

Lebenszykluskosten!

Helmut Floegl

22.10.2010

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Floegl
 Fachbereich Facility Management und Sicherheit
 Department für Bauen und Umwelt
Donau-Universität Krems
 Dr. Karl Dorrek Straße 30
 A-3500 Krems



Nachhaltigkeitsbetrachtungen von Gebäuden

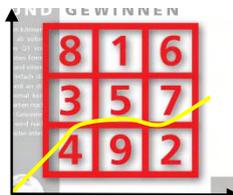
Ressourcen optimieren
 Stoffkreisläufe

langfristig optimiertes
 Kosten-Nutzen Verhältnis

langfristige Bedürfnis-
 erfüllung der Nutzer



**Ökologische
 Nachhaltigkeit**



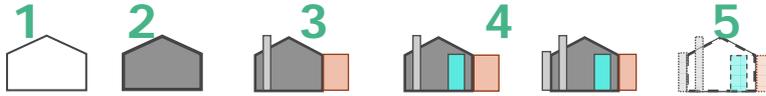
**Ökonomische
 Nachhaltigkeit**



**Soziokulturelle
 Nachhaltigkeit**

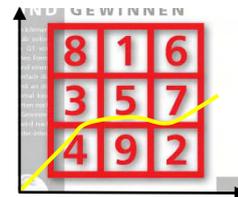
<http://www.nachhaltigesbauen.de>

Nachhaltigkeitsbetrachtungen von Gebäuden



Ökonomische Nachhaltigkeit von Gebäuden

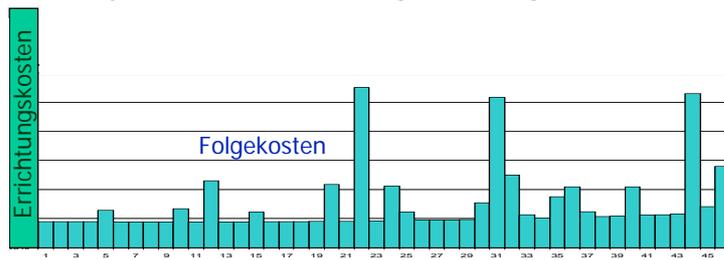
- langfristige Leistbarkeit von Gebäuden bei gegebenem Nutzungsprofil
- optimierte Errichtungskosten bezogen auf den m² NF
- optimierte Folgekosten bezogen auf den m² NF
- Kosten-Nutzen-Betrachtungen
- heißt 1. Nutzen erhöhen / 2. Kosten sparen
- Lebenszykluskosten, Folgekostentreiber



Das Gebäude - lebenszyklisch betrachtet

Lebenszykluskosten

LCC (Life cycle cost) sind Errichtungs- und Folgekosten



Kosten sind **keine** unabhängige Größe, sondern beziehen sich auf eine (juristische) Person für die sie gelten.

Lebenszykluskosten beziehen sich auf den Gebäudeeigennutzer!
Amortisation: Höhere Errichtungskosten – niedrigere Folgekosten

Die Lebenszykluskosten nach ÖNORM



Österreichisches
Normungsinstitut
Austrian Standards
Institute

Baugliederung	Abk.	Bauwerks- kosten BWK	Bau- kosten BAK	Errichtungs- kosten ERK	Gesamt- kosten GEK
0 Grund	GRD				
1 Aufschließung	AUF				
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	100 %			
3 Bauwerk-Technik	BWT				
4 Bauwerk-Ausbau	BWA				
5 Einrichtung	EIR				
6 Außenanlagen	AAN				
7 Planungsleistungen	PLL				
8 Nebenleistungen	NBL				
9 Reserven	RES				

