

Publizierbarer Endbericht FUTUREbase

Anhang 05 – Bericht

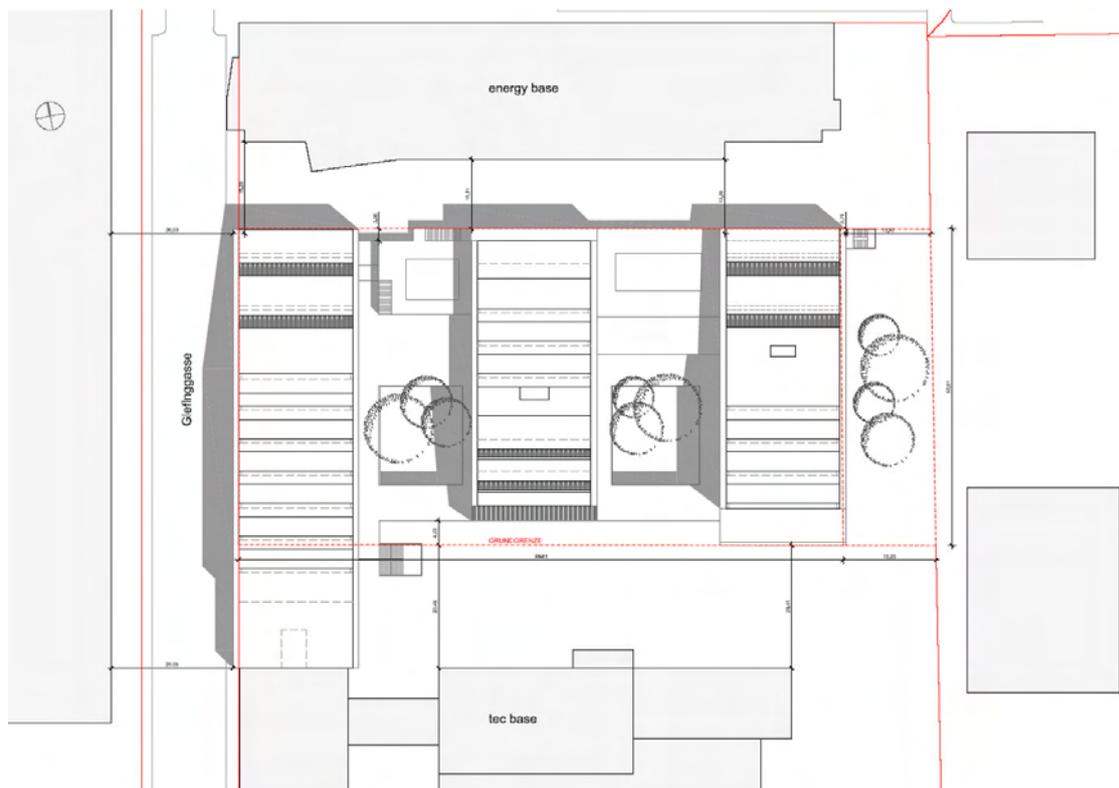
Lebenszykluskostenprognosen

Unser Zeichen: hf\120812 FUTUREBase LZK Berechnung.doc

### Lebenszykluskostenprognoseberechnung für das FUTUREbase

Gebäude: FUTUREbase Wien  
Giefinggasse 4 1210 Wien

Auftraggeber: **Wirtschaftsagentur Wien. Ein Fonds der Stadt Wien**  
**Ebendorferstraße 2, A-1010 Wien**  
**Mag. Werner Weiss**  
**Immobilienabteilung Projektentwicklung**



Bebauungsstudie | FUTURE BASE | Giefinggasse 4 - 1210 Wien | 07.02.2012 | Lageplan | M 1:500

Abbildung 1 Bebauungsstudie der pos Architekten ZT KG<sup>1</sup>

Christina Ipser, Helmut Floegl, **Felis** GmbH, Wien, Krens

2012 08 27

<sup>1</sup> aus: Fut-20120302-bebauungsstudie-sammelmappe.pdf, Folie 7

## 1 Liegenschaft

### 1.1 Situation

FUTUREbase ist ein in Planung befindliches zukunftsfähiges energieeffizientes Bürogebäude

### 1.2 Auftrag

Für dieses Gebäude wird eine Lebenszykluskostenprognoseberechnung in 6 Varianten durchgeführt. Es werden die nachfolgenden Varianten

<b>Bezeichnung</b>	<b>Bauweise</b>	<b>Plusenergiekonzept</b>	<b>PV-Nutzung</b>
Version 1 (STB/V2/Invest)	Stahlbeton	V2	Eigenstromnutzung
Version 2 (STB/V2/Ökostrom)	Stahlbeton	V2	Einspeisung
Version 3 (STB/V4/Invest)	Stahlbeton	V4	Eigenstromnutzung
Version 4 (STB/V4/Ökostrom)	Stahlbeton	V4	Einspeisung
Version 5 (Misch/V4/Ökostrom)	HolzSTB-Verbund	V4	Einspeisung
Version 6 (Holz/V4/Ökostrom)	Holz/Holz-Stahl	V4	Einspeisung

Tabelle 1 – Variantenbeschreibung

### 1.3 Lebenszykluskosten - Definition

Die im Rechenprogramm LEKOS verwendete Berechnungsmethode der Lebenszykluskosten fußt auf dem Entwurf der ÖNORM B 1801-2 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2: Objekt-Folgekosten<sup>2</sup>. Es gelten die folgenden Definitionen:

- 1.3.1 Die Lebenszykluskosten (LZK) sind die Summe (der Barwerte) der Objekt-Errichtungskosten gemäß ÖNORM B 1801-1 und der Objekt-Folgekosten.
- 1.3.2 Die Folgekosten bzw. Objekt-Folgekosten (OFK) sind die Summe (der Barwerte) aller Kosten, die sich aus dem Betrieb und der Nutzung während der Nutzungsphase eines Objektes zuzüglich der Objektbeseitigungs- und Abbruchkosten ergeben und dem Objekt oder einem oder mehreren Elementen der Baugliederung gemäß ÖNORM B 1801-1 direkt zuordenbar sind, ergeben.

### 1.4 Lebensdauer, Mehrwertsteuer

Die Annahmen für  $p$  und  $q$  als Prognosen für z.B.  $n = 40$ , d.h. eine rechnerische Lebensdauer für ein Gebäude über 40 Jahren, sind natürlich spekulativ.

Die Berechnung erfolgt ohne Mehrwertsteuer. Alle Kosten sind, wenn es nicht besonders spezifiziert wird in € und ohne Mehrwertsteuer angesetzt.

<sup>2</sup> ÖNORM B 1801-2, Ausgabe 2011-04-01

### 1.5 Finanzielle Parameter Verzinsung $r$ , Verzinsungsfaktor $d$

Es werden alle Kosten, die zu definierten, ihrem Wesen entsprechenden Zeitpunkten anfallen auf den Baufertigstellungszeitpunkt abgezinst, d.h. mit ihrem Barwert in Rechnung gestellt. Im Englischen wird diese Barwertbetrachtung als DCF („Discounted Cash Flow Method“ bezeichnet). Einzig die Errichtungskosten werden als zum Zeitpunkt der Baufertigstellung anfallend angenommen und mit ihrem Nominalwert in die Lebenszykluskostenberechnung eingesetzt.

Für den Zinssatz dieser Betrachtung  $r$  wird die aktuelle Sekundärmarkttrendite angenommen. Der Verzinsungsfaktor  $d$  ergibt sich zu  $d = (1 + r)$ .  $r = 1,00\%$ ,  $d = 1,01$ .



Abbildung 2: Sekundärmarkttrendite Bund Österreich <sup>3</sup>

#### 1.5.1 Preissteigerungssatz $p$ , Preissteigerungsfaktor $q$

Zukünftige Kosten, d.h. Kosten die zu definierten Zeitpunkten während der Lebensdauer des Gebäudes auftreten werden, werden aufgrund der Preissteigerungen der Produkte und Leistungen dann entsprechend teurer sein. Jährlich anfallende Betriebs-, Wartungs- und andere regelmäßig anfallenden Kosten  $k$ , unterliegen einer angenommenen jährlichen Preissteigerung  $p$ .

