

LCC LEITFADEN

Radsätze, Räder, Radsatzlager, Zuverlässigkeit / Sicherheit -
Implementierung der EN 50126

Rail System Forum Rolling Stock SET 6, „Running gear“.



INTERNATIONAL UNION
OF RAILWAYS

ISBN 978-2-7461-2431-8

ISBN 978-2-7461-2430-1 (französische Fassung)

ISBN 978-2-7461-2432-5 (englische Fassung)

Hinweis

Die vollständige oder auszugsweise Wiedergabe, der Nachdruck sowie die Verteilung jeglicher, einschließlich elektronischer Art, zu anderen als rein privaten und eigenen Zwecken ohne die ausdrückliche vorherige Zustimmung des Internationalen Eisenbahnverbandes, sind untersagt. Die Übersetzung, Anpassung oder das Umschreiben bzw. die Umgestaltung oder Vervielfältigung durch technische oder sonstige Verfahren sind ebenfalls urheberrechtlich geschützt. Lediglich zugelassen sind, unter Nennung des Autoren und der Quelle, „Analysen und kurze Zitate, die durch den kritischen, polemischen, pädagogischen, wissenschaftlichen oder informativen Charakter des Werkes, aus dem sie stammen, gerechtfertigt sind“. (Art. L.122-4 und L. 122-5 des Gesetzes über geistiges Eigentum)

© Internationaler Eisenbahnverband (UIC) - Paris 2015.

ÜBERSICHTSBLATT																														
Bezeichnung UIC B 169/RP 44				Vorliegende Version April 2015																										
Titel des Dokuments Radsätze, Räder, Radsatzlager, Zuverlässigkeit / Sicherheit - Implementierung der EN 50126				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center; padding: 2px;">Sprachen</th> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; padding: 2px;">Original</th> <th colspan="3" style="text-align: center; padding: 2px;">Übersetzung</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Fr</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">De</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">En</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Fr</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">De</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">En</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Sprachen						Original			Übersetzung			Fr	De	En	Fr	De	En	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sprachen																														
Original			Übersetzung																											
Fr	De	En	Fr	De	En																									
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									
Verfasser UIC „Axles Wheels EN 50126“ group of experts				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Seiten</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Figuren</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Tabellen</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">32</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">6</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right; padding: 2px;">(ohne Anlagen)</td> </tr> </table>			Seiten	Figuren	Tabellen	32	1	6	(ohne Anlagen)																	
Seiten	Figuren	Tabellen																												
32	1	6																												
(ohne Anlagen)																														
Projekt LCC Leitfaden																														
Auftragnehmer Internationaler Eisenbahnverband (UIC) Abteilung Rail System 16 rue Jean Rey F – 75015 PARIS				Auftraggeber Internationaler Eisenbahnverband (UIC) Abteilung Rail System 16 rue Jean Rey F – 75015 PARIS																										
Projekt-Nr. des Auftragnehmers P000319				Projekt-Nr. des Auftraggebers P000319																										
Zusammenfassung <p>Der vorliegende Bericht soll die Berechnung typischer RAMS-Werte auf Basis der EN 50126 zur Bestimmung der Zuverlässigkeit und Sicherheit der Laufwerke von Schienenfahrzeugen ermöglichen. Dabei stützten sich die Verfasser auf die Erkenntnisse der „Joint Sector Group for the ERA Task Force on wagon/axle maintenance“ (JSG), aus dem EURAXLES-Projekt sowie auf die Ergebnisse aus der UIC-Gruppe „Beanspruchung der Laufwerke“. Diese charakteristischen Werte sind notwendig, um Veränderung in den Laufwerken und ihre Auswirkungen sicher analysieren zu können.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Im Ergebnis soll es möglich sein, charakteristische LCC-Werte zu berechnen. Am Ende liefert das Projekt ein Verfahren zur Bestimmung charakteristischer LCC-Werte.</p>																														
Schlagwörter LCC, Life Cycle Costing, LCC-Calculator_UIC, LCC-presentation-charts																														

