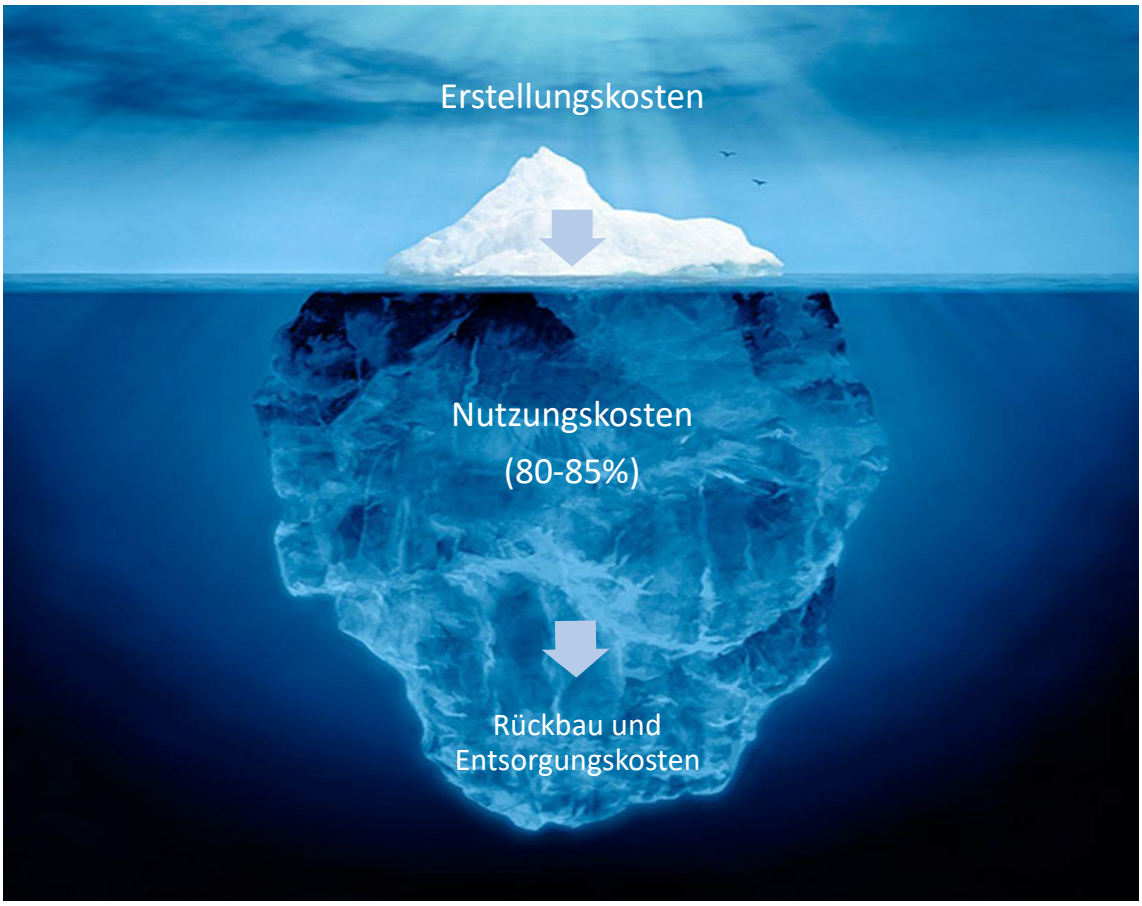
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht vom *31. Oktober 2020*

Lebenszykluskosten – eine effiziente und breite Anwendung



Quelle: Iceberg Tip, © imgflip 2020

Mit Unterstützung von
energieschweiz

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
FH Zentralschweiz

Datum: 31. Oktober 2020
Ort: Bern

Auftraggeberin:
Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:
CSD Ingenieure AG
Hessstrasse 27 d, CH-3097 Liebefeld
y.perret@csd.ch
www.csd.ch

Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Technikumstrasse 21, CH-6048 Horw
marvin.king@hslu.ch
www.hslu.ch

Autor/in:
CSD Ingenieure AG: Yann Perret (Projektleitung), Denis Kriegesmann, Urs-Thomas Gerber
Hochschule Luzern: Marvin King, Gianrico Settembrini, Urs-Peter Menti

BFE-Projektbegleiter: Adrian Grossenbacher, adrian.grossenbacher@bfe.admin.ch
BFE-Vertragsnummer: SH/8100049-02-02-18

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Kurzzusammenfassung

Die Studie beschreibt einen einfachen und dennoch gesamtheitlichen Ansatz der Lebenszykluskostenermittlung von Immobilien. Die erarbeiteten Factsheets veranschaulichen die Stärken und Schwächen bestehender Methoden von IFMA, LCC CRB, SNBS sowie AGG zur Bewertung der Lebenszykluskosten (LZK) und legen deren Unterschiede dar. Trotz anerkannter Eignung der qualitativen und quantitativen Instrumente bleibt die Hemmschwelle für deren Anwendung bei Architekten und Projektentwicklern hoch. Der Aufwand für eine umfassende LZK-Bewertung ist bisher sehr gross, wobei der Mehrwert der Analyse häufig nicht sofort identifizierbar ist. Über den Vergleich der ausgewerteten Fallbeispiele gehen entscheidende Einflussgrössen zur Kostenoptimierung wie Erstellungskosten, Gebäudeform, Flächeneffizienz oder Öffnungsanteil der Fassade hervor. Das frühzeitige Definieren der Flexibilitätsanforderungen und der Bauqualität bzw. des Standards haben sich als weitere Haupteinflussfaktoren herausgestellt.

Für eine effiziente und breite Anwendung der Lebenszykluskostenermittlung wurde im Rahmen des Projektes ein 3-Stufen-Modell entwickelt und als praxisgerechte Handlungsempfehlung zusammengestellt. Hierdurch lassen sich bereits in frühen Projektphasen wichtige Einflussfaktoren der Lebenszykluskosten erkennen und für den weiteren Projektverlauf optimieren. Dank der einfachen Anwendung kann das 3-Stufen-Modell zu einer nachhaltigen Entwicklung des Gebäudeparks der Schweiz beitragen.

Résumé

L’étude décrit une approche pour déterminer les coûts du cycle de vie (LCC) d’objets immobiliers. Cette approche se veut simple mais complète.
Les fiches d’information crées mettent en évidences les forces et faiblesses des méthodes IFMA, LCC CRB, SNBS et AGG existantes et montrent leurs différences. Malgré l'adéquation reconnue des instruments qualitatifs et quantitatifs, la barrière pour leur application reste élevée pour les architectes et les promoteurs de projets.
L'effort requis pour une évaluation LCC complète a été très élevé jusqu'à présent et la valeur ajoutée de l'analyse n’est souvent pas immédiatement identifiable. En comparant les études de cas évaluées, on peut identifier des facteurs décisifs pour l'optimisation des coûts, tels que les coûts de construction, la forme du bâtiment, l'efficacité de l'espace ou la proportion d'ouverture de la façade. La définition précoce des exigences de flexibilité et de la qualité ou des normes de construction a été identifiée comme un autre facteur d'influence important.

Pour une application efficace et large du calcul des coûts du cycle de vie, un modèle en trois étapes a été développé dans le cadre du projet et rédigé comme une recommandation pratique d'action. De cette manière, les facteurs importants qui influencent les coûts du cycle de vie sont identifiés dès les premières phases du projet et peuvent être optimisés pour la suite du projet. Grâce à sa simplicité d'application, le modèle en trois étapes peut contribuer au développement durable du parc immobilier en Suisse.

Riassunto

Il presente studio descrive un approccio semplice ma olistico per determinare i costi del ciclo di vita degli immobili. Le schede informative sviluppate illustrano i punti di forza e di debolezza dei metodi esistenti per il calcolo dei costi del ciclo di vita (IFMA, LCC CRB, SNBS, AGG) e ne evidenziano le differenze. Nonostante la riconosciuta idoneità degli strumenti qualitativi e quantitativi esistenti, la soglia di inibizione per la loro applicazione da parte di architetti e sviluppatori di progetti rimane elevata. Il lavoro necessario

per una valutazione completa dei costi del ciclo di vita con gli attuali strumenti è generalmente molto elevato e il valore aggiunto fornito dall'analisi spesso non è immediatamente identificabile. Dal confronto dei casi di studio esaminati emergono fattori determinanti per l'ottimizzazione dei costi, quali i costi di costruzione, la forma dell'edificio, l'efficienza nell'utilizzo dello spazio e le aperture sulle facciate. La definizione tempestiva dei requisiti di flessibilità, della qualità della costruzione e degli standard da applicare sono stati identificati come ulteriori importanti fattori di influenza.
Nell'ambito del progetto è stato sviluppato un modello a tre fasi, presentato in forma di guida pratica, il quale consente un'applicazione efficiente e su ampia scala del calcolo dei costi del ciclo di vita. In questo modo, è possibile identificare già nelle prime fasi del progetto i fattori importanti che influenzano i costi del ciclo di vita e apportare le necessarie ottimizzazioni per le fasi successive. Grazie alla sua semplice applicazione, il modello a tre fasi può contribuire allo sviluppo sostenibile del patrimonio edilizio Svizzero.

Danksagung

Wir möchten uns beim Fördergeber, dem Bundesamt für Energie BFE bzw. stellvertretend Herrn Adrian Grossenbacher, für die ideelle und finanzielle Unterstützung sowie für die umfangreiche Kooperation und den konstruktiven Austausch während der Projektlaufzeit bedanken. In diesem Sinn gilt unser besonderer Dank allen Beteiligten für die hervorragende Unterstützung. Die Forschungsergebnisse wurden u.a. im Rahmen mehrerer gemeinsamer Workshops, umfangreicher Experteninterviews und kritischer Diskussionen erarbeitet und erörtert. Erst dadurch konnten die Analyse und der Abgleich zwischen Theorie und Praxis ermöglicht werden und zielführend Rückschlüsse zur komplexen Thematik von Lebenszykluskosten abgeleitet werden.

In diesem Zusammenhang gilt unser Dank:

Jan	Baumgartner	Baugenossenschaft Zurlinden
Andreas	Brönnimann	Hochbau Stadt Bern
Tobias	Bregenhorn	F. Hoffmann-La Roche AG
Theres	Fankhauser	Amt für Hochbauten, Stadt Zürich
Daniel	Gysin	Post Immobilien Management und Services AG
Markus	Jauslin	armasuisse, Immobilien
Ian	Jenkinson	Amt für Hochbauten, Stadt Zürich
Luzia	Lüssi	Hochbauamt, Kanton Zürich
David	Mastrogiacomo	Losinger Marazzi SA/AG
Bruno	Rankwiler	Amt für Grundstücke und Gebäude, Kanton Bern
Ragnar	Scherrer	Hochbauamt, Kanton St. Gallen
Felix	Schmid	Hochbauamt, Kanton Zürich
Christian	Schwizer	Amt für Hochbauten, Stadt Zürich
Pascal	Stähli	F. Hoffmann-La Roche AG
Hanspeter	Suter	F. Hoffmann-La Roche AG
Nina	Tammler	Losinger Marazzi SA/AG
Franziska	von Gunten	Hochbau Stadt Bern

Management Summary

Ziel des Projekts

Das Projektziel ist die Formulierung eines einfachen und nachvollziehbaren Ansatzes der Lebenszykluskostenbetrachtung von Immobilien. Mit einem verhältnismässig geringen zeitlichen Aufwand, durch ausgewählte Angaben zur Wirtschaftlichkeit eines Bauvorhabens und durch die Beantwortung von einfachen, auch für unerfahrene Anwender verständlichen Fragen, sollen konkrete Aussagen zu den Lebenszykluskosten (LZK) eines Bauvorhabens bzw. einer Variantenbetrachtung erstellt werden können. Dabei sollen aus Sicht Nachhaltigkeit wenig sinnvolle Investitionen in einer frühen Phase des Bauvorhabens erkannt und vermieden bzw. projektbegleitend notwendige Massnahmen eingeleitet werden. Der angestrebte LZK-Ansatz soll auf den bewährten Eigenschaften der bestehenden Tools basieren. Mit der Arbeit werden Vorschläge zu deren Anpassung - im Sinne einer vereinfachten Anwendung - geliefert. In einem künftigen Schritt soll die Integration mehrerer Tools in die LZK-Bewertung des Standards Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS überprüft werden.

Bedeutung der Resultate für die Praxis

Die Studie beschreibt einen einfachen Ansatz der LZK-Ermittlung zur schlanken und dennoch gesamtheitlichen Beurteilung der LZK von Immobilien. Somit werden monetär nachhaltige Investitionen gefördert und es wird vermieden, dass nachhaltige Projekte durch wenig durchdachte Kostenanalysen abgestraft werden. Anhand von Factsheets werden Stärken und Schwächen von bestehenden LZK-Tools bzw. Methoden für (potentielle) Anwender aufschlussreich dargelegt und praxisgerecht zusammengefasst. Die Erkenntnisse der Studie dienen einer verbreiteten Anwendung der LZK-Betrachtung und können hiermit zu einer nachhaltigen Entwicklung des Gebäudeparks der Schweiz beitragen.

Abstract

In der Bau- und Immobilienbranche wächst zunehmend das Bewusstsein einer gesamtheitlichen Planung, Realisierung und Bewirtschaftung von Gebäuden. Hierbei spielt die Betrachtung der Lebenszykluskosten (LZK) eine wesentliche Rolle. Die wichtigsten Standards und Nachhaltigkeitslabels legen die LZK als zwingenden Indikator für Neubauten fest. So werden u.a. im Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS 2.0), ein wertvolles Teilinstrument zur Umsetzung der bundesrätlichen Strategie zur nachhaltigen Entwicklung der Schweiz, die LZK als Indikator bewertet. Zur Ermittlung der LZK stehen verschiedene Instrumente mit unterschiedlichen Ansätzen zur Verfügung. Diese basieren einerseits auf einer qualitativen Beurteilung (z.B. LZK-Checkliste des Kantons Bern, SNBS Hilfstool für kleinere Objekte), andererseits auch auf einer quantitativen Methodik (z.B. IFMA-Anwendungstool, LCC-Leitfaden CRB). Trotz anerkannter Qualität der Instrumente bleibt die Hemmschwelle für deren Anwendung bei Architekten und Projektentwickler hoch, weil der Aufwand für eine umfassende Bewertung beschwerlich wirken kann und die Mehrwerte der Analyse für die Projektbeteiligten nicht sofort identifizierbar sind. Der SNBS verlangt zum Beispiel für grössere Objekte eine quantitative Berechnung der LZK, wobei das zu verwendende IFMA-Tool in der Regel das Fachwissen von Spezialisten bedingt. Die Minimierung des Aufwands bei der ersten Annäherung an die LZK durch Architekten, Fachplaner, Bauherren oder Investoren anhand eines vereinfachten und schlanken LZK-Ansatzes erscheint deshalb entscheidend.

Im Rahmen des Projektes wurden Erfahrungen von Anwender*innen eingeholt und der Frage nachgegangen, welche Mehrwerte bzw. Planungs- und Bewirtschaftungshinweise eine LZK-Betrachtung effektiv erbringt. Über die Durchführung von Workshops wurden Hemmnisse hinsichtlich der LZK-Betrachtung identifiziert und Vorschläge zum Abbau erarbeitet. Anhand der Marktanalyse und einer Untersuchung von bestehenden Tools konnten die jeweiligen Methoden der LZK-Ermittlung verglichen

werden. Zusammenfassende Factsheets veranschaulichen die Stärken und Schwächen entsprechender Methoden von IFMA, LCC CRB, SNBS und AGG und legen deren Unterschiede dar.

Die verschiedenen Ansätze der Methoden konnten an konkreten Projekten praxisnah untersucht und bewertet werden. Nicht immer sind die Bewertungen der verwendeten Tools in sich kongruent. Besonders wird dies deutlich bei der Eingabe von qualitativen Kriterien, welche durch unterschiedliche Einschätzung von Projektbeteiligten und Fachpersonen auch zu einer starken Varianz in den Ergebnissen führen kann. Die qualitativen Fragestellungen sind bei einigen Tools ungewichtet. Dies trägt jedoch nicht zum Verständnis der Kostenrelevanz einzelner Einflussfaktoren bei. Themen der Nachhaltigkeit aller drei Dimensionen (Gesellschaft, Wirtschaft, Umwelt) finden sich in der LZK-Berechnung wieder. Der Zusammenhang von Ökologie und Ökonomie ist generell schlüssig und wissenschaftlich belegt, jedoch fliessen diese bekannten Prinzipien häufig nur ungenügend in den frühen Planungsprozess mit ein – hierdurch stehen zur Beurteilung relevante Kennwerte teilweise nicht zur Verfügung. Stets ist der Nutzer einer qualitativen Bewertung im Zwiespalt zwischen einem kurzen Antwortentscheid über sein Bauchgefühl oder über grosse Präzision durch aufwendige Recherchen und Rücksprachen mit Prozessbeteiligten. Die Relevanz einzelner Kriterien bleibt unbekannt. Aber auch bei der Eingabe in quantitative Tools mit grösstenteils bekannten Kosten- und Flächenkennwerten, können aufgrund sehr spezifischer Kriterien die Ergebnisse stark abweichen und zum Teil nicht plausibilisiert werden.

Erst im Vergleich der analysierten Projekte gehen deutlich massgebende Einflussgrössen wie Erstellungskosten, Geschossflächenzahl und Gebäudehüllfläche hervor. Bewertungsunterschiede der Tools im Projekt-Quervergleich treten deutlich auf, diese beruhen grösstenteils auf den unterschiedlichen LZK-Abgrenzungen bzw. unterschiedlichen Systemgrenzen. Erheblich ist der Einfluss von Berechnungsparametern wie Kalkulationszinssatz, Inflation und Teuerung. Da in den verschiedenen (quantitativen) Tools unterschiedliche Erneuerungszyklen der Bauteile hinterlegt sind, spielt für die LZK-Berechnung auch die Definition des Betrachtungszeitraums eine entscheidende Rolle. Effektiv sind keine praxisgerechten ganzheitlichen Strategien für Instandhaltungs- und Instandsetzungsmassnahmen hinterlegt. Die definierten bautechnischen Lebensdauern der Bauteile sind nicht in sich abgestimmt, sondern beruhen auf Einzelmassnahmen. Die Erneuerungszyklen orientieren sich in der Bewirtschaftung von Gebäuden nur bedingt an der technischen Lebensdauer der Bauteile. In der Praxis werden grosszyklische Sanierungen zwischen 30 bis 40 Jahren angestrebt, häufig liegt die effektive Nutzungsdauer der Bauteile über der technischen Lebensdauer. Insofern täuschen quantitative Tools häufig eine gewisse Scheingenauigkeit vor.

Die vorliegende Studie zeigt, dass aufgrund von teilweise stark unterschiedlicher Hinterlegung der Lebensdauer von Bauteilen und Betrachtungszeiträumen, Berechnungsparametern, begrifflichen Unschärfen und unterschiedlichen Systemgrenzen, keine einheitliche Bewertung der Lebenszykluskosten mit unterschiedlichen Tools möglich ist. Durchaus können aber mit dem aufgezeigten Systemverständnis durch qualitative und quantitative Tools relevante Einflussfaktoren in frühen Projektphasen erfasst werden. Mit dem vorliegenden LZK-Ansatz und der Entwicklung eines 3-Stufen-Modells ist nun eine effiziente und einfachere Betrachtung möglich. Hierdurch lassen sich bereits in frühen Projektphasen wichtige Einflussfaktoren der Lebenszykluskosten erkennen und für den weiteren Projektverlauf optimieren. Für die Werterhaltung und Bewirtschaftung von Gebäuden sind jedoch Immobiliendaten bzw. Kennzahlen unabdingbar. Diese basieren auf standardisierte Gliederungen und dienen der Auswertung eines strategischen und operativen Immobilienmanagements. Hier liegen insbesondere in den Bereichen der Digitalisierung (BIM/CAFM) zukünftige Herausforderungen für ein durchgängiges Datenmanagement. Nur die Gesamtheit der Massnahmen aus Ermittlung, Kontrolle und Steuerung einschliesslich des Kostenvergleichs ist für die LZK-Planung zielführend.

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung 3
Résumé 3
Riassunto 3
Danksagung 4
Management Summary 5
1 Ausgangslage 8
2 Ziel der Arbeit 9
3 Grundlagen 9
4 Vorgehen - Methode und Arbeitspakete 11
5 Ergebnisse/Resultate 12
5.1 Marktanalyse – Workshops 12
5.2 Analyse Tools und Methoden innerhalb des Projekts 13
5.2.1 AGG Checkliste Lebenszykluskosten 14
5.2.2 SNBS Hilfstool – qualitativer Ansatz 15
5.2.3 IFMA Anwendungstool – Lebenszykluskosten 15
5.2.4 CRB – Planung der Lebenszykluskosten 16
5.2.5 Weitere Instrumente zur Bewertung der Lebenszykluskosten 17
5.3 Vergleich der Methoden an konkreten Beispielen 19
5.3.1 Grundsätzliche Erkenntnisse aus der Objektbewertung 19
5.3.2 Erkenntnisse möglicher Einflussfaktoren und Optimierungsmassnahmen 20
6 Diskussion 21
7 Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung 23
7.1 Sensibilisierung zum Thema Lebenszykluskosten (Einflussfaktoren) 24
7.2 Instrument anwenden 27
7.3 Optimieren der Lebenszykluskosten 28
8 Ausblick 29
9 Anhang 31
A: Ergebnisse Fallbeispiele 32
B: Factsheets der Tools 57
C: Fragebogen Interview *(Workshop 2)* 66
D: Nachhaltiges Bauen – Hochbau nach SIA 112/1 67
E: Kennzahlen des Facility Managements 68
F: 3-Stufen-Modell zur effizienten LZK-Ermittlung 69
G: SNBS Kriterienbeschrieb Version 2.0, 201 Lebenszyklusbetrachtung 70

1 Ausgangslage

Die Betrachtung der Lebenszykluskosten (LZK) ist erwiesenermassen ein wesentlicher Bestandteil der nachhaltigen Planung im Gebäudebereich. Die wichtigsten Nachhaltigkeitslabels legen die LZK als zwingender Indikator für Neubauten fest, so auch der Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS, ein wertvolles Teilinstrument zur Umsetzung der bundesrätlichen Energiepolitik und der Nachhaltigkeitsstrategie.

Zur Ermittlung der LZK stehen verschiedene Tools mit unterschiedlichen Ansätzen zur Verfügung. Sie basieren teilweise auf einer quantitativen Methodik (z.B. IFMA-Tool), teilweise auf einer qualitativen Beurteilung (z.B. LZK-Tool des Kantons Bern, SNBS für kleinere Bauten). Trotz anerkannter Qualität der Tools bleibt die Hemmschwelle für deren Anwendung bei Architekten und Projektentwickler noch hoch, weil der Aufwand für eine umfassende Bewertung beschwerlich wirken kann und die Mehrwerte der Analyse nicht sofort identifizierbar sind. Die für grössere SNBS-Projekte zwingende LZK-Berechnung anhand des IFMA-Tools wird in der Regel nur von ausgewiesenen Spezialisten durchgeführt. Die Minimierung des Aufwands bei der ersten Annäherung an die LZK durch Architekten, Fachplaner, Bauherren oder Investoren anhand eines vereinfachten und schlanken LZK-Ansatzes erscheint deshalb entscheidend. Sie würde letztlich zu einer verstärkten Anwendung einer nachhaltigen LZK-Betrachtung und somit zur nachhaltigen Entwicklung des Gebäudeparks beitragen. Die Integration des neuen LZK-Ansatzes im SNBS würde auch eine Steigerung der Anzahl Zertifizierungen begünstigen.

Ziel des Projekts ist die Formulierung eines einfachen, nachvollziehbaren Ansatzes der LZK-Betrachtung. Mit einem verhältnismässig geringen zeitlichen Aufwand durch ausgewählte Angaben zur Wirtschaftlichkeit eines Bauvorhabens und durch die Beantwortung von einfachen, auch für unerfahrene Anwender verständlichen Fragen, sollen konkrete Aussagen zu den LZK eines Bauvorhabens, bzw. einer Variantenbetrachtung erstellt werden können. Dabei sollen aus nachhaltiger Sicht wenig sinnvolle Investitionen in einer frühen Phase des Bauvorhabens erkannt und vermieden werden, bzw. es können notwendige Massnahmen eingeleitet werden.

Der angestrebte LZK-Ansatz soll auf den bewährten Eigenschaften der bestehenden Tools basieren. Mit der Arbeit werden Vorschläge zu deren Anpassung geliefert, dies im Sinne einer vereinfachten Anwendung. In einem künftigen Schritt könnte die Integration mehrerer Tools in der SNBS-Bewertung überprüft werden.

2 Ziel der Arbeit

- Ziel ist es die Meinung von bestehenden und potentiellen Anwendern einzuholen. U.a. wird der Frage nachgegangen, welche Mehrwerte bzw. Planungs- und Bewirtschaftungshinweise eine LZK-Betrachtung erbringt.
- Die Hemmnisse hinsichtlich der LZK-Betrachtung identifizieren und abbauen
- «Hauptstellschrauben» erfassen, die eine bessere Betrachtung der LZK in allen Planungsphasen erlauben
- Erkennen, wie bestehende LZK-Tools angepasst werden könnten, um eine breitere Anwendung zu ermöglichen
- Beschreibung eines einfachen Ansatzes der LZK-Ermittlung zur schlanken und dennoch gesamthaften Beurteilung der LZK einer Immobilie. Es wird der Frage nachgegangen, wo eine qualitative Abfragungen sinnvoll ist und allenfalls eine aufwändige quantitative Betrachtung ablösen kann.
- Finanziell nachhaltige Investitionen fördern und so vermeiden, dass nachhaltige Projekte durch wenig durchdachte Kostenanalysen bestraft werden

3 Grundlagen

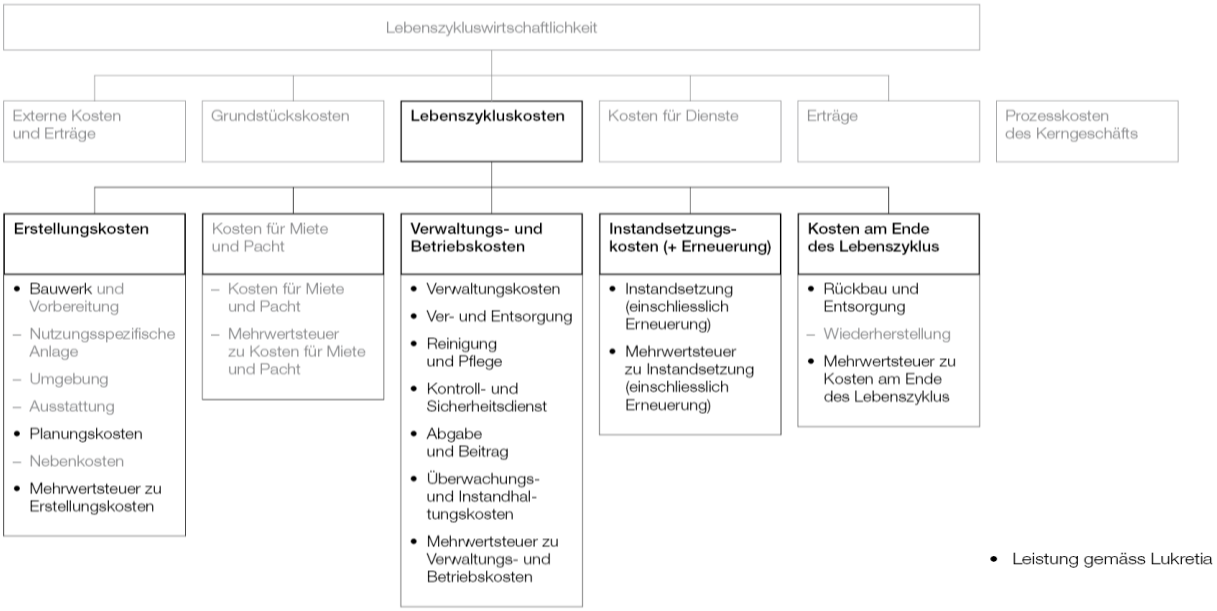
Die Grundlagen für dieses Forschungsprojekt bestehen aus einer Marktanalyse zu den gängigen Methoden der LZK-Betrachtung im Rahmen von Interviews und Workshops, der Analyse von bestehenden LCC-Tools und der dazugehörenden Erläuterungen und Anleitungen. Insbesondere die dreiteilige LCC-Publikation Schweizerischen Zentralstelle für Baurationalisierung CRB lieferte hierzu relevante Grundlagen für die Ermittlung, die Prüfung und den Vergleich der Lebenszykluskosten von Immobilien. Der «LCC Leitfaden», das «LCC Handbuch» und das «LCC Anwendungsbeispiel» unterstützten eine ganzheitliche Kostenbetrachtung durch alle Phasen des Planungs- und Bauprozesses. Als relevante Normen, Standards und Publikationen wurden folgende Grundlagen verwendet:

- SIA 112: Modell Bauplanung, Verständigungsnorm, 2014
- SIA 112/1: Nachhaltiges Bauen – Hochbau. Ergänzungen zum Leistungsmodell SIA 112, 2004
- SIA 113: FM-gerechte Bauplanung und Realisierung, 2010
- SIA 469: Erhaltung von Bauwerken, 1997
- SIA 480: Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau, 2016
- SIA D 0165 Kennzahlen im Immobilienmanagement, 2000
- SIA D 0199: Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau – Leitfaden zur Anwendung der Norm SIA 480, 2004
- DIN 31 051: Grundlagen der Instandhaltung, 2019
- ISO 15 686-5: Buildings and constructed assets - Service life planning, Part 5: Life-cycle costing, 2017
- Lebenszykluskosten-Ermittlung von Immobilien. Broschüre und Anwendungstool mit 35 Excel-Tabellen. IFMA International Facility Management Association (Hrsg.) ISBN 978-3-7281-3364-9
- Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien. Springer Fachmedien Wiesbaden, Hrsg: M. King und M. Trübestein, ISBN 978-3-658-23756-1, 2019

Als Definitionen für den Diskurs wurden die Formulierungen gemäss Schweizerischer Zentralstelle für Baurationalisierung CRB verwendet. Die Leistungen bzw. Umfang der LZK sind wie folgt definiert:

1. **LzK-Ermittlung:**[1] ist die Ermittlung der entsprechenden bzw. der entstandenen Lebenszykluskosten für eine oder mehrere Betrachtungsperioden.
   Phasen «Projektdefinition», «Projektwettbewerb» und «Vorprojekt» vgl. IFMA Schweiz [2]
2. **LzK-Kontrolle:** ist der Vergleich der aktuellen LzK-Ermittlung mit früheren Ermittlungen. Sie analysiert auch die Ursachen und Auswirkungen von Lebenszykluskosten.
   Vergleich der effektiven Kosten mit der in der Planung durchgeführten LzK-Ermittlung [3]
3. **LzK-Steuerung:** ist das Eingreifen in die Planung, Realisierung und Bewirtschaftung zur Erhaltung des Lebenszyklusrahmens und gegebenenfalls Optimierung.
4. **LzK-Planung:** umfasst die Gesamtheit der Massnahmen aus Ermittlung, Kontrolle und Steuerung der LzK einschliesslich des Kostenvergleichs (Benchmarking).

