



DAS NEUE EDV-PROGRAMM!

LEBENS- ZYKLUSKOSTEN VON BRÜCKEN (LZKB)



Zeit: 28. Jänner 2009
14:00 – 18:00 Uhr

Ort: Österreichische Vereinigung
für Beton- und Bautechnik
1040 Wien, Karlsgasse 5

GWEISER

Österreichische Bautechnik Veranstaltungen GmbH
1040 Wien, Karlsgasse 5, 1. Stock
Telefon: 01/504 15 95

Bahn: Westbahnhof → U-Bahn U6 bis „Langenfeldgasse“
→ U-Bahn U4 bis „Karisplatz“.

Südbahnhof → Straßenbahnlinie 18 bis „Südtiroler
Platz“ → U-Bahn U1 „Karisplatz“.

Auto: A2 Südbahn → Südosttangente A21 → Abfahrt
Gürtel → rechts Prinz Eugenstraße → links
Schwarzenbergplatz → rechts Brucknerstraße →
ÖPARK-Garage Karisplatz (Mattellstraße 2-4).

A1 Westautobahn → Auhof → Wientalstraße bis
Zentrum → rechts Schwarzenbergplatz → rechts
Brucknerstraße → ÖPARK-Garage Karisplatz
(Mattellstraße 2-4).

VORSCHAU

Betonakademie, insgesamt 85 Termine Österreich weit im
Bereich Betonneubau und Betoninstandsetzung
unter www.betonakademie.at

**Fachseminar „Wasserundurchlässige Betonbauwerke –
Weiße Wannen“ für Bauherrn, Bau- und Zulieferfirmen und
Ingenieurbüros:** 10. März 2009 in Salzburg,
11. März 2009 in Wien und 12. März 2009 in Graz
siehe www.betonakademie.at

**Fachseminar „Sichtbeton“ für Bauherrn, Bau- und
Zulieferfirmen und Ingenieurbüros:**
16. Februar 2009 in Wien, 11. März 2009 in Salzburg
siehe www.betonakademie.at

**Fachseminar „Faserbeton“ für Bauherrn, Bau- und
Zulieferfirmen und Ingenieurbüros:**
16. Januar 2009 in Wien, 05. Februar 2009 in Innsbruck
siehe www.betonakademie.at

**5th Central European Congress on Concrete Engineering
"Innovative Concrete Technology in Practice":**
24. – 25. September 2009 in Baden bei Wien
siehe www.CCC2009.at

Betontag 2010: 22. – 23. April 2010 in Wien

(Bitte in Blockbuchstaben oder Maschinenschrift)

Absender:

Zu- und Vorname

Titel

Dienststelle/Firma

Straße

Postleitzahl/Ort

Bitte
ausreichend
frankieren

An die
Österreichische Bautechnik
Veranstaltungen GmbH
Karlsgasse 5
A-1040 WIEN

14:00 Beginn der Veranstaltung

Dipl.-Ing. Michael Pauser
Österreichische Vereinigung für
Beton- und Bautechnik
MODERATION

Dipl.-Ing. Dr. Peter Preindl
Österreichische Vereinigung für
Beton- und Bautechnik
BEGRÜSSUNG

14:05 **SR Dipl.-Ing. Eduard Winter**
Magistrat der Stadt Wien,
MA 29 – Brücken- und Grundbau
IDEE UND EINLEITUNG

14:15 **Die Rat Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johann Glatzl**
ÖBB Infrastruktur Bau AG
LZKB AUS SICHT DER ÖBB

14:25 **Dipl.-Ing. Dr. Johann Horvath**
ASFINAG Baumanagement GmbH
LZKB AUS SICHT DER ASFINAG

14:35 **Dipl.-Ing. Dr. Eva-Maria Eichinger-Vill**
Bundesministerium für Verkehr,
Innovation und Technologie
LZKB AUS SICHT DES BMVIT

14:45 **Dipl.-Ing. Martin Wögerer**
Amt der ÖÖ Landesregierung
Abteilung Brücken- und Tunnelbau
LZKB AUS SICHT DER LÄNDER

14:55 **Dipl.-Ing. Erich Hasitzka**
ARGE PORR Engineering & Construction
LZKB AUS SICHT DES PPP-BETREIBERS

15:05 Kaffeepause

15:30 **O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans-Georg Jodi**
TU Wien - Institut für interdisziplinäres
Bauprozessmanagement
EINFÜHRUNG IN DAS EDV-PROGRAMM LZKB

16:30 Buffet

18:00 Ende der Veranstaltung

Der Arbeitskreis der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik „Dauerhaftigkeit – Brücke“, in dem ehrenamtlich tätige Mitarbeiter der maßgebenden Bauherren und Bauindustrien zusammenarbeiten, hat unter der Vorgabe der erforderlichen Parameter die Programmierung als Forschungsarbeit an das Institut für interdisziplinäres Baumanagement der TU Wien in Auftrag gegeben. Sie erhalten Hintergrundwissen über dieses einzigartige EDV-Programm LZKB, das als Package (Teil 1: Anforderungen, Teil 2: Handbuch und CD: EDV-Programm) um Euro 775,- (exkl. USt.) ab 28.01.2009 im Bestellshop unter www.ovbb.at erhältlich ist.

VERANSTALTUNGSORGANISATION

Veranstalter:
Österreichische Bautechnik Veranstaltungs GmbH

Auskunft:
Michella Hummer, Anke Schneider-Irsigler
Tel: 01/ 504 15 95, Fax: 01/ 504 15 95-99
E-Mail: office@ovbb.at

Teilnehmerbeitrag:

Mitglieder der ÖVBB: € 180,- (€ 150,- zzgl. 20% USt.)
Nichtmitglieder: € 240,- (€ 200,- zzgl. 20% USt.)

Im Teilnehmerbeitrag sind Buffet und Kaffee in der Pause inkludiert.

ZAHLUNGS- UND STORNOBEDINGUNGEN

Die angegebenen Teilnahmegebühren sind spätestens 10 Tage vor der Veranstaltung fällig. Jede Veranstaltung kann schriftlich (per FAX, E-Mail oder eingeschriebenem Brief) bis zum Anmeldeschluss kostenfrei storniert werden. Nach Anmeldeschluss (14 Tage vor der Veranstaltung) wird bis 3 Tage vor der Veranstaltung eine Stornogebühr von 50 % der Teilnahmegebühr in Rechnung gestellt. Ab 2 Tagen vor der Veranstaltung werden bei einer Stornierung bzw. bei Nichterscheinen 100 % der Teilnahmegebühren verrechnet. Es ist jedoch jederzeit die Normierung eines Ersatzteilnehmers möglich.