Folgekosten nach Vorschlag ÖNORM B 1801-2 Stand 21.10.2010

Kostenhauptgruppe für	Kostenuntergruppe für
1 Verwaltung	1.1 Verwaltung und Management 1.2 Gebühren, Steuern und Abgaben 1.3 Flächenmanagement 1.4 Sonstiges
2 Technische Betriebsführung	2.1 Technischer Gebäudebetrieb 2.2 Inspektionen 2.3 Wartung 2.4 Kleine Instandsetzung, Reparaturen 2.5 Inbetriebnahme, Außerbetriebnahme und Sonstiges
3 Ver- und Entsorgung	3.1 Energie, Strom 3.2 Wasser und Abwasser 3.3 Müllentsorgung 3.4 Sonstige Medien
4 Reinigung und Pflege	4.1 Unterhaltsreinigung 4.2 Fenster- und Glasflächenreinigung 4.3 Fassadenreinigung 4.4 Sonderreinigungen 4.5 Winterdienste 4.6 Reinigung Außenanlagen 4.7 Gärtnerdienste (Rasenpflege, Baum und Strauchschnitt, Betreuung von Innenpflanzen)
5 Sicherheitsdienste	5.1 Sicherheitsdienste (Schließdienste, Bewachung) 5.2 Empfang/Rezeption
6 Gebäudedienste	6.1 Hauspost (Verteilung der Post im Haus) 6.2 Kommunikations- und Informationstechnik 6.3 Umzüge – interne Transporte, Hausarbeiterdienste 6.4 Interne Bürodienste 6.5 Gastroservice 6.6 Sonstige Dienste
7 Instandsetzung, Umbau, Erweiterung	7.1 Große Instandsetzung 7.2 Verbesserung und Umnutzung 7.3 Bestandserweiterung
8 Sonstiges	8.1 Sonstiges
9 Objektbeseitigung, Abbruch	9.1 Planung und Organisation 9.2 Abbruch und Entsorgung 9.3 Herstellung des Vertragszustandes (Baurecht, Servitut)

die Nominalwerte der jährlichen Kosten

Die nominalen Kosten unterliegen der nominalen Preissteigerung

p jährliche Preissteigerung z.B. 2,7%

$q = 1 + p/100$ Preissteigerungsfaktor

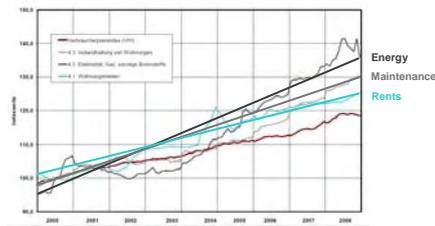
k jährliche Kosten

1. Jahr $k \cdot q$ 2. Jahr $k \cdot q^2$ n . Jahr $k \cdot q^n$

Die Summe aller Kosten:

$$V \cdot q = k \cdot q + k \cdot q^2 + \dots + k \cdot q^n$$

$$= k \cdot q \frac{q^n - 1}{q - 1}$$



Der Barwert – jährlich anfallende Kosten

Finanzbasisdaten

p jährliche Preissteigerung z.B. 2,7%

$q = 1 + p/100$ Preissteigerungsfaktor

r jährliche Rendite des Kapitals

$d = 1 + r/100$ Verzinsungsfaktor

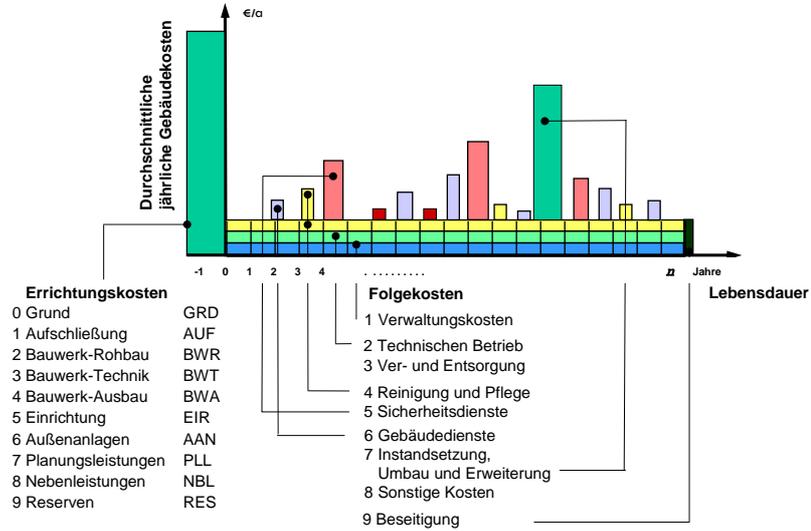
Der Verzinsungsfaktor d wirkt dem Preissteigerungsfaktor q entgegen.

