erfolgreiche integrierte Entwicklung, Planung, Implementierung und den Betrieb eines hybriden Leistungsbündels sein.

2.2 Flexibilitätsoptionen hybrider Leistungsbündel

Die Interpretation von Flexibilität als Option zu einer frühzeitigen (Re-)Aktion auf Unsicherheit aufgrund veränderter Anforderungsprofile eröffnet Spielraum zur Darstellung in Form monetärer Größen.

Eine anfänglich erstellte HLB-Konfiguration kann Veränderungen im Zeitverlauf unterliegen, da im Normalfall des HLB-Betriebes kundenseitige Veränderungswünsche und Anpassungsmaßnahmen zu erwarten sind.²⁰

Die Möglichkeit, auf zukünftige Veränderungen von Kundenbedarfen zu reagieren wird als Flexibilitätsoption verstanden.

Konkret ist sie eine geplante oder vorkonfigurierte Gestaltungsmöglichkeit eines HLBs, die eine Veränderung seiner ursprünglichen Konfiguration unter Berücksichtigung eines kundenseitig geforderten Nutzenniveaus zulässt.

Flexibilitätsoptionen bieten konkrete Handlungsmöglichkeiten, welche am HLB technisch und/oder organisatorisch zu implementieren sind. Die monetären Auswirkungen von unterschiedlich flexibel geplanten Lösungen werden durch eine eindeutige Formulierung und Bewertung von Flexibilitätsoptionen erfasst. Insofern lassen sich Flexibilitätsoptionen bereits zur zielgerichteten Gestaltung von HLB verwenden.

¹⁹ Vgl. Steven/Alevifard/Keine genannt Schulte (2011).

²⁰ Vgl. Rese/Karger/Strotmann (2009) sowie Miller/Waller (2003).

3. Investitionsbewertung und hybride Leistungsbündel

In Anschluss an eine kurze Abgrenzung von finanziellen und realen Optionen erfolgt eine Konkretisierung letzterer in Bezug auf hybride Leistungsbündel. Als Vorbereitung der Analyse in Abschnitt 4 wird zunächst das Kapitalwert-Verfahren erläutert. Den Abschluss des Abschnitts bildet eine Erweiterung um den Realloptions-Ansatz.

3.1 Abgrenzung finanzieller und realer Optionen

Optionen im Bereich der Finanzwissenschaften sind allgemein definiert als eine Möglichkeit, ein materielles oder immaterielles Objekt entweder zu kaufen oder zu verkaufen, wobei ein vorab festgelegter Preis existiert und die jeweilige Option während eines Zeitraums oder zu einem Zeitpunkt in Anspruch genommen werden kann.²¹ Der Optionswert wird in unterschiedlichen Zeitpunkten unter verschiedenen Umweltbedingungen bestimmt.

Im Gegensatz zu finanziellen Optionen beschäftigen sich Realloptionen mit der Bewertung nicht-finanzieller Vermögenspositionen²², so dass ihr Anwendungsbereich industrielle Investitionsprojekte beinhaltet. Trotzdem sind sich die Bewertung finanzieller Optionen und die Bewertung realer Optionen im Grundsatz ähnlich. Besonderheiten und Unterschiede, die letztlich zu einer Eigenständigkeit beider Optionsarten führen, liegen besonders in der Handelbarkeit finanzieller Optionen am Kapitalmarkt.

3.2 Reale Optionen für hybride Leistungsbündel

Um auf veränderte Bedingungen zu reagieren, sind Entscheidungen zu verschiedenen Zeitpunkten notwendig. Realloptionen lassen die Berücksichtigung einer solchen Entscheidungsflexibilität ausdrücklich zu. Der Realloptions-Ansatz kann dabei den Entscheidungsprozess unterstützen. HLB sind dem Maschinen- und Anlagenbau zuzuordnen und der Absatz einer Sachleistung, die als reales Aktivum zu verstehen ist, ist Teil eines hybriden Leistungsbündels. Bei einer realen Option handelt es sich um einen Handlungsspielraum mit Bezug auf reale Aktiva.²³

Daraus folgt, dass eine geplante Option auf die Erweiterung ausgewählter Bestandteile des HLBs, zum Beispiel einer eingesetzten Maschine und substituierbaren Dienstleistungen, eine reale Option auf einen Vermögensgegenstand darstellt.

²¹ Vgl. Kumar/Turner (2006).

²² Vgl. Kumar/Turner (2006).

²³ Vgl. Meise (1998).

In einer Geschäftsbeziehung zwischen HLB-Anbieter und HLB-Kunde sind Reoptionen amerikanischer Prägung als Regelfall anzusehen, da diese Optionsart das Ziehen der vereinbarten Option zu jedem Zeitpunkt vor Fälligkeit ermöglicht und eine zeitnahe Aktion auf veränderte Rahmenbedingungen zulässt.²⁴

Die folgende Auswahl konkretisiert, welche Reoptionen²⁵ für HLB relevant sind:

- Beibehaltung der ursprünglichen HLB-Konfiguration: Die ursprüngliche HLB-Konfiguration, welche in HLB-typischer Kooperation von Anbieter und Kunde entwickelt wurde, kann (mindestens) mittelfristig beibehalten werden, wenn die Anforderungen des Kunden beziehungsweise des Marktes dies zulassen. Diese Option kann vom Kunden gezogen werden. Der Kunde ist Käufer, der Anbieter ist Verkäufer der Option.
- Aufnahme zusätzlicher Entwicklungstätigkeit während der Betriebsphase des hybriden Leistungsbündels: Haben sich die Kundenanforderungen z. B. aufgrund eines erhöhten Absatzpotentials verändert, besteht die Möglichkeit einer Zusatzinvestition in weitere Entwicklung zur Befriedigung der gestiegenen Nachfrage. Die Option kann vom Kunden gezogen werden. Der Kunde ist Käufer, der Anbieter ist Verkäufer der Option und zuständig für Forschung und Entwicklung.
- Abbruch der HLB-Geschäftsbeziehung: Diese Option kann vom HLB-Anbieter oder HLB-Kunden gezogen werden, wenn die jeweiligen Erwartungen nicht erfüllt werden. Zeigt sich, dass das vorgesehene HLB nicht wirtschaftlich zu erbringen ist oder die erwarteten Preis- und Absatzentwicklungen nicht erfolgsversprechend sind, ist der Abbruch einer HLB-Geschäftsbeziehung zu erwägen.

Wie in Steven/Keine gen. Schulte/Alevifard (2012)²⁶, Steven/Soth (2010)²⁷, Steven/Soth/Wasmuth (2009)²⁸ sowie Soth (2011)²⁹ gezeigt werden konnte, ist eine anbieterseitige, langfristige und proaktive Steuerung des HLB über den Lebenszyklus erforderlich.³⁰ Die zusätzliche der Anwendung von Reoptionen zur Be-

²⁴ Zu dieser und weiteren Optionsarten vgl. Hull (2012).

²⁵ Zu verschiedenen allgemeinen Typen von Reoptionen vgl. Meise (1998).

²⁶ Vgl. Steven/Keine gen. Schulte/Alevifard (2012).

²⁷ Vgl. Steven/Soth (2010).

²⁸ Vgl. Steven/Soth/Wasmuth (2009).

²⁹ Vgl. Soth (2011).

³⁰ Bei weiterem Interesse, siehe hierzu die in den Fußnoten 24-27 angegeben Quellen.

wertung von Flexibilitätsoptionen ermöglicht zudem eine verbesserte Steuerung von HLB und wird somit zu einer geeigneten Vorgehensweise.

Die beschriebenen HLB-Realoptionen dienen als Grundlage der Analyse im vierten Abschnitt. In den folgenden Abschnitten werden die Verfahren vorgestellt, die die Analyse in Abschnitt 4 methodisch unterstützen.

3.3 Kapitalwertverfahren zur Investitionsbewertung

Das Kapitalwertverfahren nimmt eine Bestimmung des Gegenwartswertes zukünftiger Zahlungsströme vor, indem sie auf den Betrachtungszeitpunkt diskontiert werden. Dabei wird auf eine gegebene Informationsmenge als Entscheidungsgrundlage zurückgegriffen.³¹ Unsicherheiten werden in der Regel durch hohe Abzinsung berücksichtigt, was zu verzerrten Ergebnissen führen kann, wenn der Risikozuschlag nicht adäquat bestimmt werden konnte.

Diese Zeitpunkt Betrachtung kann um eine Berücksichtigung von Unsicherheit ergänzt werden, indem Zufallsexperimente mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation durchgeführt werden.³² Der aus entscheidungstheoretischer Sicht grundlegend statische Charakter des Kapitalwertverfahrens verändert sich dadurch nicht, weil die Entscheidungsinformationen vorab gegeben sind.

Schlussfolgerung eines positiven Kapitalwerts ist, dass die Durchführung des Investitionsprojektes zu einem besseren Ergebnis führt, als am Kapitalmarkt mit den verfügbaren finanziellen Mitteln zu erzielen gewesen wäre.³³

Flexibilität im strategischen Entscheidungsprozess wird in diesem Verfahren nicht ausdrücklich berücksichtigt³⁴, weil beispielsweise die Durchführung einer Investition in einem späteren Zeitpunkt nicht vorgesehen ist.

Die Kapitalwertmethode erfasst u. a. Beeinflussungsmöglichkeiten während der Laufzeit eines Investitionsprojektes nicht systematisch. Dies führt zu einer Einschränkung des Handlungsspielraums, kann aber durch eine ergänzende Anwendung von Realoptionen um jene Flexibilität ergänzt werden.

Werden interne und externe Beeinflussungsfaktoren nicht oder nicht ausreichend berücksichtigt, so wird u. a. von Marktunsicherheiten abstrahiert, das für eine reale Anwendung des Verfahrens zu strategischen Fehlentscheidungen führen kann. Wird demnach der Handlungsspielraum des Managements von vornherein einge-

³¹ Vgl. Mbuthia (2004), sowie Kumar/Turner (2006).

³² Vgl. Suttinon/Nasu (2010).

³³ Vgl. Rese/Karger/Strotmann (2009).

