



Foto: Constantia Teich GmbH

Werner E. Schröder, Leo Springer

## Lebenszykluskosten von Produktionsanlagen

### Modell zur Auswahl von Investitionsalternativen von Maschinen und Anlagen am Beispiel der Constantia Teich GmbH

Die Constantia Teich, mit Sitz in Weinburg, 60 km westlich von Wien, ist ein Unternehmen der global agierenden Unternehmensgruppe Constantia Flexibles. Die Firma beschäftigt rund 800 Mitarbeiter und ist ein führender Anbieter flexibler Verpackungsmaterialien für die Milchwirtschaft, Süßwaren-, Lebensmittel- und Tiernahrungsindustrie, sowie internationale Pharmakonzerne. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Formulierung eines umfassenden Lebenszykluskostenmodells für Betriebsmittel (Maschinen und Anlagen) und dessen praktische Anwendung am Beispiel der Constantia Teich. Ziel ist es, dadurch die wesentlichen Kostentreiber von alternativ angebotenen Maschinen bzw. Anlagen in der Investitions-, Betriebs- und Desinvestitionsphase zu identifizieren, um so eine kosten- und leistungswirksame Optimierung von Anlagenneueinvestitionen zu ermöglichen. Das hier gezeigte Modell soll vorrangig für die Berechnung der Lebenszykluskosten von neuen Druck-, Extrusions-, Kaschier- und Lackieranlagen sowie von Walzgerüsten eingesetzt werden.

#### Einleitung

Die zunehmende Komplexität von Betriebsmitteln bewirkt einen ausgedehnten Entscheidungsbereich hinsichtlich Neu-, Ersatz-, Rationalisierungs- und Erweiterungsinvestitionen von Maschinen und Anlagen. Die Investitionsrechnung soll helfen, Unternehmensentscheidungen, die eine langfristige Kapitalbindung hervorrufen, in Hinblick auf finanzwirtschaftliche Ziele zu prüfen und zukunftsbezogen zu begründen. Das Rechnungsergebnis geht in den Planungs- und Entscheidungsprozess ein und wird dort mit Wertungen, insbesondere in Bezug auf

strategische Absichten, verknüpft. Die praktische Erfahrung zeigt, dass unternehmerische Investitionsentscheidungen zugunsten eines alternativen Maschinen- oder Anlagenangebotes häufig auf Basis des Anschaffungspreises getroffen werden. Die reine Betrachtung dieser Einmalkosten birgt jedoch Gefahren und führt mitunter zu einer suboptimalen Beschaffungsentscheidung. Eine objektivere und vor allem transparentere Entscheidung kann nur unter Berücksichtigung und Gegenüberstellung aller im Lebenszyklus von Investitionsgütern (Anlagen und Maschinen) auftretenden Kosten erfolgen. Neben den Verfahren der klas-

sischen Investitionsrechnung (statische und dynamische Verfahren) finden sich in Literatur und Praxis hersteller- als auch betreiberseitig Lebenszykluskostenmodelle (Life-Cycle-Costing bzw. LCC Modelle) bzw. Leitfäden für eine entsprechende LCC-Betrachtung.

#### Grundidee der Lebenszykluskostenrechnung

Die Lebenszykluskostenrechnung erweitert in diesem Zusammenhang die klassische Kostenrechnung um eine periodenübergreifende Sichtweise und versucht die gesamten Lebenszykluskosten eines Betriebsmittels, begin-

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Bereitstellung wichtiger Informationen für Planungszwecke (einschließlich strategischer Einkaufsentscheidungen)</li> <li>+ Berücksichtigung der Vorlauf- und Folgekosten sowie deren Abhängigkeiten zu den Kosten in der Betriebs- und Desinvestitionsphase</li> <li>+ Identifikation tatsächlicher Kostentreiber und somit Vermeidung suboptimaler Einkaufsentscheidungen von Maschinen und Anlagen</li> <li>+ Zusätzliches Controlling-Instrument (durch den Vergleich von Plan- und Ist-Daten)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufwendige Datenermittlung (Datenverfügbarkeit und -genauigkeit)</li> <li>- Viele Schnittstellen und Medienbrüche über den Anlagenlebenszyklus (vor allem zwischen Anlagenhersteller und -betreiber)</li> <li>- Schwierige Quantifizierbarkeit der Kosten vor allem in der Investitions- und Desinvestitionsphase des Lebenszyklus</li> <li>- Offenlegung sensibler Daten (vor allem in Bezug auf Interessenskonflikte zw. Anlagenhersteller und -betreiber)</li> </ul>