Das Modell unterscheidet eine Preissteigerung Bau,  $p_{\text{Bau}}$ , eine Preissteigerung Technik,  $p_{\text{Technik}}$ , eine allgemeine Preissteigerung  $p_{\text{allg}}$  (VPI) sowie eine Preissteigerung Energie,  $p_{\text{Energie}}$ , und eine Preissteigerung Lohn,  $p_{\text{Lohn}}$ , (für Kosten aus arbeitskraftintensiven Leistungen).

Analog zur Verzinsung gibt es bei der Preissteigerung auch den Preissteigerungsfaktor.

Er ergibt sich zu  $q = (1 + p)$

Allgemein			
Bezeichnung	ZNr	EH	Wert
Finanzielle Parameter	100		
Preissteigerung Bau PBAU	200	%/a	3,30
Preissteigerung Technik PTECHNIK	300	%/a	2,50
Preissteigerung Verbrauchspreise PALLG	400	%/a	2,50
Preissteigerung PENERG	500	%/a	4,50
Preissteigerung Lohnintensiv PLOHN	600	%/a	2,50
Verzinsung R	700	%/a	1,00

Tabelle 2 – Finanzielle Parameter

<sup>3</sup> [http://kurse.banking.co.at/023/default.aspx?action=chartDetail&id=tts-2237706&menuId=7\\_2&pathName=Sekund%C3%A4rmarkttrendite%20Bund&lang=de](http://kurse.banking.co.at/023/default.aspx?action=chartDetail&id=tts-2237706&menuId=7_2&pathName=Sekund%C3%A4rmarkttrendite%20Bund&lang=de) [Zugriff 11.08.2012]

## 1.6 Objektkenndaten

Objektkenndaten wie allgemeine Flächengrößen, Flächenwerte für Folgekosten und ähnliche Parameter wurden der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Excel-Zusammenstellung FUTUREbase\_Daten LCC.xlsx entnommen bzw. auf Basis der enthaltenen Werte berechnet.

Folgende Werte kamen dabei zur Anwendung (**rote Werte basieren auf eigenen Berechnungen**).

allgemeine Flächengrößen		Kommentar	
BGF	20.832 m <sup>2</sup>		
BGF <sup>4</sup> <sub>beheizt</sub>	16.214 m <sup>2</sup>		
BGF <sup>4</sup> <sub>klimatisiert</sub>	16.214 m <sup>2</sup>		
BRI	75.257 m <sup>3</sup>		
NGF	18.947 m <sup>2</sup>		
Nutzfläche ohne Tiefgarage	15.723 m <sup>2</sup>		
beheizte/-lüftete Nutzfläche	13.284 m <sup>2</sup>		
Grundstück	6.018 m <sup>2</sup>		
nicht befestigt	639 m <sup>2</sup>		
	<b>befestigt</b>	<b>2.054 m<sup>2</sup></b>	<b>Summe unterbaut/nicht unterbaut</b>
	<b>Gründungsfläche</b>	<b>3.712 m<sup>2</sup></b>	
Flächenwerte für Folgekosten			
	<b>Glasreinigungsflächen außen vertikal</b>	<b>3.574 m<sup>2</sup></b>	<b>Fassade transparent und Solarkollektoren</b>
	<b>Davon mit Arbeitsbühne</b>	<b>3.574 m<sup>2</sup></b>	
	<b>Glasflächen innen gesamt</b>	<b>3.256 m<sup>2</sup></b>	<b>Fassade transparent (50%), Oberlichten (50%) und Glaswände</b>
	<b>Davon mit Arbeitsbühne</b>	<b>452 m<sup>2</sup></b>	<b>Oberlichten</b>
	<b>Glasreinigungsflächen außen nicht vertikal</b>	<b>3.302 m<sup>2</sup></b>	<b>Horiz. Oberlichten 452 und PV 2850</b>
Jalousieflächen	2.572 m <sup>2</sup>		
	<b>Jalousieflächen mit Arbeitsbühne</b>	<b>2.572 m<sup>2</sup></b>	
Büroflächen	9.689 m <sup>2</sup>		
	<b>Nutzfläche</b>	<b>13.284 m<sup>2</sup></b>	
Sanitärflächen horizontal	477 m <sup>2</sup>		
Gangflächen	595 m <sup>2</sup>		
Stiegenflächen	265 m <sup>2</sup>		
Garagenfläche	2.367 m <sup>2</sup>		
Nebenflächen	1.166 m <sup>2</sup>		
Sanitärflächen horizontal	477 m <sup>2</sup>		
	<b>Sanitärflächen vertikal</b>	<b>1.816 m<sup>2</sup></b>	<b>Schätzung Umfang Sanitärräume x Reinigungshöhe 1,5 m</b>

Tabelle 3 – Allgemeine Flächengrößen

## 1.7 Errichtungskosten

Für die Eingabe der Errichtungskosten wurde die Grobkostenschätzung von POS-Architekten vom 17.07.2012 (Grobkostenschätzung future base-v2.xls) herangezogen und die in der Besprechung vom 07.08.2012 mit Frau Schneider und Frau Preisler abgestimmten Angaben über eine Kostenzuteilung mitberücksichtigt.

<sup>4</sup> Lt. Fut-20120302-bebauungsstudie-sammelmappe.pdf, Folie 24

Diese Grobkostenschätzung enthält einige bauteilbezogene Kosten nur zusammengefasst für Rohbau und Ausbau. Für die Modellierung der Folgekosten mit dem LEKOS ABK-Modell ist eine Aufteilung der Errichtungskosten in Rohbau- und Ausbaukosten entsprechend ÖN B 1801-1 erforderlich. Dazu wurden folgende Annahmen herangezogen:

### 1.7.1 Variante STB:

#### **Außenwände Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Außenwände**

- Kosten für opake und transparente Bauteile werden nach Flächenanteilen angenommen
- wobei transparente Flächen doppelt so teuer wie opake angesetzt werden  
50% der Kosten der opaken Außenwände werden für den Rohbau angesetzt

#### **Innenwände Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Innenwände:**

- Kosten werden nach Flächenanteil aufgeteilt in Stahlbeton-, Scheide- (Gipskarton), Wohnungstrenn- und Glaswände
- Stahlbetonwände werden doppelt so teuer wie Scheidewände angenommen
- Wohnungstrennwände werden doppelt so teuer wie Scheidewände angenommen
- Glaswände werden drei Mal so teuer wie Scheidewände angenommen

#### **Decken Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Decken:**

- 40% der Kosten werden dem Rohbau zugeordnet (STB-Decken)
- 60% der Kosten werden dem Ausbau Boden zugeordnet
- Für den Ausbau der Decke werden keine Kosten angenommen (Bauteilaktivierung)

#### **Dächer Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Dächer:**

- 1/3 der Kosten wird dem Rohbau zugeordnet (STB-Decke)
- 2/3 werden dem Ausbau zugeordnet

### 1.7.2 Varianten Holz-STB-Verbund und Holz-Stahl-Verbund:

#### **Außenwände Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Außenwände:**

- Kosten für STB- (Keller-) und Holz-Außenwände und transparente Bauteile werden proportional zu ihren Flächenanteilen aufgeteilt
- Wobei die STB-Außenwände (den m<sup>2</sup>-Preisen der Grobkostenschätzung entsprechend) aufgeteilt werden
- Für den Rohbau werden 85% der Kosten der Holz-Außenwände und  
50% der Kosten der STB-Außenwände angesetzt

#### **Innenwände Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Innenwände:**

- Kosten werden nach Flächenanteil aufgeteilt in Stahlbeton-, Scheide-, Wohnungstrenn- und Glas-Innenwände
- Glaswände werden drei Mal so teuer wie Scheidewände angenommen
- Wohnungstrennwände und STB-Wände werden doppelt so teuer wie Scheidewände angesetzt

#### **Decken Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Decken:**

- 50% der Kosten werden dem Rohbau zugeordnet
- 50% der Kosten werden dem Ausbau Boden zugeordnet
- Für den Ausbau der Decke werden keine Kosten angenommen (Bauteilaktivierung)

#### **Dächer Annahme zur Aufteilung der Gesamtkosten Dächer:**

- 25% der Kosten wird dem Rohbau zugeordnet

- 75% werden dem Ausbau zugeordnet  
(zusätzliche Vorsatzschale mit Schafwolle und 2 x GKF an der Innenseite)

## 1.8 Parameter Verwaltung und Technik

### 1.8.1 Verwaltungskosten

Für die Modellierung der Verwaltungskosten wurden die Hausverwaltungskosten vom ENERGYbase 2007 bezogen auf die Nutzfläche herangezogen und entsprechend der Verwaltungskostenpauschale nach MRG von 2007 auf 2012 angepasst.