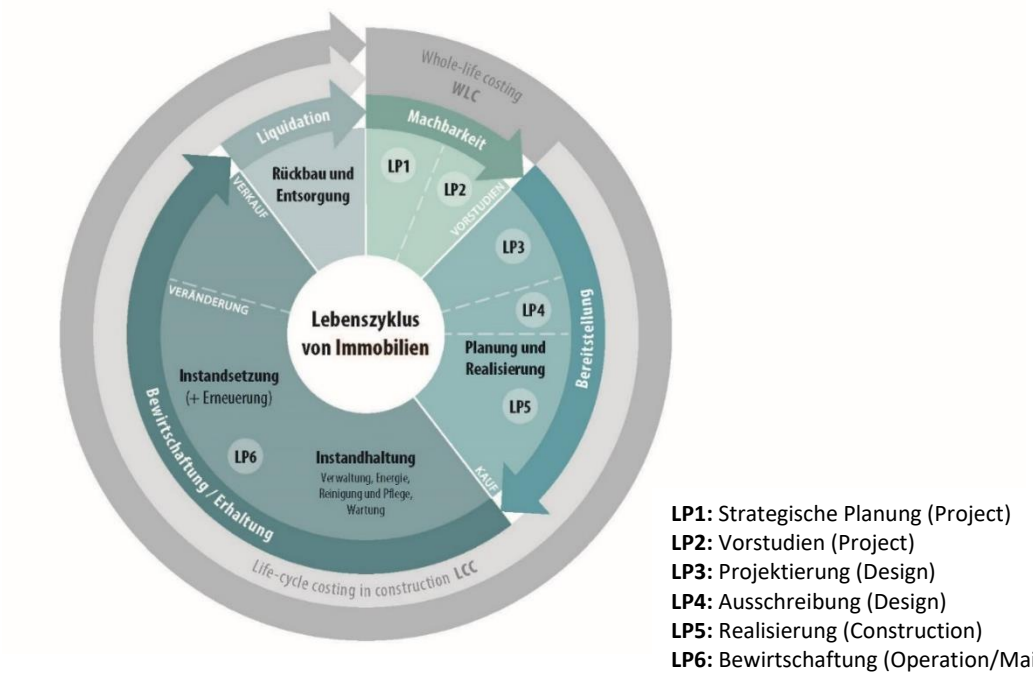
Der Publikation «Leitfaden – Planung der Lebenszykluskosten» von CRB bildet die Grundlage für die Schweizerische Umsetzung der ISO 15686-5 (Buildings and constructed assets - Service life planning, Part 5: Life-cycle costing). Weiterführend stellt Grafik 1 die Kostenstruktur bzw. Systemgrenze zwischen der Lebenszykluswirtschaftlichkeit (Whole Life Cost - WLC) und Lebenszykluskosten (Life Cycle Cost - LCC) dar, inkl. der Leistungen gemäss Lukretia (vgl. Kap. 5.2.5 Stadt Zürich):



Grafik 1: Gliederung und Abgrenzung der LZK gemäss LCC-Leitfaden, Planung der Lebenszykluskosten [4]

[1] Definition Glossar, CRB 2012, LCC Anwendungsbeispiel
[2] Berechnungshilfe «Lebenszykluskosten-Ermittlung von Immobilien» der IFMA Schweiz
[3] Planungs- und baubegleitendes Facility Management pbFM, Praxisleitfaden für die Empfehlung SIA 113: «LzK-Überprüfung»
[4] Baukosten im Hochbau, TP 3 – Lebenszykluskosten (LZK), Abb. 1: Kostenstruktur der LZK nach dem CRB-LCC-Leitfaden, Projekt-Schlussbericht der Stadt Zürich Hochbaudepartement, Stand 27.08.2015

In Bezug auf die Phasen des Modells Bauplanung nach SIA 112 existiert bisher jedoch kein Standard zur Übertragung des grundlegenden Modells Life-cycle costing der ISO 15686-5.[5] Die Grafik 2 verknüpft als Empfehlung das Modell der ISO-Norm mit den sechs Phasen des Modells Bauplanung. Hierdurch ist die Übertragung der Schweizerischen Umsetzung von CRB in die Lebenszyklusphasen von der Bedürfnisformulierung (LP1) bis hin zur Bewirtschaftung (LP6) möglich.



LP1: Strategische Planung (Project)
LP2: Vorstudien (Project)
LP3: Projektierung (Design)
LP4: Ausschreibung (Design)
LP5: Realisierung (Construction)
LP6: Bewirtschaftung (Operation/Maintenance)

Grafik 2: Schweizerische Umsetzung der Lebenszyklusphasen auf Grundlage der ISO 15686-5, übertragen auf die sechs Phasen des Modell Bauplanung nach SIA 112, eigene Darstellung [6]

4 Vorgehen - Methode und Arbeitspakete

Das Projekt ist in fünf Arbeitsschritte gegliedert:

AS 1 - Marktanalyse
Marktanalyse anhand von Workshops und Umfragen (z.B. Immobilienbesitzer, Planer, Städte, Kantone und Generalunternehmen)
Ziel 1: Liste von Problemen/ Hemmschwellen/ Erwartungen hinsichtlich der LZK

AS 2 - Analyse bestehender Tools
IFMA-Anwendungstool / Lukretia, SNBS Hilfstool, AGG-Checkliste des Kantons Bern, CRB LCC
Ziel 2: Beschrieb der Methodik bei der LZK-Ermittlung und deren Unterschiede

---

[5] Quelle: Analysis at different stages of the life cycle (Figure 4), Buildings and constructed assets — Service-life planning — Part 5: Life-cycle costing, ISO 15686-5: 2017-07
[6] Darstellung der Schweizerischen Umsetzung der Lebenszyklusphasen, vgl. Projekt «Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien», M. King (2018)

AS 3 - Vergleich der Methoden an konkreten Beispielen
Anwendung der Tools und Ergebnisvergleich
Ziel 3: Fact-Sheet mit Stärken/ Schwächen der verschiedenen Ansätzen

AS 4 - Konzeptvorschlag
Untersuchung der in AS1-3 entstandenen Fragen/ Workshop
Ziel 4: Formulierung eines breit und schlank anwendbaren LZK-Ansatzes

AS 5 – Kommunikation
Dissemination der Studienerkenntnisse/ Analyse der möglichen SNBS-Integration
Ziel 5: Schlussbericht, Foliensatz, Fachartikel

5 Ergebnisse/Resultate

In diesem Kapitel folgen die Ergebnisse der Marktanalyse, sowie der Analyse der Tools und Methoden. Die Erkenntnisse basieren einerseits auf den Workshops mit den Projektpartnern und andererseits auf der Anwendung der verwendeten Tools und Methoden an den zur Verfügung gestellten Objekten der Projektpartner.

5.1 Marktanalyse – Workshops

Für die Marktanalyse wurden zwei Workshops mit Vertreter*innen der Praxis- und Wirtschaftspartner aus städtischer und kantonaler Verwaltung, Bau- und Planungsbüros sowie weiteren Unternehmen der Privatwirtschaft durchgeführt.

Aus dem **ersten Workshop** konnten verschiedene Aussagen und Bemerkungen in die weitere Projektbearbeitung aufgenommen werden. Darunter sind u.a. Thesen, welche sich im Projekt bestätigen oder ggf. wieder revidiert bzw. angepasst werden müssen. Grundlegend kann festgestellt werden:

- Bei den Teilnehmenden besteht generell ein grosses Interesse, die LZK in den Planungs- und Bauprozess einzubinden und für den Betrieb zu optimieren.
- Vereinzelt sind die Teilnehmenden mit ihren bisherigen Erfahrungen bei der LZK Betrachtung nicht zufrieden und suchen nach einfachen Lösungsansätzen.
- Mehrere Aussagen zeigen, dass die LZK-Betrachtung über die reine Berechnung hinausgehen soll. Die Teilnehmenden möchten LZK steuern, optimieren, planen, früh im Projekt beachten und relevante Fragen stellen.
- Es ist ein phasengerechter und dennoch kombinierter Ansatz gewünscht, welcher durch die gesamte Planung respektive die gesamte Lebensdauer der Immobilie führt. Dabei werden qualitative Bewertungen (Wettbewerbsstufe) und quantitative Einzelaspekte (Bauteilebene) kombiniert, Forecast ermöglicht, Entscheide unterstützt und die Bewirtschaftung erleichtert.

Im **zweiten Workshop** wurde in Gruppen der erwünschte «schlanke Ansatz» diskutiert. In den drei Gruppendiskussionen besteht generell der Wunsch, firmenintern die Gewichtung der Lebenszykluskosten zu erhöhen. Oft wurde ein Tool für die frühsten Phasen erwünscht. Dieses soll "die richtigen Fragen stellen" und damit die weitere Planung steuern und das Projekt "besser" machen. Weitere Vorschläge gingen in die Richtung einer phasengerechten Planungsbegleitung. In den späteren Phasen

kann dies mit einer quantitativen Berechnung ergänzt werden, auf Bauteilebene und für Variantenentscheidungen ist dies stark erwünscht.

Konklusion der Gruppendiskussion

Zum Instrument:

- Es werden in der Praxis häufig nur die Investitionskosten betrachtet
- Ein durchgängiges Instrument für alle Planungsphasen ist erwünscht
- Deutlich wird, dass in frühen Phasen die LZK höher gewichtet werden sollen
- In einer frühen Phase müssen auch Architekten und Investoren miteinbezogen werden
- Im Wettbewerb können Kennwerte/Verhältnisse und qualitative Fragen bewertet werden
- Qualitative Faktoren sollen z.B. im Rahmen einer Nutzwertanalyse gewichtet werden
- Qualitative und quantitative Angaben sollen zusammengeführt werden
- Optimal wäre ein Denken in Varianten (Entwurf, einzelne Bauteile, Technik)
- Die ganzheitliche Betrachtung des Lebenszyklus soll stattfinden
- Es wird nicht immer eine Zahl benötigt (quantitative Bewertung), wobei Kennzahlen für die Vergleichbarkeit relevant, jedoch nicht immer verfügbar, sind.
- Wenn das Ergebnis nur aus einer Zahl besteht (Benchmark), ist die LZK-Betrachtung schwierig, zudem sind vergleichbare Kennzahlen nötig.[7]

Erwartungen zur LZK Betrachtung:

- Es wird eine Entscheidungsgrundlage für die LZK-Einschätzung erwünscht
- Ziel ist eine Entscheidungshilfe, um von der Investitionsbetrachtung zu den LZK zu kommen
- Es sollen die richtigen Fragen zur richtigen Zeit gestellt werden
- Ziel ist, dass im Projektverlauf die LZK besser werden (projektbegleitendes Instrument)
- Das Ziel ist die phasengerechte Projektoptimierung
- Den Konflikt zwischen Kosten und Nachhaltigkeit vermindern

Weitere Rückmeldungen:

- Im Technikbereich werden bereits LZK-Betrachtungen gemacht
- Es muss klar sein, wer wann für die LZK zuständig ist
- Welche Nutzungseinheit betrachtet wird, ist sehr wichtig (LZK pro Arbeitsplatz, pro Klassenzimmer, pro Quadratmeter oder pro Gebäude)
- Wenn das Gebäude fertiggestellt ist, können die effektiven Kosten-Nutzen verglichen werden

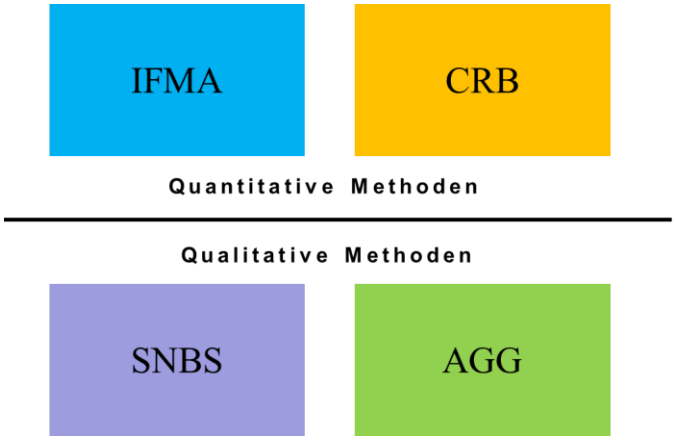
5.2 Analyse Tools und Methoden innerhalb des Projekts

Vergleich Instrumente:[8] SNBS Hilfstool, AGG-Checkliste, IFMA-Anwendungstool, CRB-Methode

Pauschal lassen sich die analysierten Instrumente in qualitative und quantitative Tools unterscheiden (vgl. Grafik 3). Bei **qualitativen Instrumenten** wie AGG-Checkliste und SNBS-Hilfstool werden sogenannte «weiche Kriterien» über Fragen oder Checklisten bewertet. Diese Eingabe lässt einen Interpretationsspielraum offen. Das Resultat ist ein Erfüllungsgrad, in Anlehnung eines Ampelsystems (Rot, Gelb, Grün) oder auch eine einfache Einschätzung gut/schlecht für die Bewertung der Lebenszykluskosten.

[7] Vgl. Anhang E: Kennzahlen des Facility Managements, FM Monitor Benchmark 2014
[8] Übersicht der Instrumente im Anhang B: «Factsheets der Tools»

Bei **quantitativen Instrumenten** bzw. Methoden wie IFMA und CRB werden Zahlenwerte wie Erstellungskosten, geplante Lebensdauer, Flächenkennwerte, Anzahl Nutzende des Gebäudes verwendet.[9] Hieraus werden Angaben zu den Lebenszykluskosten dargestellt bzw. berechnet, weitere Faktoren wie Zinssatz und Teuerung, aber auch der Betrachtungszeitraum haben einen grossen Kosteneinfluss. Das Resultat sind jeweils Kosten CHF/m^2 und Jahr, die gesamten Lebenszykluskosten oder der Lebenszyklusbarwert. Im quantitativen IFMA-Anwendungstool sind unter den sogenannten «Einflussgrössen» durchaus auch Angaben zum Gebäude, der Nutzung, Reinigung, Umgebung etc. zu machen. Hinter diesen Angaben sind jeweils Korrekturfaktoren hinterlegt, welche mit den Flächen- und entsprechenden Kostenkennwerten multipliziert werden. Hieraus ergeben sich die Unterhaltskosten für das Gebäude, gegliedert in Betriebskosten, Instandsetzungskosten und Kosten für Erneuerung. Innerhalb der quantitativen Instrumente bestehen grosse Unterschiede der Berechnungsmethoden (statisch/dynamisch), des Betrachtungszeitraums und der Systemgrenzen (inkl. Unschärfen bei der Verwendung der Begrifflichkeiten innerhalb Standards/Normen). Dadurch ist es nicht möglich die Ergebnisse von verschiedenen Instrumenten und Methoden ohne weiteres miteinander zu vergleichen.



Grafik 3: Vergleich von qualitativen und quantitativen Methoden zur Berechnung der Lebenszykluskosten

5.2.1 AGG Checkliste Lebenszykluskosten[10]

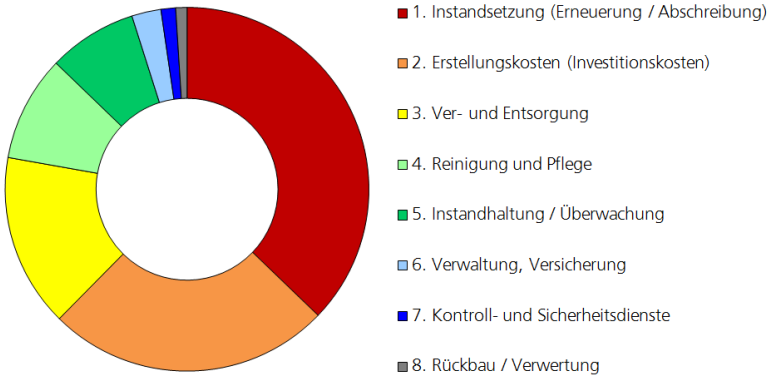
Die Checkliste Lebenszykluskosten wurde für das Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern erstellt. Es ist ein qualitatives Tool, welches mit Forderungen arbeitet, lediglich wenige quantitative Angaben werden abgefragt. Die Erfüllung wird mit Grün, Gelb oder Rot angegeben. Das Ziel dabei ist es die LZK bei Neu- und Umbauprojekten zu reduzieren. Das Projekt wird phasenweise beurteilt. Damit können Korrekturen und Verbesserungen vorgenommen werden. Die Forderungen sind in die fünf Kategorien Gebäudestruktur, Hülle, Technik, Ausbau und Umgebung aufgeteilt. Das Tool orientiert sich jedoch nicht an internationale oder nationale Standards (vgl. LCC-Publikation von CRB).

[9] Vgl. Artikel «Finanzierungs- und Sanierungsstrategien im Spannungsfeld» (A. Müller), Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien, ISBN 978-3-658-23756-1, M. King & M. Trübestein, Springer Gabler Fachverlag, 2019
10 Checkliste Lebenszykluskosten vom Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, Version: «LZK_Tool_v1.39_mit-Schutz» vom 07.01.2019

5.2.2 SNBS Hilfstool – qualitativer Ansatz[11]

Im Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz werden im Indikator 201.1 die Lebenszykluskosten bewertet. Dies kann mit dem Resultat einer quantitativen Berechnung oder bei Objekten unter 5'000 m² GF mit dem qualitativen Hilfstool vom SNBS ausgefüllt werden.[12] Im Folgenden wird dieses qualitative Tool betrachtet (vgl. Grafik 3). Mit diesem Instrument soll sich auf einfache Weise überprüfen lassen, ob im Entstehungsprozess eines Gebäudes Massnahmen getroffen wurden, um die Lebenszykluskosten zu optimieren. Es werden konkrete Fragen gestellt und bei deren Erfüllung wird eine bestimmte Punktzahl erhalten. Die Gewichtung der Kriterien richtet sich nach dem prozentualen Anteil der entsprechenden Kostengruppe an den gesamten Lebenszykluskosten.

In frühen Planungsphasen bieten sich die grössten Möglichkeiten einer Kostenbeeinflussung durch Entscheide betreffend Leistungsstandards, geometrischer Grössen, der Konstruktionsart und der Materialwahl. Kriterien, die durch die Art und Weise des Betriebs in der Bewirtschaftungsphase beeinflusst werden, wurden in diesem Instrument nicht berücksichtigt, da sie keine Eigenschaften des Gebäudes darstellen und sich z.B. durch einen Wechsel der Verantwortlichen im Betrieb ändern können.



Grafik 4: «Durchschnittliche Anteile der Kostengruppen an den Lebenszykluskosten»; Die Gewichtung der Kriterien richtet sich nach dem prozentualen Anteil der entsprechenden Kostengruppe an den gesamten Lebenszykluskosten (Durchschnitt 24% Erstellung, 76% Unterhalt). Es wurde nicht nach Nutzungskategorien (z.B. Wohnen, Gewerbe etc.) unterschieden, da die Unterschiede im Hinblick auf den Genauigkeitsgrad der Aussage marginal sind.

5.2.3 IFMA Anwendungstool – Lebenszykluskosten[13]

Die International Facility Management Association IFMA Schweiz hat gemeinsam mit Projektpartnern und Vertretern der GEFMA[14] ein Modell zur Ermittlung von Lebenszykluskosten entwickelt. Dieses besteht aus einem Teil 1 Modell (Broschüre), welches den Anwendungsbereich und Grundlagen der LZK-Ermittlung vorstellt und Empfehlungen zum Umgang mit Prognoseunsicherheiten und zur Bewertung der Berechnungsergebnisse erläutert. Teil 2 ist einem Anwendungstool auf Excel-Basis, welches sich sowohl für Neubauten wie auch für Modernisierungen eignet.

---

[11] Dokument: SNBS_2.0_201.1_Lebenszykluskosten_Beurteilungstool_V2, letzte Änderung 24.08.2016

[12] Vgl. SNBS Korrekturblatt vom 1.11.2018, Indikator 201.1 Lebenszykluskosten: Im Sinne einer Harmonisierung mit den Zertifizierungskategorien (1 – 5'000 m² / 5'001 – 50'000 m² / >50'000 m²) wurde diese Anforderung kleinerer Objekte von 2'000 m² neu auf 5'000 m² für die quantitative Berechnung festgelegt.

[13] Dokument: Anwendungstool_IFMA_LZK-Tool_V41, Herausgeber IFMA Schweiz

[14] German Facility Management Association (GEFMA), Begrifflichkeiten und Abgrenzung der LCC nach GEFMA 220

Dabei können in drei Phasen (Projektdefinition PD, Projektwettbewerb PW, Vorprojekt VP) Berechnungsparameter und Kennzahlen eingegeben und objektspezifisch angepasst werden. Beim Tool werden einerseits quantitative Kennwerte wie Grundriss- und Hüllflächen und Erstellungskosten (nach e-BKP-H) eingetragen und andererseits qualitative Fragen beantwortet. Unter dem Bereich Einflussgrössen werden Fragen zu Verwaltung, Versicherung, Bewachung, Reinigung, Umgebung, Inspektion, Wartung und Ver-/Entsorgung beantwortet. Damit werden dann im Hintergrund mit den Flächen oder Erstellungskosten und Faktoren die Lebenszykluskosten berechnet. Der Grossteil der quantitativen Bewertung findet über die Eingabe von Kennwerten statt, wobei auch wenige qualitative Angaben erfolgen. Als Ergebnis werden die Kosten pro Jahr oder pro Quadratmeter und Jahr sowie die Gesamtkosten erhalten. [15]

5.2.4 CRB – Planung der Lebenszykluskosten[16]

Die Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung CRB hat eine dreiteilige LCC-Publikation zur Planung der Lebenszykluskosten herausgegeben (vgl. Kapitel 3). Diese Grundlage unterstützt eine ganzheitliche Kostenbetrachtung durch alle Phasen des Planungs- und Bauprozesses nach SIA 112:

– *Leitfaden LCC* Planung der Lebenszykluskosten: Als Verständigungsbasis und zur phasengerechten schweizerischen Umsetzung der ISO 15 686-5, Berechnungsparameter und Ermittlungsverfahren, Begriffe inkl. Glossar

– *Handbuch LCC* Instandhaltung und Instandsetzung von Bauwerken: Unterhaltskostenermittlung mit Instandhaltungskosten-Kennwerten und Übersicht von Nutzungsdauern gegliedert nach SN 506 511 eBKP-H

– *Anwendungsbeispiel LCC* zur Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten von Bauwerken

Anhand des Beispielprojekts wird ein Ermittlungsverfahren zur LCC-Berechnung aufgezeigt, welche gemäss der Bauteilgliederung eBKP-H in Erstellungskosten und Unterkategorien aufgeschlüsselt ist. Über Instandhaltungs- und Instandsetzungskennwerte sowie vorgeschlagenen Lebensdauern der Bauteile werden die jährlichen Kosten berechnet. Betriebskosten der Versorgung, Energie und Reinigung werden im Anwendungsbeispiel nicht abgedeckt bzw. in der Methode nicht vertieft darauf eingegangen. Über die Barwertmethode werden die Lebenszyklusbarwerte der Bauwerkskosten und der Instandhaltung- bzw. Instandsetzungskosten berechnet.

- Grundlage der hier in der Studie verwendeten «CRB-Methode» bildet das LCC-Handbuch «Instandhaltung und Instandsetzung von Bauwerken», welche sich mit der Unterhaltsplanung auf Bauteil- und Objektebene auseinandersetzt. Die konkrete Umsetzung des Ermittlungsverfahrens baut auf dem «Anwendungsbeispiel Instandsetzungskosten-Ermittlung» innerhalb des Abschnitts 3.2 auf.
- Die Methode ist insbesondere für Planer geeignet, die einen ganzheitlichen Planungsansatz verfolgen (Fokus Planungsphase)

[15] Anhand der ermittelten Kostenkennwerte lässt sich die quantitative Bewertung innerhalb des SNBS einstufen, vgl. Anhang G: SNBS 201.1 Lebenszykluskosten Bewertung (Benotung über Annuität in CHF/a und m² GF inkl. MwSt.)

[16] Dokumente: LCC Leitfaden, Handbuch und Anwendungsbeispiel, Ausgabe 2011, Herausgeber: crb Standards für das Bauwesen

- Basierend auf der Ermittlung des Finanzbedarfs (Grobkostenschätzung nach eBKP-H), erste grobe Ermittlung der durchschnittlichen jährlichen Unterhaltskosten (Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten)
- Über Methode der Barwertrechnung[17] können zusätzlich Lebenszyklusbarwerte der Bauwerks- und zugehörigen Unterhaltskosten ermittelt werden (Wechselwirkung zwischen Unterhaltskosten und Bauwerkskosten wird deutlich).
- Abgrenzung: Nicht für die Planung der Überwachung und Veränderung von Bauwerken geeignet. Es bestehen keine Aussagen zu zusätzlichen Massnahmen und Empfehlungen, der Bauwerksstandard ist jeweils die Grundlage der Berechnung.
- Die theoretischen Grundlagen der Lebenszykluskostenplanung der drei LCC-Handbücher sind wesentlich tiefergehend und bauen auf internationale Standards auf (in Anlehnung an die ISO 15 686-5).

5.2.5 Weitere Instrumente zur Bewertung der Lebenszykluskosten

National wie international bestehen weitere Instrumente zur Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden. In Rahmen des Projektes wurde die Analyse auf die vier relevanten Tools bzw. Methoden des schweizerischen Bau- und Immobilienmarktes eingegangen (SNBS, AGG, IFMA, CRB). Die folgenden Instrumente bzw. Zertifizierungssysteme wurden daher im Projekt nicht weiter vertieft:

DGNB

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB bietet für das Kriterium ECO 1.1 „Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus“ ein Exceltool an. Darin kann zwischen zwei vereinfachten Verfahren und zwei detaillierten Verfahren gewählt werden. Die Detailtiefe misst sich an der Aufgliederung der Kosten. Die Berechnung wird normalerweise zu drei Zeitpunkten im Projekt durchgeführt (Ende Entwurfsphase, in der Ausführungsplanung, kurz vor Fertigstellung)

Benötigt werden: Kosten der Baukonstruktion und der haustechnischen Anlagen, Energie und Wasserverbrauchsdaten, Flächen einiger Bauteile (Bodenbeläge, Glasflächen im Innenbereich, Fassadenfläche nach Materialisierung). Als Ergebnis werden Euro pro m^2 BGF und Jahr erhalten.

BREEAM (GB)

Die Methode BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ist in Europa eine weit verbreitete Methode zur Gebäudezertifizierung. Zur Kostenberechnung wird die Gesamtlebensdauer nach ISO 15686-5 2008 gefordert. Während der Planung wird bei der Wahl von System oder Bauteilen eine Lebenszykluskostenplanung durchgeführt. BREEAM betrachtet zwar die LCC und verwendeten Materialien im Lebenszyklus des Gebäudes, in der Gesamtbewertung haben die Lebenszykluskosten jedoch nur einen geringen Einfluss. Sowohl in LEED als auch in BREEAM bildet die Beurteilung der ökologischen Dimension den Hauptanteil der Zertifizierung.

LEED (U.S.)

LEED steht für «Leadership in Energy and Environmental Design» und ist eines der weltweit führenden Zertifizierungssysteme für Neubauten und Bestandsgebäude. LEED thematisiert die Lebenszykluskosten nicht direkt, dies kann aber als gesonderte Leistung deklariert werden.

[17] Der Barwert rechnet Zahlungen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen, auf einen bestimmten Zeitpunkt (z.B. den 1. Januar eines Jahres oder das heutige Datum) um, indem er den Zeitwert des Geldes berücksichtigt (Barwertmethode).

Tool ETH Zürich

Das Tool der ETH ist ein Excel-basiertes Berechnungsinstrument zur Berechnung der LZK. Es sind Berechnungsparameter wie die Betrachtungsperiode und Preisänderungen hinterlegt. Für die Berechnung müssen Grundmengen (Flächen), Erstellungskosten, Gebäudemanagementkosten (Vergleichswerte sind vorhanden) und die bauteilspezifische Nutzungsdauer eingegeben werden. Die Ergebnisse werden tabellarisch und grafisch dargestellt und können auch zur Analyse der Kostenentwicklung über mehrere Phasen betrachtet werden. Das Tool der ETH ist öffentlich nicht zugänglich und findet daher nur intern Verwendung.

SIA 112/1: Nachhaltiges Bauen - Hochbau (2017)

Die Verständigungsnorm zur Norm SIA 112 bildet die Grundlage für die Vereinbarung von Zielen und den daraus abzuleitenden Leistungen des nachhaltigen Bauens. Die Lebenszykluskosten werden in Kapitel B7 behandelt, als Ziel wird definiert: «Optimierte Investitions- und tiefe Betriebs- und Unterhaltskosten», vgl. Anhang D.

Einleitend wird in der Norm auf die Relevanz und Wirkung der Optimierung von Lebenszykluskosten hingewiesen. Ergänzend folgt eine Auflistung zu «Möglichen Leistungen gegliedert nach Phasen gemäss SIA 112». Es liegt ein starker Fokus auf der Erarbeitung von Konzepten und Varianten. Die Norm kann als qualitative Checkliste verwendet werden und unterstützt die Realisierung des nachhaltigen Bauens.

Stadt Zürich und LUKRETIA

Das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich wendet unter anderem die Einschätzung der LZK anhand von drei Haupteinflussfaktoren an (vgl. Grafik 5). Projektvarianten oder Wettbewerbe mit gleichem Raumprogramm werden über die Investitionskosten (CHF), Geschossfläche (m^2 GF) und Gebäudehüllfläche (m^2 A/m^2 AE) verglichen. Umfangreiche Erfahrungen aus dem Projekt Lukretia (vgl. unten; Beschrieb LUKRETIA) bauen darauf auf. Für jeden Einflussfaktor wird im Variantenvergleich zwischen den Projekten bewertet, ob die Voraussetzung für die Lebenszykluskosten ungünstig, neutral oder günstig sind. Die drei Bewertungen der Einflussfaktoren werden zu einer Einschätzung (ungünstig, neutral, günstig) zusammengefasst. Hierdurch können bereits in sehr frühen Planungsphasen die Voraussetzungen verschiedener Projektvarianten eingeschätzt und untereinander verglichen werden.