³⁴ Vgl. Kumar/Turner (2006).

schränkt, so würde die alleinige Anwendung dieses Verfahrens zu einer nicht korrekten Bewertung der geplanten Investition führen.³⁵ In Erweiterungen des Kapitalwert-Verfahrens werden Unsicherheiten verstärkt berücksichtigt, indem beispielsweise die jeweiligen Erwartungswerte an die umgebende Unsicherheit angepasst werden.

3.4 Erweiterung um den Realoptions-Ansatz

Im Rahmen des Realoptions-Ansatzes werden Optionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten explizit betrachtet. Es wird also möglich, in verschiedenen Zeitpunkten eine Bewertung der Investition vorzunehmen und damit veränderte Bedingungen zu berücksichtigen. Dadurch können Unsicherheitsformen ausdrücklich in die Betrachtung aufgenommen werden und mit dem Mittel der Flexibilität auf betriebswirtschaftlicher Ebene Berücksichtigung finden.

Copeland und Antikarov (2003) haben ein Verfahren entwickelt, das sich dieser Problematik annimmt. Dieses – auch in der Praxis erfolgreich angewendete – vierstufige Verfahren wird im Folgenden für den Fall hybrider Leistungsbündel konkretisiert.³⁶ Daher wird eine Eingrenzung möglicher Unsicherheitsquellen vorgenommen, die die Komplexität auf ein akzeptables Maß begrenzt.³⁷ Bei diesem Ansatz wird sowohl der Kapitalwert bestimmt als auch eine Realoptionsbewertung mit Berücksichtigung von Flexibilitätsoptionen durchgeführt. Auf der ersten Stufe erfolgt zunächst die Modellierung auftretender Unsicherheiten anhand von Ereignisbäumen. Im Anschluss (2. Stufe) wird der jeweilige Kapitalwert der zugrundeliegenden Alternativen berechnet. Dabei kommen risikoneutrale Wahrscheinlichkeiten und der risikofreie Zins zum Einsatz, um Zahlungsströme zu diskontieren. Die dritte Stufe umfasst die Aufnahme von Entscheidungsalternativen und Flexibilitätsoptionen zum Umgang mit Unsicherheit. In der vierten Stufe erfolgt abschließend die Neubewertung der Alternativen unter Berücksichtigung von Flexibilität. Hierbei wird eine Kalkulation der Gegenwartswerte mit der jeweilig optimalen Entscheidung in einem Knotenpunkt vorgenommen. Das

³⁵ Vgl. Meise (1998).

³⁶ Vgl. hierzu ausführlich Copeland/Antikarov (2003).

³⁷ Copeland/Antikarov (2003) diskutieren zwei mögliche Ansätze ihres Vorgehens. Im Gegensatz zu dem in Keine genannt Schulte/Waltemode/Steven/Aurich (2013) diskutierten konsolidierten Ansatz, wird in diesem Beitrag der Ansatz einer separierten Betrachtung der Unsicherheitsformen verwendet. Dieser berücksichtigt die jeweiligen Unsicherheitsformen einzeln. Dadurch werden die jeweiligen Ausprägungen bewusst aufgenommen, wodurch keine Vermischung von Wirkbeziehungen stattfindet und der Ursprung erkennbar bleibt.

Vorliegen von Flexibilitätsoptionen wird somit aktiv in Form von Realoptionen berücksichtigt.³⁸

Mittels Anwendung beider Ansätze werden eine inflexible und eine flexible Variante eines Investitionsprojektes in verschiedenen Zeitpunkten zunächst separat bewertet. Die anschließend erfolgende Berücksichtigung von Realoptionen verdeutlicht bestehende Entscheidungsmöglichkeiten in verschiedenen Situationen. Durch den abschließenden Vergleich der Varianten mit und ohne Flexibilität kann auf den eigentlichen Wert der Flexibilitätsoption geschlossen werden.³⁹

Im folgenden Fallbeispiel wird beispielhaft eine Flexibilitätsbewertung hybrider Leistungsbündel unter Berücksichtigung verschiedener Unsicherheitsformen vorgenommen.

³⁸ Vgl. Copeland/Antikarov (2003), sowie Keine genannt Schulte/Waltemode/Steven/Aurich (2013).

³⁹ Vgl. hierzu auch Rese/Karger/Strotmann (2009).

4. Fallbeispiel

Das im Folgenden beschriebene Fallbeispiel orientiert sich an einem fiktiven HLB-Anbieter im Bereich des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus.⁴⁰

Die kooperierenden Parteien sind auf der einen Seite der HLB-Anbieter und auf der anderen Seite der HLB-Kunde. Der HLB-Kunde ist ein Hersteller hochwertiger Armbanduhren und benötigt qualitativ hochwertige Uhrenwerkplatten. Aufgrund einer strategischen Neuausrichtung des HLB-Kunden sieht sich dieser mittelfristig nicht selbst im Stande, die notwendige Qualität der Uhrenwerkplatte zu gewährleisten und beauftragt den HLB-Anbieter im Rahmen eines Betreibermodells mit der Leistungserstellung. Der HLB-Anbieter produziert im Rahmen eines anbieterbetriebenen Geschäftsmodells hochwertige Uhrenwerkplatten, die im Hochpreissegment luxuriöser Armbanduhren zum Einsatz kommen. Nach erfolgreicher Kooperation und Erstellung eines integrativen hybriden Leistungsbündels (erwartete Dauer liegt bei 3 Perioden) geht das hybride Leistungsbündel in die Betriebsphase über und die Produktion der Uhrenwerkplatten wird aufgenommen.

In der ersten Produktionsperiode zeichnet sich ab, dass die geplante Kapazität von 5.600 Uhrenwerkplatten pro Periode erreicht wird.

Mit Beginn der Betriebsphase ist es der Geschäftsführung des HLB-Kunden gelungen, einen zusätzlichen Absatzmarkt zu erschließen, der die vorhandene Kapazität um 1.400 Einheiten pro Periode übersteigt.

Im Rahmen der integrierten Kooperation zwischen Anbieter und Kunde konnte eine zusätzliche Möglichkeit zur Kapazitätserhöhung identifiziert werden. Diese ist mit zusätzlicher Entwicklungstätigkeit verbunden und hat ein Investitionsvolumen von 300 T €, welches erst in $t = 4$ fällig wird. Die laufende Produktion wird dadurch nicht beeinträchtigt.

4.1 Modellierung und Analyse

Das in Abschnitt 3.4 vorgestellte Verfahren von Copeland und Antikarov (2003) wird im Folgenden beispielhaft auf ein hybrides Leistungsbündel angewendet.⁴¹

Zunächst besteht Unsicherheit über den zu erwartenden Preis der Uhrenwerkplatte. Der Ausgangspreis in $t = 0$ liegt bei 250 € pro Uhrenwerkplatte. Es wird eine jährliche Preissteigerung g von 3 % erwartet. Die Standardabweichung des Preises

⁴⁰ Das beschriebene Fallbeispiel orientiert sich gedanklich an einem beispielhaften HLB-Anbieter- und Kundenunternehmen, welche im Rahmen des Sonderforschungsbereichs / Transregio 29 entwickelt und erstmals von Meier/Steven/Boßlau/Alevifard (2013) veröffentlicht wurde.

⁴¹ Zur Vorgehensweise des Abschnitts vgl. im Folgenden Copeland/Antikarov (2003).

σ liegt bei 12 %. Es ist zu bestimmen, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Auf- oder Abwärtsbewegung auftritt.

Zur Bestimmung dieser Wahrscheinlichkeit wird angenommen, dass der im nächsten Zeitpunkt erwartete Preis gleich dem heutigen Preis multipliziert mit der erwarteten Wachstumsrate ist. Wie stark eine Aufwärtsbewegung a beziehungsweise ein Absinken s ausfällt, wird wie folgt bestimmt:

$$a = e^{\sigma} = e^{0,12} = 1,1275$$

$$s = \frac{1}{a} = \frac{1}{1,1275} = 0,8869.$$

Auf Basis der jeweiligen Wertschwankung a beziehungsweise s wird die Wahrscheinlichkeit für einen Preisanstieg ermittelt:

$$p = \frac{1 + g - s}{a - s} = \frac{1 + 0,03 - 0,8869}{1,1275 - 0,8869} = 0,59.$$

Somit ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit p für einen Preisanstieg im nächsten Zeitpunkt von 59 %. Dem steht eine Wahrscheinlichkeit für einen sinkenden Preis von $1-p = 1 - 0,59 = 0,41$ (41 %) gegenüber.

Zur besseren Verständlichkeit wird auf den Knoten h Bezug genommen (Vgl. Abbildung 1): Die jeweiligen Preise werden bestimmt, indem der Preis einer Periode mit der Stärke der Aufwärtsbewegung a bzw. der Abwärtsbewegung s gewichtet wird. Ausgehend vom Einstandspreis von 250 € in $t = 0$ kommt es in $t = 1$ zu einem Preis von 281,90 €, dessen Eintrittswahrscheinlichkeit bei 59 % liegt. Dies wird berechnet, indem der Ausgangspreis mit der Stärke seiner Aufwärtsbewegung $a = 1,1275$ gewichtet wird. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 41 % wird ein Preis von 221,70 € in $t = 1$ realisiert, was sich aus dem Preis in $t = 0$ multipliziert mit $s = 0,8869$ ergibt. Auch in $t = 2$ (Preis = 317,80 €) liegt ein Preisanstieg vor. Der Preis der Uhrenwerkplatte in $t = 3$ liegt somit bei 281,90 €, was auf einen sinkenden Preis in dieser Periode zurückzuführen ist. Analog hierzu ergeben sich die erwarteten Preise im jeweiligen Zeitpunkt in Abhängigkeit eines Anstieges oder eines Absinkens des Preises für eine Uhrenwerkplatte.