TABELLE 1: VOR- UND NACHTEILE DER LEBENSZYKLUSKOSTENRECHNUNG

nend ab der Projektierung, über die Nutzung bis zur Stillsetzung des Betrachtungsgegenstandes zu ermitteln. Lebenszyklusmodelle abstrahieren dabei einen Ausschnitt der für die Investitionsentscheidung relevanten Umwelt aus Sicht des Betrachters. Sie strukturieren den Bilanzrahmen in zeitlicher und sachlogischer Art und ermöglichen eine Zuordnung der Systemelemente Kosten, Zeit und Leistung für das zu bestimmende Bewertungsobjekt. Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Vor- und Nachteile der Lebenszykluskostenberechnung.

über vier Detaillierungsebenen, wobei sich die beiden ersten Ebenen (E1 und E2) vor allem an den Phasen und Aktivitätsfeldern der Anlagenwirtschaft orientieren. Insgesamt gewährleistet der modulare Aufbau eine individuelle Festlegung von unterschiedlich tief detaillierten Berechnungsebenen. Zusätzlich sind auch monetär nicht direkt quantifizierbare Faktoren im Strukturmodell berücksichtigt, welche für Investitionsentscheidungen mit in Betracht gezogen werden sollten. Abbildung 2 zeigt das Strukturmodell bis Ebene E2.

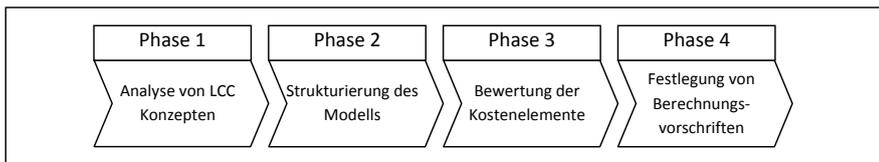


ABB. 1: PRINZIPIELLE SCHRITTE DER VORGEHENSMETHODIK

### Strukturierung des Kostenmodells

Für die Herleitung des unternehmensspezifischen Gesamtmodells (nach Abb. 1) wurden zu Beginn branchenspezifische LCC Berechnungsmodelle für Maschinen und Anlagen der deutschen Industrieverbände (VDMA 34160 und VDI 2884), sowie Anwendungsleitfäden für die Erstellung unternehmensspezifischer LCC Modelle für die Berechnung der Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen (nach Riezler sowie dem Deutschen Institut für Normung: DIN EN 60300-3-3) analysiert. Kritik an diesen bestehenden Ansätzen richtet sich vor allem an die unterschiedliche Kostenkategorisierung, die ungleiche und teilweise fehlende Abbildungstiefe als auch an die Nichtberücksichtigung nicht direkt monetär quantifizierbarer Faktoren.

Aus diesen Erkenntnissen und unternehmensinternen Anforderungen wurde ein Kostenmodell konzipiert. Die Strukturierung des unternehmensspezifischen Kostenmodells erfolgt

Anschließend erfolgte die Evaluierung der einzelnen Elemente nach deren Relevanz. An diesem Bewertungs-

eine kurze allgemeine Erklärung zu den Berechnungsvorschriften:

- Das Modell wird entsprechend dem modularen Aufbau in vier unterschiedlich tief detaillierte Berechnungsebenen gegliedert, deren Kostenelemente schrittweise aufsummiert werden können. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die gesamten Lebenszykluskosten in unterschiedlichen Detaillierungsebenen zu ermitteln.
- Für die Elemente der vierten Ebene sind fallweise spezifische Projektdaten des Herstellers für die Aufstellung von Einflussgrößenfunktionen (Berechnungsformeln) erforderlich, um die jeweiligen Ursachen-Wirkungsbeziehungen abbilden zu können. Falls in diesem Zusammenhang keine zweckmäßigen Einflussgrößenfunktionen gebildet werden können, bzw. sich eine detaillierte Berechnung als zu aufwendig erweist, ist auch eine Abschätzung dieser Kosten möglich.
- Um die relevanten monetär nicht direkt quantifizierbaren Faktoren zu berücksichtigen, fließen diese mit Gewichtungsfaktoren in die Berechnung mit ein.