Bei Nichterreicherung der Mindestteilnehmerzahl von 15 Personen ist der Veranstalter berechtigt, die Veranstaltung auf einen anderen Termin und Standort zu verlegen. Es gelten, so nicht anders vereinbart, die Geschäftsbedingungen der Österreichischen Bautechnik Veranstaltungs GmbH (www.ovbb.at).

Anmeldung zur Fortbildungsveranstaltung**„Einführung in das neue EDV-Programm – Lebenszykluskosten von Brücken (LZKB)“****28. Januar 2009 in Wien**

ZUNAME, TITEL _____

VORNAME _____

DIENSTSTELLE/FIRMA _____

ANSCHRIFT _____

TELEFON, FAX _____

E-MAIL _____

Beitrag: Mitglieder der ÖVBB: € 180,- (€ 150,- zzgl. 20% USt.)
Nichtmitglieder: € 240,- (€ 200,- zzgl. 20% USt.)

Buffet und Kaffee in den Pausen.

Einzahlungen bitte **AUSSCHLIESSLICH** auf das Konto der Österreichischen Bautechnik Veranstaltungs GmbH bei der Volksbank Wien (BLZ 43000), Konto Nr. 4138 7515 004.

Beschränkte Teilnehmerzahl. Anmeldungen werden in der Reihenfolge ihres Einlangens berücksichtigt. Es gelten die AGB der ÖBV GmbH unter www.ovbb.at

Anmeldeschluss: 14. Januar 2009

Unterschrift _____

Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik

LebenszyklusKosten Brücke

Einführung in das neue EDV-Programm LZKB
Handout zum Vortrag 2009-01-28

Entwicklungsteam
 O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Georg JODL
 Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian SCHRANZ MSc
 Dipl.-Ing. Andreas JURECKA
 Dipl.-Ing. Dominik DEJMEK

1. Lebenszyklus von Brücken
2. Programmanforderungen
3. Auf- / Abminderungsfaktoren
4. Berechnungsgrundlagen
5. Lebenszyklus Modell
6. Ablöse Modell
7. Programm LZKB
8. Anwendungsbeispiele

Römische Bogenbrücke von Alcántara




LEBENSZYKLUS VON BRÜCKEN

Ganzheitliche Betrachtung der Kostenentwicklung eines Bauwerkes über seine **gesamte** Lebensdauer


- Planungskosten
- Errichtungskosten

} am Beginn des Lebenszyklus

- Instandhaltungskosten während der Nutzungsdauer
- Unerwartete Zusatzkosten (optional)
- Abtragskosten am Ende des Lebenszyklus

- Anschaffungskosten ⇔
 - Gesamtkosten zuzüglich *Finanzierungskosten* ⇔
Kosten der Finanzierung der Gesamtkosten
 - zuzüglich Entwicklungskosten und *Folgekosten* ⇔
 - *Nutzungskosten* ⇔ und Beseitigungskosten
 - Kapitalkosten, Abschreibungen, Steuern und Abgaben, Verwaltungskosten, Betriebskosten, *Erhaltungskosten*, ⇔ sonstige Kosten.
 - Instandhaltungs-, Instandsetzungs-, Restaurierungskosten

Lebenszykluskosten nach ÖN B 1801-1/2



Planungsphase	ca. 3 Jahre
Bauausführungsphase	ca. 3 Jahre
Nutzungsphase	ca. 70 Jahre
Abbruchphase	ca. 2 Jahre
Lebenszyklusdauer	ca. 78 Jahre

Beispiel Lebensphasen einer Brücke

Überwiegender Teil der Investitionen nach der Errichtung während der Nutzung

Kostenoptimierung aber meist nur für die Errichtung

Herstellkosten sind jedoch die einzig verlässlich vorliegenden Kosten
 → dienen daher als **Bezugsbasis** weiterer Kostenermittlungen

Aktuelle Optimierungsziele

Konstruktive Leistungsbeschreibung führt in der Regel zum BILLIGSTBIETER

Diese Vergabeüberlegung hat keine optimierenden Auswirkungen auf die Erhaltungskosten

Mit Berücksichtigung der gesamten Lebenszykluskosten kann ein BESTBIETER ermittelt werden

Optimierung der Lebenskosten möglich

Aktuelle Vergabephilosophie

Systemwahl, Konstruktion, Material- und Ausführungsqualität beeinflussen die Höhe der Erhaltungskosten in der Nutzungsphase

Ziele der strategischen Bauwerksplanung bei der Kostenplanung

- erreichbares **Lebensdauermaximum**
- anzustrebendes **Kostenminimum**
- uneingeschränkte **Funktionserfüllung**

Planungstrategie 2. Bauwerk Brücke

„Nachhaltigkeit“ ein leeres Schlagwort ?

Nachhaltiges Wirtschaften nach den „3P“

- **Nachhaltigkeit dient den Menschen**
→ **People**
- **Lebenswerten Raum bewahren für Folgegenerationen**
→ **Planet**
- **Nachhaltige Projekte sollen und müssen Geld verdienen**
→ **Profit**

Nachhaltigkeit

Römisches Aquädukt von Segovia



2

ANFORDERUNGEN AN DAS BERECHNUNGSMODELL

- **Schaffung eines einheitlich anwendbaren Werkzeugs zur Berechnung der Lebenszykluskosten einer Brücke mit**
 - **Anwendung Ablösmodell ÖBB**
 - **Berücksichtigung der wirtschaftlichen Ablösung für Brückenverwalter, potentielle Bieter und Brückenplaner**
 - **Vergleich von Alternativen und Varianten**
 - **Optimierung der Brückenplanung auf Lebenszykluskosten**

Ziele der Programmentwicklung

- Übernahme Tabellenwerte der Ablöserichtlinie ÖBB für theoretische Nutzungsdauern und jährliche Unterhaltungskosten als Prozentsatz der Errichtungskosten
- Möglichkeit der Einbeziehung zusätzlicher Überlegungen in die Bewertung für die Entscheidung im Einzelfall
 - Recycling, Naturschutz, Systemwahl je nach unterschiedlicher Verkehrshäufigkeit
 - Entwicklungen in der Materialtechnologie, Werkstoffe
- Möglichkeit der Berücksichtigung externer Kosten
 - Nutzerkosten die z.B. von Sperren, Staus oder Umleitung herrühren
 - Nicht oder nur unscharf monetär bewertbare sogenannte Sozialkosten (z.B. Lärm-, Staubbelastung, etc.) werden nicht berücksichtigt

Zusätzliche Anforderungen

- Richtlinie zur Berechnung der Erhaltungskosten und Ablösungsbeträge von Ingenieurbauwerken, Straßen und Wegen der ÖBB 2006
- Hauptzweck der ÖBB Ablöserichtlinie ist die Ermittlung von „Ablösungsbeträgen“ bei Eingriffen in den Lebenszyklus von baulichen Anlagen, deren Errichter/Verursacher einer Veränderung nicht zugleich der Erhalter ist oder der Erhalter wechselt.
- Die Berechnung der Erhaltungskosten des Altbaus und des Neubaus dienen als Grundlage für die daraus abgeleitete Differenzrechnung des Ablösungsbetrags einer baulichen Anlage/Brücke.

