



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Austrian Energy Agency

Lebenszykluskosten:
Prognosemodell
und Überprüfung der prognostizierten
Daten anhand von Bestandsgebäuden

Susanne Geissler

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 1



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Projektbeteiligte

- Mag. Dr. Susanne Geissler (Projektleitung), DI (FH) Maïke Groß,
Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency
- Prof. (FH) Dr. Thomas Madritsch, Mag. (FH) Sebastian Keiler,
Hochschule Kufstein Tirol
- Prof. Dr. Frank Riemenschneider, Dr. Torben Bernhold,
Hochschule Münster, Institut für Logistik und FM
- DI Birgit Schuster, FGW – Forschungsgesellschaft für Wohnen,
Bauen und Planen
- Ing. Andreas Ölinger, BBRZ Gruppe
- Günter Neumann, Neumann & Partner GbR – CREIS Real Estate
Solutions
- MMag. Anton Holzapfel, Österreichischer Verband der
Immobilientreuhänder

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 2



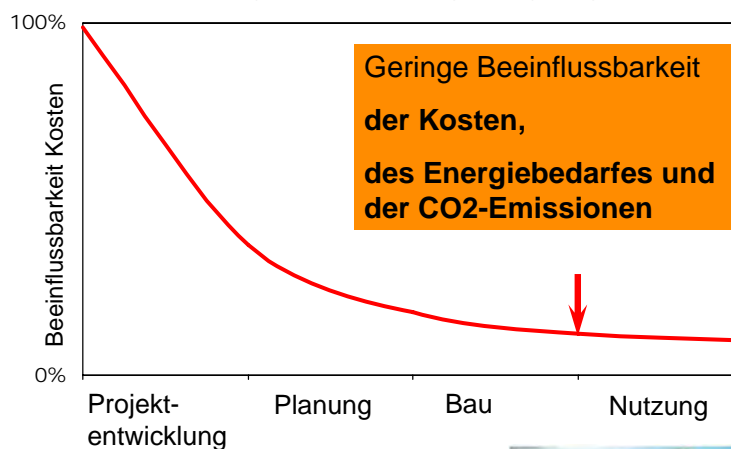
Projektziele

- Entwicklung einer **Entscheidungshilfe in der frühen Planungsphase**, um eine Aussage über künftige Betriebskosten eines Gebäudes treffen zu können
- Kern ist die Entwicklung eines **Wirkungsmodells zwischen Gebäudeeigenschaften und den zu erwartenden Investitionskosten und Betriebskosten**
- Die Gebäude werden 3 Kategorien von Gebäudeeigenschaften zugeordnet: **Qualitäten niedrig, mittel hoch**

