

Tagungsband

2. Wiener U-Bahn-Tagung

4. und 5. Juni 2014

Technische Universität Wien

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
und

WIENER LINIEN GmbH & Co KG

Impressum

Herausgeber: Technische Universität Wien
Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Karlsplatz 13/234-1
1040 Wien

Telefon: + 43/1/58801-23402

Telefax: + 43/1/58801-23499

E-Mail: office234-1@tuwien.ac.at

Homepage: www.ibb.tuwien.ac.at

Druck: Eigenverlag, Wien, Mai 2014

Redaktion: Lukas Steinschaden

Lektorat: Dr. Philipp Maurer

ISBN: 978-3-9502638-4-8

Copyright: für die Texte, Fotos, Grafiken und Statistiken bei den AutorInnen bzw. den verfassenden Firmen und/oder Instituten, wenn nicht anders angegeben. Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstigen Medien oder Datenträgern nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Copyright-InhaberInnen gestattet.



Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Andreas Makovec



Dipl.-Ing. Dr.techn. M.Sc.
Christian Schranz

Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas Makovec,
Dipl.-Ing. Dr.techn. M.Sc. Christian Schranz
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
A-1040 Wien
www.ibb.tuwien.ac.at

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	53
2	Herausforderungen.....	53
3	Daten	55
3.1	Datenquellen	55
3.2	Datenaufbereitung	56
4	Bedarfsanalyse.....	56
5	Kostenanalyse	58
6	LCC-Prognosemodell.....	59
7	Literaturverzeichnis	60

Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen

1 Einleitung

Die Wiener Linien GmbH & CO KG befördert im Jahr mehr als 900 Mio. Fahrgäste, dabei benutzen fast 600 Mio. die Wiener U-Bahn. Um dies zu ermöglichen, ist eine entsprechende Infrastruktur notwendig.

Diese Infrastruktur verursacht wie jedes Gebäude Kosten. Im Sinne der ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit ist es daher von Interesse, diese Kosten bereits in der Planungsphase prognostizieren zu können. Das Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement beschäftigt sich seit geraumer Zeit mit Lebenszykluskosten von Bauwerken (z.B. Lebenszykluskosten von Brücken). Im Jahr 2011 wurde daher ein gemeinsames Forschungsprojekt ins Leben gerufen, mit dem Ziel, ein Prognosemodell für U-Bahn-Stationen zu entwickeln.

2 Herausforderungen

Das Thema Lebenszykluskosten von Gebäuden nimmt in den letzten Jahren an Bedeutung zu. Mittlerweile gibt es entsprechende Softwarelösungen, mit denen Kosten bereits in der Planungsphase abgeschätzt werden können. U-Bahn-Stationen sind jedoch sehr komplexe Gebäude und können daher nur sehr eingeschränkt mit Bürogebäuden oder Wohnhäusern verglichen werden. Kostenkennwerte, die sich auf aktuelle Normen wie die ÖNORM B 1801-1:2009-06-01, ÖNORM B 1801-2:2011-04-01, DIN 18960:2008-02 oder DIN EN 13306:2010-12 beziehen, können daher ebenfalls nur sehr eingeschränkt für die Kostenprognose von U-Bahn-Stationen herangezogen werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, ein neues Prognosemodell zu entwickeln, das diesen Anforderungen gerecht wird.

Eine der wesentlichen Herausforderungen ist die Heterogenität der U-Bahn-Stationen. Diese bezieht sich vor allem auf folgende Bereiche:

- Höhenlage
- Baujahr
- Situierung
- Anzahl der Linien

Des Weiteren sind U-Bahn-Stationen sehr komplexe Gebäude, bei denen Kosten in den unterschiedlichsten Bereichen entstehen. Dies können Fahrtreppen, Aufzüge, Reinigung, Winterdienst usw. sein. Jeder dieser Kostenbereiche ist wiederum von einer Vielzahl an Einflussfaktoren abhängig. Zum Beispiel sind die Kosten einer Fahrtreppe von folgenden Faktoren abhängig:

- Hubhöhe
- Qualität der Ausführung
- Art der Wartung Tag/Nacht
- Situierung (außen/innen)
- usw.

Zusätzlich erfolgt die Prognose von Lebenszykluskosten meist über sehr lange Zeiträume. Dabei spielen die Preissteigerung und die Verzinsung der auftretenden Kosten eine wichtige Rolle.