Grundlagen Ablöserichtlinie

- Als Ablösungsbetrag A werden die zukünftigen, kapitalisierten Erhaltungskosten AE einer (neuen) baulichen Anlage definiert.
- Bei Ersatz der bestehenden Baulichkeit ergibt sich der Ablösungsbetrag A als Differenz der Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{neu} und E_{alt}
- Je nach Ergebnis der Differenzrechnung hat der künftig Erhaltungspflichtige den Ablösungsbetrag A
 - im Falle eines „Nachteils“ (Erhaltungsmehrkosten) zu erhalten, wenn $E_{neu} > E_{alt} \geq 0 \rightarrow A_M = E_{neu} - E_{alt}$, bzw.
 - im Falle eines „Vorteils“ („Erhaltungsminderkosten“) zu bezahlen, wenn $E_{alt} > E_{neu} \geq 0 \rightarrow A_V = E_{alt} - E_{neu}$, bzw.
 - bei „Gleichstand“ wird A neutralisiert ($E_{neu} = E_{alt} \rightarrow A = 0$).

Ablösung von Bauwerken

- Das Ablösemodell geht von einer zeitlich unbegrenzten Erhaltungsperiode aus.
- Erhaltungskosten sind die Kosten für die laufende Unterhaltung und Erneuerung der baulichen Anlage.
- Die kapitalisierten Erhaltungskosten für Erneuerungen AE_{ern} werden aus den Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{ern} berechnet.
- Wird nach Ablauf der theoretischen Nutzungsdauer die nächste Erneuerung fällig, verbleibt vom Betrag der kapitalisierten Erhaltungskosten nach Abzug der Erneuerungskosten jener Betrag, der durch Verzinsung über die theoretische Nutzungsdauer wieder die nächstfolgende Erneuerung abdeckt.

Ablösemodell

m ... theoretische Nutzungsdauer [a]
 E_{ern} ... Erhaltungskosten für Erneuerungen
 K_{ern} ... Erneuerungskosten
 AB ... Anlagebetrag
 AE_{ern} ... kapitalisierte Erhaltungskosten für Erneuerungen

- $AB = E_{ern} - K_{ern}$
- Am Ende der theoretischen Nutzungsdauer m soll mittels „Kapitalisierung“ ein ausreichender Anlagebetrag AB vorhanden sein, um das Bauwerk wieder neu zu errichten.
- Aus dieser Überlegung ergibt sich die Philosophie einer zeitlich unbegrenzten Erhaltungskette.

Zeitlich unbegrenzte Erhaltungskette

Römische Bogenbrücke von Mérida

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

AUF- UND ABMINDERUNGSFAKTOREN

Begründung der Erweiterung

- Ergänzung der Ablöserichtlinie durch einvernehmliche Änderungen der theoretischen Nutzungsdauer und der jährlichen Unterhaltungskosten mittels Auf- und Abschlägen:
 - Abweichungen von den Konstruktionsrichtlinien,
 - Übererfüllung der normativen Vorgaben,
 - Berücksichtigung von Änderungen in der Materialtechnologie,
 - Durchführung von Versuchsprojekten mit neuen Werkstoffen.
- Grundlage RVS 15.01.11 – „Qualitätskriterien für die Planung von Brücken“
 - einerseits um eine Anwendbarkeit auch auf Straßenbrücken sicherzustellen,
 - andererseits um für einzelne Elemente Zu- und Abschlagskriterien auf Lebensdauer und Unterhaltungskosten zu definieren.

Erweiterung nach RVS 15.01.11

- Einführung bauteilbezogener Auf- und Abminderungsfaktoren für Parameter:
 - Theoretische Nutzungsdauer
 - Jährliche Unterhaltungskosten
- Anwendungsfälle:
 - Neue Materialtechnologien
 - Versuchsprojekte
 - Zulassung
 - Beurteilung von Alternativangeboten
- Unterteilung eines Brückenobjekts in vier eindeutig abgrenzbare, in sich geschlossene Gruppen von Konstruktionselementen
- 4 Funktionsebenen
 - Tragwerksunterbau
 - Tragwerk
 - Nutzungsebene
 - Brückenausrüstung

Entwurfsziele	Entwurfselemente
EZ-1 Tragsicherheit	EE-1 Herstellungsbedingungen
EZ-2 Gebrauchstauglichkeit	EE-2 Systemwahl und Herstellungsmethodik
EZ-3 Dauerhaftigkeit und Robustheit	EE-3 Materialzuordnung und Vorspannkzept
EZ-4 Erhaltungs- und Wartungsfreundlichkeit	EE-4 Ständige und veränderliche Einwirkungen
EZ-5 Herstellungsfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit	EE-5 Abmessungen
EZ-6 Umweltverträglichkeit	EE-6 Längsschnittgestaltung
EZ-7 Gestaltung	EE-7 Parallel- und Nachnutzung

Qualitätskriterien nach RVS 15.01.11

Bei negativen Umwelteinflüssen besonders ausgesetzter Bauteile ist die Betonqualität darauf abzustimmen. Geringere Betondeckungen als 3,5 cm sind, abgesehen von Fertigteilen, nicht zulässig.