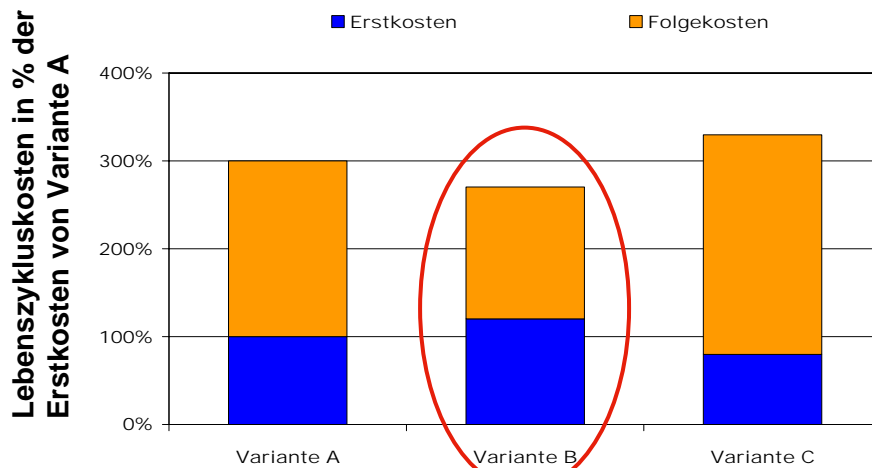


Beeinflussbarkeit der LZK

- 80% der Betriebskosten werden in der Projektentwicklung und Planung festgelegt



LZK-Analysen zur Bewertung von Planungsvarianten

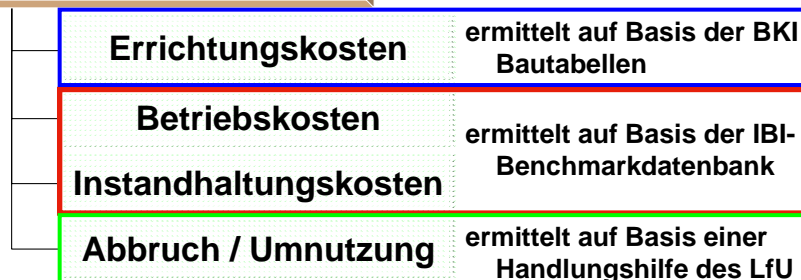


Quelle: nach Prof. Andrea Pelzeter: Lebenszykluskosten IST und SOLL Euroforum Konferenz 2008



LZK Prognosemodell - Datengrundlagen

LCC Lebenszyklus-Kosten



Quelle: ISO/DIS 15868-5



LZK Prognosemodell – Errichtungskosten ÖNORM 1801-1



- 1 Aufschließung
- **2 Bauwerk-Rohbau**
- **3 Bauwerk-Technik**
- **4 Bauwerk-Ausbau**
- 5 Einrichtung
- 6 Außenanlagen
- 7 Honorare
- 8 Nebenkosten
- 9 Reserven

Datenquellen

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 7



LZK Prognosemodell – Errichtungskosten BKI



- Kategorisierung der Gebäude in die Qualitäten **einfach, mittel und hoch** erfolgt nach bestimmten Kriterien (Informationen, BKI Band 1, S. 36/37)
- je Kostengruppe ergeben sich daraus Punkte, die in Summe die Kategorie bilden
- mit Hilfe eines Excel-Tools können dann die entsprechenden Kostenkennwerte je Kategorie aus der BKI herangezogen werden
(<http://www.baukosten.de/service/formulare/BKI-simulation-T1.xls>)

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 8



LZK Prognosemodell – Nutzungskosten ÖNORM



- Überarbeitung ÖNORM B 1801-2 „Bauprojekt- und Objektmanagement – Objektnutzung“ heißen
- Es wird ein zusätzlicher Teil „ÖNORM B 1801-3“ erarbeitet, der dann „Bauprojekt- und Objektmanagement – Objekt-Folgekosten“ lautet (Grundlage für die Kostenvorschau (Prognose))
- **Unabhängig der neuen Gliederung bleibt die Problematik der zur Verfügung stehenden Datensätze bestehen**



LZK Prognosemodell – Nutzungskosten



- Datenlieferant für die Entwicklung der Zusammenhänge zwischen Gebäudequalität und Nutzungskosten war die IBI-Benchmark-Datenbank (<http://ibi.rs-software.at/>)
- Der Fokus im Projekt lag auf:
 - **Ver- und Entsorgung (elektrische Energie, Wärme, Wasser)**
 - **Technische Dienstleistungen (Bedienung, Wartung und Instandhaltung von Anlagen)**



LZK Prognosemodell - Nutzungskosten IBI



- Basis für die Ermittlung der Zusammenhänge bildeten Regressionsanalysen innerhalb der Datenbank
- Es handelt sich dabei um Querschnittsdaten verschiedener Betriebskostenarten, welche von 24 deutschen Firmen zur Verfügung gestellt wurden
- der zugrunde liegende Datensatz entstammt dem CREIS* Datenpool und umfasst **rund 1.500 Büroobjekte**
- die Kategorisierung erfolgt ebenfalls in den Qualitäten **einfach, mittel und hoch**

* Projektpartner: Neumann & Partner, CREIS Real Estate Solutions, www.creis.net

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 11



Regressionsanalysen: Signifikanz der Einflussparameter



Kostenkategorien	Gebäudemerkmale										Erklärungsgehalt			
	Aufzüge	Qualität	Gerichte	Alter	Fläche	Klimatisiert	Garage	Verd. Bauweise	Geographie	Zeitl. Verlauf		Leersstand	Miete	
Verwaltung	+	+			-/+	-						-	+	0,3
Reinigung					-/+	+						-	+	0,06
Strom		+	+		+	+	+							0,27
Wärme		+	+/-		-/+	+						+		0,11
Versicherung		+			-							+	+	0,14
Hausmeister														0,05
Wartung		+				+		+	+	+				0,17
Öffentliche Abgaben		+				-		+						0,27
Sicherheit														0,23 u. a.
Wasser														0,06