der Barwert der jährlichen Kosten im Jahr n ist $k \cdot (q/d)^n$

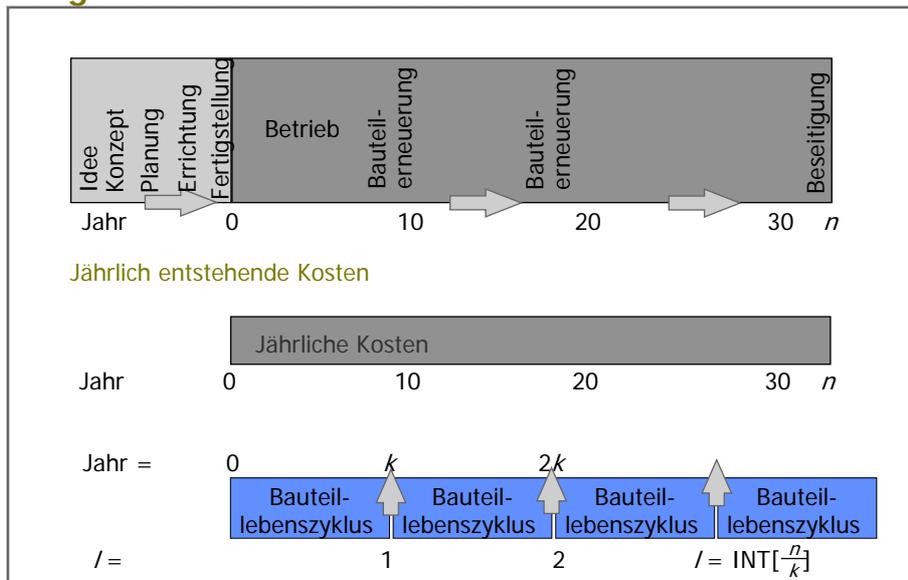
$$\frac{q}{d} = \frac{(1 + \frac{p}{100})}{(1 + \frac{r}{100})}$$

$$c_n = c_0 \left(\frac{q}{d} \right)^n \frac{((\frac{q}{d})^n - 1)}{((\frac{q}{d}) - 1)}$$

Lebenszyklus kosten



Folgekosten eines Gebäudes



Basisdaten eines Lebenszykluskostenmodells

Allg. Flächenwerte

BGF, BRI, NGF, Nutzfläche,
beheizte, belüftete BGF
Außenflächen – befestigt
– nicht befestigt
Grundstückfläche

Flächen

Fenster/Glaselemente außen
Fenster/Glaselemente innen
vertikal und - nicht vertikal
Jalousienflächen
Büro, Wohnung Nutzfläche
Sanitärflächen – horizontal
– vertikal

Gangflächen
Stiegenflächen
Garagenflächen
Nebeflächen
Malfächen

Zeiten und Dauern

Funktionale Lebensdauer
Bauteillebensdauern

Finanzbasisdaten

p Preissteigerungsrate für
Hochbau, Technik,
Verbraucherpreise,
Energiepreissteigerung,
lohnintensive Leistungen
 r jährliche Rendite

Besondere Parameter

Anzahl der Aufzugstationen,
Kosten von Strom und Gas,
Kosten Reinigung/Stunde,
Arbeitsbühne (groß/klein),
Heizwärmebedarf,
Stromverbrauch
- Nutzer (inkl. Beleuchtung)
- Gebäudetechnik,
Einzelplanungsfaktor



$$VI + IV = X$$

$$V + IV = IX$$

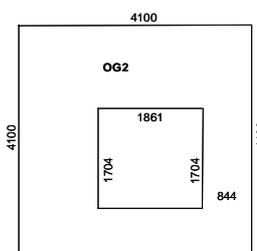
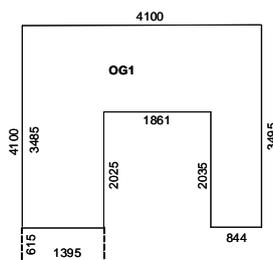
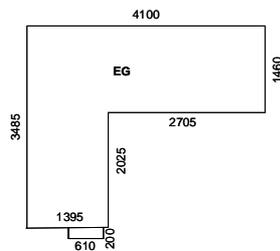
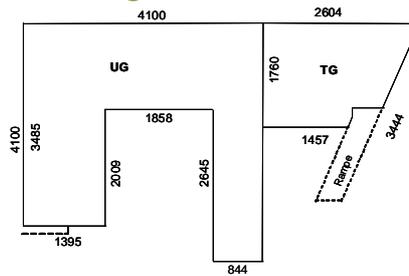
Struktur des Lebenszykluskostenmodells

