

# Lebenszyklusorientierung bei konventionellen Ausschreibungen im öffentlichen Hochbau

Prof. Uwe Rotermund  
FH Münster



14.11.2019, Düsseldorf



- |   |  |
|---|--|
| 1 | Kurzvorstellung                          |
| 2 | Einführung Lebenszykluskosten            |
| 3 | Praxisbeispiele                          |
| 4 | Berechnung in<br>Architekturwettbewerben |

1.

## Kurzvorstellung



## Kurzvorstellung Prof. Dipl.-Ing. Uwe Rotermund M. Eng. TM



- **Professur Facility Management/ Immobilien-Lebenszyklus-Management**  
Fachhochschule Münster, Studiengänge
  - Architektur (Bachelor u. Master)
  - Immobilien- und Facility Management (Master)
- **Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Facility Management**  
Ingenieurkammer Niedersachsen
- **Geschäftsführer rotermund.ingenieure**  
Prof. Uwe Rotermund Ingenieurgesellschaft mbH & Co KG, Höxter
- **Leiter fm.benchmarking D/A/CH**
- **Leiter GEFMA-Lounge Niedersachsen**
- 33-jährige Erfahrung als Betreiber, Ausführender (GA), Planer (TGA und GA), Berater, Sachverständiger
- Spezialisierung: Organisation FM, Gebäudebetrieb und Lebenszykluskosten

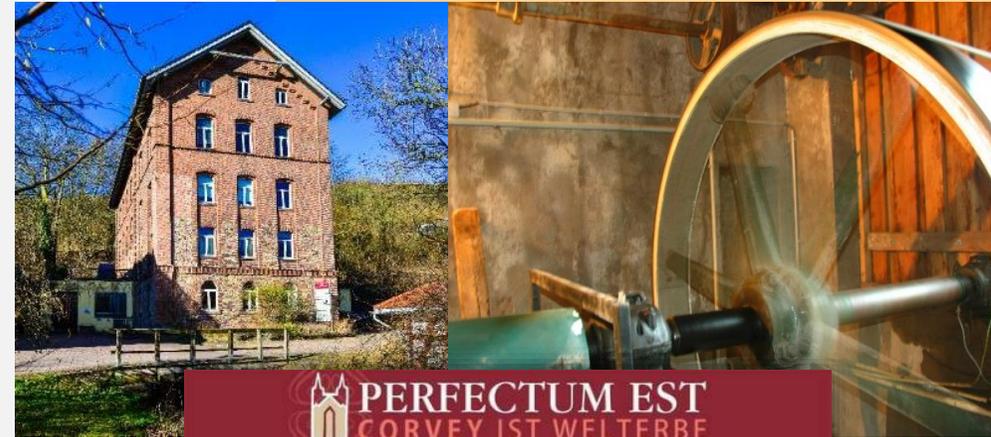
## Kurzvorstellung rotermund.ingenieure

### *Arbeitsschwerpunkt Gebäudebetrieb*

- Organisationsanalysen
- Betriebskonzepte
- FM-Ausschreibungen
- Gutachten/Auditierung von internen und externen Leistungen
- Personalbedarfsermittlung
- CAFM, IT-Systeme für Gebäudebetrieb
- Digitalisierungsstrategie FM/Gebäude

### *Arbeitsschwerpunkt Gebäudekosten*

- Nutzungs- und Lebenszykluskostenberechnungen (Bestand und Neubau)
- Begleitung Architekturwettbewerbe
- Interne Benchmarking-Projekte
- Kostenoptimierung/ Wirtschaftlichkeitsberechnungen



### *Standorte*

- Höxter, Gelsenkirchen, Münster

# Partner der öffentlichen Hand



FB Architektur  
Münster School of Architecture

- Freie und Hansestadt Hamburg
- Gemeinde Gottmadingen
- Gemeinde Haar
- Gemeinde Senden
- Gemeinde Stemwede
- Landeshauptstadt München
- Landeshauptstadt Stuttgart
- Landeshauptstadt Wiesbaden
- Landkreis Ebersberg
- Landkreis Leer
- Landkreis Peine
- Landkreis Ravensburg
- Landratsamt Weilheim-Schongau
- LIG Hamburg
- Ludwigshafener Kongress- u. Marketing
- Main-Kinzig-Kreis
- Main-Taunus-Kreis
- SBH I Schulbau Hamburg
- Samtgemeinde Boffzen
- Stadt Bad Soden am Taunus
- Stadt Boppard
- Stadt Beverungen
- Stadt Coesfeld
- Stadt Ditzingen
- Stadt Freiburg
- Stadt Fürstenfeldbruck
- Stadt Gersthofen
- Stadt Gütersloh
- Stadt Haan
- Stadt Hannover
- Stadt Kempten
- Stadt Königs Wusterhausen
- Stadt Krefeld
- Stadt Leichlingen
- Stadt Leipzig
- Stadt Limburg
- Stadt Lipstadt
- Stadt Lünen
- Stadt Marienmünster
- Stadt Menden
- Stadt Moers
- Stadt Münster
- Stadt Neuss
- Stadt Osnabrück
- Stadt Rösrath
- Stadt Roth
- Stadt Rüsselsheim
- Stadt Schortens
- Stadt Sendenhorst
- Stadt Moers
- Stadt Münster
- Stadt Neuss
- Stadt Osnabrück
- Stadt Rösrath
- Stadt Roth
- Stadt Rüsselsheim
- Stadt Schortens
- Stadt Sendenhorst
- Stadt Worms
- Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR
- Stadsiedlung Heilbronn
- Stadtverwaltung Neuwied
- Stadtverwaltung Trier
- Stadtwerke Bremen AG
- Stadtwerke Hamm
- Stadtwerke Hannover/Enercity
- Stadtwerke Osnabrück
- Stuttgarter Straßenbahnen AG
- Technische Betriebe Solingen

+ Länder

+ Bund

+ Öffentlich-rechtliche

+ Kliniken

+ Wohnungsbau

+ Rundfunkanstalten

## Projektbeispiele mit hoher LZK-Orientierung



Flughafen Berlin-Brandenburg  
LZK-Tool für Berechnung



Stadt Marienmünster (Kreis Höxter)  
LZK-Berechnung Sporthalle

2.