	Investitionskosten CHF	Geschossfläche m2 GF	Gebäudehüllfläche m2 A/m2 AE	Einschätzung
Projekt 01 xxxxxxx Schule	40.8 Mio.	9552 m^2	0.94	
Projekt 04 xxxxxxx Schule	37.7 Mio.	7778 m^2	1.21	
Projekt 06 xxxxxxx Schule	36 Mio.	8178 m^2	1.18	
Projekt 08 xxxxxxx Schule	35.5 Mio.	7243 m^2	1.15	
Projekt 09 xxxxxxx Schule	35.7 Mio.	7720 m^2	1.39	

Vergleich zwischen die Projekten:

- Ungünstige Voraussetzung für Lebenszykluskosten
- Neutral Voraussetzung für Lebenszykluskosten
- Günstige Voraussetzung für Lebenszykluskosten

Grafik 5: Einschätzung der Lebenszykluskosten anhand Faktoren gemäss Erfahrung (Lukretia)

LUKRETIA

Das Baukostenoptimierungsprojekt Lukretia (Lebenszyklus – Ressourcen – Technisierung) des Amt für Hochbauten (AHB) und Immobilien-Bewirtschaftung (IMMO) der Stadt Zürich hat wichtige Grundlagen und Erkenntnisse zu LZK erbracht.[18] Ziel war eine gemeinsame Strategie von AHB und IMMO zur einheitlichen Planung, Erstellung und Bewirtschaftung von Immobilien unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen, energetischen und ökologischen Gesichtspunkten. Zudem wurde eine Empfehlung für eine einheitliche Erfassung von Energie- und Ressourcenverbräuchen und Bildung von "benchmarkfähigen“ Gebäudekennzahlen anhand von Referenzobjekten erarbeitet. Weitere Teilprojekte folgten in der Entwicklung eines Berechnungstools und Verbreitung der Methodik unter Planungsfachleuten.[19]

Im Rahmen des Projektes LUKRETIA II wurde eine **qualitative Checkliste** mit den wichtigen Einflussfaktoren in Bezug auf die Lebenszykluskosten pro Projektphase aufgebaut und ein **LZK-Tool** entwickelt.[20] Über das stadteigene LUKRETIA-Tool werden die Lebenszykluskosten entweder per Bezugsgrösse (z. B. CHF/m^2_{GF} a, CHF/m^2_{EBF} a oder CHF/FE a)[21] oder als absoluter Wert pro Objekt und Jahr (CHF/a) berechnet und bewertet. Grundlagen aus LUKRETIA wurden stark in die Entwicklung des IFMA Anwendungstools übernommen.

5.3 Vergleich der Methoden an konkreten Beispielen

Die Tools welche in Kapitel 5.2 vorgestellt werden, wurden an zur Verfügung gestellten Objekten der Projektpartner angewendet. Durch die breite Zusammensetzung der Projektpartner waren die betrachteten Nutzungen der Objekte entsprechend divers. Bewertet wurden drei Schulobjekte (Kantonsschule, Volksschule), fünf Objekte mit Wohnnutzung, drei Objekte mit Sondernutzung (Werkhof, Paketzentrum, militärisches Gebäude) und ein Objekt mit Verwaltung und Labor.

Die Ergebnisse wurden objektspezifisch ausgewertet und den Projektpartnern in Form eines vierseitigen Objektblattes abgegeben. Einige Projektpartner stimmten die Veröffentlichung deren Objektblätter zu (vgl. Anhang A). Die Erkenntnisse, der im Rahmen des Forschungsprojektes verwendeten Instrumente zur Beurteilung der LZK, werden als praxistaugliche Beschreibung zusammengefasst. Diese Factsheets sind im Anhang B übersichtlich dargestellt.

5.3.1 Grundsätzliche Erkenntnisse aus der Objektbewertung

- Bei mehreren Projekten waren die notwendigen Grundlagen und Kennwerte nicht in der benötigten Form vorhanden. Dies betrifft u.a. die Kosten, welche in den Tools nach eBKP-H erfasst werden, die Flächen, welche nach SIA 416 auf die Unterkategorien der Hauptnutzflächen aufgeteilt sein müssten, sowie Mengen- und Verhältnisangaben von Bauteilen (Fenster, Türen, Haustechnik). Dies erschwert die LZK-Betrachtung und zeigt, dass die LZK-Planung bei Projektbeginn implementiert werden muss, damit auch die nötigen Grundlagen erarbeitet werden können.

---

[18] Vgl. Schlussbericht LUKRETIA Lebenszykluskosten-Ressourcen-Energie-Technisierung-Gebäudeautomation, Amt für Hochbauten und Immobilien-Bewirtschaftung der Stadt Zürich, Intep. Integrale Planung GmbH, 03. Juli 2006, Version V 2.2

[19] Schlussberichte Lukretia II (2008), Lukretia III und Abschlussbericht LUKRETIA (2009), Stadt Zürich Hochbaudepartement; https://www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen

[20] Vgl. Bericht Lebenszykluskosten - Grundlagendokument zur Anwendung und Ermittlung von Lebenszykluskosten im Rahmen von Baumassnahmen im Hochbaudepartement der Stadt Zürich, Qualitative Checkliste S. 65 ff., Zürich, 07. August 2009 / V8.0

[21] GF=Geschossfläche; EBF=Energiebezugsfläche; FE=Funktionale Einheit

- Um die LZK optimieren zu können, muss das Wissen über das verwendete Tool mit dem detaillierten Projektwissen verknüpft werden. Eine gute Bearbeitung der Tools konnte erfolgen, wenn die projektleitende Person vom Planungsteam oder des Bauträgers bei der LZK-Beurteilung zur Verfügung stand.
- Bei allen Tools gibt es Fragen, Forderungen oder Kennwerte, welche für einige Nutzungen oder aufgrund projektspezifischer Besonderheiten nicht sinnvoll zur LZK-Bewertung erscheinen. Daher ist die Besprechung und Diskussion der Ergebnisse, sowie von den möglichen Massnahmen, ein notwendiger Bestandteil der LZK-Bewertung.
- Die Wahl der Systemgrenze ist eine wichtige Entscheidung, welche zu Beginn der LZK-Betrachtung erfolgen muss. Einige bewertete Objekte bestehen aus mehreren freistehenden Gebäuden. Kosten und Flächen können pro Gebäude oder für das gesamte Areal vorhanden sein. Gebäudehüllflächen müssen pro Gebäude betrachtet werden, der Aussenraum und Untergeschosse gehören generell zu allen Gebäuden bzw. sind je nach Entwurf und Nutzung auch objektspezifisch zu bewerten.
- Die Formulierung des konkreten Optimierungspotentials der bewerteten Objekte erwies sich, auch nach der Anwendung der vier Tools, teilweise als schwierig. Tendenziell konnten aus den qualitativen Tools einfacher bzw. deutlicher Massnahmen formuliert werden, als aus den Ergebnissen der quantitativen Tools.

5.3.2 Erkenntnisse möglicher Einflussfaktoren und Optimierungsmassnahmen

Bei der Bewertung der zwölf Objekte, mit den vier Tools bzw. Methoden, wurden folgende Einflussfaktoren und Optimierungsmassnahmen erkannt. Teilweise sind diese Kriterien toolspezifisch, wobei der Grossteil der Faktoren allgemeingültig und plausibel erscheint. Die Massnahmen ergeben sich aus den analysierten Tools, wobei die unten aufgeführte Reihenfolge ungewichtet ist. Vereinzelt sind die Kriterien mit Kommentaren *(kursiv in Klammern)* des Projektteams ergänzt:

- Anforderungen betr. tiefen LZK formulieren und ab Phase 1 des Leistungsmodells vorgeben
- Bei der Planung bewusst Variabilität und Flexibilität beachten, jedoch nutzungsabhängig frühzeitig definieren (*Kommentar: Der tatsächliche Bedarf ist abzuklären, da Flexibilität auch höhere Erstellungs- und Nutzungskosten verursachen kann)*
- Gebäudehüllzahl optimieren und Relevanz auf Kompaktheit des Gebäudes legen
- Weniger Untergeschosse planen
- Flächeneffizienz aus Hauptnutzfläche zu Geschossfläche verbessern
- Gebäudetechnikkonzept hinterfragen und optimieren *(Kommentar: hierdurch ggf. eine leichte Reduktion des Technisierungsgrades im Gebäude möglich)*
- Durch Photovoltaik auf dem Dach und an der Fassade mehr Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen
- Alternative Konzepte zur Wasserversorgung prüfen *(Kommentar: sehr toolspezifisch)*
- Einzelne Bauteile optimieren und den Materialaufwand reduzieren
- Eine suffiziente Bauweise und eine einfachere, aber weiterhin qualitativ hochwertige Materialwahl
- Fensterfläche reduzieren *(Kommentar: Kriterium stark situationsabhängig und nicht zu pauschalisieren, da mit negativen Einfluss; je nach Orientierung, da ggf. sonst unzureichend Tageslicht, evtl. eingeschränkte Aussicht, mehr Beleuchtungsenergie, u.a.)*

- Helle Materialisierung in den Innenräumen verwenden *(Kommentar: wirkt sich positiv auf Verbrauch für Beleuchtungsenergie aus, ist jedoch in Abwägung mit evtl. Blendung am Arbeitsplatz und auch Themen der Reinigung zu gestalten)*
- Konzept zu Ver- und Entsorgung erarbeiten, welches verschiedene Varianten vergleicht
- Eine Fachperson für planungs- und baubegleitendes Facility Management im Projektteam definieren *(Kommentar: zuständig für Themen zur Reduzierung der Reinigungs- und Unterhaltskosten)*
- Zugänglichkeit zu haustechnischen Installationen erhöhen, Austauschbarkeit von Grossgeräten beachten
- Instandsetzungsstrategie entwickeln
- Innenliegende Glasflächen vermeiden bzw. minimieren *(Kommentar: zur Reduktion der Erstellungs- und Reinigungskosten)*
- Zugänglichkeit zur Beleuchtung zwecks Reinigung und Wartung vereinfachen
- Zugänglichkeit der Fenster zwecks Reinigung und Wartung verbessern
- Schmutzschleuse von mindestens 7 Metern einplanen *(Kommentar: sehr toolspezifisch)*
- Sickerfähige Bodenbeläge in der Umgebung verwenden
- Umgebung naturnah und unterhaltsarm gestalten

6 Diskussion

Fragen zu einem einfachen und effizienten Ansatz zur LZK-Berechnung

Sind die Ergebnisse der vier Tools bzw. Methoden dieser Studie miteinander vergleichbar?
Nein. Die Ergebnisse der Instrumente bzw. Tools sind nicht untereinander vergleichbar. Gründe hierfür sind u.a. die unterschiedlichen Systemgrenzen der Betrachtung wie z.B. mit/ohne Reinigung, ungleiche hinterlegte Betrachtungszeiträume, verschiedene Lebensdauern derselben Bauteile, divergente Vorgaben der Preissteigerung und des Kalkulationssatzes.

Ist die Bewertung der Objekte innerhalb der Tools vergleichbar?
Auch hier muss die Frage verneint werden. Innerhalb der Tools sind die Objektergebnisse nicht vergleichbar. Die unterschiedlichen Objekte sind in ihrer Nutzung, den Vorgaben des Raumprogramms und Anforderungen des spezifischen Standorts entsprechend, jeweils sehr different und nicht vergleichbar. Es zeigt sich auch, dass selbst innerhalb eines typologischen Vergleiches (Schule, Wohnen, Verwaltung, Werkhof, usw.) die Objekteergebnisse aufgrund deren unterschiedlichen Standort- und Rahmenbedingungen schwer zu vergleichen sind. Für die quantitativen Aussagen fehlt es an aussagekräftigen und umfangreichen Kennwerten zur Beurteilung der LZK. Im Vergleich von Objekten mit gleichem Raumprogramm, wie z.B. im Rahmen eines Wettbewerbes oder einer Vorprüfung, können LZK-Aussagen der unterschiedlichen Ansätze und Entwürfe jedoch gut miteinander verglichen werden.

Welche Methode (Tool) ist in frühen Projektphasen geeignet um «einfach» und dennoch präzise Aussagen zu den Lebenszykluskosten zu machen?
Die Tendenz zur einfachen und breiten Anwendung geht Richtung qualitativer Methoden, wobei grundlegende Haupteinflussfaktoren quantitativ zu bestimmen sind (vgl. 3-Phasen-Modell). Die analysierten qualitativen Tools sind für die Bewertung in frühen Projektphasen sehr gut geeignet und fördern die Sensibilisierung der Projektbeteiligten. Bei allen Tools ist für einen einfachen Entscheid jeweils der Präzisionsgrad selbst einzuschätzen, wobei mit Erfahrung das sogenannte «Bauchgefühl» positiv hierzu beiträgt. Die Verfügbarkeit von absoluten Kennwerten ist nicht immer gewährleistet, was jedoch für quantitative Tools unabdingbar ist. Die Gewichtung und Relevanz der einzelnen Tool-Kriterien lässt sich nicht immer erschliessen. Auch trägt ein höherer Präzisionsgrad aufwändig ermittelter Werte nicht zwingend zu einer höheren Präzision der LZK bei, da die Haupteinflussfaktoren wie Investitionskosten, Geschossflächen und Gebäudehüllflächen bereits kostenentscheidend sind.

Ist das IFMA-Anwendungstool aufgrund der Komplexität präziser als andere Tools?
Dies hängt stark von der Kompetenz und Erfahrung des Anwenders ab. Die Grundlagen der IFMA Schweiz sind ein wertvoller Beitrag für die Ermittlung von Lebenszykluskosten von Immobilien. Im Modell (Teil 1; Broschüre) werden grundlegende Einflussfaktoren wie der Betrachtungszeitraum, Systemgrenze, Prognoseansatz, unterschiedliche Berechnungsmethoden und -parameter vorgestellt. Weiterhin folgen Empfehlungen zum Umgang mit Prognoseunsicherheiten und zur Bewertung der Berechnungsergebnisse. Das IFMA-Modell und das Anwendungstool (Teil 2) ist in der Schweiz bereits gut etabliert und in der Bau- und Immobilienbranche fester Bestandteil zur LZK-Ermittlung.
Aufgrund der Komplexität des Anwendungstools ist jedoch eine einfache Aussage zur Optimierung der LZK nicht ohne weiteres möglich und die Plausibilisierung der Projektergebnisse aufgrund fehlender Vergleichswerte schwierig. Es fällt auf, dass LZK-relevante Themen wie die Flächeneffizienz und Suffizienz nicht berücksichtigt werden. Zudem gibt es viele Faktoren, welche nicht einfach nachvollziehbar sind oder aufgrund einer spezifischen Nutzung nicht möglich sind einzugeben. Zum Beispiel sind für die Erneuerungskosten die Lebensdauer der Bauteile entscheidend. Liegt der Betrachtungszeitraum bei 30 oder 60 Jahren, fällt der Erneuerungszyklus des Ausbaus (standardmässig) von 29 Jahren äusserst ungünstig aus. Hierbei gilt es mit breitem LZK-Erfahrungsschatz geeignete Erneuerungsstrategien selbst zu entwickeln und relevante Entscheidungskriterien des Facility Managements ebenso zu definieren.
Ja, dies ist möglich. Anhand der durchgeführten Studie ist es möglich, die Haupteinflussfaktoren anhand einfacherer Parameter zu bestimmen. Diese werden im folgenden Kapitel ausführlich erläutert und ein entsprechendes Modell zur Anwendung wird vorgestellt (vgl. 3-Phasen-Modell).
Quantitative Kriterien sind u.a. die Erstellungskosten, die Gebäudeform und Flächeneffizienz und der Glasanteil des Gebäudes. Wesentlich für tiefe Lebenszykluskosten ist die präzise Zieldefinition (Pflichtenheft) der erforderlichen Flexibilität und des gewünschten Standards bzw. der Qualität. Die Haupteinflussfaktoren sind vor der Bestellung im Konsens aller Beteiligten phasengerecht zu definieren und im Projektverlauf zu optimieren.

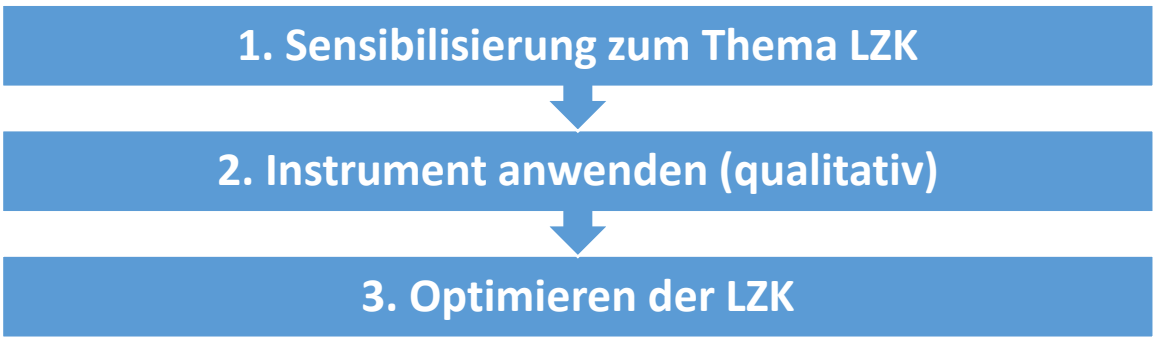
Wo gibt es übergeordnet Spielraum, um die zu senken?
Mögliche Handlungsoptionen sind die Reduktion der Unterhaltsintensität, materialgerechte Konstruktionen und Einsatz nutzungsgerechter Oberflächen, Abstimmung der Lebensdauer von Bauteilen auf die Nutzung, Optimierung der Betriebskosten wie Energiekosten und Instandhaltungskosten (Reinigung/Wartung), Instandsetzung inkl. Erneuerung, Rückbau- und Entsorgungskosten.

Welche Empfehlung wird für die Diskontierungsrate gegeben?
Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass es keine «falsche» oder «richtige» Wahl des Diskontierungssatzes gibt.[22] Dennoch muss einem die hohe Bedeutung des Diskontierungssatzes bewusst sein.[23] Häufig sind die Determinanten des Diskontsatzes sehr hoch angesetzt. Dies kann bei dynamischen Berechnungen dazu führen, dass die Relevanz des Zinssatzes und der lange Betrachtungszeitraum über den entscheidenden Stellschrauben des Nutzungszyklus steht. In aktuellen Prognosen und weiterer Zukunft kann von tiefen Zinssätzen ausgegangen werden. Hierzu eine Empfehlung der Berechnungsparameter, welche im Rahmen der LZK-Studie mit Bauökonomen definiert wurde, für die Berechnung der Lebenszyklus- und Betriebskosten:

- Betrachtungszeitraum maximal: 60 Jahre
- Kalkulationszinssatz: 5 % *(Vorschlag: 3.5 % nominal, 2.5 % real)*
- Preissteigerung Bau: 1.6 % p. a.
- Preissteigerung Verwaltung und Dienstleistung: 1 % p. a.
- Preissteigerung Ver- und Entsorgung: 3 % p. a.

7 Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung

Das Projektziel des «einfachen Ansatzes zur LZK-Ermittlung» erschliesst sich aus den vielschichtigen Erkenntnissen der durchgeführten Studie. Gemäss Rückmeldungen der Projektpartner, hat die Lebenszykluskostenbetrachtung einen hohen Stellenwert in der Praxis, dennoch sind diese Kosten bisher sehr schwer fassbar. Als Hilfsmittel für eine einfache und dennoch gesamthafte LZK-Betrachtung wurde ein dreistufiges Modell entwickelt. Dieses leistet einerseits einen vereinfachten Einstieg in das Thema der LZK und dient anderseits als Handlungsempfehlung, welche in jeder Planungsphase Anwendung findet. Zur Durchführung einer vereinfachten LZK-Betrachtung wird dieses 3-Stufen-Modell im folgenden Kapitel vorgestellt und anwenderfreundlich dargestellt. In drei Stufen beinhaltet dieses Modell die thematische Sensibilisierung aller relevanten Projektbeteiligten, die Empfehlung zur Anwendung eines bestehenden Instruments sowie das Definieren von fortlaufenden Optimierungsmassnahmen mit klarer Zuordnung der Verantwortlichkeit (vgl. Grafik 6):



Grafik 6: Vereinfachter Ablauf des «3-Stufen-Modells», mit den drei Hauptbereichen: (1) Sensibilisieren, (2) Instrument anwenden und (3) Optimieren der LZK

[22] Analyse der Vorteilhaftigkeit von Umweltaktivitäten, R. Schubert & K. Hoffmann, Kap. 6.3.2

[23] Vgl. «Die Determinanten des Diskontsatzes: Bestimmen der Faktoren und treibenden Parameter bezogen auf die Praxisrelevanz», Masterthesis of Advanced Studies in Real Estate, Universität Zürich, T. Welti, 2012

Handlungsempfehlung für eine effiziente und breite Anwendung von Lebenszykluskosten anhand eines 3-Stufen-Modells

Zur Anwendung des 3-Stufen-Modelles wird empfohlen, frühestmöglich im Projekt die Verantwortlichkeiten zur LZK-Planung einer Person zuzuschreiben. Diese ist auch leitend für die Durchführung dieses Modells, welches gemäss Modell Bauplanung SIA 112 Phase 1 und allen folgenden Phasen Anwendung findet.

Grundlegend für die erfolgreiche Anwendung des Modells ist eine offene Haltung und Bereitschaft des Austausches aller Beteiligten. Um das Projekt schlussendlich optimieren zu können, müssen Vorgaben, Anforderungen und bestehende Planungen konstruktiv-kritisch hinterfragt werden. Das Modell ist gegliedert in drei Stufen wie folgt:

7.1 Sensibilisierung zum Thema Lebenszykluskosten (Einflussfaktoren)

Bedingt durch die Komplexität des Themas LZK sowie die aktuell bestehenden Schwierigkeiten einer Kosteneinschätzung bis hin zu generell ablehnenden Haltungen gegenüber der LZK-Planung ist die erste Stufe dieses Modells vorrangig die **Sensibilisierung der Beteiligten**. Dies empfiehlt sich in Form einer Besprechung zwischen Besteller, (General-) Planerteam sowie dem LZK-Verantwortlichen durchzuführen. Als Grundlage zur Definition des Umfangs der Lebenszykluskosten kann der LCC-Leitfaden von CRB Anwendung finden.[24] Hiermit lassen sich der Leistungsumfang und notwendige Abgrenzungen definieren. Im Rahmen der Sensibilisierung werden sechs Haupteinflussfaktoren vorgestellt und diskutiert (vgl. Grafik 7). Ziel ist es, dass die Planenden im regulären Planungsprozess entsprechende Potenziale zur Senkung der LZK selber erkennen und verbessern. Die sechs Haupteinflussfaktoren (Erstellungskosten, Gebäudeform, Flächeneffizienz, Glasanteil, Flexibilität, Standard) sind über quantitative Kennwerte definiert oder werden qualitativ beschrieben bzw. bewertet. Innerhalb der ersten Besprechung werden die Einflussfaktoren vorgestellt und im Team diskutiert. Hierdurch können Entscheidungen getroffen, Varianten verglichen oder Massnahmen zur Verbesserung für die nächste Phase definiert werden.
Als mögliche Vorlage eines Variantenvergleichs dient die Grafik 11 im Anhang F. Die Tabelle zeigt exemplarisch eine LZK-Einschätzung anhand der Haupteinflussfaktoren im Rahmen der 1. Stufe (Sensibilisierung) des 3-Stufen-Modells.

1. Sensibilisierung zum Thema LZK					
Erstellungskosten	**Gebäudeform**	**Flächeneffizienz**	**Glasanteil**	**Flexibilität**	**Qualität/ Standard**
CHF	A_{th}/A_E	HNF/GF	Prozent	Zieldefinition	Zieldefinition

Grafik 7: Sensibilisierung zum Thema LZK als erste und grundlegende Stufe anhand von sechs Einflussfaktoren mit den zu prüfenden Kennwerten bzw. Angaben des Objektes

[24] Vgl. Leitfaden LCC, Planung der Lebenszykluskosten: Kap. 3 Umfang der Lebenszykluskosten aus schweizerischer Sicht (gemäss ISO 15 686-5), CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, 2012

Vertiefung der 6 Haupteinflussfaktoren

(1) Erstellungskosten: Im Rahmen der Objektstrategie sind sowohl die Erstellungskosten als auch die Kosten für Instandsetzung und Erneuerung von Bauteilen entscheidend. Auf strategischer Ebene spielt eine gute **Lage** eine entscheidende Rolle für die Rentabilität und die langfristige Nutzung bzw. Vermietbarkeit der Immobilie. Die Lage nimmt ebenfalls einen grossen Einfluss auf den **Baustandard** der Immobilie (ebenfalls Haupteinflussfaktor). An einer schlechten Lage amortisieren sich (werterhaltende) Investitionen nur sehr langfristig oder sind sogar nicht kostendeckend, im Falle von energetischen Sanierungen lassen sich z.B. wertvermehrende Investitionen ggf. nicht vollumfänglich auf den Mietzins überwälzen. Je nach Lage und Erreichbarkeit sind die **Erstellungskosten** sehr unterschiedlich (Baurecht, Baugrund, politische und finanzielle Anhängigkeiten, usw.). Die Erstellungskosten können auf mehreren Ebenen betrachtet werden. Liegen verschiedene Varianten des Gebäudes (z.B. durch einen Wettbewerb) oder von einzelnen Bauteilen vor, können diese untereinander verglichen und eingestuft werden. Wenn das präzise definierte Bauvorhaben oder Bauteil mit tieferen Erstellungskosten erreicht wird und die Qualität beibehalten werden kann, ist dies bereits eine effiziente und gute Ausgangslage für tiefe LZK. *Kennwert Absolut in CHF bzw. auf Bezugsgrösse CHF/m²*

Im direkten Zusammenhang mit den Erstellungskosten steht das Thema der **Suffizienz**, welches in den folgenden zwei Haupteinflussfaktoren (Gebäudeform und Flächeneffizienz) als Form- und Flächenquotienten einfliesst. Ganz nach dem Motto: Nur so viel (Quadratmeter/Volumen, Nutzlast, Untergeschosse, Fenster, Bauteilschicht) bauen wie nötig. Dies senkt gesamthaft die LZK entscheidend. Es erster Entscheid gilt es zu prüfen, was effektiv benötigt wird und einen Nutzen stiftet. Vereinfacht gesagt: Was nicht gebaut wird, muss auch nicht im Betrieb gewartet und instandgehalten werden bzw. nicht-bauen führt zu den tiefsten LZK.

(2) Gebäudeform: Eine kompakte Gebäudeform verursacht neben tiefen Erstellungskosten auch geringe Unterhaltskosten (inkl. Betriebsenergie bzw. Heizwärmebedarf). Entsprechend kostenrelevant ist hierbei auch ein kompaktes Untergeschoss/Tiefgarage bzw. der komplette Verzicht darauf. Als Indikator dient eine niedrige Gebäudehüllzahl, welche die Form und die Abmessungen des Gebäudes charakterisiert. Die **Gebäudehüllzahl** A_{th}/A_E entspricht dem Verhältnis zwischen der Gebäudehüllfläche m² A_{th} und der Energiebezugsfläche m² A_E. Sie wird beeinflusst durch die Grösse des Gebäudes sowie durch die Gebäudeform. Die Grösse und Form des Gebäudes sind ausschlaggebend für den Material- und Energiebedarf. Vereinfacht können auch Prinzipien zur Reduktion des **Grauen Energiebedarfs** zur Kostenreduktion im Lebenszyklus übertragen werden (dto. Volumen/Kompaktheit, Unterterrainbauten, Tragwerksoptimierung, Gebäudehüllfläche und Glasanteil).[25] *Kennwert Gebäudehüllzahl (m^2A_{th}/ m^2A_E)*

(3) Flächeneffizienz: Bei der Betrachtung der Flächeneffizienz können generell verschiedene Flächenquotienten betrachtet werden. Dabei spielt das Thema der Suffizienz ebenfalls eine grosse Rolle. Eine hohe Flächenkennzahl von Hauptnutzfläche/Geschossfläche (HNF/GF) senkt einerseits die Erstellungskosten, weil weniger GF gebaut wird um die HNF zu erhalten, entsprechend werden die Instandsetzungskosten gesenkt. Andererseits werden u.a. auch die Kosten der Unterhaltsreinigung gesenkt, da weniger Flächen der Raumnutzung vorhanden sind. Es gilt das Flächenmanagement und die **Suffizienz** zu optimieren: Möglichst wenig Fläche pro gewünschte Nutzung (Mietfläche/GF, nutzungsspezifische Funktionale Einheit (FE) wie Arbeitsplatz, Schüler, Bewohnerinnen zu GF). *Kennwert HNF/GF bzw. FE/GF*

[25] Neben optimierten Formfaktoren und der Materialisierung spielt auch ein schlankes Haustechnikkonzept für Reduktion der Grauen Energie – und auch im Lebenszyklus einer Immobilie - eine wesentliche Rolle. Da das HLKS-Konzept nicht im Zusammenhang mit der Gebäudeform steht, ist dieser Faktor nicht weiter unter dem Hauptfaktor ausformuliert.