 Signifikant	 Teilw. Signifikant	 gut
 Nicht signifikant	 Keine Angabe	 mittel
 schlecht		

Quelle: S. Keiler, Fachhochschule Kufstein Tirol

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 12



Wirkmodelle – Beispiel Heizkosten



- Basis für die Ermittlung bildet b_0 - ein Fixwert den es in jedem Nebenkostenanteil gibt
- Hinzu kommen variable Kostenanteile (b_k) in Abhängigkeit von folgenden Gebäudeeigenschaften:
 - NGF, RND, Anzahl der Stockwerke
 - Aufzug vorhanden, Freistehend, Tiefgarage und Renoviert, wobei hier gilt: ja = 1, nein = 0
- Die Summe aller variablen Anteile zzgl. der Basis ergibt den Kostenanteil in €/m²a
- Es gilt also: $y = b_0 + \sum_k b_k x_k$
- Heizkosten Qualität hoch, zB: $b_0 = +5,98$; $b_k = +0,12$
- **ERGEBNIS: $y = 6,10 \text{ €/m}^2 \text{ a}$**

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 13



LZK Prognosemodell – Umnutzung / Abbruch



- In der frühen Planungsphase ist es nahezu unmöglich eventuell auftretende **Umnutzungen** abzuschätzen, weshalb dies **im Modell nicht berücksichtigt** wird.
- Für den **Abbruch** wurde die Handlungshilfe „Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden“ der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU), Baden-Württemberg herangezogen, da hierfür wenige Angaben über das Gebäude zur Ermittlung der Kosten herangezogen werden müssen, was dem Informationsstand in der frühen Planungsphase sehr entgegenkommt.

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 14



LZK Prognosemodell – Abbruch



- Für den Abbruch stehen **2 Vorgaben** zur Auswahl:
 - **die Art des Abbruchs**
wobei es hier folgende 3 Möglichkeiten gibt:
konventionell / teilselektiv / selektiv
 - **die Bauweise des Gebäudes**
wobei es hier folgende 5 Möglichkeiten gibt:
Holz-Fachwerkhaus / Stahl-Fachwerk-Gebäude /
Massivbau / Beton-Massivbau / Stahlbeton-
Skelettbau



LZK Prognosemodell – das Excel-Tool



- im Rahmen des Projektes wurde **ein Excel-Tool** erarbeitet, welches anhand von **33 Merkmalen** die Gebäudequalität definiert und automatisiert die Kosten berechnet
- mit Hilfe des Excel-Tools wurde die **Testphase** im Projekt abgewickelt

Daten zur Ermittlung der Kosten:

Ihre Kategorie	hoch
Ihr Regionalfaktor	1
zugrundeliegende BGF (Errichtungskosten)	19.113
zugrundeliegende NGF (Nutzungskosten)	16.620
zugrundeliegender BRI (Abbruchkosten)	488.269

Die voraussichtlichen Errichtungskosten belaufen sich auf:

Kategorie	hoch	Mittelwert
Grundstückskosten		597.841
Aufschließung		24.827.022
Bauwerk - Rohbau und Ausbau		10.340.133
Bauwerk - Technik		2.321.032
Einrichtung		1.547.355
Außenanlagen		6.259.754
Baunebenkosten		35.167.155
Summe Bauwerkskosten		45.893.138
Summe Errichtungskosten		€ 45.893.138

Die voraussichtlichen Nutzungskosten belaufen sich auf:

Kategorie	hoch	Barwerte	Jährliche Kosten
Technischer Betrieb und Wartung		3.859.331	127.799
Stromkosten		4.038.887	133.755
Heizungskosten		3.063.363	101.433
Wasserkosten		1.020.840	33.902
Instandhaltung Bauwerk		4.360.553	144.386
Öffentliche Abgaben		-	-
Sicherheitskosten		-	-
Versicherungskosten		-	-
Reinigungskosten		-	-
Verwaltungskosten		-	-
Hausmeisterdienste		-	-



LZK Prognosemodell – die Testobjekte



- es wurden **50 Bestandsobjekte** mit dem Wirkmodell berechnet und die Ergebnisse mit den realen Daten abgeglichen
- es liegen die **Bauwerkskosten** vor, wie auch die **Nutzungskosten aus 6 aufeinanderfolgenden Jahren**
- Anzahl der Gebäude je Ausstattungsqualität
 - 5 Qeinfach
 - 29 Qmittel
 - 16 Qhoch