- Anwendungsbeispiel Betondeckung:

$$m_{\text{Stahlbeton}} = 70 \text{ Jahre}, p_{\text{Stahlbeton}} = 0,8 \%$$

$$k_m = 1,00 \text{ und } k_p = 1,00 \text{ für } d = 3,5 \text{ cm}$$
- Eine Erhöhung der Betondeckung wirkt sich im Allgemeinen positiv auf die Dauerhaftigkeit von Betonbrücken aus.
- Sie weist jedoch auch einen höheren Aufwand in Form von Mehrmengen für Beton als auch für Bewehrungsstahl auf.
- Für eine Erhöhung der Mindestbetondeckung über 3,5 cm hinaus wird vorgeschlagen, einen Korrekturfaktor einzuführen (Interpolation zulässig).

$$k_m = 1,10 \text{ und } k_p = 0,85 \text{ für } d = 6,0 \text{ cm}$$

Beispiel Dauerhaftigkeit und Robustheit Tragwerk

Mittelalterlicher Ponte Vecchio in Florenz



4

BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

Basiert auf den Ablöserichtlinien der ÖBB bzw. DB

Vergleichbarkeit der Ergebnisse durch Festlegungen der maßgebenden Parameter gesichert

- Festgelegter Zinssatz der Kapitallsierung von **4 % p.a.**
- Festgelegte Werte abhängig von Tragsystem und Bauart der Brücke für
 - Theoretische Nutzungsdauer (Lebensdauer) **m [a]**
 - Prozentsatz der Errichtungskosten zur Bestimmung der jährlichen Unterhaltungskosten **p [%]**

Orientiert sich am Layout des US Programms „Life-Cycle Costing Software for the Preliminary Design of Bridges“ BridgeLCC 2.0

Dieses Programm basiert auf dem ASTM Standard und am Kosten-Klassifizierungssystem des US „National Institute of Standards and Technology“ NIST

Berechnungsmodell IZKB

Reale Anlagen		m/m	p(%)
1 Unterbau			
Widerlager, Pfingstweide, Pfeiler, Stützen, Systeme (Gründungs-Entlastung)			
1.1 aus Masswerk, Beton, Stahlbeton	110	0,7	
1.2 aus Pfahlwänden, Schlitzwänden	90	0,7	
1.3 aus Stützpfeilern			
aus Stahlbetonwänden ohne Kernschwächung			
1.4 aus Stahl	50	0,6	
1.5 aus Stahl	100	0,9	
1.6 aus Holz	50	0,9	
2 Überbau, Tragkonstruktionen (Läufere, Platten, Bögen, Kastengerüste)			
2.1 aus Stahlbeton			
mit Querschnitt nach einem Spaltgefälle			
2.1.1 aus Stahlbeton mit einem Spaltgefälle	70	1,3	
2.1.2 aus Stahl	70	1,1	
2.1.3 aus Stahl	100	1,4	
2.2 aus Stahlbeton, Verbundkonstruktionen			
Verbundbeton mit Stahlfaser			
2.2.1 aus Stahlbeton	10	1,2	
2.2.2 aus Stahlbeton	100	1,1	
2.3 aus Holz			
für Fuß- und Radwege ohne Schutzdach			
2.3.1 aus Holz	400	2,5	
2.3.2 aus Holz	50	2,5	
2.4 aus Stahl			
2.4.1 aus Stahl	40	2,5	
2.4.2 aus Stahl	40	2,5	
3 Rahmenartige Tragwerke (einschl. Gründungen)			
3.1 aus Stahlbeton, unter einem Rahmen, verbundene Rahmenkonstruktionen			
3.1.1 aus Stahlbeton	70	1,3	
3.1.2 aus Stahlbeton	70	1,3	
3.1.3 aus Stahl	100	1,3	
3.2 aus Stahl			
3.2.1 aus Stahl	100	1,3	
3.2.2 aus Stahl	100	1,3	
4 Brücken			
4.1 aus Stahlbeton	100	1,3	
4.2 aus Stahl	100	1,3	
4.3 aus Stahl	100	1,3	
5 Sonstige			
5.1 aus Stahlbeton	100	1,3	
5.2 aus Stahl	100	1,3	
5.3 aus Stahl	100	1,3	
6 Sonstige			
6.1 aus Stahlbeton	100	1,3	
6.2 aus Stahl	100	1,3	
6.3 aus Stahl	100	1,3	

Tab. 10 Nutzungsdauer und Prozentsätze

- Die Berechnungen in LZKB basieren auf dem einzig verlässlich bekannten Wert der „reinen Baukosten“
- Reine Baukosten K_B sind
 - Herstellungskosten aller Bauwerksteile (ohne Grunderwerb)
 - Zugehörige Erdarbeiten, Baugrubensicherung, Wasserhaltung, BE+BR
 - Verkehrsfreimachungen, Absicherungen, Erschwernisse für Dritte
 - Erstellung Ausführungsunterlagen (Statik, Detailplanung)

Begriffsbestimmungen 2

- Einmalige Verwaltungskosten K_V (festgelegte 10% von K_B) sind
 - Vorarbeiten, Vorentwürfe, vergabereifer Bauentwurf, Vergabe
 - Prüfung Statik und Pläne, ÖBA, Bauleitung
 - Prüf- & Messgeräte, Fahrzeuge für Messung, ÖBA, BL, Probelastung
 - Verwaltungstätigkeit, Rechnungswesen
- Errichtungskosten $K_{er} = K_B + K_V = K_B * 1,10$ bilden die Basis für den Prozentsatz p zur Berechnung der jährlichen Unterhaltungskosten K_{ju}

Begriffsbestimmungen 2

- Jährliche Unterhaltungskosten K_{ju}
 - Bezugsgröße für die kapitalisierten Unterhaltungskosten
 - Ermittelt als %-Satz p gemäß festgelegter Tabellenwerte (Ablöserichtlinie) der Errichtungskosten K_{er}
 - $K_{ju} = p * K_{er}$ mit $K_{er} = K_B + K_V \rightarrow K_{er} = 1,10 * K_B$
- Abbruchkosten K_A (22% von K_B) sind
 - Reine Abbruchkosten K_{rA} (20% von K_B) im Zuge der Wiederneruerung
 - Verwaltungskosten K_V (10% von $K_{rA} = 2\%$ von K_B) für den Abbruch
- Erneuerungskosten $K_{erm} = K_B + K_A * K_V$

Begriffsbestimmungen 3

Barwert

Der augenblickliche Wert einer Verpflichtung, jährlich eine bestimmte (konstante) Rente r über n Jahre zu leisten, wobei das Guthaben mit p % verzinst wird (Zinsfaktor $q = (1 + p/100)$), wird als Rentenbarwert R_{bar} bezeichnet und beträgt bei nachschüssiger Zahlung (postnumerando):

$$R_{barwert} = r * \frac{1}{q^n} * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Endwert

Bei einer regelmäßig über n Jahre zu zahlenden (konstanten) Rente r , wobei das Guthaben mit p % verzinst wird (Zinsfaktor $q = (1 + p/100)$), wird der Summenwert der geometrischen Reihe der Zinseszinsrechnung als Rentenendwert R_{end} bezeichnet und beträgt bei nachschüssiger Zahlung (postnumerando):

$$R_{endwert} = r * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Rentenrechnung Barwert - Endwert