€/Stück

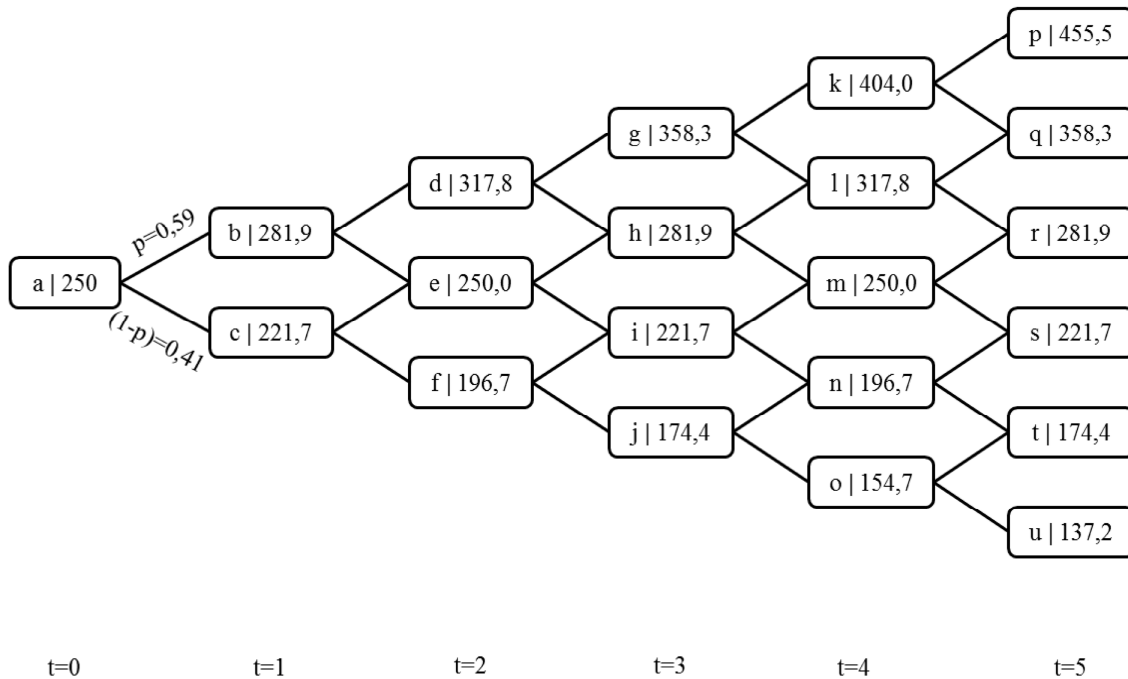


Abbildung 1: Entwicklung der Preisunsicherheit⁴²

Ein hybrides Leistungsbündel wird im Zeitverlauf nicht nur mit Preisunsicherheit konfrontiert, sondern wird auch von technologischer Unsicherheit beeinflusst. Im Gegensatz zur Preisunsicherheit kann die technologische Unsicherheit durch Forschung und Entwicklung verringert werden. Dies geschieht beispielsweise durch Erforschung neuer Technologien sowie durch Machbarkeitsstudien, die Aufschluss über Erfolgsmöglichkeiten geben.⁴³

Abbildung 2 zeigt für das zugrundeliegende HLB, wann welche Lebenszyklusphase anfällt und wann die Möglichkeit einer zusätzlichen Investition aufgrund zusätzlicher Entwicklungstätigkeit besteht:

- $t = 0 \rightarrow t = 1$: Planungsphase. Eine Investition in Höhe von 600 T€ ist notwendig. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % kommt es zu einem positiven Abschluss der Planungsphase. Andernfalls erfolgt ein sofortiger Abbruch des Projekts (Wahrscheinlichkeit von 10 %).
- $t = 1 \rightarrow t = 2$: Entwicklungsphase. In der Entwicklungsphase wird eine zusätzliche Investition von 300 T€ benötigt. Mit einer Wahrscheinlichkeit von

⁴² In Anlehnung an Copeland/Antikarov (2003).

⁴³ Vgl. Carlsson/Fullér/Heikkilä/Majlender (2007).

10% schlägt die Entwicklung fehl und es kommt zum Abbruch des Projektes. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % ist die Entwicklung erfolgreich und das HLB geht in die Implementierungsphase über.

- $t = 2 \rightarrow t = 3$: Implementierungsphase. Die Verfügbarmachung der Betriebsbereitschaft erfolgt in der Implementierungsphase und ist mit einer weiteren Investitionssumme von 700 T€ verbunden. Die Erfolgswahrscheinlichkeit in dieser Phase sinkt auf 80 %, die Misserfolgswahrscheinlichkeit steigt auf 20 %.
- $t = 3 \rightarrow t = 4$: Betriebsphase. Mit Erreichen des Zeitpunktes $t = 3$ hat das HLB die volle Betriebsbereitschaft erreicht. Liegen in diesem Zeitpunkt Marktentwicklungen vor, die keine Erhöhung der Kapazität erfordern, wird die Produktion ohne Veränderungen fortgesetzt. Erfordern veränderte Marktbedingungen eine erhöhte Kapazität, so besteht die Möglichkeit, zwischen $t = 3$ und $t = 4$ ein weiteres Entwicklungsprojekt zu initiieren. Diese Option ist zeitlich nicht an den Beginn der Betriebsphase gebunden, sondern kann während ihres Verlaufs initiiert werden. Ziel ist die Erhöhung der technischen Verfügbarkeit mittels einer Kapazitätsausweitung. Die Investitionssumme von 300 T€ fällt (aufgrund vertraglicher Bestimmungen zwischen Anbieter und Kunde) hingegen erst in $t = 4$ an. Die Wahrscheinlichkeit für einen erfolgreichen Abschluss der zusätzlich notwendigen Entwicklungstätigkeit liegt bei 60 %. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 40 % wird dagegen keine Kapazitätserhöhung realisiert. Der Betriebsablauf wird dabei weder durch Planung und Entwicklung noch durch eine technische Implementierung (im Erfolgsfall) gestört.
- $t = 4 \rightarrow t = 5$: Betriebsphase. Die technologische Unsicherheit ist – unabhängig von Erfolg oder Misserfolg der Kapazitätserhöhung – zu diesem Zeitpunkt überwunden. Der Betrieb des HLB findet wie geplant statt. Es wird entweder die ursprünglich geplante Produktionsmenge von 5.600 Uhrenwerkplatten pro Periode oder die erfolgreiche Kapazitätserhöhung auf 7.000 Stück pro Periode realisiert.

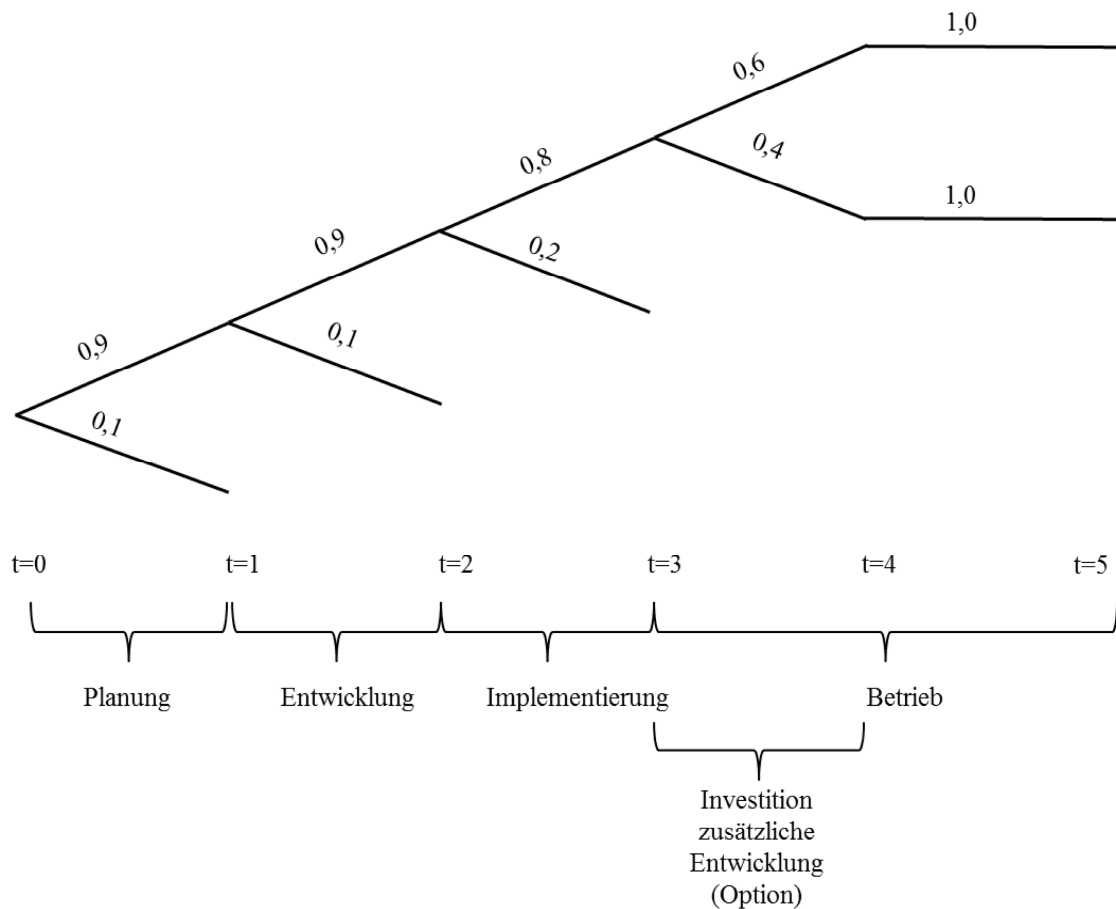


Abbildung 2: Technologische Unsicherheit des HLB-Projektes⁴⁴

Im Anschluss an den Beginn der Produktion, wird eine mittelfristige Nutzung des hybriden Leistungsbündels vorgesehen. Dies ist in der folgenden Kalkulation berücksichtigt.

Da nun sowohl die Preisunsicherheit als auch die technologische Unsicherheit modelliert sind, kann die mögliche Verzahnung dieser Unsicherheitsformen dargestellt werden. Abbildung 3 stellt sämtlich mögliche Verknüpfungen von Preisunsicherheit und technologischer Unsicherheit dar:⁴⁵

⁴⁴ In Anlehnung an Copeland/Antikarov (2003).

⁴⁵ Vgl. Copeland/Antikarov (2003).