### 1.8.2 Technisches Gebäudemanagement

Für die Modellierung der Kosten für das technische Gebäudemanagement wurden die Kosten für allgemeines FM, für Betriebsführertätigkeit und diverse FM-Koordinationen vom ENERGYbase 2007 bezogen auf die Nutzfläche herangezogen und entsprechend der Verwaltungskostenpauschale nach MRG von 2007 auf 2012 angepasst.

## 1.9 Wartung- und kleine Instandsetzung

### 1.9.1 Großspeicher

Der für einige Varianten vorgesehene Großspeicher (Kostenposition E3.C.02) ist lt. Auskunft der Auftraggeber annähernd wartungsfrei. Die Kosten für Wartung- und kleine Instandsetzung wurden daher mit 0% der Errichtungskosten angesetzt.

### 1.9.2 Solarthermische Anlage

Die Wartungskosten der Solarthermischen Anlage (Kostenposition E3.C.S Sonstige Wärmeversorgungsanlagen) wurden nach Bleiberschnig 2010 mit 0,0067 €/kWh pro Jahr berechnet. Unter die Wartungskosten fallen der Wechsel der Wasser-Glykol-Mischung (alle 5 Jahre) und die jährliche Reinigung der Wärmetauscher (Kalkbefall) und der Opferanode, sowie die Arbeits- und Anfahrtszeit des Installateurs.

Für die vorhandene 400 m<sup>2</sup> große Anlage ergibt sich ein Wert von aufgerundet 0,3 % der Investitionskosten.

<b>Gesamtinvestition:</b>	285.600 €
<b>Größe:</b>	400 m <sup>2</sup>
<b>Ertrag:</b>	300 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Gesamtertrag:</b>	120.000 kWh/a
<b>Wartungskosten:</b>	0,0067 €/kWh a
<b>Wartungskosten gesamt:</b>	804,00 €/a
<b>Wartung in % der Investition:</b>	0,28 %

Tabelle 4 – Rechengrößen für die Solarthermie

### 1.9.3 Photovoltaik

Die Kosten für Wartung- und kleine Instandsetzung der PV-Anlage (Kostenposition E3.F.02 Eigenstromversorgung) wurden nach Bleiberschnig 2010 mit 0,5% der Errichtungskosten angesetzt. Für Instandsetzung und Umbau wurde eine Erneuerung der kompletten PV-Anlage alle 25 Jahre und ein Austausch der Wechselrichter alle 10 Jahre angenommen, wobei die Investitionskosten der Wechselrichter mit 8,8% der Gesamtinvestitionskosten der PV-Anlage berücksichtigt wurden (siehe auch Tabelle 5).

## 1.10 Ver- und Entsorgung

### 1.10.1 Strompreise und Einspeiserlöse aus PV und Abwärme

	Energie- konzept V2	Energie- konzept V4
PV-Fläche [m <sup>2</sup> ]	2.850	2.618
PV-Ertrag [kWh/a]	401.862	368.962
PV-Leistung [kW <sub>peak</sub> ]	518	476
<b>Variante PV-Investitionsförderung</b>		
Errichtungskosten [€/m <sup>2</sup> PV-Fläche]	438	438
Errichtungskosten [€]	1.248.300	1.146.684
Netz-Einspeisevergütung [c/kWh]	7,72	7,72
<b>Variante PV-Ökostromanlage</b>		
Errichtungskosten [€/m <sup>2</sup> PV-Fläche]	620	620
Errichtungskosten [€]	1.767.000	1.623.160
Netz-Einspeisevergütung [c/kWh]	23,00	23,00
Wärme/Kälteversorgungsanlagen [€]	1.354.080	1.269.080
Abwärmenutzung Klima Wind Kanal [€]		507.000
Einnahmen aus Wärmeverkauf/Abwärme TECHBase und ENERGYBase [€/a]		56.080
Einnahmen aus Rückkühlung für RTA [€/a]		56.100
Ausgaben für Back-Up Heizung [€/a]		4.775

Tabelle 5 – Rechengrößen für die Photovoltaik<sup>5</sup>

<sup>5</sup> E-Mail von Anita Preisler, Montag, 23. Juli 2012 13:28

### 1.10.2 Energieverbrauch

Daten zum Energiebedarf wurden der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Excel-Zusammenstellung Plusenergiekonzepte\_inkl\_Neubau.xlsm für die Varianten V2 und V4 entnommen. Die Zuordnung wurde dabei wie folgt durchgeführt:

#### Zuordnung Stromverbrauch Plusenergiekonzept Variante 2

	elektrisch
<b>Variante 2</b>	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF, beheizt/klimatisiert a</sub>
<b>Gebäudetechnik:</b>	
Heizung Antriebs-/Hilfsenergie	3,18
Solarthermie	0,05
Kühlung Hilfsenergie	0,73
Kühlung Hilfsenergie Back-Up	5,00
Lüftung mit Be- und Entfeuchtung (Büro, Gewerbeflächen)	2,90
Lüftung (Seminar, Restaurant)	0,80
Lüftung Garage	0,25
Warmwasserbereitung (WP: COP=3)	0,40
Beleuchtung	3,34
Sicherheitsbeleuchtung	0,10
Regeltechnik/Gebäudeleittechnik	0,99
Aufzüge	0,37
Abluftanlagen	0,16
Wasseraufbereitung	0,10
Brandmeldeanlage, CO Warnanlage, RWA Anlage	0,05
<b>Geräte:</b>	
Büroausstattung	6,32
Sonstige Geräte (Beamer)	0,02
Teeküchen (40 x 5m <sup>2</sup> )	0,03
Restaurant	1,23
<b>Summe elektrischer Endenergiebedarf</b>	<b>26,82</b>

Tabelle 6 – Zuordnung Stromverbrauch<sup>6</sup>

	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF, beheizt/klimatisiert a</sub>	W/m <sup>2</sup> <sub>BGF, beheizt/klimatisiert</sub>
Strom Verbraucher	11,05	1,26
Strom Techn. Geräte ohne Kühl/Lü	1,31	0,15
Heizung + Warmwasser	3,63	0,41
Kühlen und Lüften	9,698	1,10
Aufzüge	0,37	0,04
Summe	26,03	2,97
Solare Gewinne PV	-24,78	-2,83

Tabelle 7 – Zusammenfassung der kostenrelevanten Verbräuche elektrischer Energie<sup>7</sup> V2

<sup>6</sup> Plusenergiekonzepte\_inkl\_Neubau.xlsm

<sup>7</sup> Plusenergiekonzepte\_inkl\_Neubau.xlsm

**Zuordnung Stromverbrauch Plusenergiekonzept Variante 4**

	elektrisch
<b>Variante 4</b>	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF, beheizt/klimatisiert</sub> a
<b>Gebäudetechnik:</b>	
Solarthermie	0,05
Solaranlage ENERGYbase	0,03
WP-Anlage ENERGYbase	0,25
Pumpen Bauteilaktivierung	0,16
Kühlung Hilfsenergie	0,73
Kühlung Hilfsenergie Back-Up	5,00
Lüftung mit Be- und Entfeuchtung (Büro, Gewerbeflächen)	2,90
Lüftung (Seminar, Restaurant)	0,80
Lüftung Garage	0,25
Warmwasserbereitung (WP: COP=3)	0,40
Beleuchtung	3,34
Sicherheitsbeleuchtung	0,10
Regeltechnik/Gebäudeleittechnik	0,99
Aufzüge	0,37
Abluftanlagen	0,16
Wasseraufbereitung	0,10
Brandmeldeanlage, CO Warnanlage, RWA Anlage	0,05
<b>Geräte:</b>	
Büroausstattung	6,32
Sonstige Geräte (Beamer)	0,02
Teeküchen (40 x 5m <sup>2</sup> )	0,03
Restaurant	1,23
<b>Summe elektrischer Endenergiebedarf</b>	<b>24,02</b>

Tabelle 8 – Zusammenfassung der kostenrelevanten Verbräuche elektrischer Energie für V4<sup>7</sup>

elektrisch	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF beheizt/klimatisiert a</sub>	W/m <sup>2</sup> <sub>BGF beheizt/klimatisiert</sub>
Strom Verbraucher	11,05	1,26
Strom Techn. Geräte ohne Kühl/Lü	1,31	0,15
Heizung + Warmwasser	0,88	0,10
Kühlen und Lüften	9,68	1,10
Aufzüge	0,37	0,04
Summe	23,28	2,66
Solare Gewinne PV	-22,76	-2,60

Tabelle 9 – Zusammenfassung der kostenrelevanten Verbräuche elektrischer Energie<sup>7</sup> V4

### 1.10.3 Wasserverbrauch pro Person und Jahr

Der Wasserverbrauch pro Person und Jahr wird im ABK-Modell standardmäßig für Büronutzung mit 45 l pro Person und Arbeitstag angenommen, was bei 200 Arbeitstagen im Jahr einen Wasserverbrauch von 9000 l pro Person im Jahr ergibt.