Barwertmethode

- Kostenbetrachtung zu Beginn der Lebenszeit
- Barwert K^{bar} = Betrag der zu Beginn der Laufzeit zu zahlen ist, wenn Endwert durch eine einmalige Zahlung am Beginn abgelöst werden soll.
- Einmalige Kosten werden auf Laufzeitbeginn abgezinst.

$$K^{bar} = K^{end} * \frac{1}{q^n}$$

Jährlich gleichmäßig anfallende Unterhaltungskosten. \rightarrow mit nachschüssiger Rentenrechnung auf die Laufzeit abgezinst.

$$K^{bar} = K^{end} * \frac{1}{q^n} = K_{ju} * \frac{1}{q^n} * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Kostenbetrachtung über die Zeit


Endwertmethode

- Kostenbetrachtung zu Ende der Lebenszeit
- Endwert K^{end} = Betrag auf den die bis zu Ende der Laufzeit angefallenen Kosten bei entsprechendem Zinssatz angewachsen sind.
- Einmalige Kosten werden auf Laufzeitende aufgezinst.

$$K^{end} = K^{bar} * q^n$$

Jährlich gleichmäßig anfallende Unterhaltungskosten. \rightarrow mit nachschüssiger Rentenrechnung auf die Laufzeit aufgezinst.

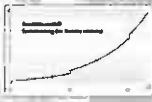
$$K^{end} = K_{ju} * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$



Römisches Aquädukt
Pont du Gard / Nimes

5

LEBENSZYKLUSMODELL



- **Kosten des Bauwerkes werden im Lebenszyklusmodell für eine einmalige Lebensdauer berechnet.**
- **Kosten die früher entstehen, somit früher Kapital erfordern, sind „teurer“ als Kosten die später entstehen.**
- **Bei diesem LZ-Modell muss nach der Barwert- und der Endwertmethode unterschieden werden.**

$$LZK^{Bar} = K_{er} + \frac{i}{q^n} * K_{er} * \frac{q^n - 1}{q - 1} \quad LZK^{End} = K_{er} * q^n + K_{er} * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

- Betrachtungszeitraum $m_{BZ} <$ **theoretische Nutzungsdauer**,
→ **Restwert Brücke am Betrachtungsende = Endwert.**
- **Barwert des Restwertes ist über m_{BZ} abzuzinsen (lineare Abschreibung), bei Ausrüstung ab letzter Erneuerung $x * m_{AT}$**

$$Restwert_{Brücke} = K_{er, LB} * \frac{m_{AT} - m_{BZ}}{m_{AT}} + K_{er, AT} * \frac{x * m_{AT} - m_{BZ}}{m_{AT}}$$

Lebenszyklusmodell


- **Beispiel Kostenverlauf einer Stahlbetonbrücke**
- Lebensdauer Rohtragwerk 70 Jahre = Betrachtungszeitraum Beispielbrücke
- Rohtragwerk = Tragkonstruktion (Balken, Platten, Bögen, Kasten) mit Unterbau, Rahmentragwerke, Gewölbe, **Wellstahlrohre**
- Lebenszeit Rohtragwerk definiert Gesamtlebenszeit des Bauwerkes

Darstellung unverzinsten Kosten Rohtragwerk



Unverzinsten Kostenverlauf Rohtragwerk

- Betrachtungszeitraum 70 Jahre
- Lebensdauer Ausrüstungsteil 30 Jahre
- Niedrigere Lebensdauer als Rohtragwerk
- Mehrfacher Austausch
- Entwicklung Errichtungskosten nicht gesichert abschätzbar
- Vereinfachende Annahme gleichbleibender Kosten
- Errichtungs- und Abbruchkosten gleich hoch für jede Bauteil Neuerrichtung



Kostenverlauf Brückenausrüstung

Stahlbeton-Rohtragwerk: $m_{RT}=70$; $p_{RT}=0,8\%$, $z=4\%$, $K_p=10\% * K_{B,RT}$, $K_a=2256 * K_{B,RT}$

Barwerte	Errichtungskosten	$LZK_{er, RT}^{Bar} = 1,10 * K_{B,RT}$
	Unterhaltungskosten	$LZK_{U, RT}^{Bar} = \frac{i}{1,04^n} = 1,10 * K_{B,RT} + 0,008 * \frac{1,04^n - 1}{1,04 - 1} = 0,21 * K_{B,RT}$
	Abbruchkosten	$LZK_{ab, RT}^{Bar} = \frac{i}{1,04^n} * 0,22 * K_{B,RT} = 0,01 * K_{B,RT}$
Endwerte	Errichtungskosten	$LZK_{er, RT}^{End} = 1,04^n * 1,10 * K_{B,RT} = 17,13 * K_{B,RT}$
	Unterhaltungskosten	$LZK_{U, RT}^{End} = \frac{0,008 * 1,10 * K_{B,RT}}{K_p} * \frac{1,04^n - 1}{1,04 - 1} = 521 * K_{B,RT}$
	Abbruchkosten	$LZK_{ab, RT}^{End} = 0,22 * K_{B,RT}$

Lebenszykluskosten Rohtragwerk

$$LZK_{RT}^{Bar} = 1,32 * K_{B,RT} \quad \text{I. Barwert}$$

$$LZK_{RT}^{End} = 20,56 * K_{B,RT} \quad \text{II. Endwert}$$


Rechenbeispiel Rohtragwerk

Beispiel Stahlbetonbrücke

- Gegenüberstellung Rohtragwerk – Ausrüstungsteil „Fahrleitungseinrichtung an Strassenbrücken“ (Bahnübergang)
- Zeigt Gewichtung der Kostenentwicklung

	Rohtragwerk		Ausrüstungsteil	
	Barwert	Endwert	Barwert	Endwert
LZK_{er}	$1,10 * K_{B,RT}$	$17,13 * K_{B,RT}$	$1,54 * K_{B,AT}$	$24,04 * K_{B,AT}$
LZK_U	$0,21 * K_{B,RT}$	$3,21 * K_{B,RT}$	$1,29 * K_{B,AT}$	$20,04 * K_{B,AT}$
LZK_{ab}	$0,01 * K_{B,RT}$	$0,22 * K_{B,RT}$	$0,10 * K_{B,AT}$	$1,60 * K_{B,AT}$
LZK	$1,32 * K_{B,RT}$	$20,56 * K_{B,RT}$	$2,93 * K_{B,AT}$	$45,68 * K_{B,AT}$