	Errichtungskosten	jährliche Folgekosten	mehrwährliche Folgekosten
	0 Grund 1 Aufschließung 2 Bauwerk-Rohbau 3 Bauwerk-Technik 4 Bauwerk-Ausbau 5 Einrichtung 6 Außenanlagen 7 Planungsleistungen 8 Nebenleistungen 9 Reserven	1 Verwaltungskosten 2 Techn Betriebsführung 3 Verbrauchsgüter 4 Reinigung 5 Gebäudedienste	Instandsetzung für 2 Rohbau 3 Technik 4 Ausbau 5 Einrichtung 6 Außenanlagen 7 Planungsleistungen 8 Objektbeseitigung 9 Reserve
Allgemeine Flächenwerte			
Besondere Flächenwerte			
Zeiten und Dauern	Eingaben		Ergebnisse
Finanzbasisdaten			
Besondere Parameter			

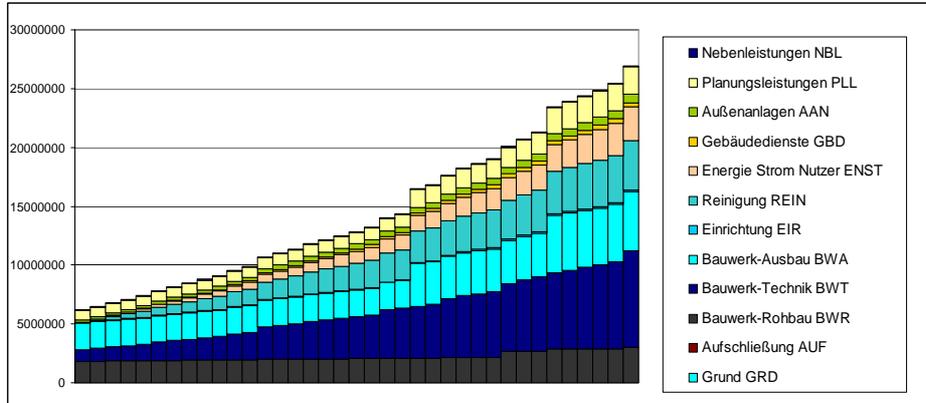
Die grünen Parameter sind Eingabewerte die schwarzen Parameter sind Rechenergebnisse

	Kostenarten	Jährliche Folgekosten	Jährliche Kosten für Verbrauchsgüter	Mehrjährige Kosten	Entsorgung
0	Grund				
1	Aufschließung				
2	Bauwerk-Rohbau	Verwaltungskosten		1 Rohbau Instandsetzung	Entsorgung
3	Bauwerk-Technik	Techn. Betriebsführung	Energie Strom Gebäude	2 Technik Instandsetzung	
4	Bauwerk-Ausbau			3 Ausbau Instandsetzung	
5	Einrichtung				
6		Reinigung			
7			Energie Strom Nutzer		
8		Gebäudedienste			
9	Außenanlagen				
10	Planungsleistungen			5 Planung Instandsetzung	
11	Nebenleistungen				
12	Reserven				
	Summe				