(4) Glasanteil: Der Fenster- bzw. Glasanteil der Fassade spielt sowohl für die Erstellung als auch den Betrieb resp. (Fenster-) **Reinigung** eine wesentliche Rolle innerhalb der LZK. Zudem bedarf ein hoher Glasanteil einen wirksamen Sonnenschutz, welcher ebenfalls für Erstellung, Betrieb und Reinigung zusätzliche Kosten verursacht. Die Reinigungskosten können im Lebenszyklus von Gebäuden durchaus das zwei- bis dreifache der Erstellungskosten ausmachen, je nach Anzahl der Glasschichten und Reinigungsintervallen. Je nach Glasanteil und Orientierung entstehen höhere oder tiefere Energiekosten für Heizung und Kühlung bzw. wechselseitig Kosten für die Beleuchtung (Erstellung und Betrieb). Entsprechend sind die Fensterflächen der Nutzung anzupassen und zu optimieren. Der Glasanteil ist in Prozent der Fassadenfläche anzugeben. *Kennwert % Glasanteil*

(5) Flexibilität: Gemäss Definition der Lebenszykluskosten (vgl. "ISO 15 686-5 Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 5: Life-cycle costing" und LCC Leitfaden "Planung der Lebenszykluskosten" von CRB) wird bei Gebäuden von einer konstanten Nutzung ausgegangen. Künftige Anforderungen oder Nutzungsanpassungen sind generell nicht Bestandteil der LZK, da diese Voraussage zum Zeitpunkt der Bestellung nicht möglich ist. Je nach Nutzung ist jedoch eine Anpassungsfähigkeit der Immobilie vorteilhaft, um möglichst lange Nutzungszyklen zu gewährleisten. Die **Adaptivität** bei sich veränderten Nutzungsprofilen und architektonische räumliche Qualität sind, neben der funktionalen Nutzungsdauer, für die Lebensdauer von Immobilien dennoch entscheidend. Eine bedingte (nicht vollumfängliche) Flexibilität sollte das Ziel haben, mit möglichst geringem Aufwand für Änderungen, eine lange Nutzung mit hoher räumlicher Qualität über die Lebensdauer zu verbinden. Die Trennung von Elementen mit unterschiedlicher Lebensdauer (**Systemtrennung**), die Zugänglichkeit und der Austauschbarkeit von Bauteilen mit geringer Lebensdauer (**offene Strukturen**) und anpassbare Installationskonzepte haben für die Lebenszykluskosten einen sehr grossen Einfluss. Hierdurch wird das Risiko gesenkt, funktionale und nutzbare Bauteile, welche noch nicht das Ende des Lebenszykluses erreicht haben, frühzeitig zu ersetzen. Als Zieldefinition ist die Flexibilität nutzungsspezifisch abzuwägen und zu beschreiben. Hierdurch können Mehraufwendungen der Lebenszykluskosten qualitativ bewertet und Kosten eingeschätzt werden. *Zieldefinition zur Nutzungsflexibilität*

(6) Bauqualität und Standard: Die Qualität hat im Planungs- und Bauwesen viele Aspekte. Um eine hohe Bauqualität zu erhalten, ist vorgängig eine herausragende Prozessqualität verbindlich. Nur über eine hohe Prozessqualität können die Erstellungs- und Unterhaltskosten von Gebäuden niedrig gehalten werden, ohne bei der Bauqualität Abstriche machen zu müssen.[26] Als wichtige Hilfsmittel zur professionellen Abwicklung von Bauprojekten können Managementsysteme (MS) und ein projektbezogenes Qualitätsmanagement (PQM) für die Planung und Umsetzung einen wertvollen Beitrag leisten.[27]

Frühestmöglich sind die Zielsetzungen der Bauqualität und des Standards zu definieren. Diese beziehen sich sowohl auf die Entwurfs- und Nutzungsqualität als auch auf die technische Qualität in der Verarbeitung und Ausführung. Die Erstellungskosten machen nur ca. 20 Prozent der LZK einer Immobilie aus, während im Unterschied dazu die Nutzungskosten (Betrieb und Unterhalt) mit ca. 80 Prozent den Hauptanteil ausmachen (vgl. Kapitel 5.2.2, Grafik 4: Durchschnittliche Anteile der Kostengruppen). Diese Folgekosten können am stärksten in frühen Planungsphasen beeinflusst werden.[28] Die LZK eines Gebäudes sind abhängig von baulichen, technischen und nutzungsbedingten Standards.[29] Verstärkt rückt das Bewusstsein auch auf die architektonische Qualität und Baukultur, welche einen starken Einfluss auf das Wohlbefinden der Nutzer prägt und

---

[26] Nach H. Weeber und S. Bosch: Verfahrensqualität und Produktqualität bei Projekten des Wohnungsbaus, Frauenhofer IRB Verlag, 2003

[27] Vgl. SIA-Merkblatt 2007: Qualität im Bauwesen, Aufbau und Anwendung von Managementsystemen, 2001

[28] Vgl. Jones Lang LaSalle: Kostenbeeinflussbarkeit im Projektverlauf, 2006

[29] Vgl. LUKRETIA II+III – Lebenszykluskosten, Grundlagendokument zur Anwendung und Ermittlung von Lebenszykluskosten im Rahmen von Baumassnahmen im Hochbaudepartement der Stadt Zürich, Version 8.0, 2009

hierdurch sich ebenfalls monetär auf die LZK abbildet.[30] Über eine systematische Anwendung der Qualitätssicherung werden diese Standards in allen Phasen des Planungs- und Bauprozesses beschrieben, um die Qualitäts- und Kostenziele durchgängig erreichen bzw. optimieren zu können. *Zieldefinition zur Bauqualität und des Standards*

7.2 Instrument anwenden

Zielführend ist, das 3-Stufen-Modell bereits in frühen Phasen anzuwenden, um möglichst einfach konkrete Massnahmen zur Verbesserung der LZK aufzuzeigen. Aufbauend auf den Projekterfahrungen und dem Vergleich der verwendeten Tools, wird daher ein qualitatives Tool für die Anwendung der folgenden 2. Stufe des Modells empfohlen (s. Grafik 8):

2. Instrument anwenden (qualitativ)	
AGG Checkliste	SNBS Hilfstool

Grafik 8: Anwendung eines qualitativen Instruments zur Verbesserung der LZK (2. Stufe des Modells)

Beide qualitativen Tools (AGG-Checkliste und SNBS-Hilfstool LCC) haben sich bereits in der Praxis bewährt. Gleichwertige andere qualitative Tools oder Methoden können ebenfalls in dieser Stufe zur Verbesserung der LZK angewendet werden.

Das **SNBS-Hilfstool** für das Kriterium 201.1 Lebenszykluskosten ist eine qualitative Checkliste mit LZK-relevanten Fragen / Kriterien, welche mit Ja «erfüllt» oder Nein «nicht erfüllt» beantwortet werden können. Es beinhaltet 24 Fragen, verteilt auf 8 Kostengruppen mit Bezug zum Lebenszyklus des Gebäudes (inkl. Erläuterung). Die Gewichtung der Kriterien richtet sich nach dem prozentualen Anteil der entsprechenden Kostengruppe an den gesamten Lebenszykluskosten. Es empfiehlt sich pro SIA-Phase alle Fragen gemäss dem aktuellen Projektstand zu beantworten und Erläuterungen zu notieren. Die Fragen nehmen nicht die Gliederung der Phasen des Leistungsmodell SIA 112 auf, sondern orientieren sich nach dem Lebenszyklusmodell der ISO 15686-5.

Die **AGG Checkliste** LZK wurde für das Amt für Grundstücke und Gebäude vom Kanton Bern (AGG) entwickelt. Diese beinhaltet 97 Fragen verteilt auf die sechs SIA Phasen der SIA 112. Jede Frage hat eine Forderung, deren Erfüllung anhand einer Ampel (Ja=grün, Teilweise=gelb, Nein=rot) bewertet wird. Die Checkliste wurde auf das AGG spezifisch ausgerichtet. Daher gibt es Fragen, welche für die Anwendung in einer anderen Organisation adaptiert werden müssen. Die Fragen können, wie beim SNBS-Hilfstool, Hinweise auf Verbesserungspotential liefern.

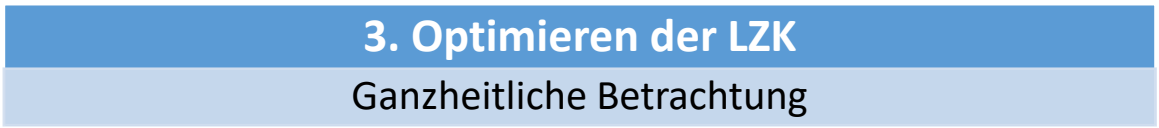
Ein weiterführender Vergleich der zwei qualitativen Tools kann mithilfe der Factsheets (siehe Anhang B) durchgeführt werden.

Nach der Beantwortung der Instrumente folgt die **Analyse der Ergebnisse und die Lösungsfindung.** Dabei geht die für die LZK verantwortliche Person mit dem (General-) Planenden die Ergebnisse durch und erstellt eine **Liste mit möglichem Verbesserungspotential** und entsprechender Zuordnung zu einer verantwortlichen Person. Beim SNBS müssen «nicht erfüllte» Fragen genauer betrachtet werden, aber auch «erfüllte» Fragen können einen Hinweis auf weitere Optimierungsmöglichkeiten geben. Bei der AGG-Checkliste müssen «rote Ampeln» zwingend angeschaut und in der nächsten Planungsphase möglichst mindestens zu gelb verbessert werden. «Gelbe Ampeln» weisen auch auf ein Verbesserungspotential hin.

[30] Vgl. Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien, Kap. 5.2: Entscheidende Einflussfaktoren im Lebenszyklus, ISBN 978-3-658-23756-1, M. King & M. Trübestein, Springer Gabler Fachverlag, 2019

7.3 Optimieren der Lebenszykluskosten

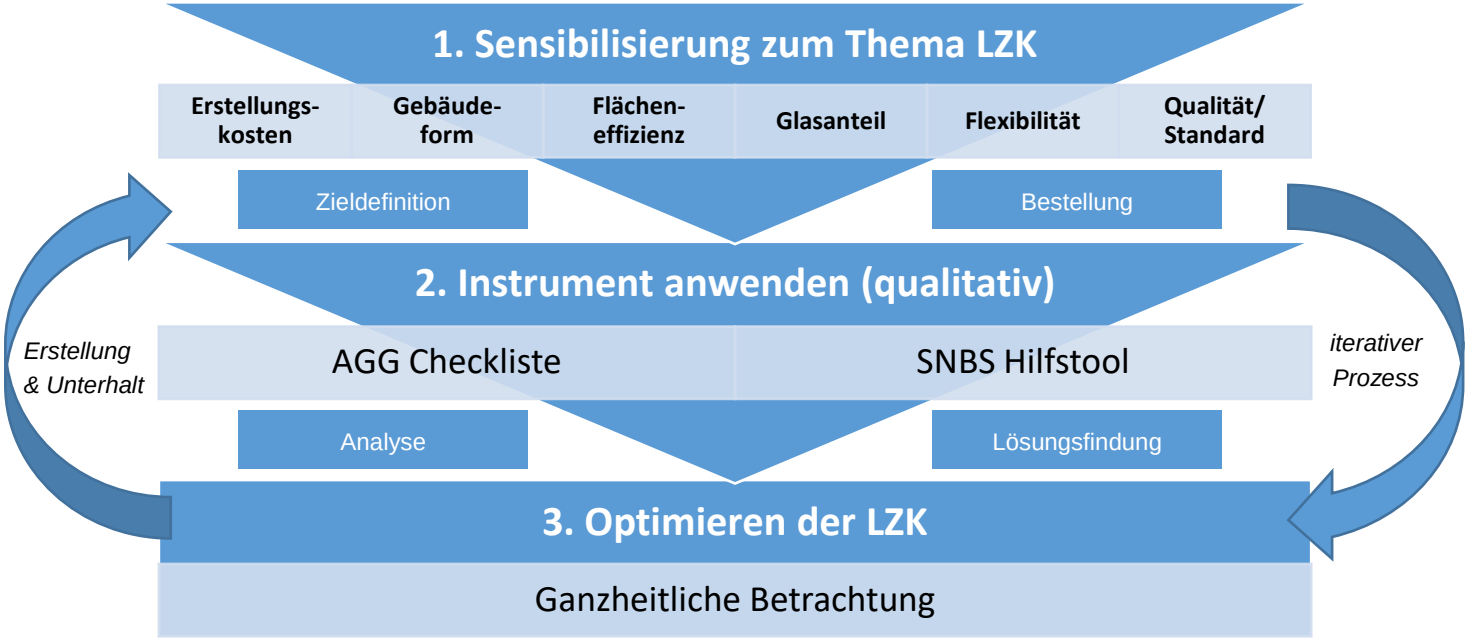
Die 3. Stufe des Modells besteht aus einer «Optimierungssitzung». An dieser nehmen Besteller, Generalplaner(-Team) und die für die LZK verantwortliche Person teil. Die Liste mit dem Verbesserungspotential wird vorgestellt und diskutiert. Dazu können weitere Kennwerte hinzugezogen werden und das Projekt mit anderen Projekten verglichen werden. Die Diskussion der Ergebnisse und der möglichen Massnahmen ist von grosser Relevanz, da die Tools keine Patentlösung für alle Projekte und sämtlichen Nutzungen leisten können. Gewisse Fragen und Forderungen machen im nutzungsspezifischen Kontext nicht immer Sinn und können ggf. auch zu höheren LZK führen. Daher ist der offene, kritische und konstruktive Dialog aller Beteiligten sehr wichtig.



Grafik 9: Optimieren der Lebenszykluskosten als iterativer Prozess (3. Stufe des Modells)

Es wird entschieden, welche Massnahmen optimiert werden und wer für die Umsetzung dieser Massnahmen verantwortlich ist. Dieser Entscheid wird in der Liste festgehalten. In dieser Diskussion sollen aktiv die Bestellung (bestelle Anforderungen), die getroffenen Annahmen oder unbewusst getroffene Entscheide hinterfragt werden.
Diese drei Prozess-Stufen aus Sensibilisierung, Anwendung und Optimierung der LZK fügen sich in das entwickelte **3-Stufen-Modell** zusammen (vgl. Grafik 10). Dieses Modell wird jeweils im weiteren Planungsverlauf über die Stufen eins bis drei angewendet. Über diesen iterativen Prozess findet ein systematisches Hinterfragen der bestellten Anforderungen statt. Die Lösungsfindung erfolgt über eine Analyse der integralen Planung und begleitenden Qualitätssicherung. Die Zieldefinition wird hinterfragt, geprüft und optimiert und mündet in einer validierten Bestellung mit optimierten Lebenszykluskosten.

Das hier aufgezeigte Modell kann je nach Projektgrösse und vorhandenen Grundlagen (Kostengliederung nach eBKP-H, Flächen und Volumen nach SIA 416, Bauteillisten) im weiteren Projektverlauf mit einer LZK-Berechnung ergänzt werden. Wie bei den qualitativen Bewertungen sind auch bei der quantitativen Berechnung die Analyse der Extremwerte und Diskussion der LZK-Ergebnisse mit projektspezifischen Gegebenheiten entscheidend.



Grafik 10: 3-Stufen-Modell eines vereinfachten Ansatzes der LZK-Ermittlung als iterativer Prozess, aufbauend auf bewährten Eigenschaften der bestehenden qualitativen Tools, [31] *eigene Grafik*

Die Sicherstellung der ganzheitlichen LZK-Betrachtung erfolgt über ein projektbezogenes Qualitätsmanagement (PQM), vom Planungs- über den Bauprozess bis hin zum fertigen Bauwerk. Über das planungs- und baubegleitende Facility Management (pbFM) kann eine optimale Abstimmung des Betriebs und der Bewirtschaftung, mit Einfluss auf niedrige Unterhaltskosten, erreicht werden.

8 Ausblick

Die Studienergebnisse werden durch das Projektteam disseminiert und können zukünftig dazu führen, die LZK-Betrachtung vermehrt als Selbstverständlichkeit für den Planungs- und Bauprozess zu etablieren. Der vorgeschlagene Ansatz führt idealerweise zu einer Weiterentwicklung bestehender LZK-Tools oder letztlich zur Vereinheitlichung in einem neuen, einfach anwendbaren Instrument. Angestrebt wird die Integration des vorgeschlagenen 3-Stufen-Modells in bestehende Nachhaltigkeitslabel wie den SNBS. In einem nächsten Schritt sollten Überlegungen - ebenfalls im Sinne einer Vereinfachung - zur Anwendung der LZK-Betrachtung bei Erneuerungen folgen.

Ferner sollten die verschiedenen Instrumente zur LZK-Berechnung sinnvoll vereinheitlicht werden können. Möglich wäre dies nur über einheitliche Systemgrenzen, vgl. Grafik 1: Gliederung und Abgrenzung der LZK gemäss LCC-Leitfaden und Grafik 2: Schweizerische Umsetzung der Lebenszyklusphasen auf Grundlage der ISO 15686-5, übertragen auf die sechs Phasen des Modell Bauplanung nach SIA 112. Fundamental für die Vergleichbarkeit wäre zudem eine Aktualisierung und Vereinheitlichung der Berechnungsparameter zur Berechnung der Lebenszyklus- und Betriebskosten (vgl. Kapitel 6 Diskussion: Empfehlung Betrachtungszeitraum, Kalkulationszinssätze, Preissteigerung). Hierbei gilt es entsprechende Grundlagen und Kennzahlen aufzuarbeiten und zu vereinheitlichen.

[31] LzK-Ermittlung: ist die Ermittlung der entsprechenden bzw. der entstandenen Lebenszykluskosten für eine oder mehrere Betrachtungsperioden, inkludiert Phasen «Projektdefinition», «Projektwettbewerb» und «Vorprojekt» (vgl. IFMA Schweiz Berechnungshilfe «Lebenszykluskosten-Ermittlung von Immobilien»).

Die Studienerkenntnisse, insbesondere die Handlungsempfehlungen und das 3-Stufen-Modell, können nun durch eine aktive Anwendung der Bau- und Immobilienbranche etabliert werden. Das Modell dieser Studie findet bereits in einem Rück- und Neubauprojekt eines Projektpartners Verwendung. Durch die Anwendung kann der entwickelte Ansatz geprüft, präzisiert und weiterentwickelt werden. Die Verbreitung und Förderung des Fachwissens findet auch im Austausch der Studienteilnehmenden und Wirtschaftspartnern über die gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse statt.

Dennoch sollte in künftigen Forschungsprojekten das Wissen zu einfachen Ansätzen der LZK-Planung weiter vertieft werden. Insbesondere die Gewichtung von Fragen und Forderungen aus den qualitativen Tools, sowie eine statistische Auswertung von Auswirkungen der einfachen Kennwerte auf die LZK, wäre erforderlich zu vertiefen. Zudem ist der Aufbau von Erfahrungswerten und Kennwerten zu Lebenszykluskosten sehr entscheidend für deren Optimierung. Hier liegen insbesondere in den Bereichen der Digitalisierung (BIM/CAFM) zukünftige Herausforderungen für ein durchgängiges Datenmanagement. Nur die Gesamtheit der Massnahmen aus Ermittlung, Kontrolle und Steuerung einschliesslich des Kostenvergleichs ist für die LZK-Planung zielführend.

9 Anhang

A: Ergebnisse Fallbeispiele

Objektblätter (Veröffentlichung in Absprache mit den Projektpartnern)

Projekt 1 Waffenplatz Thun 1.Etappe, Thun
Auftraggeber: armasuisse Immobilien

Projekt 2 Kaserne Jassbach, Linden BE
Auftraggeber: armasuisse Immobilien

Projekt 3 Volksschule Kleefeld, Bern
Auftraggeber: Hochbau Stadt Bern

Projekt 8 Areal Letzi (ehem. Letzibach D), Zürich Altstetten
Auftraggeber: Stadt Zürich

Projekt 9 Wohnsiedlung Kronenwiese, Zürich
Auftraggeber: Stadt Zürich

Projekt 11 Regionales Paketzentrum, Untervaz
Auftraggeber: Post Immobilien Management und Services AG

Korrigiert per 03.03.2021: Projekt 3 Auftraggeber: Hochbau Stadt Bern

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

OBJEKTBLATT NR. 1 | WAFFENPLATZ THUN 1. ETAPPE, ARMASUISSE

PROJEKTBESCHRIEB

Neubau von drei Hallen für die Ausbildung der Truppen sowie den Schutz von Fahrzeugen und Technik. Nordseitig befinden sich zweigeschossige Schulungsräume. Die Gebäude werden in Holz(System)-Bauweise, die Fassade mit Holzschalung erstellt. Ausstattung: PV-Anlage auf den Hallen, Komfortlüftung und Fernwärme der KVA. Zementgebundener Holzwerkstoff, Monobeton, Dreischichtplatten. Vor den Hallen sind harte Verkehrs- und Abstellplätze, dazwischen Grünflächen geplant.

OBJEKTDATEN

Nutzung	Hallen, Schulungsräume
Ort	Grosse Allmend, Thun
Dauer	2017 - 2022
SIA Phase	33 Bewilligungsverfahren
Label	Minergie, -P & Eco Kriterien
Planung	3B Architekten, Bern

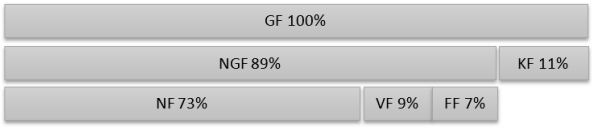
KENNWERTE

Geschossfläche GF	16‘946 m2 (gem. 17022KV5)
Gebäudevolumen GV	121‘200 m3
Erstellungskosten BKP 1-9	70'937’800 CHF (gem. 17022KV5)
Kosten Gebäude BKP 2	46'966’000 CHF (gem. 17022KV5)
BKP 2/GF	2’771 CHF/m2
Erstellungskosten eBKP-H (B-W)	69'567'900 CHF (gem. 17022KV5)
Bauwerkskosten eBKP-H (C-G)	40'831'300 CHF (gem. 17022KV5)
Preisstand	28.8.2018 (gem. 17022KV5)

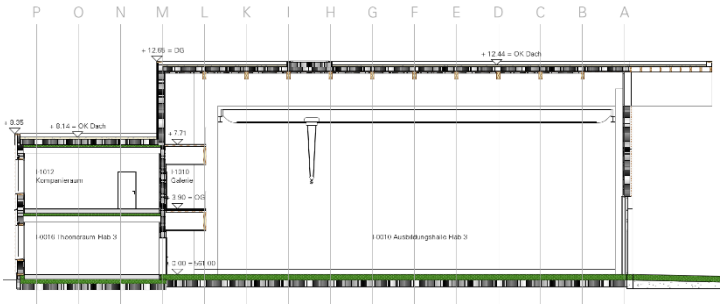
FORMQUOTIENTEN

Gebäudehüllzahl (A_{th}/ A_E)	1.59, 1.65, 1.74
Flächeneffizienz HNF/GF	12‘537 / 16‘946 = 0.74
Aussenwandfläche AWF/GF	(9304+2053) / 16'946 = 0.67
Dachfläche DAF/GF	11'631 / 16'946 = 0.69
Fensterfläche A_W/A_E	2645 / 15'266 = 0.17
GV/GF (Raumhöhe)	121'200 / 16'946 = 7.1m
GV/A_{th}	121‘200 / 16’000 = 4.76

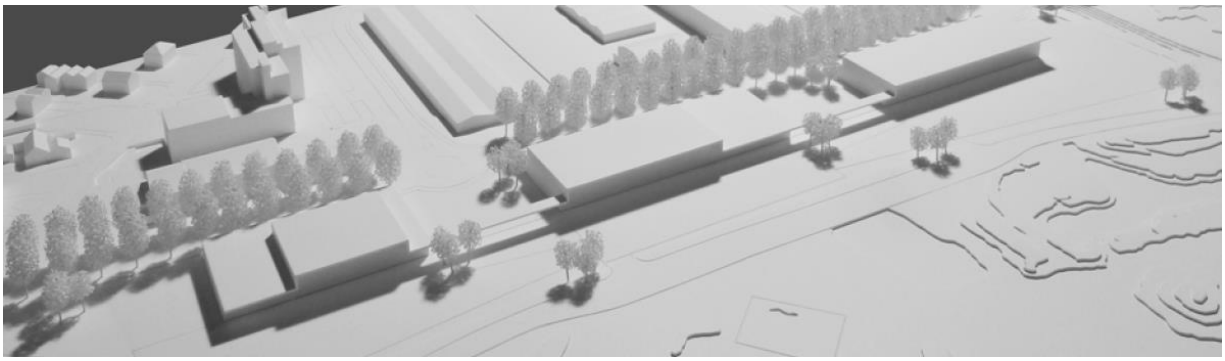
FLÄCHEN NACH SIA 416



ANSICHT ECKE OST GEBÄUDE 2



SCHNITT HAUS I



MODELLFOTO

ERGEBNISSE DER VIER TOOLS:

bearbeitet durch: Denis Kriegesmann, CSD Ingenieure AG Bern

QUALITATIVE TOOLS:

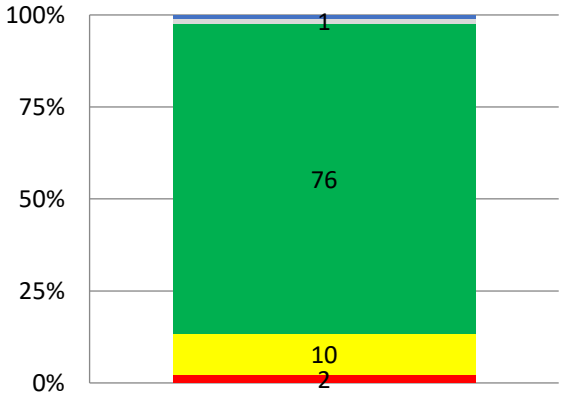
AGG TOOL **76 GRÜN, 10 GELB UND 2 ROT (1 N/A) - PROJEKTERGEBNIS 92%**

Teilweise erfüllte Kriterien (gelbe Ampel)

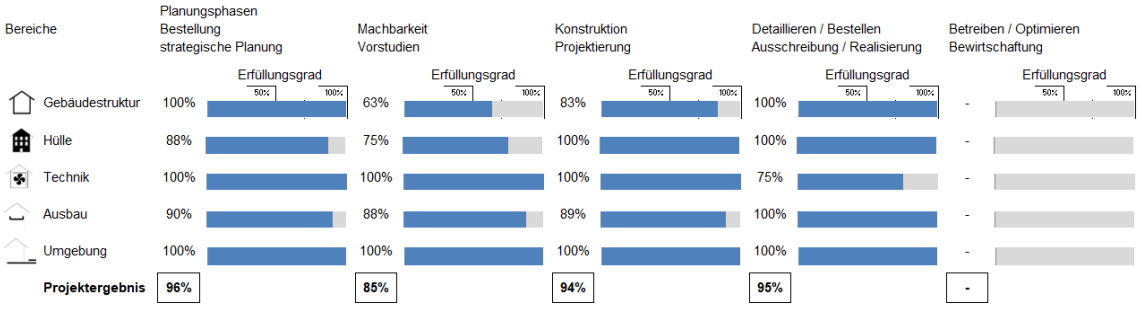
- Die Zugänglichkeit der Gebäudehülle ist nur teilweise einfach (116)
- LZK-Berechnung erst rückwirkend durchgeführt (118)
- Fassadenreinigung benötigt Hilfsmittel (210)
- Innenliegende Glasflächen vorhanden (213/316)
- Reinigungsaufwand Schmutzschleuse zu kurz (302)
- Dunkle Materialien für Tageslichtreflektion im Innenraum

Nicht erfüllte Kriterien (rote Ampel)

- Gebäudeform nicht kompakt Ath/AE (203)
- Reinigung und Wartung Leuchtmittel (407)



Graphische Auswertung der AGG-Kriterien

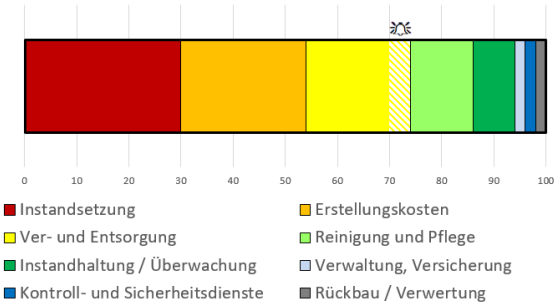


Graphische Auswertung der Planungsphasen nach SIA in Bezug zu den Bereichen nach AGG

SNBS TOOL **96 VON 100 PUNKTEN = 6**

Folgende Kriterien wurden nicht erfüllt:

- Es wurden keine alternativen Konzepte zur Wasserversor gung geprüft (3.4).



Kostenverteilung über den gesamten Lebenszyklus nach SNBS Tool (schraffierte Fläche = Verbesserungspotenzial)

QUANTITATIVE TOOLS:

IFMA TOOL **155 CHF/ m² GF UND JAHR**

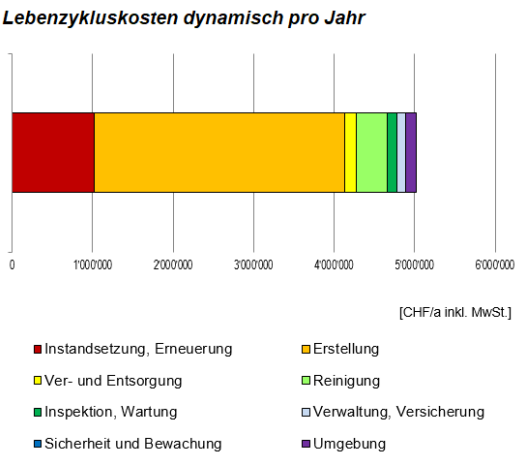
Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch, Betrachtungszeitraum 50 Jahre. Stufe Projektdefinition 163 CHF, Projektwettbewerb 178 CHF. Kosten Gemäss 17022 KV5 eBKP-H.

Ergebnis der statischen Betrachtung Projektstufe Vorprojekt (VP):

Kosten/Jahr	**2'713'000 CHF/a**
Kosten/m² GF und Jahr	**160 CHF/m² GF a**

Zuordnung	Kosten [CHF/m2a]	Anteil [%]
Realisierung	**66.9**	**42%**
Bauwerkskosten gemäss eBKP-H (C-G)	52.0	78%
Umgebung Gebäude gemäss eBKP-H (I)	7.0	10%
Planungskosten gemäss eBKP-H (V)	7.8	12%
Bewirtschaftung	**57.4**	**36%**
Verwaltung	5.3	9%
Betriebskosten	34.3	60%
Sicherheit und Bewachung	0.0	0%
Reinigung	19.7	57%
Unterhaltsreinigung	16.1	
Fenster- und Fassadenreinigung	3.5	
Umgebung	6.5	19%
Inspektion	1.4	4%
Wartung	4.4	13%
Wartung Bau	0.3	
Wartung Technik	4.1	
Ver- und Entsorgung	2.3	7%
Wasser/ Abwasser	0.0	
Wärme	1.1	
Strom	1.2	
Entsorgung	0.0	
Instandsetzung	17.7	31%
Erneuerung (nach Ablauf der Lebens-dauer)	**35.8**	**22%**
Summe	**160.1**	**100%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 53 CHF / m² GF UND JAHR**

Bei diesem Objekt wurden die Kostenkennwerte gemäss dem KV5 (in eBKP-H) verwendet. Betrachtungszeitraum 60 Jahre, Kalkulationszinssatz nominal 5.5%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/a	**53'940'644 CHF / 60a = 899'000 CHF/a**
Lebenszyklusbarwert TOTAL/m² GF a	**3'183 / 60a = 53 CHF/m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	11'243'400	28%	0.10	11'243	100	112'434
D Technik Gebäude	13'444'000	33%	1.35	181'349	35	362'300
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	4'736'600	12%	0.10	4'737	40	118'415
F Bedachung Gebäude	2'544'400	6%	0.10	2'544	35	72'697
G Ausbau Gebäude	8'862'900	22%	0.10	8'863	43	213'567
TOTAL (gerundet)	**40'831'300**	**100**	**0.32**	**208'736**	**51**	**879'413**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

ERKENNTNISSE DER BEWERTUNG:

- Die Grundlagen wurden mit grossem Zeitabstand abgegeben, was die Objektbewertung stark erschwert hat. Zuerst musste davon ausgegangen werden, dass viele Annahmen getroffen werden müssen und später konnte dann doch mit einem genauen KV und guten Plänen gearbeitet werden. Dies führte zu deutlich höherem Bearbeitungsaufwand.
- Bei drei Gebäuden, welche klar zusammengehören aber trotzdem Einzelgebäude sind, ist die Bewertung der LZK schwieriger, da einige Zahlen, Kennwerte und Kostenwerte für alle drei Gebäude gemeinsam vorhanden sind, andere jedoch nur pro Gebäude. Daher ist der Bearbeitungsaufwand deutlich höher als bei einem einzelnen Gebäude. Rückblickend wäre vermutlich die Bewertung nur eines Gebäudes einfacher und genauer gewesen. Dies war jedoch mit dem Baubeschrieb, welcher zuerst die einzige Grundlage war, nicht möglich.

STELLSCHRAUBEN:

- Vorschlag senkrechte Bifaciale PV Module = mehr Kompensationsflächen, keine Beeinträchtigung bei Schneefall, Leistungskurve passt besser zu Militärbetrieb
- Prüfen, ob Leuchtmittel in der Halle mechanisch heruntergelassen werden könnten
- Innenliegende Glasflächen vermeiden

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

OBJEKTBLATT NR.2 | KASERNE JASSBACH, ARMASUISSE

PROJEKTBESCHRIEB

Mit dem Neubau der Truppenunterkunft wird der Mehrbedarf von 200 Betten abgedeckt. Es ist ein zweigeschossiger, in den Hang geschobener Solitär. Das EG ist in Beton, das OG in Modulbauweise ausgeführt, um die Bauzeit zu verkürzen. Das Gebäude ist für eine Aufstockung ausgelegt. Die Technik besteht unter anderem aus Komfortlüftung und Holzschnitzel/Öl-Kessel. Die Umgebungsgestaltung besteht ausschliesslich aus einheimischen Pflanzen.