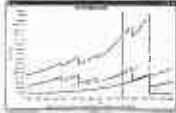
Gegenüberstellung im LZ-Modell



Si-o-se Pol (33 Bögen) Brücke Isfahan / Iran

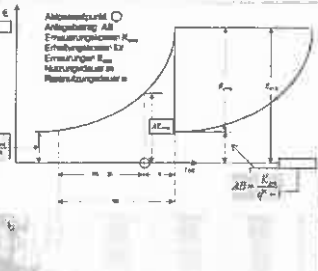
6

ABLÖSEMODELL



- Das Ablösemodell geht von einer zeitlich unbegrenzten Erhaltungsperiode aus.
- Die Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{em} sollen Erneuerung am Ende der Lebenszeit ermöglichen und genug Kapital zur Verfügung stellen, um darauf folgende Erneuerung ebenfalls abzudecken.
- Die kapitalisierten Erhaltungskosten AE setzen sich aus den kapitalisierten Erhaltungskosten für Erneuerungen AE_{em} (werden aus den Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{em} berechnet) und den kapitalisierten Unterhaltungskosten AE_U zusammen.
- Die Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{em} (zum Zeitpunkt einer neuerlichen Errichtung) setzen sich aus den dann fälligen Erneuerungskosten K_{em} und einem Anlagebetrag AB zusammen: $E_{em} = K_{em} + AB$
- Die Aufzinsung des Anlagebetrages AB über die Lebenszeit der Brücke m_{AT} ergibt dann die Erhaltungskosten für Erneuerungen: $E_{em} = AB \cdot q^{m_{AT}}$
- Der Anlagebetrag AB (Barwert) entspricht damit den abgezinsten Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{em} und kann als die mit dem Kostenfaktor a multiplizierten Erneuerungskosten K_{em} dargestellt werden: $AB = a \cdot K_{em}$ mit $a = 1 / (q^{m_{AT}} - 1)$

Erhaltungskosten Konstrukt



Die kapitalisierten Erhaltungskosten für Erneuerung AE_{em} treten zum Zeitpunkt der Ablösung der Brücke auf und müssen daher unter Berücksichtigung der Restnutzungsdauer n auf den Zeitpunkt der Ablösung abgezinst werden.

Brückenbestand- und Ausrüstungsteile mit unterschiedlichen Lebensdauern werden jeweils einzeln berechnet.

Erhaltungskosten Konstrukt

- m_{AT} meist kein ganzzahliges Vielfaches von $m_{AT} \Rightarrow$ mehrfache Erneuerung erforderlich
- Beginn der Lebensdauer \rightarrow Anlagebetrag AB_0 angesetzt, wird mit dem Kostenfaktor $a \times$ Erneuerungskosten K_{em} dargestellt: $AB_0 = a \cdot K_{em}$
- Aufzinsung des Anlagebetrages AB_0 über die Lebensdauer der (ersten) Ausrüstung m_{AT} ergibt die Erhaltungskosten für Erneuerungen $E_{em,1}$ zum Zeitpunkt der erstmaligen Erneuerung.
- $E_{em,1}$ setzen sich zusammen aus den dann fälligen Erneuerungskosten K_{em} und einem Anlagebetrag AB_1 : $E_{em,1} = K_{em} + AB_1$
- Der Vorgang wiederholt sich bis zur x-ten Erneuerung.
- Nach letztmaliger Erneuerung wird der Anlagebetrag AB über den Zeitraum zwischen letztmaliger Erneuerung und Ende der Brückenlebensdauer m_{AT} aufgezinst.
- Dies ergibt dann die Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{em} zum Ende der Lebensdauer der Brücke: $E_{em} = K_{em} + AB_0$

Erhaltungskosten Ausrüstung

Da m_{AT} meist kein ganzzahliges Vielfaches von $m_{AT} \Rightarrow$ ist mehrfache Erneuerung erforderlich.

Beginn der Lebensdauer \rightarrow Anlagebetrag AB_0 angesetzt, wird mit dem Kostenfaktor $a \times$ Erneuerungskosten K_{em} dargestellt: $AB_0 = a \cdot K_{em}$

Aufzinsung des Anlagebetrages AB_0 über die Lebensdauer der (ersten) Ausrüstung m_{AT} ergibt die Erhaltungskosten für Erneuerungen $E_{em,1}$ zum Zeitpunkt der erstmaligen Erneuerung.

$E_{em,1}$ setzen sich zusammen aus den dann fälligen Erneuerungskosten K_{em} und einem Anlagebetrag AB_1 : $E_{em,1} = K_{em} + AB_1$

Der Vorgang wiederholt sich bis zur x-ten Erneuerung.

Nach letztmaliger Erneuerung wird der Anlagebetrag AB über den Zeitraum zwischen letztmaliger Erneuerung und Ende der Brückenlebensdauer m_{AT} aufgezinst.

Dies ergibt dann die Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{em} zum Ende der Lebensdauer der Brücke: $E_{em} = K_{em} + AB_0$

Die kapitalisierten Erhaltungskosten für Erneuerungen AE_{em} treten zum Ablösezeitpunkt auf, daher müssen die Erhaltungskosten für Erneuerungen E_{em} bzw. $E_{em,x}$ auf den Ablösezeitpunkt abgezinst werden (Restnutzungsdauer n Jahre).

Erhaltungskosten Ausrüstung

$$AB_0 \cdot q^{m_{AT}} = K_{em} + AB_1 = E_{em,1}$$

$$\Rightarrow AB_1 = a \cdot K_{em} \text{ wird}$$

$$AB_1 = a \cdot K_{em} \cdot q^{m_{AT}} = K_{em} + (a \cdot q^{m_{AT}} - 1) \cdot K_{em}$$

Ansetzung $AB_1 \Rightarrow AB_1 \cdot q^{m_{AT}} = K_{em} + (a \cdot q^{m_{AT}} - 1) \cdot q^{m_{AT}} \cdot K_{em}$

mit $E_{em,1} = AB_1 \cdot q^{m_{AT}} \Rightarrow E_{em,1} = K_{em} + AB_1$ wird

$$AB_1 + K_{em} = K_{em} + (a \cdot q^{m_{AT}} - 1) \cdot q^{m_{AT}} \cdot K_{em}$$

$$AB_1 = K_{em} \cdot (a \cdot q^{m_{AT}} - 1) \cdot q^{m_{AT}}$$

$$AB_1 = K_{em} \cdot (a \cdot q^{m_{AT}} - 1) \cdot q^{m_{AT}} = K_{em} \cdot (a \cdot q^{m_{AT}} - 1) \cdot q^{m_{AT}}$$

$$\rightarrow AB_1 = K_{em} \cdot (a \cdot q^{m_{AT}} - 1) \cdot q^{m_{AT}}$$

... $\rightarrow a = \frac{1}{q^{m_{AT}} - 1} = \frac{1}{q^{m_{AT}} - 1} \cdot \frac{q^{m_{AT}} - 1}{q^{m_{AT}} - 1}$ wird