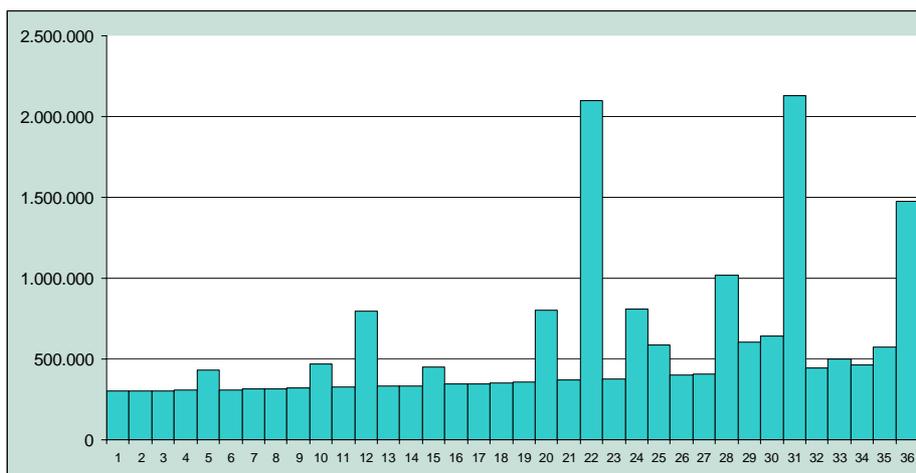
Bürogebäude 3-geschossig offen 5.500 m² BGF



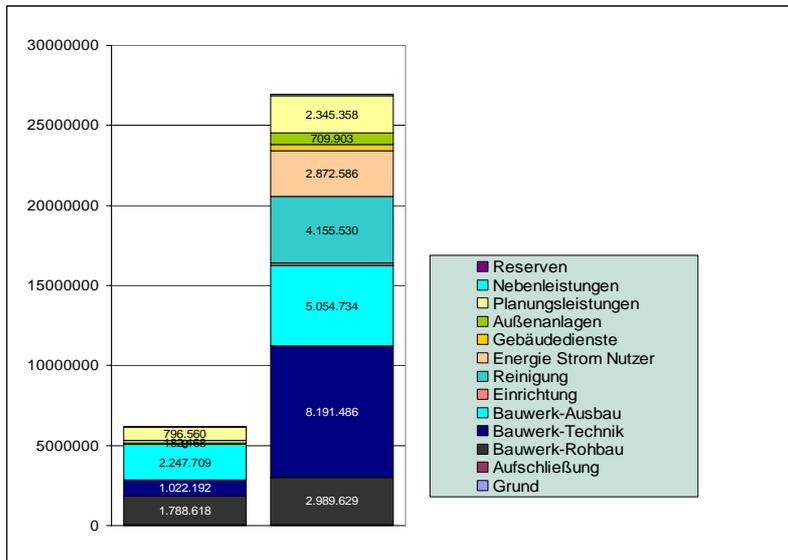
Bürogebäude 3-geschossig offen 5.500 m² BGF



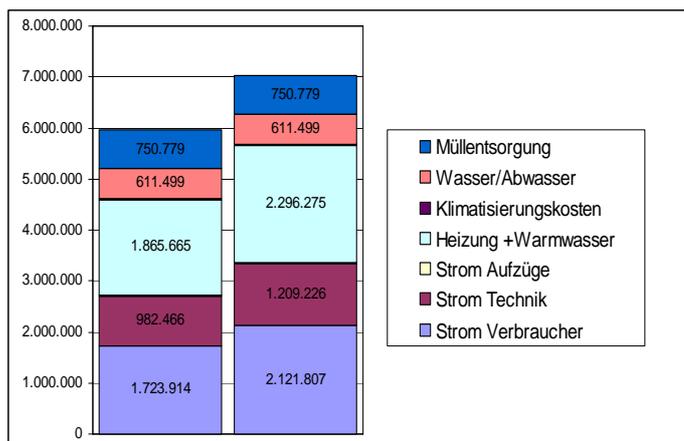
Bürogebäude 3-geschossig offen 5.500 m² BGF



Bürogebäude 3-geschossig offen 5.500 m² BGF



Verbrauchskosten –



6% und 7% jährliche Energiepreissteigerung

Altersheim Ebbs - Tirol



Flächen:

BGF von 5.990 m²

NGF von 4.739 m².

Gebäude –

dreigeschossiges Haupthaus,

zweigeschossiger Verbindungstrakt

zweigeschossiges Nebenhaus.

Keller: Lagerräume, Personalräume,
Wäscherei, Hausmeister, Technikräume,
Therapieraum

Technik:

zwei Aufzüge mit insgesamt 6 Stationen.

Cafeteria und die Hauskapelle

mechanisch belüftet.