OBJEKTDATEN

Nutzung	Kaserne
Ort	Jassbach, Linden BE
Dauer	2016 - 2018
SIA Phase	6 Bewirtschaftung
Label	Minergie-P-ECO
Planung	L2A Architekten,Unterseen

KENNWERTE

Geschossfläche GF	3‘810 m2
Gebäudevolumen GV	15‘728 m3
Erstellungskosten BKP 1-9	CHF
Kosten Gebäude BKP 2	11'370'000 CHF
BKP 2/GF	CHF 2‘984 CHF/ m2
Erstellungskosten eBKP-H (B-W)	CHF
Bauwerkskosten eBKP-H (C-G)	CHF 10'774'000 CHF
Preisstand	17.10.19

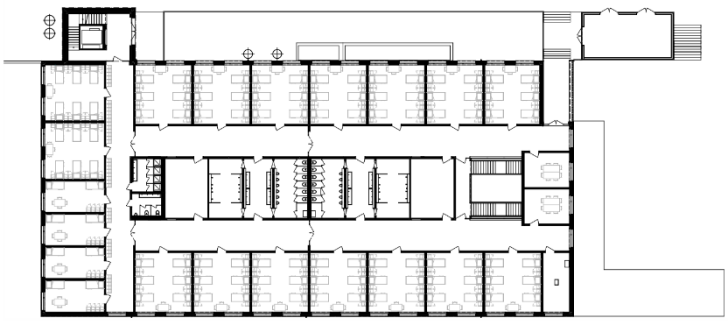
FORMQUOTIENTEN

Gebäudehüllzahl (A_{th}/ A_E)	1.3
Flächeneffizienz HNF/GF	2‘510 / 3‘810 = 0.66
Aussenwandfläche AWF/GF	816/3810 = 0.21
Dachfläche DAF/GF	1700/3810= 0.44
Fensterfläche A_W/A_E	-
GV/GF (Raumhöhe)	15’728/3810 = 4.13m
GV/A_{th}	121‘200 / 16’000 = 4.76

GEBÄUDEFOTO UNTEN

SCHNITT UND FASSADE

GEBÄUDEFOTO OBEN



GRUNDRISS

ERGEBNISSE DER VIER TOOLS:

bearbeitet durch: Denis Kriegesmann, CSD Ingenieure AG Bern

QUALITATIVE TOOLS:

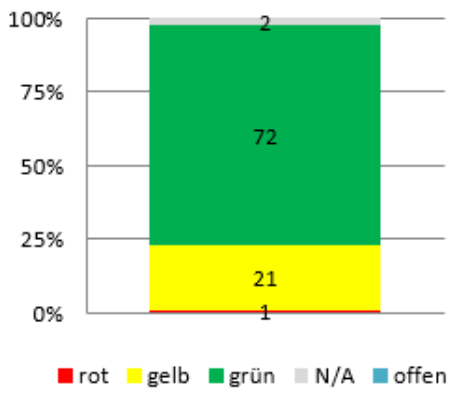
AGG TOOL **72 GRÜN, 21 GELB UND 1 ROT - PROJEKTERGEBNIS 89%**

Teilweise erfüllte Kriterien (gelbe Ampel)

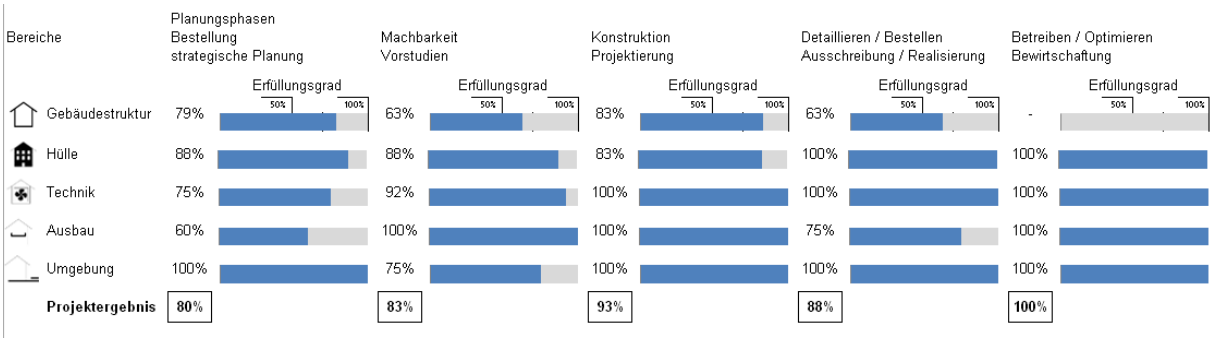
Es werden keine Anforderungen betreffend tiefen Lebenszyklus-kosten formuliert (wegen kurzer Bauzeit). Es gibt keine Anforderungen an das Nutzflächen- zu Geschossflächenverhältnis (NF/GF). Es wird ein Konzept zur Ver- und Entsorgung gefordert – dies ist zu umfangreich und macht keine Vorgaben. Die Fassade kann nicht ohne weitere Hilfsmittel gereinigt werden. Es gibt eine Schmutzschleuse von < 7m. Die Realisierung des Gebäudes ist einfach – extrem kurze Bauzeit. Die Montage von Materialien erfolgt vorwiegend über mechanische Befestigung.

Nicht erfüllte Kriterien (rote Ampel)

203. Aufgrund der **Gebäudeform** ist das **Verhältnis der Hüllzahl** Ath/Ae >1.0 (ca.1.3), was ein „wenig kompaktes Gebäude“ ergibt. -> Grösserer Wert auf die Kompaktheit des Gebäudes legen. Bereits im Wettbewerb vorgeben und bewerten. (Dies wird jedoch mit der geplanten Aufstockung besser)



Graphische Auswertung der AGG-Kriterien

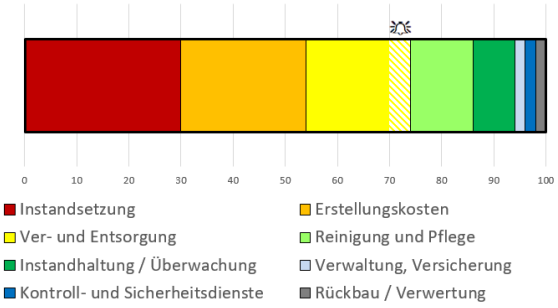


Graphische Auswertung der Planungsphasen nach SIA in Bezug zu den Bereichen nach AGG

SNBS TOOL **96 VON 100 PUNKTEN = 6**

Folgende Kriterien wurden nicht erfüllt:

- Es wurden keine alternativen Konzepte zur Wasserversorgung geprüft (3.4).



Kostenverteilung über den gesamten Lebenszyklus nach SNBS Tool (schraffierte Fläche = Verbesserungspotenzial)

QUANTITATIVE TOOLS:

IFMA TOOL **200 CHF/ m² GF UND JAHR**

Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch Betrachtungszeitraum 50 Jahre. Gemäss der Bauabrechnung (BKP) übertragen nach e-BKP-H. Da nur wenig Grundlagen vorhanden sind, wurden nur die Stufen PD und PW ausgefüllt (BKP war inkl. MWST, daher musste bei der Umrechnung die MWST abgezogen werden).

Ergebnis der statischen Betrachtung Projektstufe Projektwettbewerb (PW):

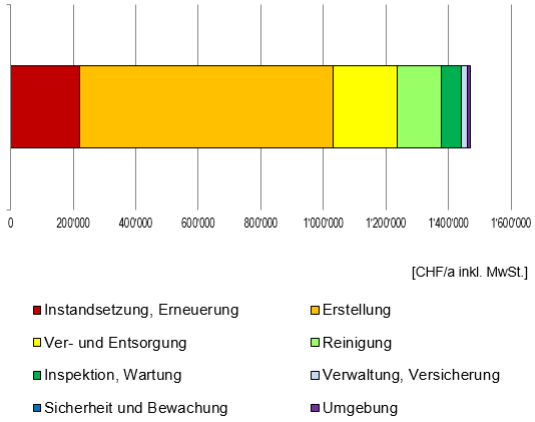
Kosten/ Jahr **770'000 CHF/a**

Kosten/ m² GF und Jahr **202 CHF/m² GF a**

Zuordnung	Kosten [CHF/m2a]	Anteil [%]
Realisierung	**77.2**	**38%**
Erstellungskosten gemäss eBKP-H (C-G)	56.56	73%
Umgebung Gebäude gemäss eBKP-H (I)	10.29	13%
Planungskosten gemäss eBKP-H (V)	10.40	13%
Bewirtschaftung	**77.43**	**38%**
Verwaltung	3.79	5%
Betriebskosten	63.74	82%
Sicherheit und Bewachung	-	0%
Reinigung	31.68	50%
Unterhaltsreinigung	30.55	
Fenster- und Fassadenreinigung	1.12	
Umgebung	2.16	3%
Inspektion	0.92	1%
Wartung	13.42	21%
Wartung Bau	8.13	
Wartung Technik	5.29	
Ver- und Entsorgung	15.57	24%
Wasser/ Abwasser	0.11	
Wärme	2.90	
Strom	10.30	
Entsorgung	2.26	
Instandsetzung	9.90	13%
	-	
Erneuerung (nach Ablauf der Lebens-dauer)	**47.46**	**23%**
Summe	**202**	**100%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

Lebenzykluskosten dynamisch pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 58 CHF/ m² GF UND JAHR**

Die CRB Methode wurde mit den Kostenkennwerten gemäss der Bauabrechnung (BKP) übertragen, nach e-BKP-H berechnet (gemäss dem angepassten Schlüssel CRB und Vergleichsobjekten, grob verteilt auf die Unterkategorien). Diese Übertragung hat eine gewisse Ungenauigkeit, da nicht alle BKP Stellen zu e-BKP-H zugeordnet werden können und durch den Übertrag von PDF zu Excel Fehler passieren können. Betrachtungszeitraum 60 Jahre, Kalkulationszinssatz nominal 5.5%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/a **13'259'000 CHF / 60a = 221'000 CHF/a**

Lebenszyklusbarwert TOTAL/m² GF a **3'480 / 60a = 58 CHF/m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	2'323'625	23%	0.10	2'324	100	23'236
D Technik Gebäude	3'527'776	35%	1.23	43'348	35	97'555
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	1'230'416	12%	0.10	1230	40	30'760
F Bedachung Gebäude	700'517	7%	0.10	701	35	20'015
G Ausbau Gebäude	2'190'646	22%	0.10	2191	43	50'748
TOTAL (gerundet)	**9'972'980**	**100**	**0.32**	**49'793**	**51**	**222'314**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

ERKENNTNISSE DER BEWERTUNG:

- Die rückwirkende Bearbeitung der LZK-Tools ist schwierig, da dadurch die Fragen nicht phasengerecht gestellt werden können, sondern als grosser Block viel Aufwand generieren.
- Das genaue Projektwissen vom PL muss für die LZK Bearbeitung (Ermittlung bis Steuerung) aktiv genutzt werden. Dafür von Seiten Bauherrschaft Zeit einplanen.
- Mit einer groben Umrechnung von BKP zu e-BKP H Kostenberechnung können die Methoden IFMA und CRB angewandt werden. Diese Umrechnung ist jedoch allgemein ungenau, da jedes Gebäude anders aufgebaut ist und bei Spezialbauten, ohne die Verteilung von ähnlichen Beispielprojekten, im Besonderen.

STELLSCHRAUBEN:

Was muss für zukünftige Projekte beachtet werden:

- Verhältnis der Hüllzahl sehr früh als Kriterium beachten.
- Anforderungen betreffend tiefen Lebenszykluskosten formulieren und in Phase 1 vorgeben.
- Schmutzschleuse von mindestens 7m einplanen.
- Konzept zu Ver- und Entsorgung erarbeiten, welches verschiedene Varianten vergleicht.

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

OBJEKTBLATT NR.3 | VOLKSSCHULE KLEEFELD, HOCHBAU STADT BERN

PROJEKTBESCHRIEB

Auf dem bestehenden Schulareal werden zwei Ersatzneubauten erstellt. Die Primarschule als viergeschossiges Gebäude mit Sockelgeschoss, die Basisstufe als zweigeschossiges Volumen. Die Gebäude werden als Massivbauten ausgeführt und mit Betonelementen verkleidet. Es werden Holzmetallfenster, Sichtbetonwände und nichttragende Leichtbauwände sowie Parkett und Hartbeton verbaut. Die Technik besteht unter anderem aus Komfortlüftung, Fernwärme und PV.

OBJEKTDATEN

Nutzung	Volksschule Primar- und Basisstufe
Standort	Mädergutstrasse 52-58, Bern
Erstellung	Oktober 2019 – Juli 2022
SIA Phase	52 Ausführung
Label	Minergie-P-Eco
Architekt	Kast Kaepelli Architekten

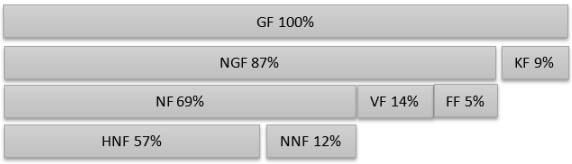
KENNWERTE

Geschossfläche GF	6‘689 m^2
Gebäudevolumen GV	26‘805 m^3
Erstellungskosten BKP 1-9	41'595'000 CHF
Kosten Gebäude BKP 2	22'420’000 CHF
BKP 2/GF	3’352 CHF
Erstellungskosten eBKP-H (B-W)	39'475'000 CHF ohne MWST
Bauwerkskosten eBKP-H (C-G)	19'099’000 CHF ohne MWST
Preisstand	27.08.2018

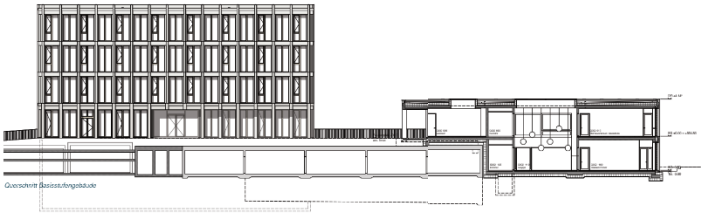
FORMQUOTIENTEN

Gebäudehüllzahl (A_{th}/ A_E)	8804 / 6114 = 1.44
Flächeneffizienz HNF/GF	3’781 / 6689 = 0.57
Aussenwandfläche AWF/GF	3'702 / 6689 = 0.55
Dachfläche DAF/GF	2'312 / 6689 = 0.35
Fensterfläche A_W/A_E	1752 / 6114 = 0.28
GV/GF (Raumhöhe)	26805 / 6689 = 4

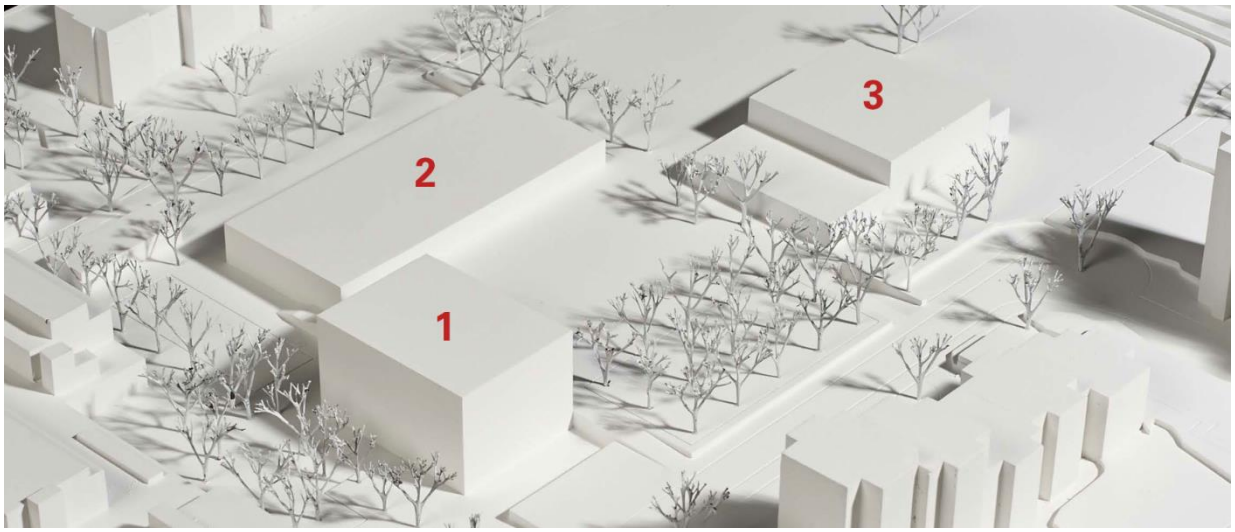
FLÄCHEN NACH SIA416



Visualisierung (© Nightnurse AG)



Schnitt B-B Hauptplatz



Modellfoto Sicht von Norden 1 Primarstufe, 2 Basisstufe und Tagesschule (3. Doppelturnhalle nicht beachtet)

ERGEBNIS DER VIER TOOLS:

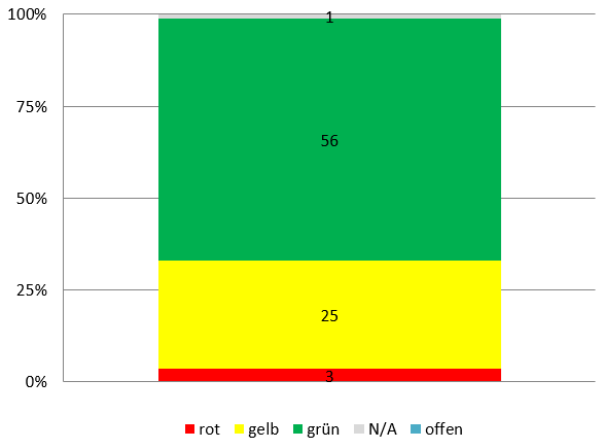
bearbeitet durch: Denis Kriegesmann CSD Ingenieure Bern

QUALITATIVE TOOLS:

AGG TOOL **56 GRÜN, 25 GELB UND 3 ROT - PROJEKTERGEBNIS Ø 81 %**

Teilweise erfüllte Kriterien (gelbe Ampel)

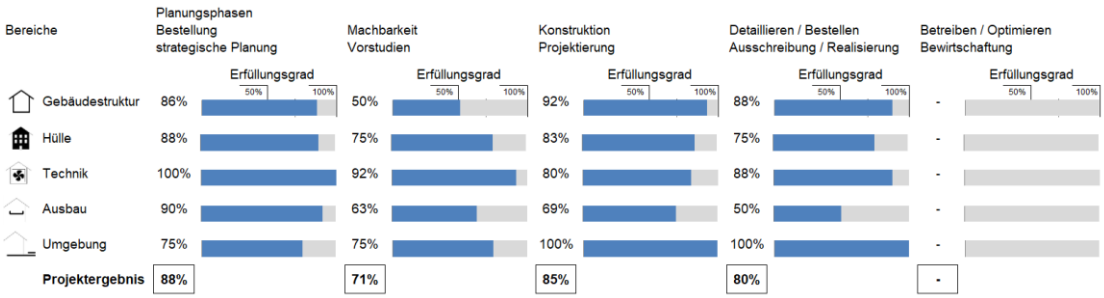
Anspruchsvolle Baugrube, Ausnutzung mit 10 - 20% Reserve, Es gibt nur teilweise Anforderungen, dass die Gebäudehülle (Fenster und Fassade) von aussen und von innen einfach zugänglich ist. Es gibt keine Harten Anforderungen an das Nutzflächen- zu Geschossflächenverhältnis (NF/GF). Die Umgebungsfläche weist Absätze und Niveauunterschiede auf und sie ist nicht zusammenhängend. Teilweise wenige Nischen und Vorsprünge, Zur Reinigung der Lampen grosse Leiter notwendig
Details: In der Phase 2 Machbarkeit/ Vorstudie ist eine Schwäche im Bereich Gebäudestruktur erkennbar. Der Bereich Ausbau weisst tiefe Erfüllungsgrade bei Ausschreibung und Realisierung auf.



Graphische Auswertung der AGG-Kriterien

Nicht erfüllte Kriterien (rote Ampel)

- Aufgrund der **Gebäudeform** der Basisstufe ist das **Verhältnis der Hüllzahl** Ath/Ae >1.0 (1.44) was ein „wenig kompaktes Gebäude“ ergibt. -> Grösserer Wert auf die Kompaktheit des Gebäudes legen. Bereits im Wettbewerb Vorgeben und bewerten. (203)
- Es gibt **verglaste Innenwände und Türen.** -> Soweit minimieren wie die Vorschriften und das Tageslicht es zulassen. Höhe der Gläser so wählen, dass sie weniger verschmutzt werden. (213 und 316)



Graphische Auswertung der Planungsphasen nach SIA in Bezug zu den Bereichen nach AGG

SNBS TOOL **76 VON 100 PUNKTEN**

= SNBS NOTE 4

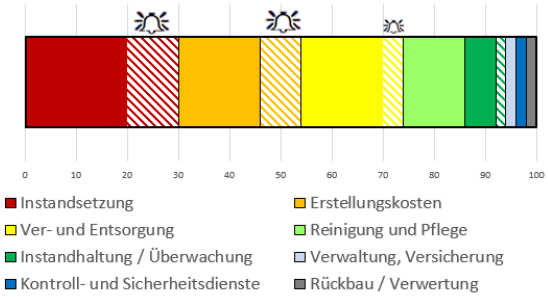
Folgende Kriterien wurden nicht erfüllt:

-Es wurde keine Instandsetzungsstrategie für die Neubauten entwickelt. (1.3)

-Die Kennwerte für die Erstellungskosten liegen im Bereich vergleichbarer Bauten aber nicht unter diesen. (2.2)

-Es wurden keine alternativen Konzepte zur Wasserversorgung geprüft. (3.4)

-Die Umgebung ist nicht unterhaltsarm gestaltet (mind. 40% naturnahe Flächen). (5.4)



Kostenverteilung über den gesamten Lebenszyklus nach SNBS Tool (schraffierte Fläche = Verbesserungspotenzial)

QUANTITATIVE TOOLS:

IFMA TOOL **261 CHF/M2 GF UND JAHR**

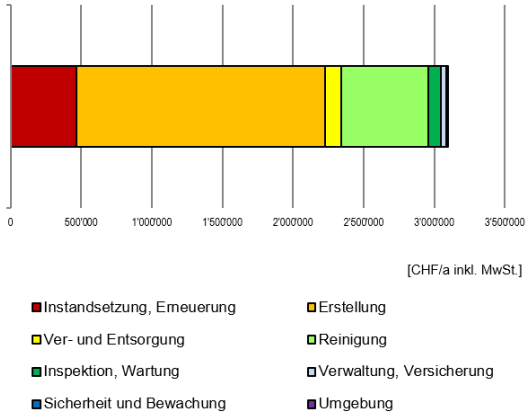
Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch Betrachtungszeitraum 50 Jahre. Gemäss dem KV mit eBKP-H und einer Verteilung auf die Untergruppen gemäss Vergleichsobjekten. (Kosten Fensterreinigung sehr hoch, weil viele innenliegende Glasflächen vorhanden sind. Im IFMA Tool sind dafür hohe Reinigungsintervalle hinterlegt)

Ergebnis Projektstufe Vorprojekt (VP)

Kosten/ Jahr mit MWST	**1‘746‘000 CHF**
Kosten/ m² GF und Jahr	**261 CHF**

Zuordnung	Kosten [CHF/m2a]	Anteil [%]
Realisierung	**95.7**	**37%**
Bauwerkskosten gemäss eBKP-H (C-G)	61.7	64%
Umgebung Gebäude gemäss eBKP-H (I)	13.0	14%
Planungskosten gemäss eBKP-H (V)	21.0	22%
Bewirtschaftung	**114.3**	**44%**
Verwaltung	**5.4**	**5%**
Betriebskosten	96.5	84%
Sicherheit und Bewachung	0.6	1%
Reinigung	77.5	80%
Unterhaltsreinigung	23.1	
Fenster- und Fassadenreinigung	54.4	
Umgebung	2.4	3%
Inspektion	1.4	1%
Wartung	9.5	10%
Wartung Bau	0.1	
Wartung Technik	9.4	
Ver- und Entsorgung	5.1	5%
Wasser/ Abwasser	0.5	
Wärme	2.3	
Strom	1.2	
Entsorgung	1.0	
Instandsetzung	12.3	11%
Erneuerung (nach Ablauf der Lebensdauer)	**51.1**	**20%**
Summe ohne MWST	**261.1**	**100%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 61 CHF/ M2 GF UND JAHR**

Bei diesem Objekt wurden die Kosten gemäss Kostenkennwerten aus KV Konsolidiert mit e BKP–H, gemäss den Vergleichsobjekten auf die Unterkategorien verteilt, eingetragen. Betrachtungszeitraum 60 Jahre, Kalkulationszinssatz nominal 5.5%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/ a	**24‘596‘000 CHF / 60a = 410’000 CHF/ a**
Lebenszyklusbarwert TOTAL/ m² GF a	**3'678 / 60a = 61 CHF/ m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	4'334'000	23%	0.10%	4'334	100	43'340
D Technik Gebäude	4'256'000	22%	1.23%	52'296	35	117'693
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	4'045'000	21%	0.10%	4'045	40	101'125
F Bedachung Gebäude	1'018'000	5%	0.10%	1'018	35	29'086
G Ausbau Gebäude	5'446'000	29%	0.10%	5'446	43	126'160
TOTAL (gerundet)	**19'099'000**	**100**	**0.33**	**67'139**	**51**	**417'404**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

ERKENNTNISSE DER BEWERTUNG:

- Mit dem Projektbeschrieb konnte sehr viel ausgefüllt werden.
- Die Sitzung mit dem PL war sehr effizient und es konnten viele Fragen so beantwortet werden. Das genaue Projektwissen vom PL muss für die LZK Bearbeitung (Ermittlung bis Steuerung) aktiv genutzt werden. Dafür von Seiten Bauherrschaft/ Projektleitung mehr Zeit einplanen.
- Die e-BKP H Kostenberechnung war nur auf der ersten Ebene vorhanden, daher wurden sie mit einem Schlüssel von Vergleichsobjekten weiter aufgeteilt.

- Die CRB Methode wurde mit drei verschiedenen Kostenverteilungen entsprechend den Datengrundlagen eingegeben. Die Ergebnisse weichen beim Lebenszyklusbarwert Total bei Kostenverteilung Variante 1 um +753‘000 CHF (3%) und bei V2 um -118‘000 CHF (0.5%) ab.

1. Mit den Kostenkennwerten gemäss dem KV nach BKP übertragen nach e-BKP- H gemäss dem angepassten Schlüssel CRB und Vergleichsobjekten, grob verteilt auf die Unterkategorien.
2. Mit den Kostenkennwerten aus KV konsolidiert mit e BKP –H, nicht auf die Unterkategorien verteilt.
3. Mit den Kostenkennwerten aus KV Konsolidiert mit e BKP –H, gemäss der Vergleichsobjekte auf die Unterkategorien verteilt. Dies ist die genauste Variante und wird daher als am Repräsentativsten angesehen.

- IFMA Methode: Bei Projektdefinition und Projektwettbewerb gab es Abweichungen im Bereich von +- 2 CHF/m2 und Jahr gegenüber dem detaillierteren Vorprojekt. Auf Stufe Projektwettbewerb und Vorprojekt wurden viele Annahmen getroffen, da eine exakte Beantwortung nicht möglich oder mit sehr hohem Aufwand verbunden war. Dies Beispielsweise bei Prozent Zugängliche Fassade, Möblierung Aussen, Anzahl Fenster, Türen, Storen etc. Energiebedarf und Wärmebedarf. Bei Gebäudeinformation mussten die Raumflächen den Nutzflächen gemäss SIA416 (z.B. Unterrichtsräume HNF 5.1) zugeordnet werden.

STELLSCHRAUBEN:

- Zugänglichkeit zu haustechnischen Installationen erhöhen, Austauschbarkeit Grossgeräte beachten.
- Umgebung unterhaltsarmer gestalten, wenn möglich mehr naturnahe Flächen, Boden Decker oder Wildblumenwiesen welche wenig Unterhalt benötigen. Vermutlich im Wiederspruch zu den Vorgaben «Aussenraum Schule». Optimum suchen zwischen Schulflächen und naturnahen Flächen.
- Instandsetzungsstrategie für die neu gebauten Gebäude entwickeln
- Grösseren Wert auf die Kompaktheit des Gebäudes legen. Bereits im Wettbewerb Vorgeben und bewerten.
- Verglaste Innenwände und Türen soweit minimieren wie die Vorschriften und das Tageslicht es zulassen. Höhe der Gläser so wählen, dass sie weniger verschmutzt werden.
- Es wird eine Energieerzeugung mit einem hohen Nutzungsgrad realisiert. Dies ist für die Neubauten mit grün bewertet. Die PV Anlage auf der Turnhalle weisst hingegen ein schlechtes Kosten-Nutzen Verhältnis auf. 0.5 Mio für die statische Ertüchtigung einer Turnhalle einzusetzen, damit eine PV-Anlage erstellt werden kann ist kein effizienter Mitteleinsatz. ->Lösung für leichtere PV Anlage suchen welche keine statische Ergänzung braucht oder dieses Geld in andere PV Anlagen investieren.

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

OBJEKTBLATT NR. 8 | LETZI (LETZIBACH D)

PROJEKTBESCHRIEB

Auf dem Areal Letzi (Letzibach D) in Zürich-Altstetten entsteht eine Überbauung mit rund 265 Wohnungen, einem Kindergarten und Gewerbenutzungen im Erdgeschoss. Die Stadt Zürich konnte das Grundstück im Februar 2014 von den SBB erwerben. Drei Bauträger planen auf dem Grundstück eine kommunale Wohnsiedlung (Liegenschaften Stadt Zürich), eine Siedlung der Stiftung Alterswohnungen der Stadt Zürich (SAW) sowie eine Überbauung der Stiftung Wohnungen für kinderreiche Familien (SWkF) zu realisieren.