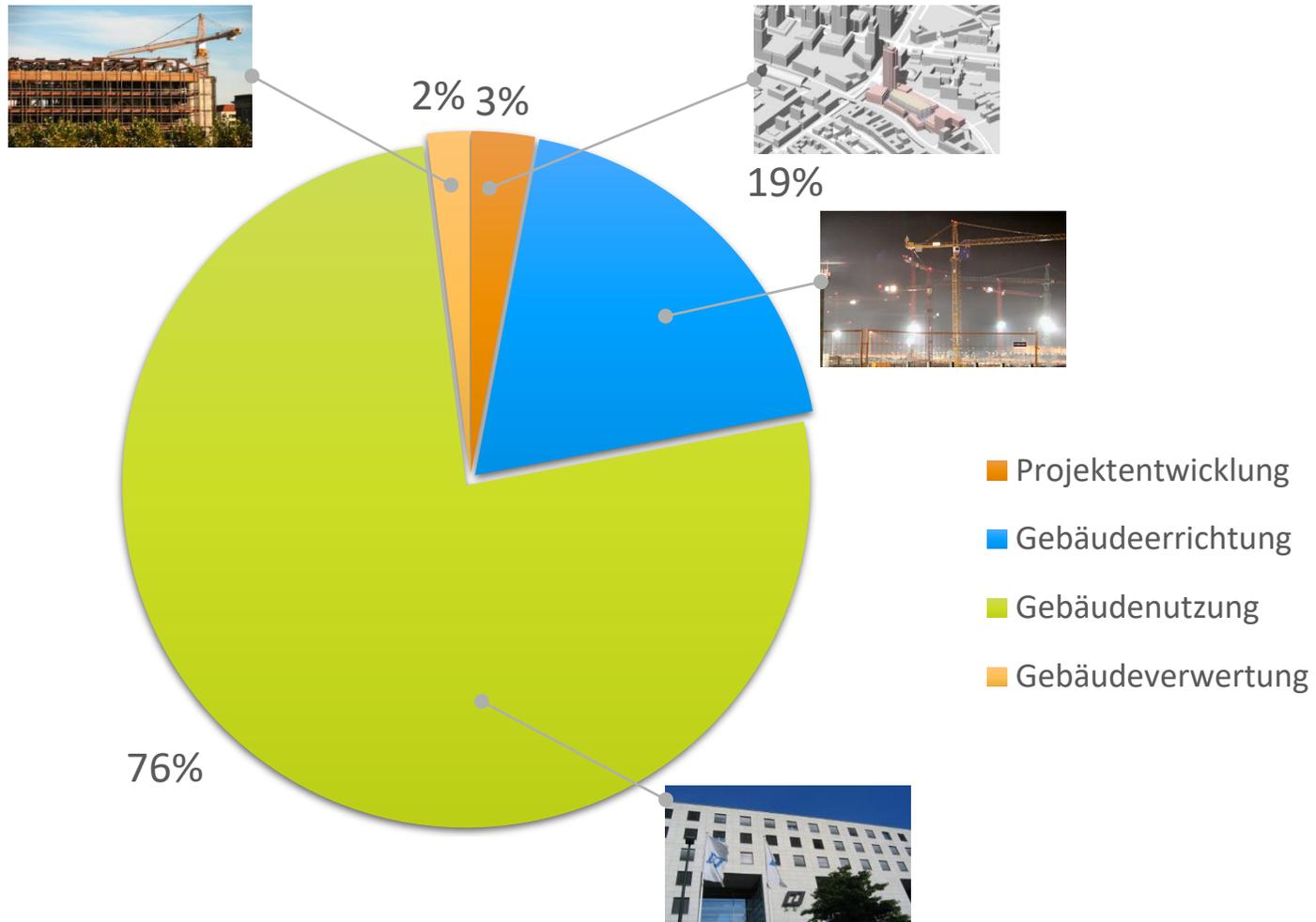
## Einführung Lebenszykluskosten

## Praxisorientierte Gliederung der Lebenszykluskosten

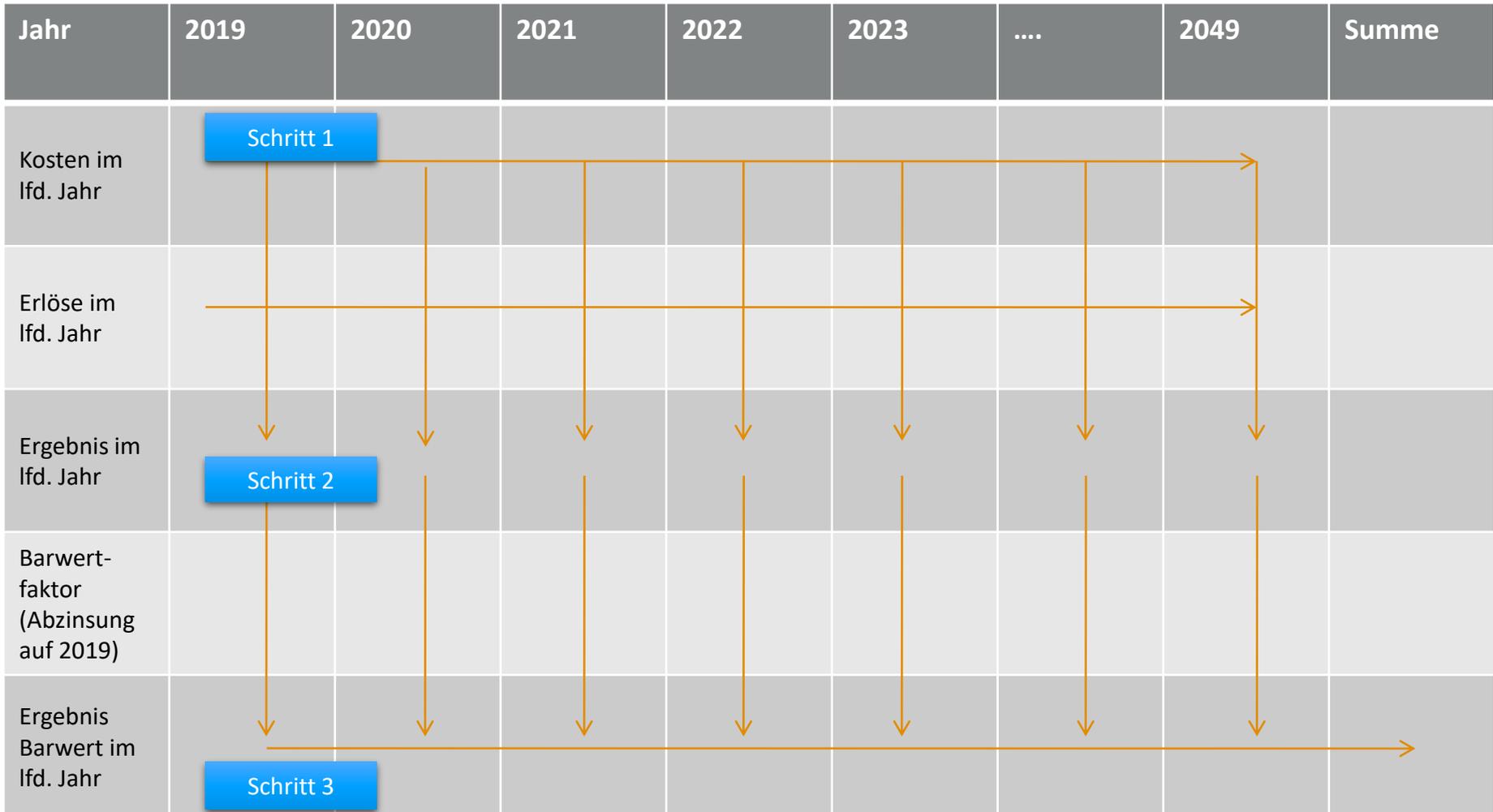


1) u.a. nach DIN 276  
2) u.a. nach DIN 18960

## Typische Kostenverteilung der Lebenszykluskosten

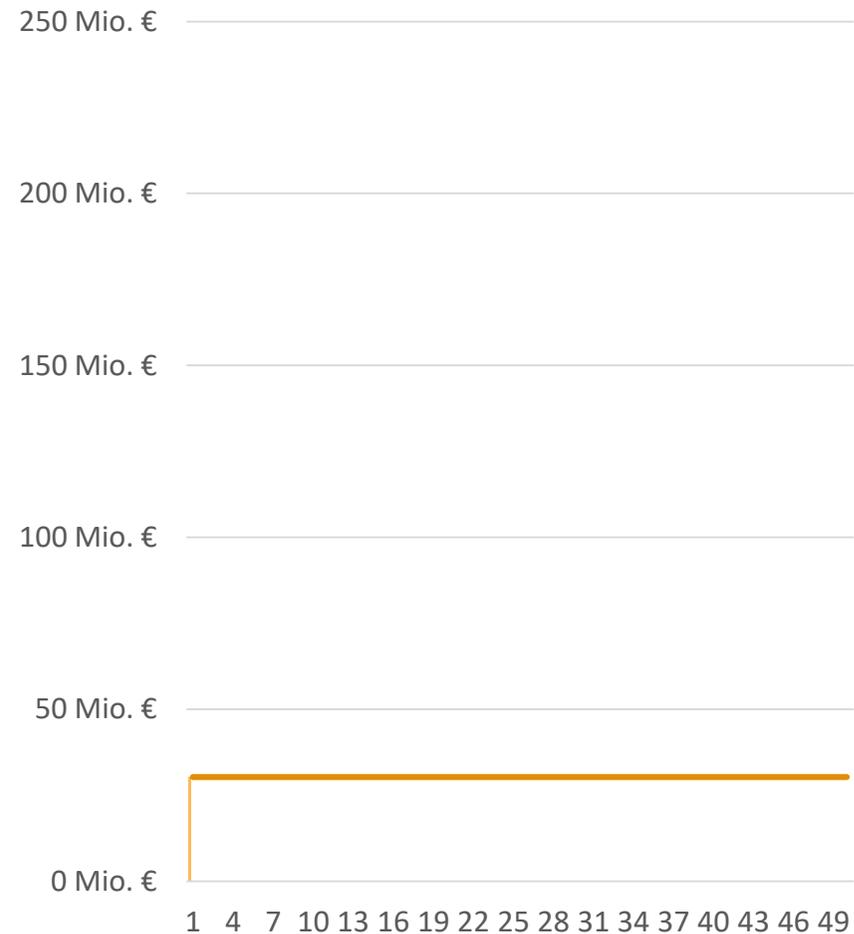


## Prinzip der Lebenszykluskostenberechnung



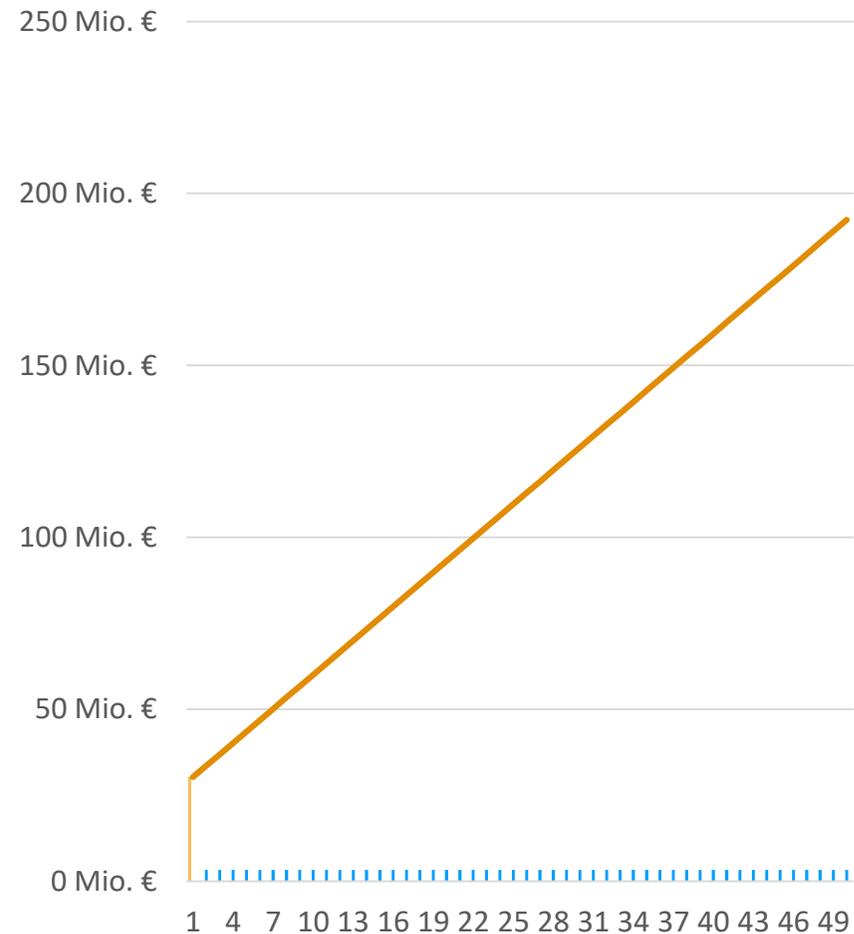
## Berechnungsaufbau Lebenszykluskosten (Schritt 1)