Generalsanierung 2004

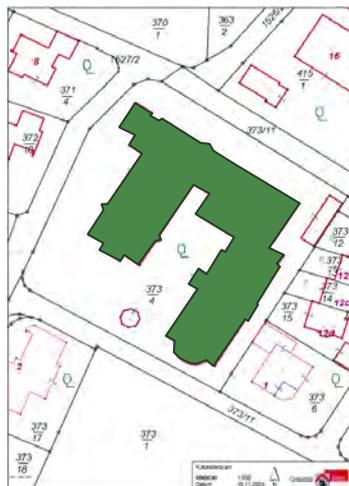
entspricht einem vollständigen Neubau
mit Errichtungskosten

Kostengruppen 1-9 ÖNORM B1801-1

Kostengruppen 200 bis 700 DIN 276

€9.015.733,-.

Altersheim Ebbs - Tirol



Flächen:

BGF von 5.990 m²

NGF von 4.739 m².

Außenhülle:

Ziegel- bzw. Mantelbeton-
bauweise mit Vollwärmeschutz.

Fenster:

Holz/Aluminium- und
Aluminium-Fenster.

Nutzung:

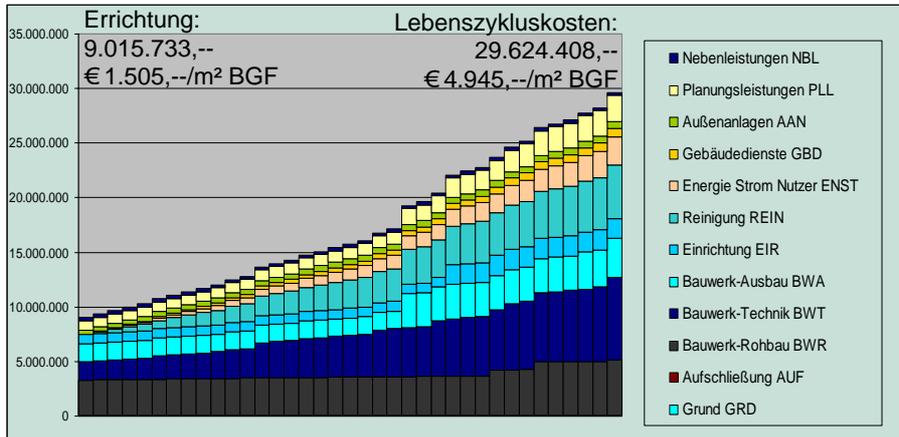
82 Bewohner

11 Zweibettzimmer und 60 Einzelzimmer

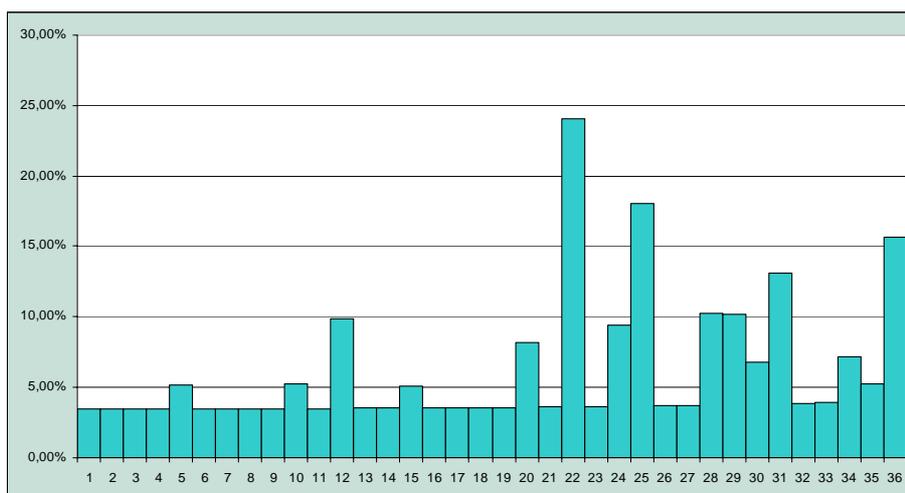
72 Bewohnerbäder mit integriertem WC
alters- und behindertengerecht