Das zu entwickelnde Modell muss daher ermöglichen, all diese Einflussparameter der unterschiedlichen Kostenbereiche zu berücksichtigen. Die Übersicht der Herausforderungen ist in Abbildung 1 dargestellt.

Möglichkeiten zur Prognose der Preissteigerung und damit einhergehende Unsicherheiten werden im Fachartikel „Lebenszykluskosten – Das Dilemma des Stützintervalls“ gezeigt.

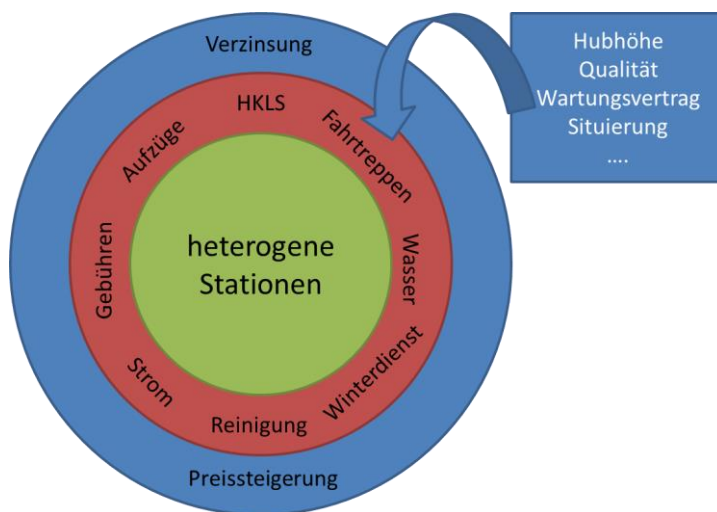


Abbildung 1: Herausforderungen

3 Daten

Jede Prognose basiert auf Erfahrungen der Vergangenheit. Um eine möglichst sichere Prognose abgeben zu können, ist es daher notwendig, über eine möglichst umfangreiche Datenbasis zu verfügen.

Im Zuge des Forschungsprojekts wurden unterschiedliche Datenquellen verknüpft und analysiert. Eine Übersicht der verwendeten Daten ist in Abbildung 2 dargestellt.

3.1 Datenquellen

Kostendaten und Parameter der Stationen wurden von den Wiener Linien zur Verfügung gestellt. Die Simulation der unterschiedlichen Preissteigerungen sowie der Verzinsung basiert auf Daten der Statistik Austria. Zusätzlich wurden Normen, Richtlinien und Fachliteratur ergänzend herangezogen.

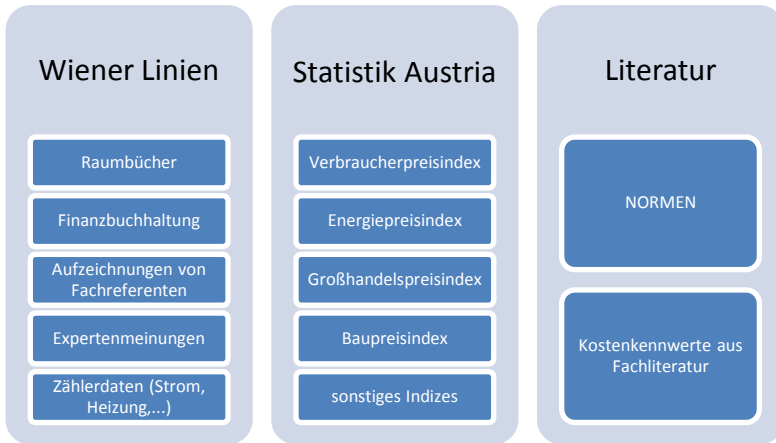


Abbildung 2: Datenquellen

3.2 Datenaufbereitung

Die Prognose von Lebenszykluskosten gewinnt in den letzten Jahren an Bedeutung. Prognosen basieren jedoch auf Daten der Vergangenheit. Da die Disziplin der Lebenszykluskostenprognose eine sehr junge ist, müssen teilweise Daten herangezogen werden, die nach anderen Gesichtspunkten oder zu anderen Zwecken dokumentiert wurden. Dies erfordert eine nachträgliche Aufbereitung der Daten, um umfassende Analysen durchführen zu können. Möglichkeiten der Datenaufbereitung werden im Artikel „Datenerhebung für Lebenszykluskosten bestehender Bauwerke“ gezeigt. Ziel der Datenaufbereitung ist, möglichst viele Daten aus unterschiedlicher Herkunft zu verknüpfen, um diese gesamtheitlich auswerten zu können.