Da für das Fitnessstudio, das Restaurant und das Café keine Angaben zu Personenbelegung und Wasserverbrauch verfügbar sind, wurden folgende Annahmen getroffen:

#### Fitnessstudio:

Im Fitnessstudio mit einer Nutzfläche von 358 m<sup>2</sup> wurde von einer durchschnittlichen Personenbelegung der Trainingsfläche mit 3 Personen ausgegangen. Bei einer durchschnittlichen Trainingsdauer von 1,5 Stunden und 12 h Öffnungszeit ergeben sich daraus 25 Nutzer am Tag. Dazu werden täglich 2 Kurse mit einer Belegung von 15 Personen angenommen, woraus sich eine durchschnittliche Nutzerzahl von 55 Personen pro Tag ergibt. Weiters wird von einer Nutzung an 310 Tagen im Jahr (etwa 6 Tage pro Woche) ausgegangen. Der Wasserverbrauch für das Fitnessstudio wurde nach SIA 2024 mit 80l pro Tag und Person angesetzt.

#### Restaurant und Cafe:

Restaurant und Cafe verfügen zusammen über eine Nutzfläche von 327 m<sup>2</sup>, wovon 200 m<sup>2</sup> (ca. 5/3) dem Gastraum zugeordnet werden. Bei einer Nutzfläche von 1,25 m<sup>2</sup> je Sitzplatz und einer Belegung von 3 Personen je Sitzplatz und Tag, ergibt sich eine durchschnittliche Nutzung von 480 Personen gesamt pro Tag. Auch hier wird die Betriebsdauer mit 310 Tagen im Jahr angenommen. Der Wasserverbrauch im Gastronomiebereich wurde pro Person und Tag nach VDI 3807, Blatt 3 mit 15l angesetzt.

	Nutzfläche [m <sup>2</sup> ]	Wasserverbrauch pro Tag und Person [l/d P]	Betriebs-tage im Jahr	durchschnittliche tägliche Personenbelegung	Wasserverbrauch pro Jahr [l/a]
Büro	9.689	45	200	646	5.814.000
Fitnessstudio	358	80	310	55	1.364.000
Restaurant und Café	327	15	310	480	2.232.000
<b>Wasserverbrauch im Jahr gesamt:</b>					<b>9.410.000</b>

Tabelle 10 – Angenommene Wasserverbräuche

### 1.10.4 Müllmenge pro Person und Jahr

Die erzeugte Müllmenge wird im ABK-Modell standardmäßig für Büronutzung mit 2,6 m<sup>3</sup> pro Büromitarbeiter und Jahr angesetzt.

Da für Fitnessraum und Restaurant keine Angaben zu Personenbelegung und erzeugter Müllmenge verfügbar sind, wurde diese normativ mit Faktoren versehen und zur erzeugten Müllmenge pro Person addiert, wodurch sich eine fiktive erzeugte Müllmenge von 4,6 m<sup>3</sup> pro Person und Jahr ergibt.

	Faktor	m <sup>3</sup> /Jahr Person
<b>Büro</b>	1,00	2,6
<b>Fitnessraum</b>	0,25	0,7
<b>Restaurant</b>	0,50	1,3
<b>Gesamt</b>		<b>4,6</b>

Tabelle 11 – Angenommene Müllmengen

### 1.11 Objektbeseitigung, Abbruch

Die Materialzusammensetzung für die Berechnung der Entsorgungskosten wurde nach LfU Baden-Württemberg 2001<sup>8</sup> bzw. auf Basis eigener Recherchen folgendermaßen angenommen:

Gebäudetyp	Beton	Ziegel	Holz	Metalle	Restabfall	Sonstiges
	(t/m <sup>3</sup> BRI)					
<b>Stahlbeton-Skelettbau</b>	0,23	0,006	0,004	0,002	0,002	0,002
<b>Holz-Stahl</b>	0,036	0,001	0,035	0,01	0,024	0,002
<b>Holz-STB</b>	0,23	0,001	0,025	0,002	0,024	0,002

Tabelle 12 – Unterschiedliche Materialzusammensetzungen für den Abfall

#### 1.11.1 Fachliteratur

1. Bleiberschnig Daniel: Kostenfunktionen - Erneuerbare-Energie-Technologien. Bachelorarbeit am Institut für Thermodynamik und Energiewandlung, Technische Universität Wien. Wien 2010.
2. ÖNORM B 1801-2 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2: Objekt-Folgekosten
3. ÖNORM B 1801-2 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 1: Objekterrichtung
4. ÖNORM B 1802-1 Liegenschaftsbewertung Teil 2: Discounted-Cash-Flow-Verfahren (DCF-Verfahren) vom 01.12.2008
5. Floegl, H. (2008-2009): Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien, Forschungsprojekt „Nachhaltig massiv“ des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie der Wirtschaftskammer Österreich“, 2008-2009.
6. Floegl, H.(2011), Kennzahlen für ökonomische Nachhaltigkeit von Gebäuden; Netzwerk bau, Fachzeitschrift für Baumanagement und Bauwirtschaft, Nr. 14-011, S. 24 – 27, ISSN 1817-7980.
7. LEKOS Programm zur Berechnung von Lebenszykluskostenprognosen © Donau-Universität Krems

### 1.12 Unterlagen

120522-FUTUREbase-AIT-pos.ppt  
 Fut-20120302-bebauungsstudie-sammelmappe.pdf  
 Plusenergiekonzepte\_inkl\_Neubau.xlsm

<sup>8</sup> O. RENTZ, A. SEEMANN, F. SCHULTMANN: *Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden- Handlungsanleitung*, Abschlußbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, erschienen unter: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Reihe „Kreislaufwirtschaft und Abfallbehandlung“, Nr. 17, publiziert durch: Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim [[http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13512/abbruch\\_von\\_gebaeuden.pdf?command=downloadContent&filename=abbruch\\_von\\_gebaeuden.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13512/abbruch_von_gebaeuden.pdf?command=downloadContent&filename=abbruch_von_gebaeuden.pdf), Zugriff: 30.07.2009]

### **1.13 Disclaimer, Haftungsausschluss**

Die Verfasser der Berechnung und die Felis GmbH erklären, die vorliegende Berechnung mit großer Sorgfalt erstellt zu haben. Diese Berechnung beruht auf einer Reihe von Angaben, die von den Pos-Architekten, (Frau Ursula Schneider) vom Energy Department Sustainable Building Technologies der AIT Austrian Institute of Technology GmbH (Frau Anita Preisler) und von der Wirtschaftsagentur Wien, (Herrn Werner Weiss) und von idealisierten Annahmen, die aus dem Forschungsprojekt „Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien, Forschungsprojekt „Nachhaltig massiv“ des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie der Wirtschaftskammer Österreich“, 2008-2009.“, übernommen wurden, sowie weiteren Annahmen, die aus der gegenwärtigen Wirtschaftslage und Erfahrungswerten und der VDI 2067 kommen. Eine Haftung für die Ergebnisse wird dabei ausgeschlossen.