Lebenszykluskostenberechnung - Altersheim Ebbs

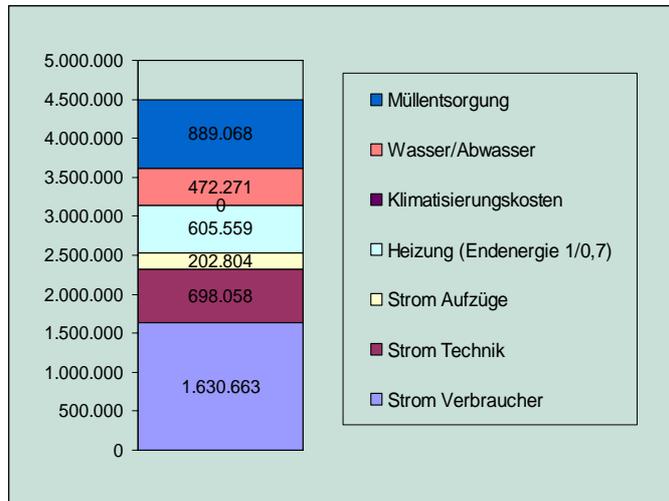
Kalkulierte Lebensdauer 36 Jahre	Verzinsung	2,9% p.a.
allg. Baupreissteigerung 3,3% p.a.	Heizkosten	€ 0,0349/kWh
Preissteigerung TGA 2,0% p.a.	Stromkosten	€ 0,1768/kWh
Lohnkosten 4,5% p.a.	Reinigung	€ 21,91/h
Energie 6,0% p.a.		



Jährliche Folgekosten bezogen auf die Errichtungskosten



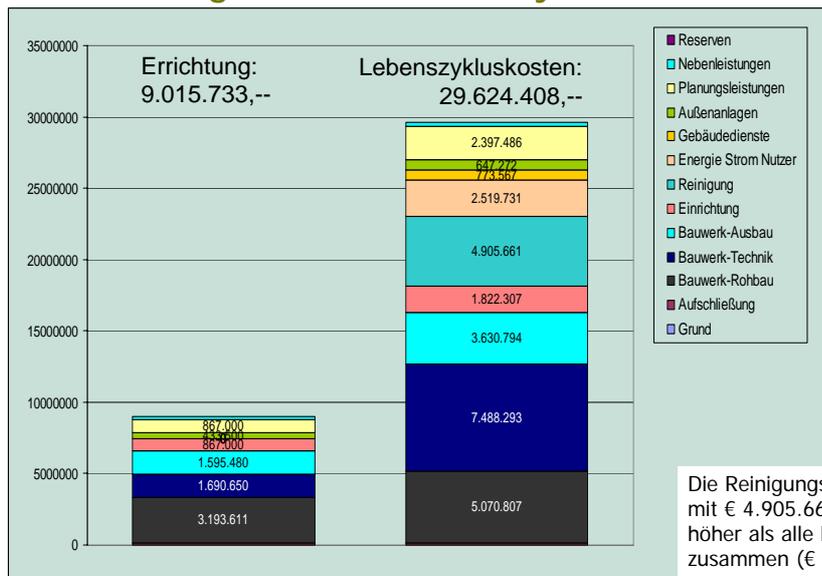
Verbrauchskosten



Energiekosten

1.630.663
698.058
202.804
605.559
3.137.084

Errichtungskosten u. Lebenszykluskosten im Jahr 36



Die Reinigungskosten sind mit € 4.905.661,- höher als alle Energiekosten zusammen (€ 3.137.084,-).

Innotech Tirol -



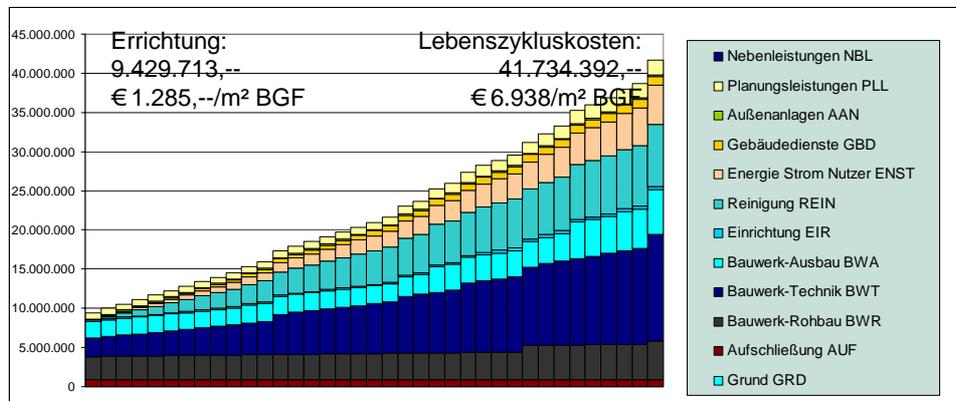
Gebäude –
Modernes flächeneffizientes Gebäude