4 Bedarfsanalyse

Bisherige Studien beschränken sich in der Mehrheit auf die Frage der optimalen Bauteilkosten (Materialwahl), ohne dabei zu hinterfragen, ob dieser Bauteil notwendig oder sinnvoll ist. Dabei besteht in fast allen Bereichen ein direkter Zusammenhang zwischen dem Bedarf (Fläche, technische Ausstattung etc.) und den damit verbunden Lebenszyklus-

kosten. Aus Sicht der Autoren ist es daher notwendig, den Bedarf und dessen Abhängigkeit von Einflussparametern zu kennen.

Die nachstehende Formel verdeutlicht den Zusammenhang zwischen dem Bedarf an Flächen, Fahrtreppen, technischer Gebäudeausrüstung etc. und den damit verbundenen Kosten.

$$LCC = \sum \text{Bedarf}_i \cdot LCC_i$$

Im Zuge der Dissertation „Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen“ von Andreas Makovec wurden unterschiedlichste Einflussparameter und deren Auswirkung auf den „Bedarf“ untersucht. Sehr plakativ zeigt sich z.B. die Auswirkung der Höhenlage auf den Flächenbedarf einer U-Bahn-Station (siehe Abbildung 3). Die Höhenlage hat erwartungsgemäß keinen Einfluss auf die Bahnsteigfläche, jedoch auf den Flächenbedarf für Verbindungsgänge und Technik; dieser steigt stark an. Vergleicht man die Flächen in mittlerer Lage (z.B. Station Pilgramgasse) mit Stationen in Tieflage, erkennt man, dass letztere einen in etwa doppelt so hohen Flächenbedarf aufweisen. Dies wirkt sich bei vielen Bereichen (z.B. Reinigung) linear auf die Kosten des Betriebs aus und ist daher wesentlich bei der Frage der Lebenszykluskosten einer Station.

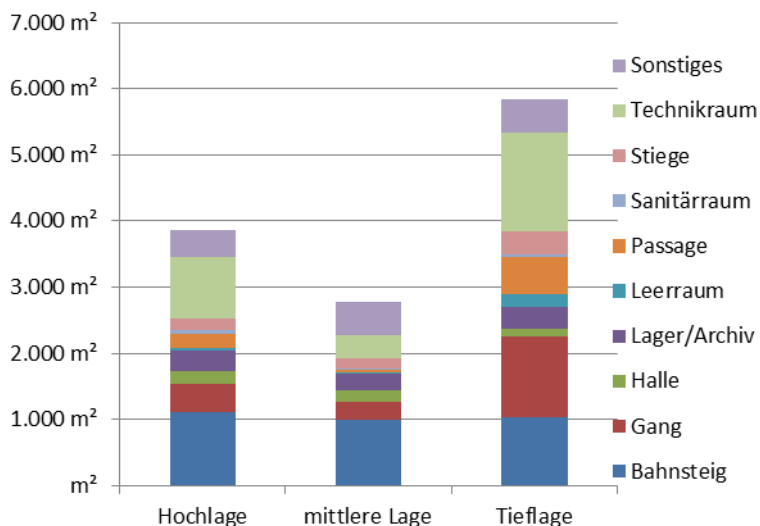


Abbildung 3: Stationsflächen in Abhängigkeit der Höhenlage

Abbildung 3 verdeutlicht, dass bereits wesentliche Weichen in der Entwurfsphase einer U-Bahn-Station gestellt werden, die in späterer Folge maßgebend für die Kosten einer Station sind.

Eine reine Optimierung der Materialien (Fußbodenbeläge, Beleuchtungsmittel etc.) ist daher bei einer umfassenden Kostenoptimierung nur bedingt zielführend.

5 Kostenanalyse

Die anwendbaren Werkzeuge der Datenanalyse sind von der vorliegenden Datenlage und dem Detaillierungsgrad der Daten abhängig. Im Falle eines hohen Detaillierungsgrades der Daten kann mit Hilfe der multiplen Regression der Einflussparameter (Höhenlage, Ausbauphase, usw.) auf die Kosten untersucht werden. Dabei ist es möglich, Auswirkungen (Kosten) einzelnen Ursachen (Flächen, Baujahr, etc.) zuzuordnen.