Resümierend kann festgehalten werden, dass insbesondere die Kosten für immaterielle Leistungen (das sind

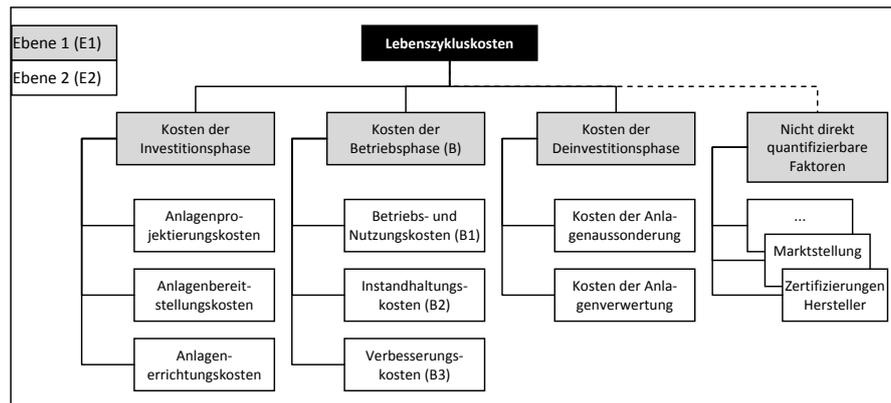


ABB. 2: GROBSTRUKTUR DES LEBENSZYKLUSKOSTENSTRUKTURMODELLS

prozess beteiligten sich die technische Projektierung, der technischer Einkauf, das technische Anlagen-, Sicherheits- und Ideenmanagement sowie die Endfertigung. Als letzter Schritt ist die Berechnungsmethodik festgelegt worden (Abbildung 3 zeigt die beispielhafte Berechnung des Kostenelements Druckluft). Folgende Punkte liefern

v.a. Kosten für administrative und distributive Tätigkeiten) in der Investitions- und Betriebsphase durch die verantwortliche Personengruppe der Constantia Teich als weniger relevant für Investitionsentscheidungen eingestuft wurden. Ebenfalls weniger wichtig ist die Relevanz der Kostenelemente „Logistik“ in der Investitionsphase

Ebene	Definition der Lebenszykluskosten	Beschreibung und Berechnungsformel
B (E1)	Kosten der Betriebsphase	Gesamtkosten der Betriebsphase
B1 (E2)	Betriebs- und Nutzungskosten	Kosten für den Betrieb und die Nutzung der Anlage
B1.1 (E3)	Flächen- und Raumkosten	Kosten für die benötigte Fläche bzw. den Raum
B1.1.1 (E4)	Flächenkosten	Kosten für die benötigte Fläche = $\sum ((FB1.1.1.n * FK1.1.1.n) + \text{Pauschale pro Jahr und Fläche}) * P1$
B1.1.2	Raumkosten	Kosten für den benötigten Raum = $\sum ((RB1.1.2.n * RK1.1.2.n) + \text{Pauschale pro Jahr und Raum}) * P1$
B1.2	Material- und Rohstoffkosten	Kosten für Rohstoffe, Halbfabrikate, Werkstoffe, etc.
B1.2.1	Kosten für den Material- und Rohstoffverbrauch	Material- und Rohstoffkosten für die Herstellung der Produkte = $\sum ((K1.n * (MP1.2.1.n * MV1.2.1.n)) + (\text{Pauschale pro Jahr und Materialart} * P1))$
B1.3	Energiekosten	Kosten für den Energiebedarf der Anlage und der Anlagenkomponenten: $B1.3.n = (K2 * (EP1.3.n * EV1.3.n))$ oder alternativ (Pauschale pro Jahr und Energiekostenelement * P1)
B1.3.1	Druckluftkosten	Druckluftkosten für den Betrieb der Anlage
B1.3.2	Wasserkosten	Wasserkosten für den Betrieb der Anlage
...	...	...
B1.3.6	Kosten für Öl	Ölkosten für den Betrieb der Anlage
B1.4	Kosten für Hilfs- und Betriebsstoffe	Kosten für die Betriebsstoffe der Anlage: $B1.4.n = (K2 * (HP1.4.n * HV1.4.n))$ oder alternativ (Pauschale pro Jahr und Hilfs- und Betriebsstoffkostenelement * P1)
...	...	...