Nutzungsarten nach DIN 277 (SIA d0165)	**1**	**4**	**5**

OBJEKTDATEN

Nutzung	Wohngebäude mit Gewerbefläche und Kindergarten
Standort	Hohlstrasse 442-452, 8048 Zürich
Bauzeit	2021-2025
SIA Phase	4
Label	Minergie-P-Eco
Architekt	Gut & Schoep Architekten GmbH

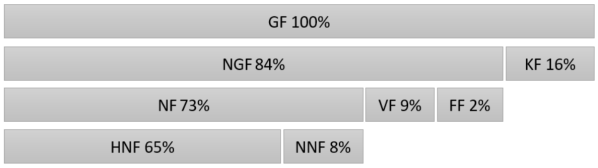
KENNWERTE

Geschossfläche GF	37'029 m^2
Gebäudevolumen GV	108'902 m^3
Erstellungskosten BKP 1-9	105'224'000 CHF
Kosten Gebäude BKP 2	79'497'000 CHF
BKP 2/GF	2'147 CHF/m^2
Erstellungskosten eBKP-H (B-W)	95'716'000 CHF
Bauwerkskosten eBKP-H (C-G)	59'243'000 CHF
Preisstand	21.05.2019

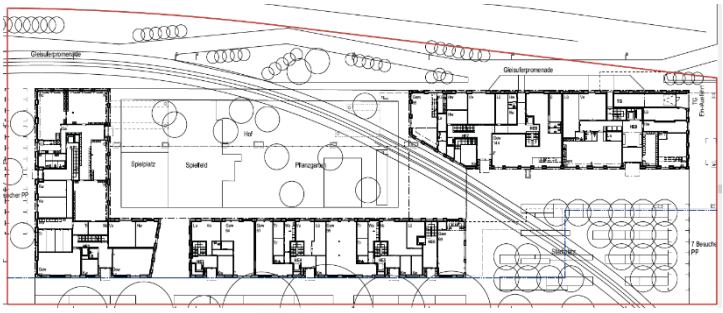
FORMQUOTIENTEN

Gebäudehüllzahl (A_{th}/ A_E)	0.75
Aussenwandfläche AWF/GF	0.29
Dachfläche DAF/GF	0.09
Fensterfläche A_W/A_E	0.19 nach SIA 380/1
GV/GF	2.94m Geschosshöhe
GV/A_{th}	4.76

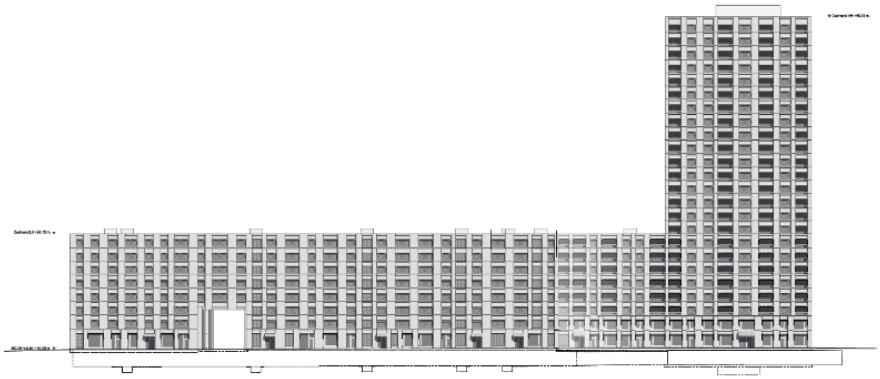
FLÄCHEN NACH SIA 416



Blick auf das Hochhaus Seite Hohlstrasse



Grundriss Erdgeschoss



Seitenansicht Seite Hohlstrasse

ERGEBNIS DER VIER TOOLS:

bearbeitet durch: Philipp Hamböck, Hochschule Luzern – Technik & Architektur

QUALITATIVE TOOLS:

AGG TOOL **78 GRÜN, 10 GELB UND 7 ROT (1 N/A) (PROJEKTERGEBNIS 88%)**

Erfüllte Kriterien (grüne Ampel)

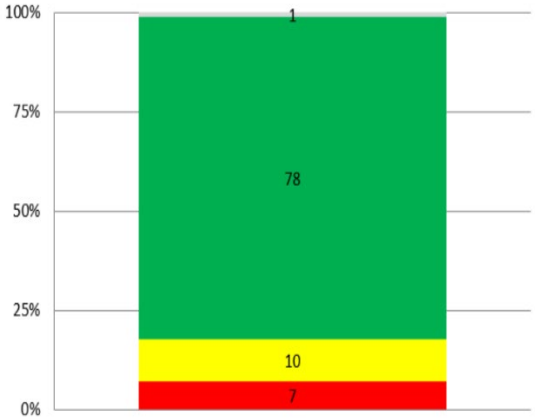
- Es gibt Anforderungen an das Nutzflächen- zu Geschossflächenverhältnis (NF/GF) (119), wobei die Flächeneffizienz eher mittelmässig ist (202).
- Die Umgebungsfläche weist keine Absätze und Niveauunterschiede auf und ist zusammenhängend (219)

Teilweise erfüllte Kriterien (gelbe Ampel)

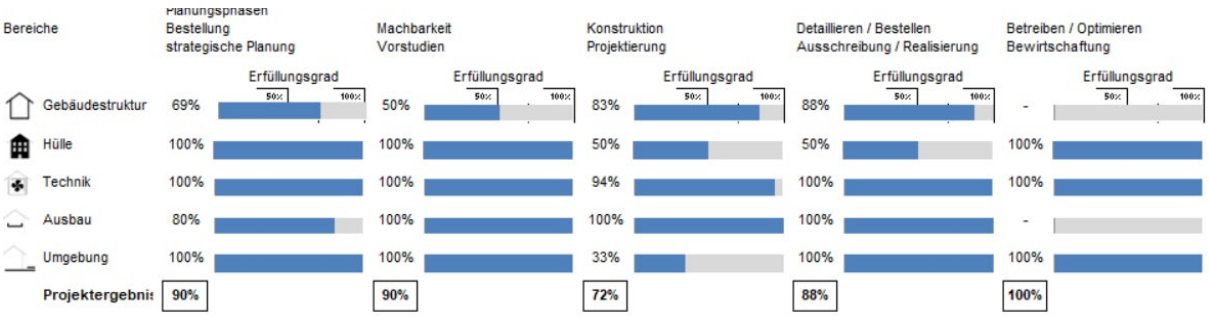
- Anspruchsvolle Baugrube (101)
- Ausnutzung 10% - 20% Reserve (105)
- Nasszonen und Küchen sind im Gebäude nur teilweise konzentriert angeordnet (308)

Nicht erfüllte Kriterien (rote Ampel)

- Ein grosser Teil der Umgebungsfläche ist versiegelt. Dies verhindert die lokale Versickerung (325/327), wobei die Grünflächen und Bepflanzen (326/414) unterhaltsarm sind.
- Im Gebäudekonzept wurde bewusst auf eine Flexibilität in den Innenräumen verzichtet (108/201)



Graphische Auswertung der AGG-Kriterien



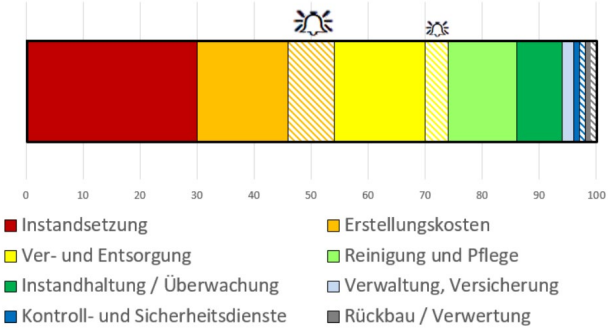
Graphische Auswertung der Planungsphasen nach SIA in Bezug zu den Bereichen nach AGG

SNBS TOOL **86 VON 100 PUNKTEN**

Folgende Kriterien wurden nicht erfüllt:

- Das Gebäude weist keine Anforderungen betreffend hoher Flexibilität bzw. Variabilität auf (2.3); *Kommentar Bauherr: Flexibilität führt eher zu höheren Erstellungskosten. Insbesondere wenn der Bedarf einer Nutzungsänderung innerhalb des Lebenszyklus nicht besteht.*
- Es wurden keine alternativen Konzepte zur Wasserversorgung geprüft (3.4); *Kommentar Bauherr: Nicht LCC-relevant, da über Nebenkosten verrechnet.*
- Die Konstruktion und Elemente aus Stahlbeton sind schwierig rückzubauen und in ihre Bestandteile zu zerlegen (8.1).

NOTE SNBS: 5 VON 6



Kostenverteilung über den gesamten Lebenszyklus nach SNBS Tool (schraffierte Fläche = Verbesserungspotenzial)

QUANTITAVTIVE TOOLS – SNBS KONFORM:

IFMA TOOL **209 CHF/ m² GF UND JAHR**

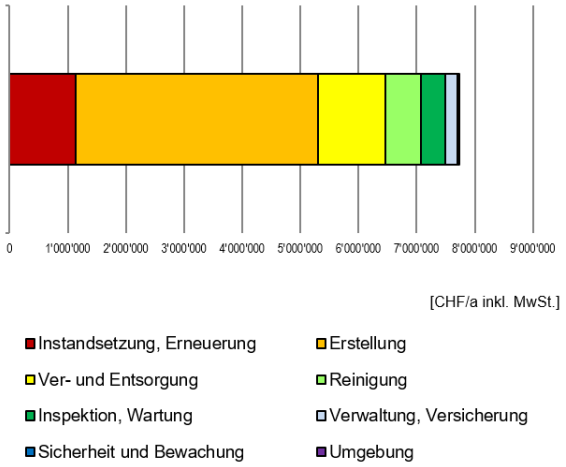
Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch, Betrachtungszeitraum 50 Jahre. Kalkulationszinssatz 5%. Preissteigerung Bau 1.6%, Preissteigerung Dienstleistungen 1%. Preissteigerung Versorgung 6%

Ergebnis der dynamischen Betrachtung Projektstufe Vorprojekt (VP):

Kosten/ Jahr	**7'741'353 CHF/ a**
Kosten/ m² GF und Jahr	**209 CHF/ m² GF a**

Zuordnung	Kosten [CHF/a]	Anteil [%]
Realisierung	**1'514'740**	**38%**
Bauwerkskosten gemäss eBKP-H (C-G)	1'184'860	78%
Planungskosten gemäss eBKP-H (I)	51'420	3%
Honorare gemäss eBKP-H (V)	278'460	18%
Bewirtschaftung	**1'564'125**	**39%**
Verwaltung	168'963	11%
Betriebskosten	1'251'681	80%
Sicherheit und Bewachung	5'400	0%
Reinigung	515'506	41%
Unterhaltsreinigung, mieterseitig HNF1	*404'588*	
Fenster- und Fassadenreinigung	*110'918*	
Umgebung	31'805	3%
Inspektion	46'044	4%
Wartung	316'645	25%
Wartung Bau	*25'015*	
Wartung Technik	*291'630*	
Ver- und Entsorgung	336'281	27%
Wasser/ Abwasser	*123'498*	
Wärme	*69'661*	
Strom	*111'466*	
Entsorgung	*31'655*	
Instandsetzung	143'481	9%
Erneuerung (nach Ablauf der Lebens-dauer)	**902'271**	**23%**
Summe	**3'981'136**	**100%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 33 CHF/ m² GF UND JAHR**

Bei diesem Objekt wurden, aufgrund der Datenverfügbarkeit, die Kostenwerte von EKG in eBKP-H (2012) umgerechnet und diese anhand der prozentualen Verteilung den Unterkategorien zugeordnet. Betrachtungszeitraum 60 Jahre, Kalkulationszinssatz, nominal [i] 5.5%. Kalkulationszinssatz, real 3.5%. Inflation 2%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/ a	**1'243'802 CHF/ a**
Lebenszyklusbarwert TOTAL/ m² GF a	**34 CHF/ m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	19'943'000	34	0.10	19'943	100	147'340
D Technik Gebäude	13'441'000	23	1.19	160'32	35	300'523
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	6'537'000	11	0.10	6'537	40	163'425
F Bedachung Gebäude	2'798'000	5	0.10	2'798	35	79'943
G Ausbau Gebäude	16'524'000	28	0.10	16'524	43	356'658
TOTAL (gerundet)	**59'243'000**	**100**	**0.32**	**206'134**	**51**	**1'047'889**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

QUANTITAVTIVE TOOLS – HSLU OPTIMIERT:

IFMA TOOL **187 CHF/ m² GF UND JAHR**

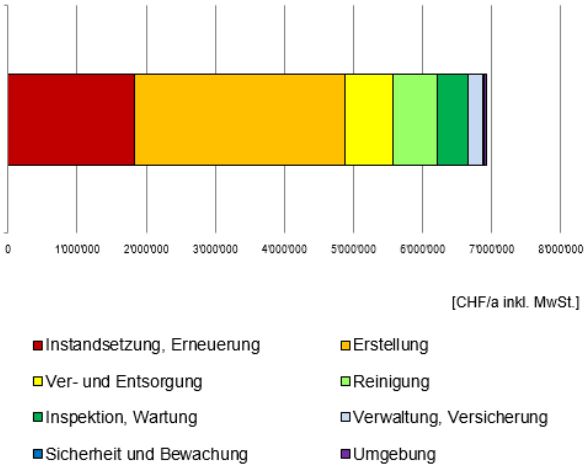
Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch, Betrachtungszeitraum 60 Jahre. Kalkulationszinssatz 3.5%. Preissteigerung Bau 2%, Preissteigerung Dienstleistungen 1%. Preissteigerung Versorgung 3%

Ergebnis der dynamischen Betrachtung Projektstufe Vorprojekt (VP):

Kosten/ Jahr	**6'921'318 CHF/ a**
Kosten/ m² GF und Jahr	**187 CHF/ m² GF a**

Zuordnung	Kosten [CHF/a]	Anteil [%]
Realisierung	**1'262'283**	**30%**
Bauwerkskosten gemäss eBKP-H (C-G)	987'383	78%
Planungskosten gemäss eBKP-H (I)	42'850	3%
Honorare gemäss eBKP-H (V)	232'050	18%
Bewirtschaftung	**1'564'125**	**39%**
Verwaltung	168'963	11%
Betriebskosten	1'251'681	80%
Sicherheit und Bewachung	5'400	0%
Reinigung	515'506	41%
Unterhaltsreinigung, mieterseitig HNF1	*404'588*	
Fenster- und Fassadenreinigung	*110'918*	
Umgebung	31'805	3%
Inspektion	46'044	4%
Wartung	316'645	25%
Wartung Bau	*25'015*	
Wartung Technik	*291'630*	
Ver- und Entsorgung	336'281	27%
Wasser/ Abwasser	*123'498*	
Wärme	*69'661*	
Strom	*111'466*	
Entsorgung	*31'655*	
Instandsetzung	143'481	9%
Erneuerung (nach Ablauf der Lebens-dauer)	**1'183'374**	**30%**
Summe	**4'009'783**	**100%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 36 CHF/ m² GF UND JAHR**

Bei diesem Objekt wurden, aufgrund der Datenverfügbarkeit, die Kostenwerte von EKG in eBKP-H (2012) umgerechnet und diese anhand der prozentualen Verteilung den Unterkategorien zugeordnet. Betrachtungszeitraum 60 Jahre, Kalkulationszinssatz, nominal [i] 3.5%. Kalkulationszinssatz, real 2.5%. Inflation 1%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/ a	**1'339'881 CHF/ a**
Lebenszyklusbarwert TOTAL/ m² GF a	**36 CHF/ m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	19'943'000	34	0.10	19'943	100	147'340
D Technik Gebäude	13'441'000	23	1.19	160'32	35	300'523
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	6'537'000	11	0.10	6'537	40	163'425
F Bedachung Gebäude	2'798'000	5	0.10	2'798	35	79'943
G Ausbau Gebäude	16'524'000	28	0.10	16'524	43	356'658
TOTAL (gerundet)	**59'243'000**	**100**	**0.32**	**206'134**	**51**	**1'047'889**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

OBJEKTBLATT NR. 9 | KRONENWIESE

PROJEKTBESCHRIEB

Die Wohnsiedlung Kronenwiese in Zürich-Unterstrass besteht aus einem Wohnungsmix von insgesamt 99 Wohnungen, Gewerberäumen, Kindergarten, Kinderhort, Kindertagesstätte und einem Gemeinschaftsraum. Die mäanderförmige Blockrandbebauung entlang der stark abfallenden Parzellengrenze lässt im Innenhof private und halböffentliche Aussenräume ineinanderfliessen. Die komplexe Bebauung entspricht dem strengen Energiestandard Minergie-A-ECO, entsprechend wurden nur Baumaterialien verwendet, deren Herstellung und Entsorgung in der Lebenszyklusbetrachtung wenig Schadstoffe freisetzen und wenig Energie verbrauchen. Auf eine Tiefgarage wurde aus ökonomischen und ökologischen Gründen verzichtet.

Nutzungsarten nach DIN 277 (SIA d0165)	**1**	**4**	**5**

OBJEKTDATEN

Nutzung	Wohngebäude mit Gewerbefläche und Kindergarten/Krippe
Standort	Kronenstrasse 70, 8006 Zürich
Bauzeit	2014-2016
SIA Phase	6
Label	Minergie-A-Eco
Architekt	Armon Semadeni Architekten GmbH

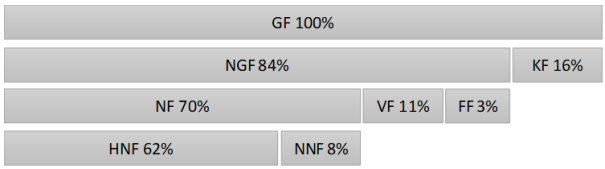
KENNWERTE

Geschossfläche GF	16’212 m^2
Gebäudevolumen GV	52'377 m^3
Erstellungskosten BKP 1-9	50'126'970 CHF
Kosten Gebäude BKP 2	41'600'310 CHF
BKP 2/GF	2'566 CHF/m^2
Erstellungskosten eBKP-H (B-W)	41’816’440 CHF
Bauwerkskosten eBKP-H (C-G)	28’132549 CHF
Preisstand	31.01.2020

FORMQUOTIENTEN

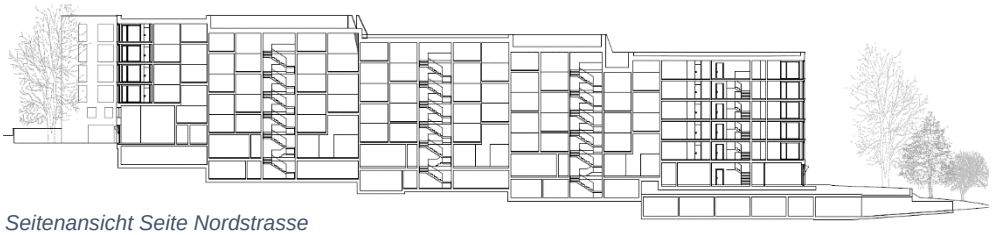
Gebäudehüllzahl (A_{th}/ A_E)	0.93
Aussenwandfläche AWF/GF	0.43
Dachfläche DAF/GF	0.21
Fensterfläche A_W/A_E	0.16 nach SIA 380/1
GV/GF	3.23 m Geschosshöhe
GV/A_{th}	3.40

FLÄCHEN NACH SIA 416



Blick auf den Innenhof

Grundriss Erdgeschoss



Seitenansicht Seite Nordstrasse

ERGEBNIS DER VIER TOOLS:

bearbeitet durch: Philipp Hamböck, Hochschule Luzern – Technik & Architektur

QUALITATIVE TOOLS:

AGG TOOL **74 GRÜN, 15 GELB UND 6 ROT (1 N/A) (PROJEKTERGEBNIS 89%)**

Erfüllte Kriterien (grüne Ampel)

- Die Bebauung wird mit einer Gebäudehüllzahl von 0.93 als Kompakt eingestuft (106)
- Die Gebäudefassade ist einfach zu reinigen (114)
- Es gibt Anforderungen an das Nutzflächen- zu Geschossflächenverhältnis (NF/GF) (119)

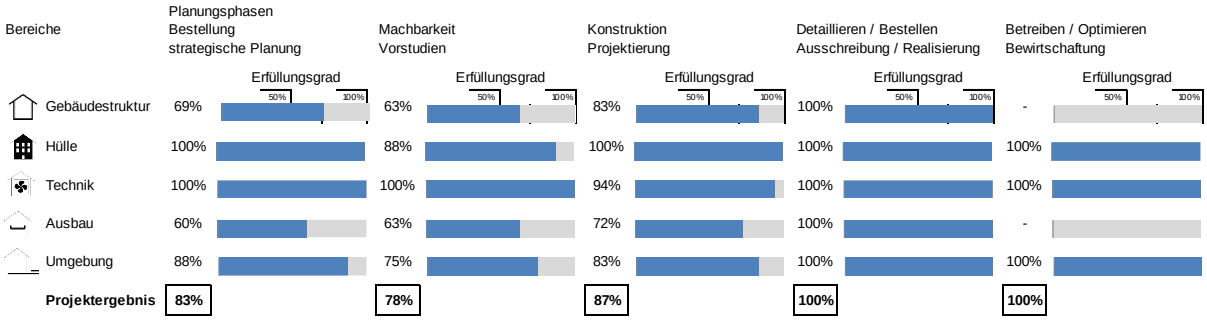
Teilweise erfüllte Kriterien (gelbe Ampel)

- Anspruchsvolle Baugrube, belasteter Boden ohne schädliche Einwirkungen, stark abfallendes Terrain (101/102)
- Anteil HNF zu GF eher gering (108)
- Aufgrund der Gebäudeform muss teilweise mit Eigenverschattung gerechnet werden (110)

Nicht erfüllte Kriterien (rote Ampel)

- Die Systemtrennung spielt keine grosse Rolle (120/121)
- Sanitärflächen sind eher grosszügig dimensioniert (216)
- Es gibt innenliegende Glasflächen (316)

Graphische Auswertung der AGG-Kriterien



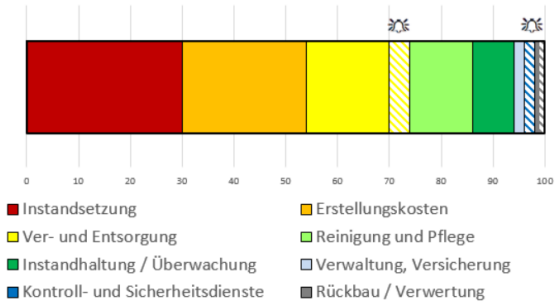
Graphische Auswertung der Planungsphasen nach SIA in Bezug zu den Bereichen nach AGG

SNBS TOOL **93 VON 100 PUNKTEN**

Folgende Kriterien wurden nicht erfüllt:

- Es wurden keine alternativen Konzepte zur Wasserversorgung geprüft (3.4).
- Die Gebäudestruktur und die Grundrisse sind eher komplex. Dies ermöglicht keine einfache Übersichtlichkeit (7.1).
- Es gibt keine technischen Überwachungssysteme (7.2).
- Der verbaute Stahlbeton erschwert den Rückbau (8.1).

NOTE SNBS: 6 VON 6



Kostenverteilung über den gesamten Lebenszyklus nach SNBS Tool (schraffierte Fläche = Verbesserungspotenzial)

QUANTITAVTIVE TOOLS – SNBS KONFORM:

IFMA TOOL **236 CHF/ m² GF UND JAHR**

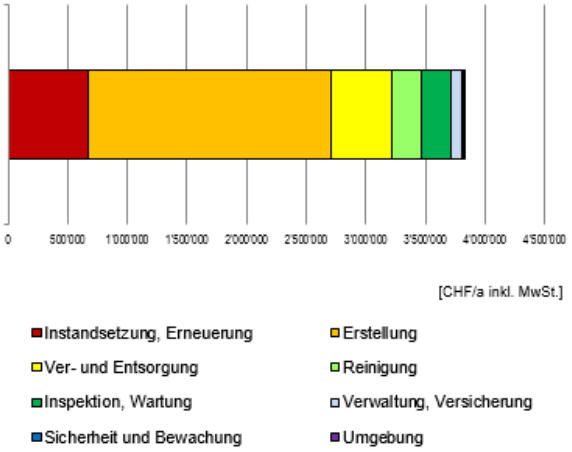
Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch, Betrachtungszeitraum 50 Jahre. Kalkulationszinssatz 5%. Preissteigerung Bau 1.6%, Preissteigerung Dienstleistungen 1%. Preissteigerung Versorgung 6%

Ergebnis der dynamischen Betrachtung Projektstufe Vorprojekt (VP):

Kosten/ Jahr	**3'837'917 CHF/ a**
Kosten/ m² GF und Jahr	**237 CHF/ m² GF a**

Zuordnung	Kosten [CHF/a]	Anteil [%]
Realisierung	**738'600**	**37%**
Bauwerkskosten gemäss eBKP-H (C-G)	562'651	76%
Planungskosten gemäss eBKP-H (I)	25'947	4%
Honorare gemäss eBKP-H (V)	150'002	20%
Bewirtschaftung	**789'444**	**39%**
Verwaltung	73'975	9%
Betriebskosten	592'213	75%
Sicherheit und Bewachung	3'600	1%
Reinigung	206'850	35%
Unterhaltsreinigung, mieterseitig HNF1	*151'910*	
Fenster- und Fassadenreinigung	*54'940*	
Umgebung	12'144	2%
Inspektion	21'110	4%
Wartung	195'965	33%
Wartung Bau	*13'673*	
Wartung Technik	*182'291*	
Ver- und Entsorgung	152'544	26%
Wasser/ Abwasser	*39'892*	
Wärme	*34'395*	
Strom	*67'227*	
Entsorgung	*11'030*	
Instandsetzung	123'256	16%
Erneuerung (nach Ablauf der Lebens-dauer)	**489'641**	**24%**
Summe	**2'017'686**	**100%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 37 CHF/ m² GF UND JAHR**

Betrachtungszeitraum 60 Jahre, Kalkulationszinssatz, nominal [i] 5.5%. Kalkulationszinssatz, real 3.5%. Inflation 2%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/ a	**603'802 CHF/ a**
Lebenszyklusbarwert TOTAL/ m² GF a	**37 CHF/ m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	8'366'000	30	0.10	8'366	100	50'651
D Technik Gebäude	8'207'000	29	1.39	114'079	41	197'286
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	3'856'500	14	0.10	3'857	37	48'110
F Bedachung Gebäude	724'000	3	0.10	724	35	20'679
G Ausbau Gebäude	6'979'000	25	0.10	6'979	43	155'728
TOTAL (gerundet)	**28'132'500**	**100**	**0.36**	**134'004**	**51**	**472'454**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

QUANTITAVTIVE TOOLS – HSLU OPTIMIERT:

IFMA TOOL **212 CHF/ m² GF UND JAHR**

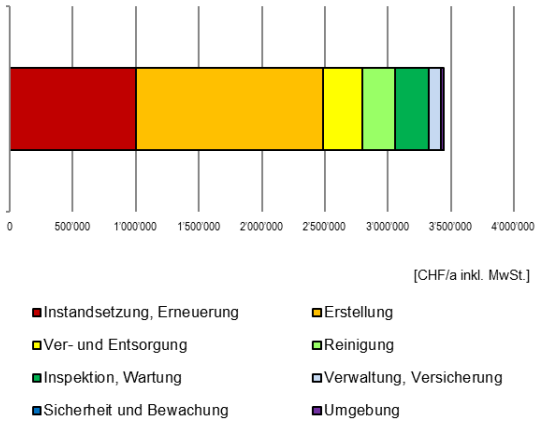
Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch, Betrachtungszeitraum 60 Jahre. Kalkulationszinssatz 3.5%. Preissteigerung Bau 2%, Preissteigerung Dienstleistungen 1%. Preissteigerung Versorgung 3%

Ergebnis der dynamischen Betrachtung Projektstufe Vorprojekt (VP):

Kosten/ Jahr	**3'439'582 CHF/ a**
Kosten/ m² GF und Jahr	**212 CHF/ m² GF a**

Zuordnung	Kosten [CHF/a]	Anteil [%]
Realisierung	**615'500**	**31%**
Bauwerkskosten gemäss eBKP-H (C-G)	468'876	76%
Planungskosten gemäss eBKP-H (I)	21'623	4%
Honorare gemäss eBKP-H (V)	125'002	20%
Bewirtschaftung	**789'444**	**40%**
Verwaltung	73'975	9%
Betriebskosten	592'213	75%
Sicherheit und Bewachung	3'600	1%
Reinigung	206'850	35%
Unterhaltsreinigung, mieterseitig HNF1	*151'910*	
Fenster- und Fassadenreinigung	*54'940*	
Umgebung	12'144	2%
Inspektion	21'110	4%
Wartung	195'965	33%
Wartung Bau	*13'673*	
Wartung Technik	*182'291*	
Ver- und Entsorgung	152'544	26%
Wasser/ Abwasser	*39'892*	
Wärme	*34'395*	
Strom	*67'227*	
Entsorgung	*11'030*	
Instandsetzung	123'256	16%
Erneuerung (nach Ablauf der Lebens-dauer)	**592'448**	**30%**
Summe	**1'997'392**	**100%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 40 CHF/ m² GF UND JAHR**

Betrachtungszeitraum 60 Jahre, Kalkulationszinssatz, nominal [i] 3.5%. Kalkulationszinssatz, real 2.5%. Inflation 1%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/ a	**653'728 CHF/ a**
Lebenszyklusbarwert TOTAL/ m² GF a	**40 CHF/ m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	8'366'000	30	0.10	8'366	100	50'651
D Technik Gebäude	8'207'000	29	1.39	114'079	41	197'286
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	3'856'500	14	0.10	3'857	37	48'110
F Bedachung Gebäude	724'000	3	0.10	724	35	20'679
G Ausbau Gebäude	6'979'000	25	0.10	6'979	43	155'728
TOTAL (gerundet)	**28'132'500**	**100**	**0.36**	**134'004**	**51**	**472'454**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

OBJEKTBLATT NR. 11 | NEUBAU REGIONALES PAKETZENTRUM, UNTERVAZ

PROJEKTBESCHRIEB

Neubau Paketzentrum in Untervaz. Ca. 20 Büroarbeitsplätze, insgesamt 100 Arbeitsplätze. Industriebau: Metall-Sandwichpaneele Fassade und Dach. Kein Untergeschoss. Photovoltaikanlage auf dem Hallendach.