- **Schritt 1:**  
Errichtung- und sonstige  
Investitionskosten



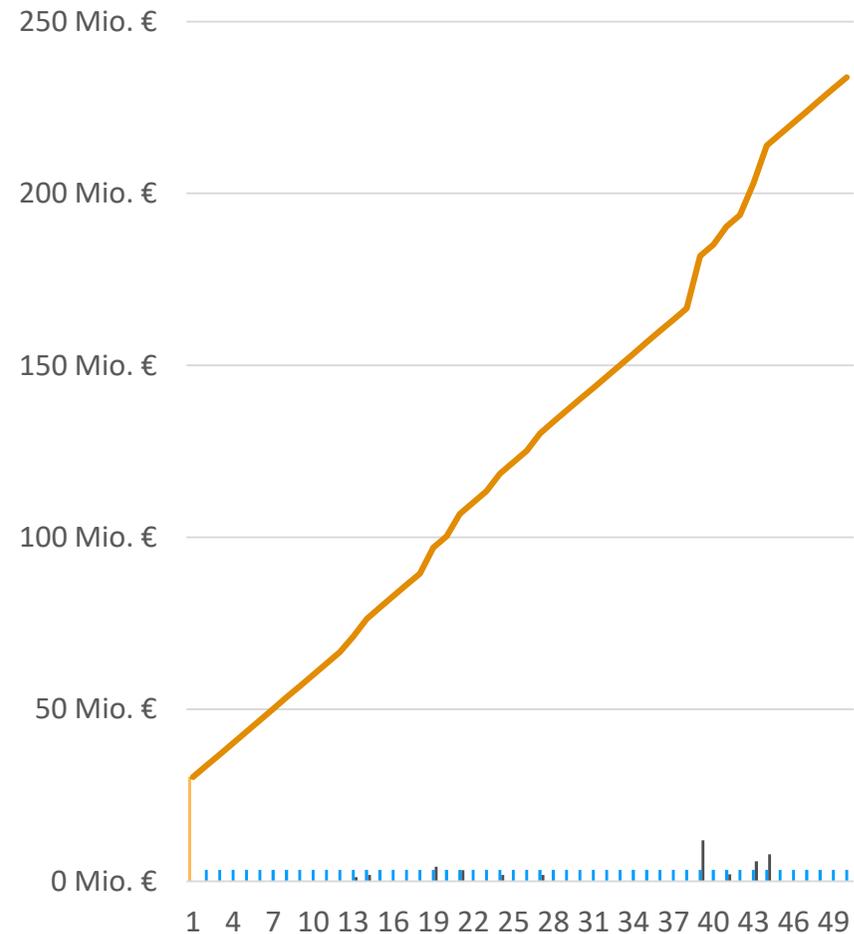
## Berechnungsaufbau Lebenszykluskosten (Schritt 2)

- **Schritt 1:**  
Errichtung- und sonstige Investitionskosten
- **Schritt 2:**  
Nutzungskosten  
(inkl. Integration von Preissteigerungen, Kapitalverzinsung, Anpassung an die Immobilienstrategie)



## Berechnungsaufbau Lebenszykluskosten (Schritt 3)

- **Schritt 1:**  
Errichtung- und sonstige Investitionskosten
- **Schritt 2:**  
Nutzungskosten  
(inkl. Integration von Preissteigerungen, Kapitalverzinsung, Anpassung an die Immobilienstrategie)
- **Schritt 3:**  
Sanierungskosten





Praxisnahes IT-Tool zur Berechnung der Lebenszykluskosten



Basis: MS-Office  
Notwendige Kenntnisse:  
MS-Excel

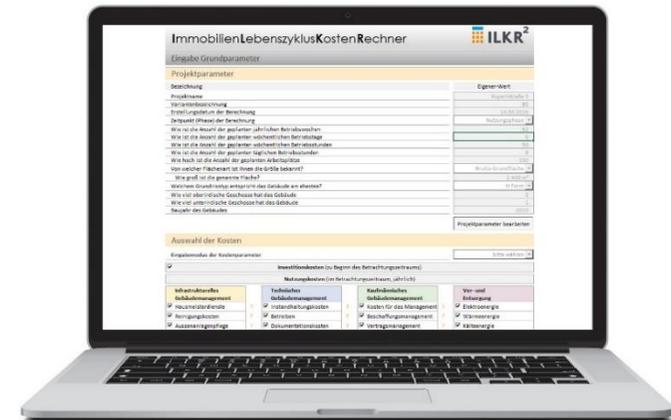


Überblick über die Kosten einer Immobilie:

- Integrierte Errichtungskosten
- **Integrierter Nutzungskostenrechner**
- Integrierte Sanierungskostenberechnung
- Integrierter Vergleich mit Benchmarks



- Schnelle und komfortable Berechnungen
- Für Einsteiger und Fortgeschrittene
- Kennzahlenausgabe nach gängigen Normen



## Anwendungsfälle der LZK-Berechnung (Beispiele)

### Wirtschaftlichkeit Neubau/Sanierung



### Architektur- wettbewerbe



### Entwurfs- planung



3.

**Praxisbeispiele**



## Evangelische Kirchengemeinde Boppard



Berechnung der Lebenszykluskosten



Ergebnisbericht als Gutachten



Gutachten als notwendige Anlage für einen staatlichen Förderantrag

### **Ausgangslage:**

- Geplante Erweiterung des Kindergartens aufgrund zusätzlichen Raumbedarfs (ca. 150 m<sup>2</sup>)
- Umfassende Sanierungsmaßnahmen an der Bau- und Anlagentechnik notwendig

## Stadt Moers



### ***Ausgangslage:***

- 30 Jahre alte Feuerwehrwache ist sanierungsbedürftig, zu klein und vom Raumkonzept her veraltet.
- Ein größerer Neubau steht zur Diskussion

## Stadt Moers: Aufgabenstellung

- Betrachtung der Szenarien
  - Sanierung und Erweiterung der bestehenden Hauptfeuerwache
  - Neubau Hauptfeuerwache
- Inhalte der Berechnungen
  - Berechnung der Nutzungs- und Lebenszykluskosten für das sanierte und erweiterte Bestandsgebäude
  - Übernahme der Errichtungskosten eines alternativen Neubaus
  - Überschlägige Ermittlung der Nutzungskosten und Berechnung der Lebenszykluskosten des alternativen Neubaus
  - Vergleich der Lebenszykluskosten beider Szenarien



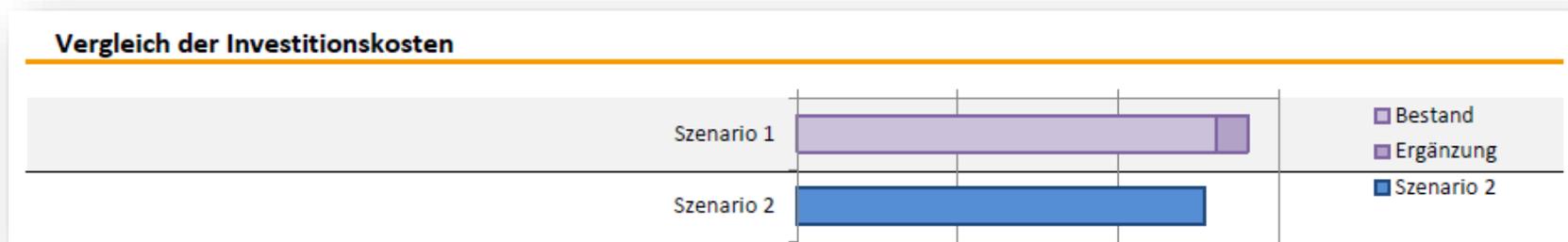
## Schritt 1: Vergleich der direkten Investitionskosten

### *Szenario 1 (Sanierung)*

- Restwertermittlung des Bestandsgebäudes
- Ermittlung der Sanierungskosten des Bestandsgebäudes\*
- Ermittlung der Errichtungskosten für Ergänzungsbauten\*

### *Szenario 2 (Neubau)*

- Ermittlung der Errichtungskosten für einen alternativen Neubau\*



## Schritt 2: Gebäudenutzungskostenberechnung I

### Integrierte Eingangsdaten zum Projekt

- Flächenangaben und Lagepläne
- Kostenaufstellung KG 200 – 700
- Nutzungsdauern technischer Anlagen und Gebäudeteile
- Gebäudenutzungskosten aus fm.benchmarking Pool
- Gebäudenutzungskosten aus dem Gebäudenutzungskostenrechner GNKR

## Schritt 2: Gebäudenutzungskostenberechnung II

### Ermittlung der jährlichen Kosten in folgenden Bereichen

- Kaufmännisches Gebäudemanagement
  - z.B. Management, Versicherung
- Infrastrukturelles Gebäudemanagement
  - z.B. sämtliche Reinigungsleistungen
- Technisches Gebäudemanagement
  - z.B. Instandhaltung
- Ver- und Entsorgung
  - z.B. Kosten Heizenergie, Elektroenergie, Wasser/Abwasser oder Entsorgung

<b>Nutzungskosten im Betrachtungsz.</b> (nicht disk.)
KGM über Betrachtungszeitraum (inkl. Preisst.)
IGM über Betrachtungszeitraum (inkl. Preisst.)
TGM über Betrachtungszeitraum (inkl. Preisst.)
VuE über Betrachtungszeitraum (inkl. Preisst.)
<b>Summe Nutzungskosten über BZ</b>

## Beispiel: Vorgehensweise zur Ermittlung der Gebäudenutzungskosten

- Berechnung über Bewertungsfaktoren für Aufwand, Ausstattung und Anforderungen der analysierten Dienstleistung

Flächenart nach DIN 277	Flächen
NUF1 Wohnen und Aufenthalt	521 m <sup>2</sup>
NUF2 Büroarbeit	11.914 m <sup>2</sup>
NUF3 Produktion, Hand-/Maschinenarbeit, Experi.	617 m <sup>2</sup>
NUF4 Lagern, Verteilen und Verkaufen	1.292 m <sup>2</sup>
NUF5 Bildung, Unterricht und Kultur	907 m <sup>2</sup>
NUF6 Heilen und Pflegen	174 m <sup>2</sup>
NUF7 Sonstige Nutzungen	1.640 m <sup>2</sup>
Verkehrsfläche	5.009 m <sup>2</sup>
Technikfläche	1.755 m <sup>2</sup>