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Anlagen	vii
Verzeichnis der Figuren	viii
Verzeichnis der Tabellen	ix
Änderungen	x
Abkürzungen.....	xi
1. Zielsetzung.....	1
2. Aufgabenstellung definieren	2
2.1. Titelfolie.....	2
2.2. Steckbrief	2
2.3. IN / OUT - Rahmen	3
3. Grundlagen schaffen.....	5
3.1. Struktur des Produktionsmittels / Systemzusammenhänge	5
3.2. Betroffene LCC-Kostenblöcke.....	6
3.3. Zielsetzung und Kurzbeschreibung je Variante	7
3.4. Varianten: Nennung der wesentlichen Unterschiede	7
4. Datenerfassung	9
4.1. Aufstellung der Kostendaten	9
5. Ermittlung der LCC-Werte.....	11
5.1. Zahlungsreihe (Auszug) der Weiterführungsvariante	11
6. Anwendung des LCC-Calculator_UIC	12
6.1. Hinweise zur Anwendung des LCC-Calculator_UIC	12
6.2. Globale Eingaben im Reiter „LCC_CalculationSheet“	12
6.3. Eingaben für die Weiterführungsvariante im Reiter „LCC_CalculationSheet“	14
6.4. Eingaben für die Planungsvariante im Reiter „LCC_CalculationSheet“	15
6.5. Ergebnis im Reiter „LCC_CalculationSheet“	15
6.6. Ergebnis im Reiter „BreakEven-chart“	16
6.7. Ergebnis im Reiter „PL_statement“	16
7. Ergebnis.....	18
7.1. Ergebnisüberblick und Erläuterung	18
7.2. Kennzahlen	18

7.3.	Grafik Ergebnisplanung.....	19
7.4.	Grafik Rückgewinnungszeit.....	19
7.5.	Empfehlung.....	20
7.6.	Freigabestatus	20

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1	LCC-Calculator_UIC.xls
Anlage 2	LCC-Präsentationsfolien_UIC.ppt

Verzeichnis der Figuren

Abb. 1:	Beispiel der technischen Struktur eines Radsatzes	6
---------	---	---

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1 - Screenshot Sprachwahl.....	12
Tabelle 2 - Screenshot Variantenbezeichnung	13
Tabelle 3 - Screenshot Globalwerte	13
Tabelle 4 - Screenshot Ergebnis im Reiter „LCC_CalculationSheet“	15
Tabelle 5 - Screenshot Ergebnis im Reiter „BreakEven_chart“	16
Tabelle 6 - Screenshot Ergebnis im Reiter „PL_statement“	17

Änderungen

Lfd. Nr.	Eingetragen von (Name in GROSSBUCHSTABEN)	Datum der Eintragung (JJJJ-MM-TT)

Abkürzungen

EFA	Externe Funktionsanalyse
IFA	Interne Funktionsanalyse
LCC	Life Cycle Cost - Lebenszykluskosten
PBS	Product Breakdown Structure - technische Produktstruktur
RAMS	Zuverlässigkeit (Reliability), Verfügbarkeit (Availability), Instandhaltbarkeit (Maintainability), Sicherheit (Safety)
UIC	Internationaler Eisenbahnverband

1. Zielsetzung

Die Ausgangssituation einer LCC-Berechnung für ein Produktionsmittel ist die Notwendigkeit, eine Entscheidung zu treffen bzw. die wirtschaftlichen Grundlagen für die Entscheidung zu schaffen.

Der Anstoß für eine LCC-Berechnung kann z. B. aus dem Ergebnis einer RAMS-Analyse erfolgen.

Zur Präsentation und Dokumentation der Ergebnisse einzelner Prozessschritte und des Gesamtergebnisses wird als Standard-Foliensatz der LCC-Präsentationsfoliensatz, „LCC-presentation-charts_UIC.ppt“ empfohlen.

Der LCC-Präsentationsfoliensatz hat zwei wesentliche Aufgaben:

- Er soll den Bearbeiter der Aufgabenstellung systematisch zum Ergebnis und der Formulierung einer objektiven Empfehlung leiten;
- Er unterstützt den Anwender bei der revisionssicheren Dokumentation;
 - der Datengrundlage,
 - der Datenaufbereitung und
 - der Ergebnisdarstellung.

Zur Strukturierung des Produktionsmittels wird die für die RAMS-Analyse erstellte Interne Funktionsanalyse (IFA) in der Datei EFA_AFE___IFA_AFI.xls verwendet. Diese wird auch Product Breakdown Structure genannt.

Zusammen mit dem LCC-Calculator_UIC.xls stehen grundlegende Werkzeuge zur Verfügung, eine LCC-Berechnung von der ersten Idee durchzuführen.

Die Anwendung der LCC-Methodik ist nicht auf Schienenfahrzeuge bzw. deren Komponenten beschränkt. Sie ist universell auch für andere Anwendungen in anderen Branchen verwendbar.

Die LCC-Methodik wird anhand des Beispiels der Beschaffung eines Container-Tragwagens beschrieben.

Die Beschreibung in dieser LCC-Guideline folgt der Reihenfolge der Folien des LCC-presentation-charts_UIC.ppt.

2. Aufgabenstellung definieren

Am Ende der Phase „Aufgabenstellung definieren“ sind sich alle am Anwendungsfall Beteiligten über den Umfang der Aufgabenstellung im Klaren und haben die Aufgabenstellung hinsichtlich Inhalt, Ziel und Abgrenzung eindeutig dokumentiert.

2.1. Titelfolie

In der Titelfolie sind der Projekttitel, das Bearbeitungsdatum, der Bearbeiter und der Dateiname einzutragen.