OBJEKTDATEN

Nutzung	Produktion
Standort	7204 Untervaz
Erstellung	2020
SIA Phase	-
Label	-
Architekt	Ritter Schumacher AG

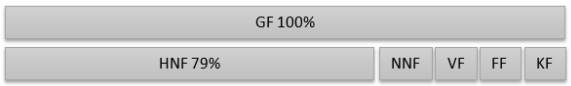
KENNWERTE

Geschossfläche GF	10'703 m^2
Gebäudevolumen GV	91'037 m^3
Erstellungskosten BKP 1-9	33'210'000 CHF
Kosten Gebäude BKP 2	20'300'000 CHF
BKP 2/GF	1'897 CHF/m2
Preisstand	13.08.2019

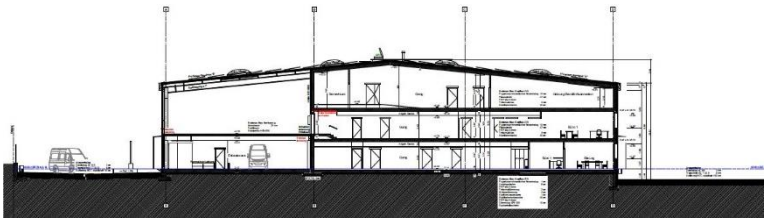
FORMQUOTIENTEN

Gebäudehüllzahl (A_{th}/ A_E)	1.2 (Grundlage unklar)
Flächeneffizienz HNF/GF	8'494 / 10'703 = 0.79
Aussenwandfläche AWF/GF	4'405m2 / 10'700 = 0.41
Dachfläche DAF/GF	8'180 / 10'700 = 0.76
Fensterfläche A_W/A_E	2%
GV/GF (Raumhöhe)	91'037 m^3 / 10'703 m^2 = 8.5m

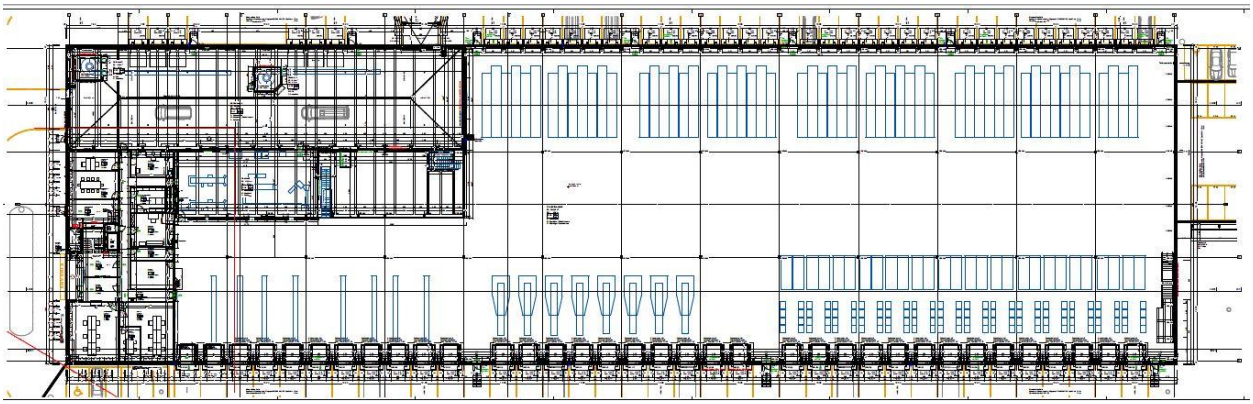
FLÄCHEN NACH SIA 416



Visualisierung



Schnitt



Grundriss

ERGEBNISSE DER VIER TOOLS:

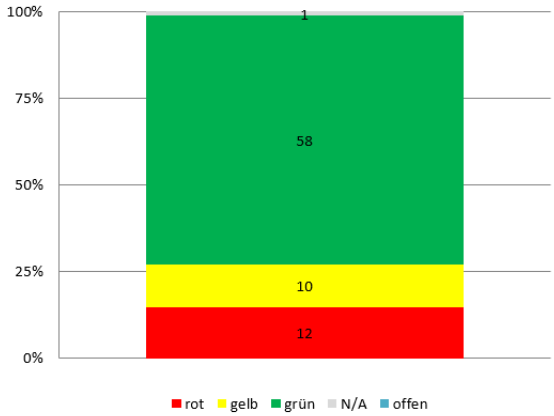
bearbeitet durch: Marcel Hari, CSD Ingenieure AG Bern. Die Bewertung wurde anhand der zur Verfügung gestellten Grundlagen erstellt. Die beiden qualitativen Tools vom AGG und vom SNBS wurden mit der Rückmeldung von Herr Caviezel ausgefüllt und ergänzt.

QUALITATIVE TOOLS:

AGG TOOL: **58 GRÜN, 10 GELB, 12 ROT - PROJEKTERGEBNIS 81 %**

Teilweise erfüllte Kriterien (gelbe Ampel)

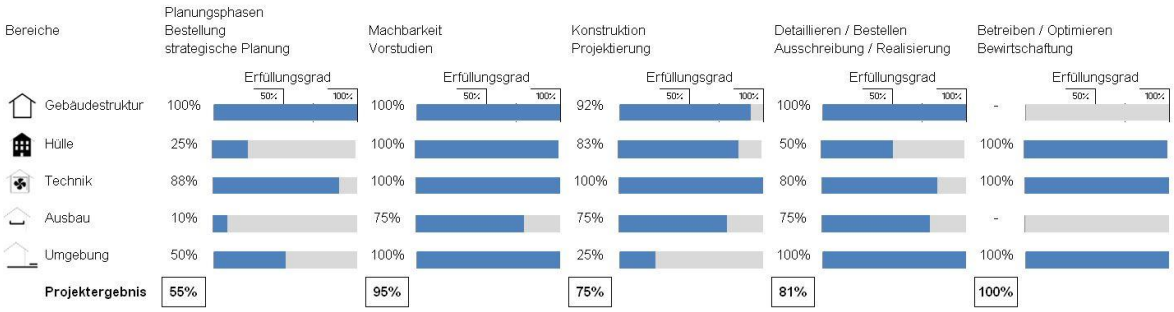
113: Technisierungsgrad ist nur teilweise aufs Nötigste reduziert.
124: Begleitung zur Thematik planungs- und baubegleitendes Facility Management nicht bekannt.
126: Kein Konzept zur Abfallbewirtschaftung vorhanden.
213: Es gibt innenliegende vertikale Glasflächen ab Boden.
301: Es gibt wenige Nischen und Vorsprünge, die eine effiziente Bodenreinigung erschweren.
313: Die Gebäudehülle benötigt einen geringen Unterhalt.
325: Sämtliche Flächen sind versiegelt und befahrbar.
411: Montage nicht nur mit mechanischen Befestigungen



Graphische Auswertung der AGG-Kriterien

Nicht erfüllte Kriterien (rote Ampel)

102: Hochwassergebiet, leicht belasteter Boden.
114: Keine Anforderungen zu einfacher Fassadenreinigung.
116: Keine Anforderungen zu einfacher Zugänglichkeit Fenster und Fassade.
117/118: Keine Anforderungen zu tiefen LZK/ Berechnung.
119: Keine Anforderungen NF zu GF
120: Keine Anforderungen betreffend Systemtrennung.
121: Die Systemtrennung hat eine tiefe Priorität im Projekt.
316: Es gibt verglaste Innenwände und Türen.
327: Die Umgebungsflächen erlauben keine Versickerung auf dem Grundstück.
407: Leuchtmittel in der Produktionshalle nur mit grösseren Hilfsmitteln erreichbar.

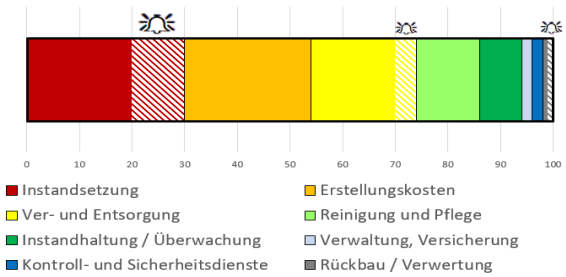


Graphische Auswertung der Planungsphasen nach SIA in Bezug zu den Bereichen nach AGG

SNBS TOOL **85 VON 100 PUNKTEN = 5**

Folgende Kriterien wurden nicht erfüllt:

1.3 Es wurde keine Instandsetzungsstrategie entwickelt.
3.4 Es wurden keine alternativen Konzepte zur Wasserversorgung geprüft.
8.1 Rückbaubarkeit wurde in der Planung nicht berücksichtigt.



Kostenverteilung über den gesamten Lebenszyklus nach SNBS Tool (schraffierte Fläche = Verbesserungspotenzial)

QUANTITATIVE TOOLS:

IFMA TOOL **233 CHF/ m² GF UND JAHR**

Bewertungsergebnis jährliche Kosten statisch, Betrachtungszeitraum 50 Jahre. Die IFMA Methode muss mit der Kostenzusammenstellung nach e-BKP-H ausgefüllt werden. Die Angaben aus der Kostenkontrolle nach BKP wurden in die Positionen auf e-BKP- H übertragen. Nicht eindeutig zugeordnete Positionen wurden nach Erfahrungswerten aufgeteilt. Bei Projektdefinition 2'775'000 CHF/a, 259 CHF/m2a, bei Projektwettbewerb (PW) 2'730'000 CHF/a, 255 CHF/m2a. Für die Einflussgrössen mussten teilweise Annahmen getroffen. Insbesondere im Vorprojekt zu den Wartungskosten Technik (Wärmeerzeugung und Lüftungsanlagen).

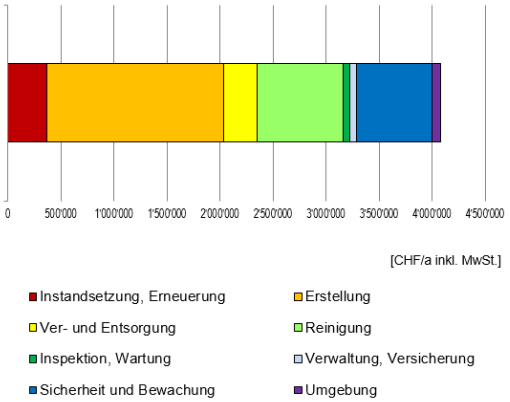
Ergebnis Projektstufe Vorprojekt (VP)

Kosten/Jahr	**2'491'000 CHF**
Kosten/m² GF und Jahr	**233 CHF**

Zuordnung	Kosten [CHF/m2a]	Anteil [%]
Realisierung	**56.5**	**24.3%**
Erstellungskosten gemäss eBKP-H (C-G)	40.1	71.0%
Umgebung Gebäude gemäss eBKP-H (I)	7.9	13.9%
Planungskosten gemäss eBKP-H (V)	8.5	15.0%
Bewirtschaftung	**149.4**	**64.2%**
Verwaltung	5.3	3.6%
Betriebskosten	139.4	93.3%
Sicherheit und Bewachung	56.1	40.2%
Reinigung	63.6	45.6%
Unterhaltsreinigung	*62.3*	
Fenster- und Fassadenreinigung	*1.3*	
Umgebung	6.3	4.5%
Inspektion	1.4	1.0%
Wartung	3.5	2.5%
Wartung Bau	*0.2*	
Wartung Technik	*3.3*	
Ver- und Entsorgung	8.7	6.3%
Wasser/ Abwasser	*0.0*	
Wärme	*0.0*	
Strom	*8.6*	
Entsorgung	*0.2*	
Instandsetzung	4.6	3.1%
Erneuerung (nach Ablauf der Lebensdauer)	**26.8**	**11.5%**
Summe	**232.8**	**100.0%**

Statische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

Lebenzykluskosten dynamisch pro Jahr



Dynamische Berechnung der Lebenszykluskosten pro Jahr

CRB TOOL **LZK BARWERT TOTAL 39 CHF/M2 GF UND JAHR**

Betrachtungszeitram 60 Jahre, Kalkulationszinssatz nominal 5.5%.

Ergebnis der dynamischen Betrachtung:

Lebenszyklusbarwert TOTAL/a	**25‘214‘000 CHF / 60a = 420’000 CHF/a**
Lebenszyklusbarwert TOTAL/m² GF a	**2‘356 CHF / 60a = 39 CHF/m² GF a**

	Baukosten [CHF]	Baukosten-verteilung [%]	Instand-haltungs-kennwert [%]	Instand-haltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	Instand-setzungs-kosten [CHF/Jahr]
C Konstruktion Gebäude	7'510'000	38%	0.10	7'510	100	75’100
D Technik Gebäude	6'616'000	33%	1.12	74'160	40	160’956
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	2'401'000	12%	0.10	2’401	40	60’025
F Bedachung Gebäude	1'012'000	5%	0.10	1’012	35	28’914
G Ausbau Gebäude	2'364'000	12%	0.10	2’364	43	55’364
TOTAL (gerundet)	**19'903’000**	**100**	**0.30**	**87'447**	**51**	**380'359**

Statische Ermittlung der Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten pro Jahr

STELLSCHRAUBEN:

Die Stellschrauben müssen auf zwei Ebenen betrachtet werden.
1. Was kann in diesem Projekt in der aktuellen Phase noch verbessert werden und
2. Was muss für zukünftige Projekte beachtet werden?

Verbesserungen für die jetzige Phase noch möglich:

- Aus dem AGG-Tool: Ein Konzept zur Abfallbewirtschaftung erstellen. Dies müsste man in Betracht ziehen.
- Aus dem SNBS-Tool: Eine Instandsetzungsstrategie fehlt und könnte noch erarbeitet werden.
- Aus dem IFMA- und SNBS-Tool: Direkt keine Verbesserungen ableitbar.

Für zukünftige Projekte beachten:

- Aus dem AGG-Tool: Bei der Standortevaluierung die Risiken und Gefahren berücksichtigen. In den Anforderungen an das Projekt die Reinigung, Zugänglichkeit Fenster / Fassaden und die Systemtrennung mehr berücksichtigen.
- Aus dem SNBS-Tool: Von Anfang an eine Instandsetzungsstrategie mitentwickeln. Das Thema der Rückbaubarkeit berücksichtigen.
- Aus dem IFMA- und SNBS-Tool: Zum Vergleich von Projektvarianten eine LZK-Berechnung miteinbeziehen.

B: Factsheets der Tools

AGG Tool

SNBS Hilfstool LZK

CRB-LCC Anwendungsbeispiel

IFMA Anwendungstool LZK

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

AGG TOOL[1] | FACTSHEET LEBENSZYKLUSKOSTEN

2

106	Gebäudeform / Kompaktheit		Auswahl:	ja
Phase	Forderung:	Die Gebäudeform kann kompakt erstellt werden.		
1			offen	in der aktuellen Projektphase noch offen	offen
2			N/A	nicht anwendbar	N/A
3			grün	ja	1
4/5			gelb	ja, mit leichten Einschränkungen	0
6			rot	nein	-1
Bereich	Hilfestellung:			
Gebäudestruktur				
	Bemerkungen vom Bearbeiter:			

BENÖTIGTE GRUNDLAGEN

- Sitzung mit Projektleiter (0.5h pro Phase)
- Baubeschrieb, Projektbeschrieb
- Pläne (Grundriss, Schnitt, Fassaden, Umgebung)
- Flächenauszug, Ath/AE, HNF/GF
- Verschiedene Konzepte und Nachweise sind von Vorteil (nicht zwingend)
- Energienachweis, Minergie-Nachweis
- Haustechnikkonzept
- Materialisierungskonzept

FACTS

- **Herausgeber:** AGG Amt für Grundstücke und Gebäude Kanton Bern
- **Zeitbedarf gesamt:** mittel
- **Aufbau:** Excel mit Reiterstruktur, „übersichtlich“, 97 Fragen verteilt auf 5 Phasen
- **Bewertungsart:** qualitativ
- **Ergebnisse:** Ampeln (Rot, Gelb, Grün), Erfüllungsgrad in %
- **Lizenzkosten / Gebühren:** Keine
- **Bearbeitung durch:** Kosten- oder Nachhaltigkeits-Planer, Projektleiter (kurze Einführung notwendig)

BESCHRIEB DER METHODIK

- Die Wahl der SIA-Phase wird für die Beurteilung primär getroffen, im besten Fall bereits ab Phase 1. Danach wird gewählt, ob es sich um einen Neubau oder um eine Sanierung handelt.
- Die Beurteilung kann entweder vom Projektleiter (Bauherr oder Planung) oder vom "Berater" vorausgefüllt und dann besprochen werden, direkt in der Besprechung ausgefüllt oder vom Projektleiter alleine durchgeführt werden. Es empfiehlt sich eine rasche Beantwortung der Fragen (Paretoprinzip).
- Die Beurteilung besteht aus Forderungen wie z.B. "Die Gebäudehülle kann kompakt erstellt werden", und jeweils einer Antwortmöglichkeit: "Ja = grün, mit Einschränkungen = gelb, nein = rot".
- Die Beurteilung erfolgt danach phasengerecht in jeder SIA-Phase mit neuen/detaillierteren Fragen.
- Gelbe und rote Ampeln (Bewertungen) müssen zwingend besprochen und möglichst optimiert werden.

1. Checkliste Lebenszykluskosten vom Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, Version: «LZK_Tool_v1.39_mitSchutz» vom 07.01.2019 2.Auszug vom Excel LZK AGG.

MEHRWERTE DURCH DIE ANWENDUNG

- Im Planungsteam und beim Auftraggeber werden detaillierte Fragen besprochen, welche eine Reduktion der LZK ermöglichen, ohne grossen Aufwand für die Erstellung von Nachweisen.
- Das Tool hilft, dass die richtigen Fragen gestellt werden. Hierdurch gehen weniger Fragen vergessen, welche für die LZK-relevant sind.
- Mit dem Tool können Stellschrauben zu LZK erkannt werden, wodurch das Projekt über die gesamte Lebensdauer günstiger wird.

STÄRKEN

- **Ziel:** Fordern und steuern – aktive Verbesserung
- **Einfachheit:** Durch die qualitative Bewertung können die relevanten Bereiche für tiefe LZK relativ schnell erkannt werden
- **Auswertung:** pro SIA-Phase möglich
- **Bereiche:** Gebäudestruktur, Hülle, Technik, Ausbau, Umgebung
- **Nutzungsneutral:** Viele Nutzungsarten können bewertet und verbessert werden, unterschiedliche Fragen für Neubau und Sanierung

SCHWÄCHEN

- **Grobe Bewertung:** Drei Antwortmöglichkeiten sind für gewisse Bereiche sehr unscharf
- **AGG spezifisch:** Aufteilung der Fragen nach Spezialist und einige Formulierungen nur AGG-intern verständlich (Kanton Bern)
- **Wiederholung:** Wenn alle Phasen gleichzeitig ausgefüllt werden, wiederholen sich die Fragen
- **Keine Kennzahlen:** wie z.B. Kosten/Fläche
- **Nicht Nutzungsspezifisch:** Fragen passen nicht zu allen Nutzungen gleich gut

FAZIT ZUM TOOL

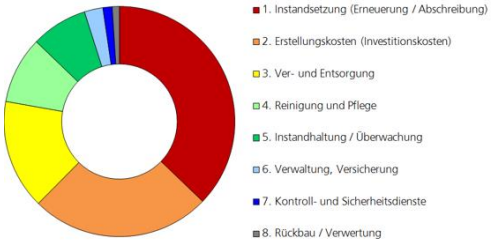
- Ziel ist es, die LZK bei Neu- und Umbauprojekten zu reduzieren.
- Die Logik mit einer Forderung, dazu einer Antwort und dem Resultat als Ampel ist einfach und ein gutes Hilfsmittel zur Beurteilung.
- Für Neu- und Umbau nutzbar, nutzungsneutral aufgebaut, phasengerechte Bewertung möglich.
- Die Planenden müssen sich die Zeit nehmen, die Fragen zu beantworten und Schwachstellen (Gelb und Rot) zu diskutieren und zu optimieren. Dieser Aufwand scheint vertretbar.
- Es braucht von allen Beteiligten eine offene Haltung und die Motivation Stellschrauben zu finden und das Projekt zu optimieren.

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

SNBS HILFSTOOL LZK[1] | FACTSHEET LEBENSZYKLUSKOSTEN

2



1. Instandsetzung (Erneuerung / Abschreibung / Rückstellungen)

1.1 Systemtrennung

Werden Bauteile mit unterschiedlichen Lebensdauern untrennbar miteinander verbunden, muss bei einer Erneuerung des kurzlebigeren Bauteils das langlebigere Bauteil ebenfalls erneuert werden. Die Abschreibung des Restwerts treibt die Lebenszykluskosten unnötig in die Höhe. So sollten Installationsleitungen gut zugänglich in Schächten und Kanälen geführt werden anstatt z.B. in Beton eingelegt zu werden.

Wenn Sie die Messgrössen 1 bis 3 des Indikators 202.1 «Bauweise und Bauteile » erfüllt haben, sind auch die Anforderungen betreffend Systemtrennung erfüllt.

• Sind Bauteilgruppen unterschiedlicher Lebensdauer voneinander getrennt?

BENÖTIGTE GRUNDLAGEN

- Sitzung mit Projektleiter (1-2h)
- Baubeschrieb, Projektbeschrieb
- Pläne (Grundriss, Schnitt, Fassaden, Umgebung)
- Kostenprognose (eBKP-H C-G oder BKP2)
- Flächenauszug m^2 GF oder m^3 GV, HNF
- Benchmarks CHF/m^2 vergleichbarer Bauten
- Verschiedene Konzepte und Nachweise sind von Vorteil (nicht zwingend). Angaben des PL reichen aus
- Material-, Umgebungs-, Haustechnikkonzept

FACTS

- **Herausgeber**: Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz (für Indikator 201.1)
- **Zeitbedarf gesamt:** Tief (mittel, sofern Bewertung für eine SNBS-Zertifizierung)
- **Aufbau:** Excel mit 8 Kostengruppen, 24 Fragen
- **Bewertungsart:** Qualitativ (teilweise quantitativ, sofern über SNBS beantwortet)
- **Ergebnisse:** Erfüllungsgrad in %, Note 1-6
- **Lizenzkosten / Gebühren:** Keine
- **Bearbeitung durch:** Nachhaltigkeits-Planer, (PL wenn ohne SNBS Zertifizierung)

BESCHRIEB DER METHODIK

- Im Excel kann direkt mit der Beurteilung begonnen werden. Die Beurteilung kann entweder vom Projektleiter (Bauherr oder Planung) oder vom "Berater" vorausgefüllt und dann besprochen werden, direkt in der Besprechung ausgefüllt oder vom Projektleiter alleine durchgeführt werden.
- Die Beurteilung besteht aus einem Beschrieb und einer Frage, z.B. «Sind Bauteile unterschiedlicher Lebensdauer getrennt?», dies kann mit Ja = volle Punktzahl, oder Nein = 0 Punkte beurteilt werden.
- In frühen Planungsphasen bieten sich die grössten Möglichkeiten einer Kostenbeeinflussung durch Entscheidungen betr. Leistungsstandards, geometrischer Grösse, Konstruktionsart und Materialwahl.
- Kriterien, die durch die Art und Weise des Betriebs beeinflusst werden, wurden nicht berücksichtig. Die Gewichtung der Kriterien richtet sich nach dem Anteil der Kostengruppe an den gesamten LZK.
- Während oder nach der Beurteilung wird eine Diskussion über mögliche Verbesserungen empfohlen.

1.Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz qualitative Bewertung der LZK (für Objekte <5000m2 GF) für den Indikator 201.1 2.Auszug vom Excel SNBS VERSION 2.0, Stand 08/2016 und Korrekturblatt Detailbeschrieb zu Indikator 201.1

MEHRWERTE DURCH DIE ANWENDUNG

- Im Planungsteam und beim Auftraggeber werden konzeptionelle Fragen besprochen, welche eine Reduktion der LZK ermöglichen, ohne grossen Aufwand für die Erstellung von Nachweisen.
- Das Tool hilft, dass die richtigen Fragen gestellt werden. Als Checkliste gehen so weniger LZK relevante Fragen vergessen.
- Mit dem Tool können Stellschrauben zu LZK erkannt werden, wodurch das Projekt über die gesamte Lebensdauer günstiger wird.

STÄRKEN

- **Massnahmen:** Es sollen Massnahmen getroffen werden, um die LZK zu optimieren (nicht nur bewerten, sondern optimieren)
- **Verknüpft mit SNBS:** Wenn der SNBS ausgefüllt wurde, können verschiedene Indikatoren übernommen werden
- **Einfachheit:** Durch die qualitative Bewertung können die relevanten Bereiche für tiefe LZK relativ schnell erkannt werden
- **Nutzungsneutral:** Viele Nutzungsarten können bewertet und verbessert werden

SCHWÄCHEN

- **Oberflächlich:** Die Fragen sind zum Teil sehr offen formuliert und es ist schwierig zu entschieden, ob diese erfüllt sind oder nicht
- **Verknüpft mit SNBS:** Ohne SNBS-Beurteilung (Beschrieb) können nicht alle Fragen einfach und gut beantwortet werden
- **Grobe Bewertung:** Nur «erfüllt» oder «nicht erfüllt» möglich
- **Wertung:** Einstufung des Ergebnisses nur mit Kriterienbeschrieb SNBS möglich (Note)
- **Keine Kennzahlen:** Wie z.B. Kosten/Fläche
- **Nicht nutzungsspezifisch**: Fragen passen nicht zu allen Nutzungen gleich gut

FAZIT ZUM TOOL

- Einfache Überprüfung, ob Massnahmen getroffen wurden, um die LZK zu optimieren.
- Der Aufbau mit 8 Kostengruppen und 24 Fragen (inkl. kurzer Erklärung) ist leicht verständlich.
- Für Neu- und Umbau nutzbar, nutzungsneutral aufgebaut.
- Es werden konkrete Massnahmen aufgezeigt, welche die LZK senken.
- Die Planenden müssen sich die Zeit nehmen, die Fragen zu beantworten und anschliessend auch die Schwachstellen (Fragen ohne Punkte) zu diskutieren und zu optimieren. Dieser Aufwand scheint vertretbar.
- Es braucht von allen Beteiligten eine offene Haltung und die Motivation Stellschrauben zu finden und das Projekt zu optimieren.

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

CRB-LCC ANWENDUNGSBEISPIEL[1] | FACTSHEET LEBENSZYKLUSKOSTEN

2

Betrachtungsperiode	60	Festlegung (in Anlehnung an SN 506 480)
Kosten am Ende des Lebenszyklus	nicht berücksichtigt	Festlegung (in Anlehnung an ISO 15686-5)
Geschossfläche	5'817 m² GF	siehe Bauwerkskostenermittlung
Kalkulationszinssatz, real [r]	3.5%	Festlegung (in Anlehnung an SN 506 480)
Inflation [e]	2.0%	Festlegung (in Anlehnung an SN 506 480)
Kalkulationszinssatz, nominal [i]	5.5%	Summe aus nominalem Kalkulationszinssatz und Inflation (in Anlehnung an SN 506 480)
Annuitätenfaktor [an]	5.7%	

Kostengruppen nach eBKP-H	Bauwerks-kosten [CHF]	Instandhaltungs-kennwert [%]	Instandhaltungs-kosten [CHF/Jahr]	Nutzungs-dauer [Jahr]	periodische Auszahlungen je Jahr [k] (einschliesslich Inflation, nominale Beträge)																				
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
C Konstruktion Gebäude	**4'661'992**		**4'662**		**4'661'992**	**4'755**	**4'850**	**4'947**	**5'046**	**5'147**	**5'250**	**5'355**	**5'462**	**5'572**	**5'683**	**5'797**	**5'913**	**6'031**	**6'151**	**6'274**	**6'400**	**6'528**	**6'658**	**6'792**
C1 Bodenplatte, Fundament	630'315	0.10%	630	100	630'315	643	656	669	682	696	710	724	739	753	768	784	799	815	832	848	865	883	900	918
C2 Wandkonstruktion	1'177'397	0.10%	1'177	100	1'177'397	1'201	1'225	1'249	1'274	1'300	1'326	1'352	1'380	1'407	1'435	1'464	1'493	1'523	1'554	1'585	1'616	1'649	1'682	1'715
C3 Stützenkonstruktion	415'118	0.10%	415	100	415'118	423	432	441	449	458	467	477	486	496	506	516	526	537	548	559	570	581	593	605
C4 Deckenkonstruktion, Dachkonstruktion	2'235'496	0.10%	2'235	100	2'235'496	2'280	2'326	2'372	2'420	2'468	2'518	2'568	2'619	2'672	2'725	2'780	2'835	2'892	2'950	3'009	3'069	3'130	3'193	3'257
C5 Ergänzende Leistung zu Konstruktion	203'667	0.10%	204	100	203'667	208	212	216	220	225	229	234	239	243	248	253	258	263	269	274	280	285	291	297
D Technik Gebäude	**3'067'556**	**1,35%**	**41'419**	**42**	1'271'786	42'247	43'092	43'954	44'833	45'730	46'645	47'577	48'529	49'500	50'490	51'499	52'529	53'580	54'651	55'745	56'859	57'997	59'157	60'340
E Äussere Wandbekleidung Gebäude	**3'157'174**		**3'157**		**3'157'174**	**3'220**	**3'285**	**3'350**	**3'417**	**3'486**	**3'555**	**3'627**	**3'699**	**3'773**	**3'849**	**3'926**	**4'004**	**4'084**	**4'166**	**4'249**	**4'334**	**4'421**	**4'509**	**4'599**
F Bedachung Gebäude	**688'288**		**688**		**688'288**	**702**	**716**	**730**	**745**	**760**	**775**	**791**	**806**	**823**	**839**	**856**	**873**	**890**	**908**	**926**	**945**	**964**	**983**	**1'003**
G Ausbau Gebäude	**2'975'193**		**2'975**		**2'975'193**	**3'035**	**3'095**	**3'157**	**3'220**	**3'285**	**3'351**	**3'418**	**3'486**	**3'556**	**3'627**	**3'699**	**3'773**	**3'849**	**3'926**	**4'004**	**4'084**	**4'166**	**4'249**	**4'334**
TOTAL (gerundet)	14'550'202	**0.36%**	**52'381**	**51**		53'428	54'497	55'587	56'699	57'833	58'989	60'169	61'372	62'600	63'852	65'129	66'431	67'760	69'115	70'498	71'908	73'346	74'813	76'309
Lebenszyklusbarwerte je Periode (zum Zeitpunkt 0)																								

Lebenszyklusbarwert TOTAL (zum Zeitpunkt 0, gerundet)	**18'356'000**
Lebenszyklusbarwert TOTAL (zum Zeitpunkt 0, gerundet)/m² GF	**3'200**

BENÖTIGTE GRUNDLAGEN

- **Kostenkennzahlen nach eBKP-H**

  C bis G auf Ebene «Elementgruppe», z.B. «C1 Bodenplatte, Fundament»
- Geschossfläche m²
- Kalkulationszinssatz / Inflation sind variabel
- Instandhaltungskennwerte (in %) und Nutzungsdauern (Jahre) sind hinterlegt bzw. können anhand des LCC Handbuchs definiert werden.

FACTS

- **Herausgeber:** Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung CRB
- **Zeitbedarf gesamt:** Tief (Excel ausfüllen), mittel/gross bei Studium und Anwendung des LCC-Leitfadens und LCC-Handbuchs
- **Aufbau:** Dreiteilige LCC-Publikation als Grundlage, kein «offizielles» Excel-Tool
- **Bewertungsart:** Quantitativ
- **Ergebnis:** Lebenszyklusbarwert CHF/m²a
- **Lizenzkosten / Gebühren:** 274 CHF
- **Bearbeitung durch:** Baukostenplaner

BESCHRIEB DER METHODIK

- Die dreiteilige LCC-Publikation ist für das Grundverständnis sehr gut aufbereitet und dient auch der Vertiefung. Anhand eines Beispielobjektes wird die Unterhaltsplanung auf Bauteil- und Objektebene vorgestellt (LCC Anwendungsbeispiel). Diese Methodik wird im LZK-Projekt angewendet und beschrieben.
- Die Bauwerkskosten (C bis G) werden gemäss e-BKP-H auf Ebene «Elementgruppe» berechnet. Entsprechende Nutzungsdauern der Bauteile werden mit dem «LCC-Handbuch» bestimmt.
- Die Bauwerkskosten werden mit dem Instandhaltungskennwert (z.B. 0.1% für C Konstruktion, 1.0% D Technik) multipliziert und mit den periodisch anfallenden Instandsetzungskosten summiert. Darüber hinaus wird die Inflation und der Kalkulationszinssatz über die Barwertmethode berücksichtigt.
- Der Lebenszyklusbartwert Total (zum Zeitpunkt 0) wird durch die Geschossfläche dividiert.
- Themen der Versorgungs- und Reinigungskosten werden im Anwendungsbeispiel nicht abgedeckt. In den Leistungen des Leitfadens sind jedoch auch diese Themen behandelt.

1. LZK-Ermittlung anhand Anwendungsbeispiel LCC, Instandhaltung und Instandsetzung von Bauwerken (vgl. S.36ff), Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung CRB, 1. Auflage 2011 2 Auszug Excelberechnung.

