

Prof. Uwe Rotermund Ingenieurgesellschaft mbH & Co KG

# Entwicklung eines Lebenszykluskosten-Tools zur Kosten- und Ressourcenverbrauchsoptimie- rung von Gebäuden in frühen Planungsphasen

Abschlussbericht über ein Forschungsprojekt,  
gefördert unter dem AZ: 31782 von der

Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Prof. Dipl.-Ing. Uwe Rotermund M.Eng. TM (Leitung)

Mario Hülsmann B.Sc.

Dipl.-Ing. Stefan Nendza M.A.

Dipl.-Wirt. Ing. Sebastian Rudnik M.Sc.

Chantal Weiland B.A.

Höxter, im September 2016

06/02		<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>			
Az	<b>31782</b>	Referat	<b>25</b>	Fördersumme	<b>124.920 €</b>
<b>Antragstitel</b> <b>Entwicklung eines Lebenszykluskosten-Tools zur Kosten- und Ressourcenverbrauchsoptimierung von Gebäuden in frühen Planungsphasen</b>					
<b>Stichworte</b>					
	Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)	
	<b>18 Monate</b>	<b>18.12.2013</b>			
	Zwischenberichte	Halbjährlich			
<b>Bewilligungsempfänger</b>	Prof. Uwe Rotermund Ingenieurgesellschaft mbH & Co KG			Tel	05271/697 999 8
	Pfennigbreite 8			Fax	05271/697 999 9
	37671 Höxter			Projektleitung	
				Prof. Uwe Rotermund	
			Bearbeiter		
<b>Kooperationspartner</b> -----					
<b>Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens</b>					
Der Gegenstand des Projektes ist die Entwicklung eines Lebenszykluskosten-Berechnungs-Tools (LZK-Tool) zur Kosten- und Verbrauchsoptimierung von Gebäuden. Mit dem Tool sollen folgende Ziele verfolgt werden:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration der Lebenszykluskostenoptimierung in frühe Planungsphasen</li> <li>• Integration der Ressourcenverbrauchsoptimierung in frühen Planungsphasen</li> <li>• Entscheidung pro/contra Gebäudeentwürfe unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten</li> <li>• Öffnen der LZK-Berechnung für viele Marktteilnehmer durch praxisnahes Tool</li> <li>• Skalierbarkeit des Tools je nach Planungsfortschritt</li> <li>• Vollständige LZK-Berechnung, nicht Auszüge wie in bisherigen Verfahren</li> <li>• Vergleich mit Marktwerten existierender Gebäude</li> <li>• Unterschiedliche Ein-/Ausgabemöglichkeiten zur weiteren Verwendung der Daten</li> </ul>					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
Die Vorgehensweise richtet sich nach fest definierten Arbeitspaketen (AP). Zunächst werden die Grundlagen des LZK-Tools auf Basis des Standes der Wissenschaft, der Projekterfahrung der Prof. Uwe Rotermund Ingenieurgesellschaft mbH & Co KG und der bekannten Marktanforderung beschrieben (AP1 – Grob-Lastenheft).					
Zur Evaluation der Bedürfnisse und Anforderungen des Marktes an ein LZK-Tool soll daraufhin eine Marktbefragung stattfinden (AP 2 – Evaluation der Marktanforderungen). Diese erfolgt in verschiedenen Zielgruppen und soll durch Entwicklungspartner unterstützt werden. Auf dieser Grundlage sollen im Fein-Lastenheft (AP3) die abschließenden Anforderungen an das LZK-Tool detailliert beschrieben werden. Dieses dient beispielsweise zur späteren Realisierung mit dem IT-Dienstleister.					
Es erfolgt die stufenweise Umsetzung und Erstellung des LZK-Tools (AP4). Die einzelnen Module werden erstellt und die fertiggestellten Teile zur Qualitätssicherung einem internen Zwischentest unterzogen. Erste Berechnungsergebnisse werden mit aktuellen oder abgeschlossenen Projekten verglichen und auf Plausibilität geprüft.					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel. 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a>					

Daraufhin wird das LZX-Tool einem Test unter endgültigen Einsatzbedingungen unterzogen (AP5 – Beta-Test). Als Testpersonen werden ca. 5-10 Evaluierungspartner aus unterschiedlichen Marktsegmenten herangezogen. Die Ergebnisse der Beta-Test-Phase werden standardisiert erfasst und fließen in die Fertigstellung des LZX-Tools ein (AP6 – Validierung nach Beta-Test). Sofern sich ein Änderungsbedarf ergibt, so wird dieser in Bedienoberfläche, Berechnungsverfahren, etc. eingesetzt. Im finalen Schritt sollen Ergänzungen zum erstellten LZX-Tool vorgenommen werden (AP7 – Ergänzungen zum LZX-Tool). Die Ergebnisse werden in Veröffentlichungen zur Weitergabe an Fachgremien und an die Fachöffentlichkeit zusammengefasst und in Veranstaltungen vorgestellt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Mit Blick auf die Zielsetzungen und Anlass des Vorhabens konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Es wurde ein Berechnungstool, der Immobilien-Lebenszykluskostenrechner ILKR<sup>2</sup>, entwickelt. Dieses Tool ist speziell für den Einsatz in den frühen Planungsphasen entwickelt
- Der ILKR<sup>2</sup> ermöglicht verschiedene Berechnungsvarianten
  - LZX-Berechnungen für Neubauten
  - LZX-Berechnungen für Gebäudesanierungen
  - Variantenvergleich zwischen Neubau und Gebäudesanierung
- Optimierung der Energiekosten und des Ressourcenverbrauchs durch die Integration in den frühen Planungsphasen
- Durch die Vorauswahl von Parametern wird dem Markt ein einfach zu bedienendes und praxisnahes Tool zur Verfügung gestellt
- Beim Anwender werden lediglich Grundkenntnisse über die Lebenszykluskostenberechnung vorausgesetzt
- Für fortgeschrittene Anwender besteht die Möglichkeit die voreingestellten Parameter auf das Projekt anzupassen
- Die Berechnungsergebnisse können direkt mittels einer Benchmarking-Auswertung mit den aktuellen Marktkennzahlen des fm.benchmarkings verglichen werden
- Ausgabe der Berechnungsergebnisse als Kennzahlenbericht und in verschiedenen Diagrammen

### **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Zunächst mit der Zielsetzung, Teilnehmer für die Marktbefragung und den späteren Beta-Test zu finden, wurde das Forschungsprojekt von Beginn an seitens der Prof. Uwe Rotermund Ingenieurgesellschaft mbH & Co KG gegenüber Marktteilnehmern kommuniziert. Dies fand vornehmlich über persönliche Kontakte, wie beispielsweise im Rahmen von Seminaren von Herrn Prof. Rotermund statt.

Später wurden die Ergebnisse des Forschungsprojektes auch in Fachzeitschriften publiziert:

- Rotermund, Uwe: Effiziente TGA erfordert ein langfristiges Konzept, in: GI Gebäudetechnik in Wissenschaft und Praxis, 03/2016, S. 214-219.
- Schröder, Holger und Rotermund, Uwe: Lebenszykluskosten bei öffentlichen FM-Ausschreibungen, in: Der Facility Manager, September 2015, S. 42-45.

Weitere Publikationen sind im Rahmen der Markteinführung des Tools geplant. Hierzu bestehen gegenwärtig (Stand August 2016) Zusagen der führenden Fachzeitschriften und -zeitschriften.

Die Ergebnisse werden weiterhin in verschiedenen Veranstaltungen (Seminare, Kongresse, Netzwerkveranstaltungen wie bspw. GEFMA Lounge Niedersachsen) vorgestellt.

### **Fazit**

Mit dem Immobilien-Lebenszykluskostenrechner ILKR<sup>2</sup> entwickelte die Prof. Uwe Rotermund Ingenieurgesellschaft mbH & Co KG in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt nicht nur ein Tool, welches in internen Projekten zur Anwendung kommt. Auch dem Markt wird ein Tool zugänglich gemacht, um die Lebenszykluskosten eines Gebäudes – besonders in den frühen Projektphasen – zu berechnen.

# Inhalt

<b>Verzeichnis von Bildern und Tabellen</b> .....	6
<b>Zusammenfassung</b> .....	7
<b>Einleitung</b> .....	8
<b>Hauptteil</b> .....	11
1. Ausgangslage/Zielsetzung .....	11
1.1 Ausgangslage .....	11
1.2 Zielsetzung .....	11
2. Forschungskonzept .....	12
2.1 Ermittlung der Anforderungen an das LZK-Tool .....	12
2.2 Konzeption und Programmierung des LZK-Tools .....	12
2.3 Evaluation des LZK-Tools .....	12
3. Marktbefragung .....	13
3.1 Aufbau Marktbefragung .....	13
3.2 Ergebnisse der Marktbefragung .....	13
4. Ableitung von Anforderungen .....	17
5. Konzeptionelle Überlegungen .....	18
5.1 Anwendungsfälle .....	18
5.2 Zeitpunkt der Berechnung .....	18
5.3 Betrachtungsweise .....	19
5.4 Variantenvergleich .....	19
5.5 Betrachtungszeitraum .....	19
5.6 Berücksichtigte Kostenarten .....	20
5.7 Finanzmathematisches Modell .....	20
5.8 Rahmenbedingungen .....	21
5.9 Ausgabe .....	21
6. Entwicklung ILKR <sup>2</sup> .....	23
6.1 Allgemeine Erläuterungen .....	23
6.2 Eingabefelder im ILKR <sup>2</sup> .....	28
6.3 Berechnungen im ILKR <sup>2</sup> .....	30
6.4 Ausgabeberichte im ILKR <sup>2</sup> .....	46

7. Evaluation. . . . .	50
7.1 Ergebnisse Beta-Test . . . . .	50
7.2 Eigene Evaluation . . . . .	50
7.3 Weitere Schritte . . . . .	52
8. Umweltrelevanz. . . . .	53
9. Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse . . . . .	55
9.1 Publikation der Ergebnisse . . . . .	55
9.2 Maßnahmen zur Verbreitung der Erkenntnisse . . . . .	55
<b>Fazit</b> . . . . .	56
<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	58
<b>Anhänge</b> . . . . .	61

# Verzeichnis von Bildern und Tabellen

Abb. 1: Umfang und Reaktionen auf die Marktbefragung . . . . .	14
Abb. 2: Gründe für den Einsatz eines LZK-Tools . . . . .	15
Abb. 3: Anwendung des LZK-Tools nach Phasen. . . . .	16
Abb. 4: Bekanntheit und Nutzung verschiedener Tools . . . . .	17
Abb. 5: Aufbau des ILKR <sup>2</sup> . . . . .	24
Abb. 6: Dokumentationsformular . . . . .	27
Abb. 7: Eingabe Gebäudeparameter . . . . .	29
Abb. 8: Eingabe Berechnungsparameter. . . . .	30
Abb. 9: Ermittlung der Investitionskosten. . . . .	31
Abb. 10: Investitionskosten Neubau . . . . .	31
Abb. 11: Gesamtkosten Reinigungs- und Pflegedienste . . . . .	33
Abb. 12: Kosten für Sicherheitsdienste . . . . .	35
Abb. 13: Ermittlung der Kosten für die Außenanlagendienste . . . . .	35
Abb. 14: Kosten für Hausmeisterdienste. . . . .	37
Abb. 15: Ermittlung der Kosten für die Entsorgung . . . . .	37
Abb. 16: Ermittlung der Kosten für die Instandhaltung . . . . .	38
Abb. 17: Ermittlung der Kosten für die technische Betriebsführung . . . . .	39
Abb. 18: Ermittlung der Managementkosten . . . . .	40
Abb. 19: Objektbuchhaltung . . . . .	40
Abb. 20: Kapitalkosten . . . . .	41
Abb. 21: Öffentliche Abgaben/Gebühren . . . . .	41
Abb. 22: Versicherungen . . . . .	42
Abb. 23: Ermittlung der Wasserkosten . . . . .	43
Abb. 24: Eingabe Berechnungsparameter - Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum . . . . .	44
Abb. 25: Berechnung der Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum . . . . .	45
Abb. 26: Übersicht der Investitionsrechenverfahren . . . . .	46
Abb. 27: Abb.9: ILKR <sup>2</sup> : Ausgabe Zahlen . . . . .	47
Abb. 28: Verlaufsdiagramm Lebenszykluskosten . . . . .	48
Abb. 29: Kostendiagramm Lebenszykluskosten . . . . .	48
Abb. 30: Kostenblöcke im Betrachtungszeitraum. . . . .	49
Abb. 31: Vergleich Nutzungskosten und Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum . . . . .	49
Abb. 32: ILKR <sup>2</sup> : Ausgabe Benchmarking . . . . .	50
Abb. 33: ILKR <sup>2</sup> Formular Zusatzinformation . . . . .	52
Abb. 34: Ergebnisse der Beispiel-Lebenszykluskostenrechnung . . . . .	55
Abb. 35: Vergleichsdaten . . . . .	55

# Zusammenfassung

Im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojektes wurde ein Lebenszykluskosten-Tool (ILKR<sup>2</sup>) zur Kosten- und Verbrauchsoptimierung von Gebäuden entwickelt. Dieses Tool sollte speziell auf die frühen Planungsphasen ausgelegt sein.

Dabei sollten insbesondere die folgenden Umsetzungsvorschläge aus EVAgreen integriert werden:

- Planungsbegleitende Berechnung der Lebenszykluskosten (LZK)
- LZK-Zielwertmatrix
- Nachverfolgung der Zielwertkontrolle
- Vergleich mit Marktwerten

Mit dem ILKR<sup>2</sup> werden verschiedene Berechnungsvarianten ermöglicht. Hierbei stehen die Berechnungen für Neubauten, Gebäudesanierungen und der Vergleich zwischen Neubau und Sanierung im Vordergrund. Die Lebenszykluskostenberechnung soll dabei als weiteres Instrument bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung z.B. zwischen der Entscheidung, ob ein Bestandsgebäude saniert oder ein Neubau errichtet wird, dienen.

Eine weitere Herausforderung bestand darin, dass in den frühen Planungsphasen nur sehr wenige Daten für eine Berechnung zur Verfügung stehen. Durch die Vorauswahl von Parametern ist der ILKR<sup>2</sup> so ausgelegt, dass wenige Eingangsdaten ausreichend sind, um gute Berechnungsergebnisse zu erzielen. Durch die Vorauswahl von Parametern wird dem Markt ein einfach zu bedienendes Tool zur Verfügung gestellt. Für die Anwendung werden lediglich Grundkenntnisse vorausgesetzt. Für fortgeschrittene Anwender besteht zudem die Möglichkeit, die voreingestellten Parameter auf die Bedürfnisse des Projektes anzupassen. Somit lassen sich die Lebenszykluskosten noch genauer berechnen.

Die Bedienbarkeit wurde in der Beta-Testphase getestet. Auch intern wurde der ILKR<sup>2</sup> bereits in vielen Projekten der rotermund.ingenieure auf den Prüfstand gestellt. Die Teilnehmer waren mit der Bedienung und Nutzerfreundlichkeit schon sehr zufrieden. Auch die Berechnungsergebnisse lieferten sowohl bei den Anwendern als auch bei den Kunden großen Zuspruch.

Bis das LZK-Tool, der ILKR<sup>2</sup>, die Marktreife erlangt, wird noch eine gewisse Zeit vergehen. Bei der Evaluation haben sich immer wieder kleine und größere Fehler bemerkbar gemacht. Diese Fehler sollen nach Abschluss des Forschungsprojektes nachgebessert und das Tool fortlaufend erweitert und aktualisiert werden.

# Einleitung

## Ausgangssituation

Während in anderen Branchen, beispielsweise der Automobilindustrie, die Entwicklung von Produkten ohne Betrachtung des Lebenszyklusmanagements undenkbar ist, hinkt die Immobilien- und Baubranche noch deutlich hinterher. Die Berechnung der Lebenszykluskosten (LZK) von Gebäuden in Deutschland ist, obwohl zumindest für öffentliche Gebäude seitens der EU mittlerweile gefordert,<sup>1</sup> noch nicht sehr weit verbreitet. Die Nutzungs- und Lebenszykluskosten werden oft dem Zufall überlassen und nicht vorab berechnet oder optimiert.

Die Ursachen hierfür sind in dem starken Fokus auf Einzelprodukte und der Vielzahl der Projektbeteiligten zu suchen. Zudem konzentriert sich die Öffentlichkeit in der Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Bauvorhaben fast ausschließlich auf die Errichtungskosten.

Gleichzeitig weisen hiesige Neubauten noch immer ein hohes Kosten- und Ressourcenoptimierungspotenzial auf.<sup>2</sup> So ist es wenig verwunderlich, dass die Nachfrage nach Dienstleistungen und Tools für die Lebenszykluskostenberechnung in Deutschland in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen ist.

In den frühen Planungsphasen werden alle Kostenarten berechnet, die hinsichtlich der Lebenszykluskosten und des Ressourcenverbrauchs entscheidend sind. Eine besondere Rolle spielen dabei die Energiekosten, die bezogen auf die Lebenszykluskosten ca. 8 – 15% betragen. Speziell in den frühen Planungsphasen (Wettbewerbsphase bis Entwurfsplanung) kann auf die späteren Energiekosten Einfluss genommen werden. Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung geeigneter Berechnungsverfahren für den Heizenergieverbrauch, Kälteenergieverbrauch und Elektroenergieverbrauch unabdingbar.

Durch die frühe Berechnung der Energiekosten können Energieeinsparpotenziale optimal ausgeschöpft und der Einsatz der Technischen Gebäudeausrüstung auf die Nutzeranforderungen optimiert werden.

Die oben genannten Berechnungsverfahren wurden zudem im Zuge einer Masterthesis erarbeitet. Dadurch ist sichergestellt, dass die Berechnungsverfahren den aktuellen Stand der Technik widerspiegeln.

## Zielsetzung

Im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojektes wurde ein Lebenszykluskosten-Tool zur Kosten- und Verbrauchsoptimierung von Gebäuden in frühen Planungsphasen entwickelt. Im Laufe des Projektes wurde das Programm in „ILKR<sup>2</sup>“ umgenannt.

Der ILKR<sup>2</sup> soll exakt auf die Anforderungen des Marktes zur Optimierung der Lebenszykluskosten und des Ressourcenverbrauchs in frühen Planungsphasen zugeschnitten sein. In die Software sollen alle Umset-

1 vgl. [EU2014]

2 [RPNA13]

zungsvorschläge aus EVAgreen<sup>3</sup>, wie planungsbegleitende Berechnung der Lebenszykluskosten, LZK-Zielwertmatrix, Nachverfolgung der Zielwertkontrolle, Vergleich mit Marktwerten, integriert werden.

Hieraus ergaben sich folgende Zielsetzungen:

- Integration der Lebenszykluskostenoptimierung in frühe Planungsphasen
- Integration der Ressourcenverbrauchsoptimierung in frühen Planungsphasen
- Entscheidung pro/contra Gebäudeentwürfe unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten
- Öffnen der LZK-Berechnung für viele Marktteilnehmer durch ein praxisnahes Tool
- Skalierbarkeit des Tools je nach Planungsfortschritt
- Vollständige LZK-Berechnung, nicht Auszüge wie in bisherigen Verfahren
- Vergleich mit Marktwerten existierender Gebäude
- Unterschiedliche Ein-/Ausgabemöglichkeiten zur weiteren Verwendung der Daten

Bei der Betrachtung der Lebenszykluskosten von Gebäuden erfolgt die Konzentration der Projektbeteiligten oft nur auf die Variante Neubau oder umfangreiche Sanierung eines Bestandsgebäudes. Aus unserer Sicht sollten die Lebenszykluskostenberechnungen jedoch deutlich vielschichtiger aufgebaut werden. Der ILKR<sup>2</sup> wurde für folgende Berechnungsvarianten erstellt:

- LZK-Variante 1: Berechnung eines Neubauprojektes
- LZK-Variante 2: Berechnung eines Sanierungsprojektes
- LZK-Variante 3: Berechnung einzelner Bauelemente oder Anlagen
- LZK-Variante 4: Berechnung Neubau od. Sanierung im Vergleich, ein Standort, ein Baukörper

Der Markt erfordert die Anwendung des LZK-Tools in unterschiedlichen Planungs-, Bau- und Betriebsphasen des Gebäudes. Der ILKR<sup>2</sup> soll die Berechnungen – am Beispiel Neubau – zu folgenden Zeitpunkten im Lebenszyklus des Gebäudes ermöglichen:

- Architektur-/Generalplanerwettbewerb
- VOF-Verfahren
- Vorplanung
- Entwurfsplanung
- Genehmigungsplanung
- ggf. Ausführungsplanung

Der Schwerpunkt der Entwicklung lag dabei in den Berechnungszeitpunkten Architekturwettbewerb bis Entwurfsplanung, da für diese Berechnungszeitpunkte noch keine Tools am Markt verfügbar waren.

In frühen Projektphasen muss die Berechnung der Lebenszykluskosten auf der Basis einer ersten Planung mit nur wenigen Eingangsdaten erfolgen. Die entwickelten Verfahren zur Berechnung der Lebenszyklus-/Nutzungskosten basieren auf diesem Ansatz, so dass bereits eine LZK-Berechnung mit nur wenigen, verfügbaren Daten möglich ist.

Gerade in Wettbewerben ist dies ein entscheidender Punkt, da die Architektenkammern immer wieder eine nicht zu starke Belastung der Wettbewerbsteilnehmer verlangen und eine möglichst geringe Datenbereitstellung fordern.

3 ebd.

Gleiches gilt für die ersten Planungsphasen nach HOAI, aufgrund des Detaillierungsgrades der Planungen stehen auch hier nur wenige Planungsdaten zur Verfügung. Auf der anderen Seite werden durch baukonstruktive Festlegungen, wie Fassadengestaltung und technische Realisierungsvarianten bereits viele kostenbeeinflussende Parameter der Lebenszykluskosten unveränderlich festgeschrieben. Insofern ist durch den ILKR<sup>2</sup> sicherzustellen, dass die Berechnungen auf diese Planungsabläufe skalierbar sind und mit zunehmendem Planungsfortschritt genauere Berechnungen möglich sind.

In den frühen Planungsphasen werden alle Kostenarten berechnet, die hinsichtlich der Lebenszykluskosten und des Ressourcenverbrauchs entscheidend sind. U.a. sind dies die Energiekosten, die bezogen auf die Lebenszykluskosten ca. 8-15% betragen.

Gleiches gilt für den Ressourcenverbrauch und die Umweltrelevanz. In der Planungsphase 3 nach HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) werden verschiedene Varianten der Realisierung vorgestellt und die Aspekte einer Umsetzung gegeneinander abgewägt.

Nach Abschluss der Entwurfsplanung und mit Beginn der Genehmigungsplanung sind die meisten der umweltrelevanten Entscheidungspunkte definiert. Das LZK-Tool soll dazu beitragen, die Umweltrelevanz der Gebäude positiv zu beeinflussen.

Mit dem ILKR<sup>2</sup> sollen das Optimierungswissen, die Ressourcenoptimierungen und die praxisgerechten Berechnungen einer breiten Masse an Anwender verfügbar gemacht werden. Das Berechnungstool ist für den Einsatz in folgenden Zielgruppen vorgesehen:

- Eigentümer von Gebäuden
- Nutzer von Gebäuden
- Architekturbüros
- Fachplanungsbüros
- Nachhaltigkeits-Auditoren
- FM-Dienstleister
- Projektentwickler
- Asset- und Property Manager
- Hochschulen/Universitäten (Lehre)

# Hauptteil

## 1. Ausgangslage/Zielsetzung

### 1.1 Ausgangslage

Die Berechnung der Lebenszykluskosten (LZK) von Gebäuden ist in Deutschland noch nicht sehr weit verbreitet. Im abgeschlossenen Forschungsprojekt „EVAgreen – Qualitätssicherung und Evaluierung nachhaltiger Gebäude in Deutschland“<sup>1</sup> wurde festgestellt, dass Neubauten in Deutschland noch immer ein hohes Kosten- und Ressourcenoptimierungspotenzial aufweisen. Das Lebenszykluskosten-Controlling (LZK-Controlling) wurde als das geeignetste Mittel und Prozessmodell zur Optimierung der Lebenszykluskosten identifiziert und der Einsatz beschrieben.