## 2 Ergebnisse

Allgemein	V1 STB V2 Invest		V2 STB V2 Ökostrom		V3 STB V4 Invest		
	Nur	Gesamt	Mittelwert/Jahr	Gesamt	Mittelwert/Jahr	Gesamt	Mittelwert/Jahr
Grund	E0	0	0	0	0	0	0
Aufschließung	E1	180.000	4.500	180.000	4.500	180.000	4.500
Bauwerk - Rohbau	E2	8.434.596	210.865	8.434.596	210.865	8.434.596	210.865
Bauwerk - Technik	E3	8.825.100	220.628	9.343.800	233.595	9.105.484	227.637
Bauwerk - Ausbau	E4	10.454.793	261.370	10.454.793	261.370	10.454.793	261.370
Einrichtung	E5	208.320	5.208	208.320	5.208	208.320	5.208
Außenanlagen	E6	210.000	5.250	210.000	5.250	210.000	5.250
Planungsleistungen	E7	5.668.706	141.718	5.668.706	141.718	5.708.706	142.718
Nebenleistungen	E8	1.476.225	36.906	1.476.225	36.906	1.476.225	36.906
Reserven	E9	2.952.451	73.811	2.952.451	73.811	2.952.451	73.811
Bauwerkskosten [E2-E4]		27.714.489	692.862	28.233.189	705.830	27.994.873	699.872
Baukosten [E1-E6]		28.312.809	707.820	28.831.509	720.788	28.593.193	714.830
<b>Errichtungskosten [E1-E9]</b>		<b>38.410.191</b>	<b>960.255</b>	<b>38.928.891</b>	<b>973.222</b>	<b>38.730.575</b>	<b>968.264</b>
Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]		38.410.191	960.255	38.928.891	973.222	38.730.575	968.264
Verwaltung	F1	1.519.251	37.981	1.519.251	37.981	1.519.251	37.981
Technischer Gebäudebetrieb	F2	16.384.496	409.612	17.096.426	427.411	16.361.415	409.035
Ver- und Entsorgung	F3	3.454.642	86.366	-1.258.803	-31.470	-4.845.736	-121.143
Reinigung und Pflege	F4	32.196.958	804.924	32.196.958	804.924	32.021.578	800.539
Sicherheit	F5	2.625.600	65.640	2.625.600	65.640	2.625.600	65.640
Gebäudedienste	F6	8.866.537	221.663	8.866.537	221.663	8.866.537	221.663
Instandsetzung, Umbau	F7	66.636.171	1.665.904	67.516.824	1.687.921	66.908.786	1.672.720
Sonstiges	F8	0	0	0	0	0	0
Objektbeseitigung, Abbruch	F9	2.665.277	66.632	2.650.260	66.257	2.665.277	66.632
Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5]		56.180.946	1.404.524	52.179.432	1.304.486	47.682.108	1.192.053
Gebäudebasiskosten [E1-F5]		94.591.137	2.364.778	91.108.323	2.277.708	86.412.683	2.160.317
Nutzungskosten [F1-F8]		131.683.654	3.292.091	128.562.793	3.214.070	123.457.431	3.086.436
Folgekosten [F1-F9]		134.348.930	3.358.723	131.213.052	3.280.326	126.122.707	3.153.068
<b>Lebenszykluskosten [E1-F9]</b>		<b>172.759.121</b>	<b>4.318.978</b>	<b>170.141.943</b>	<b>4.253.549</b>	<b>164.853.282</b>	<b>4.121.332</b>

Allgemein	V4 STB V4 Ökostrom		V5 HolzSTB Verbund V4 Ökostrom		V6 HolzStahl V4 Ökostrom		
	Nun	Gesamt	Mittelwert/Jahr	Gesamt	Mittelwert/Jahr	Gesamt	Mittelwert/Jahr
Grund	E0	0	0	0	0	0	0
Aufschließung	E1	180.000	4.500	180.000	4.500	180.000	4.500
Bauwerk - Rohbau	E2	8.434.596	210.865	10.400.923	260.023	10.685.953	267.149
Bauwerk - Technik	E3	9.581.960	239.549	9.790.280	244.757	9.790.280	244.757
Bauwerk - Ausbau	E4	10.454.793	261.370	10.561.724	264.043	10.846.754	271.169
Einrichtung	E5	208.320	5.208	208.320	5.208	208.320	5.208
Außenanlagen	E6	210.000	5.250	210.000	5.250	210.000	5.250
Planungsleistungen	E7	5.708.706	142.718	6.150.585	153.765	6.264.597	156.615
Nebenleistungen	E8	1.476.225	36.906	1.476.225	36.906	1.476.225	36.906
Reserven	E9	2.952.451	73.811	2.952.451	73.811	2.952.451	73.811
Bauwerkskosten [E2-E4]		28.471.349	711.784	30.752.927	768.823	31.322.987	783.075
Baukosten [E1-E6]		29.069.669	726.742	31.351.247	783.781	31.921.307	798.033
Errichtungskosten [E1-E9]		39.207.051	980.176	41.930.508	1.048.263	42.614.580	1.065.365
<b>Gesamtkosten Errichtung [E0-E9]</b>		<b>39.207.051</b>	<b>980.176</b>	<b>41.930.508</b>	<b>1.048.263</b>	<b>42.614.580</b>	<b>1.065.365</b>
Verwaltung	F1	1.519.251	37.981	1.519.251	37.981	1.519.251	37.981
Technischer Gebäudebetrieb	F2	17.015.392	425.385	17.474.850	436.871	17.553.092	438.827
Ver- und Entsorgung	F3	-9.173.297	-229.332	-9.173.297	-229.332	-9.613.861	-240.347
Reinigung und Pflege	F4	32.021.578	800.539	32.021.578	800.539	32.021.578	800.539
Sicherheit	F5	2.625.600	65.640	2.625.600	65.640	2.625.600	65.640
Gebäudedienste	F6	8.866.537	221.663	8.866.537	221.663	8.866.537	221.663
Instandsetzung, Umbau	F7	67.650.149	1.691.254	69.178.534	1.729.463	69.843.938	1.746.098
Sonstiges	F8	0	0	0	0	0	0
Objektbeseitigung, Abbruch	F9	2.650.260	66.257	4.281.930	107.048	3.425.127	85.628
Kosten des Gebäudebetriebs [F1-F5]		44.008.525	1.100.213	44.467.982	1.111.700	44.105.661	1.102.642
Gebäudebasiskosten [E1-F5]		83.215.576	2.080.389	86.398.490	2.159.962	86.720.241	2.168.006
Nutzungskosten [F1-F8]		120.525.211	3.013.130	122.513.053	3.062.826	122.816.135	3.070.403
Folgekosten [F1-F9]		123.175.471	3.079.387	126.794.983	3.169.875	126.241.262	3.156.032
<b>Lebenszykluskosten [E1-F9]</b>		<b>162.382.522</b>	<b>4.059.563</b>	<b>168.725.492</b>	<b>4.218.137</b>	<b>168.855.843</b>	<b>4.221.396</b>

Tabelle 13 – Lebenszykluskosten der Varianten STB V2 Invest, STB V2 Ökostrom, STB V4 Invest, STB V4 Ökostrom, HolzSTBVerbund V4 Ökostrom, HolzStahlV4 Ökostrom

## 2.1 Aufschlüsselung der Ver- und Entsorgungskosten für V1 bis V6

In den folgenden 4 Tabellen werden die Kosten der Folgekostenhauptgruppe „Ver- und Entsorgung“ für die 4 unterschiedlichen Energieversorgungsvarianten aufgeschlüsselt dargestellt.