FB...benötigte Flächen [m<sup>2</sup>]  
 FK...kalkulierte Flächen- bzw. Raumkostensätze [€/m<sup>2</sup>] bzw. [€/m<sup>3</sup>]  
 K1...notwendige Gesamtproduktionsmenge pro Produkttyp, z.B. Gesamtproduktionsmenge Schmelzkäsefolie [in 1000 m<sup>2</sup>] =  $((1/M1 * P2) * P1)$   
 MP...durchschnittliche Materialpreise pro Materialart und Einheit [€/Einheit]  
 M1...Qualitätsgrad  
 K2...Notwendige Gesamtarbeitsstunden [in Stunden] =  $K1/M2$   
 EV...durchschnittliche Energieverbräuchen pro Produktionsstunde und Kostenelement [Einheiten]  
 RB...benötigte Räume [m<sup>3</sup>]  
 P1...Betrachtungszeitraum [Jahre]  
 MV...durchschnittliche Materialverbräuchen pro 1000 m<sup>2</sup> Produktionsmengentyp  
 P2...geplante durchschnittlichen Gesamtproduktionsmenge pro Jahr  
 M2...Gesamtanzahl von produzierten Einheiten pro Stunde  
 EP...durchschnittliche Energiepreise pro Einheit und Kostenelement [€/Einheit]  
 HP und HV analog zu EP und EV

TABELLE 2: AUSZUG AUS DEM GESAMTSTRUKTURMODELL EBENEN E1-E4

bzw. der Kostenelemente „Lager“ in der Betriebsphase als Entscheidungsparameter für die Anlagenauswahl. Die Kosten der Desinvestitionsphase sind gesamtheitlich als überdurchschnittlich bedeutend bewertet worden. Auch nicht direkt monetär quantifizierbare Faktoren finden Eingang in die Bewertung der Lebenszykluskosten.

**Zusammenfassung**

Für die Berechnung der Lebenszykluskosten von Maschinen oder Anlagen stehen der industriellen Praxis bereits vordefinierte Berechnungsmodelle und Anwendungsleitfäden zur Verfügung, die jedoch unterschiedliche Kostenkategorien definieren, sowie wesentliche Kostentreiber und monetär nicht unmittelbar quantifizierbare Faktoren nur teilweise berücksichtigen.

Aus diesen Erkenntnissen wurde ein für das Unternehmen Constantia Teich spezifisches Lebenszykluskostenstrukturmodell abgeleitet und erweitert. Die durchgeführte Identifikation und Bewertung der unternehmensspezifisch relevanten Kostenelemente sowie die Festlegung der Berechnungsmethodik und der detaillierten Berechnungsvorschriften für die Kostenelemente und

nicht direkt quantifizierbaren Faktoren zeigen, dass diese individuelle Anpassung zwar einen hohen Aufwand verursacht, der daraus resultierende Nutzen jedoch maßgeblich zur Verbesserung und Optimierung von Investitions-

KB	LCC Kosten	Beschreibung und Beispiele	Formel	Teich GmbH	Anbieter
B1.3.1	Druckluftkosten	Druckluftkosten für den Betrieb der Anlage.	$B1.3.1 = (K2 * (EP1.3.1 * EV1.3.1))$ oder alternativ (Pauschale pro Jahr * P1)	4.745,58 €	
Einheit	Energiepreis pro Einheit EP1.3.1 [€/Einheit]	Energieverbrauch pro Stunde EV1.3.1 [Einheiten]	Pauschale pro Jahr [€]	Gesamtsumme [€]	Berechnungsgrundlagen
m <sup>3</sup>	0,0014 €	300		4.745,58 €	Betrachtungszeitraum (P1) [Jahre] 10 Notwendigen Gesamtarbeitsstunden (K2) [h] 11298

ABB. 3: BEISPIELHAFT BEBERECHNUNG DES KOSTENELEMENTS „DRUCKLUFTKOSTEN“

entscheidungen bei Maschinen- oder Anlagen im Unternehmen Constantia Teich beiträgt.

Generell zeigt die industrielle Praxis, dass vor allem bei Anlagenherstellern das Thema Lebenszykluskosten noch nicht in der gewünschten Intensität angekommen ist, vor allem was die verfügbare Datenbasis betrifft. Daten für Lebenszyklusprognosen bereitzustellen kann jedoch auch für Anlagenhersteller ein möglicher Wettbewerbsfaktor sein, sodass dadurch auch Win-Win Situationen zwischen Betreiber und Hersteller generiert werden können. Führen betreiberseitig

detaillierte Informationen bezüglich der auftretenden Kosten in der Investitions-, Betriebs- und Desinvestitionsphase von Betriebsmitteln zu aussagekräftigen Prognosen und ermöglichen den Betreibern Rückschlüsse auf einen wertorientierten Einsatz des zur Verfügung stehenden Investitionskapitals zu ziehen, so können auch herstellerseitig Wettbewerbsvorteile (Differenzierungsmerkmal) durch die zur Verfügung Stellung von Lebenszyklusdaten generiert werden.