Die bisherigen Kostenbetrachtungen von Gebäuden sind noch immer durch einen starken, einseitigen Fokus auf die Errichtungskosten geprägt.<sup>2</sup> In dieser Betrachtung wird vergessen, dass in der Nutzungsphase der Gebäude die höchsten Kosten anfallen und auch die meisten Emissionen verursacht werden. Insbesondere die indirekten, umweltrelevanten Aspekte wie beispielsweise Ersatzteile, Fahrten oder Reinigungsmittel sind zu beachten.

Die Nachfrage nach Dienstleistungen und Tools für die Lebenszykluskostenberechnung ist in Deutschland in den letzten drei bis fünf Jahren sprunghaft angestiegen. Die Ursachen hierfür sind, wie bereits in der Zusammenfassung geschildert, in dem starken Fokus auf Einzelprodukte und der Vielzahl der Projektbeteiligten zu suchen. Die Nutzungs- und Lebenszykluskosten werden oft dem Zufall überlassen und nicht vorab berechnet oder optimiert.

### 1.2 Zielsetzung

Im Vorhaben ist die Entwicklung eines LZK-Tools zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden geplant. Das zukünftige LZK-Tool soll exakt auf die Anforderungen des Marktes zur Optimierung der Lebenszykluskosten und des Ressourcenverbrauchs in frühen Planungsphasen zugeschnitten sein. In das LZK-Tool sollen alle Umsetzungsvorschläge aus EVAgreen, wie planungsbegleitende Berechnung der Lebenszykluskosten, LZK-Zielwertmatrix, Nachverfolgung der Zielwertkontrolle, Vergleich mit Marktwerten integriert werden.

---

1 [RPNA13]

2 [Upo13], S. 605ff.

---

## 2. Forschungskonzept

Das Forschungsprojekt gliederte sich in drei Abschnitte:

- Ermittlung der Anforderungen an das LZK-Tool
- Konzeption und Programmierung des LZK-Tools
- Evaluation des LZK-Tools

### 2.1 Ermittlung der Anforderungen an das LZK-Tool

Forschungsziel des ersten Abschnittes war die Frage, welche Anforderung das künftige LZK-Tool erfüllen soll. Hierzu wurden zunächst die Grundlagen des künftigen LZK-Tools auf Basis des Standes der Wissenschaft, der Projekterfahrungen der rotermund.ingenieure sowie der bekannten Marktanforderungen beschrieben. Auf dieser Grundlage wurde eine Marktbefragung entwickelt, mit der die Anforderungen des Marktes evaluiert wurden (vgl. Kapitel 3. Marktbefragung, S. 13).

Aus den so erlangten Erkenntnissen wurden die abschließenden Anforderungen an das LZK-Tool abgeleitet und in Form eines Fein-Lastenheftes festgehalten (vgl. Kapitel 4. Ableitung von Anforderungen, S. 17). Dieses diente zur Abstimmung der späteren Realisierung mit unseren IT-Dienstleistern.

### 2.2 Konzeption und Programmierung des LZK-Tools

Im zweiten Schritt wurde das LZK-Tool auf Grundlage der ermittelten Anforderungen entwickelt. Zu Beginn wurden auf Grundlage des Lastenheftes konzeptionelle Überlegungen zur Umsetzung angestellt (Kapitel 5. Konzeptionelle Überlegungen, S. 18). Anschließend wurde das LZK-Tool entwickelt und programmiert. Ausführliche Informationen hierzu finden sich in Kapitel 6. Entwicklung ILKR<sup>2</sup>, S. 23.

### 2.3 Evaluation des LZK Tools

Im letzten Abschnitt des Forschungsprojektes wurde das funktionsfähige LZK-Tool von verschiedenen Marktteilnehmern in der Praxis getestet (vgl. Kapitel 7. Evaluation, S. 50).

## 3. Marktbefragung

### 3.1 Aufbau Marktbefragung

Um das künftige LZK-Tool entsprechend den Anforderungen des Marktes zu konzipieren, wurde im Herbst 2014 eine Marktanalyse in Form einer Marktbefragung durchgeführt.

Im Oktober wurden 424 ausgewählte Organisationen angeschrieben, um mittels Fragebogen<sup>3</sup> ihre Anforderungen und Wünsche an ein Tool zur Berechnung von Lebenszykluskosten zu erheben. Die Evaluation erfolgte in verschiedenen Zielgruppen, wobei auf eine ausgeglichene Zahl an Repräsentanten geachtet wurde.

Der Rücklauf der Marktbefragung betrug 8,96 % und war somit zufriedenstellend.

Kategorie	Anzahl
Anzahl angeschriebener Organisationen	424
Beantwortete Fragebögen	38
Absagen für Teilnahme	0
Keine Reaktion	386

Abb. 1: Umfang und Reaktionen auf die Marktbefragung

### 3.2 Ergebnisse der Marktbefragung

Nahezu alle Befragten (97%) halten ein Monitoring von Errichtungs- und Gebäudenutzungskosten über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden für sinnvoll.

Dennoch werden in der Hälfte aller Organisationen bei aktuellen Projekten derzeit keine Möglichkeiten zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden genutzt. Die übrigen Befragten berechnen die Lebenszykluskosten zum größten Teil selbst (39%), die Minderheit lässt sie von Dritten berechnen (11%).

Die Befragten nutzen dabei unterschiedliche Tools bzw. Berechnungen zur Ermittlung der Lebenszykluskosten:

- DGNB-Steckbrief<sup>4</sup>
- BNB-Steckbrief<sup>5</sup>
- GEFMA 220<sup>6</sup>
- LEGEP-Bausoftware
- GNKR<sup>7</sup>
- IB Trinius

3 vgl. Anhang A Fragebogen Marktbefragung Lebenszykluskostenrechner

4 Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)

5 Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)

6 German Facility Management Association (GEFMA)

7 Gebäudenutzungskostenrechner der rotermund.ingenieure

- PLAKODA<sup>8</sup>
- LZK Tool Öko<sup>9</sup>
- Eigene Berechnungen

Bezüglich der Erfahrungen in der Anwendung verschiedener Tools zeigten sich unterschiedliche Erfahrungen. Das DGNB- sowie das BNB-Tool werden hinsichtlich des Bedienkomforts als sehr positiv bewertet. Beide seien aber für die Berechnung von Lebenszykluskosten ungeeignet, da Sie nur einen Teil der Kostenarten berücksichtigen und daher nur einen groben Richtwert geben könnten.

Hingegen werden bei detaillierteren Tools die Detailtiefe und der hohe Aufwand kritisiert. Im Fokus stehen dabei zum einen die allgemeine Anwendbarkeit, für die tiefere Kenntnisse der LZK-Berechnung nötig seien. Ein großer Teil der Befragten kritisierte zudem den hohen Erfassungsaufwand in frühen Leistungsphasen.

Wie zu erwarten, spiegelte sich der zu erwartende Aufwand auch in den Gründen gegen den Einsatz eines LZK-Tools in der eigenen Organisation wider. Neben strategischen Faktoren und zu hohen Kosten wurde auch die fehlende Individualität eines standardisierten Berechnungs-Tools kritisiert.

Die Gründe für den Einsatz eines LZK-Tools im eigenen Unternehmen dominierten jedoch deutlich:

Kategorie	Anzahl
Kostentransparenz für langfristige Investitionen über deren Lebenszyklus	35
Variantenvergleich (Sanierung/Neubau)	29
Zusätzliche Entscheidungsgrundlage über die Anfangsinvestition hinaus	28
Evaluation von langfristigen Einsparungen anfänglicher Mehrinvestitionen	27
Budgetplanung künftiger Investitionen	26
Kosteneinsparung durch eigene Berechnungen (Inhouse-Lösung)	13
Möglichkeit der für Zertifizierung geforderten LZK-Berechnungen	4

Abb. 2: Gründe für den Einsatz eines LZK-Tools

Die Befragten wurden um eine Einschätzung hinsichtlich der Bedeutung der LZK-Berechnung von verschiedenen Anwendungszwecken gebeten. Die größte Bedeutung kommt demnach einem Variantenvergleich bei Neubauten, Umbauten und Sanierungen zu. Dicht dahinter folgen die Optimierung der späteren Nutzungskosten bei Neubauten sowie die Budgetplanung. Eine eher geringfügige Bedeutung weisen LZK-Berechnungen zum Zweck von Zertifizierungen auf.

Bei der Frage, welche Nachhaltigkeitszertifizierungen eingebunden werden sollten, stand die Zertifizierung nach DGNB an erster Stelle, gefolgt von BNB, LEED<sup>10</sup>, und BREEAM<sup>11</sup>. Diese vier Zertifizierungsherausgeber ergaben in Summe rund 90% der auszuwählenden Möglichkeiten.

- 8 Tool des Landes Baden-Württemberg
- 9 Kooperation von M.O.O.CON, e7 und BauXund
- 10 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)
- 11 Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM)

Der Markt erfordert die Anwendung einer Lebenszykluskostenberechnung in unterschiedlichen Planungs-, Bau- und Betriebsphasen der Gebäude. Als Marktstandard wird hierbei häufig im Zuge von Planungen oder Baumaßnahmen gerechnet. Unsere Markterfahrung stimmt mit den Ergebnissen der Umfrage überein, da hier den Aspekten Vorplanung sowie Entwurfsplanung die größte Bedeutung zugeschrieben wurde.

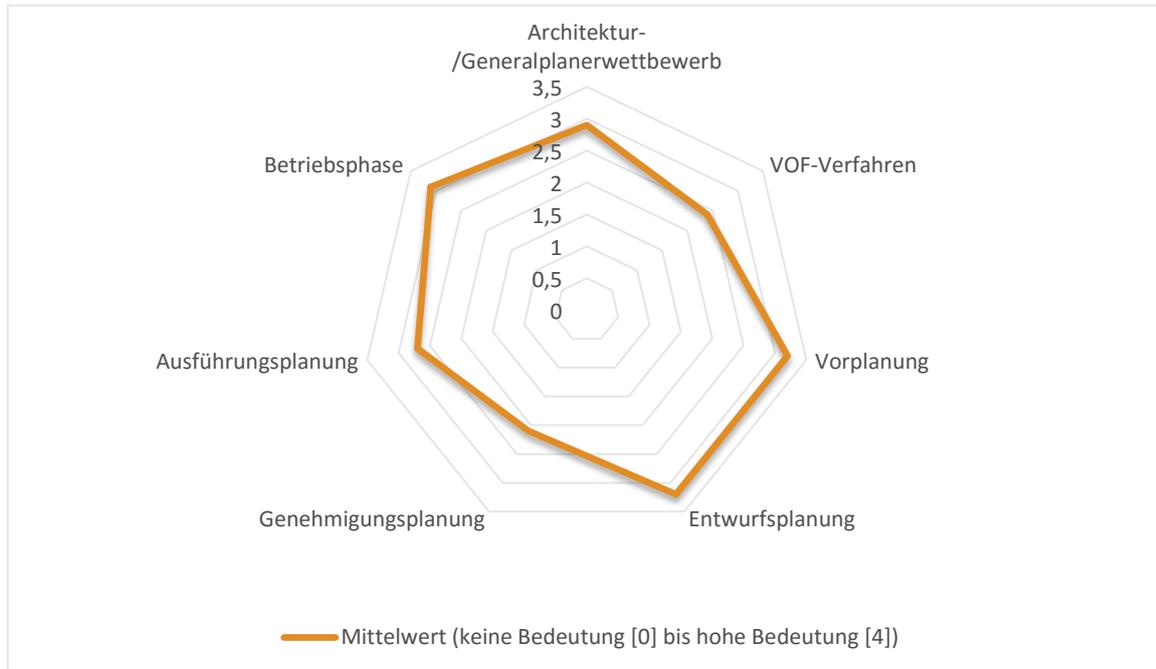


Abb. 3: Anwendung des LZK-Tools nach Phasen

Erfahrungsgemäß beanspruchen die Nutzungskosten einer Immobilie den größten Anteil an den Lebenszykluskosten eines Gebäudes.<sup>12</sup> Diese Aussage bestätigt sich in dem Ergebnis der Umfrage, wobei den Nutzungskosten eine sehr hohe Bedeutung bei der Ermittlung der Lebenszykluskosten zugewiesen wurde. Insbesondere die Unterpunkte Instandhalten sowie Reinigungs- und Pflegedienste sind hierbei von großer Bedeutung.

Um herauszufinden, welche Normen und Richtlinien für das Tool von Interesse sind, haben wir nach dem Bekanntheitsgrad sowie der Nutzung verschiedenen Normen und Richtlinien gefragt. Zwischen der Nutzung und der Bekanntheit herrscht eine große Diskrepanz (vgl. „Abb. 4: Bekanntheit und Nutzung verschiedener Tools“). Diese ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass nur 50% der befragten Organisationen eine Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden durchführen. Zu den bekanntesten Normen und Richtlinien zählen laut Umfrage die DIN 18960, die GEFMA 200 sowie die Betriebskostenverordnung. Daneben wurden weitere Aspekte wie Benchmark-Systeme, eigene Erfahrungswerte, eigene Kostenkennzahlen, EN 15221 oder auch keine Kenntnisse genannt.

12 [Upo13], S. 604f.

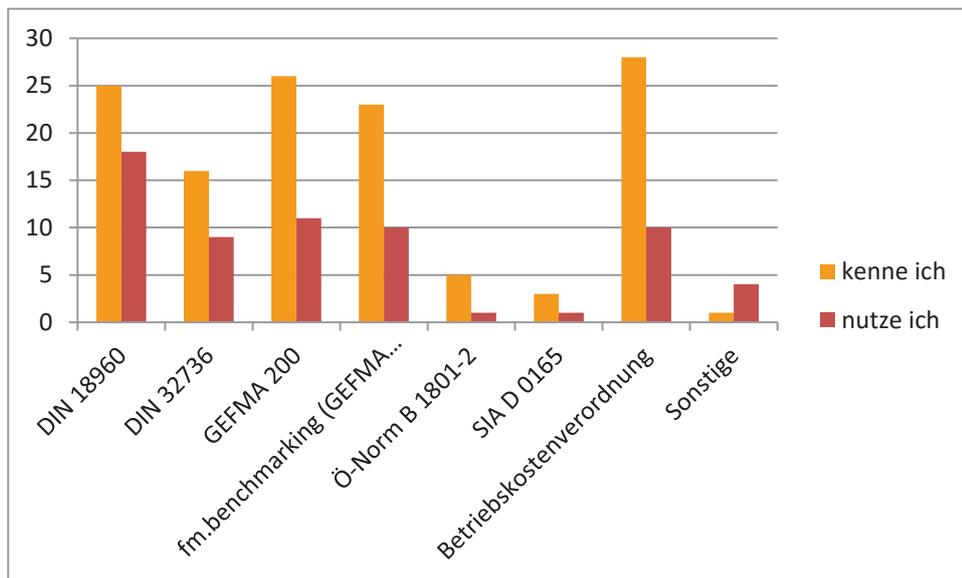


Abb. 4: Bekanntheit und Nutzung verschiedener Tools

Nach den ersten Vorüberlegungen tendierten wir zu einer Umsetzung des Tools in MS-Excel. Vor diesem Hintergrund haben wir nach Vor- und Nachteilen eines Excel-basierten Tools gefragt. Aufgrund der aktuellen Verbreitung der Microsoft Office-Software sahen alle Befragten die Möglichkeit, ein MS-Excel-basiertes Tool zu öffnen. Mit 94,74% sah die Mehrheit der Befragten weitere Vorteile in der Nutzung, z.B.:

- Kann auch offline benutzt werden, z.B. auf Terminen, Baustellenbesichtigungen, etc.
- Bietet gute Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse
- Ergebnisse lassen sich gut in andere Office Produkte einbinden
- Anwender sind mit MS-Excel bereits vertraut

Lediglich fünf Befragte äußerten, dass die Einbindung von Visual Basic for Applications (VBA) und Makros von der Firewall geblockt und somit nicht aktiviert werden können.

Eine große Divergenz ließ sich hinsichtlich der gewünschten Eingangsgrößen feststellen. Der größte Teil der Befragten bevorzugt um die 70 Eingangsgrößen, um eine höhere Detailtiefe der Ergebnisse zu erlangen. Es wurde jedoch deutlich, dass dies sehr vom jeweiligen Projektziel und den sich daraus ergebenden Anforderungen abhängt.

## 4. Ableitung von Anforderungen

In der Marktbefragung zeigte sich, dass ein Monitoring der Kosten für die Errichtung und die Gebäudenutzung über den gesamten Lebenszyklus gewünscht ist. Ziel war es daher, die Auswertung umfassend und detailliert erfolgen zu lassen. So wird zudem die ebenfalls als wichtig erachtete große Kostentransparenz gewährleistet.

Der Wunsch nach Detailtiefe und individueller Berechnung im Einzelfall steht in Diskrepanz zum erhofften geringen Aufwand für Datenerfassung und –eingabe, zumal vor allem in frühen Planungsphasen lediglich eine begrenzte Anzahl an Daten feststeht. Das Tool soll die beiden Punkte durch eine Vielzahl an hinterlegten Werten, die je nach Bedarf als Platzhalter für noch nicht bekannte Größen dienen, verbinden. Sie sollen somit eine umfangreiche Berechnung und ein realistisches Ergebnis ermöglichen, ohne übermäßigen Arbeitsaufwand zu verursachen.

Durch die genannten hinterlegten Werte soll eine Berechnung in allen Lebensphasen eines Gebäudes ermöglicht werden, von der Entwurfsplanung bis in den Betrieb. Dieser Punkt ist von großer Bedeutung, denn somit können bereits frühzeitig die Auswirkungen von Planungsentscheidungen deutlich gemacht werden. So lässt sich beispielsweise absehen, ob sich höhere Anfangsinvestitionen langfristig rechnen. Auch für Gebäude, die bereits im Betrieb sind, sollen sich künftige Kosten, bspw. für Sanierungen oder Betriebskosten, absehen lassen.

Seitens des Anwenders müssen keine tiefergehenden Kenntnisse im Bereich der Lebenszykluskosten vorausgesetzt werden. Die Berechnungen sollen eigenständig durch die Nutzer durchgeführt werden können, was gleichzeitig eine Kosteneinsparung in Planungsphasen bedeutet.

Das umfassende Berechnungstool soll somit eine Vielzahl von Anwenderwünschen berücksichtigen und den erhofften Bedienkomfort durch eine sehr geringe Anzahl an zwingend notwendigen Eingaben bei gleichzeitig umfassendem, detaillierten Ergebnis bieten.

Neben den Marktanforderungen sind auch Umsetzungsvorschläge aus EVAgreen und in der Praxis durchgeführten Projekten integriert werden. Zusammenfassend lassen sich die folgenden Anforderungen festhalten:

- Integration der Lebenszyklusoptimierung in frühe Planungsphasen
- Integration der Ressourcenverbrauchsoptimierung in frühen Planungsphasen
- Entscheidung pro/contra Gebäudeentwürfe unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten
- Öffnen der LZK-Berechnung für viele Marktteilnehmer durch praxisnahes Tool
- Skalierbarkeit des Tools je nach Planungsfortschritt
- Vollständige LZK-Berechnung, nicht Auszüge wie in bisherigen Verfahren
- Vergleich mit Marktwerten existierender Gebäude
- Unterschiedliche Ein-/Ausgabemöglichkeiten zur weiteren Verwendung der Daten

## 5. Konzeptionelle Überlegungen

Das Konzept des LZK-Tools wurde in zwei Lastenheften beschrieben. Das Grob-Lastenheft wurde im ersten Schritt auf Basis des Standes der Wissenschaft, der Projekterfahrungen der rotermund.ingenieure und der bekannten Marktanforderungen erstellt. Nach der Evaluierung der Marktanforderungen (vgl. Kapitel 3. Marktbefragung, S. 13) wurde anhand der abschließenden Anforderungen das finale Konzept im Fein-Lastenheft erstellt und beschrieben.

Das Fein-Lastenheft diente zur Abstimmung der Realisierung mit dem IT-Dienstleister.

### 5.1 Anwendungsfälle

Zur Beurteilung von Gebäude-Lebenszykluskosten soll ein Werkzeug erschaffen werden, mit dem diese Kosten berechnet und ggf. verglichen werden können.

Der Einsatzbereich bezieht sich auf folgende Anwendungsfälle.

- LZK-Variante 1: Berechnung eines Neubauprojektes
- LZK-Variante 2: Berechnung eines Sanierungsprojektes
- LZK-Variante 3: Berechnung einzelner Bauelemente oder Anlagen
- LZK-Variante 4: Berechnung Neubau oder Sanierung im Vergleich (Ein Standort, ein Baukörper)

Nach der Evaluierung der Marktanforderungen wurde beschlossen, die folgenden Anwendungsfälle nicht im LZK-Tool umzusetzen. Diese stellen spezielle Anwendungsfälle dar, die in der Praxis nur sehr selten gefordert werden.

- LZK-Variante 5: Berechnung Neubau oder Sanierung im Vergleich (Ein Standort, mehrere Baukörper)
- LZK-Variante 6: Szenarien-Berechnungen (Mehrere Baukörper, mehrere Standorte)

### 5.2 Zeitpunkt der Berechnung

Das LZK-Tool kann für Berechnungen in den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen eines Gebäudes eingesetzt werden. Zu den Phasen gehören:

- Wettbewerbsphase
- Entwurfsplanung
- Ausführungsplanung
- Inbetriebnahme
- Nutzungsphase

Der Schwerpunkt der Entwicklung lag dabei auf frühen Projektphasen im Lebenszyklus (Wettbewerbsphase, Entwurfsplanung). Für diese Berechnungszeitpunkte sind am Markt noch keine Werkzeuge oder Berechnungsprogramme verfügbar.

### 5.3 Betrachtungsweise

Zu Beginn des Berechnungsvorhabens kann im Tool die Betrachtungsweise angegeben werden. Dabei wird unterschieden in:

- Vollkostenbetrachtung
- Mieter-/Vermieterbetrachtung

Je nach Betrachtungsweise werden Grundparameter geändert oder ergänzt.

Anmerkung: Die Mieter-/Vermieterbetrachtung ist gegenwärtig ohne Funktion. Bei der Umsetzung der Berechnungsverfahren wurde festgestellt, dass einige Kostenarten, wie beispielsweise die Elektroenergiekosten, massiv umstrukturiert werden müssen. Des Weiteren ist eine Aufteilung in mieterseitige und vermierterseitige Kosten auch projektabhängig. Daher ist eine pauschale Aufteilung beispielsweise nach Betriebskostenverordnung zum gegenwärtigen Zeitpunkt schwierig umsetzbar. Zu einem späteren Zeitpunkt soll die Betrachtungsweise im LZK-Tool umgesetzt werden.

### 5.4 Variantenvergleich

Alle Anwendungsfälle können im Bedarfsfall mittels eines Variantenvergleichs gegenübergestellt werden.

### 5.5 Betrachtungszeitraum

Das LZK-Tool kann flexible Betrachtungszeiträume abbilden. Der Betrachtungszeitraum kann von minimal zwei Jahren bis maximal 70 Jahre in Jahresschritten ausgewählt werden. Das LZK-Tool ist so aufgebaut, dass sich alle Teil-Berechnungen automatisch dem Betrachtungszeitraum anpassen.