Stundenrechnungssatz Unterhaltsreinigung	18,15
Stundenrechnungssatz Sonderreinigung	21,95
Stundenrechnungssatz Glasreinigung	29,10
Stundenrechnungssatz Tagesdienst	17,62
Stundenrechnungssatz Objektleitung	21,70
Stundenrechnungssatz Empfangsdienste	18,15
Stundenrechnungssatz Sicherheitsdienste	17,19

$$\text{Reinigungskosten} = \text{Fläche [m}^2\text{]} * \text{Reinigungszyklus} \left[\frac{1}{\text{W}}\right] * \text{Stundensatz} \left[\frac{\text{€}}{\text{h}}\right]$$

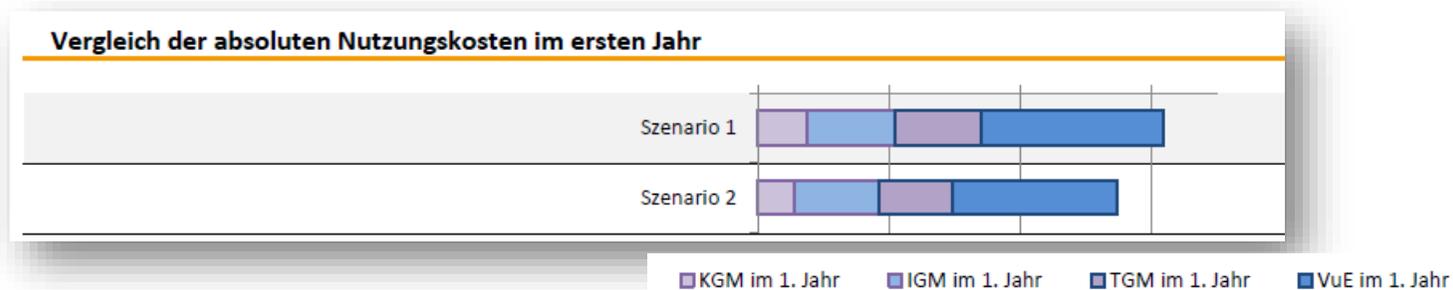
$$\text{Reinigungsleistung} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{h}}\right]$$

Gruppe	Frequenz VR			Reinigungs- turnus Je Woche VR	zusätzliche Sicht- reinigung			Beschreibung
	wö	mo	ja		wö	mo	ja	
SA	5			5,00				Sanitärbereiche und WC's
AZ	5			5,00				Aufzüge, Empfang, Foyer
NT	0,5			0,50	0,5			Not-Treppenhaus
TG	1			1,00				Tiefgarage
KO	2			2,00	3			Besprechungsräume
BÜ	2			2,00	3			Büros
FL	5			5,00				Flure, im UG 1Woche
KÜ	5			5,00				Küchen, Galerie
PR	2			2,00				Produktionsflächen
MT	1			0,25				Medientechnik
AB/AR			1	0,02				Abstellräume, Archive (tw auf Abruf)
TR			1	0,02				Technikräume

Zusammenstellung	1		2		3		4	
	Normalpositionen	Bedarfspositionen	Normalpositionen	Bedarfspositionen	Normalpositionen	Bedarfspositionen	Normalpositionen	Bedarfspositionen
Empfangsdienste	18,43		25,12		18,09		18,78	
Sicherheitsdienste	18,43		23,35		21,72		21,21	
Reinigungsleistungen m <sup>2</sup> /h								
Sanitärbereiche und WC's	120,80		110		90		110	
Aufzüge, Empfang, Foyer	40,100,100		290		230		104,99	
Not-Treppenhaus	180		200		180		240	
Tiefgarage	600		400		500		1100	
Besprechungsräume	196		200		200		290	
Büros	196		213		280		290	
Flure, LLUG	600		400		370		600	
Küchen, Galerie	100,120		150		120		180	
Produktionsflächen	800,1200		390		400		654,18	
Medientechnik	100		110		220		280	
Abstellräume, Archive	100		130		200		400	
Technikräume	100		110		200		225	

## Fazit: Nutzungskosten

- Kosten Bestandsgebäude ~ 310.000 € im ersten Jahr
  - Davon Kostenanteil Bestandsgebäude ~ 284.000 €/a und
  - Kostenanteil Erweiterungsbau ~ 26.000 €/a
- Kosten Neubau der Hauptfeuerwache ~ 270.000 € im ersten Jahr
- Kostendifferenz von ca. 36.000 €/a
  - Effizienteren Flächennutzung des Neubaus
  - Kompakterer Bauweise des Neubaus
    - Niedrigeres A/V-Verhältnis
    - Weniger Volumen pro wärmeübertragende Hüllfläche



### Schritt 3: Hochrechnung der NK über den Betrachtungszeitraum

- Festlegung der Parameter zur Bewertung über den Betrachtungszeitraum

<b>Grundparameter Lebenszykluskostenber.</b>	<b>Wert</b>
Betrachtungszeitraum	40
Diskontierungszinssatz	2,50%
Preissteigerungsrate Nutzungskosten KGM	2,0%
Preissteigerungsrate Nutzungskosten IGM	2,0%
Preissteigerungsrate Nutzungskosten TGM	2,0%
Preissteigerungsrate Nutzungskosten VuE	4,0%

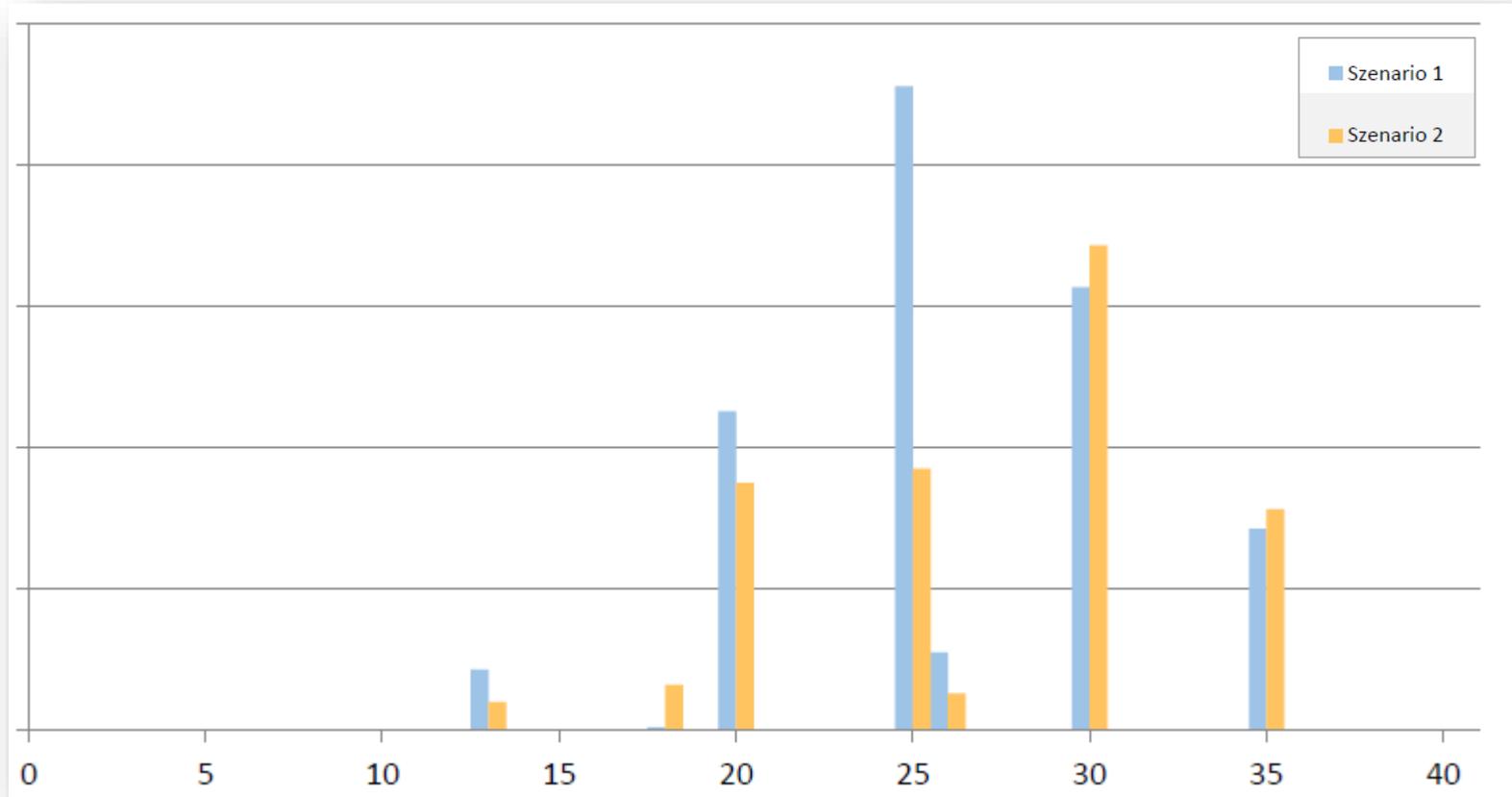
- **Wichtig:** Gleiche Berechnungsparameter für die Varianten Sanierung und Neubau, z.B.
  - Betrachtungszeitraum
  - Preissteigerungsraten
- Ergebnis: Nutzungskosten über den gesamten Betrachtungszeitraum (diskontiert und nicht diskontiert)

## Schritt 4: Ermittlung der Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum

- Fallen über den gesamten Betrachtungszeitraum an
- Abhängig von der technischen Nutzungsdauer und Sanierungsanteilen
- Richtwerte nach „Leitfaden nachhaltiges Bauen“ für Gebäudebauteile nach KG 300
- Richtwerte für technische Anlagen (KG 400) nach Anhang A der VDI Richtlinie 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“