V1 (Plusenergiekonzept V2/Invest)		Eigenstrom	
Bezeichnung	Nummer	Gesamt	Mittelwert/Jahr
<b>Ver- und Entsorgung</b>	<b>F3</b>	<b>3.454.642</b>	<b>86.366</b>
Strom Verbraucher	F3.1.a	1.199.243	29.981
Strom Technik	F3.1.b	142.301	3.558
Strom Aufzüge	F3.1.c	40.192	1.005
Heizung + Warmwasser	F3.1.d	394.316	9.858
Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)	F3.1.e	1.051.510	26.288
Wasser und Abwasser	F3.2	2.870.969	71.774
Müllentsorgung	F3.3	137.511	3.438
Energieerträge (PV)	F3.4	-2.381.401	-59.535
Errichtungskosten Bauwerk - Technik	E3	8.825.100	
V2 (Plusenergiekonzept V2/Ökostrom)		Stromeinspeisung	
Bezeichnung	Nummer	Gesamt	Mittelwert/Jahr
<b>Ver- und Entsorgung</b>	<b>F3</b>	<b>-1.258.803</b>	<b>-31.470</b>
Strom Verbraucher	F3.1.a	1.199.243	29.981
Strom Technik	F3.1.b	142.301	3.558
Strom Aufzüge	F3.1.c	40.192	1.005
Heizung + Warmwasser	F3.1.d	394.316	9.858
Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)	F3.1.e	1.051.510	26.288
Wasser und Abwasser	F3.2	2.870.969	71.774
Müllentsorgung	F3.3	137.511	3.438
Energieerträge PV	F3.4	-7.094.846	-177.371
Errichtungskosten Bauwerk - Technik	E3	9.343.800	
V3 (Plusenergiekonzept V4/Invest)		Abwärme RTA + Eigenstrom	
Bezeichnung	Nummer	Gesamt	Mittelwert/Jahr
<b>Ver- und Entsorgung</b>	<b>F3</b>	<b>-4.845.736</b>	<b>-121.143</b>
Strom Verbraucher	F3.1.a	1.199.243	29.981
Strom Technik	F3.1.b	142.301	3.558
Strom Aufzüge	F3.1.c	40.192	1.005
Heizung + Warmwasser	F3.1.d	509.976	12.749
Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)	F3.1.e	1.051.510	26.288
Wasser und Abwasser	F3.2	2.870.969	71.774
Müllentsorgung	F3.3	137.511	3.438
Energieerträge (PV und Wärmeverkauf)	F3.4	-10.797.439	-269.936
Errichtungskosten Bauwerk - Technik	E3	9.105.484	
V4 bis V6 (Plusenergiekonzept V4/Ökostrom)		Abwärme RTA + Stromeinspeisung	
Bezeichnung	Nummer	Gesamt	Mittelwert/Jahr
<b>Ver- und Entsorgung</b>	<b>F3</b>	<b>-9.173.297</b>	<b>-229.332</b>
Strom Verbraucher	F3.1.a	1.199.243	29.981
Strom Technik	F3.1.b	142.301	3.558
Strom Aufzüge	F3.1.c	40.192	1.005
Heizung + Warmwasser	F3.1.d	509.976	12.749
Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)	F3.1.e	1.051.510	26.288
Wasser und Abwasser	F3.2	2.870.969	71.774
Müllentsorgung	F3.3	137.511	3.438
Energieerträge (PV und Wärmeverkauf)	F3.4	-15.124.999	-378.125
Errichtungskosten Bauwerk - Technik (STB)	E3	9.581.960	

Tabelle 14 – Version 1 bis Version 4 Ver- und Entsorgung  
Erträge aus der PV-Anlage und dem Wärmeverkauf sind als negative Kosten dargestellt.

V7 Standardbürogebäude modern		Eigenstrom	
Allgemein			
Bezeichnung	Nummer	Gesamt	Mittelwert/Jahr
<b>Ver- und Entsorgung</b>	<b>F3</b>	<b>14.148.588</b>	<b>353.715</b>
Strom Verbraucher	F3.1.a	3.330.505	83.263
Strom Technik	F3.1.b	142.301	3.558
Strom Aufzüge	F3.1.c	40.192	1.005
Heizung + Warmwasser	F3.1.d	4.911.434	122.786
Klimatisierungskosten (Kühlen/Lüften)	F3.1.e	2.715.676	67.892
Wasser und Abwasser	F3.2	2.870.969	71.774
Müllentsorgung	F3.3	137.511	3.438
Energieerträge (PV)	F3.4	0	

Tabelle 15 – Standard-Bürogebäude – Ver- und Entsorgungskosten

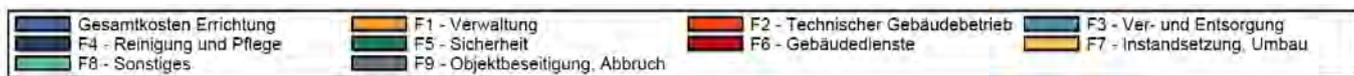
Zum Vergleich wurde in Tabelle 1 ein FUTUREBase Gebäude in moderner Standard-Büroausführung ohne Photovoltaik und Niedrigstenergiegeräte abgeschätzt.

Es wurde angenommen:

1. Gasheizung mit einem Gaspreis von € 0,0537 /kWh inkl. Abgaben exkl. MWSt.
2. Heizenergiebedarf von 65 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF beheizt</sub> a
3. Strom Verbraucher inkl. Beleuchtung 3,50 W/m<sup>2</sup><sub>BGF beheizt</sub>, entspricht 30,66 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF beheizt</sub> a
4. Klimatisierungsenergiebedarf 25,0 kWh//m<sup>2</sup><sub>BGF beheizt</sub> a

Alle anderen Annahmen wie bei Variante 1

## 2.2 Grafische Darstellung der Lebenszykluskosten



Projekt: FUTUREBASE 3.0 - FUTUREbase  
 Version: Version 1 (STB/V2/Invest) -  
 Stand: 27.08.2012

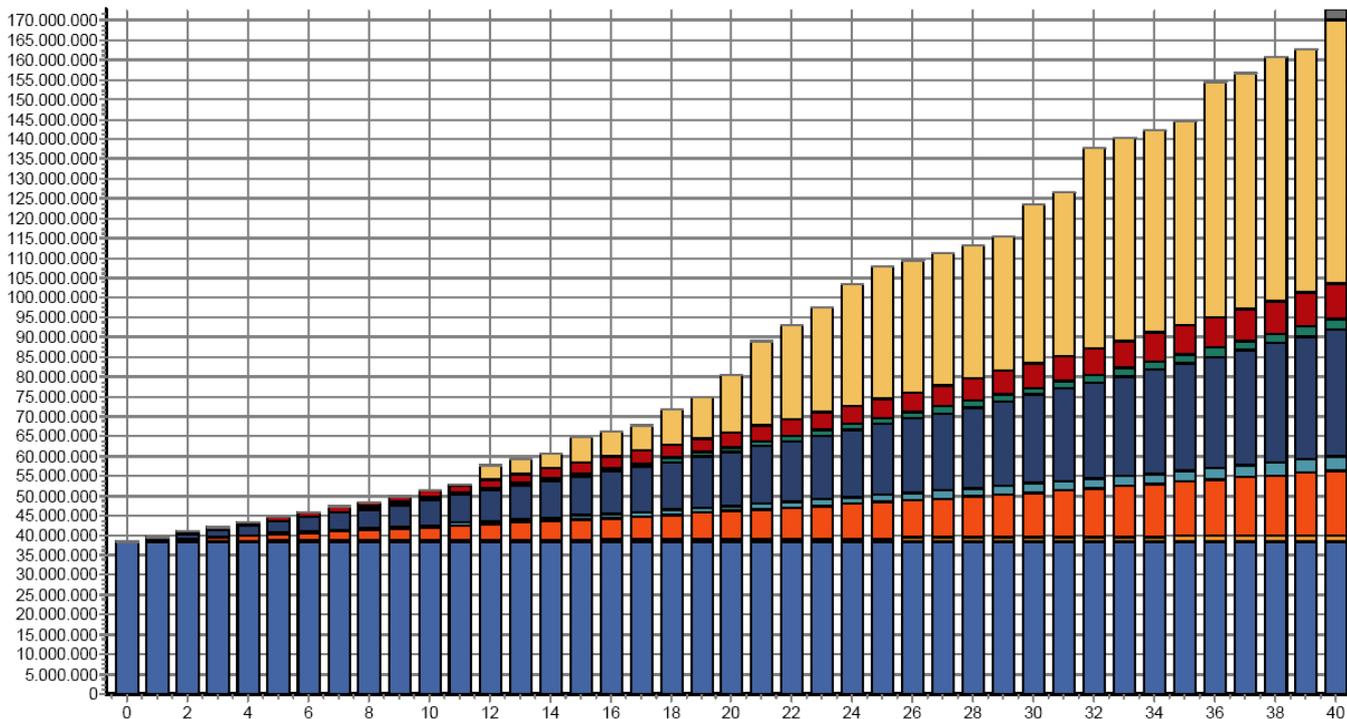


Abbildung 3 – Lebenszykluskosten Version 1

Projekt: FUTUREBASE 3.0 - FUTUREbase  
 Version: Version 2 (STB/V2/Ökostrom) - FUTUREbase  
 Stand: 27.08.2012