### Gebäudetypen

Die Berechnungsmethoden für die Errichtungs-/Nutzungs-/Sanierungs- und Lebenszykluskosten sind für alle Gebäudetypen identisch. Lediglich gebäudespezifische Parameter können den Berechnungen zugewiesen werden.

Die Auswahl der Gebäudetypen orientiert sich an der Kostensammlung des Baukosteninformationszentrum BKI und am fm.beckmarking. Die Lebenszykluskosten können für folgende Gebäudetypen berechnet werden:

- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Schul- und Unterrichtsgebäude
- Handelsimmobilien
- Krankenhäuser
- Laboratorien
- Feuerwehrgebäude
- Gasthäuser und Mensen
- Logistik- und Lagergebäude
- Pflege- und Altenheime

- Produktionsgebäude
- Rechenzentren
- Rehabilitationseinrichtungen
- Sport- und Mehrzweckhallen
- Bauhöfe
- Garagen und Parkhäuser
- Hotels und Pensionen
- Wohnimmobilien

Bei der Nutzung des LZK-Tools können die Berechnungsparameter über die Auswahl der Gebäudetypen angepasst werden. So werden gebäudespezifische Berechnungsparameter anhand des Gebäudetyps im LZK-Tool voreingestellt.

## 5.6 Berücksichtigte Kostenarten

Das LZK-Tool berücksichtigt die Berechnung der folgenden Kostengruppen:

- Investitionskosten
- Errichtungskosten
- Kurzfristige Sanierungskosten
- Umbaukosten
- Restwerte von Bestandsgebäuden am Anfang des Betrachtungszeitraums
- Nutzungskosten
- Langfristige Sanierungskosten
- (Mietkosten)
- (Rückbau-/Entsorgungskosten)
- Restwerte am Ende des Betrachtungszeitraums
- Sonstige Kosten und Erträge

Ausgesuchte Kostengruppen aus der o.a. Liste ergeben in Summe die Lebenszykluskosten des Gebäudes.

## 5.7 Finanzmathematisches Modell

Im LZK-Tool werden sowohl die Kosten als auch die Erträge je Berechnungsjahr erfasst und berechnet. Die Kosten und ggf. auch die Erträge werden mittels der Barwertmethode auf den Bezugszeitpunkt diskontiert.

## 5.8 Rahmenbedingungen

Das Tool ist nach dem Prinzip Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe (EVA-Prinzip) aufgebaut.

- Eingangsdaten: Daten aus vorliegenden Planungen, Bestandsaufnahmen (Bsp. Flächen nach DIN 277)
- Verarbeitung: Berechnung der Kostenartengruppen und Kostenarten, Einstellung auf das jeweilige Gebäude mittels Parameter
- Ausgabe: Separate Ausgabeblätter mit einer Zusammenfassung der wesentliche Eingangsdaten, wesentliche Parameter, Vergleichskennzahlen (Benchmarks)

Das Tool wurde auf der Systemoberfläche Microsoft-Office-Excel 2013 umgesetzt.

Das Tool wurde in deutscher Sprache aufgebaut.

Die Berechnungsparameter können nur in einem zuvor definierten, realistischen Wertebereich gewählt werden. Abweichungen vom vorgegebenen Wertebereich werden angezeigt. Die Parameter bei Variantenvergleichen werden auf einem separaten Arbeitsblatt überprüft. Die Unterschiede der Parameter sollen hierbei visuell hervorgehoben werden.

Die Parameter werden auf einem eigenen Excel-Sheet kontrolliert bzw. plausibilisiert. Die Plausibilität wird über vorgegebene „von-bis-Werte“ durchgeführt. Über farbige Hervorhebungen werden unplausible Parameter (Wertebereich) angezeigt.

Für die Nutzung des Tools ist ein Benutzerhandbuch in deutscher Sprache vorhanden.

Die wesentlichen Berechnungsschritte werden offen und transparent dargestellt, damit ggf. Vorschläge zur Weiterentwicklung übergeben werden können. Die Transparenz erfolgt unter anderem über die grafische Darstellung der Berechnungsabläufe im Benutzerhandbuch.

Der Nutzer wird anwenderfreundlich durch die einzelnen Berechnungsschritte geführt

Über Pop-up Felder erfolgt eine Kommentarfunktion für einzelne, ausgewählte Eingabefelder. Die genauen Bedürfnisse zur Kommentierung und nötige Erweiterungen der Kommentare wurden in der Testphase des Tools definiert.

## 5.9 Ausgabe

### Ausgabe Grafiken

Die Ausgabe der Lebenszykluskosten-Ergebnisse soll in unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten erfolgen. Zur visuellen Darstellung sollen Diagramme der einzelnen Kostenarten erstellt werden, die auf einem separaten Arbeitsblatt dargestellt und ausgedruckt werden können.

### Ausgabe Zahlen

Die Ergebnisse sollen auf einem separaten Arbeitsblatt in Zahlenform aufgelistet werden. Dabei werden die absoluten Kosten und die geforderten Kennzahlen in Listenform dargestellt. Eine Aufteilung auf mehrere Ausgabeblätter ist möglich.

Zur Kennzahlenbildung sollen einheitliche Bezugsgrößen verwendet werden. Für Bürogebäude werden die Bezugsgrößen Brutto-Grundfläche (BGF) Nutzfläche und Nutzfläche (NF) verwendet.

---

### Ausgabe Benchmarking

Die über das Tool ermittelten Kosten und Kennzahlen sollen mittels Benchmarking verglichen werden können. Vergleichsquelle ist das fm.benchmarking.

Für die Kennzahlen des fm.benchmarking ist die Integration eines Benchmark-Sheets erforderlich, in dem die Kennzahlen eingebunden werden können. Das Tool gibt die Strukturen der Vergleichswerte vor. Die Kennzahlen müssen jährlich ohne hohen Aufwand aktualisiert werden können.

Die grafische Darstellung der Benchmarks erfolgt anhand von Boxplots, die über eine Bandbreite des Min-Mittel-Max verfügen. Die Definition der Werte Min, Mittel, Max kann dabei frei festgelegt werden.

## 6. Entwicklung ILKR<sup>2</sup>

### 6.1 Allgemeine Erläuterungen

#### 6.1.1. Aufbau des ILKR<sup>2</sup>

##### Grundprinzip

Das Tool ist nach dem Prinzip Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe (EVA-Prinzip) aufgebaut.

- **Eingangsdaten:** Die Daten aus vorliegenden Planungen, Bestandsdaten oder Bestandsaufnahmen (Bsp. Flächen nach DIN 277) werden übernommen und in den ILKR<sup>2</sup> eingegeben
- **Verarbeitung:** Bei der Verarbeitung erfolgt die Berechnung der Kostenartengruppen und Kostenarten. Dabei werden diverse Einstellungen auf das jeweilige Gebäude mittels Parameter vorgenommen (siehe Kapitel 5. Konzeptionelle Überlegungen, S. 18).
- **Ausgabe:** Die Ausgabe der Berechnungsergebnisse erfolgt auf separate Ausgabeblätter mit einer Zusammenfassung der wesentliche Eingangsdaten, wesentliche Parameter, Vergleichskennzahlen (Benchmarks)

Die unten aufgeführte Grafik veranschaulicht den grundlegenden Aufbau des ILKR<sup>2</sup>.

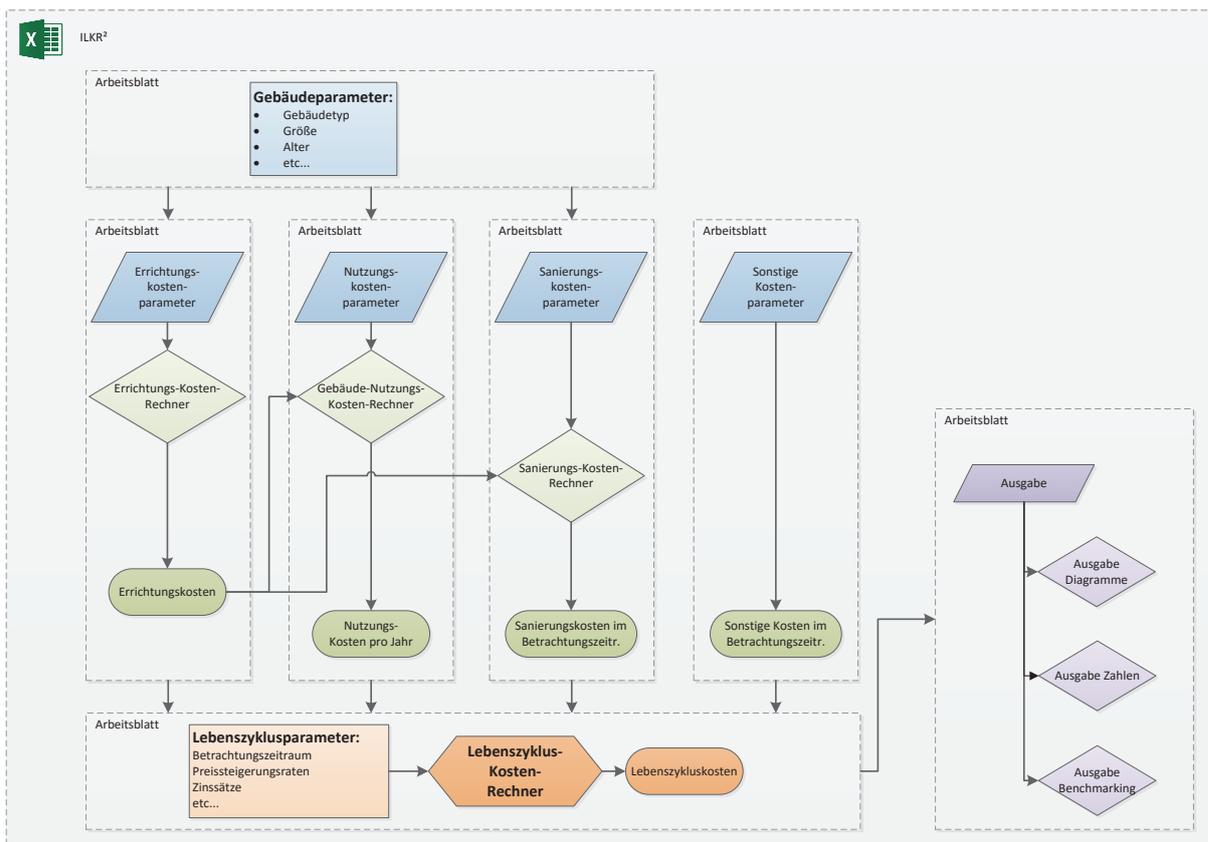


Abb. 5: Aufbau des ILKR<sup>2</sup>

## Berechnungsparameter

### *Grundparameter*

Für die Berechnungen werden bestimmte Parameter an zentraler Stelle gesteuert. Diese sogenannten „Übergeordneten Berechnungsparameter“ wirken sich ggf. auf mehrere Kostenarten-Berechnungen aus. Darunter fallen folgende Parameter:

- Betrachtungszeitraum
- Preissteigerungsraten
- Gebäudetyp
- Standort
- Baujahr
- Anzahl Arbeitsplätze

### *Berechnungsparameter*

Die Berechnungsparameter werden je Kostenart erfasst. Diverse Berechnungsparameter sind in den Einzelberechnungen voreingestellt. Das heißt, dass über wenige Grundparameter eine Berechnung der Lebenszykluskosten möglich ist. Das Tool bietet die Möglichkeit, jeden Parameter durch eigene Angaben zu überschreiben bzw. anzupassen.

Darüber hinaus bietet das Tool die Möglichkeit, je nach Kenntnisstand des Nutzers unterschiedliche Steuerungstiefen freizuschalten („Einfach“, „Experte“).

Die Steuerung der Parameter erfolgt jeweils über Schieberegler und Direkteingabe.

## 6.1.2. Dokumentation

### Dokumentationsformular

Zu Projektbeginn wurde die Dokumentation über die Entwicklung des Tools festgelegt. Die Dokumentation diente der Sammlung und Erläuterung der im Tool verwendeten Berechnungsformeln. Dazu wurde extra ein entsprechendes Formular erstellt.

Es wurden die Herangehensweise zur Erstellung der Formeln dokumentiert und evtl. nötige Erläuterungen festgehalten. Darüber hinaus diente die Dokumentation der systematischen Arbeitsweise bei der Erarbeitung der Formeln. Über eine „Checkliste“ wurden Schritt für Schritt alle zu beachtenden Punkte abgearbeitet und ggf. kommentiert.

Bei der Erarbeitung der Formeln wurde immer eine sogenannte „Primär-Formel“ erstellt, die der Struktur des fm.benchmarkings, des Gebäudetypen und dem Berechnungszeitraum (z.B. Wettbewerb, Vorplanung, etc.) zugeordnet werden kann. Im Idealfall konnte diese Formel dann für alle Kostenstrukturen, Gebäudetypen, Berechnungszeiträume oder weitere Anwendungsfälle verwendet werden. Musste die Formel für einen anderen Anwendungsfall angepasst werden, wurde dies ebenfalls in diesem Dokument festgehalten und erläutert.

### Formularaufbau und Dokumentationspunkte

Das erstellte Formular umfasste die folgenden Dokumentationspunkte:

- Name der Formel / Kennzahl
- Quellen der Recherchen
- Textliche Erläuterungen
- Primärformel
  - Herleitung der Formel
  - ...
- Auflistung der Verwendeten Parameter und Variablen
- Anwendungsfälle
  - Kennzahlenstrukturen
  - Gebäudetypen
  - Berechnungszeitpunkt
  - Weitere Listen
- Anpassung der Formel
  - Formel für Anwendungsfall/Anwendungsfälle anpassen
  - Quellen der Recherche
  - Textliche Erläuterung der Anpassung
  - Formel
  - Auflistung der verwendeten Parameter und Variablen

Die untenstehenden „Abb. 6: Dokumentationsformular“ veranschaulicht einen Auszug aus dem Dokumentationsformular.

4,1,2 Herleitung der Parameter

$$Q_w = q_w \cdot A_{EB} \cdot d_{Betr} \text{ oder } Q_w = q_w \cdot n_{Pers} \cdot d_{Betr}$$

4,1,3 Herleitung der Parameter

$$Q_d = (U_z \cdot \Delta\theta \cdot L) \cdot t_{\theta,d}$$

4,1,4 Herleitung der Parameter

$$Q_s = (U_z \cdot \Delta\theta \cdot V_c) \cdot t_{\theta,s}$$

5

Auflistung der verwendeten Parameter/ Variablen	Einheit	Wird dieser Parameter auch für andere Formeln benötigt?		Abgrenzung Mieter/ Vermieter	Werden Updates benötigt?	Wird eine Liste benötigt?	Anmerkungen	Text für Infobox
Jahresenergiekosten für Wärme	€/a	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein					
Jahresenergiebedarf für Wärme	kWh/a	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein					
spezifischer Preis für Endenergieträger	€/kWh	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein					
Heizwärmebedarf	kWh/a	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein					
Nutzwärmebedarf der Warmwasserbereit	kWh/a	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein					
technische Anlagenverluste	kWh/a	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein					
Transmissionswärmeverluste	kWh/a	nein						
Lüftungswärmeverluste	kWh/a	nein						
Energiegewinne	kWh/a	ja						
Transmissionswärmetransferkoeffizient	W/h	ja						
Gradtagszahl	Kd/a	nein					Umrechnung erforderlich	
U-Wert des Bauteils	W/m²K	ja						
Wärmebrückenzuschlag	W/m²K	ja						
Fläche des Bauteils	m²	ja						
Wärmetransferkoeffizient der Lüftung	W/K	ja						
Luftwechselrate	1/h	ja						
belüftetes Gebäudevolumen	m³	ja						
Rückwärmezahl	%	ja						
Anlagenluftwechsel	1/h	ja						
Restundichtheiten	1/h	ja						
Fensterfläche	m²	ja						
Globalstrahlung	kWh/m²a	ja						
Energiedurchlassungsgrad		ja						
Minderungsfaktor		ja						
spezifischer Nutzenergiebedarf Trinkwarm	kWh/Person oder V	nein						
Energiebezugsfläche	m²	ja						
Anzahl an Personen		ja						
jährliche Betriebstage		ja						
Wärmeabgabe von Personen	W						Umrechnung erforderlich	

Abb. 6: Dokumentationsformular

### 6.1.3. Recherche

Die Recherche der Berechnungsschritte der jeweiligen Nutzungskosten stellte eine zentrale Tätigkeit bei der Toolentwicklung dar. Anhand bereits vorhandener Berechnungsverfahren wurden – soweit möglich – eigene Berechnungen abgeleitet. Die Recherche beschränkte sich dabei auf folgende Quellen:

- Fachliteratur (Bücher und Zeitschriften)
- Internetquellen
- Projekterfahrungen

Ein Großteil der verwendeten Fachliteratur steht in der „eigenen“ Bibliothek in den Büroräumen von rotermund.ingenieure zur Verfügung. Für weitere Fachliteratur standen die folgenden Bibliotheken zur Verfügung:

- Bibliothek der FH Münster
- Bibliothek der Westfälischen Hochschule in Gelsenkirchen
- Bibliothek der HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst in Holzminden

Auch das Internet bietet heute eine gute Möglichkeit um an die gewünschten Informationen zu gelangen. Wikipedia stellt dabei keine zitierbare Quelle dar, bietet jedoch gute Hinweise auf weitere Quellen.

Für einige Nutzungskostenarten wie beispielsweise die Öffentlichen Abgaben werden von Bund und/oder Länder einheitliche Berechnungsverfahren und anzunehmende Parameter festgelegt. Diese sind oft auch auf den entsprechenden Internetseiten frei verfügbar.

Die Projekterfahrung spielt selbstverständlich auch eine große Rolle bei der Entwicklung der Berechnungsverfahren. In den letzten Jahren wurden die Lebenszykluskosten von rotermund.ingenieure in diversen Projekten berechnet. Durch die Berechnung in den unterschiedlichen Phasen (Wettbewerb, Entwurfsplanung, Ausführungsplanung, Betrieb, etc.) ist bereits ein großer Erfahrungsschatz vorhanden.

#### 6.1.4. Verzögerungen

Bei der Entwicklung des ILKR<sup>2</sup> haben sich im Laufe der Zeit Verzögerungen ergeben. Eine Ursache der Verzögerung war die Umstellung des Betriebssystems auf Microsoft Windows 10 im Juli/August 2015. Die Veröffentlichung des Betriebssystems fiel genau in dem Zeitraum der anvisierten Beta-Testphase. Um die Funktionsfähigkeit des ILKR<sup>2</sup> auch auf Windows 10 zu gewährleisten mussten einige interne Tests durchgeführt werden. Diese Tests trugen zur Verzögerung bei.

Durch die Umstellung auf das Betriebssystem Windows 10 hat sich auch der Beta-Testzeitraum verzögert. Der nun geplante Testzeitraum hätte in der Weihnachtszeit 2015 gelegen. Aus zwei Gründen wurde sich gegen eine Beta-Testphase in diesen Zeitraum entschieden:

- Erfahrungsgemäß ist die interne Projektauslastung in der Vorweihnachtszeit sehr groß. Daher wäre ein 100% Support der Beta-Tester nicht sichergestellt.
- Die Auslastung der Beta-Tester ist in diesem Zeitraum ebenfalls sehr groß. Aus diesem Grund ist ein anvisierter Rücklauf nicht gewährleistet.

Die Beta-Testphase begann somit erst im Januar 2016.

Eine weitere Problematik stellte die Verschlüsselung des Tools dar. Zum einen soll das Know-how, welches in die Entwicklung geflossen ist, geschützt werden, zum anderen soll die Verbreitung (u.a. im Internet) vermieden werden.

Ein einfacher Kopier- bzw. Blattschutz in MS Excel stellt daher keinen zufriedenstellenden Schutz dar. Diese lassen sich häufig mit wenig Aufwand und mit frei verfügbaren Tools im Internet binnen weniger Minuten knacken.

Für den Beta-Test haben wir auf ein Verschlüsselungs-Tool (DoneEX – XCell Compiler) speziell für MS Excel-Dateien gesetzt. Bei der Installation kam es jedoch vereinzelt zu Problemen (siehe Kapitel 7.1 Ergebnisse Beta-Test, S. 50).

## 6.2. Eingabefelder im ILKR<sup>2</sup>

### 6.2.1. Eingabe Gebäudeparameter

Im Eingabeformular „Grundparameter“ werden die berechnungsübergreifenden Parameter erfasst. Das Eingabeformular gliedert sich in vier Bereiche:

- Anwendungsfall
- Projektparameter
- Auswahl der Kosten
- Lebenszykluskostenparameter

Die Grundparameter bilden die Grundlage der Lebenszykluskostenberechnung. An dieser Stelle werden viele Berechnungsparameter wie Preissteigerungsraten, Diskontierungszinssätze, Betrachtungszeitraum u.v.m. festgelegt.

Weiterhin werden allgemeine Gebäude- und Projektparameter festgelegt. Hierzu gehören beispielsweise die Anzahl der wöchentlichen Nutzungstunden, die Anzahl der Arbeitsplätze, die Anzahl der Geschosse (über- und unterirdisch), Phase der Berechnung, etc.

Die Grundparameter haben direkten Einfluss auf die Lebenszykluskostenberechnungen. Aus diesem Grund ist die Eingabe der Daten notwendig, um die Berechnung fortzusetzen. Sollten Daten nicht zur Verfügung stehen, schlägt der ILKR<sup>2</sup> passende und plausible Daten vor.

rotermund.ingenieure 2015



### ImmobilienLebenszyklusKostenRechner

Eingabe Grundparameter

#### Anwendungsfall

Betrachtungsart	Gebäude
Betrachtungstyp	Büro- und Verwaltungsgebäude
Berechnungsart	Für Neubau
Betrachtungsweise	Vollkosten

#### Projektparameter

Bezeichnung	Eigener Wert
Projektname	
Variantenbezeichnung	
Erstellungsdatum der Berechnung	
Zeitpunkt (Phase) der Berechnung	bitte wählen
Wie hoch ist die Anzahl der geplanten jährlichen Betriebswochen?	
Wie hoch ist die Anzahl der geplanten wöchentlichen Betriebstage?	
Wie hoch ist die Anzahl der geplanten wöchentlichen Betriebsstunden?	
Wie hoch ist die Anzahl der geplanten täglichen Betriebsstunden?	
Wie hoch ist die Anzahl der geplanten Arbeitsplätze?	
Von welcher Flächenart ist Ihnen die Größe bekannt?	bitte wählen
Wie groß ist die genannte Fläche?	
Welchem Grundrisstyp entspricht das Gebäude am ehesten?	bitte wählen
Wie viele oberirdische Geschosse hat das Gebäude?	
Wie viele unterirdische Geschosse hat das Gebäude?	
Baujahr des Gebäudes	

#### Auswahl der Kosten

#### Lebenszykluskostenparameter

Abb. 7: Eingabe Gebäudeparameter

### 6.2.2. Eingabe Berechnungsparameter

In dem Eingabeformular „Berechnungsparameter“ werden neben den Gebäudeflächen, Rauminhalten und Außenanlagenflächen auch die Kostenartspezifischen Berechnungsparameter eingegeben. Hierzu ist das Formular in 19 Bereiche untergliedert (vgl. „Abb. 8: Eingabe Berechnungsparameter“).



rotermund.ingenieure 2015

**ImmobilienLebenszyklusKostenRechner** 

Eingabe Berechnungsparameter

- Parameter – Flächen und Rauminhalte (Gebäude)
- Parameter – Außenanlagen
- Parameter – Reinigungs- und Pflegedienste
- Parameter – Außenanlagenpflegekosten
- Parameter – Sicherheitsdienste
- Parameter – Hausmeisterdienstkosten
- Parameter – Instandhaltungskosten
- Parameter – Betreiben und Betriebsführen
- Parameter – Managementkosten
- Parameter – Kapitalkosten
- Parameter – Objektbuchhaltung
- Parameter – Versicherungskosten
- Parameter – Öffentliche Abgaben/Gebühren (Grundsteuer)
- Parameter – Elektroenergiekosten
- Parameter – Wärme- und Kälteenergie
- Parameter – Frischwasserkosten
- Parameter – Entsorgungskosten
- Parameter – Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum
- Parameter – Restwertermittlung

Abb. 8: Eingabe Berechnungsparameter

Die Berechnungsparameter haben direkten Einfluss auf die zu berechnenden Kostenarten. Es können ca. 300 Parameter eingestellt werden. Jeder Bereich lässt sich einzeln anzeigen, so dass eine übersichtliche und geordnete Eingabe garantiert wird.