Kostengruppe	Sanierungsaufwand an Wiederbeschaffungsw.	Sanierungsintervall
<b>KGR 300 Bauwerk – Baukonstruktionen</b>		
KGR 330 Außenwände	40%	45 Jahre
KGR 340 Innenwände	20%	40 Jahre
KGR 350 Decken	30%	50 Jahre
KGR 360 Dächer	60%	40 Jahre
KGR 370 Baukonstruktive Einbauten	100%	30 Jahre
KGR 390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	30%	40 Jahre
<b>KGR 400 Bauwerk – Technische Anlagen</b>		
KGR 410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	75%	20 Jahre
KGR 420 Wärmeversorgungsanlagen	80%	20 Jahre
KGR 430 Lufttechnische Anlagen	80%	25 Jahre
KGR 440 Starkstromanlagen	80%	22 Jahre
KGR 450 Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	100%	15 Jahre
KGR 460 Förderanlagen	80%	20 Jahre
KGR 470 Nutzungsspezifische Anlagen	80%	30 Jahre
KGR 480 Gebäudeautomation	90%	14 Jahre
KGR 490 Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen	80%	30 Jahre
<b>KGR 500 Außenanlagen</b>		
KGR 510 Geländeflächen	50%	50 Jahre
KGR 520 Befestigte Flächen	40%	30 Jahre
KGR 530 Baukonstruktionen in Außenanlagen	60%	45 Jahre
KGR 540 Technische Anlagen in Außenanlagen	80%	30 Jahre
KGR 550 Einbauten in Außenanlagen	50%	30 Jahre
KGR 570 Pflanz- und Saatflächen	80%	25 Jahre
KGR 590 Sonstige Maßnahmen für Außenanlagen	30%	30 Jahre

## Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum - Ergebnis



## Fazit - Lebenszykluskosten

- Neubauvariante auch hier über Betrachtungszeitraum günstiger  
(ca. 5,4 Mio. €)
- Spezifische Lebenszykluskosten im Bezug auf Brutto-Grundfläche
  - Bestand + Erweiterung: 5.994 €/m<sup>2</sup> BGF
  - Neubau: 5.541 €/m<sup>2</sup> BGF
- Keine genaue Planung des Neubaus vorhanden
  - Detaillierte Betrachtung und Berechnung der Bau- und Anlagentechnik kann Ergebnisse weitergehend beeinflussen

## Stadt Münster



### **Ausgangslage:**

- Architekturwettbewerb für den Neubau einer Grundschule mit Zweifeldsporthalle
- Wettbewerbskriterien u.a. Wirtschaftlichkeit, geringe Betriebskosten



Berechnung und Beurteilung der Errichtungs-, Nutzungs- und Lebenszykluskosten



Integration der Ergebnisse in Vorprüfbericht



Erläuterung im Rahmen der Preisgerichtssitzung

## Stadt Freiburg



### **Ausgangslage:**

- Im Rahmen des Architekturwettbewerbs wurden erstmals LZK für einen Schulneubau berechnet
- Im Rahmen der Entwurfsplanung nun Betrachtung von Detailkosten



### Betrachtung der zu erwartenden LZK des Brandschutzes

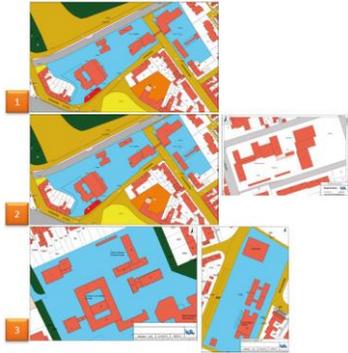
- Berechnung und Betrachtung vier verschiedener Varianten inkl. Szenarienvergleich



### Betrachtung der zu erwartenden LZK der Fassadengestaltung

- Gegenüberstellung von fünf unterschiedlichen Konzeptionen zur Fassadengestaltung

## Stadt Krefeld



### **Ausgangslage:**

- Welcher Schulstandort ist langfristig die wirtschaftlich günstigste Alternative zur Errichtung einer Gesamtschule in der Stadt Krefeld?



Berechnung von komplexen Szenarien zur Erfüllung eines definierten Nutzerbedarfs- und Flächenprogramms unter Einbeziehung von

- Neubau- und Sanierungsmaßnahmen
- unterschiedlichen Standorten



Vergleich der Szenarien und Aufstellung eines Rankings aus Sicht der Wirtschaftlichkeit/ Lebenszykluskosten



- Größter Benchmarking-Pool für Nutzungs- und Betriebskosten auf Vollkostenbasis in Deutschland
- Daten/Kosten für D/A/CH-Region
  - Datenbank mit >95 Mio. m<sup>2</sup>BGF
  - 12 Gebäudetypen
- Wechselnde Schwerpunktthemen

## Was müssen Sie tun?

1. LZK-Berechnung als Basis für Ihre Entscheidungen etablieren
2. Frühzeitig mit den Berechnungen beginnen
3. Nutzungskosten detailliert berechnen  
(wichtig: *kein Benchmarking-Verfahren anwenden!*)
4. Neubau
  - Berechnung in frühen Phasen
  - Präzisierung der Berechnung in Vor-/Entwurfs-/Ausführungsplanung
5. Bestandsgebäude
  - LZK-Berechnung zur Entscheidungsfindung heranziehen
  - Detaillierte Berechnung aller Kostenarten

4.

**Berechnung in  
Architekturwettbewerben**

## Berechnungszeitpunkte

	Zeitpunkt	Empfehlung
1.	Architekturwettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimaler Zeitpunkt zum Einstieg bei Neubauten</li> <li>Integration in die Entscheidung des Preisgerichts</li> </ul>
2.	VOF-Verfahren nach Architekturwettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung der prämierten Wettbewerbsarbeiten (meist 1.-5. Preis)</li> <li>Detailliertere Berechnungen als im Wettbewerb</li> </ul>
3.	Vorplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guter Einstiegszeitpunkt bei Projekten ohne Architekturwettbewerb</li> <li>Basis sind Architektur- und Fachplanungen</li> </ul>
4.	Entwurfsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detaillierung der Berechnungen aus der Vorplanung</li> <li>Erhöhung der Zahl der Berechnungsparameter</li> </ul>
5.	Ausführungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detaillierung der Berechnung aus der Entwurfsplanung</li> <li>Paralleles Betriebskonzept</li> <li>Vorgaben für die folgenden Ausschreibungen</li> </ul>
6.	Bestandsgebäude	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschiedenste Berechnungsgründe und –notwendigkeiten</li> <li>Häufig Soll-/Ist-Vergleich</li> <li>Variantenuntersuchung Neubau vs. Bestandsgebäude</li> </ul>

## Mitwirkung in Architekturwettbewerben



### Die Mitglieder der Jury:

1. Prof. Zvonko Turkali, Frankfurt (Vorsitz)
2. Ansgar Schulz, Leipzig
3. Prof. Carl Fingerhuth, Zürich
4. Gunther Stoldt, Stadt Wuppertal
5. Heiner Sommer, BLB NRW, Zentrale
6. Prof. Uwe Rotermond, Münster
7. Dr. Roland Kischkel, Kanzler der Bergischen Universität Wuppertal
8. Dr. Ursula Löffler, Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung des Landes NRW
9. Wolfgang Ackermann, Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes NRW
10. Frank Meyer, Stadt Wuppertal
11. Brigitte Bourscheidt, BLB NRW Zentrale, Düsseldorf

Fachpreisrichter

25%

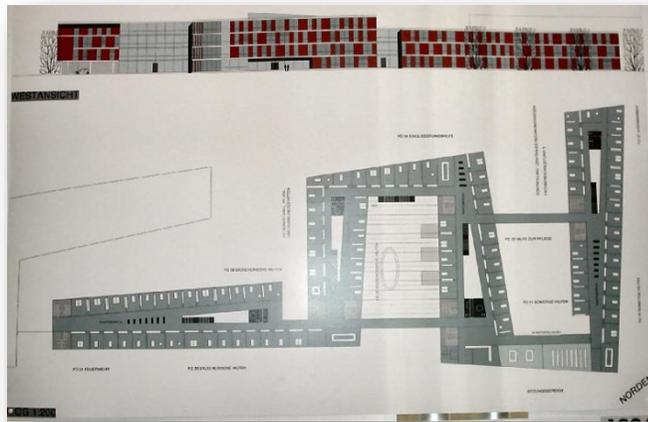
Vorprüfung/  
Sachverständiger + VOF-Verfahren

65%

Unterstützung  
Wettbewerbsteilnehmer

5%

## Typischer Ablauf eines Architekturwettbewerbs



1. Rundgang  
Städtebauliche Einbindung



2. Rundgang  
Architektonische Qualität (Entwurf)



3. Rundgang  
Architektonische Detailqualität (Entwurf)  
Wirtschaftlichkeit



Vergabe der 1.-5. Preise  
Rangfolge

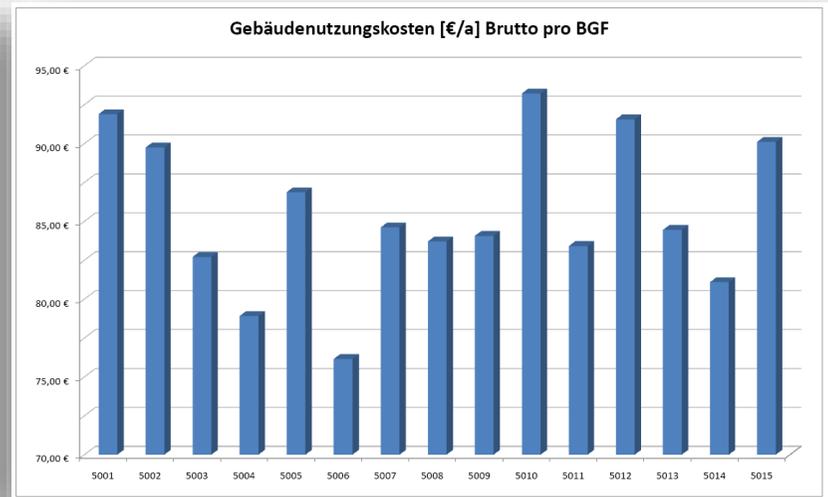
# Ablauf der Berechnungen in Wettbewerben