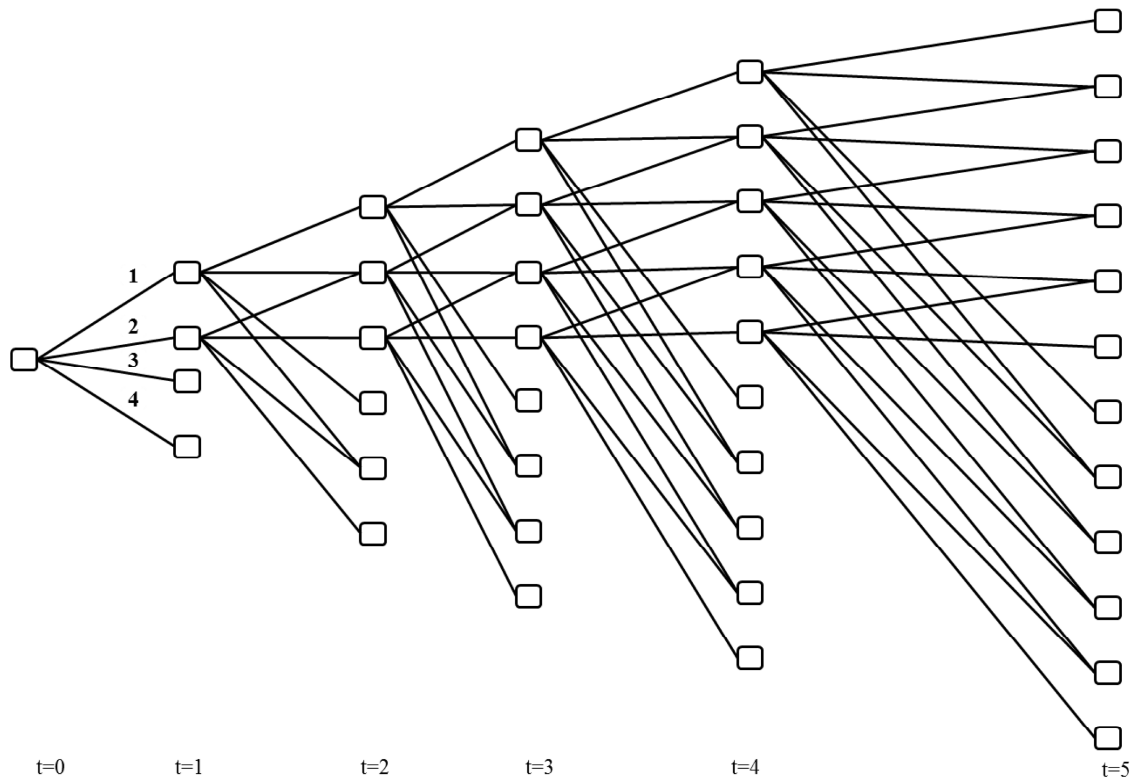


Abbildung 3: Quadranomialer Ereignisbaum der Unsicherheitsformen⁴⁶

Ausgehend von jedem Ereignisknoten sind folgende Entwicklungen möglich:

- Kante 1: Preisanstieg wird durch Erfolg der technologischen Entwicklung begleitet.
- Kante 2: Zwar sinkt der Preis, die technologische Entwicklung ist jedoch erfolgreich.
- Kante 3: Ein Anstieg des Preises wird von einer erfolglosen technologischen Entwicklung begleitet.
- Kante 4: Der Absatzpreis sinkt und die technologische Entwicklung bleibt erfolglos.

Die separate Abbildung von Preis- und technologischer Unsicherheit ermöglicht eine detaillierte Darstellung der jeweiligen Unsicherheitsform und zeigt für jeden Zeitpunkt, welche Umweltzustände eintreten können. Die separate Betrachtung dieser Unsicherheitsformen dagegen ist erforderlich um zu verdeutlichen, dass Preisunsicherheit und technologische Unsicherheit einen gegenläufigen Verlauf

⁴⁶ In Anlehnung an Copeland/Antikarov (2003).

nehmen. Die Unsicherheit über die Preisentwicklung steigt mit steigendem Zeithorizont an. Demgegenüber steht die technologische Unsicherheit, die aufgrund von Forschungs- und Entwicklungstätigkeit im Zeitverlauf abnimmt. Dabei wird Unabhängigkeit der beiden Unsicherheitsformen angenommen, da Preisunsicherheit externer Beeinflussung und technologische Unsicherheit interner Beeinflussung unterliegt.

Im Anschluss an die Darstellung der relevanten Unsicherheiten in Form eines quadranomialen Ereignisbaumes (Abbildung 3) ist die Bestimmung der jeweiligen Kapitalwerte vorzunehmen.

Die Berechnung des Kapitalwerts erfolgt getrennt für den Fall, dass keine nachträgliche Kapazitätserhöhung möglich ist, und für den Fall, dass die zur Verfügung stehende Kapazität erhöht werden kann. Diese Erhöhung wird bei erfolgreicher, zusätzlicher Entwicklungstätigkeit erzielt. Da es sich gemäß dem angewandten Verfahren um sich gegenseitig ausschließende Ereignisse handelt, erfolgt zunächst eine separate Berechnung unter Berücksichtigung der relevanten Unsicherheitsformen.

Variante 1:

Für die erste Variante wird keine Kapazitätserhöhung vorgesehen und die HLB-Betriebsphase beginnt in $t = 3$. Der Barwert der vorgesehenen Investitionssummen (unter der Annahme eines risikofreien Zinssatzes r_f von 6 %) berechnet sich zu:

$$B_0(\text{Investition ohne Zusatzkapazität}) = 0,6 \text{ T€} + \frac{0,3 \text{ T€}}{1,06} + \frac{0,7 \text{ T€}}{1,06^2} = 1.506,02 \text{ T.}$$

Abbildung 4 zeigt grafisch, welche Barwerte sich in den jeweiligen Knotenpunkten ergeben. Zur Berechnung der benötigten Barwerte der Knoten T_4 bis X_4 , werden die jeweiligen Cashflows geschätzt.⁴⁷

So bestimmt sich Knoten T_4 wie folgt:

$$T_4 = ((\text{Preis}_{t=4} - \text{variable Kosten}) * \text{Absatzmenge} - \text{Fixkosten}) * 5$$

$$T_4 = ((404 \text{ €} - 102 \text{ €}) * 5.600 - 300 \text{ T€}) * 5 = 6.956 \text{ T€}.$$

⁴⁷ Preis und Absatzmenge sind bekannt. Es wird die Annahme getroffen, dass die variablen Kosten einer Uhrenwerkplatte bei 102 € liegen und Fixkosten von 300 T€ vorliegen. Es wird weiterhin angenommen, dass der tatsächliche Wert bei Erreichung der Marktreife das Fünffache des Cashflows beträgt.

Die Knoten U_4 bis X_4 werden analog bestimmt und bilden die Ausgangswerte der weiteren, rekursiven Berechnung.

Wie aus der Modellierung relevanter Unsicherheitsformen hervorgegangen ist, wird die technologische Unsicherheit nicht durch Marktentwicklungen beeinflusst. Somit wird lediglich die Entwicklung des Preises durch Marktbedingungen beeinflusst. Die Entwicklung der Preisunsicherheit (Abbildung 1) behält ihre Gültigkeit. Der risikofreie Zinssatz r_f liegt annahmegemäß bei 6 %, bei einer Preissteigerung g von 3 % pro Periode.

Im nächsten Schritt wird die jeweilige risikoneutrale Wahrscheinlichkeit p' unter der Annahme, dass der Preis entsprechend dem zugrundeliegenden risikofreien Zinssatz wächst, für einen Preisanstieg ermittelt⁴⁸:

$$p' = \frac{e^{r_f} - s}{a - s} = \frac{e^{0,06} - 0,8869}{1,1275 - 0,8869} = 0,727 \approx 0,73.$$

Das heißt, dass es mit einer risikoneutralen Wahrscheinlichkeit von 73 % zu einer Steigerung des Preises im nächsten Zeitpunkt kommt. Dem steht eine risikoneutrale Wahrscheinlichkeit für einen sinkenden Preis von 27 % gegenüber.

Auf Basis der risikoneutralen Wahrscheinlichkeit erfolgt die Berechnung der jeweiligen Kapitalwerte der verschiedenen Umweltzustände. Es ist zu beachten, dass die technologische Unsicherheit (Abbildung 2) ab $t = 4$ überwunden ist. Das heißt, dass nach Abschluss der Entwicklungstätigkeit keine Unsicherheit über die technologische Entwicklung besteht. Ab diesem Zeitpunkt ist diese Unsicherheitsform nicht mehr relevant. Dies führt zu einer Reduzierung der abgehenden Kanten auf zwei Kanten je Knoten (Preisunsicherheit).

Eine beispielhafte Berechnung für den Knoten L_4 im Zeitpunkt $t = 3$ lautet wie folgt (Abbildung 4):

$$L_4 = \frac{p' * T_4 + (1-p') * U_4}{1 + r_f} = \frac{0,73 * 6.956 + (1-0,73) * 4.542,4}{1,06}$$

$$L_4 = 5.947,48 \text{ T€}.$$

Unter Berücksichtigung der risikoneutralen Wahrscheinlichkeit eines Preisanstieges ($p' = 0,73$) und der risikoneutralen Wahrscheinlichkeit eines sinkenden Preises ($1 - p' = 0,23$) werden die jeweiligen Werte des Knotens T_4 von 6.956 T€ und U_4 (4.542,4 T€) gewichtet und mit dem risikofreien Zinssatz von 6 % diskontiert. Die

⁴⁸ Vgl. zusätzlich Copeland/Weston/Shastri (2008).

rückwärtsgerichtete Berechnung ergibt einen Wert des Knotens L_4 von 5.947,48 T€. Das heißt, dass der Gegenwartswert des Zeitpunktes $t = 3$ bei alleinigem Vorliegen der Preisunsicherheit die Wirtschaftlichkeit des HLBs in $t = 3$ zum Ausdruck bringt.

Eine umfassendere Berücksichtigung der relevanten Unsicherheiten muss in den vorherigen Perioden erfolgen. Die technologische Unsicherheit ist in allen Zeitpunkten vor $t = 4$ nicht überwunden, sodass sowohl Unsicherheit über die zukünftige Preisentwicklung als auch technologische Unsicherheit über den Erfolg von Investitionen in Forschung und Entwicklung vorliegt. Dies führt in allen Zeitpunkten vor $t = 4$ zu jeweils vier möglichen Kanten (siehe Abbildung 2). Jeder Kante ist eine risikoneutrale gemeinsame Wahrscheinlichkeit zuzuweisen, die beide Unsicherheitsformen berücksichtigt.