Die Eingabe der Berechnungsparameter ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Der ILKR<sup>2</sup> stellt anhand der Eingaben im Formular „Grundparameter“ geeignete Kennzahlen und Parameter zur Verfügung. Theoretisch ist eine Eingabe in diesem Eingabeformular nicht notwendig und kann übersprungen werden.

Je mehr Parameter jedoch eingetragen werden, desto genauer und präziser wird das Ergebnis der Berechnung. Stehen beispielsweise in einer frühen LZK-Phase noch nicht alle Parameter zur Verfügung, so kann dennoch eine hinreichend genaue Lebenszykluskostenberechnung erfolgen. Werden in der weiteren Planung oder im Bau weitere Parameter festgelegt, so können diese später in die Berechnung integriert werden. Die Berechnungen werden präziser. Der ILKR<sup>2</sup> lässt sich also über die Planungsphasen hinweg stets auf die aktuellen Anforderungen skalieren.

### 6.3. Berechnungen im ILKR<sup>2</sup>

#### 6.3.1. Ermittlung der Investitionskosten

Die Investitionskosten bilden die Grundlage der Lebenszykluskostenberechnung je nach Berechnungsart (Neubau, Sanierung oder Betrieb) fallen unter Umständen andere Investitionskosten an (siehe „Abb. 9: Ermittlung der Investitionskosten“).

Berechnungsart	Investitionskosten
Neubau	Errichtungskosten
Sanierung	Sanierungskosten
Betrieb	Wiederbeschaffungswerte

Abb. 9: Ermittlung der Investitionskosten

Im ILKR<sup>2</sup> werden die Investitionskosten je nach Betrachtungsart getrennt ermittelt. Die Investitionskosten lassen sich in ILKR<sup>2</sup> zum einen über Kennzahlen (€/m<sup>2</sup>BGF) als auch über eine direkte Kosteneingabe ermitteln. Auch an dieser Stelle stellt der ILKR<sup>2</sup> Kennzahlen und Gesamtkosten zur Verfügung, so dass eine Eingabe nicht zwingend erforderlich ist (vgl. „Abb. 10: Investitionskosten Neubau“).

rotermund.ingenieure 2015

**ILKR<sup>2</sup>**

## ImmobilienLebenszyklusKostenRechner

### Investitionskosten

Für Neubau

Investitionskosten Neubau	Kennzahl		Kosten	
	LZK-Tool-Wert	Eigener Wert	LZK-Tool-Wert	Eigener Wert
<b>Kostengruppe</b>				
<b>KGR 100 Grundstück</b>			0 €	
<b>KGR 200 Herrichten und Erschließen</b>	11,00 €/m <sup>2</sup>		38.610 €	
<b>KGR 300 Bauwerk – Baukonstruktionen</b>				
KGR 310 Baugrube	26,00 €/m <sup>2</sup>		294.840 €	
KGR 320 Gründung	323,00 €/m <sup>2</sup>		872.100 €	
KGR 330 Außenwände	460,00 €/m <sup>2</sup>		1.419.560 €	
KGR 340 Innenwände	259,00 €/m <sup>2</sup>		1.438.745 €	1.523.580 €
KGR 350 Decken	320,00 €/m <sup>2</sup>		3.659.200 €	
KGR 360 Dächer	350,00 €/m <sup>2</sup>		945.000 €	
KGR 370 Baukonstruktive Einbauten	19,00 €/m <sup>2</sup>		256.500 €	
KGR 390 Sonstige Maßnahmen für Bauko.	54,00 €/m <sup>2</sup>		729.000 €	
<b>KGR 400 Bauwerk – Technische Anlagen</b>				
KGR 410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	48,00 €/m <sup>2</sup>		648.000 €	
KGR 420 Wärmeversorgungsanlagen	76,00 €/m <sup>2</sup>		1.026.000 €	
KGR 430 Lufttechnische Anlagen	47,00 €/m <sup>2</sup>		634.500 €	
KGR 440 Starkstromanlagen	113,00 €/m <sup>2</sup>	116,00 €/m <sup>2</sup>	1.566.000 €	
KGR 450 Fernmelde- und informationstechn. Anlagen	48,00 €/m <sup>2</sup>		648.000 €	
KGR 460 Förderanlagen	35,00 €/m <sup>2</sup>		472.500 €	
KGR 470 Nutzungsspezifische Anlagen	14,00 €/m <sup>2</sup>		189.000 €	
KGR 480 Gebäudeautomation	43,00 €/m <sup>2</sup>		580.500 €	
KGR 490 Sonstige Maßnahmen für techn. Anlagen	8,00 €/m <sup>2</sup>		108.000 €	
<b>KGR 500 Außenanlagen</b>				
KGR 510 Geländeflächen	16,68 €/m <sup>2</sup>		0 €	
KGR 520 Befestigte Flächen	87,57 €/m <sup>2</sup>		0 €	
KGR 530 Baukonstruktionen in Außenanlagen	13,90 €/m <sup>2</sup>		0 €	
KGR 540 Technische Anlagen in Außenanlagen	11,12 €/m <sup>2</sup>		0 €	
KGR 550 Einbauten in Außenanlagen	4,17 €/m <sup>2</sup>		0 €	
KGR 590 Sonstige Maßnahmen für Außenanlagen	4,17 €/m <sup>2</sup>		0 €	
<b>KGR 600 Ausstattung und Kunstwerke</b>	50,00 €/m <sup>2</sup>		675.000 €	
<b>KGR 700 Baunebenkosten</b>	560,75 €/m <sup>2</sup>		7.570.125 €	
Σ Investitionskosten Neubau			23.856.015 €	

Abb. 10: Investitionskosten Neubau

### 6.3.2. Ermittlung der Gebäudenutzungskosten

Die Berechnung der Nutzungskosten basiert auf eine detaillierte und auf das Gebäude angepasste Berechnung. Die Berechnung der Nutzungskosten über einen Benchmarking-Ansatz ist ausgeschlossen.

Die Nutzungskosten setzen sich aus den unten aufgeführten Kostenarten zusammen. Je Nutzungskostenart erfolgt die Anpassung auf das jeweilige Gebäude mittels sogenannter Parameter.

- **Infrastrukturelles Gebäudemanagement**
  - Hausmeisterdienste
  - Reinigungs- und Pflegedienste
    - Unterhaltsreinigung
    - Fassadenreinigung
    - Fenster- und Glasreinigung
    - Grundreinigung
    - Sonderreinigung
  - Außenanlagenpflege
  - Sicherheitsdienste
- **Technisches Gebäudemanagement**
  - Instandhalten
    - Wartung & Inspektion
    - Instandsetzen KGR 300 – Baukonstruktion
    - Instandsetzen KGR 400 – Technische Anlagen
    - Instandsetzen KGR 500 – Außenanlagen
  - Betreiben
  - Dokumentieren
  - Energiemanagement
  - Informationsmanagement
  - Verfolgen der technischen Gewährleistung
- **Kaufmännisches Gebäudemanagement**
  - Beschaffungsmanagement
  - Vertragsmanagement
  - Kostenplanung und –kontrolle
  - Objektbuchhaltung
  - Öffentliche Abgaben/Gebühren
  - Versicherung
  - Kapitalkosten
- **Ver- und Entsorgung**
  - Elektroenergie
  - Wärmeenergie
  - Kälteenergie
  - Frischwasser
  - Abwasser
  - Abfallentsorgung

### 6.3.2.1. Reinigungs- und Pflegedienste

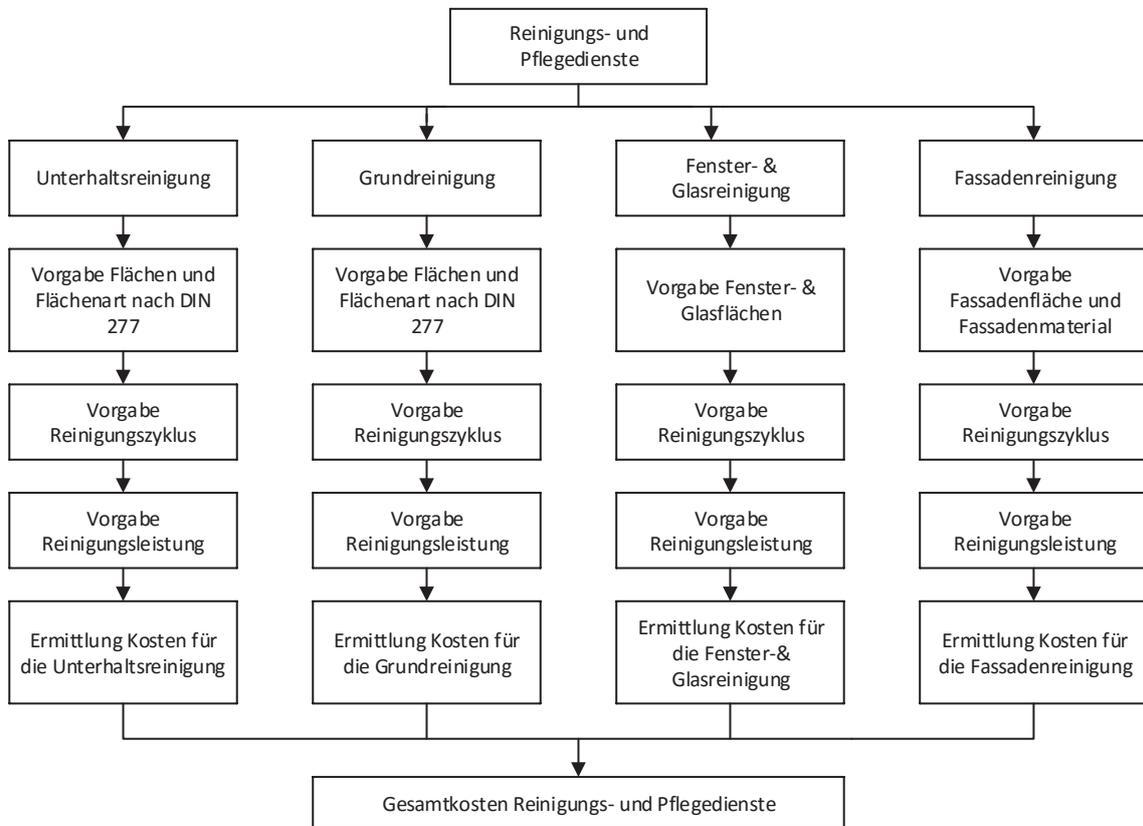


Abb. 11: Gesamtkosten Reinigungs- und Pflegedienste

#### Unterhaltsreinigung

Die Leistungen der Unterhaltsreinigung entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Säubern der genutzten Gebäudeteile
- Säubern des genutzten Inventars
- Durchführung von Vollreinigungsleistungen
- Durchführung von Sichtreinigungsleistungen
- Kontrolle der Gebäude auf Sauberkeit
- Durchführung der Gebäudereinigungsplanung
- Einkauf und Bereitstellung der Reinigungsmittel

Für die Berechnung der Kosten für Unterhaltsreinigung sind die verschiedenen Gebäudeflächen nach DIN 277 entscheidend.

Die Intensität der Flächennutzung ist dabei ein wichtiger Faktor für die Höhe der Unterhaltsreinigungskosten. Daher können je Fläche unterschiedliche Reinigungsleistungen angenommen werden. Darüber hinaus werden die spezifischen Stundensätze der Reinigungskraft sowie die Reinigungszyklen betrachtet. Diese Vorgehensweise trifft auf alle Leistungsarten im Bereich Reinigung zu.

### Grundreinigung

Die Leistungen der Grundreinigung entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Grundreinigung der genutzten Gebäudeflächen
- Durchführung der Grundreinigungsleistungen für unterschiedliche Flächentypen
- Kontrolle der Gebäudefläche auf Sauberkeit
- Durchführung der Grundreinigungsplanung und Aufstellen von Grundreinigungsplänen
- Einkauf und Bereitstellung der Reinigungsmittel

### Fenster- & Glasreinigung

Die Leistungen der Fensterreinigung entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Säubern der Fensterflächen
- Säubern der Rahmenflächen
- Durchführung von Vollreinigungsleistungen
- Kontrolle der Fenster und Rahmen auf Sauberkeit
- Durchführung der Fensterreinigungsplanung
- Aufstellen von Reinigungsplänen
- Einkauf und Bereitstellung der Reinigungsmittel
- Bereitstellung des Zugangs zu den Fenstern

Zur Kostenberechnung der Fenster- und Glasreinigung sind alle Fenster- und Glasflächen (innen und außen) anzugeben.

### Fassadenreinigung

Die Leistungen der Fassadenreinigung entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Säubern der Fassadenteile
- Durchführung von Vollreinigungsleistungen für die angegebenen Fassadenwerkstoffe
- Kontrolle der Gebäudehülle auf Sauberkeit
- Durchführung der Gebäudereinigungsplanung
- Aufstellen von Reinigungsplänen
- Einkauf und Bereitstellung der Reinigungsmittel
- Bereitstellung des Zugangs zur Fassade

Die Flächen bei der Fassadenreinigung sollten differenziert je nach Fassadenmaterial angegeben werden.

### 6.3.2.2. Sicherheitsdienste

Die Leistungen der Sicherheitsdienste entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Durchführung von Zutrittskontrollen
- Durchführung von Begehungen des Revierdienstes
- Durchführung von Schließdiensten

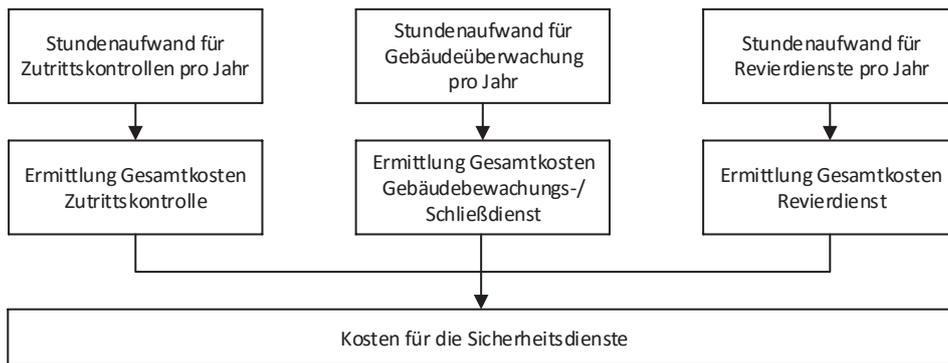


Abb. 12: Kosten für Sicherheitsdienste

Die Kosten der Sicherheitsdienste sind dabei stark von der Anzahl der Gebäudeeingänge, der Betriebszeiten des Gebäudes und der Anzahl der Begehungen abhängig.

### 6.3.2.3. Außenanlagendienste

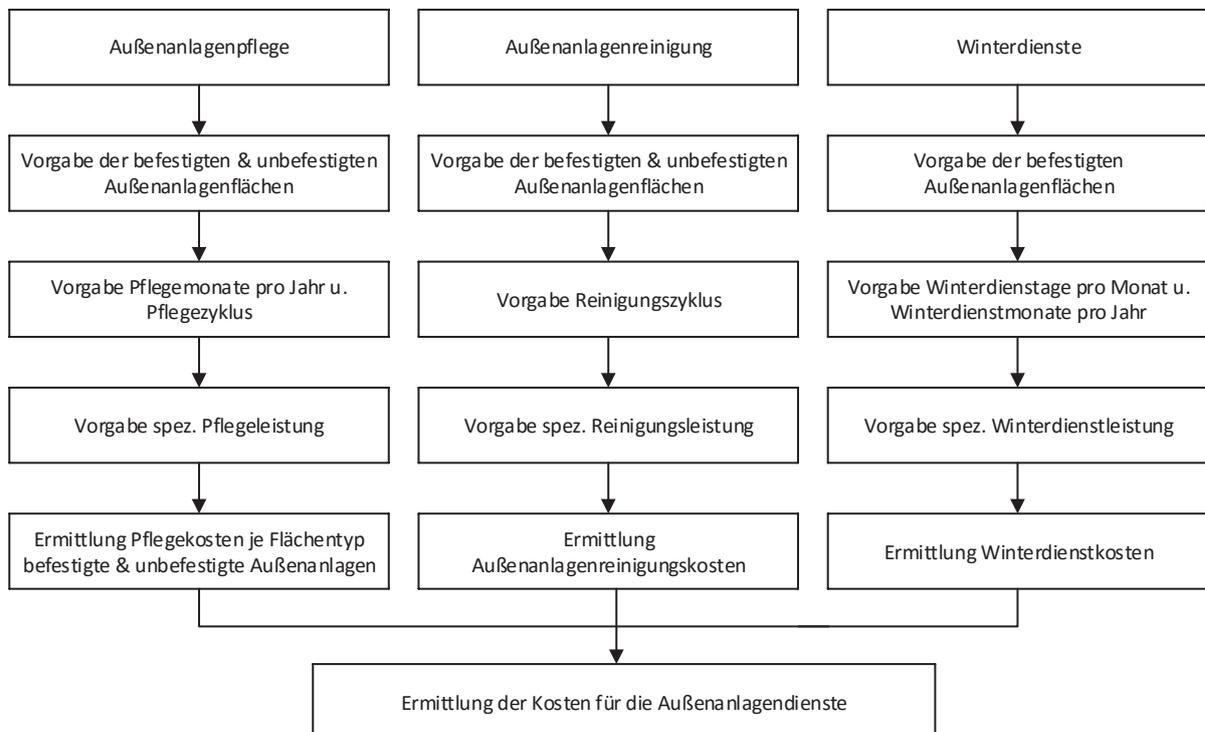


Abb. 13: Ermittlung der Kosten für die Außenanlagendienste

### Außenanlagenpflege

Die Leistungen der Außenanlagenpflege entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Wässern, Düngen, Pflanzenschutz
- Säubern der Flächen
- Schneiden, Ausputzen, Aufbinden von Pflanzen
- Auswechseln von Pflanzen, Nachpflanzen
- Mähen, Vertikutieren
- Besanden und Bodenbearbeitung
- Überprüfen der technischen Außenanlageneinrichtungen
- Überprüfen der Verkehrssicherheit
- Durchführung des Winterschutzes

Die Ermittlung der Außenanlagenpflegekosten erfolgt für jeden Flächentyp separat. Die Kosten setzen sich aus der Pflegeleistung und dem Pflegezyklus zusammen.

### Winterdienste

Die Leistungen des Winterdienstes entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Schneeräumen und Streudienst
- Erstellen eines Prioritätenplans nach Raumzonen
- Bereitstellen von Räumgeräten
- Detailliertes Protokollieren der Einsätze
- Rufbereitschaft während des Winters
- Kontrollgänge der Außenanlagen bei Schneefall und Eis

Für die Ermittlung der Kosten für den Winterdienst ist von Bedeutung, welcher Flächenanteil der befestigten Außenanlagen vom Winterdienst betroffen ist. Ebenso werden Räumleistung und -zyklus in die Berechnung miteinbezogen.

### 6.3.2.4. Hausmeisterdienste

Die Leistungen des Hausmeisterdienstes entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Sicherheitsinspektionen
- Aufzugswärterdienste
- Sicherstellen der Objektsauberkeit
- Einhalten der Hausordnung
- Kleinere Instandsetzungen
- Spez. Leistungen je nach Gebäudetyp
- Individuelle Serviceleistungen für die Gebäudenutzer

Für die Kostenberechnung ist die durch Hausmeister zu betreuende Nettoraumfläche des Gebäudes entscheidend. Über das Personaläquivalent je Hausmeister und der vorgegeben Gehaltsnebenkosten berechnen sich die jährlichen Kosten für die Hausmeisterdienste.

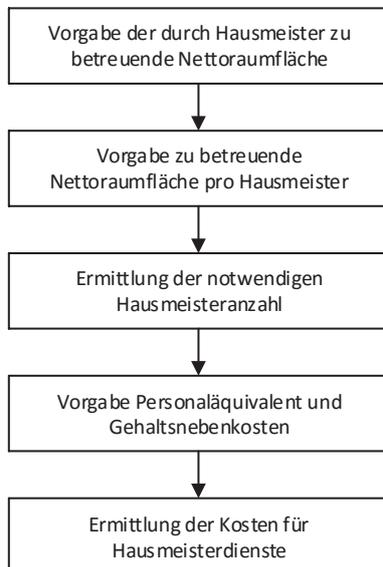


Abb. 14: Kosten für Hausmeisterdienste

### 6.3.2.5. Entsorgungskosten

Die Leistungen der Entsorgung entsprechen dem Leistungsbild der DIN 32736/GEFMA 100 und teilen sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Hausmüll, Gewerbemüll, Sondermüll
- Einsammeln, Sortieren
- Befördern
- Behandeln und Zwischenlagern
- Zuführen zur Wiederverwertung oder Endlagerung

Die Ermittlung der Kosten für Müllentsorgung ist stark vom Einzelfall abhängig. Zur Berechnung der Kosten für die Entsorgung wird daher in Altpapier- und Restmüllentsorgung unterschieden.

Zur Berechnung der Kosten der Abwasserentsorgung sind der Frischwasserverbrauch, das Niederschlagsaufkommen und der Anteil der versiegelten bzw. bebauten Außenfläche entscheidend.

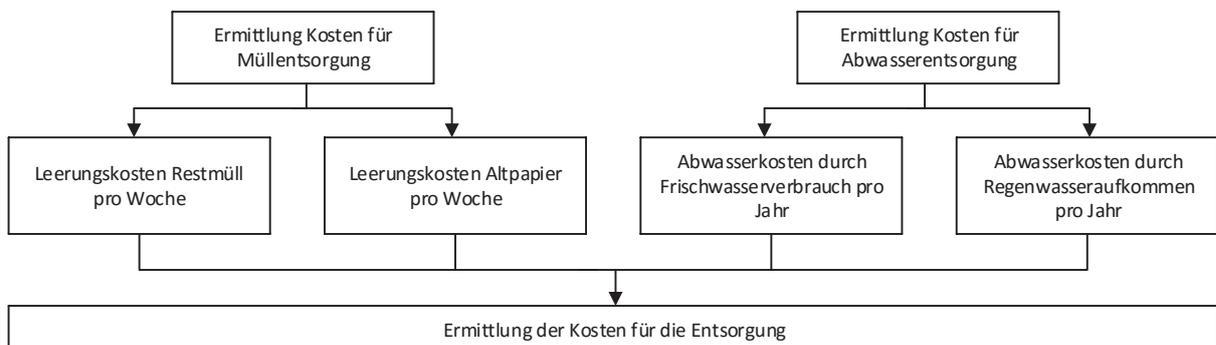


Abb. 15: Ermittlung der Kosten für die Entsorgung

### 6.3.2.6. Instandhaltung

Für die Kosten der Instandhaltung wurde eine gewerkespezifische Gliederung nach DIN 276 genutzt. Die Instandhaltungskosten für jedes Gewerk errechnen sich nach Vorgabe der gewerkespezifischen Instandhaltungsrate.