Projekt: Neubau Fachhochschule Bielefeld  
Projektbearbeitung: Rotermund:partner

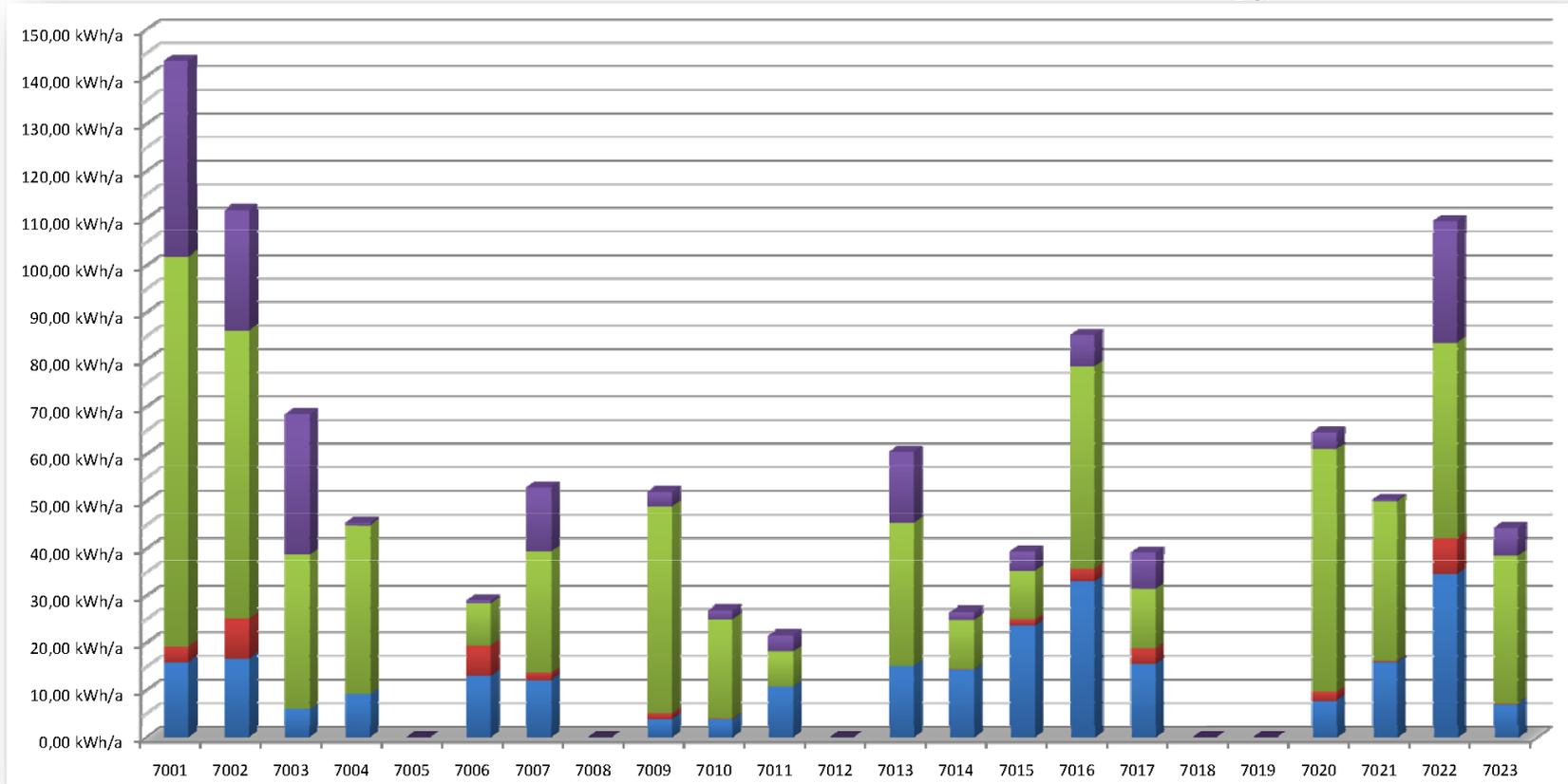
**Gebäudenutzungskostenübersicht**

	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113
Bruttogrundfläche [m²] Neu	95.114	101.390	101.311	66.873	91.952	107.240	90.115	95.201	93.982	87.450	91.652	93.328	92.451
Gebäudeerrichtungskosten [€]	123.356.710	125.516.300	123.545.000	117.916.725	123.761.150	122.257.696	123.851.230	117.068.200	116.148.909	124.035.900	123.830.000	121.431.215	121.605.590
<b>Kaufmännisches Gebäudemanagement</b>													
Gesamtkosten für Management	156.941	191.061	198.537	159.750	196.310	189.616	200.700	172.773	182.832	175.429	161.939	187.723	200.858
Gesamtkosten für IGM	156.941	191.061	198.537	159.750	196.310	189.616	200.700	172.773	182.832	175.429	161.939	187.723	200.858
<b>Infrastrukturelles Gebäudemanagement</b>													
Gesamtkosten für Facilitymanagement	62.898	50.232	63.178	55.042	66.534	62.962	68.940	61.375	68.870	53.628	54.619	58.801	52.907
Gesamtkosten für Unterhaltsreinigung	859.791	798.901	990.670	830.296	858.676	875.554	863.907	852.324	833.026	758.683	920.336	903.538	883.436
Gesamtkosten für Fensterreinigung	38.555	68.490	29.087	44.792	129.123	99.301	70.067	103.080	85.150	95.750	89.253	109.163	105.434
Gesamtkosten für Fassadenreinigung	32.555	69.978	27.605	38.900	78.333	35.677	31.911	45.730	50.999	66.789	51.173	45.990	51.097
Gesamtkosten für Grundreinigung	12.359	12.239	12.101	11.017	12.599	12.337	12.419	12.083	11.881	11.202	10.827	11.364	10.702
Gesamtkosten für Hausmeisterdienste	364.000	364.000	364.000	327.800	327.800	400.800	327.800	364.000	327.800	327.800	327.800	327.800	327.800
Gesamtkosten für Entsorgung	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600	17.600
Gesamtkosten für IGM	1.387.728	1.381.310	1.484.219	1.325.240	1.490.464	1.503.961	1.390.534	1.456.192	1.387.132	1.331.260	1.471.407	1.563.906	1.448.036
<b>Technisches Gebäudemanagement</b>													
Gesamtkosten für Betriebsführung	223.673	246.381	280.600	237.100	234.878	312.038	393.310	247.625	247.646	337.049	268.346	261.672	237.948
Gesamtkosten für Instandhaltung Gebäude	269.398	267.163	232.839	242.209	269.969	207.851	159.611	232.436	229.316	187.255	241.650	238.038	254.103
Gesamtkosten für Instandhaltung Technik	563.884	652.935	893.639	637.241	567.507	940.423	1.278.887	694.311	687.250	1.040.694	750.959	729.540	629.396
Gesamtkosten für Heizenergie	258.871	287.150	272.450	305.253	233.862	226.060	207.608	142.180	265.735	264.057	248.994	400.151	143.616
Gesamtkosten für Elektroenergie	157.265	1.176.800	903.194	278.490	1.518.495	430.474	478.134	629.588	964.241	162.603	24	567.071	1.725.483
Gesamtkosten für Wasser/Abwasser	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679	11.679
Gesamtkosten für TGM	1.484.337	2.436.707	2.604.205	1.712.981	2.826.380	2.128.330	2.629.290	1.947.822	2.405.867	2.013.317	1.621.649	2.208.000	3.002.226
<b>Gebäudenutzungskosten [€/a]</b>	<b>3.028.906</b>	<b>4.209.078</b>	<b>4.196.962</b>	<b>3.197.986</b>	<b>4.513.165</b>	<b>3.821.797</b>	<b>4.120.524</b>	<b>3.576.787</b>	<b>3.976.831</b>	<b>3.519.997</b>	<b>3.154.996</b>	<b>3.969.629</b>	<b>4.662.119</b>
<b>Bewertung</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>o</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>o</b>	<b>+</b>	<b>O.W.</b>	<b>o</b>	<b>-</b>
<b>Platzierung</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>12</b>