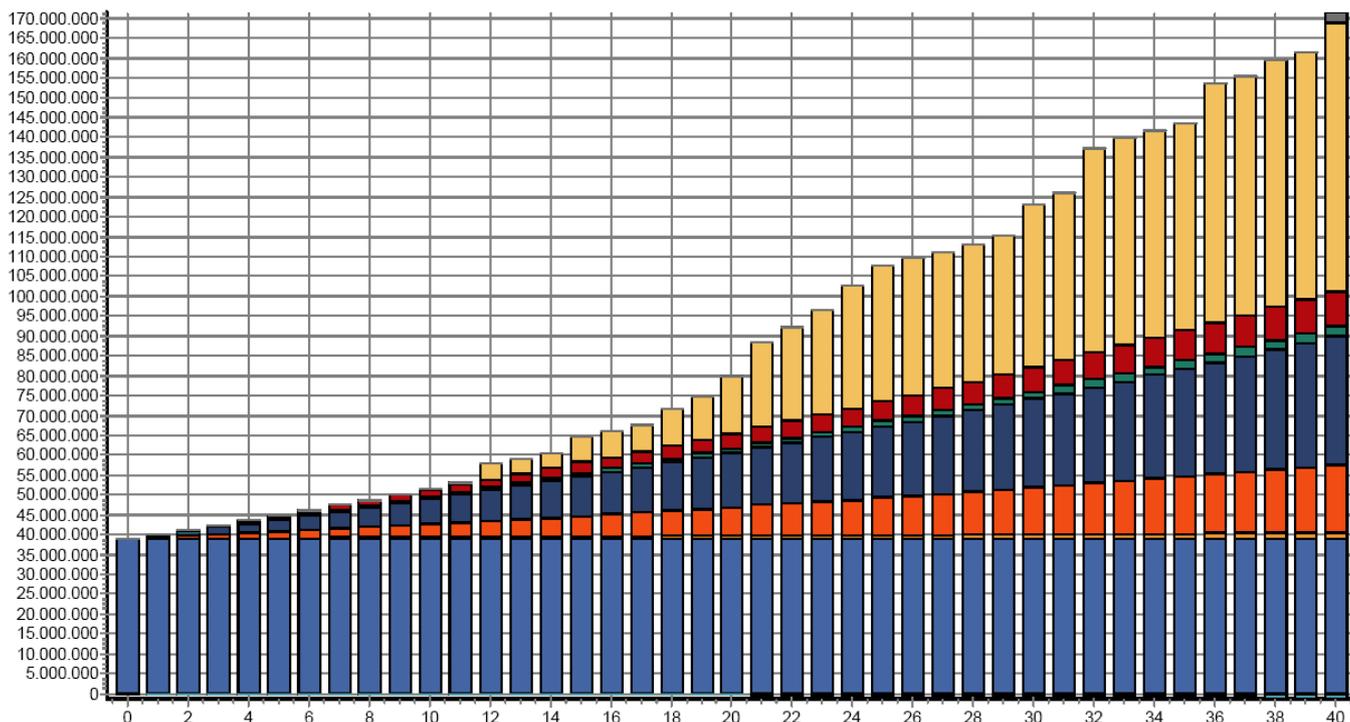


Abbildung 4 – Lebenszykluskosten Version 2



Projekt: FUTUREBASE 3.0 - FUTUREbase  
 Version: Version 3 (STB/V4/Invest) - Energiekonzept V4 und PV-Förderung  
 Stand: 27.08.2012

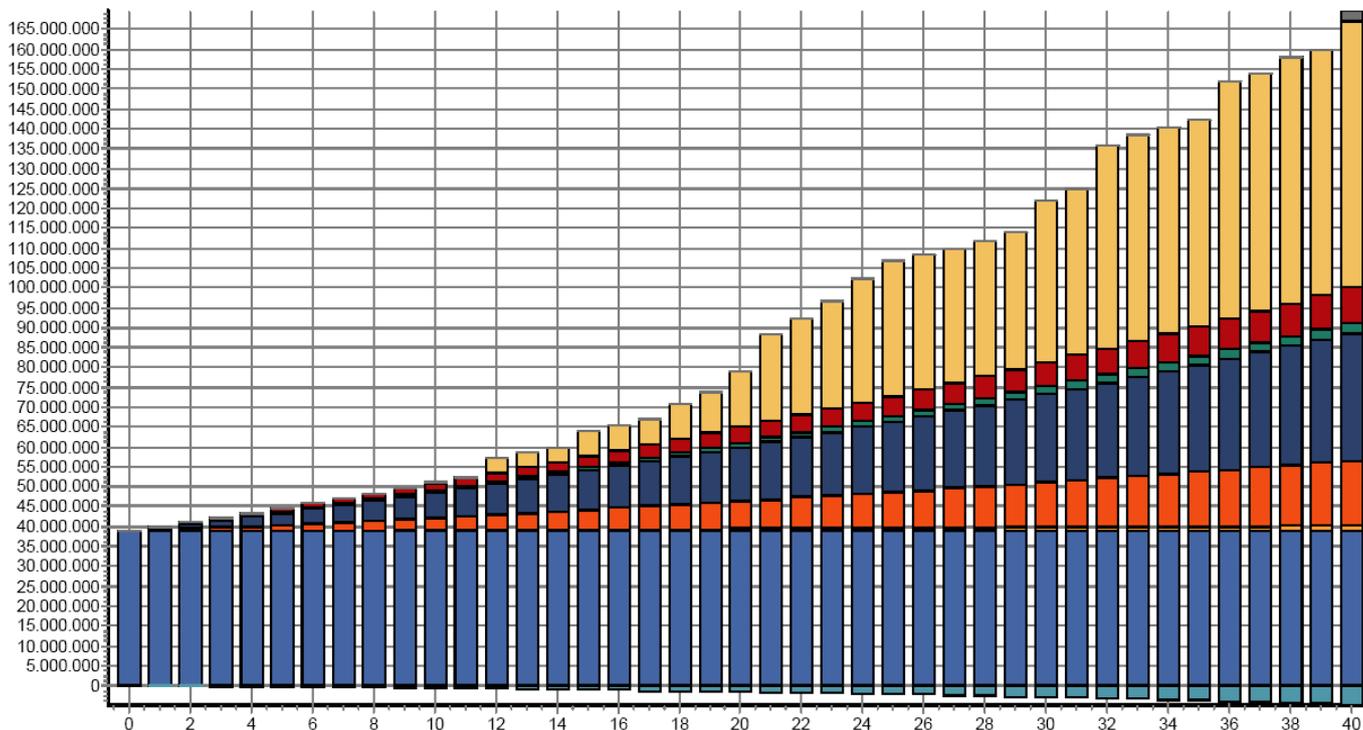


Abbildung 5 – Lebenszykluskosten Version 3 (STB/V4/Invest)

Projekt: FUTUREBASE 3.0 - FUTUREbase  
 Version: Version 4 (STB/V4/Ökostrom) - Verbesserte Version  
 Stand: 27.08.2012

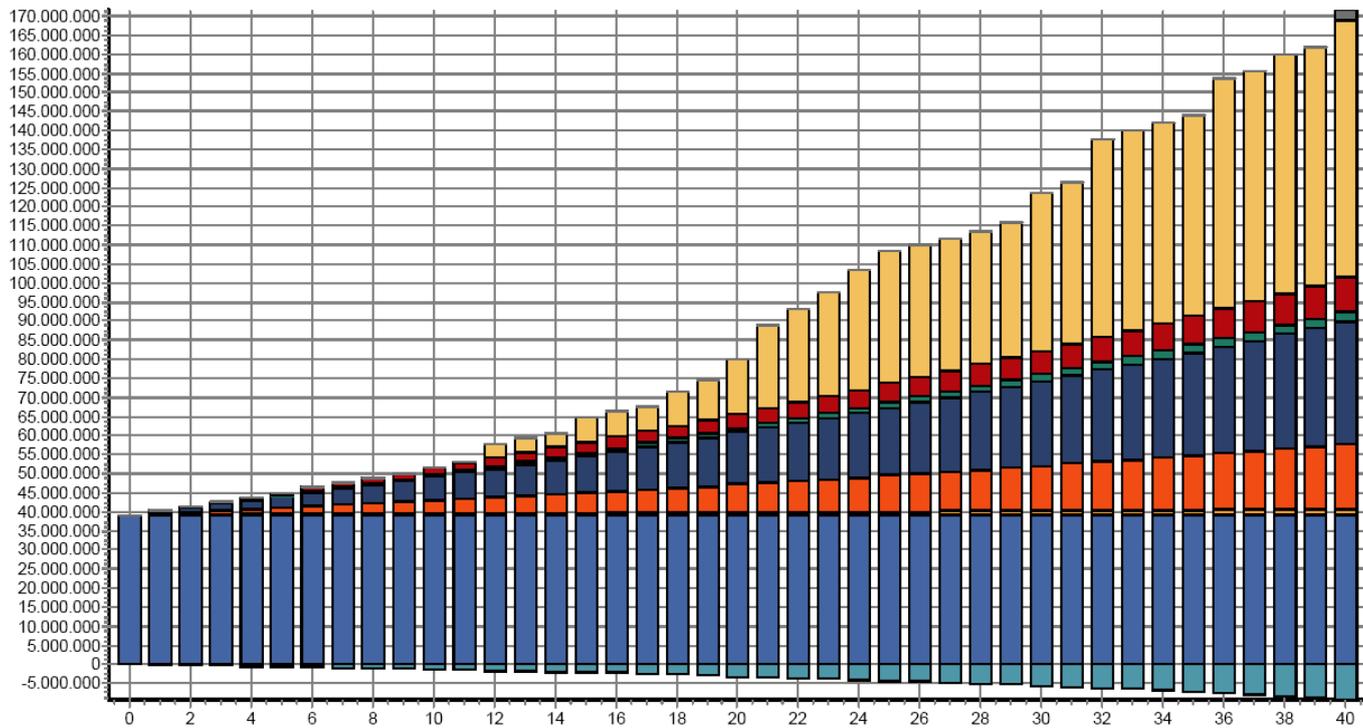
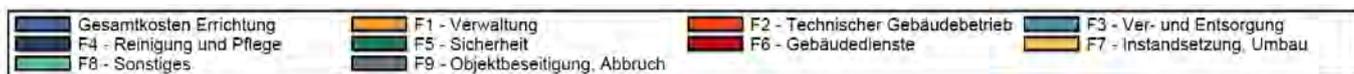