$$\rightarrow E_{em,1} = K_{em} + AB_1 = K_{em} + \left(1 + a \cdot q^{m_{AT}} - \frac{1}{q^{m_{AT}} - 1}\right) \cdot K_{em}$$

$$E_{em,1} = K_{em} + AB_1 = K_{em} + \left(1 + a \cdot q^{m_{AT}} - \frac{1}{q^{m_{AT}} - 1}\right) \cdot K_{em}$$

$$E_{em,1} = K_{em} + AB_1 = K_{em} + \left(1 + a \cdot q^{m_{AT}} - \frac{1}{q^{m_{AT}} - 1}\right) \cdot K_{em}$$

$$E_{em,1} = K_{em} + AB_1 = K_{em} + \left(1 + a \cdot q^{m_{AT}} - \frac{1}{q^{m_{AT}} - 1}\right) \cdot K_{em}$$

Erhaltungskosten für Erneuerungen AT

Die kapitalisierten Unterhaltungskosten AE_U ergeben sich aufgrund einer zeitlich unbegrenzten Unterhaltungspflicht konstant.

Das vorgesehene Kapital AE_U sollte daher einen Zinsertrag abwerfen, der die laufenden jährlichen Unterhaltungskosten K_U abdecken soll.

Annahme Zinssatz $z = 4\% \rightarrow z = 0,04$

$$z \cdot AE_U = K_U \Rightarrow AE_U = \frac{1}{z} \cdot K_U \Rightarrow AE_U = 25 \cdot K_U$$

Unterhaltungskosten AT

Berechnung der kapitalisierten Erhaltungskosten AE

Berechnungsgrundlage: reine Baukosten K_B + Verwaltungskosten $K_{V,Bau}$ (10% K_B) = Errichtungskosten $K_{er} = 1,10 \cdot K_B$ zuzüglich **Abbruchkosten** $K_A = 0,22 \cdot K_B$ (20% K_B Abbruchkosten + 2% K_B Verwaltungskosten (10% K_A) \rightarrow **Berechnungsbaas** = $1,10 \cdot K_B + 0,22 \cdot K_B = 1,32 \cdot K_B$

U	Urs(Bau/Betrieb)	Urs	Urs	Urs
1	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
2	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
3	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
4	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
5	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
6	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
7	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
8	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
9	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
10	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
11	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
12	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
13	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
14	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
15	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
16	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
17	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
18	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
19	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
20	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
21	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
22	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
23	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
24	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
25	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
26	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
27	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
28	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
29	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
30	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
31	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
32	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
33	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
34	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
35	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
36	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
37	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
38	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
39	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
40	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
41	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
42	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
43	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
44	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
45	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
46	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
47	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
48	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
49	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
50	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
51	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
52	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
53	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
54	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
55	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
56	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
57	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
58	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
59	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
60	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
61	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
62	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
63	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
64	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
65	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
66	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
67	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
68	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
69	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
70	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
71	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
72	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
73	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
74	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
75	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
76	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
77	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
78	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
79	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
80	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
81	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
82	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
83	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
84	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
85	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
86	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
87	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
88	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
89	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
90	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
91	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
92	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
93	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
94	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
95	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
96	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
97	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
98	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
99	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4
100	Urs(Bau/Betrieb)	1,32	110	146,4

- Lebensdauer Brücke $m_{Br} = 70$ Jahre
- Ablösung erfolgt nach 65 Jahren.
- Restnutzungsdauer 15 Jahre

Beispiel Klösemödel, Stahlbetonbrücke

Römische Bogenbrücke über den Cendere bei Adyaman / Türkei

PROGRAMM LZKB

- Abwägung zwischen den Softwareprodukten **Java (Java Runtime Environment)** und **Microsoft Excel (Visual Basic for Applications)** ergab den Zuschlag für Java.
- Begründungen:
 - plattformunabhängige & objektorientierte Programmiersprache
 - fertige Programmbibliotheken und Vorlagen nutzbar
 - UserInterface und Grafiken individuell gestaltbar
 - Software kostenfrei
 - Programmkompllierung (In Maschinensprache übersetzen) erfordert Kenntnis Quellcode für Veränderungen
 - läuft auf allen Betriebssystemen Windows, Linux, Macintosh
 - Jede Berechnungsart möglich
- Programmpaket aus zwei Teilprogrammen

Programmwahl JAVA

- Hauptprogramm „**Bruecke.jar**“.
- Berechnet die kapitalisierten Erhaltungskosten für das Ablösmodell und die Lebenszykluskosten verzinst sowie unverzinst.
- Berechnungsmodelle dargestellt in Teil 1 der Dokumentation: „**Programmentwicklung Lebenszykluskosten von Brücken – Teil 1: Anforderungen**“.
- Beschreibung der Handhabung im Teil 2 der Dokumentation: „**Programmentwicklung Lebenszykluskosten von Brücken – Teil 2: Handbuch**“.

Programmteil 1 „Bruecke.jar“

- Ergänzungsprogramm „**Faktorgenerator.jar**“
- Mit diesem Programm können zusätzliche **Auf- und Abminderungsfaktoren** für die theoretische Lebensdauer der Brückenbestandteile sowie den **Prozentsatz der jährlichen Unterhaltungskosten** erstellt werden.
- Es wird damit eine Vorlagendatei erzeugt, die im Programm „**Bruecke.jar**“ verwendet werden kann.