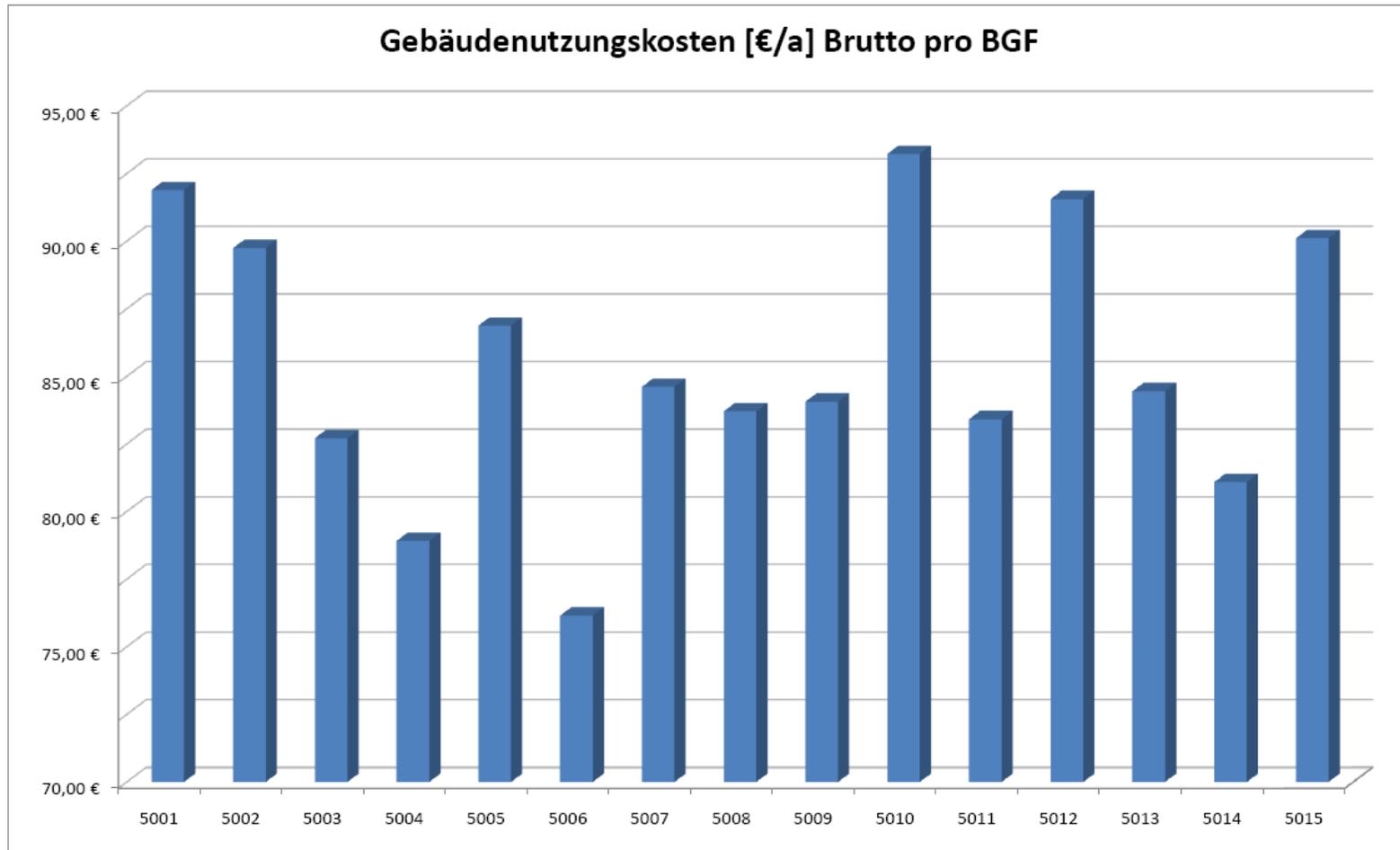


## Prognose der Nutzungskosten von Generalplanern (Bsp: Energie)

Abgegebener Primärenergiebedarf der Teilnehmer [kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>]

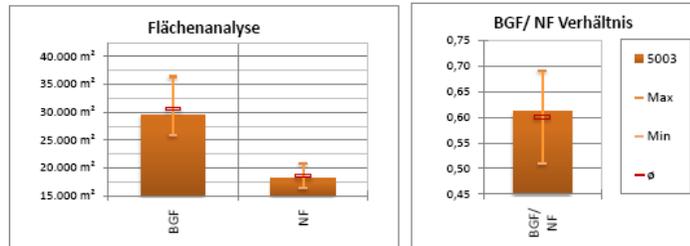


## Neutraler Vergleich der Nutzungskosten

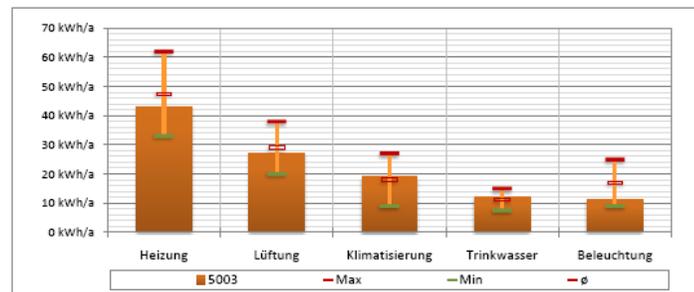


# Auszug aus dem Vorprüfbericht (1)

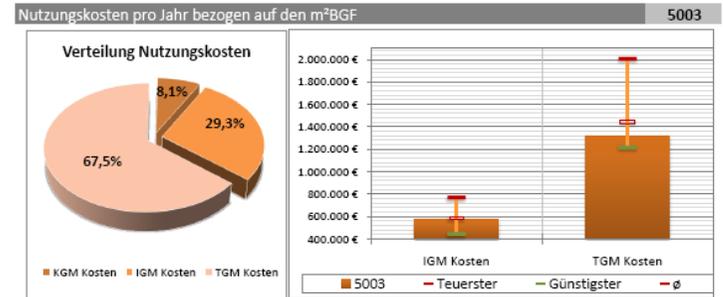
Lebenszyklus- & Nutzungskostenanalyse des Wettbewerbes des Teilnehmers					5003
<b>Flächen und Energieanalyse</b>					
Flächen		Vergleich	Ø	Min	Max
○	BGF - Bruttogrundfläche [m²]	29.566	30.614	25.957	36.380
○	NF- Nutzfläche [m²]	18.057	18.575	16.389	20.761
+	Verhältnis BGF/ NF	0,61	0,60	0,51	0,69



Primärenergiebedarf pro BGF					5003
Plausibilität der Teilnehmerwerte					5 Kennwerte wurden korrigiert
		Vergleich	Ø	Min	Max
+	Heizung	43 kWh	48 kWh	33 kWh	62 kWh
○	Lüftung	27 kWh	29 kWh	20 kWh	38 kWh
+	Klimatisierung	19 kWh	18 kWh	9 kWh	27 kWh
○	Trinkwasser	12 kWh	11 kWh	8 kWh	15 kWh
+	Beleuchtung	11 kWh	17 kWh	9 kWh	25 kWh
+	Gesamt	112 kWh	123 kWh	79 kWh	167 kWh

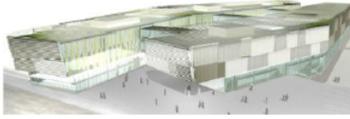


Nutzungskosten pro Jahr bezogen auf den m²BGF					5003
Lebenszyklus- & Nutzungskostenanalyse des Wettbewerbes des Teilnehmers					
Baukosten		Vergleich	Ø	Min	Max
+	Kostengruppe 300	25,72 Mio.	27,29 Mio.	23,86 Mio.	33,1 Mio.
+	Kostengruppe 400	18,63 Mio.	19,96 Mio.	17, Mio.	25,27 Mio.
+	Gebäudeerrichtungskosten:	44,35 Mio.	47,33 Mio.	43,04 Mio.	59,66 Mio.
Kaufmännisches Gebäudemanagement		Vergleich	Ø	Min	Max
+	Kosten für Management	119.067	122.584	108.020	149.086
+	Kosten für Gebäudeversicherungen	39.914	42.597	38.733	53.697
+	Gesamtkosten KGM	158.982	165.181	146.753	202.783
Infrastrukturelles Gebäudemanagement		Vergleich	Ø	Min	Max
○	Kosten für Flächenmanagement	16.400	16.302	15.116	18.680
+	Kosten für Unterhaltsreinigung	230.752	266.100	214.974	340.568
○	Kosten für Fensterreinigung	59.541	38.957	23.502	59.541
+	Kosten für Fassadenreinigung	5.856	11.790	1.918	24.707
○	Kosten für Grundreinigung	4.354	4.503	4.005	5.136
○	Kosten für Außenanlagendienste	132.761	123.898	86.477	167.705
+	Kosten für Hausmeisterdienste	86.481	89.545	75.924	106.412
-	Kosten für Winterdienste	29.255	26.076	14.851	39.545
○	Kosten für Entsorgung	8.800	8.800	8.800	8.800
○	Gesamtkosten IGM	574.200	585.972	445.568	771.093
Technisches Gebäudemanagement		Vergleich	Ø	Min	Max
○	Kosten für Betriebsführung	433.245	449.822	414.182	505.726
○	Kosten für Instandhaltung Gebäude	74.437	79.111	68.541	97.910
+	Kosten für Instandhaltung Technik	602.832	634.427	566.152	752.041
+	Kosten für Heizenergie	132.816	167.559	90.457	370.826
+	Kosten für Elektroenergie	65.237	93.915	63.324	254.189
+	Kosten für Wasser/Abwasser	13.185	18.461	13.034	27.028
+	Gesamtkosten TGM	1.321.753	1.443.294	1.215.689	2.007.719
+	Gesamtkosten	2.054.934	2.194.447	1.808.010	2.981.595



## Auszug aus dem Vorprüfbericht (2)

Lebenszyklus- & Nutzungskostenanalyse des Wettbewerbes der Teilnehmer		5003	
<b>Einflussfaktoren der LZK</b>			
Energieversorgung (spezifische Kosten)			
Fernwärme	60%		
Wärmepumpe	25%		
Solkollektoren	15%		
Reinigungsaufwand des Entwurfes (Grundrisse)			
Kompakter Entwurf			
Fassadenreinigung			
Streckmetallblech			
<b>Gebäudenutzungskostenübersicht</b>			
Grundparameter			
Regelung Wasser/ Abwasser	Bruttogrundfläche [m²]	29.566	-
Ja	Gebäudeerrichtungskosten: [€]	44,35 Mio.	-
Einzelparameter Nutzungskosten			
Positiv	Gesamt Kosten für KGM [€]	0,16 Mio.	-
Kosten Heizenergie	Gesamtkosten für IGM [€]	0,57 Mio.	-
Kosten Instandhaltung	Gesamtkosten für TGM [€]	1,32 Mio.	o
	Gebäudenutzungskosten	2,05 Mio.	o
Negativ	Lebenszykluskosten (Zeitraum 40 Jahre)		
Kosten Fensterreinigung	Preissteigerungsrate	2,0 %	
Kosten Winterdienste	Zinssatz	4,5 %	
	Lebenszykluskosten 40 Jahre	83 Mio.	o
Platzierung:	Nutzungskosten [€/70a pro m²]	2,805	+
	Errichtungskosten: [€ pro m²]	1.500	o
	Gesamtbewertung Nutzungskosten / LZK		
	Platzierung	4.	+
<b>Bewertung des Energiekonzeptes</b>			
Kommentar zur Platzierung:			
Die Wärmeerzeugung erfolgt mittels einer Wärmepumpe. Die Wärme wird dem Grundwasser entzogen. In der Bodenplatte werden Kunststoffleitungen vorgesehen, die mit Wasser durchströmt werden.			