Grundsätzlich gilt: je detaillierter die Kosten und deren Einflussparameter bekannt sind, desto effektiver können Kostenoptimierungspotenziale erkannt und genutzt werden.

Sind die Daten weniger detailliert, ist es möglich, mit der deskriptiven Statistik Kostenkennwerte zu ermitteln; diese entsprechen in der Regel Mittelwerten und sind daher nicht in der Lage, auf spezifische Umstände Rücksicht zu nehmen. In Teilbereichen können Expertengespräche eine wichtige Hilfestellung sein, um eventuelle Lücken in der Datenlage durch persönliche Erfahrungen zu schließen. Die möglichen Analysemethoden in Abhängigkeit des Detaillierungsgrads der Daten sind in Abbildung 4 dargestellt.

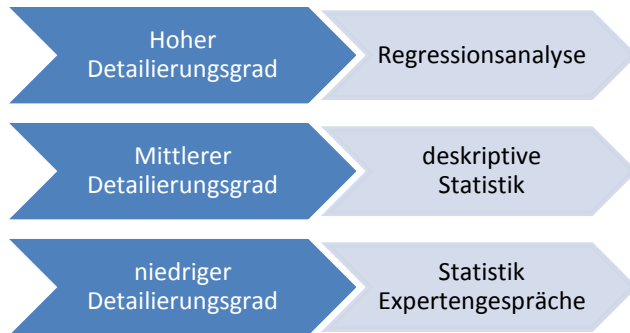


Abbildung 4: Analysemethoden der Kostenanalyse

6 LCC-Prognosemodell

Durch die Analyse des Bedarfs und der Kosten wurden im Zuge der Dissertation viele Erkenntnisse gewonnen, die ohne Computerunterstützung nur sehr schwer anwendbar sind. Aus diesem Bedürfnis wurde ein „LCC-Prognosetool“ entwickelt, das alle Regressionsergebnisse bzw. Kostenkennwerte zusammenführt und eine für den Anwender einfache Prognose ermöglicht. Zusätzlich können Effekte wie Preissteigerungen und unterschiedliche Verzinsungen simuliert werden, um eine bestmögliche Entscheidungsgrundlage zu liefern.

Das LCC-Prognosemodell umfasst dabei folgende Kostenbereiche:

- Stationsaufsicht
- Winterdienst
- Reinigung
- Aufzüge
- Fahrtreppen
- Strom
- Heizung
- HKLS
- Bauliche Instandhaltung/Instandsetzung
- Gebühren/sonstige Kosten

Der Prognosezeitraum kann variiert werden. Dies stellt sicher, dass zukünftige Projekte mit entsprechenden Kostenkennwerten prognostiziert werden. Dabei werden alle Kostenkennwerte automatisch mit den entsprechenden Kostenindizes an das entsprechende Zeitintervall angepasst (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: LCC-Prognosemodell

7 Literaturverzeichnis

- [1] DIN 18960:2008-02: Nutzkosten im Hochbau, Deutsches Institut für Normung; Berlin; 2008
- [2] DIN EN 13306:2010-12: Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung; Berlin; 2010
- [3] Jodl Hans Georg: Lebenszykluskosten von Brücken – Teil 1 – Berechnungsmodell LZKB, Bauingenieur; Band 85; Mai 2010
- [4] Jodl Hans Georg: Lebenszykluskosten von Brücken – Teil 2 – Software LZKB, Bauingenieur; Band 85; Mai 2010
- [5] Makovec Andreas: Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen; Dissertation TU Wien; Wien; 2014

-
- [6] Makovec Andreas, Schranz Christian, Jodl Hans Georg: Zeitreise der Planungs- und Bauökonomie, Artikel: Lebenszykluskosten – Das Dilemma des Stützintervalls; Stuttgart; 2013
- [7] ÖNORM B 1801-1:2009-06-01: Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung; Austrian Standards; Wien; 2009
- [8] ÖNORM B 1801-2:2011-04-01: Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 2: Objekt-Folgekosten; Austrian Standards; Wien; 2011
- [9] Schranz Christian, Makovec Andreas, Jodl Hans Georg: Datenerhebung für Lebenszykluskosten bestehender Bauwerke; Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift, Heft 1-12/2013; Wien; 2013