MEHRWERTE DURCH DIE ANWENDUNG

- Anhand der Methode können Gebäude mit unterschiedlichen Baukosten berechnet und verglichen werden (=CHF/m2 GF a). Die Lebenszykluskosten können anschliessend validiert werden.
- Tendenziell zeigt sich, dass Gebäude mit viel Technik (Element D) in der Instandhaltung teuer sind.
- Das Ergebnis bietet einen Richtwert für die Planung der jährlichen Unterhaltskosten (Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten).

STÄRKEN

- **Ziel:** Publikation stellt Grundlagen zur Planung der Unterhaltskosten bereit (Begriffe/ Methodik/Annahmen) inkl. Beispiel
- **Einfachheit:** Hoher Praxisbezug durch SIA 112 unter Berücksichtigung der SIA 113
- **Auswertung:** Barwertermittlung über Bestimmung von Instandhaltungs- und Instandsetzungskennwerten (inkl. Annuität)
- **Datengrundlage:** Orientierung zu Nutzungsdauer und Instandhaltungskosten
- **Definition:** Definition der Begriffe der LZK-Betrachtung

SCHWÄCHEN

- **Grobe Bewertung zu Bauteilen:** Lediglich Orientierung zur Kostenplanung, ohne Aufzeigen von Optimierungspotenzial
- **Abgrenzung:** Die Bereiche der Versorgungs- und Reinigungskosten werden im Anwendungsbeispiel nicht abgedeckt
- **Zinssätze** von hoher Relevanz
- **Anwendungsbereich:** Baukostenplan Hochbau eBKP-H, elementorientiertes Gliederungssystem der Kosten und nicht ausführungsorientiert (BKP)
- **Wertung:** Das Ergebnis ist schwer einzuordnen wenn Vergleichswerte fehlen

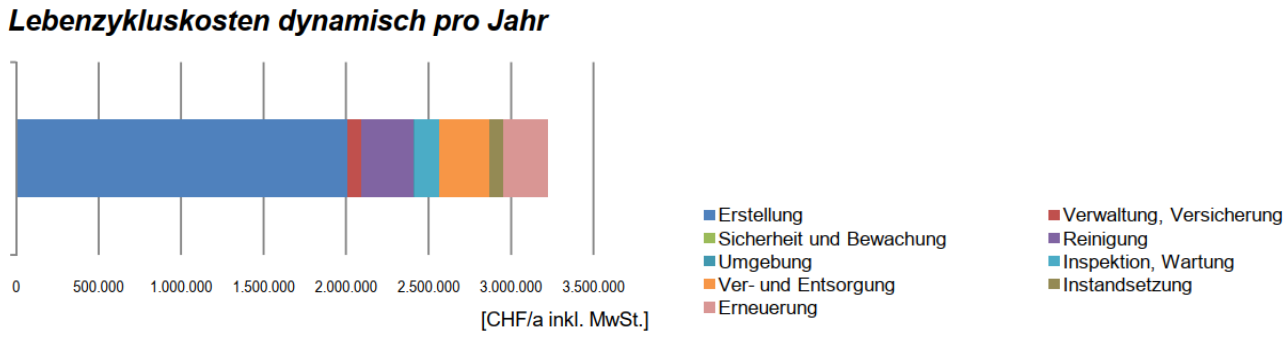
FAZIT ZUM TOOL

- Übersichtlicher LCC-Leitfaden zur Planung von Lebenszykluskosten mit weiterführenden Hinweisen.
- Grundlage zur ganzheitlichen Betrachtung der Unterhaltskosten auf Bauteil- und Objektebene, gestützt auf internationalen und nationalen Normen und Standards.
- Übergeordnet und nutzungsneutral aufgebaut.
- Themen des Facility Managements sind bei der Methode des Anwendungsbeispiels nicht enthalten. Jedoch aber bei der gesamten Anwendung des Leitfadens.
- Aus der angewendeten «LCC-Ermittlung» lassen sich die LZK nicht aktiv steuern bzw. das Optimierungspotential geht nicht spezifisch hervor.
- Nur auf elementbasierter Kostengliederung (nach eBKP-H) Methode anwendbar.

CSDINGENIEURE

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN

IFMA[1] ANWENDUNGSTOOL LZK | FACTSHEET LEBENSZYKLUSKOSTEN



BENÖTIGTE GRUNDLAGEN

- Kosten nach eBKP-H, C bis V auf Ebene «Elementgruppe», z.B. C1
- Baubeschrieb, Projektbeschrieb, Pläne
- Flächenauszug (A_E, GF, KF, NF, HNF Stufe 1.1, FF, VF, Umgebungs-, Dach-, Aussenwand-, Fenster-, innere Glasfläche)
- Besprechung qualitative Fragen mit PL (1h)
- Fläche oder Anzahl von Bauteilen oder Bauelementen (Dachflächen, Fenster, Türen, Sonnenschutz, Lüftung …)
- Ver- und Entsorgung (Bedarf, Technik, …)

FACTS

- **Herausgeber**: IFMA Schweiz
- **Zeitbedarf gesamt:** Hoch
- **Aufbau:** 1. Modell mit Grundlagen, 2. Excel mit Reiterstruktur (gross)
- **Bewertungsart:** Quantitativ mit einigen qualitativen Fragen
- **Ergebnisse:** CHF/ m^2 a
- **Lizenzkosten / Gebühren:** 130 CHF
- **Bearbeitung durch:** Nachhaltigkeitsplaner, Kostenplaner (gute Kenntnisse nötig)

BESCHRIEB DER METHODIK

- Zuerst wird die Phase gewählt: Projektdefinition (PD), Projektwettbewerb (PW) oder Vorprojekt (VP).
- Danach werden Gebäudeinformationen eingetragen: Objektart, Nutzer, Grundriss & Fassadenflächen.
- Einflussgrössen: Oft gibt es Auswahlmöglichkeiten, z.B. Gestaltung: einfach, verspielt, verwinkelt, Bauteile: gut oder schlecht zugänglich, Flächen der Bauteile (Decke), Anzahl der Bauteile (Fenster, Türen, RWA usw.), Art der Heizung, Energiebedarf Elektro, Preissteigerung und Zinssatz.
- Die Erstellungskosten können bei PD als Summe eingetragen werden und werden anteilsmässig auf die Kategorien verteilt. Bei PW und VP müssen die Kosten nach eBKP-H eingetragen werden.
- Mit den Flächen, Erstkosten und qualitativen Eingaben sowie sehr vielen hinterlegten Faktoren und Richtwerten werden vom Tool die LZK berechnet. Die Berechnung ist nur aufwändig nachvollziehbar.
- Als Ergebnis werden die Kosten pro Jahr oder pro Quadratmeter und Jahr angegeben.

1. International Facility Management Association 2.Auszug vom Excel Ermittlung der Lebenszykluskosten Anwendungstool: IFMA_LZK-Tool_V41, Herausgeber IFMA Schweiz

MEHRWERTE DURCH DIE ANWENDUNG

- Die IFMA-Berechnungen (LZK in CHF/ m^2 a) werden für Zertifizierungen (SNBS) anerkannt.
- Wenn mehrere Gebäude auf die gleiche Art des Tools gerechnet werden, ist ein Objektvergleich untereinander möglich. Dabei können im genauen Vergleich auffällig hohe Kosten erkannt und Optimierungsmassnahmen gesucht werden.
- Das Ergebnis bietet einen Richtwert für die Planung der jährlichen Kosten und ist verbreitet im FM.

STÄRKEN

- **Ergebnis:** Durch das klare Resultat in CHF/Jahr sind Projekte gut vergleichbar
- **Relevanz:** Durch Veränderung von Flächen und anderen Einflussgrössen kann getestet werden, welche Entscheide besonders relevant sind
- **Datengrundlage:** Hinterlegte Kostenkennwerte sind auf hinteren Blättern des Tools nachvollziehbar aufgelistet
- **Umfassend:** Erstellung, Betrieb (inkl. Reinigung und Wartung), Instandsetzung und Erneuerung werden beachtet

SCHWÄCHEN

- **Mehr Bewerten als Optimieren:** Das Tool scheint eher auf eine Berechnung des IST-Zustandes ausgelegt zu sein und weniger auf die Optimierung
- **Komplexität:** Sehr umfangreiches Tool, welches starke Einarbeitung erfordert. Wenn nicht über die hinterlegten Faktoren gesprochen wird, können projektspezifisch grosse Abweichungen entstehen
- **Aufwand:** Alle Flächen, Betriebsfaktoren und Investitionskosten müssen bekannt sein
- **eBKP- fixiert:** Ohne Kostenkennwerte nach eBKP-H (oder ungenauer und aufwändiger Umrechnung) nicht nutzbar

FAZIT ZUM TOOL

- Aufwändig, aber dafür umfassende Bewertung mit quantitativem Resultat
- Ergebnisse für statische und dynamische Berechnung (Zinssätze / Preissteigerung sehr entscheidend)
- Hat eine «Scheingenauigkeit»; Durch die sehr hohe Anzahl von Eingaben und hinterlegten Kennzahlen (Anzahl Reinigung pro Woche, Zeitbedarf pro m^2 usw.) besteht ein grosses Fehlerrisiko.
- Vom Ergebnis ist es schwer abzuleiten, weshalb die LZK hoch sind und Optimierungen zu suchen.
- Ohne Kosten nach eBKP-H ist das Tool nicht anwendbar.
- Der Aufwand für die Grundlagenbeschaffung und Bewertung ist für den Prüfer und den Projektleiter hoch. Viele der benötigten Grundlagen liegen im normalen Planungsablauf in dieser Form nicht vor.

C: Fragebogen Interview *(Workshop 2)*

Den Teilnehmenden wurde folgende Frageliste zur individuellen Beantwortung abgegeben:

Name:

Perspektive:
- ☐ Eigentümer
- ☐ Leistungswirtschaft (Realisierung)
- ☐ Nutzer

Warum wollen Sie die Lebenszykluskosten (LZK) betrachten?

Brauchen Sie eine Zahl / mehrere Zahlen? Wenn ja, welche?

Wenn ja, zu welchem Zweck?

Für wen?

Wann ist der richtige Zeitpunkt für die LZK-Betrachtung?

Für welche Einheit (Gebäude, m2, Nutzfläche)?

Budget für die Betrachtung (Investitionsvolumen ~ 20 Mio.)?

Was ist für Sie ein „schlanker“ Ansatz?

Gibt es bereits eigene Instrumente und Hinweise für einen schlanken LZK-Ansatz?

D: Nachhaltiges Bauen – Hochbau nach SIA 112/1

B.7 Lebenszykluskosten

B.7.1 Ziel

Optimierte Investitions- und tiefe Betriebs- und Unterhaltskosten.

B.7.2 Relevanz und Wirkung

Für den Werterhalt einer Anlage sind Lebenszyklusbetrachtungen von entscheidender Bedeutung. Schon in der strategischen Planung müssen spätere Investitions- und Bewirtschaftungskosten abgewogen werden. Diese werden durch Entscheide bezüglich Volumen, Struktur und Bauteile massgeblich beeinflusst. Für langfristig kostengünstige Gebäude empfehlen sich kompakte und flächeneffiziente Volumen sowohl unter als auch über Terrain. Die Strukturen müssen flexibel anpassbar sein, um auf spätere Nutzungsänderungen reagieren zu können. Für die Bausubstanz bieten sich beständige und robuste Bauteile und Materialien an. Die technische Ausrüstung und der Ausbaustandard sollten dem Gebäude angemessen sein.

Die Betriebs- und Unterhaltskosten über den Lebenszyklus eines Gebäudes sind in der Regel höher als die Investitionskosten. Deshalb sind schon in der Projektphase der Erstellung frühzeitige Abschätzungen der Instandsetzungs- und Erneuerungszyklen notwendig. Diese ergeben sich aus technischer Bauteilalterung genauso wie aus möglichen Nutzungszyklen und Anpassungen aufgrund veränderter Auflagen, beispielsweise betreffend den zulässigen Energieverbrauch oder finanziellen Abgaben auf Treibhausgasemissionen. Flexible und anpassbare Gebäudekonzepte sind auch hier gefragt.

Eine konsequente Systemtrennung ermöglicht kostengünstigere Instandsetzungen und einen geregelten Rückbau. Bewirtschaftungskosten lassen sich durch energieeffiziente, einfach und intuitiv bedienbare Systeme beeinflussen. Technische Geräte sollten eine einfache Messung und Abrechnung der Medien ermöglichen.

B.7.3

Mögliche Leistungen gegliedert nach Phasen gemäss SIA 112	Dokumente
1 Strategische Planung – Erstellung einer Gesamtstrategie für Erstellung, Bewirtschaftung und Rückbau unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten	*Ertragsrechnung*
2 Vorstudien – Optimierung der realisierbaren Volumen und Flächen – Optimierung der Volumen (Kompaktheit, auch unter Terrain) – Konzepte zur Anpassbarkeit und Flexibilität	*Volumenstudien* *Ertragsrechnung*
3 Projektierung – Konzepte zur Vereinfachung der Gebäudestruktur und des Tragkonzepts zur Reduktion von Erstellungs- und Bewirtschaftungskosten – Optimierung von Ausbau und Gebäudetechnik zur einfachen Bedienbarkeit und Senkung der Betriebs- und Unterhaltskosten – Entwicklung von Lösungen für die Energie- und Medienversorgung und deren spätere Anpassbarkeit aufgrund technischer Entwicklungen – Materialisierung mit unterhaltsarmen Oberflächen (Reinigung und Pflege)	*Ertragsrechnung* *Nutzungskonzept* *Energiekonzept* *Materialkonzept*
4 Ausschreibung – Formulierung der Ausschreibung mit Hinweis auf Stellenwert einer einfachen Bedienbarkeit und Zugänglichkeit für Unterhaltsarbeiten	
5 Realisierung – Optimierung der Bauabläufe unter besonderem Augenmerk auf Schnittstellen	
6 Bewirtschaftung – Fortlaufende Optimierung des Betriebs, Evaluation für zukünftige Bauvorhaben	*Betriebskonzept*

Quelle: SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau, Verständigungsnorm zu SIA 112, (2017)

E: Kennzahlen des Facility Managements

Grundlagen zum Vergleich von Flächenkenn- und Kostenkennzahlen für Bürobauten

Flächenkennzahlenvergleich Standardkennzahlen

NF/GF	Nutzfläche/Geschossfläche	(67% für Büro)
KF/GF	Konstruktionsfläche/Geschossfläche	(15% für Büro)
HNF/GF	Hauptnutzfläche/Geschossfläche	(61% für Büro)
VF/GF	Verkehrsfläche/Geschossfläche	(13% für Büro, grosse Divergenzen)
EBF/GF	Energiebezugsfläche/Geschossfläche	(76 %), 65% bis 95% grosse Streuung

Auszug von Kostenkennzahlen für Büro und Verwaltung CHF/m² GF

Energiekosten, Heizenergie und Strom 9.40 CHF/m²
Gebäudereinigung inkl. Umgebung und Winterdienst, breite Streuung aufgrund Umgebungsfläche, Lage des Objektes, Mischnutzungen, Sourcings-Strategie des Unternehmens

Ver- und Entsorgungskosten 15.60 CHF/m² (30%)
Ver- und Entsorgung rund 30% der Betriebskosten, breite Streuung durch Nutzerverhalten

Reinigungskosten 13.20 CHF/m² (25%)

Überwachungs- und Instandhaltungskosten 13.90 CHF/m² (26%)
Kosten umfassen ca. 1/4 der Bewirtschaftungskosten, beinhaltet Wartung und Inspektion als auch kleine Instandhaltungsarbeiten

Kosten für Kontroll- und Sicherheitsdienste 2.50 CHF/m² (05%)

Abgaben und Beiträge 1.30 CHF/m² (02%)
Optimierungspotenzial bei Kosten für Kontroll- und Sicherheitsdienste als auch Abgaben und Beiträge eher gering, aber nicht zu vernachlässigen mit rund 7%

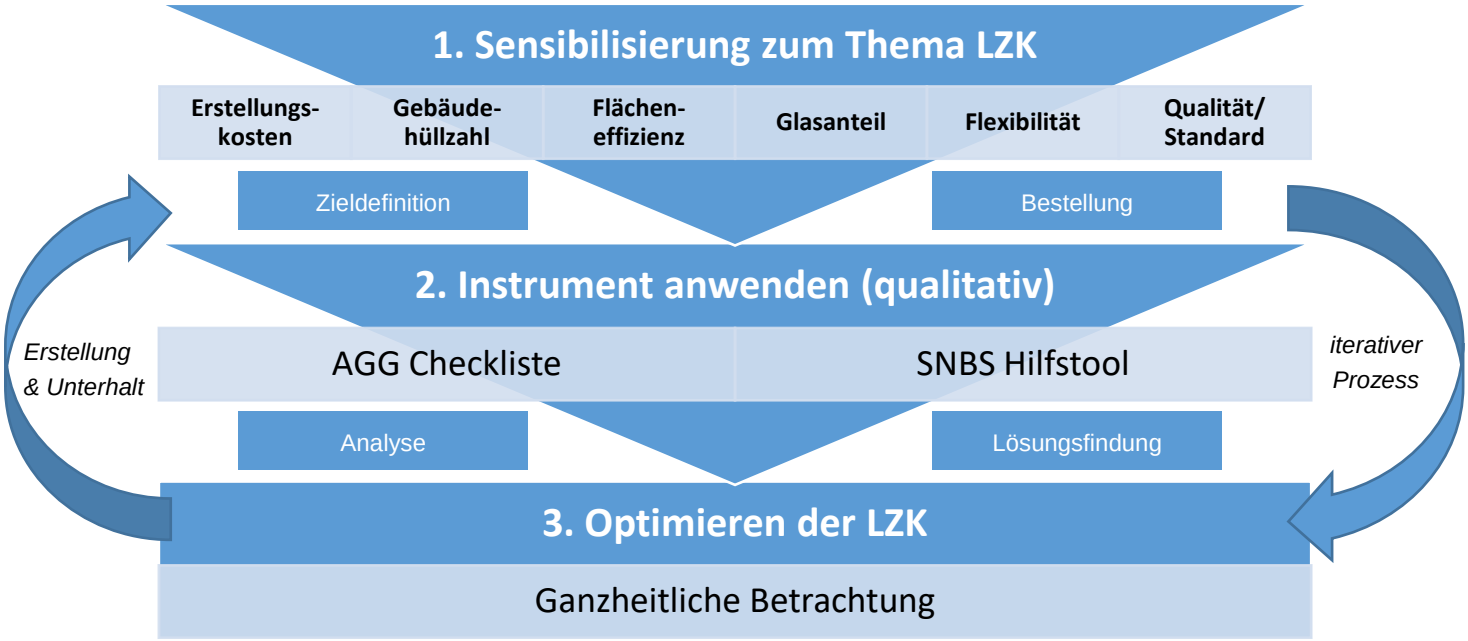
Betriebskosten (I)	**46.50 CHF/m²**	(88%)
Verwaltungskosten (II)	6.30 CHF/m²	(12%)
Total Bewirtschaftungskosten (I+II)	**50.80 CHF/m²**	(100%)

Quelle: FM Monitor Benchmark 2014. Kostenkennzahlen entsprechend der SIA d 0165 sowie der DIN 18960, analogen Bezeichnungen der ProLeMo Prozesse / Nutzungskostengruppen

F: 3-Stufen-Modell zur effizienten LZK-Ermittlung

Projekt	Erstellungs-kosten CHF	Gebäude-hüllzahl A_{th}/A_E	Flächen-effizienz HNF/GF	Glasanteil Prozent	Flexibilität Definition	Qualität/ Standard Definition	Gesamt-Bewertung LZK
Variante 1	22.5 Mio.	0.98	0.68	62 %	gut	gut	
xxx							
Variante 2	19.8 Mio.	2.16	0.55	52 %	mittel	ungenügend	
xxx							
Variante 3	25.2 Mio.	1.72	0.42	78 %	ungenügend	mittel	
xxx							

Grafik 11: Beispiel eines Variantenvergleichs anhand der LZK-Haupteinflussfaktoren im Rahmen der 1. Stufe (Sensibilisierung) des 3-Stufen-Modells und LZK-Einschätzung anhand von Kennwerten und Angaben des Objektes, eigene Grafik



Grafik 12: 3-Stufen-Modell eines vereinfachten Ansatzes der LZK-Ermittlung als iterativer Prozess, aufbauend auf bewährten Eigenschaften der bestehenden qualitativen Tools, eigene Grafik

G: SNBS Kriterienbeschrieb Version 2.0, 201 Lebenszyklusbetrachtung

Korrektur Indikator 201.1 Lebenszykluskosten

Liebe Anwenderinnen und Anwender vom SNBS 2.0 Hochbau

Wir haben das System der Korrekturblätter entwickelt, um Ihnen stets einen Up-to-Date-Standard zur Verfügung zu stellen. Die Detailbeschriebe im Anhang können Sie direkt als Einlageblätter in Ihren Kriterienbeschrieb legen.

Die Korrekturblätter werden bei Bedarf publiziert, um offensichtliche Fehler oder Ungereimtheiten zu bereinigen. So können wir Ihnen immer aktuelle Grundlagen zum Standard SNBS Hochbau zur Verfügung stellen. Bauherren, Planern und Beratern erhalten damit Planungssicherheit in allen Projektphasen. Notwendige Anpassungen am Onlinetool, an den Hilfstools und weiteren Dokumenten werden selbstverständlich immer auch ausgeführt.

Die Änderungen des Indikators 201.1 Lebenszykluskosten sind ab sofort gültig. Bei der Publikation einer neuen Version des Standards (z. B. SNBS Version 2.1 Hochbau) werden die Korrekturen automatisch integriert.

Ausgangslage

SNBS 2.0 Hochbau verlangt eine quantitative Berechnung (anhand des IFMA-Tools oder anderer Instrumente) der Lebenszykluskosten für Objekte ab einer Grösse >2000 m^2. Diese Limite ist nicht mit den Zertifizierungskategorien abgestimmt, die lauten: 1 - 5000 m^2 / 5001 - 50 000 m^2 / >50 000 m^2.

Änderungen

Indikator	Korrektur
201.1 Lebenszykluskosten	Nachweisverfahren: Die Lebenszykluskosten können mit einem quantitativen Instrument berechnet werden, das in der Branche anerkannt ist. Bei kleinen Objekten mit weniger als 5000 m² Geschossfläche kann alternativ mit dem qualitativen Tool 201.1 gearbeitet werden.

Begründung

Im Sinne einer Harmonisierung mit den Zertifizierungskategorien (1 - 5000 m^2 / 5001 – 50 000 m^2 / >50 000 m^2) wurde diese Anforderung neu festgelegt.

Verabschiedung

Die Steuerungsgruppe SNBS und Fachkommission SNBS haben diese Korrekturen geprüft und zur Publikation freigegeben. Die beiden Kommissionen sind offizielle Gremien des Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz NNBS mit dem Auftrag die Entwicklung des SNBS zu beaufsichtigen und zu steuern.

NNBS Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz
Fraumünsterstrasse 17 · Postfach 318 · CH-8024 Zürich
T +41 43 466 55 86 · info@nnbs.ch · www.nnbs.ch

SNBS
VERSION 2.0

HOCHBAU
VERSION AUGUST 2016
KORREKTURBLATT 1. NOV 2018

Anhang

- Detailbeschrieb zu Indikator 201.1 Lebenszykluskosten

NNBS Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz
Fraumünsterstrasse 17 · Postfach 318 · CH-8024 Zürich
T +41 43 466 55 86 · info@nnbs.ch · www.nnbs.ch

201.1 | Lebenszykluskosten

Ziel	**Minimierung der Lebenszykluskosten**
Typ	Kontext-Indikator (N/A)
Anwendung	Neubau
Planungsbeteiligte	Bauherr / Projektentwickler (Massnahmen), Architekt / Fachplaner (Planung und Umsetzung)

Indikator 1 Lebenszyklusbetrachtung | Lebenszykluskosten						
Einstufung	1	2	3	4	5	6
Bewertung quantitativ: Annuität in CHF/a und m² GF inkl. MwSt.						
Wohnen	> 275	251-275	226-250	201-225	175-200	< 175
Büro	> 400	351-400	301-350	251-300	201-250	< 200
Note	1	2	3	4	5	6
Bewertung qualitativ: Erfüllungsgrad in %						
Wohnen / Büro	<50 %	50-59 %	60-69 %	70-79 %	80-89 %	90-100 %
Note	1	2	3	4	5	6
Hinweise zur Bearbeitung	Kontextbedingung für Nichtanwendung: Der Indikator kommt bei Erneuerungen nicht zur Anwendung. Lebenszykluskosten sind die Kosten innerhalb der Betrachtungsperiode, die bei der Planung, der Realisierung und der Bewirtschaftung einer baulichen Anlage entstehen. Bei der vorliegenden Lebenszykluskostenermittlung werden ausgewählte Kosten über einen bestimmten Betrachtungsrahmen und Betrachtungszeitraum einbezogen. In dieser Betrachtung unberücksichtigt bleiben Verwertungskosten, d. h. Kosten für Abbruch, Rückbau, Recycling und Entsorgung. Die Bewertung kann je nach Projektphase und Informationsstand auf Stufe Projektdefinition, Projektwettbewerb oder Vorprojekt (Bauprojekt) erfolgen. Der Bauherr soll nachweisen, dass er eine Gesamtbetrachtung der Kosten über die verschiedenen Lebensphasen macht. Da die auf dem Markt verfügbaren Tools weitgehend auf Neubauprojekte ausgerichtet sind, müssen die Lebenszykluskosten für Erneuerungen nicht ermittelt werden. Der Indikator kommt in dem Fall nicht zur Anwendung.					
Bearbeitung in SIA-Phase	1 Strategische Planung	2 Vorstudie	3 Projektierung	4 Ausschreibung	5 Realisierung	6 Bewirtschaftung
Erläuterungen zu den Messgrössen	Messgrösse 1: Gesamtbetrachtung Wird mit einem quantitativen Tool gearbeitet, so gelten folgende Rahmenbedingungen: Einzugebender Wert: Lebenszykluskosten, Annuität (dynamisch), in CHF/a m²GF inkl. MwSt. Die Lebenszykluskosten werden über Durchschnittskosten pro Quadratmeter Geschossfläche ermittelt und umfassen sämtliche Kosten, die ein Gebäude von der Projektentwicklung bis zu seinem Rückbau verursacht. Bei einer Vollkostenrechnung, d. h. einer Betrachtung des gesamten Lebenszyklus einer Immobilie, werden in Anlehnung an das Leistungsmodell Norm SIA 112 die fünf Positionen betrachtet. Für den Nachweis sind die Positionen 1, 3 und 4 relevant. Der Vollständigkeit halber sind alle Positionen beschrieben. **1 Erstellungskosten und Mehrwertsteuer:** Die Berechnung der Erstellungskosten erfolgt gemäss eBKP-H. Die zugehörige Mehrwertsteuer der Erstellungskosten ist hinzuzurechnen. **2 Kosten für Miete und Pacht:** Die Kosten für Miete und Pacht umfassen die Miet-, Pacht-, Baurechtszinsen und dergleichen in Zusammenhang mit der Miete einer Immobilie oder einzelner Teile davon. Diese Kosten sind stark objektabhängig und werden aus Gründen der Vergleichbarkeit im Rahmen des Nachweises nicht berücksichtigt. **3 Verwaltungs- und Betriebskosten:** Verwaltungskosten beinhalten die Kosten für die Fremd- und Eigenleistungen in Zusammenhang mit der Vermietung oder Objektbuchhaltung einer Liegenschaft.					

	Betriebskosten umfassen Versicherungsbeiträge, Kosten für Ver- und Entsorgung, Sicherheit, Inspektion und Wartung sowie für die Reinigung und Pflege der Liegenschaft. **4 Instandsetzungskosten (einschliesslich Erneuerungskosten):** Bei Instandsetzungskosten handelt es sich um unregelmässig wiederkehrende Kosten in der Bewirtschaftungsphase eines Gebäudes, die zur Wiederherstellung von dessen Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit aufzuwenden sind. Zusätzlich fallen während der Bewirtschaftungsphase unregelmässige Massnahmen zur Wiederherstellung des Neubauzustands (Erneuerungskosten) an. **5 Kosten am Ende des Lebenszyklus:** Die Rückbaukosten werden aufgrund des ungenauen Prognosehorizonts bezüglich Szenario, Umfang und Zeitpunkt im Rahmen des Nachweises nicht berücksichtigt. Berechnungsgrundlagen: Für die Berechnung der Lebenszykluskosten werden vorgegeben: • Betrachtungszeitraum: 50 Jahre • Bezugsgrösse: Geschossfläche • Kalkulationszinssatz nominal: 5 % • Preissteigerung Bau: 1.6 % p. a. • Preissteigerung Verwaltung und Dienstleistung: 1 % p. a. • Preissteigerung Ver- und Entsorgung: 6 % p. a. Folgende Erstellungskosten nach e-BKP-H werden berücksichtigt: • C – Gebäude • D – Technik Gebäude • E – Äussere Wandbekleidung • F – Bedachung Gebäude • G – Ausbau Gebäude • I – Umgebung Gebäude • V – Planungskosten Folgende Nutzungskosten (Folgekosten) werden berücksichtigt: • Verwaltung • Versicherung • Sicherheit und Bewachung • Reinigungs (Unterhalt und Glas/Fassade) • Umgebung • Instandhaltung (Wartung und Inspektion) • Ver- und Entsorgung • Instandsetzung und Erneuerung

Vorgaben	
Weiterführende Grundlagen	• Dokumentation SIA D 0199:2004 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau: Leitfaden zur Anwendung der Norm SIA 480 • ISO 15 686-5 Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life cycle costing • LCC-Leitfaden, Planung der Lebenszykluskosten, Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, CRB • «Lebenszykluskosten-Ermittlung von Immobilien» Teil 1 und 2, IFMA • Norm SIA 469:1997 SIA 469 Erhaltung von Bauwerken • Norm SIA 480:2004 Wirtschaftlichkeitsrechnungen für Investitionen im Hochbau

Hinweise zum Nachweisverfahren

Die Lebenszykluskosten können mit einem quantitativen Instrument berechnet werden, das in der Branche anerkannt ist. Bei kleinen Objekten mit weniger als 5000m² Geschossfläche kann alternativ mit dem qualitativen Tool 201.1 gearbeitet werden. Es überprüft die Umsetzung von lebenszykluskostenrelevanten Massnahmen. Für Erneuerungen müssen keine Lebenszykluskosten nachgewiesen werden.

Wird mit einem quantitativen Tool gearbeitet, so sind alle relevanten Tabellenblätter einzureichen, damit die Berechnung auf Plausibilität geprüft werden können.

Bei Erneuerungen kommt der Indikator nicht zur Anwendung. Entsprechend muss kein Nachweis eingereicht werden.

Messgrössen	**Vorprüfung (Vorstudien)**	**Nachweis KP1 (Vorprojekt)**	**Nachweis KP2 (Bauabschluss)**	**Hilfstool**
Quantitatives Verfahren	-	Ergebnisse aus Lebenszyklusberechnung Stand Vorprojekt	-	IFMA-Tool oder vergleichbares Instrument
Qualitatives Verfahren	-	Nachweis mit Hilfstool 201.1, Stand Vorprojekt Nachweisdokumente zur Umsetzung	Aktualisierte Dokumente	Hilfstool 201.1