## Beispiel einer optimalen, frühen Anforderungsdefinition (1)



Der künftige Neubau bietet die Chance, der Innovationskraft, Modernität und Marke des Unternehmens sichtbaren Ausdruck zu verleihen und zugleich den Arbeitsprozessen durch Grundrisskonfiguration und -organisation optimal Rechnung zu tragen. Ziel ist es, den ‚Mehrwert Architektur‘ für das Unternehmen zu nutzen und dabei über einen integrativen Ansatz im Planungs- und Bauprozess beispielgebend für das Thema der energetischen Optimierung und Nachhaltigkeit zu sein. Ziel bzw. Vision ist es auch, das energieeffizienteste Bürogebäude Europas zu erhalten. Gleichzeitig soll das neue Gebäude eine Vorbildfunktion hinsichtlich der Minimierung der Lebenszykluskosten einnehmen.

*Ziel*

Neubau der Firmenzentrale für die  
Phoenix Solar AG in Sulzemoos  
Baulicher Realisierungswettbewerb als Einladungswettbewerb



ANP

## Beispiel einer optimalen, frühen Anforderungsdefinition (2)

### 8.1 Leistungen

Abzuliefern sind:

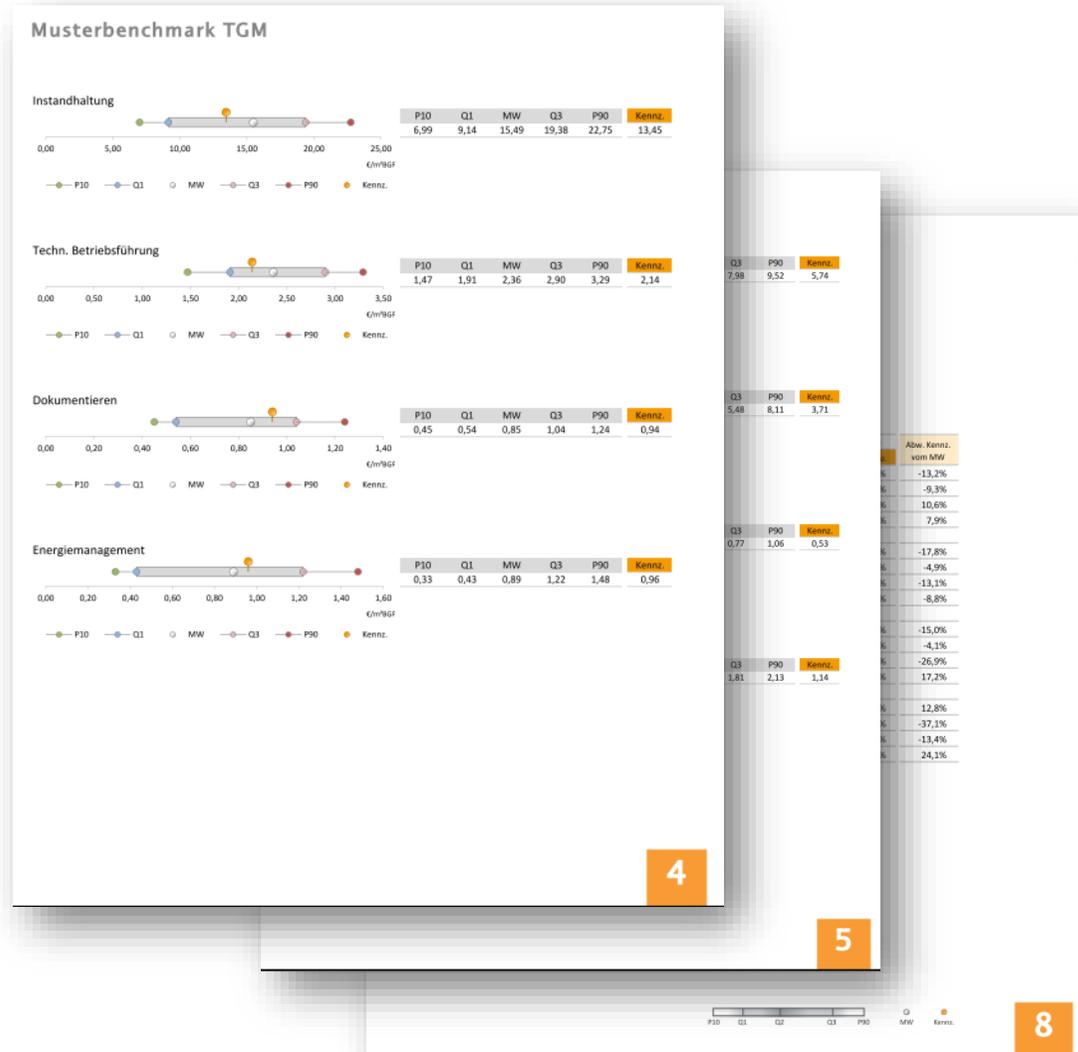
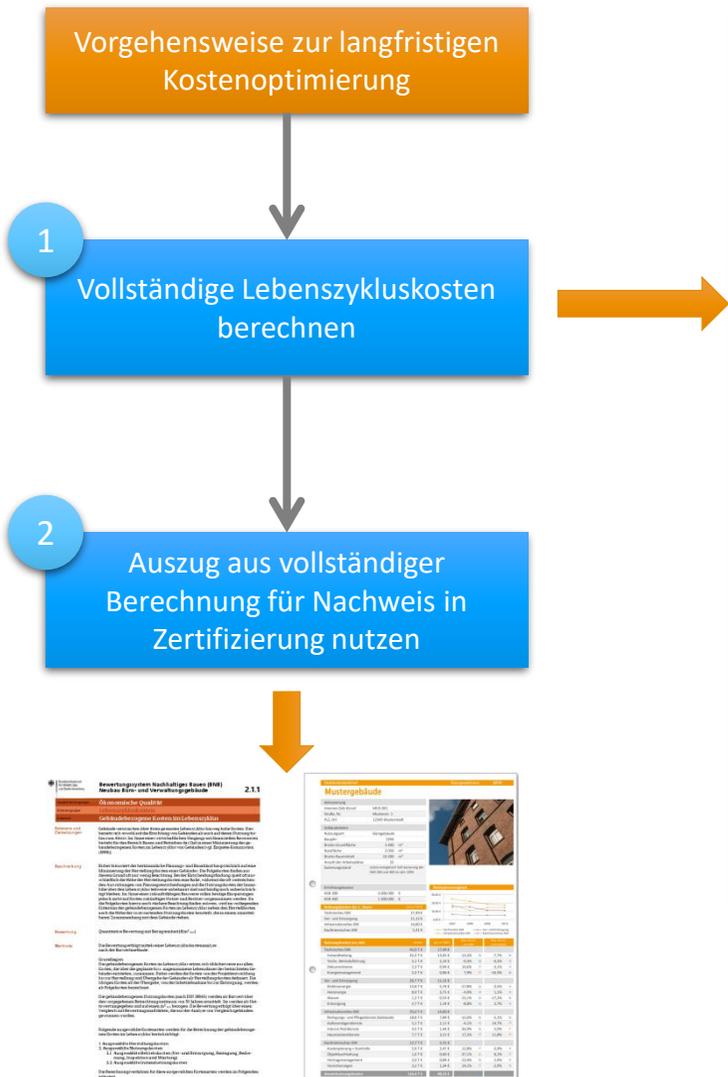
- Lageplan M. 1:500
- Alle Geschossgrundrisse M. 1:200
- Alle Ansichten und konzeptwesentlichen Schnitte M. 1:200
- Fassadenschnitt und -teilansicht M. 1:20
- Grundrissausschnitt M. 1:50 mit Darstellung der Belegungsmöglichkeiten
- Außenraumperspektive
- Energiekonzept
- Aussagen zur Lebenszykluskostenminimierung, ausgefülltes Datenerfassungsformular „Eingangdaten Lebenszykluskostenermittlung“
- Massenmodell M. 1:500
- Erläuterungen
- Berechnung der Flächen und Rauminhalte
- Digitaler Prüfplan (nicht in Präsentationsqualität)
- Unterlagenverzeichnis
- Verfassererklärung
- Verkleinerungen des gesamten Plansatzes DIN A3
- CD-ROM (alle Leistungen mit Ausnahme Verfassererklärung)

Beurteilt werden nur verlangte oder zugelassene Leistungen im angegebenen Umfang.

## Beispiel einer optimalen, frühen Anforderungsdefinition (3)

Erwartet wird, dass der Entwurf heutigen Erkenntnissen umweltgerechten und lebenszyklusorientierten Bauens entspricht und darüber hinaus zukunfts offen für neue Entwicklungen ist. Für einen Bauherrn wie die Phoenix Solar AG und ihrem Betätigungsspektrum ist es daher nachgerade zwingend, auch an seine eigenen Bauten höchste Ansprüche diesbezüglich zu stellen. Es wird ein integratives Konzept erwartet, ein Zusammenspiel von Gebäude und eine Kombination verschiedenster technischer Systeme. Hierbei ist die Berücksichtigung erneuerbarer Energien und dabei allen voran die Nutzung der Sonnenkraft höchstes Gebot. Es wird großer Wert darauf gelegt, dass im Wettbewerbsbeitrag ein nachvollziehbares Energiekonzept dargestellt wird. Die zusammenhanglose Aufzählung einzelner, regenerativer Energieträger erfüllt diesen Anspruch nicht. Hierdurch soll nicht zuletzt auch erreicht werden, dass sich dies positiv auf die Nutzungskosten, die auf den Lebenszyklus eines Gebäudes rund 85 % der Gesamtkosten – 25 % davon sind Energiekosten – auswirken, auswirkt. Es werden höhere Errichtungskosten in vertretbarem Umfang in Kauf genommen, wenn sie sich durch Einsparungen in der Betriebsphase über den gesamten Lebenszyklus (ca. 60 Jahre) rechnen.

# Zertifizierung: Unterschiede der LZK-Berechnungen



# Vielen Dank!

---

[www.rotermundingenieure.de](http://www.rotermundingenieure.de)

 Prof. Uwe Rotermund

 [uwe.rotermund@fh-muenster.de](mailto:uwe.rotermund@fh-muenster.de)

 +49 5271 697 9998