Die Instandhaltung teilt sich u.a. in folgende Teilleistungen auf:

- Inspektion
- Wartung
- Instandsetzung

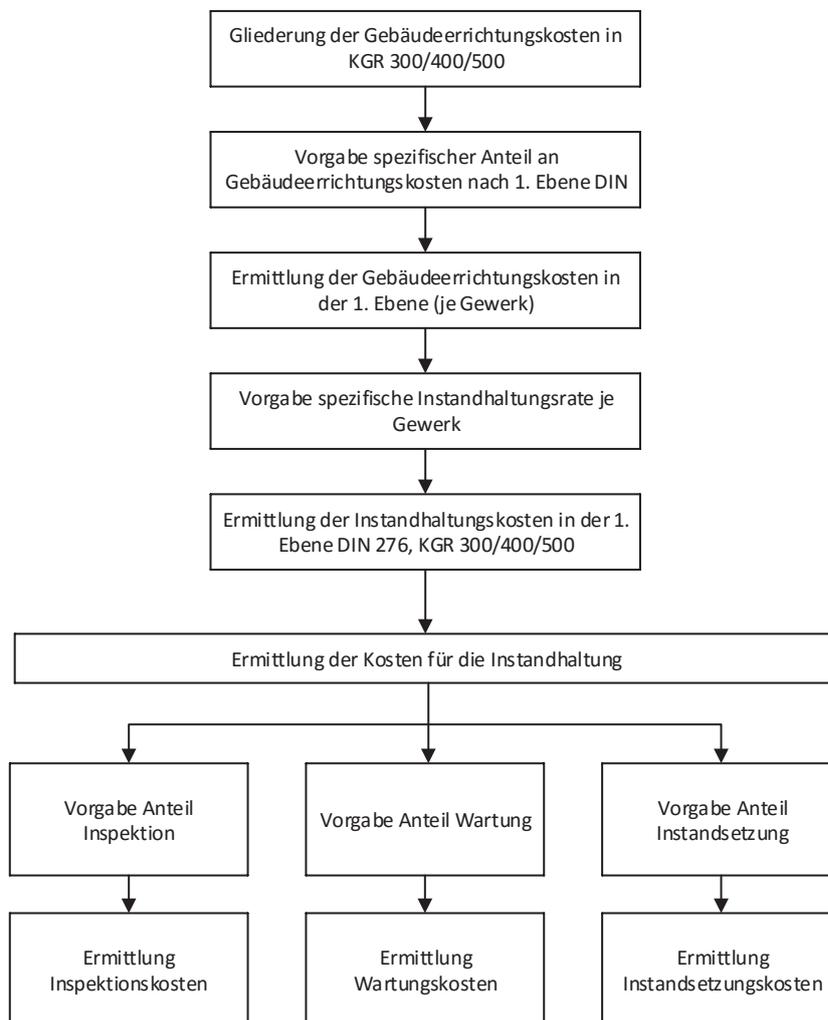


Abb. 16: Ermittlung der Kosten für die Instandhaltung

### 6.3.2.7. Technische Betriebsführung

Für die Kosten der technischen Betriebsführung wurde wie bei der Instandhaltung eine gewerkespezifische Gliederung nach DIN 276 genutzt. Die Betriebsführungskosten für jedes Gewerk errechnen sich nach Vorgabe der gewerkespezifischen Betriebsführungsrate.

Die Teilleistungen gliedern sich folgendermaßen auf:

- Dokumentation
- Energiemanagement
- Information
- Verfolgen der technischen Gewährleistung

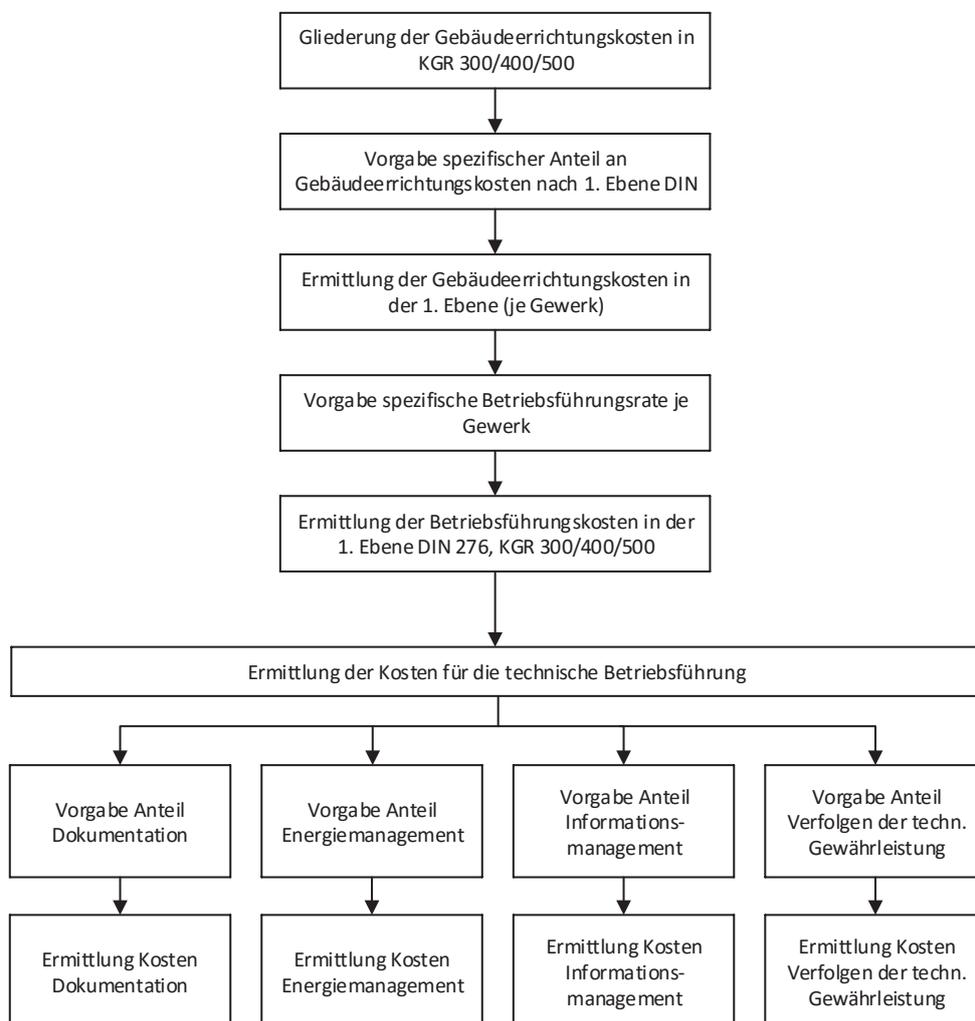


Abb. 17: Ermittlung der Kosten für die technische Betriebsführung

### 6.3.2.8. Management

Unter Managementleistungen fallen Aufgaben zur Steuerung und Planung der notwendigen FM-Leistungen. Zur Berechnung werden alle Kosten der FM-Dienstleistungen im Gebäude berücksichtigt und je Kostenart der prozentuale Managementaufwand festgelegt. Die gesamten Managementkosten lassen sich dann je nach Kostenanteil in Beschaffungsmanagementkosten, Vertragsmanagementkosten und Kosten für Kostenplanung und Kostenkontrolle aufteilen.

### 6.3.2.9. Objektbuchhaltung

Für die Ermittlung der Objektbuchhaltungskosten sind die Mietfläche und die spez. Kaltmiete pro Flächeneinheit von ausschlaggebender Bedeutung. In der Regel werden die Kosten am Markt mit einem prozentualen Ansatz der resultierenden Mietkosten p.a. bewertet. Die Kosten für die Objektbuchhaltung können sich dabei auf die jährlich maximal erzielbare und die jährlich effektive Kaltmiete beziehen. Bei der effektiven Kaltmiete ist der Parameter der geschätzten Mietauslastung miteinzubeziehen. Für den Aufwand der kaufmännischen Verwaltung wird ein Faktor gebildet, der in die Berechnung miteinfließt.

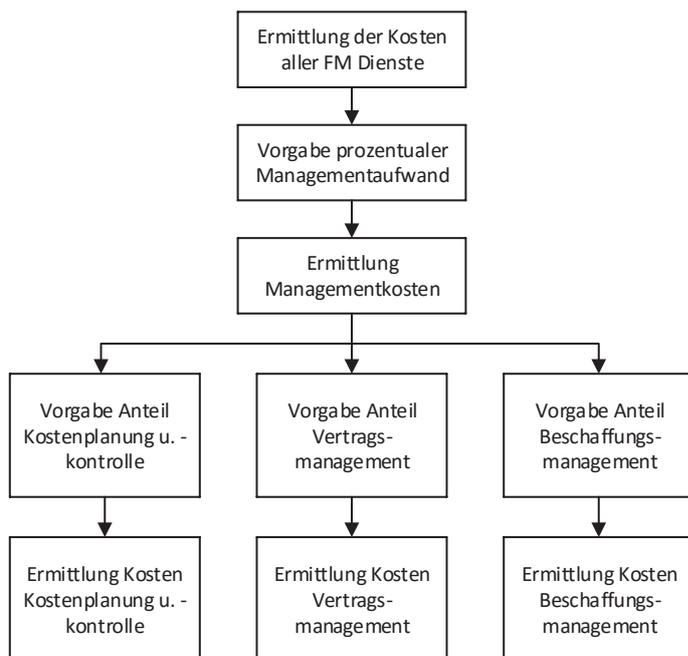


Abb. 18: Ermittlung der Managementkosten

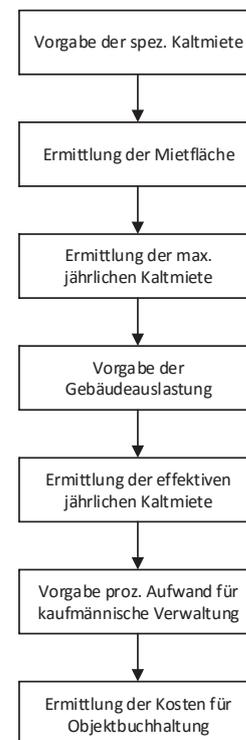


Abb. 19: Objektbuchhaltung

### 6.3.2.10. Kapitalkosten

Den Kapitalkosten sind keine direkten Leistungen des Facility Managements nach DIN 32736 zugeordnet. Sie ergeben sich aus den anfänglichen Investitionen und den daraus resultierenden Zinsbeträgen aus Fremdfinanzierungsmitteln. Für die Berechnung spielen die Gebäudeerrichtungskosten, die mittels BKI-Verfahren ermittelt werden, die größte Rolle.

Je nach Vertragsmodell sind verschiedene Parameter (Kreditvolumen, Zinssatz, Tilgung, Annuität, Laufzeit) zur Berechnung einzugeben. Sowohl die Zinsaufwendungen des 1. Jahres, als auch ein Mittelwert über die Laufzeit der Finanzierung können dem ILKR als Ergebnis entnommen werden.

### 6.3.2.11. Öffentliche Abgaben/Gebühren

Die Aufwendungen für öffentliche Abgaben/Gebühren sind nach der DIN 32736 keine direkten Leistungen, die dem Facility Management zugeordnet sind. Die Grundsteuer ist dabei ein wesentlicher Kostenfaktor in der Summe aller Gebäudenutzungskosten. Sie wird aus dem Einheitswert und dem Hebesatz für die Grundsteuer B gebildet.

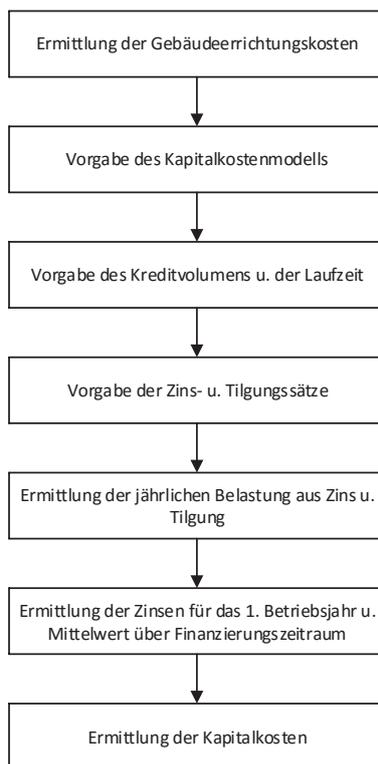


Abb. 20: Kapitalkosten

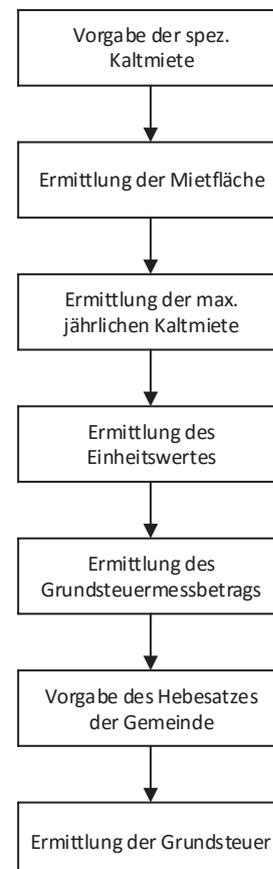


Abb. 21: Öffentliche Abgaben/Gebühren

### 6.3.2.12. Versicherungen

Die Kosten für Versicherungen sind keine direkten Leistungen des Facility Managements nach DIN 32736. Sie werden auf Grundlage der Gebäudeerrichtungskosten ermittelt. Aus der Höhe der Gebäudeerrichtungskosten im aktuellen Baujahr berechnet der Versicherer den sog. „Wert 1914“, d.h. die Höhe der Gebäudeerrichtungskosten im Jahr 1914 als „preisstabiles“ Jahr.

Ferner ist noch die Versicherungssteuer zu berücksichtigen, um die Gesamtkosten für die Versicherung zu ermitteln.

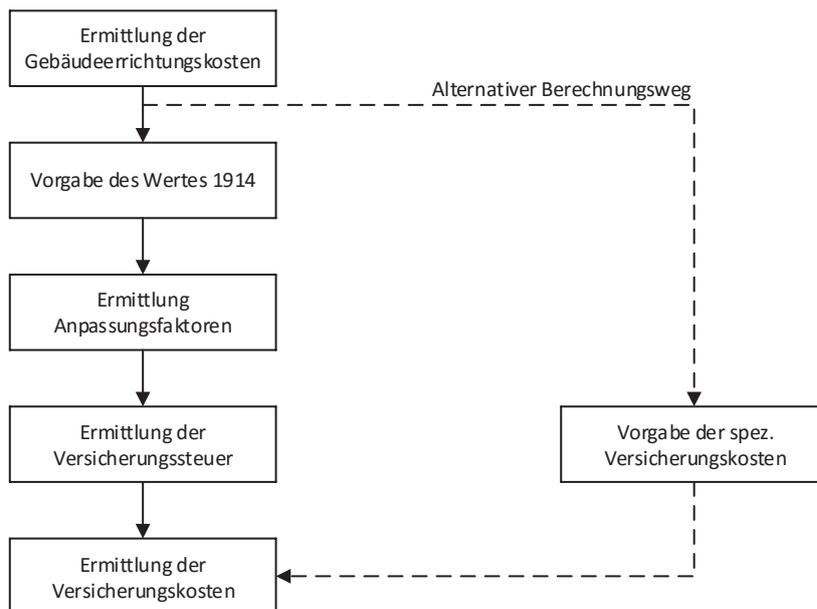


Abb. 22: Versicherungen

### 6.3.2.13. Wasserkosten

Zur Berechnung der Wasserkosten ist der gewählte Wasserverbrauch innerhalb und außerhalb des Gebäudes entscheidend.

Innerhalb des Gebäudes wird der Verbrauch nach Betriebstagen und Haupt- bzw. Nebenbetriebszeit ermittelt. Für die Berechnung des Wasserverbrauchs außerhalb des Gebäudes sind zwei Faktoren entscheidend, die unbefestigte Außenanlagenfläche sowie genutzte Brunnenanlagen auf dem Grundstück.

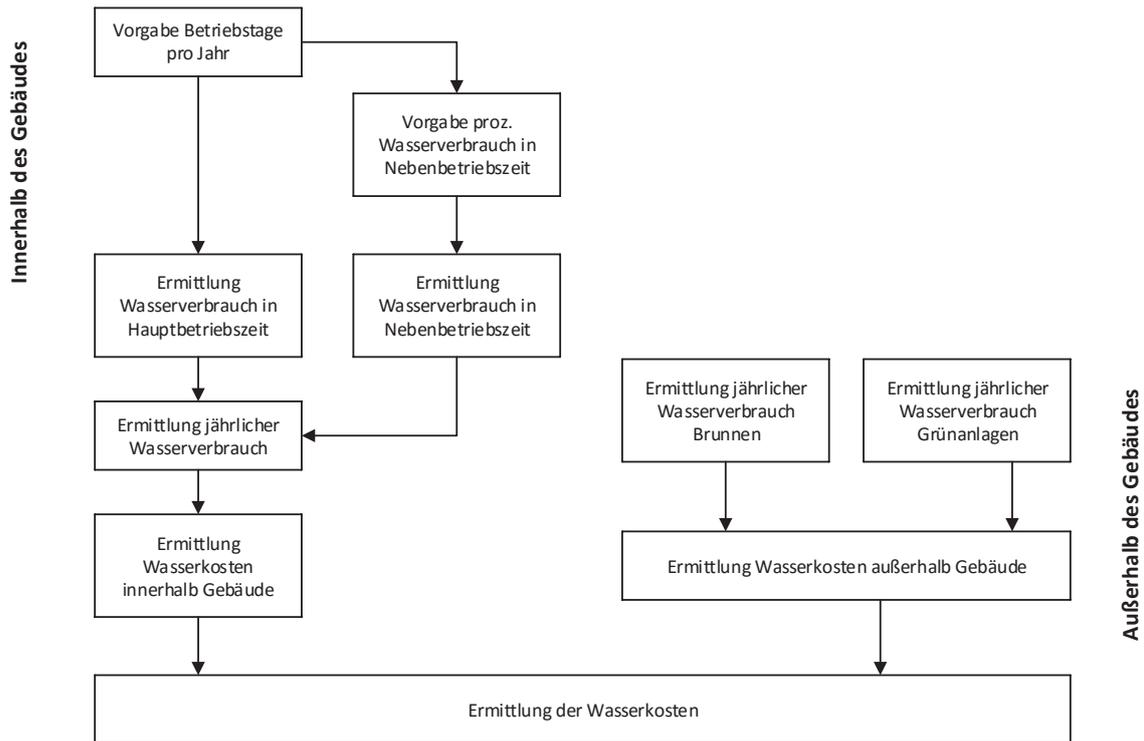


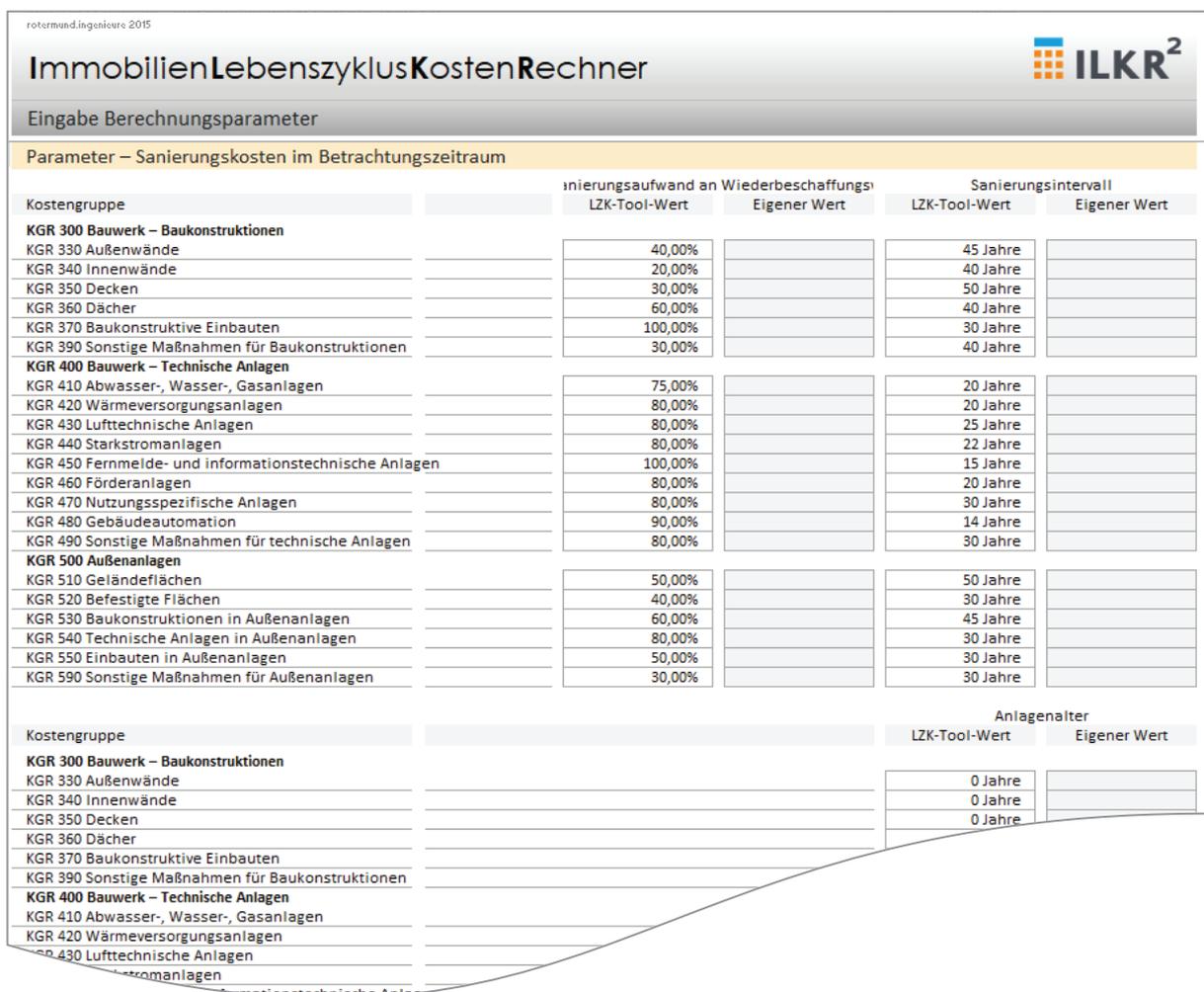
Abb. 23: Ermittlung der Wasserkosten

### 6.3.3. Ermittlung der langfristigen Sanierungskosten

Neben den jährlich anfallenden Nutzungskosten fallen über den Betrachtungszeitraum gesehen Sanierungskosten an. Diese sind abhängig von den technischen Nutzungsdauern und Sanierungsanteilen der jeweiligen Bauteile oder Anlagen. Richtwerte zu Nutzungsdauern von Gebäudebauteilen (KG 300) liefert der „Leitfaden nachhaltiges Bauen“. Für die Ermittlung der Nutzungsdauern der technischen Anlagen (KG 400) eignet sich der Anhang A der VDI Richtlinie 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“.

Zur Ermittlung der Sanierungskosten wird im ILKR<sup>2</sup> ein sogenanntes Sanierungskataster erstellt. In den Berechnungsparametern (vgl. Kapitel 6.2.2. Eingabe Berechnungsparameter, S. 29) können der Sanierungsaufwand, das Sanierungsintervall und das Anlagenalter eingegeben werden. Der ILKR<sup>2</sup> übernimmt die Werte und ermittelt, in welchem Jahr eine Kostengruppe saniert werden sollte.