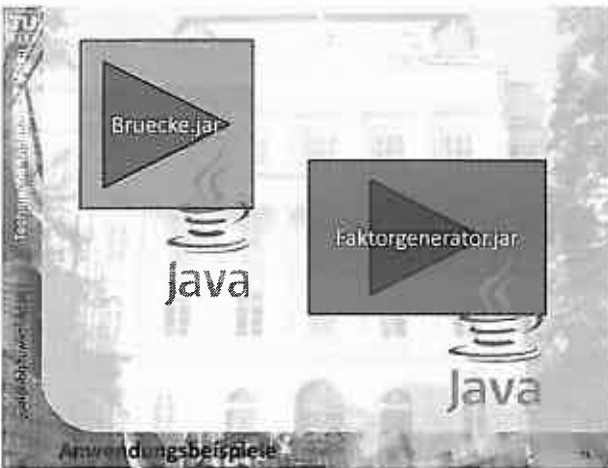
Programmteil 2 „Faktorgenerator.jar“



Dokumentation



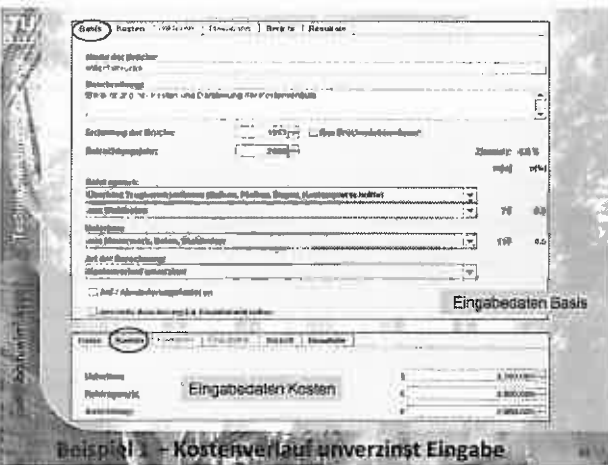
ANWENDUNGSBEISPIELE



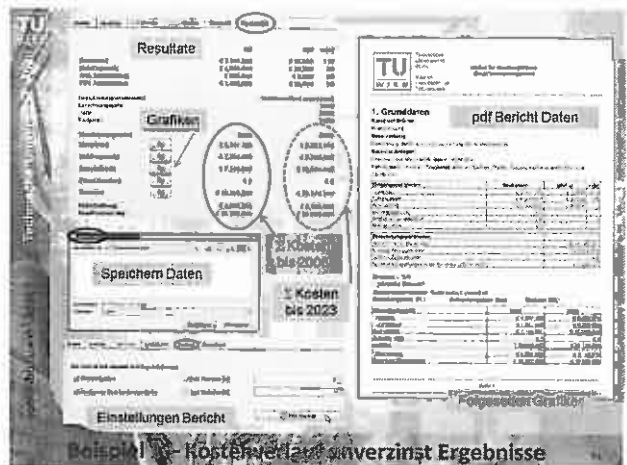
Anwendungsbeispiele



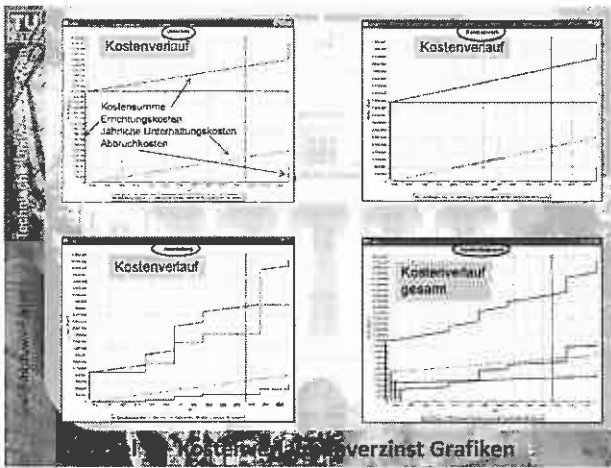
Anwendungsbeispiele 1-3



Beispiel 1 - Kostenverlauf unverzinst Eingabe



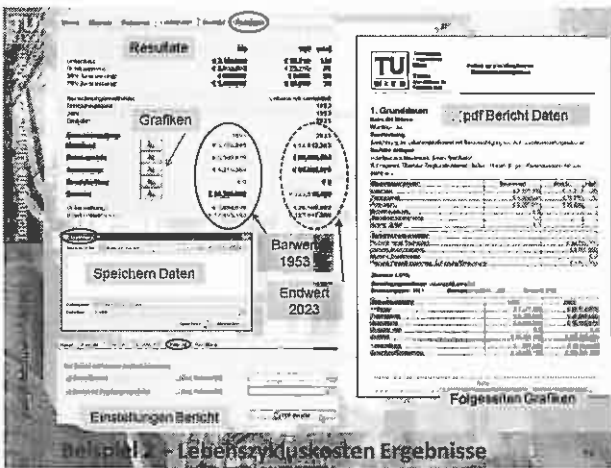
Beispiel 2 - Kostenverlauf unverzinst Ergebnisse



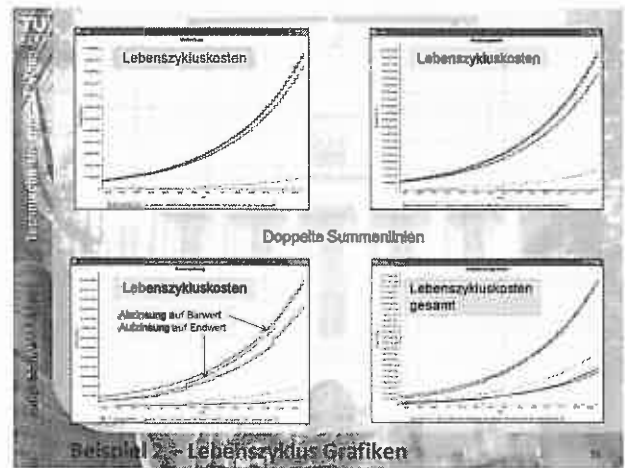
Beispiel 1 - Kostenverlauf - verzinst Grafiken



Beispiel 2 - Lebenszykluskosten Eingabe



Beispiel 3 - Lebenszykluskosten Ergebnisse



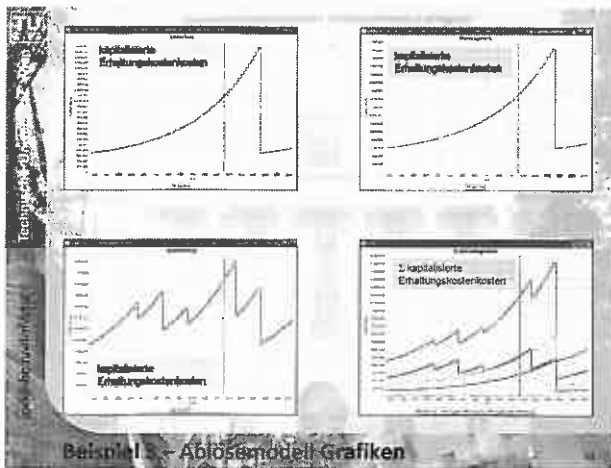
Beispiel 4 - Lebenszyklus Grafiken



Beispiel 5 - Ablösmodell Eingabe



Beispiel 6 - Kostenverlauf Ergebnisse



Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik

Ende Handout

Einführung in das neue EDV-Programm LZKB

Entwicklungsteam
 B. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Georg JODL
 Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian SCHRANZ MSc
 Dipl.-Ing. Andreas JURECKA
 Dipl.-Ing. Dominik DEJMEK