Zur Bestimmung der Barwerte der Knoten F_4 bis K_4 sind jetzt sowohl die Preisunsicherheit als auch die technologische Unsicherheit zu berücksichtigen. Die Preisunsicherheit bei Risikoneutralität konnte bereits vorab bestimmt werden. Die in Abbildung 2 abgebildeten Wahrscheinlichkeiten für Erfolg und Misserfolg der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit im jeweiligen Knotenpunkt sind in Verbindung zur Preisunsicherheit zu setzen. Die separierte Betrachtung dieser zwei Unsicherheiten führt zu den folgenden risikoneutralen, gemeinsamen Wahrscheinlichkeiten in den Zeitpunkten $t = 2$ bis $t = 0$. Aufgrund der Unabhängigkeit von Preis- und technologischer Unsicherheit wird die risikoneutrale Wahrscheinlichkeit der vier Kanten mittels Multiplikation bestimmt.

Es ergeben sich die folgenden Werte:

Technologische Unsicherheit	Preisunsicherheit	
	Wahrscheinlichkeit P steigt (0,73)	Wahrscheinlichkeit P sinkt (0,27)
Wahrscheinlichkeit Erfolg (0,8)	0,584	0,216
Wahrscheinlichkeit Misserfolg (0,2)	0,146	0,054

Tabelle 1: Risikoneutrale gemeinsame Wahrscheinlichkeit in $t = 2$

Technologische Unsicherheit	Preisunsicherheit	
	Wahrscheinlichkeit P steigt (0,73)	Wahrscheinlichkeit P sinkt (0,27)
Wahrscheinlichkeit Erfolg (0,9)	0,657	0,243
Wahrscheinlichkeit Misserfolg (0,1)	0,073	0,027

Tabelle 2: Risikoneutrale gemeinsame Wahrscheinlichkeit in $t = 1$ und $t = 0$

Zur Bestimmung von Knoten F_4 kommen die risikoneutralen, gemeinsamen Wahrscheinlichkeiten aus Tabelle 1 zur Anwendung. Somit ergibt sich der Barwert für Knoten F_4 wie folgt:

$$F_4 = \frac{0,584 * 5.947,48 + 0,216 * 3.801,45 + 0 + 0}{1,06} = 4.051,36 \text{ T€}.$$

Aufgrund einer veränderten technologischen Unsicherheit (siehe Tabelle 2) ergibt sich für Knoten B_4 der folgende Wert:

$$B_4 = \frac{0,657 * 4.051,36 + 0,243 * 2.525,2 + 0 + 0}{1,06} = 3.089,97 \text{ T€}.$$

Da die technologische Unsicherheit in $t = 1$ identisch zur vorherigen ist, behalten die jeweiligen risikoneutralen Wahrscheinlichkeiten ihre Gültigkeit. Der Wert des Knotenpunktes A_4 im Zeitpunkt $t = 0$ liegt somit bei

$$A_4 = \frac{0,657 * 3.089,97 + 0,243 * 1.868,93 + 0 + 0}{1,06} = 2.343,64 \text{ T€}.$$

Zur endgültigen Bestimmung des Kapitalwerts unter Berücksichtigung aller Investitionen ist die Differenz aus dem Barwert für Knoten A_4 und B_0 (ohne Zusatzinvestition) zu bilden:

$$K_0(\text{ohne Zusatzinvestition}) = A_4 - B_0(\text{ohne Zusatzinvestition})$$

$$K_0(\text{ohne Zusatzinvestition}) = 2.343,64 \text{ T€} - 1.506,02 \text{ T€}$$

$$K_0(\text{ohne Zusatzinvestition}) = 837,62 \text{ T€}.$$

Bei erfolgter separater Betrachtung der Variante 1 ohne die Möglichkeit einer zusätzlichen Investition zwecks Kapazitätserhöhung, liegt der Kapitalwert dieser Variante bei 837,62 T€.

Da es sich um einen positiven Wert handelt, ist diese Variante grundsätzlich vorteilhaft gegenüber einer Investition der finanziellen Mittel am Kapitalmarkt.

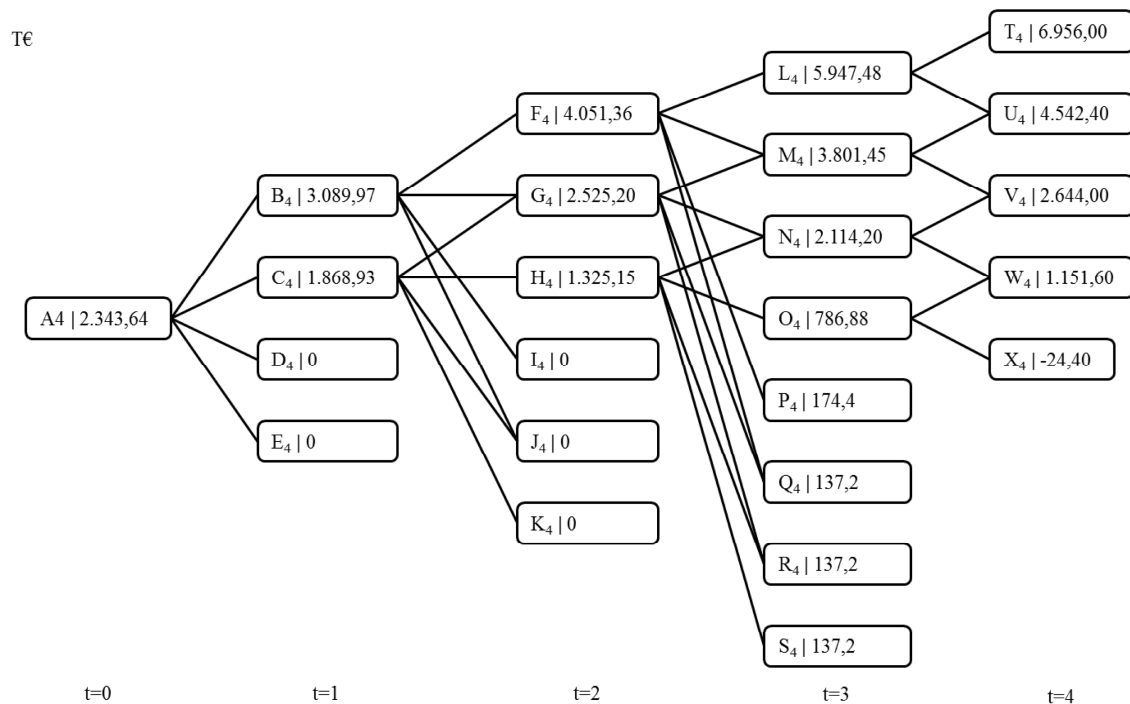


Abbildung 4: Barwerte für HLB ohne zusätzliche Investitionsmöglichkeit⁴⁹

Variante 2:

Für diese Variante wird eine zusätzliche Investitionsmöglichkeit ab $t = 3$ vorgesehen, die im Erfolgsfall zu einer erhöhten Kapazität führt.

Abbildung 5 stellt dies grafisch dar.

⁴⁹ In Anlehnung an Copeland/Antikarov (2003).

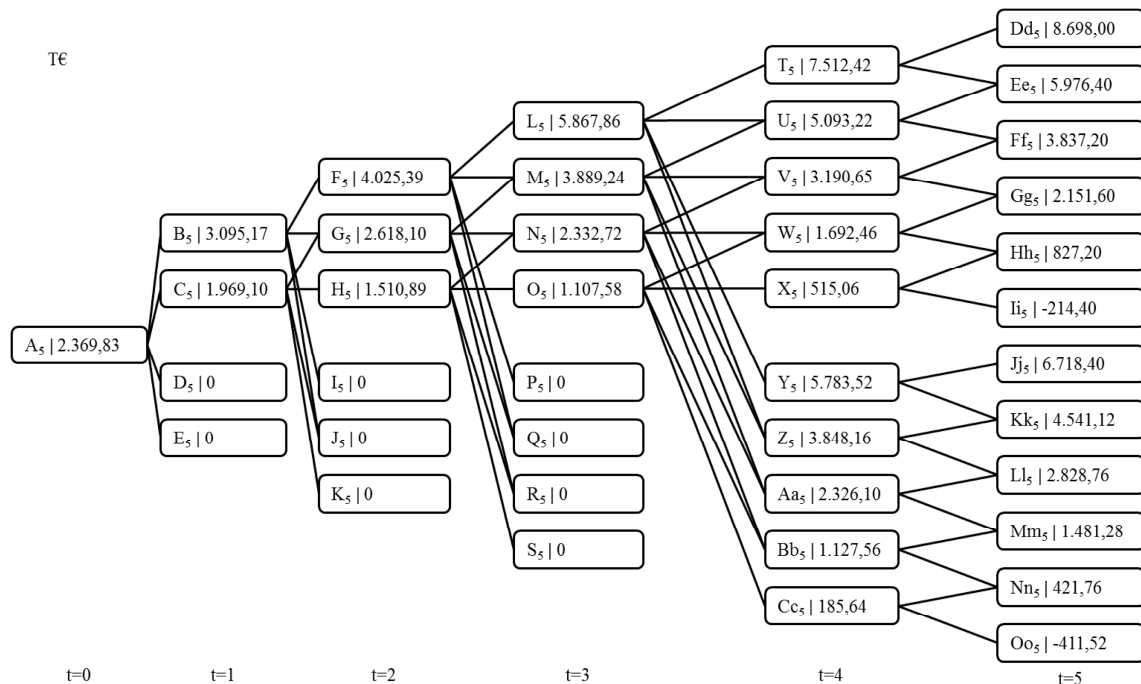


Abbildung 5: Barwerte für HLB mit zusätzlicher Investitionsmöglichkeit⁵⁰

Der Barwert der Investitionssummen liegt bei Nutzung der Option für zusätzliche Entwicklungstätigkeit bei 1.743,64 T€ und wird wie folgt berechnet:

$$B_0(\text{Investition in Zusatzkapazität}) = 0,6 \text{ T€} + \frac{0,3 \text{ T€}}{1,06} + \frac{0,7 \text{ T€}}{1,06^2} + \frac{0,3 \text{ T€}}{1,06^4} = 1.743,64 \text{ T€}.$$

Zur Berechnung der benötigten Barwerte im Zeitpunkt $t = 5$ werden die jeweiligen Cashflows geschätzt.⁵¹

Beispielhaft ergibt sich für Knoten Dd_5 der folgende Barwert:

$$Dd_5 = ((455,5 \text{ €} - 102 \text{ €}) * 7.000 - 300 \text{ T€}) * 4 = 8.698 \text{ T€}.$$

Die Knotenpunkte Ee_5 bis Oo_5 werden analog bestimmt und bilden die Ausgangswerte für die weitere, rekursive Berechnung.