Anhand dessen werden die Anzahl der Sanierungen im Betrachtungszeitraum vorgeschlagen und die langfristigen Sanierungskosten ermittelt:



The screenshot shows the 'Eingabe Berechnungsparameter' (Input Calculation Parameters) screen in the ILKR<sup>2</sup> software. The main section is titled 'Parameter – Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum'. It contains a table with columns for 'Kostengruppe' (Cost Group), 'Sanierungsaufwand an Wiederbeschaffung' (Renewal Effort) split into 'LZK-Tool-Wert' and 'Eigener Wert' (Own Value), and 'Sanierungsintervall' (Renewal Interval) split into 'LZK-Tool-Wert' and 'Eigener Wert'. Below this, there is a section for 'Anlagenalter' (Plant Age) with columns for 'LZK-Tool-Wert' and 'Eigener Wert'. The table lists various cost groups (KGR) under three main categories: Bauwerk – Baukonstruktionen (KGR 300), Bauwerk – Technische Anlagen (KGR 400), and Außenanlagen (KGR 500). Each row has input fields for the respective values.

Kostengruppe	Sanierungsaufwand an Wiederbeschaffung		Sanierungsintervall	
	LZK-Tool-Wert	Eigener Wert	LZK-Tool-Wert	Eigener Wert
<b>KGR 300 Bauwerk – Baukonstruktionen</b>				
KGR 330 Außenwände	40,00%		45 Jahre	
KGR 340 Innenwände	20,00%		40 Jahre	
KGR 350 Decken	30,00%		50 Jahre	
KGR 360 Dächer	60,00%		40 Jahre	
KGR 370 Baukonstruktive Einbauten	100,00%		30 Jahre	
KGR 390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	30,00%		40 Jahre	
<b>KGR 400 Bauwerk – Technische Anlagen</b>				
KGR 410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	75,00%		20 Jahre	
KGR 420 Wärmeversorgungsanlagen	80,00%		20 Jahre	
KGR 430 Lufttechnische Anlagen	80,00%		25 Jahre	
KGR 440 Starkstromanlagen	80,00%		22 Jahre	
KGR 450 Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	100,00%		15 Jahre	
KGR 460 Förderanlagen	80,00%		20 Jahre	
KGR 470 Nutzungsspezifische Anlagen	80,00%		30 Jahre	
KGR 480 Gebäudeautomation	90,00%		14 Jahre	
KGR 490 Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen	80,00%		30 Jahre	
<b>KGR 500 Außenanlagen</b>				
KGR 510 Geländeflächen	50,00%		50 Jahre	
KGR 520 Befestigte Flächen	40,00%		30 Jahre	
KGR 530 Baukonstruktionen in Außenanlagen	60,00%		45 Jahre	
KGR 540 Technische Anlagen in Außenanlagen	80,00%		30 Jahre	
KGR 550 Einbauten in Außenanlagen	50,00%		30 Jahre	
KGR 590 Sonstige Maßnahmen für Außenanlagen	30,00%		30 Jahre	

Kostengruppe	Anlagenalter	
	LZK-Tool-Wert	Eigener Wert
<b>KGR 300 Bauwerk – Baukonstruktionen</b>		
KGR 330 Außenwände	0 Jahre	
KGR 340 Innenwände	0 Jahre	
KGR 350 Decken	0 Jahre	
KGR 360 Dächer		
KGR 370 Baukonstruktive Einbauten		
KGR 390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen		
<b>KGR 400 Bauwerk – Technische Anlagen</b>		
KGR 410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen		
KGR 420 Wärmeversorgungsanlagen		
KGR 430 Lufttechnische Anlagen		
KGR 440 Starkstromanlagen		
KGR 450 Fernmelde- und informationstechnische Anlagen		

Abb. 24: Eingabe Berechnungsparameter - Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum

Berechnung der Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum		
Kostengruppe	Anzahl der Sanierungen	LZK-Tool-Wert
<b>KGR 300 Bauwerk – Baukonstruktionen</b>		
KGR 330 Außenwände	0	0 €
KGR 340 Innenwände	1	0 €
KGR 350 Decken	0	0 €
KGR 360 Dächer	1	0 €
KGR 370 Baukonstruktive Einbauten	1	495.999 €
KGR 390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	1	0 €
<b>KGR 400 Bauwerk – Technische Anlagen</b>		
KGR 410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	2	748.640 €
KGR 420 Wärmeversorgungsanlagen	2	1.264.371 €
KGR 430 Lufttechnische Anlagen	1	876.066 €
KGR 440 Starkstromanlagen	1	2.019.622 €
KGR 450 Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	2	2.143.960 €
KGR 460 Förderanlagen	2	582.276 €
KGR 470 Nutzungsspezifische Anlagen	1	292.378 €
KGR 480 Gebäudeautomation	2	1.667.501 €
KGR 490 Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen	1	167.073 €
<b>KGR 500 Außenanlagen</b>		
KGR 510 Geländeflächen	0	0 €
KGR 520 Befestigte Flächen	1	0 €
KGR 530 Baukonstruktionen in Außenanlagen	0	0 €
KGR 540 Technische Anlagen in Außenanlagen	1	0 €
KGR 550 Einbauten in Außenanlagen	1	0 €
KGR 590 Sonstige Maßnahmen für Außenanlagen	1	0 €
<b>Σ Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum</b>		<b>10.257.887 €</b>

Abb. 25: Berechnung der Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum

#### 6.3.4. Ermittlung der Gebäuderestwerte am Ende des Betrachtungszeitraums

In der Lebenszykluskostenberechnung wird häufig ein Betrachtungszeitraum gewählt, der unterhalb der zu erwartenden Gesamtnutzungsdauer des Objektes liegt. Daher ist davon auszugehen, dass ein Objekt nach dem Betrachtungszeitraum einen Restwert aufweist. Einen guten Richtwert zur Ermittlung der Gesamtnutzungsdauer eines Objektes liefert die Anlage 3 zur Sachwertrichtlinie (SW-RL).

Um den Restwert eines Objektes zu ermitteln haben sich zwei Verfahren bewährt, zum einen das Alterswertminderungsverfahren nach Ross und das lineare Alterswertminderungsverfahren. Bei dem linearen Alterswertminderungsverfahren nimmt man an, dass der Wert eines Objektes bei der Entstehung zu 100% vorhanden ist und im Verlauf der Lebensdauer gleichmäßig abnimmt. Bei dem Alterswertminderungsverfahren nach Ross steht die Überlegung im Vordergrund, dass ein Objekt in den ersten Jahren ihrer Lebensdauer weniger Wertverlust hat als in den späteren. Das Alterswertminderungsverfahren nach Ross bietet den größeren Praxisbezug.

#### 6.3.5. Ermittlung sonstiger Kosten und Erträge

Neben den oben genannten Kostenarten können im Lebenszyklus von Gebäuden auch weitere Kosten und Erträge anfallen, welche nicht einer bestimmten Kostengruppe bzw. Kostenart zugeordnet werden können. Das Tool bietet daher die Möglichkeit diese Kosten und Erträge gesondert zu erfassen und in der Lebenszykluskostenberechnung zu berücksichtigen.

### 6.3.6. Berechnung der Lebenszykluskosten

Die Lebenszykluskosten ergeben sich durch das Summieren einer Auswahl der oben genannten Kostengruppen.

Als Berechnungsmodell zur Lebenszykluskostenberechnung sind grundsätzlich die gängigen Investitionsverfahren geeignet.<sup>13</sup> Die „Abb. 26: Übersicht der Investitionsrechenverfahren“ gibt eine Übersicht über die am Markt bewährten Investitionsverfahren.

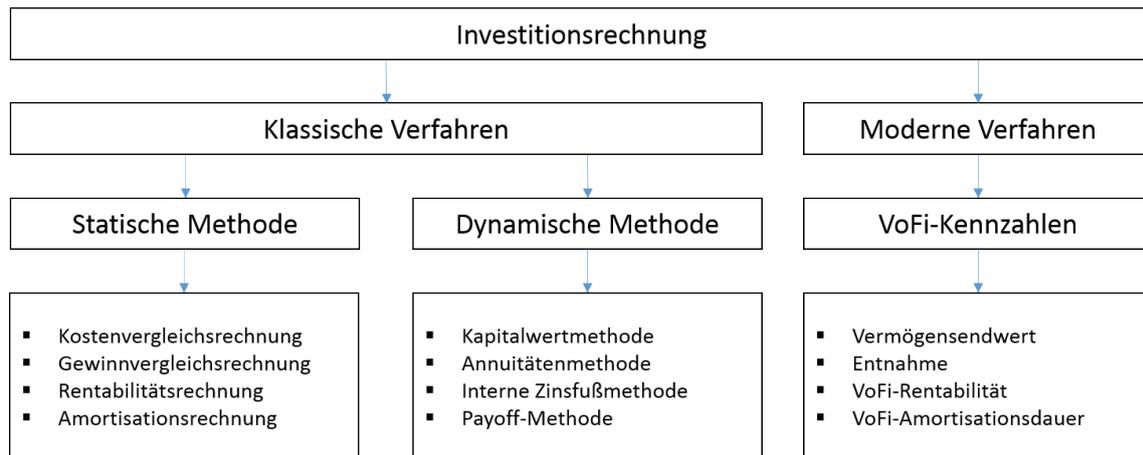


Abb. 26: Übersicht der Investitionsrechenverfahren<sup>14</sup>

Die Abbildung veranschaulicht, dass im klassischen Investitionsverfahren zwischen der statischen und dynamischen Methode unterschieden wird. Im statischen Verfahren wird der zeitliche Bezug außen vor gelassen.<sup>15</sup> Im Gegensatz dazu berücksichtigt das dynamische Verfahren die Entwicklung der Zahlungsströme im Zeitablauf.

Zur Ermittlung der Lebenszykluskosten hat sich in der Praxis die Kapitalwertmethode etabliert.<sup>16</sup> Bei der Kapitalwertmethode werden die zukünftigen Zahlungsströme mittels eines Diskontierungszinssatz auf den gegenwärtigen Wert ermittelt.

Im ILKR<sup>2</sup> wird die Kapitalwertmethode angewendet. Hierzu ist in den Grundparametern der Diskontierungszinssatz anzugeben.

13 Vgl. [Upo13], S. 612.

14 Vgl. [Sch08], S. 641.

15 Vgl. [Upo13], S. 612.

16 Vgl. [BVBS13], S. 30.

## 6.4. Ausgabeberichte im ILKR<sup>2</sup>

Die Ergebnisse der Lebenszykluskostenberechnung werden in unterschiedlichen Darstellungen ausgegeben: Zahlendarstellung, Diagrammdarstellung und Kennzahlendarstellung (Benchmarks).

### 1.4.1. Zahlenausgabe im ILKR<sup>2</sup>

Die Berechnungsergebnisse werden in Zahlenform ausgegeben. Die absoluten Kosten sowie ausgewählte Kennzahlen werden in Listenform dargestellt.

Kennzahlen (nicht diskontiert)				
Flächen	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Netto-Grundfläche	2.965 m <sup>2</sup>	84,7%	138,0%	12 m <sup>2</sup> /AP
Verkehrsfläche	578 m <sup>2</sup>	16,5%	26,9%	2 m <sup>2</sup> /AP
Technische Funktionsfläche	238 m <sup>2</sup>	6,8%	11,1%	1 m <sup>2</sup> /AP
Nutzfläche	2.149 m <sup>2</sup>	61,4%	100,0%	9 m <sup>2</sup> /AP
Investitionskosten (einmalige Anfangskosten)	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Investitionskosten KGR 300 + 400	4.864.496 €	1.390 €/m <sup>2</sup> BGF	2.264 €/m <sup>2</sup> NF	19.458 €/AP
Investitionskosten KGR 500	0 €	0 €/m <sup>2</sup> BGF	0 €/m <sup>2</sup> NF	0 €/AP
Nutzungskosten (pro Jahr)	640.112 €	183 €/m <sup>2</sup> BGF	298 €/m <sup>2</sup> NF	2.560 €/AP
Nutzungskosten (im Betrachtungszeitraum)	42.184.124 €	12.053 €/m <sup>2</sup> BGF	19.630 €/m <sup>2</sup> NF	168.736 €/AP
Infrastrukturelles Gebäudemanagement	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Reinigungs- und Pflegedienste (pro Jahr)	66.626 €	19,04 €/m <sup>2</sup> BGF	31,00 €/m <sup>2</sup> NF	267 €/AP
Unterhaltsreinigung (pro Jahr)	60.336 €	17,24 €/m <sup>2</sup> BGF	28,08 €/m <sup>2</sup> NF	241 €/AP
Fassadenreinigung (pro Jahr)	525 €	0,15 €/m <sup>2</sup> BGF	0,24 €/m <sup>2</sup> NF	2 €/AP
Fenster- und Glasreinigung (pro Jahr)	4.389 €	1,25 €/m <sup>2</sup> BGF	2,04 €/m <sup>2</sup> NF	18 €/AP
Grundreinigung (pro Jahr)	486 €	0,14 €/m <sup>2</sup> BGF	0,23 €/m <sup>2</sup> NF	2 €/AP
Sonderreinigung (pro Jahr)	0 €	0,00 €/m <sup>2</sup> BGF	0,00 €/m <sup>2</sup> NF	0 €/AP
Außenanlagenpflege (pro Jahr)	0 €	0,00 €/m <sup>2</sup> BGF	0,00 €/m <sup>2</sup> NF	0 €/AP
Sicherheitsdienste (pro Jahr)	65.500 €	18,71 €/m <sup>2</sup> BGF	30,48 €/m <sup>2</sup> NF	262 €/AP
Technisches Gebäudemanagement	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Instandhalten (pro Jahr)	47.366 €	13,53 €/m <sup>2</sup> BGF	22,04 €/m <sup>2</sup> NF	189 €/AP
Wartung & Inspektion (pro Jahr)	28.419 €	8,12 €/m <sup>2</sup> BGF	13,22 €/m <sup>2</sup> NF	114 €/AP
Instandsetzen KGR 300 - Baukonstruktion (pro Jahr)	3.873 €	1,11 €/m <sup>2</sup> BGF	1,80 €/m <sup>2</sup> NF	15 €/AP
Instandsetzen KGR 400 - Technische Anlagen (pro Jahr)	15.074 €	4,31 €/m <sup>2</sup> BGF	7,01 €/m <sup>2</sup> NF	60 €/AP
Instandsetzen KGR 500 - Außenanlagen (pro Jahr)	0 €	0,00 €/m <sup>2</sup> BGF	0,00 €/m <sup>2</sup> NF	0 €/AP
Betreiben (pro Jahr)	9.933 €	2,84 €/m <sup>2</sup> BGF	4,62 €/m <sup>2</sup> NF	40 €/AP
Dokumentieren (pro Jahr)	6.748 €	1,93 €/m <sup>2</sup> BGF	3,14 €/m <sup>2</sup> NF	27 €/AP
Energiemanagement (pro Jahr)	4.555 €	1,30 €/m <sup>2</sup> BGF	2,12 €/m <sup>2</sup> NF	18 €/AP
Informationsmanagement (pro Jahr)	8.434 €	2,41 €/m <sup>2</sup> BGF	3,92 €/m <sup>2</sup> NF	34 €/AP
Verfolgen der techn. Gewährleistung (pro Jahr)	1.468 €	0,42 €/m <sup>2</sup> BGF	0,68 €/m <sup>2</sup> NF	6 €/AP
Kaufmännisches Gebäudemanagement	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Beschaffungsmanagement (pro Jahr)	3.000 €	0,86 €/m <sup>2</sup> BGF	1,40 €/m <sup>2</sup> NF	12 €/AP
Vertragsmanagement (pro Jahr)	3.136 €	0,90 €/m <sup>2</sup> BGF	1,46 €/m <sup>2</sup> NF	13 €/AP
Kostenplanung und -kontrolle (pro Jahr)	7.500 €	2,14 €/m <sup>2</sup> BGF	3,49 €/m <sup>2</sup> NF	30 €/AP
Objektbuchhaltung (pro Jahr)	1.245 €	0,36 €/m <sup>2</sup> BGF	0,58 €/m <sup>2</sup> NF	5 €/AP
Öffentliche Abgaben/ Gebühren (pro Jahr)	18.010 €	5,15 €/m <sup>2</sup> BGF	8,38 €/m <sup>2</sup> NF	72 €/AP
Versicherung (pro Jahr)	8.398 €	2,40 €/m <sup>2</sup> BGF	3,91 €/m <sup>2</sup> NF	34 €/AP
Kapitalkosten (im Betrachtungszeitraum)	3.863.745 €	1.103,93 €/m <sup>2</sup> BGF	1.797,93 €/m <sup>2</sup> NF	15.455 €/AP
Ver- und Entsorgung	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Elektroenergie (pro Jahr)	78.712 €	22,49 €/m <sup>2</sup> BGF	36,63 €/m <sup>2</sup> NF	315 €/AP
Wärmeenergie (pro Jahr)	26.387 €	7,54 €/m <sup>2</sup> BGF	12,28 €/m <sup>2</sup> NF	106 €/AP
Kälteenergie (pro Jahr)	17.730 €	5,07 €/m <sup>2</sup> BGF	8,25 €/m <sup>2</sup> NF	71 €/AP
Frischwasser (pro Jahr)	14.527 €	4,15 €/m <sup>2</sup> BGF	6,76 €/m <sup>2</sup> NF	58 €/AP
Abwasser (pro Jahr)	26.132 €	7,47 €/m <sup>2</sup> BGF	12,16 €/m <sup>2</sup> NF	105 €/AP
Abfallentsorgung (pro Jahr)	31.332 €	8,95 €/m <sup>2</sup> BGF	14,58 €/m <sup>2</sup> NF	125 €/AP
Sonstiges	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Sonstige Kosten (pro Jahr)	0 €	0,00 €/m <sup>2</sup> BGF	0,00 €/m <sup>2</sup> NF	0 €/AP
Erträge (pro Jahr)	0 €	0,00 €/m <sup>2</sup> BGF	0,00 €/m <sup>2</sup> NF	0 €/AP
Restwert (nach Betrachtungszeitraum)	0 €	0 €/m <sup>2</sup> BGF	0 €/m <sup>2</sup> NF	0 €/AP
Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum 50 Jahre	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Sanierungskosten (im Betrachtungszeitraum)	7.753.545 €	2.215 €/m <sup>2</sup> BGF	3.608 €/m <sup>2</sup> NF	31.014 €/AP
Lebenszykluskosten im Betrachtungszeitraum 50 Jahre	Absolut	pro m BGF	pro NF	pro AP
Lebenszykluskosten (im Betrachtungszeitraum)	56.963.345 €	16.275 €/m <sup>2</sup> BGF	26.507 €/m <sup>2</sup> NF	227.853 €/AP

Abb. 27: Abb.9: ILKR<sup>2</sup>: Ausgabe Zahlen

### 6.4.2. Diagrammausgabe im ILKR<sup>2</sup>

Zur visuellen Darstellung der Lebenszykluskosten werden die Ergebnisse in verschiedenen Diagrammen dargestellt.

Folgende Diagramme werden erstellt:

- Verlaufsdiagramm Lebenszykluskosten

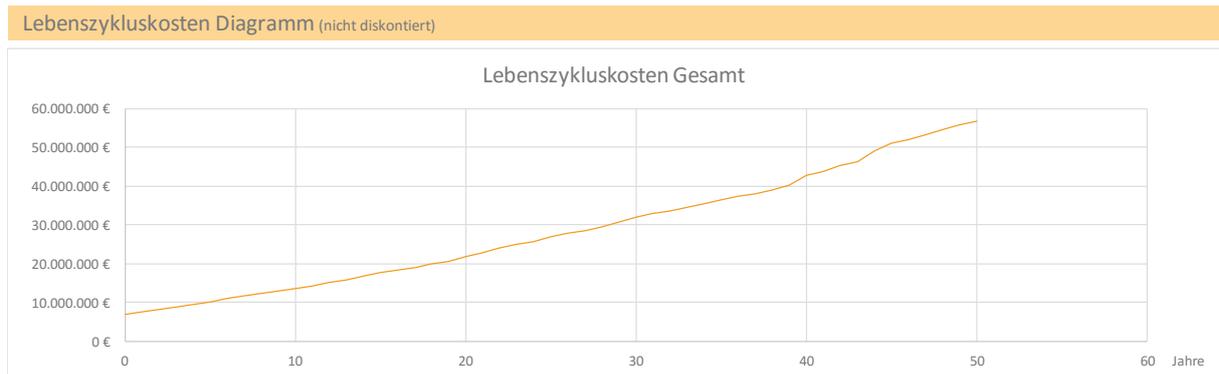


Abb. 28: Verlaufsdiagramm Lebenszykluskosten

- Kostendiagramm Lebenszykluskosten



Abb. 29: Kostendiagramm Lebenszykluskosten

- **Kostenblöcke im Betrachtungszeitraum**

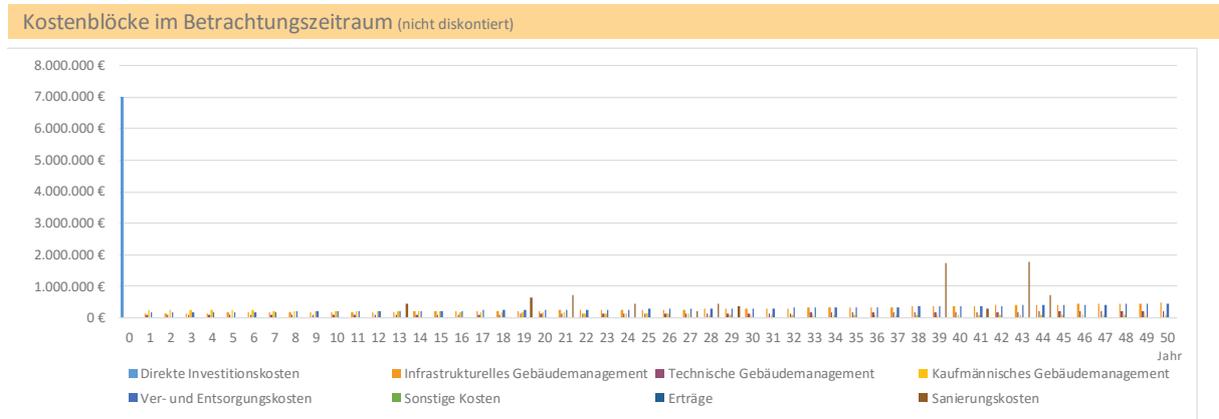


Abb. 30: Kostenblöcke im Betrachtungszeitraum

- **Vergleich Nutzungskosten und Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum**

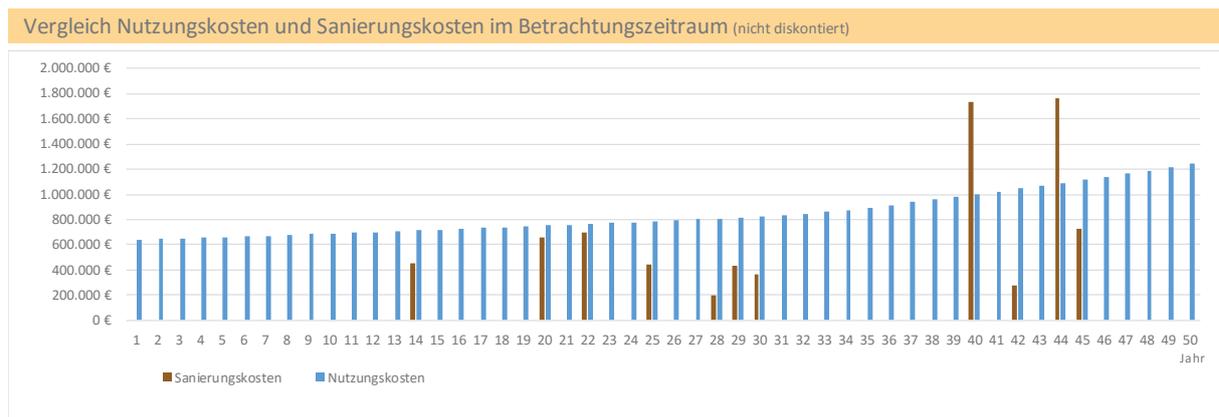


Abb. 31: Vergleich Nutzungskosten und Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum

### 6.4.3. Kennzahlenausgabe im ILKR<sup>2</sup> (Benchmarking)

Als weitere Ausgabe werden die ermittelten Kosten und Kennzahlen mittels Benchmarking verglichen. Vergleichsquelle ist das fm.benchmarking.