Abbildung 6 – Lebenszykluskosten Version 4 (STB/V4/Ökostrom)



Projekt: FUTUREBASE 3.0 - FUTUREbase  
 Version: V5(HolzSTBVerbund/V4/Ökostrom) -  
 Stand: 27.08.2012

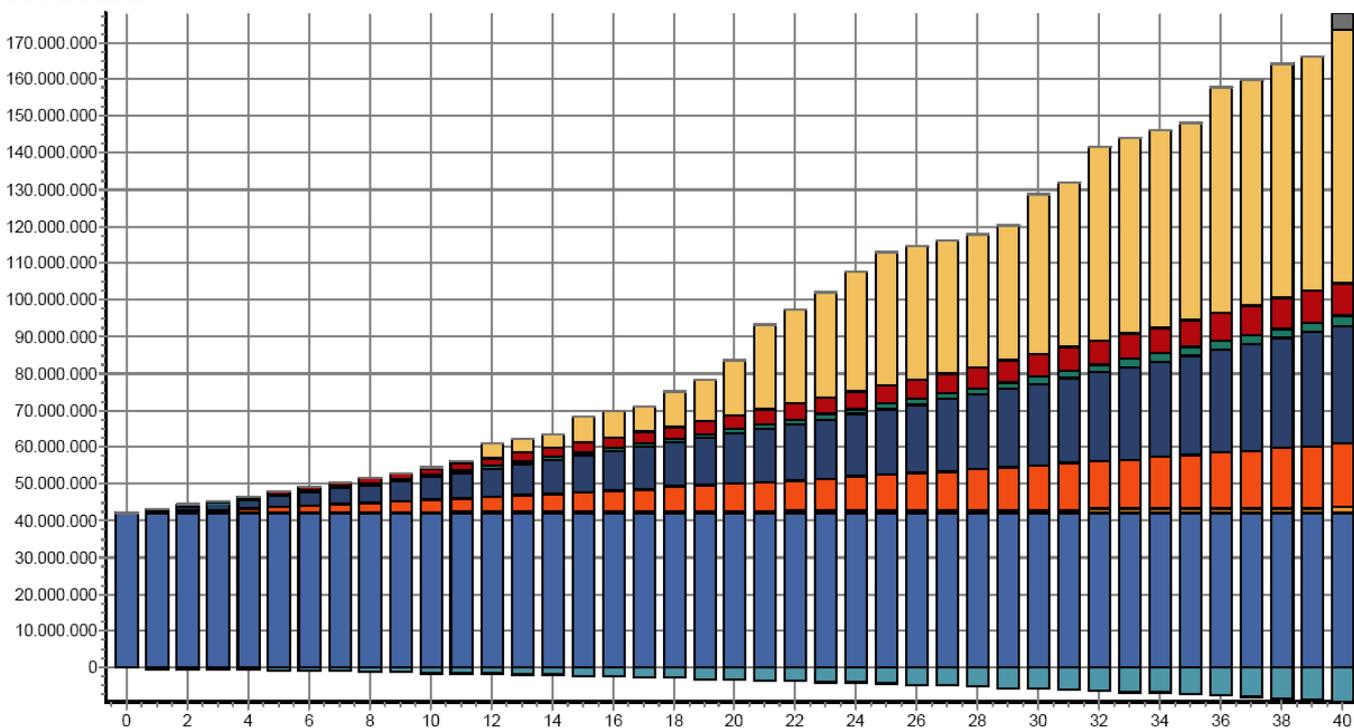


Abbildung 7 – Lebenszykluskosten Version 5

Projekt: FUTUREBASE 3.0 - FUTUREbase  
 Version: V6(Holz, Holzstahl)/V4/Ökostrom - Version 6  
 Stand: 27.08.2012

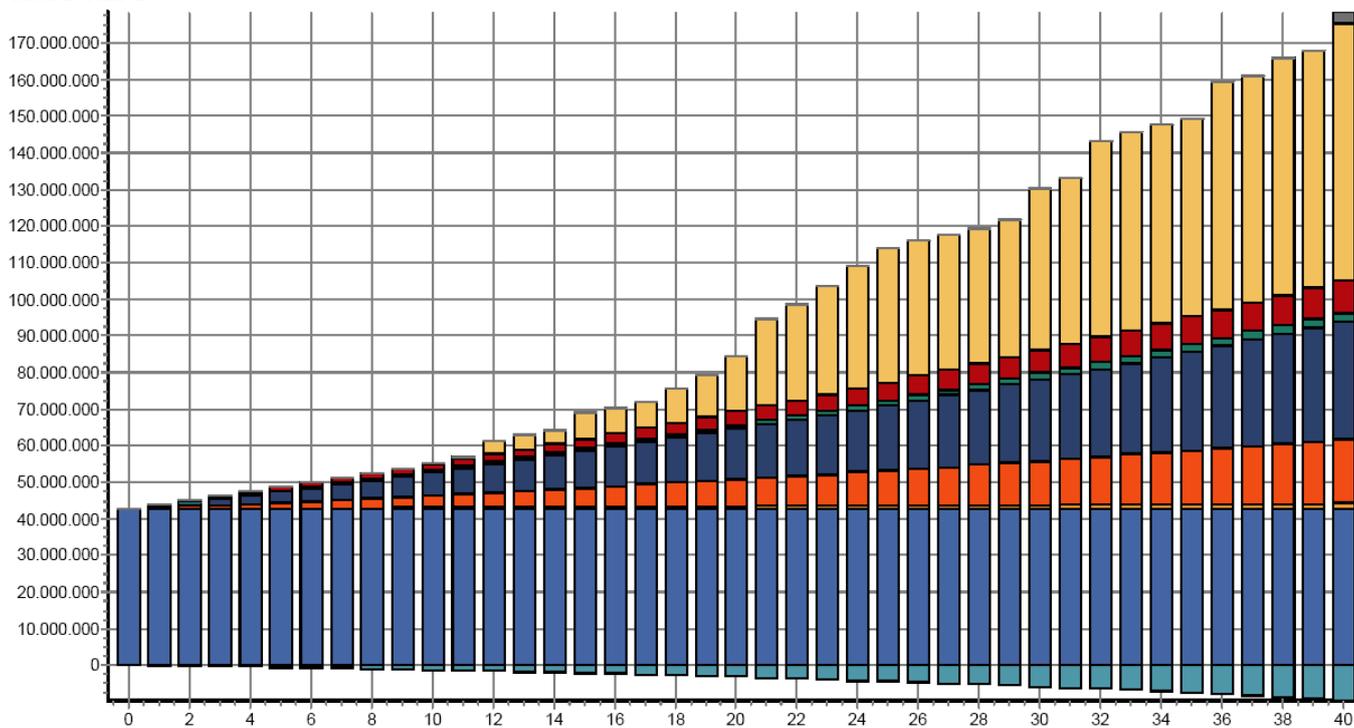


Abbildung 8 – Lebenszykluskosten Version 6

Wien und Krems, 28.08.2012 Christina Ipsier, Helmut Floegl