Die risikoneutralen Wahrscheinlichkeiten für einen Anstieg beziehungsweise ein Absinken des Preises bleiben unverändert.

⁵⁰ In Anlehnung an Copeland/Antikarov (2003).

⁵¹ In dieser Variante wird angenommen, dass der tatsächliche Wert bei Erreichung der Marktreife das Vierfache des Cashflows beträgt. Ansonsten ist das Vorgehen analog zu Variante 1.

Es erfolgt die Neuberechnung basierend auf den risikoneutralen Wahrscheinlichkeiten. Es gilt weiterhin, dass die technologische Unsicherheit ab $t = 4$ überwunden ist (siehe Abbildung 2).

Somit sind von $t = 4$ bis $t = 5$ die folgenden Umweltzustände möglich:

- Der Preis der Uhrenwerkplatte steigt. Die Überwindung der technologischen Unsicherheit geht einher mit einer erfolgreichen Forschungs- und Entwicklungstätigkeit.
- Der Preis der Uhrenwerkplatte sinkt. Auch in diesem Fall ist die zusätzliche Entwicklungstätigkeit erfolgreich beendet worden, wodurch die mögliche Kapazität/Absatzmenge erhöht werden konnte.

Unter Berücksichtigung, dass in diesem Zeitpunkt nur die Preisunsicherheit relevant ist, bestimmt sich Knoten T_5 zu:

$$T_5 = \frac{p' \cdot Dd_5 + (1 - p') \cdot Ee_5}{1 + r_f} = \frac{0,73 \cdot 8.698 + (1 - 0,73) \cdot 5.976,4}{1,06}$$

$$T_5 = 7.512,42 \text{ T€}.$$

Bei Rückwärtsrechnung liegt der Wert des Knotens T_5 somit bei 7.512,42 T€. Unter Berücksichtigung der risikoneutralen Wahrscheinlichkeit eines Preisanstieges ($p' = 0,73$) und der risikoneutralen Wahrscheinlichkeit eines sinkenden Preises ($1 - p' = 0,23$) werden die jeweiligen Werte von Dd_5 (8.698 T€) und Ee_5 (5.976,4 T€) gewichtet und mit dem risikofreien Zinssatz von 6 % diskontiert.

In den vorherigen Perioden $t = 3$ bis $t = 0$ liegen jeweils zwei Unsicherheitsquellen vor. Das heißt, dass sowohl Unsicherheit über die zukünftige Preisentwicklung als auch technologische Unsicherheit über den Erfolg von Investitionen in Forschung und Entwicklung vorliegt. In der zweiten Variante hat dies besondere Bedeutung, weil die zusätzliche Investitionsmöglichkeit eine Veränderung des hybriden Leistungsbündels zur Folge haben kann.

Zur Bestimmung des Werts in $t = 3$ sind jetzt sowohl die Preisunsicherheit als auch die technologische Unsicherheit zu berücksichtigen. Die separierte Betrachtung dieser zwei Unsicherheiten führt zu den in Tabelle 1 und Tabelle 2 abgebildeten risikoneutralen gemeinsamen Wahrscheinlichkeiten der Zeitpunkte $t = 2$ bis $t = 0$. Zusätzlich werden die risikoneutralen gemeinsamen Wahrscheinlichkeiten in $t = 3$ bestimmt, die in Tabelle 3 dargestellt werden:

Technologische Unsicherheit	Preisunsicherheit	
	Wahrscheinlichkeit P steigt (0,73)	Wahrscheinlichkeit P sinkt (0,27)
Wahrscheinlichkeit Erfolg (0,6)	0,438	0,162
Wahrscheinlichkeit Misserfolg (0,4)	0,292	0,108

Tabelle 3: Risikoneutrale Wahrscheinlichkeit in t = 3

Der Barwert von L_5 wird wie folgt berechnet:

$$L_5 = \frac{0,438 * 7.512,42 + 0,162 * 5.093,22 + 0,292 * 5.783,52 + 0,108 * 3.848,16}{1,06} = 5.867,86 \text{ T€}.$$

Bei Weiterführung der Knotenpunktberechnung wird deutlich, dass im vorherigen Zeitpunkt eine veränderte technologische Unsicherheit vorliegt und die risikoneutralen Wahrscheinlichkeiten aus Tabelle 1 relevant sind. Für F_5 ergibt sich der folgende Barwert:

$$F_5 = \frac{0,584 * 5.867,86 + 0,216 * 3.889,24 + 0,146 * 0 + 0,054 * 0}{1,06} = 4.025,39 \text{ T€}.$$

Die technologische Unsicherheit in $t = 1$ und $t = 0$ ist identisch und führt zu den folgenden Barwerten in B_5 und A_5 :

$$B_5 = \frac{0,657 * 4.025,39 + 0,243 * 2.618,10 + 0,073 * 0 + 0,027 * 0}{1,06} = 3.095,17 \text{ T€},$$

$$A_5 = \frac{0,657 * 3.095,17 + 0,243 * 1.969,1 + 0,073 * 0 + 0,027 * 0}{1,06} = 2.369,83 \text{ T€}.$$

Somit bestimmt sich der Kapitalwert der HLB-Variante 2 mit der Möglichkeit einer zusätzlichen Investition zu:

$$K_0(\text{Zusatzinvestition}) = A_5 - B_0(\text{Zusatzinvestition}) = 2.369,83 \text{ T€} - 1.743,64 \text{ T€}$$

$$K_0(\text{Zusatzinvestition}) = 626,19 \text{ T€}.$$

Auch hier gilt, dass diese Variante grundsätzlich vorteilhaft gegenüber einer Investition der finanziellen Mittel am Kapitalmarkt ist.

Werden jetzt die Kapitalwerte der ersten und zweiten Variante gegenübergestellt, so zeigt sich, dass ein Unterschiedsbetrag von

$$\begin{aligned} K_0(\text{ohne Zusatzinvestition}) - K_0(\text{Zusatzinvestition}) &= 837,63 \text{ T€} - 626,19 \text{ T€} \\ &= 211,44 \text{ T€} \end{aligned}$$

zwischen beiden Varianten resultiert.

Diese Differenz sagt aus, dass es in diesem Falle vorteilhaft wäre, auf die Zusatzinvestition zu verzichten und die Auswahlentscheidung zugunsten der Variante ohne Zusatzinvestition zu treffen.

Bis hierhin wird jedoch die Möglichkeit flexibel auf veränderte Bedingungen zu reagieren, vernachlässigt. Wird Flexibilität jedoch ausdrücklich berücksichtigt, kann dies einen positiven Einfluss auf die Zuverlässigkeit einer Entscheidung haben. Dies wird nachfolgend deutlich.

Im Anschluss an die Bestimmung des jeweiligen Kapitalwerts ist die Berücksichtigung von Entscheidungen und Realoptionen vorzunehmen. Dieser Schritt hebt die restriktive Annahme zweier sich gegenseitig ausschließender Alternativen auf. Stattdessen werden Flexibilitätsoptionen aufgenommen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Entscheidungen zulassen. Diese ermöglichen einen flexiblen Umgang mit Entwicklungen des Marktes sowie Erfolg oder Misserfolg auf technologischer Seite.

Im Folgenden wird deutlich, dass eine ausdrückliche Berücksichtigung verschiedener Entscheidungsmöglichkeiten eine veränderte Wahrnehmung von Investitionsprojekten bewirken kann. Dies liegt insbesondere an der Berücksichtigung von Handlungsalternativen in verschiedenen Zeitpunkten. Daraus folgt eine Erhöhung der Realitätsnähe, weil abweichende Bedingungen zeitnah Berücksichtigung finden und Auswirkungen auf die Entscheidungsfindung haben.

Auch bei der Berücksichtigung realer Optionen erfolgt eine retrograde Bewertung der Gegenwartswerte der Knotenpunkte. Entscheidend ist, dass bei der Berücksichtigung von Realoptionen die in jedem Zeitpunkt optimale Entscheidung die Grundlage bildet. Dies beinhaltet, dass sich nicht mehr gegenseitig ausschließende Alternativen gegenüber stehen, sondern Optionen für flexible Entscheidungen relevant werden.

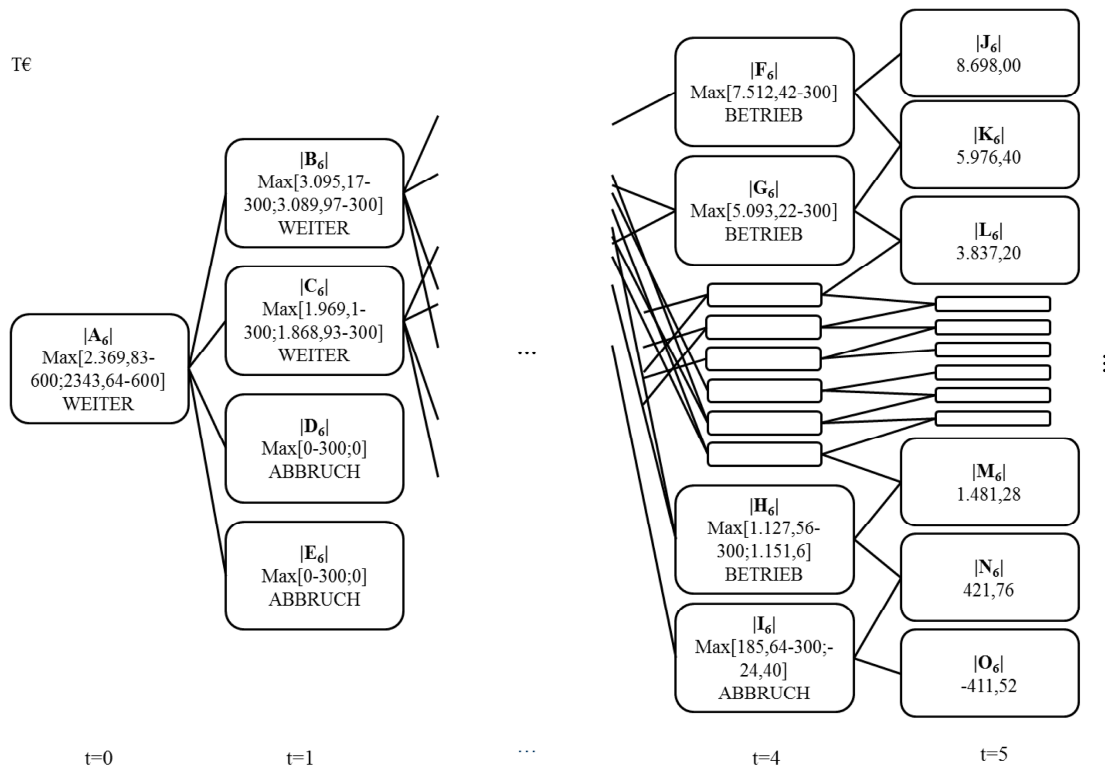


Abbildung 6: Entscheidungsbaum mit Realoptions-Berechnung und Wert der Flexibilität⁵²