Die grafische Darstellung der Benchmarks erfolgt anhand von Boxplots, die über eine Bandbreite des Min-Mittel-Max verfügen.

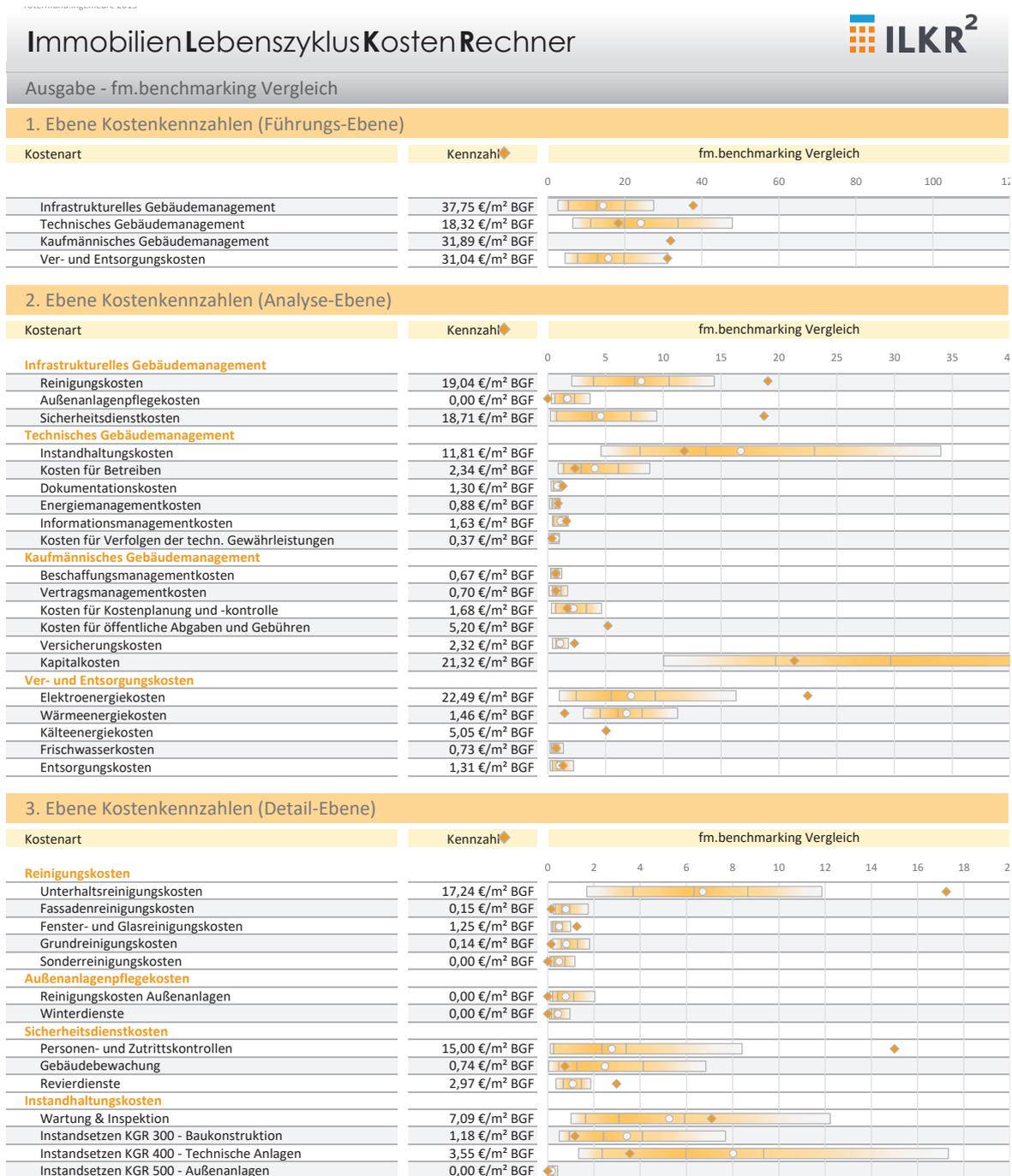


Abb. 32: ILKR<sup>2</sup>: Ausgabe Benchmarking

## 7. Evaluation

### 7.1 Ergebnisse Beta-Test

Bis auf ein Unternehmen haben alle Beta-Tester den ILKR<sup>2</sup> programmiert und auch genutzt. Diese Person gab an, dass sie aus zeitlichen Gründen nicht dazu gekommen sei.

Zu Beginn des Beta-Testes kam es bei einigen Anwendern zu Problemen mit der Installation des ILKR<sup>2</sup>. Da die Softwareprobleme jedoch an das Lizenzprogramm geknüpft waren und dieses für kommende Versionen ausgetauscht wurde, wird die Problematik an dieser Stelle nicht weiter beleuchtet.

Die Erwartungen an den Immobilien-Lebenszykluskostenrechner wurden für einen Großteil der Beta-Tester erfüllt und die Gesamtbeurteilung fiel durchweg positiv aus: „Vielen Dank für die Testmöglichkeit und den Einblick in den ILKR<sup>2</sup>. Das Produkt hat schon einen sehr guten Reifegrad und hat aus unserer Sicht absolut überzeugt.“<sup>17</sup>

Hinsichtlich der eigentlichen Berechnung und deren Funktionen zeigten sich seitens der Tester keine Schwierig- oder Unstimmigkeiten. Alle Beispielrechnungen waren aus Sicht der Unternehmen nachvollziehbar aufgebaut und zeigten plausible Ergebnisse.

Lediglich die Bedienfreundlichkeit des Programmes wurde an einigen Stellen kritisiert und ist in folgenden Punkten noch ausbaufähig:

- Erläuterung/Kommentierung der einzelnen Eingabemöglichkeiten

Die Rückmeldungen zeigten, dass an einigen Punkten Verständnisfragen hinsichtlich der zu tätigen Eingaben gibt.

- Import-Funktion

Bei dem Import bereits erstellter Dateien zeigten sich mehrfach Fehler. So berichteten die Tester, dass Sie nach dem Import bereits getätigte Schritte wiederholen und Daten erneut eingeben mussten.

Ähnlich wie in der Marktbefragung fanden sich einige Differenzen hinsichtlich der Detaillierung des Programmes. Die Verbesserungsvorschläge der Tester waren hier jedoch so speziell und auf die Anforderungen des jeweiligen Unternehmens zugeschnitten, dass sie an dieser Stelle nicht weiter betrachtet werden. Gleiches gilt für kleinere Fehlermeldungen, wie fehlerhafte Darstellungen o.ä., die direkt im Anschluss korrigiert wurden.

### 7.2 Eigene Evaluation

Mit Beginn der Beta-Testphase startete auch die interne Evaluation des ILKR<sup>2</sup>. Im Gegensatz zum Beta-Test standen bei den internen Tests nicht die Bedienbarkeit und die Benutzerfreundlichkeit im Mittelpunkt, sondern vielmehr der Eingabeaufwand und die Berechnungsschritte. Dabei kam der ILKR<sup>2</sup> in diversen Projekten zum Einsatz.

Bei jeder Berechnung wurde parallel ein sogenanntes Fehlerprotokoll geführt. In diesem Fehlerprotokoll konnten direkt die Fehler, die bei der Berechnung aufgefallen sind, eingetragen werden. Anhand des Protokolls konnten die Fehler schnell und unkompliziert korrigiert werden.

---

17      Dadurch, dass die Teilnehmer des Beta-Tests anonym bleiben, erfolgt an dieser Stelle keine detaillierte Quellenangabe.

Schon in den ersten Projekten wurde deutlich, dass es nur wenige Daten bedarf, um eine hinreichend genaue Lebenszykluskostenberechnung durchzuführen. Die benötigten Daten lassen sich mit wenig Aufwand vom Kunden abfragen. Dazu wurde extra ein Datenerfassungsformular erstellt (vgl. „Abb. 33: ILKR<sup>2</sup> Formular Zusatzinformation“). In der Regel konnten diese Daten sehr kurzfristig vom Kunden zur Verfügung gestellt werden.

## ImmobilienLebenszyklusKostenRechner (ILKR<sup>2</sup>)



### Zusatzinformationen

Projektnummer:

wird von ro.i ausgefüllt

Auftraggeber:

wird von ro.i ausgefüllt

**Anmerkung:** Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit, ist es notwendig weitere Informationen bzgl. der geplanten Ausführung abzufragen. Bitte füllen Sie die unten aufgeführten Punkte nach vorliegendem Informationsstand aus. Sollten Ihnen bestimmte Angaben nicht oder nur teilweise vorliegen, können Sie auch Schätzungen oder prozentuale Angaben hinterlegen.

Ansprechpartner bei Fragen zu den Angaben:

Telefonnummer:

E-Mail-Adresse:

### Allgemeine Gebäudedaten

Baujahr		
Gebäudetyp		bitte wählen...
Anzahl der geplanten jährlichen Betriebswochen		w
Anzahl der geplanten wöchentlichen Betriebsstunden		h
Anzahl der Arbeitsplätze		Anz.
Brutto-Rauminhalt		m <sup>3</sup> BRI
Mittlere Geschosshöhe		m
Wärmeübertragende Hüllfläche		m <sup>2</sup>
Anzahl Obergeschosse (EG und OGs)		Anz.
Anzahl der Untergeschosse		Anz.

### Gebäudeflächen

	Angabe	
Brutto-Grundfläche		m <sup>2</sup>
Nutzfläche		m <sup>2</sup>
Nutzfläche - NF1 Wohnen und Aufenthalt		m <sup>2</sup>
Nutzfläche - NF2 Büroarbeit		m <sup>2</sup>
Nutzfläche - NF3 Produktion, Hand- und Maschinenarbeit, Experimente		m <sup>2</sup>
Nutzfläche - NF4 Lagern, Verteilen und Verkaufen		m <sup>2</sup>
Nutzfläche - NF5 Bildung, Unterricht und Kultur		m <sup>2</sup>
Nutzfläche - NF6 Heilen und Pflegen		m <sup>2</sup>
Nutzfläche - NF7 Sonstige Nutzflächen		m <sup>2</sup>
Verkehrsfläche		m <sup>2</sup>
Technische-Funktionsfläche		m <sup>2</sup>

Reichen Sie mit diesem Datenbogen bitte auch **Dokumente mit den aktuellen Flächenaufstellungen/Raumprogramm** ein.

Abb. 33: ILKR<sup>2</sup> Formular Zusatzinformation

Trotz des erstellten Datenerfassungsformulars war es bislang aus technischen Gründen noch nicht möglich das Formular so mit dem ILKR<sup>2</sup> zu verknüpfen, dass die Daten direkt übernommen werden können. Die Dateneingabe erfolgt daher noch manuell.

Weiterhin wurden in den internen Tests die Berechnungsschritte überprüft. Es wurde besonders stark darauf geachtet, ob alle Berechnungen auch richtig ausgeführt werden. Besonders bei der Umsetzung in MS Excel kommt es schnell vor, dass Zellbezüge „verrutschen“ oder die Formeln fehlerhaft sind. Diese Fehler lassen sich trotz sorgfältiger Programmierung nicht immer vermeiden.

Die Überprüfung der Darstellungen von den Berechnungen und besonders der Berechnungsergebnisse stellte ebenfalls ein Kriterium bei der Evaluation dar. Der ILKR<sup>2</sup> ist so programmiert, dass alle Berechnungsergebnisse auf einem entsprechenden Ausgabeblatt dargestellt werden:

- Ausgabe aller Berechnungsergebnisse ausgegeben
- Ausgabe diverser Diagramme

Bei der Evaluation der Darstellungen wurde speziell auf die Lesbarkeit geachtet.

### 7.3 Weitere Schritte

Zur Markteinführung des ILKR<sup>2</sup> sind noch verschiedene Schritte nötig.

Zunächst gilt es, den ILKR<sup>2</sup> fertigzustellen. Die meisten der anvisierten Änderungen tragen dabei zu einem höheren Nutzerkomfort und einer besseren Bedienfreundlichkeit bei (vgl. Kapitel 7.1 Ergebnisse Beta-Test). Da es hinsichtlich des Verschlüsselungs-Tools vereinzelt zu Problemen kam, wird derzeit geprüft, ob für die marktfähige Variante des ILKR<sup>2</sup> künftig ein anderes Programm eingesetzt wird. Wir testen derzeit verschiedene Möglichkeiten.

Daneben werden für Marketing- und Vertriebszwecke verschiedene Materialien wie eine Vorführversion des ILKR<sup>2</sup>, Bedienungsanleitungen, Informationsbroschüren und ähnliches erstellt. Zudem werden aktuell Einführungsworkshops konzipiert. Diese sollen künftigen Nutzern nicht nur den Einstieg und die Arbeit mit dem Tool erleichtern, sondern auch den Funktionsumfang und die Möglichkeiten des ILKR<sup>2</sup> aufzeigen.

## 8. Umweltrelevanz

Durch die Errichtung, den Betrieb und den Abriss eines Gebäudes werden im hohen Maße umweltschädliche Stoffe freigesetzt. In der Nutzungsphase des Gebäudes birgt jede einzelne Leistung bzw. Tätigkeit (Reinigung, Instandhaltung, etc.) die Emission von Schadstoffen für die Umwelt.

In der Variantenbetrachtung Sanierung oder Neubau eines Gebäudes wird die Umweltrelevanz noch stärker. Ist das Berechnungsergebnis einer Variantenbetrachtung die Beibehaltung und (teilweise) Sanierung eines Gebäudes die wirtschaftliche Variante einer Lebenszykluskostenberechnung, so werden in einem großen Maßstab negative Umwelteinflüsse vermieden.

Aus den oben genannten Gründen wurden im ILKR<sup>2</sup> folgende umweltrelevante Berechnungen integriert: Heizenergiebedarf, Elektroenergiebedarf, Wasserbedarf und Abwassermenge.

Durch die planungsbegleitenden Lebenszykluskostenberechnungen erhalten die Projektbeteiligten und Entscheider nach jeder Planungsphase Hinweise und Berechnungsergebnisse zur Umweltrelevanz.

### Beispielberechnung:

Zur Veranschaulichung, wie das Tool im planungsbegleitenden Prozess Hinweise zur Umweltrelevanz geben kann, wurde eine kurze Beispielberechnung durchgeführt:

Bei dem in der Beispielberechnung untersuchtem Gebäude handelt es sich um ein Bürogebäude mit einer Brutto-Grundfläche von ca. 23.000 m<sup>2</sup>BGF. Das Gebäude wird in einer westdeutschen Großstadt errichtet. Der Berechnungszeitpunkt ist in der Entwurfsplanung (Leistungsphase 3 nach HOAI). Bei der Berechnung wurden vier Varianten mit Unterschiedlichen Wärmeerzeugern untersucht:

- Variante 1: Brennwertkessel
- Variante 2: Fernwärme
- Variante 3: Erdreichwärmepumpe
- Variante 4: Niedertemperaturkessel

Die Lebenszykluskostenberechnung wurde für einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren erstellt. Preissteigerungsraten für Ver- und Entsorgungskosten wurden in einer Höhe von 2,0% berücksichtigt.

Die Berechnungsergebnisse sind in der Grafik „Abb. 34: Ergebnisse der Beispiel-Lebenszykluskostenrechnung“ veranschaulicht. In der Grafik ist gut zu erkennen, dass drei der vier Varianten in etwa die gleichen Lebenszykluskosten aufweisen. Lediglich die Variante mit der Fernwärme weist geringere Lebenszykluskosten auf. Dabei sind bei der Wärmeversorgung via Fernwärme die höchsten jährlichen Kosten für Wärmeenergie, welche zu der Kostengruppe Ver- und Entsorgungskosten gehören, zu erwarten (vgl. „Abb. 35: Vergleichsdaten“).

Betrachtet man hingegen die Instandhaltungskosten, welche der Kostengruppe „Technisches Gebäudemanagement“ zugeordnet sind, so fallen bei Variante Fernwärme die geringsten Kosten an. Dies ist dadurch begründet, dass die verschiedenen Heizsysteme auch einen unterschiedlichen Instandhaltungs- und Betriebsführungsaufwand haben. Auch die Sanierungskosten unterscheiden sich in dieser Variante. Ein Fernwärmeanschluss hat eine höhere rechnerische Nutzungsdauer als beispielsweise ein Niedertemperaturkessel. Folglich wird ein Niedertemperaturkessel im Betrachtungszeitraum öfter erneuert als eine Fernwärmeübergabestation.

## Lebenszykluskosten Diagramm (nicht diskontiert)

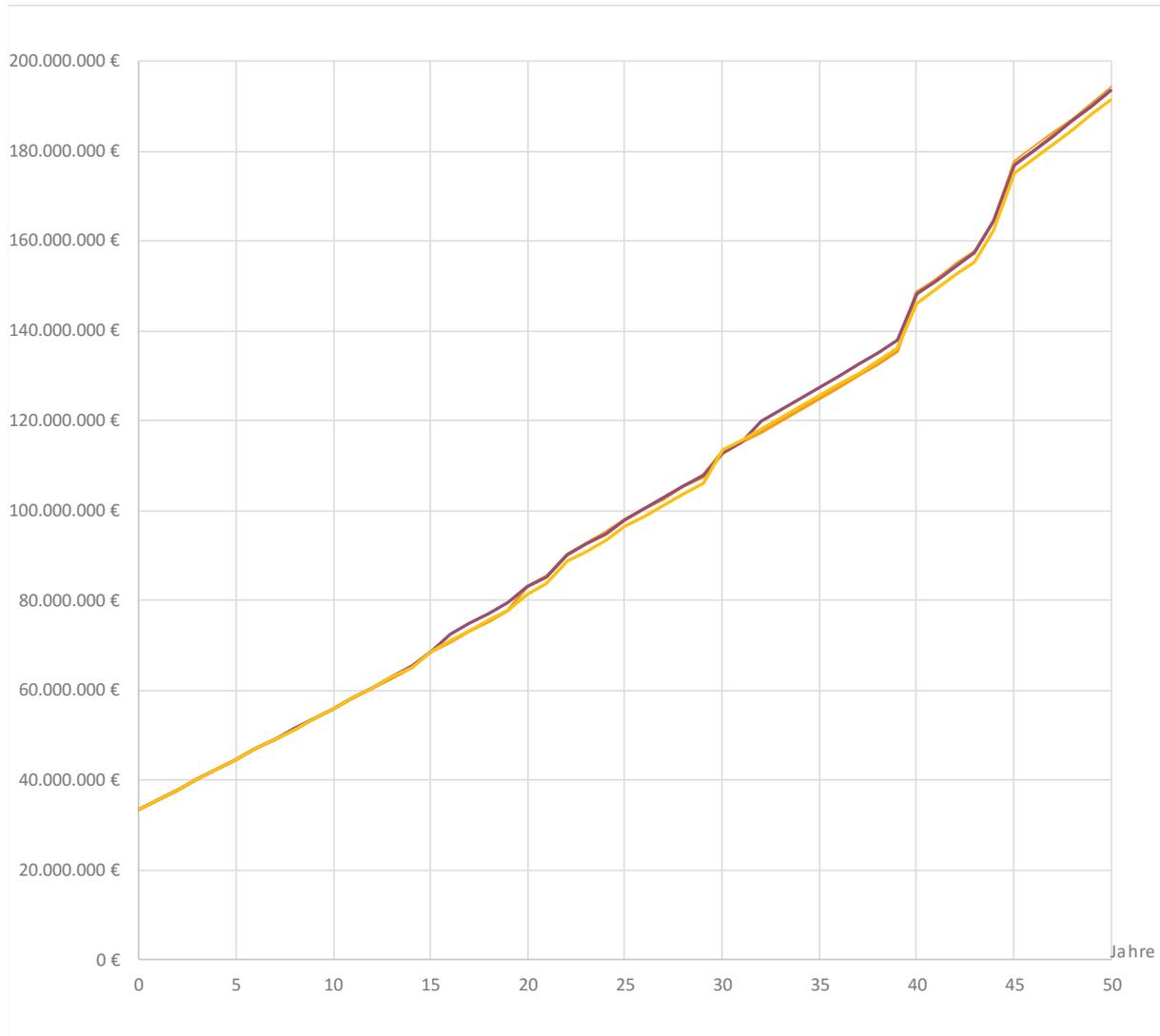


Abb. 34: Ergebnisse der Beispiel-Lebenszykluskostenrechnung

Vergleichsdaten 1 2									
Akt.	Projektname	Variantenbezeichnung	Erstellungsdatum der Berechnung	Betrachtungsart	Betrachtungstyp	Berechnungsart	Zeitpunkt (Phase) der Berechnung	Länge des Betrachtungszeitraums	Brutto-Grundfläche
V1	Test-001	Brennwertkessel	18.09.2017	Gebäude	Büro- und Verwaltungsgebäude	Für Neubau	Entwurfsplanung	50 Jahre	23.768 m <sup>2</sup>
V2	Test-001	Fernwärme	18.09.2017	Gebäude	Büro- und Verwaltungsgebäude	Für Neubau	Entwurfsplanung	50 Jahre	23.768 m <sup>2</sup>
V3	Test-001	Niedertemperaturkessel	18.09.2017	Gebäude	Büro- und Verwaltungsgebäude	Für Neubau	Entwurfsplanung	50 Jahre	23.768 m <sup>2</sup>
		Wärmepumpe	18.09.2017	Gebäude	Büro- und Verwaltungsgebäude	Für Neubau	Entwurfsplanung	50 Jahre	23.768 m <sup>2</sup>

Vergleichsdaten 2 2 (nicht diskontiert)									
Akt.	Σ Investitionskosten gesamt	Σ Infrastrukturelles Gebäudemanagement	Σ Technisches Gebäudemanagement	Σ Kaufmännisches Gebäudemanagement	Σ Ver- und Entsorgungskosten	Σ Sonstige Kosten	Σ Erträge	Σ Sanierungskosten im Betrachtungszeitraum	Σ Restwert nach Betrachtungszeitraum
V1	33.399.765 €	305.336 € p.a.	253.221 € p.a.	1.304.889 € p.a.	358.935 € p.a.	0 € p.a.	0 € p.a.	34.692.892 €	0 €
V2	33.399.765 €	305.336 € p.a.	230.962 € p.a.	1.304.864 € p.a.	375.552 € p.a.	0 € p.a.	0 € p.a.	32.457.846 €	0 €
V3	33.399.765 €	305.336 € p.a.	250.409 € p.a.	1.304.845 € p.a.	360.223 € p.a.	0 € p.a.	0 € p.a.	34.102.103 €	0 €
	33.399.765 €	305.336 € p.a.	240.707 € p.a.	1.304.507 € p.a.	364.054 € p.a.	0 € p.a.	0 € p.a.	34.692.892 €	0 €

Abb. 35: Vergleichsdaten

Anhand der Beispielberechnung wird deutlich, welchen Einfluss die Lebenszykluskosten auf die Umwelt haben. Hierzu kann der ILKR<sup>2</sup> erste Hinweise liefern. Im Projektverlauf müssen diese Faktoren unter Berücksichtigung eines ganzheitlichen Ansatzes durch Fachplaner detailliert werden.