**Literatur und Quellenangaben:**

Koch, H. (2013): Erstellung eines unternehmensspezifischen LCC Modells als Entscheidungshilfe für Investitionsalternativen von Maschinen und Anlagen. Masterarbeit, Montanuniversität Leoben.

*Autoren:*

Dipl.-Ing. Dr.mont. Werner Schröder Assistenzprofessor am Lehrstuhl Wirtschaftswissenschaften und Betriebswissenschaften, Montanuniversität Leoben.

Werner Schröder studierte Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau an der FH Wien sowie der TU-Wien mit der Vertiefung Managementwis-

senschaften. Er promovierte 2009 im Bereich Instandhaltungsmanagement und ist seit 2011 Assistenzprofessor mit den Arbeitsfeldern Anlagenmanagement sowie Industrielles Risikomanagement. Werner Schröder ist außerdem seit 2006 Geschäftsführer der Österreichischen technisch-wissenschaftlichen Vereinigung für Instandhaltung und Anlagenwirtschaft (ÖVIA).

Ing. Leo Springer Bereichsleiter Anlagen-, Sicherheits- u. Ideenmanagement, Constantia Teich GmbH. Leo Springer ist seit 1981 bei der Constantia Teich GmbH tätig und star-



**Dipl.-Ing. Dr. mont.**

**Werner Schröder**

Assistenzprofessor am  
Lehrstuhl Wirtschafts-  
und Betriebswissen-  
schaften, Montanuni-  
versität Leoben



**Ing.**

**Leo Springer**

Bereichsleiter Anlagen-,  
Sicherheits- u. Ideen-  
management,  
Constantia Teich GmbH

tete dort seine berufliche Laufbahn im Technischen Büro. 1992 übernahm er die Verantwortung für den Bereich der Instandhaltung sowie für das Sicher-

heitsmanagement (inkl. Brandschutz, Arbeitssicherheit und Werksschutz). 1995 kamen die Aufgabengebiete der Energieversorgung sowie der Werks-

planung hinzu. Seit 1999 verantwortet Leo Springer zusätzlich noch das Ideenmanagement. Er ist verheiratet und hat zwei Kinder.

## Call for Papers

### Themenschwerpunkt: Smart Buildings

in WINGbusiness 04/2013

#### Beschreibung

Für die Ausgabe 04/2013 laden wir Autoren ein, wissenschaftliche Artikel (WINGpaper) zum Thema "Smart Buildings" einzureichen.

Unter diesem Titel wird versucht, das immer breiter werdende Spektrum hochtechnischer Gebäude sowohl in bautechnischer Hinsicht, als auch unter dem Aspekt technischer Gebäudeausrüstung, näher zu betrachten. Darunter fallen alle Bereiche intelligenter Werkstoffe, ebenso wie die moderner Konstruktionen, alle energetisch / bauphysikalisch optimierten Lösungen, sowie moderne

Fassadentechnologien. Dieses Spektrum wird durch all jene Aspekte erweitert, die in das Feld der sog. „Operations of Buildings“ fallen, wie die gesamte Gebäudeautomation, smart grids / smart metering und der große Bereich des Multimediaeinsatzes in der Gebäudenutzung.

Es stehen Ihnen folgende zwei Möglichkeiten zur Übermittlung eines Beitrages für das WINGbusiness 04/2013 offen:

- Die Verfassung eines Textes als Bericht aus der Praxis.
- Die Einreichung eines wissenschaftlichen Beitrages in Form eines Papers für unser WINGbusiness-Journal (mit Reviewverfahren;

Die Ergebnisse des Reviewverfahrens erhalten Sie 4-8 Wochen nach der Einreichfrist.

#### Hinweise für Autoren:

Vorlagen zur Erstellung eines WINGpapers und konkrete Layout-Richtlinien sind als Download unter: <http://www.wing-online.at/wingbusiness/medienfolder.html> oder per E-Mail verfügbar. Autoren können ihre Beiträge zum Themenschwerpunkt als pdf an [office@wing-online.at](mailto:office@wing-online.at) übermitteln.

**Annahmeschluss: 30.09.2013**