Die in diesem Schritt ausdrücklich vorzunehmende Aufnahme von Entscheidungen und Flexibilitätsoptionen stellt die Grundlage der Entscheidungsfindung dar. In Abhängigkeit der erwarteten Gegenwartswerte im jeweiligen Knotenpunkt ist die optimale Entscheidung zu treffen. Wie in Abschnitt 3.2 erläutert, ist zwischen einer Weiterführung, der Aufnahme zusätzlicher Entwicklungstätigkeit und dem Abbruch des Projektes zu unterscheiden. Die Option zur Aufnahme zusätzlicher Entwicklungstätigkeit ist an die Zeitpunkte $t = 3$ und $t = 4$ gebunden (siehe Abschnitt 4.1). Abbildung 6 stellt die jeweiligen Entscheidungen grafisch dar.

Um den Einfluss von Realoptionen zu verdeutlichen, werden verschiedene Situationen mit ihren jeweiligen Knotenpunkten näher erläutert.

Bei Betrachtung der dargestellten Knoten F_6 bis I_6 in $t = 4$ fällt auf, dass sowohl der Betrieb des HLBs als auch dessen Abbruch eine Option darstellt. Knoten H_6 verdeutlicht die grundsätzliche Wirtschaftlichkeit der Varianten 1 und 2, da die jeweiligen Gegenwartswerte einen positiven Beitrag leisten. Folglich ist in Knoten H_6 zunächst eine Entscheidung zum Betrieb des HLBs zu treffen. Beim Vergleich von Variante 1 und Variante 2 wird deutlich, dass die Auswahlentscheidung zugunsten von Variante 1 (ohne Zusatzinvestition) zu treffen wäre.

⁵² In Anlehnung an Copeland/Antikarov (2003).

Eine Entscheidung zum Abbruch des HLB-Projektes ist hingegen die Folge, wenn die Situation des Knotens I_6 eintritt. In diesem Falle bedeuten die Gegenwartswerte beider Alternativen eine Unwirtschaftlichkeit des HLBs.

Anders stellt sich die Situation in Knoten F_6 dar. Hier ist „nur“ die Wirtschaftlichkeit der zweiten Variante (mit Zusatzinvestition) zu bewerten, da dieser Knoten in Abhängigkeit der vorherigen Entscheidungen zugunsten einer Zusatzinvestition steht. Der Wert des Knotens F_6 liegt bei 7.212,42 T€, was ebenfalls eine Entscheidung zum Betrieb des HLBs zur Folge hat.⁵³

Weiter werden die Knotenpunkte B_6 bis E_6 in $t = 1$ diskutiert. Die den Knotenpunkten D_6 und E_6 zugrundeliegenden Umweltsituationen führen in beiden Knotenpunkten zu einer Abbruchsentscheidung. Knoten B_6 und C_6 führen hingegen zur Entscheidung einer Weiterführung des Projektes und ebnen den Übergang zum Eintritt in die Implementierungsphase.⁵⁴

Der eigentliche Wert der Flexibilität unter Berücksichtigung unterschiedlicher Handlungsalternativen zeigt sich in $t = 0$. Der maximale Kapitalwert in Knoten A_6 liegt bei

$$A_6 = 2.369,83 \text{ T€} - 600 \text{ T€} = 1.769,83 \text{ T€}.$$

Dieser führt zur Entscheidung der Weiterführung des Projektes.

Wichtigste Erkenntnis der Kapitalwerte in A_6 ist jedoch die Feststellung des Wertes der Flexibilität. Die Entscheidung zugunsten einer zusätzlichen Investition in weitere Entwicklungstätigkeit, führt im dargestellten Fallbeispiel zum Wert der Flexibilität V_{Flex} in Höhe von

$$V_{\text{Flex}} = K_0(\text{Zusatzinvestition}) - K_0(\text{ohne Zusatzinvestition})$$

$$V_{\text{Flex}} = (2.369,83 \text{ T€} - 600 \text{ T€}) - (2.343,64 \text{ T€} - 600 \text{ T€})$$

$$V_{\text{Flex}} = 26,19 \text{ T€}.$$

Dieses Ergebnis hat weitreichende Konsequenzen für die Auswahlentscheidung zur Folge. Anders als es bei der separaten Kapitalwert-Bestimmung auf Basis der

⁵³ Analog hierzu erfolgt die Wertbestimmung der Knoten in den Perioden $t = 3$ und $t = 2$, was an dieser Stelle nicht dargestellt wird.

⁵⁴ Siehe hierzu auch Abbildung 2.

sich gegenseitig ausschließenden Alternativen der Fall war, ist nun eine abweichende Entscheidung zu treffen.

Nach Abschluss der Realloptionsbewertung unter Berücksichtigung von flexiblen Entscheidungen ergibt sich somit eine Auswahlentscheidung zugunsten der zweiten Variante (zusätzliche Entwicklungstätigkeit zwecks Kapazitätserhöhung). Die Erkenntnisse zeigen, dass es in diesem Fallbeispiel von Vorteil ist, die flexiblere Variante zu wählen. Dies steht im Gegensatz zur Entscheidung, wenn Realoptionen nicht berücksichtigt werden. Die Hinzunahme von Realoptionen und ausdrücklichen Entscheidungsmöglichkeiten zu verschiedenen Zeitpunkten verdeutlicht den eigentlichen Wert der Flexibilität und kann, wie in diesem Fall, zu einer abweichenden Entscheidung führen.

4.2 Implikationen

Dieses Resultat deckt die Notwendigkeit einer Flexibilitätsberücksichtigung auf und beeinflusst das Entscheidungsverhalten des Managements. Die Möglichkeit, in verschiedenen Zeitpunkten flexibel auf Marktentwicklungen einzugehen sowie entsprechende Entscheidungen treffen zu können, zeigt die Bedeutung einer dynamischen Berücksichtigung von Flexibilitätsoptionen.

Eine separate Berücksichtigung verschiedener Unsicherheitsformen zeigt die jeweiligen Ausprägungen dieser. Die Unsicherheit über die Entwicklung des Preises wird vor allem von externen Faktoren beeinflusst, auf die wenig Einfluss genommen werden kann. Eine Verringerung dieser Unsicherheitsform auf Initiative der beteiligten Partnerunternehmen vermittelt nur wenig Aussicht auf Erfolg. Demgegenüber kann es sinnstiftend sein, wenn eine Konzentration auf eine Unsicherheitsform erfolgt, welche auf Initiative der beteiligten Partnerunternehmen zu beeinflussen ist. Da technologische Unsicherheit teilweise aus eigener Kraft zu beeinflussen ist, ist hierin ein Anhaltspunkt für eine Verringerung dieser Unsicherheit ersichtlich. Dies kann sich positiv auf die Planung und Steuerung von HLB-Projekten auswirken.

Auch wenn die Individualität einer Problemlösung als hoch einzuschätzen ist, können wiederkehrende Muster und bekannte Strukturen eine Verringerung technologischer Unsicherheit zur Folge haben. Investitionen in Forschung und Entwicklung können dies bewirken, indem der Aufbau von Know-How über relevante Prozessabläufe vorangetrieben wird. Kann ein solches Vorhaben erfolgreich umgesetzt werden, ist die Wirkung nicht auf einzelne HLB-Projekte beschränkt. Wird es möglich, eine breite Basis an HLB-Bestandteilen zu entwickeln, welche nur geringfügig von technologischer Unsicherheit beeinflusst werden, kann sich

dies auf die Aussagekraft des (im Ergebnis zu ermittelnden) Flexibilitätswertes auswirken, weil eine Unsicherheitsform an Stärke und Auswirkung verliert. Daraus folgt, dass eine von innen herbeigeführte Verringerung technologischer Unsicherheit aufgrund einer Verbesserung der Know-How-Position die Gesamtunsicherheit verringern kann. Ist eine dauerhafte Verbesserung der Know-How-Position zu erreichen, ist lediglich die Preisunsicherheit weiterhin ein starker Unsicherheitsfaktor.

Die Aussagekraft der Bewertung eines HLB-Projektes wird beeinflusst vom jeweiligen Ausmaß der Unsicherheitsformen. Kann die Stellschraube an der intern beeinflussbaren Unsicherheitsform angezogen werden, kann sich dies positiv auf die Gesamtheit wirkender Unsicherheit auswirken und somit einen Beitrag zu einer verbesserten Plan- und Steuerbarkeit von HLB-Projekten führen.

Grundsätzlich muss festgehalten werden, dass Flexibilität dem HLB-Kunden als Option angeboten wird. Der HLB-Kunde wird sich trivialerweise nur zugunsten der Variante mit zusätzlicher Investitionsmöglichkeit entscheiden, wenn der Kapitalwert des Projektes mit Flexibilität höher als der Kapitalwert des Projektes ohne zusätzliche Flexibilität ist. Ist hingegen der Kapitalwert der Variante mit zusätzlich erforschter Kapazität aus Anbietersicht zu gering, kann es nur zu einem Geschäftsabschluss kommen, wenn der HLB-Kunde bereit ist, eine Zusatzzahlung zu leisten. Der HLB-Kunde muss demnach den Wert der Flexibilitätsoption zusätzlich zahlen, damit es zum Angebot dieser Option kommt. Der HLB-Anbieter (als Verkäufer) wird die gewünschte Option nur anbieten, wenn dies zu Erlösen führt. Hierzu kommt es, wenn der HLB-Kunde auch nach Zahlung für die Nutzung der Flexibilitätsoption besser gestellt ist, als ohne diese.