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 17



LZK Prognosemodell – die Ergebnisse Q_{einfach}



Durchschnitt	Durchschnitt	Differenz	Abweichung		
reale Kosten	Wirkmodell	Median	von bis		
€ / m ²	€ / m ²				
896	800	1,19%	-3,18%	16,28%	Bauwerk
225	189	-3,37%	-5,87%	-0,72%	Technik
1.121	989	-0,24%	-3,05%	11,93%	Errichtungskosten
					Betriebskosten
3,86	3,33	-13,58%	-18,46%	-8,10%	Bedienen/Wartung/Inspektion
1,49	0,98	-39,90%	-43,84%	-15,67%	Wasser
5,56	4,56	-16,34%	-30,58%	-5,57%	Wärme
3,25	1,68	-48,55%	-55,36%	-31,59%	Strom

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 18



LZK Prognosemodell – die Ergebnisse Q_{mittel}



Durchschnitt reale Kosten	Durchschnitt Wirkmodell	Differenz Median	Abweichung von bis		
€/m ²	€/m ²				
1.063	1.087	3,09%	-21,25%	12,66%	Bauwerk
402	397	4,86%	-28,75%	44,17%	Technik
1.465	1.484	4,84%	-14,23%	17,44%	Errichtungskosten
					Betriebskosten
4,19	4,13	-26,88%	-50,05%	54,85%	Bedienen/Wartung/Inspektion
1,38	1,27	-17,16%	-40,21%	71,13%	Wasser
5,57	4,54	-22,51%	-44,11%	13,99%	Wärme
3,71	3,00	-36,74%	-62,42%	96,58%	Strom

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 19



LZK Prognosemodell – die Ergebnisse Q_{hoch}



Durchschnitt reale Kosten	Durchschnitt Wirkmodell	Differenz Median	Abweichung von bis		
€/m ²	€/m ²				
1.664	1.683	3,81%	-14,30%	14,66%	Bauwerk
640	727	16,08%	-6,60%	43,91%	Technik
2.303	2.410	6,43%	-2,44%	13,68%	Errichtungskosten
					Betriebskosten
6,59	7,24	32,07%	-69,21%	53,40%	Bedienen/Wartung/Inspektion
1,73	1,90	29,17%	-65,16%	58,60%	Wasser
7,80	5,74	-8,99%	-80,04%	3,07%	Wärme
4,74	6,21	63,65%	-61,73%	86,88%	Strom

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 20



LZK Prognosemodell – die Analyse



- die Überprüfungen zeigen, dass im Bereich der **Stromkostenprognose und der Wasserkostenprognose noch Weiterentwicklungen** nötig sind – hier sind sehr viele „Ausreißer“
- möglich wäre zB eine **Verknüpfung der Ausstattung** und dem **Verbrauch in kWh bzw. m³**
- derzeit ist dies nicht möglich, da in der IBI-Datenbank die Verbrauchsdaten nicht erfasst sind

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 21



LZK Prognosemodell – Weiterentwicklungen



- für das 50 Gebäude-Sample liegen die Verbräuche vor:
 - a) Stromverbrauch entspricht €/ kWh
 - Qniedrig Ø 126 kWh/m²a 0,0317
 - Qmittel Ø 143 kWh/m²a 0,0344
 - Qhoch Ø 154 kWh/m²a 0,0388
 - b) Heizmittelverbrauch
 - Qniedrig Ø 182 kWh/m²a 0,0304
 - Qmittel Ø 190 kWh/m²a 0,0366
 - Qhoch Ø 210 kWh/m²a 0,0375

Austrian Energy Agency | 04. Mai 2010 | Seite 22



LZK Prognosemodell – Schlussfolgerungen



- LZK Prognosemodell leicht anwendbar
- Dieses Modell wurde auf der Basis aggregierter Daten (Beschreibung auf Gebäudeebene) erarbeitet
- Weitere Verbesserung des LZK Prognosemodells möglich zB durch detaillierte Dateneingabe in die IBI-Datenbank

www.energyagency.at/gebaeude-raumwaerme/aktuelle-projekte/lzk-prognose.html



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Austrian Energy Agency

HERZLICHEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

susanne.geissler@energyagency.at