Flächen:
BGF von 7.818 m²
NGF von 7.276 m².

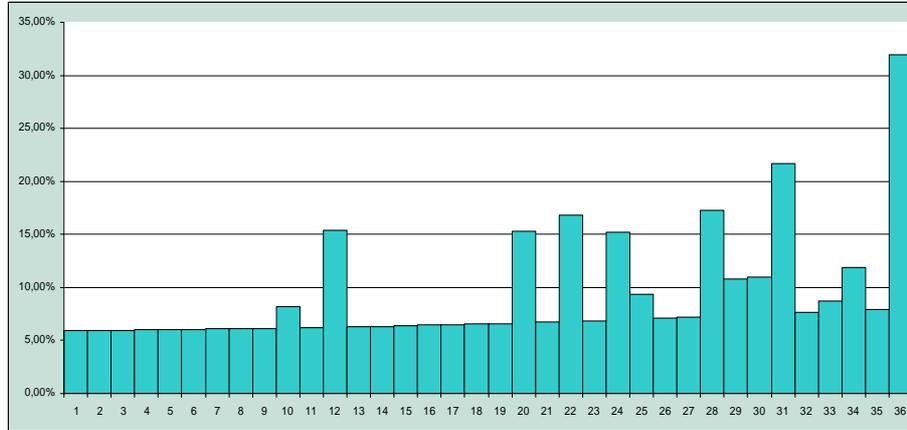


Lebenszykluskostenberechnung

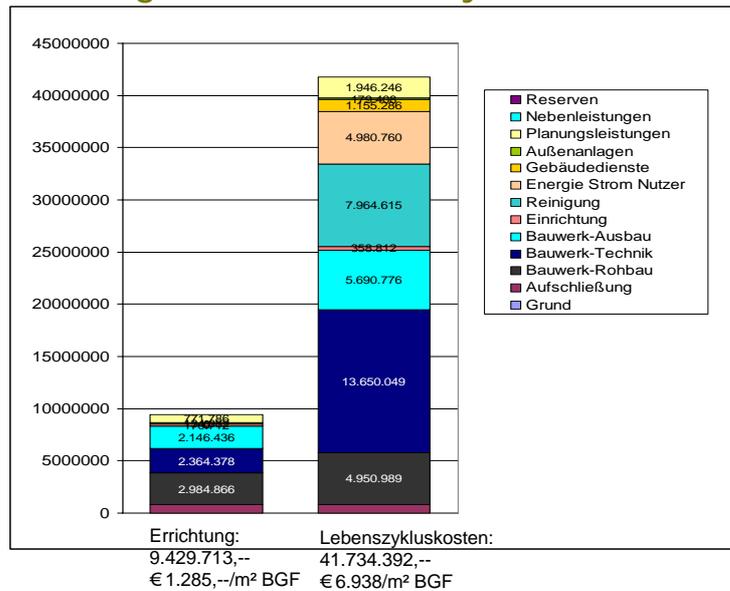
Kalkulierte Lebensdauer	36 Jahre	Verzinsung	2,9% p.a.
allg. Baupreissteigerung	3,3% p.a.	Heizkosten	€ 0,0349/kWh
Preissteigerung TGA	2,0% p.a.	Stromkosten	€ 0,1768/kWh
Lohnkosten	4,5% p.a.	Reinigung	€ 21,91/h
Energie	6,0% p.a.		



Jährliche Folgekosten bezogen auf die Errichtungskosten



Errichtungskosten u. Lebenszykluskosten im Jahr 36



Verbrauchskostenvergleich