Ziel muss es sein, eine Win-Win-Situation zu erreichen. Diese ist gegeben, wenn es auf der einen Seite für den HLB-Anbieter vorteilhaft ist, Flexibilität anzubieten. Auf der anderen Seite muss es für den HLB-Kunden vorteilhaft sein, die zusätzliche Flexibilität in Anspruch zu nehmen.

5. Zusammenfassung und Ausblick auf zukünftige Forschung

Die Berücksichtigung mehrerer Unsicherheitsformen zu verschiedenen Entscheidungszeitpunkten ist ein Schritt zur Erhöhung der Realitätsnähe bei der Flexibilitätsbewertung hybrider Leistungsbündel.

Die in diesem Beitrag dargestellten Unsicherheitsformen wurden mit Hilfe von quadranomialen Ereignisbäumen abgebildet, die für jeden möglichen Umweltzustand eine eigene Kante aufweisen und detailliert aufzeigen, welche Konsequenzen von welcher Unsicherheitsform ausgehen.

Zudem hat die Diskussion des Fallbeispiels (Abschnitt 4.1) verdeutlicht, dass unterschiedliche Entscheidungen in Abhängigkeit des gewählten Vorgehens möglich sind und verschiedene Unsicherheitsformen Berücksichtigung gefunden haben.

Schlussfolgernd kann festgehalten werden, dass die ausdrückliche Berücksichtigung und Bewertung von Flexibilität – auch für hybride Leistungsbündel – einen wichtigen Baustein im Rahmen einer zielgerichteten Planung und Steuerung eines HLBs darstellt.

Diese Implikationen können im Rahmen weiterer Forschungstätigkeit methodisch untersucht und validiert werden. Insbesondere eine erweiterte Berücksichtigung zusätzlicher Unsicherheitsformen erscheint sinnvoll, um die Aussagekraft und Realitätsnähe weiter zu erhöhen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Balzer, J.:** Bedeutung und Erzielung von Flexibilität hybrider Leistungsbündel, Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 2011
- Carlsson, C.; Fullér, R.; Heikkilä, M.; Majlender, P.:** A fuzzy approach to R&D project portfolio selection, in: International Journal of Approximate Reasoning 44, 2007, S. 93-105
- Cohen, M.O.; Agrawal, N.; Agrawal, V.:** Winning in the Aftermarket, in: Harvard Business Review 84, 2006, Heft 5, S. 129-138
- Copeland, T.; Antikarov, V.:** Real Options: A Practitioner's Guide, Penguin, 2. Auflage, 2003
- Copeland, T.; Weston, F.; Shastri, K.:** Finanzierungstheorie und Unternehmenspolitik, Pearson Studium, München, 4. Auflage, 2008
- Deloitte Research:** The Service Revolution in Global Manufacturing Industries, in: A Deloitte Research Global Manufacturing Study, 2006
- Engelhardt, W.H.; Kleinaltenkamp, M.; Reckenfelderbäumer, M.:** Leistungsbündel als Absatzobjekte, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 45, 1993, S. 394-426
- Erkoyuncu, J.A.; Roy, R.; Shehab, E.; Cheruvu, K.:** Understanding service uncertainties in industrial product-service system cost estimation, in: International Journal of Advanced Manufacturing Technology 52, 2011, S. 1223– 1238
- Gebauer, H.:** Identifying service strategies in product manufacturing companies by exploring environment-strategy configurations, in: Industrial Marketing Management 37, 2008, Heft 3, S. 278-291
- Glueck, J.J.; Koudal, P.; Vaessen, W.:** The Service Revolution – Manufacturing's Missing Crown Jewel, in: Deloitte Review, 2007, Heft 1
- Hull, J. C.:** Optionen, Futures und andere Derivate, Pearson Verlag, München, 8. Aufl., 2012
- Karger, M.; Richter, A.; Sadek, T.; Strotmann, W.C.:** Flexibility of Industrial Product Service Systems – An assessment based on concept modelling, in: Arbeitsberichte des Lehrstuhls für Produktionswirtschaft, Ruhr-Universität Bochum, Deutschland, 2010, Nr. 8

- Keine gen. Schulte, J.; Eckelsbach, H.; Steven, M.; Alevifard, S.:** Hybride Leistungsbündel – Auf steinigem Weg in die Praxis, in: wt Werkstattstechnik Online 102, 2012, Heft 7/8, S. 485-492
- Keine gen. Schulte, J.; Steven, M.:** Risk Management of Industrial Product-Service Systems (IPS²) – How to consider Risk and Uncertainty over the IPS²-Lifecycle?, in: Dornfeld, D.A., Linke, B. (Hrsg.), Leveraging Technology for a Sustainable World: Proceedings of the 19th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, University of California at Berkeley, Berkeley, USA, May 23 - 25, 2012, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2012, S. 37-42
- Keine genannt Schulte, J.; Waltemode, S.; Steven, M.; Aurich, J.C.:** Lifecycle Oriented Flexibility Assessment of Customized Solutions in Capital Goods Industry: A State of the Art, in: Meier, H. (Hrsg.), Product-Service Integration for Sustainable Solutions: Proceedings of the 5th CIRP International Conference on Industrial Product-Service Systems, Bochum, Germany, March 14th - 15th, 2013, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2013, S. 609-620
- Kumar, S.; Turner, L.:** Real World real options: a powerful decision technology tool for managing risk and flexibility in capital investment projects, in: International Journal of Electronic Finance 11, 2006, Heft 1, S. 68-93
- Mbuthia, G.:** Potential applications of real option analysis in the construction industry in developing countries, 2004, www.researchgate.net/publication/228717112_Potential_applications_of_real_option_analysis_in_the_construction_industry_in_developing_countries/file/9fcfd50631c21712d1.pdf
- Meier, H.; Steven, M.; Boßlau, M.; Alevifard, S.:** Modeling of Flexibility within Dynamic IPS² Business Models, in: Meier, H. (Hrsg.), Product-Service Integration for Sustainable Solutions: Proceedings of the 5th CIRP International Conference on Industrial Product-Service Systems, Bochum, Germany, March 14th - 15th, 2013, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2013, S. 573-584
- Meier, H.; Steven, M.; Funke, B.; Boßlau, M.; Keine gen. Schulte, J.:** Complexity and Flexibility of IPS² across various Planning Levels, in: Hesselbach, J., Herrmann, Ch. (Hrsg.), Functional Thinking for Value Creation: Proceedings of the 3rd CIRP International Conference on Industrial Product Service Systems, Technische Universität

Braunschweig, May 5th-6th, 2011, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2011, S. 315-319

Meier, H.; Uhlmann, E.; Kortmann, D.: Hybride Leistungsbündel – Nutzenorientiertes Produktverständnis durch interferierende Sach- und Dienstleistungsanteile, in: wt Werkstattstechnik online 95, 2005, Heft 7/8, S. 528-532

Meise, F.: Realoptionen als Investitionskalkül, Oldenbourg Verlag, München-Wien, 1998

Miller, K.D.; Waller, H.G.: Scenarios, Real Options, and Integrated Risk Management, in: Long Range Planning 36, 2003, Heft 1, S. 93-107

Müller, W.: Risiko und Ungewißheit, in: Wittmann, W., Kern, W., Köhler, R., Küpper, H.-U., Wysocki, K. v. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Teilband 3, Schäffer-Poeschel-Verlag, Stuttgart, 5. Aufl., 1993, S. 3813-3824

Rese, M.; Karger, M.; Strotmann, W.-C.: The dynamics of Industrial Product Service Systems (IPS2) – using the Net Present Value Approach and Real Options Approach to improve life cycle management, in: CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 1, 2009, S. 279–286

Richter, A.; Sadek, T.; Steven, M.: Flexibility in industrial product-service systems and use-oriented business models, in: CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 3, 2010, S. 128–134

Sadek, T.; Welp, E.G.: A Model Based Approach for Conceptual Development of Industrial Product-Service Systems, in: Norell Bergendahl, M., Grimheden, M., Leifer, L., Skogstad, P., Lindemann, U. (Hrsg.): Product and Systems Design: Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design (ICED 09), 24-27 August 2009, Stanford University, Stanford, California, USA, Vol. 4, 2009, S. 155-166

Steven, M.; Alevifard, S.; Keine genannt Schulte, J.: Economic Relevance of IPS² Flexibility, in: Hesselbach, J., Herrmann, C. (Hrsg.), Functional Thinking for Value Creation, Proceedings of the 3rd CIRP International Conference on Industrial Product Service Systems, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, Germany, May 5th-6th, 2011, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2011, S. 261-265

- Steven, M.; Keine gen. Schulte, J.; Alevifard, S.:** Strategisches Controlling von hybriden Leistungsbündeln, in: Meier, H., Uhlmann, E. (Hrsg.), Integrierte Industrielle Sach- und Dienstleistungen, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2012, S. 285-307
- Steven, M.; Soth, T.:** Development accompanying calculation – How to calculate IPS2 costs during the early development phase?, in: Sakao, T., Larsson, T., Lindahl, M. (Hrsg.), Industrial Product-service Systems: Proceeding of the 2nd CIRP IPS2 Conference, April 14th-15th, 2010, Linköping University Press, Linköping, 2010, S. 181-188
- Steven, M.; Welp, E.G.; Richter, A.; Sadek, T.:** Verfügbarkeitsorientierte Geschäftsmodelle und Flexibilität industrieller Produkt-Service Systeme, in: wt Werkstattstechnik online 98, 2008, Heft 7/8, S. 587-592
- Suttinon, P.; Nasu, S.:** Real Options for Increasing Value in Industrial Water Infrastructure, in: Water Resources Management 24, 2010, Heft 12, S. 2881-2892
- Uhlmann, E.; Bochnig, H.:** Assistenzsystem zur Ausgestaltung hybrider Leistungsbündel, in: Meier, H., Uhlmann, E. (Hrsg.), Integrierte Industrielle Sach- und Dienstleistungen, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2012, S. 89-111