## 9. Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse

### 9.1 Publikation der Ergebnisse

Zunächst mit der Zielsetzung, Teilnehmer für die Marktbefragung und den späteren Beta-Test zu finden, wurde das Forschungsprojekt von Beginn an seitens der rotermund.ingenieure gegenüber Marktteilnehmern kommuniziert. Dies fand vornehmlich über persönliche Kontakte, wie beispielsweise im Rahmen von Seminaren von Herrn Prof. Rotermund statt.

Später wurden die Ergebnisse des Forschungsprojektes auch in Fachzeitschriften publiziert:

- Effiziente TGA erfordert ein langfristiges Konzept, in: GI Gebäudetechnik in Wissenschaft und Praxis<sup>18</sup>
- Lebenszykluskosten bei öffentlichen FM-Ausschreibungen, in: Der Facility Manager<sup>19</sup>

Weitere Publikationen sind im Rahmen der Markteinführung des Tools geplant. Hierzu bestehen gegenwärtig (Stand August 2016) bereits Zusagen der führenden Fachzeitungen und –zeitschriften.

Die Ergebnisse werden weiterhin in verschiedenen Veranstaltungen (Seminare, Kongresse, Netzwerkveranstaltungen wie bspw. GEFMA Lounge Niedersachsen) vorgestellt.

### 9.2 Maßnahmen zur Verbreitung der Erkenntnisse

Auch nach dem Ende des Forschungsprojektes soll der ILKR<sup>2</sup> durch rotermund.ingenieure kontinuierlich weiterentwickelt werden. Durch den Einsatz in eigenen Projekten der Gesellschaft wird der ILKR<sup>2</sup> täglich in Projekten eingesetzt.

Über verschiedene Verknüpfungen zur Wissenschaft<sup>20</sup> und anderen Gremien<sup>21</sup> wird der ILKR<sup>2</sup> kontinuierlich auf den neusten Stand angepasst. Auch neue Anforderungen hinsichtlich der Umweltrelevanz, beispielsweise aus der Nachhaltigkeitszertifizierung, werden bei einem vorhandenen fachlichen Zusammenhang in den ILKR<sup>2</sup> eingebaut. Durch die Integration der Daten des fm.benchmarking ist sichergestellt, dass neue Marktanforderungen generiert werden und der ILKR<sup>2</sup> weiterentwickelt wird.

Zudem ist eine Portierung des Offline-Tools in ein Online-Tool oder die Nutzung von Cloud Technologien anvisiert.

---

18 [Rot16]

19 [SR15]

20 Bspw. Lehrstuhl von Prof. Uwe Rotermund an der FH Münster

21 Bspw. Kooperationen mit GEFMA e.V. und RealFM e.V.

# Fazit

Im Rahmen des durch die DBU geförderten Forschungsprojektes wurde ein Lebenszykluskosten-Tool, genannt ILKR<sup>2</sup>, zur Kosten- und Verbrauchsoptimierung von Gebäuden entwickelt. Dieses Tool ist speziell auf die frühen Planungsphasen ausgelegt.

Mit dem ILKR<sup>2</sup> werden verschiedene Berechnungsvarianten ermöglicht. Hierbei stehen die Berechnungen für Neubauten, Gebäudesanierungen und der Vergleich zwischen Neubau und Sanierung im Vordergrund. Die Lebenszykluskostenberechnung soll dabei als weiteres Instrument bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung z.B. zwischen der Entscheidung, ob ein Bestandsgebäude saniert oder ein Neubau errichtet wird, dienen.

Das künftige LZK-Tool sollte von Anfang an so konzipiert werden, dass es die Anforderungen einer möglichst breiten Zielgruppe erfüllt. Zur Feststellung der Wünsche und benötigten Leistungen auf Nutzerseite wurde im Herbst 2014 eine Marktanalyse in Form einer Befragung durchgeführt. Die festgestellten Anforderungen wurden im weiteren Projektverlauf berücksichtigt und weitestgehend umgesetzt.

Ein besonderes Augenmerk wurde bei der Entwicklung auf die Energiekosten gelegt. Diese betragen ca. 8 bis 15% der gesamten Lebenszykluskosten. Besonders in den frühen Planungsphasen ist die Einflussnahme auf die Energiekosten groß. Durch die Integration der Lebenszykluskosten in den Planungsprozess lassen sich Energieeinsparpotenziale optimal ausschöpfen. Auch die Technische Gebäudeausrüstung kann hinsichtlich der Nutzerqualität optimiert werden.

Mit Blick auf die Umweltentlastung wäre eine alleinige Optimierung energetischer Qualitätsmerkmale völlig unzureichend.

Der entwickelte ILKR<sup>2</sup> bietet erstmals die Möglichkeit, Lebenszykluskosten von Gebäuden umfassend zu berechnen und so – auch über energetische Betrachtungspunkte hinaus – eine Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden zu liefern. Zuvor wurden bereits einige Zertifizierungssysteme vorgestellt, die dies ebenfalls anbieten und hierfür mitunter eigene Tools zur Verfügung stellen. Bei der Ermittlung der Kosten werden jedoch gewisse Bereiche der Lebenszykluskosten nicht ausreichend berücksichtigt (z.B. Reinigung, Instandhaltung, Sanierung, etc.).

Der ILKR<sup>2</sup> lässt sich aber nicht nur bei Neubauten einsetzen. Auch aus einer Lebenszykluskostenanalyse für Bestandsgebäude lassen sich umweltentlastende Optimierungsmerkmale ableiten.

Es war von Beginn an Ziel des Projektes, ein Tool für eine breite Zielgruppe zu erstellen. Aus diesem Grund konnten einige Aspekte, die vor dem Hintergrund nachhaltiger Bewirtschaftung ebenfalls interessant wären, nicht beachtet werden. So wäre hier sicherlich die Auswirkung durch den Einsatz unterschiedlicher Baumaterialien von Interesse gewesen.

Im ILKR<sup>2</sup> wurden dazu Berechnungsverfahren entwickelt, die zum einen den aktuellen Regeln der Technik entsprechen und zum anderen einfach in der Bedienung sind.

Eine weitere Herausforderung bestand darin, dass in frühen Planungsphasen nur sehr wenige Daten für eine Berechnung zur Verfügung stehen. Durch die Vorauswahl von Parametern ist der ILKR<sup>2</sup> so ausgelegt, dass wenige Eingangsdaten ausreichend sind, um gute Berechnungsergebnisse zu erzielen. Dies gilt insbesondere

für die Berechnung der Energiekosten. Durch die Vorauswahl von Parametern wird dem Markt ein einfach zu bedienendes Tool zur Verfügung gestellt. Für die Anwendung werden lediglich Grundkenntnisse vorausgesetzt. Für fortgeschrittene Anwender besteht zudem die Möglichkeit, voreingestellte Parameter auf die Bedürfnisse des Projektes anzupassen. Somit lassen sich die Lebenszykluskosten noch genauer berechnen.

Die Bedienbarkeit wurde bereits in der Beta-Testphase getestet. Auch intern wurde der ILKR<sup>2</sup> bereits in vielen Projekten auf den Prüfstand gestellt. Die Teilnehmer waren mit der Bedienung und Nutzerfreundlichkeit schon sehr zufrieden. Auch die Berechnungsergebnisse lieferten sowohl bei den Anwendern als auch bei den Kunden großen Zuspruch.

Bis das LZK-Tool, der ILKR<sup>2</sup>, die Marktreife erlangt, wird noch eine gewisse Zeit vergehen. Bei der Evaluation haben sich immer wieder kleine und größere Fehler bemerkbar gemacht.

Mit dem Immobilien-Lebenszykluskostenrechner ILKR<sup>2</sup> entwickelte rotermund.ingenieure in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt nicht nur ein Tool, welches in internen Projekten zur Anwendung kommt. Auch dem Markt wird ein Tool zugänglich gemacht, um die Lebenszykluskosten eines Gebäudes – besonders in den frühen Projektphasen – zu berechnen.

# Literaturverzeichnis

- [BetrKV] Betriebskostenverordnung (BetrKV). 03. Mai 2012.
- [BewG] Bewertungsgesetz (BewG) - Anlage 6. 01. Feb. 1991.
- [BKI15] Baukosteninformationszentrum, BKI, [Hrsg.]. *BKI Baukosten 2015 Neubau Teil 1: Statistische Kostenkennwerte für Gebäude*. Stuttgart : s.n., 2015.
- [BVBS13] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2013.
- [CR12] Corsten, H. und Roth, S. [Hrsg.]. *Nachhaltigkeit: Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung ; Wissenschaftliche Tagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaftslehre e.V. an der Technischen Universität Kaiserslautern 2011*. Wiesbaden : Springer Gabler, 2012.
- [Des14] DESTATIS Statistisches Bundesamt. *Baupreisindizes für die Bauwirtschaft*. [Online] [Zitat vom: 21. Okt. 2014.] <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Baupreise/BauwirtschaftPreise.html>.
- [Dih16] DIHK. *Realsteuer-Hebesätze*. [Online] [Zitat vom: 27. Apr. 2016.] <http://www.dihk.de/themenfelder/recht-steuern/steuern/finanz-und-haushaltspolitik/realsteuer-hebesaetze>.
- [DIN277a] DIN 277:2005 Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen. 2005.
- [DIN277b] DIN 277:2016 Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen. 2016.
- [DIN4710] DIN 4710. Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumlufttechnischen Anlagen in Deutschland. 2003.
- [DIN15643] DIN EN 15643-1. Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden - Teil 1: Allgemeine Rahmenbedingungen. 2010.
- [DIN18599] DIN 18599. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. 2011.
- [DIN18960] DIN 18960. Nutzungskosten im Hochbau. Feb. 2008.
- [DIN31051] DIN 31051. Gebäudemanagement - Begriffe und Leistungen. Aug. 2000.
- [EEH10] Ebert, T., Eßig, N. und Hauser, G.. *Zertifizierungssystem für Gebäude; Nachhaltigkeit bewerten, internationaler Systemvergleich, Zertifizierung und Ökonomie*. München : Inst. für Internat. Architektur-Dokumentation (Edition detail green books), 2010.
- [EnEV14] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr.67:.. Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung. EnEV 2014. 21. Nov. 2013.

- [EU2014] RICHTLINIE 2014/24/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 26. Februar 2014 über die öffentliche Auftragsvergabe und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/18/EG“, Artikel 68 Lebenszykluskostenberechnung.
- [GE220] GEFMA: GEFMA 220-1: Lebenszykluskosten-Ermittlung im FM. 2012
- [INH13] Informationsportal Nachhaltiges Bauen. *Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2013*. [Online] 2013. [Zitat vom: 11. Sep. 2014.] <http://www.nachhaltigesbauen.de/leitfaeden-und-arbeitshilfen-veroeffentlichungen/leitfaden-nachhaltiges-bauen-2013.html>.
- [KMP13] Kummert, K., May, M. und Pelzeter, A.. *Nachhaltiges Facility Management*. Berlin [u.a.] : Springer Vieweg (VDI), 2013.
- [KÜO] Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO). 08. Apr. 2013.
- [Pel06] Pelzeter, A. *Lebenyzkluskosten von Immobilien: Einfluss von Lage, Gestaltung und Umwelt*. Schriften zur Immobilienökonomie. Köln : Müller, 2006. Bd. 36.
- [RSS11] Recknagel, H., Sprenger, E. und Schramek, E.-R, [Hrsg.]. *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik: einschließlich Warmwasser und Kältetechnik*. 75.Aufl. [die Jubiläumsausg.]. München : Oldenbourg Industrieverlag, 2011.
- [Rot14] Rotermund, U.: *fm.benchmarking Detailbericht Technisches Gebäudemanagement für Bürogebäude*. Höxter : rotermund.ingenieure, 2014.
- [Rot16] Rotermund, U.: *Effiziente TGA erfordert ein langfristiges Konzept*. GI Gebäudetechnik in Wissenschaft und Praxis, 03/2016, S. 214-219.
- [Rot16b] Rotermund, U. [Hrsg.]. *fm.benchmarking Bericht 2016. Vergleichen Sie Ihre Immobilien-Kennzahlen*. Höxter : rotermund.ingenieure, 2016.
- [RPNA13] Rotermund, U.; Plessner, S.; Nendza, S.; Altendorf, L.: *EVAgreen: Qualitätssicherung und Evaluierung nachhaltiger Gebäude in Deutschland*. Höxter/Braunschweig: s.n., 2013
- [Roi15] rotermund.ingenieure. *Bedeutung der Energiekosten im Lebenszyklus der Immobilie*. 2015.
- [RS10] Rudolff, R. und Schwarz, J.. *Lebenszykluskalkulation mit einem Modul- und Prozessmodell*. Zeitschrift für Immobilienökonomie. 2010, 2.
- [RW12] Rumpf, D. und Wiegand, W.. *Ein Modell zur Berechnung von Kapitalkosten bei Immobilieninvestitionen unter Berücksichtigung der Besteuerung*. Online-Dokumentation zu: Kapitalertragsbesteuerung und Kapitalkosten, Perspektiven der Wirtschaftspolitik, 2012, S.52-81.
- [SR15] Schröder, H. und Rotermund, U.: *Lebenszykluskosten bei öffentlichen FM-Ausschreibungen*. Der Facility Manager, September 2015, S. 42-45.
- [Sch08] Schulte, K-W. *Immobilienökonomie. Band 1 : Betriebswirtschaftliche Grundlagen*. 4.Aufl. München, Wien : Oldenbourg, 2008.
- [SW-RL] Richtlinie zur Ermittlung des Sachwerts, Sachwertrichtlinie - SW-RL
- [Upo13] Uponor GmbH: *Praxishandbuch der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) Band 2*. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2013
- [VDI2067] Richtlinienreihe VDI 2067, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen
- [VDI3807-3] VDI 3807-3. Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude und Grundstücke. Jul. 2000.

- 
- [CDI3807-4] VDI 3807-4. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude - Teilkennwerte elektrischer Energie. Aug. 2008.
- [Ven11] Venzmer, R., [Hrsg.]. *Energieberatung - Software für den Energieberater*. Berlin, Wien, Zürich : Beuth Verlag GmbH, 2011.
- [VerStG] Versicherungssteuergesetz (VersStG). 18. Dez. 2013.
- [WertV88] WertV. Wertermittlungsverordnung (WertV). 06. Dez. 1988.
- [Wol07] Wolfram, P. *Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispiele*. 6., neu bearb. und erw. Aufl. Düsseldorf : Werner, 2007.
- [Wüs06] Wüst, K. *Finanzmathematik: Vom klassischen Sparbuch zum modernen Zinsderivat*. Wiesbaden : Gabler Verlag, 2006.

# Anhänge

- A1 Fragebogen Marktbefragung Lebenszykluskostenrechner

# A1 Fragebogen Marktbefragung Lebenszykluskostenrechner

rotermund.ingenieure

## LebenszykluskostenRechner

### Informationsblatt zum Fragebogen

rotermund.ingenieure möchte die vollständige LZK-Berechnung für viele Marktteilnehmer öffnen. Dazu soll ein leicht anwendbares Lebenszykluskosten-Berechnungs-Tool zur Kosten- und Verbrauchsoptimierung von Gebäuden entwickelt werden. Dieses soll unterschiedliche Berechnungsvarianten, insbesondere für frühe Projektphasen, abdecken.

Nun interessiert uns, welche Aspekte in der Praxis im Vordergrund stehen und für Sie von besonderem Interesse sind. Wir würden uns daher sehr freuen, wenn Sie an unserer Befragung teilnehmen.

Bitte nutzen Sie dazu diesen Fragebogen, den Sie **bis zum 15. Dezember 2014** an die unten angegebenen Kontaktdaten zurück senden können. Die Beantwortung der Fragen nimmt etwa 10 Minuten in Anspruch. Ihre Angaben werden selbstverständlich anonym behandelt.

Wir hoffen, dass Sie uns mit Ihrer Beteiligung eine ehrliche Rückmeldung Ihrer Einschätzungen geben und wir auf dieser Grundlage das LZK-Tool ganz nach Ihren Anregungen weiter entwickeln können. Für Ihr Interesse und Ihre Hinweise bedanken wir uns!

Für Rückfragen steht Ihnen Chantal Weiland gerne zur Verfügung:

rotermund.ingenieure

Prof. Uwe Rotermund Ingenieurgesellschaft mbH & Co KG  
In der Mönchemühle 8  
Pfennigbreite 8  
37671 Hötter

T 05271 6979998

F 05271 6979999

E [chantal.weiland@rotermundingenieure.de](mailto:chantal.weiland@rotermundingenieure.de)

[>> Zum Fragebogen <<](#)

# LebenszykluskostenRechner

## Marktbefragung

1. In welchem Bereich ist Ihr Unternehmen/Ihre Organisation tätig?

bitte wählen

2. Halten Sie ein Monitoring von Errichtungskosten und Gebäudenutzungskosten über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden für sinnvoll?

*Ja*

*Nein*

3. Nutzen Sie bei aktuellen Projekten die Möglichkeit zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden?

*Ja, wir berechnen die LZK selbst*

*Ja, wir lassen die LZK von Dritten berechnen*

*Nein*

*keine Angabe*

3.1 Wenn ja: Zu welchen Entwicklungszeitpunkten berechnen Sie die LZK? (Mehrfachnennungen möglich)

*Architektur-/Generalplanerwettbewerb*

*VOF-Verfahren*

*Vorplanung*

*Entwurfsplanung*

*Genehmigungsplanung*

*Ausführungsplanung*

*Inbetriebnahme*

*Betriebsphase*

3.2 Wenn ja: Welche Tools bzw. Berechnungen zur Ermittlung der LZK kennen und nutzen Sie?

	<i>kenne ich</i>	<i>nutze ich</i>
<i>LZK-Berechnung nach DGNB-Steckbrief</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>LZK-Berechnung nach BNB-Steckbrief</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>LZK-Berechnung nach GEFMA 220</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>LZK-Tool LEGEP</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Sonstige:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>		

3.3 Wenn ja: Welche Erfahrungen haben Sie mit der Anwendung von LZK-Tools hinsichtlich des Bedienkomforts, benötigter Eingangsdaten, Plausibilität der Ergebnisse, etc.?

4. Aus welchen Gründen würden Sie sich **gegen** den Einsatz eines LZK-Tools in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation entscheiden?

<i>Zu hohe Anschaffungskosten</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Personalaufwand unklar</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Bedienbarkeit zu komplex</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Eingangsdatenbeschaffung zu aufwändig</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Nachvollziehbarkeit der Berechnungen nicht gegeben</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Berechnungsergebnisse zu ungenau</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Fehlende externe Expertise</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Kein standardisiertes Berechnungsverfahren am Markt etabliert</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Weitere:</i>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	

5. Was spricht Ihrer Meinung nach **für** den Einsatz eines LZK-Tools in Ihrem Unternehmen/in Ihrer Organisation?

<i>Kostentransparenz für langfristige Investitionen über deren Lebenszyklus</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Budgetplanung künftiger Investitionen</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Zusätzliche Entscheidungsgrundlage über die Anfangsinvestitionen hinaus</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Variantenvergleich (Sanierung/Neubau)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Evaluation von langfristigen Einsparungen anfänglicher Mehrinvestitionen</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Möglichkeit der für Zertifizierung geforderten LZK-Berechnungen</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Kosteneinsparung durch eigene Berechnungen (Inhouse-Lösung)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Weitere:</i>	<input type="checkbox"/>

6. Welche Bedeutung messen Sie der LZK-Berechnung in den folgenden Anwendungszwecken bei?

	<i>keine Bedeutung</i>		<i>sehr hohe Bedeutung</i>	
<i>Budgetplanung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kostenkontrolle</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Zertifizierungen</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Bei Neubauten/Umbauten/Sanierungen: Vergleich verschiedener Varianten</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Bei Neubauten/Umbauten/Sanierungen: Integration in die Vorprüfung von Wettbewerben</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Bei Neubauten: Optimierung der späteren Nutzungskosten</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Vergleich mit anderen Gebäuden bzw. Marktwerten</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Informationen zur Umweltrelevanz/ Nachhaltigkeitssteckbrief</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Sonstiges:</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Für wie wichtig erachten Sie die Berechnung der LZK in den folgenden Planungs- und Betriebsphasen?

	<i>keine Bedeutung</i>		<i>sehr hohe Bedeutung</i>	
<i>Architektur-/Generalplanerwettbewerb</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>VOF-Verfahren</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Vorplanung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Entwurfsplanung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Genehmigungsplanung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Ausführungsplanung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Betriebsphase</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Welche Bedeutung messen Sie den folgenden Kostenarten bei der Ermittlung von Lebenszykluskosten bei?

	<i>keine Bedeutung</i>		<i>sehr hohe Bedeutung</i>	
<i>Errichtung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Sanierung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Rückbau/Verwertungskosten</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Nutzungskosten</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>- Instandhalten</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>- Reinigungs- und Pflegedienste</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>- Energie</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>- Kaufmännische Verwaltung</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Welche Normen und Richtlinien zur Darstellung von Gebäudenutzungskosten kennen und nutzen Sie?

	<i>kenne ich</i>	<i>nutze ich</i>
<i>DIN 18960</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>DIN 32736</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>GEFMA 200</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>fm.benchmarking (GEFMA 950)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Ö-Norm B 1801-2</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>SIA D 0165</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Betriebskostenverordnung</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Sonstige:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Wie viele Eingangsgrößen würden Sie für eine Berechnung eingeben wollen?

<i>Bis zu 10, auch wenn die Ergebnisse nicht sehr detailliert sind</i>	<input type="radio"/>
<i>Um die 70, um eine höhere Detailtiefe der Ergebnisse zu erlangen</i>	<input type="radio"/>
<i>Über 150, um sehr detaillierte Ergebnisse zu erlangen</i>	<input type="radio"/>

11. Das LZK-Tool soll die Möglichkeit bieten, die Lebenszykluskosten im Rahmen von Nachhaltigkeitszertifizierungen zu ermitteln. Welche sollten Ihrer Meinung nach integriert werden? (Mehrfachnennungen möglich)

<i>DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>LEED (Leadership in Environmental &amp; Energy Design)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>BREEAM (Building Research Establishment Assessment Method)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>ÖGNI (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>ÖGNB (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Weitere:</i>	<input type="checkbox"/>

12.

Nach ersten Vorüberlegungen wird zu einer Umsetzung des LZK-Tools in MS-Excel tendiert. Welche Nachteile sehen Sie bei einer MS-Excel-basierten Anwendung?

*MS-Excel wird im Unternehmen nicht verwendet*

*Wir nutzen ein anderes Betriebssystem als Windows und befürchten, dass die Anwendung nicht richtig funktioniert*

*Visual Basic for Applications (VBA) und Makros werden von der Firewall geblockt und können nicht aktiviert werden*

*Anwender sind mit MS-Excel nicht vertraut*

*Weitere:*

13.

Welche Vorteile sehen Sie bei einer MS-Excel-basierten Anwendung?

*MS-Excel ist weit verbreitet und steht in den meisten Unternehmen zur Verfügung*

*Kann auch offline benutzt werden, z.B. auf Terminen, Baustellenbesichtigungen etc.*

*Bietet gute Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse (Diagramme, etc...)*

*Ergebnisse lassen sich gut in andere Office Produkte (Word, Power Point) einbinden*

*Anwender in unserem Haus sind mit MS-Excel bereits vertraut*

*Weitere:*

14.

Abschließen haben Sie hier die Möglichkeit, weitere Anregungen zur Entwicklung eines Tools zur Lebenszykluskostenberechnung zu geben:

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

[>> Fragebogen senden <<](#)