Weiterhin wird empfohlen, ein aussagekräftiges Bild bzw. eine Grafik einzufügen.

2.2. Steckbrief

Wozu:

Der Anwendungsfall ist zu beschreiben durch:

- die ursprüngliche Intention bzw. Ausgangssituation,
- die daraus abzuleitende LCC-Aufgabenstellung und die Festlegung der erforderlichen Anzahl von Berechnungsvarianten,
- die finanziellen Randbedingungen des Projektes,
- die zeitlichen Eckpunkte und
- die Festlegung der Teammitglieder. Für die Besetzung des Teams wird eine interdisziplinäre Zusammensetzung aus technischen, betrieblichen Experten und Controller vorgeschlagen.

Wie:

Status-Logik:

In der Folie „Steckbrief“ legt der Anwender nach der Fertigstellung des LCC-Präsentationsfoliensatzes_UIC den Status der LCC-Berechnung durch Ankreuzen fest, mit:

I = Identifiziert: Die Maßnahme ist inhaltlich ausreichend beschrieben, das geschätzte Einsparpotenzial ist beschrieben.

A = Abgestimmt: Die Maßnahme ist mit den Bedarfsträgern abgestimmt. Die Zustimmung zur Umsetzung der Maßnahme liegt vor und das Einsparpotenzial ist anerkannt. Es gibt eine detaillierte Umsetzungsplanung.

E = Entschieden: Grundsätzlich ist mit „A“ auch „E“ erreicht, soweit nicht weitere Entscheidungsträger hinzugezogen werden müssen, wie z.B. der Vorstand oder Aufsichtsbehörde.

V = Voraussetzung geschaffen: Die Voraussetzungen zur Realisierung der Maßnahme sind erfüllt (z.B. unterzeichnete Verträge liegen vor). Eventuell notwendige weitere organisatori-

sche Maßnahmen sind erfolgt (z.B. Handlungsanweisungen, Richtlinien, Kommunikation, ...)

Ausgangssituation:

Hier wird die gesamte Aufgabenstellung skizziert, aus der LCC – Aufgabenstellung abgeleitet wird.

LCC-Aufgabenstellung:

Jede Aktivität im Rahmen des LC-Managements muss vor dem Hintergrund bestimmter Randbedingungen und einer ganz spezifischen Fragestellung gesehen werden. Deshalb wird hier die konkrete LCC-Aufgabenstellung skizziert, die in der Regel eine Teilaufgabe der Ausgangssituation ist (z. B. Auswahl des nach LCC-Kriterien preiswertesten ESTW).

Ersteller der LCC-Berechnung, Termine:

Die Verantwortung für die Bearbeitung der LCC-Aufgabenstellung trägt der Teamleiter, die Teammitglieder werden benannt und der Fertigstellungstermin für die Ergebnispräsentation wird eingetragen.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Steckbrief“ inklusive Zustimmung des Auftraggebers

2.3. IN / OUT - Rahmen

Wozu:

Der IN / OUT-Rahmen wird ausgefüllt, um:

- die für die LCC-Berechnung betrachteten Aspekte (innerhalb) und die nicht betrachteten Aspekte (außerhalb) der Maßnahme zu identifizieren und zu dokumentieren (in Analogie zu einem Bilderrahmen). Die für die RAMS-Analyse durchgeführte Externe Funktions Analyse (EFA) bietet eine gute Grundlage.
- eine ausufernde Diskussionen im weiteren Prozessverlauf darüber zu vermeiden, und zu klären, was zu bearbeiten ist und was nicht. Zudem wird dadurch transparent, unter welchen Randbedingungen das Endergebnis entstanden und zu interpretieren ist.
- die zu betrachtenden Komponenten des Objektes festzulegen. Diese können komplett oder nur einen Teil der technischen Struktur (siehe: Interne Funktionsanalyse (IFA)) umfassen.

Wie:

- Innerhalb der Betrachtung (innerhalb des roten Fensterrahmens): Hier stehen diejenigen Komponenten / Randbedingungen die im Rahmen der Maßnahme berücksichtigt werden.
- Außerhalb der Betrachtung (außerhalb des roten Fensterrahmens): Hier stehen alle Komponenten / Randbedingungen, die im Rahmen der Maßnahme nicht betrachtet werden.
- Noch zu klären: Auf dem roten "Fensterrahmen" werden Themen platziert, die während der Bearbeitung der LCC-Berechnung noch zu klären sind (z. B. mit dem Auftraggeber). Am Ende des Prozesses (d. h. der LCC-Berechnung) stehen keine Themen mehr auf dem Fensterrahmen.
- Festgelegt am ... : Dokumentation des Datums der Festlegungen im In/Out-Rahmen und Nennung der Beteiligten

Beispiele für Fragen als Hilfestellung zur Ausfüllung des IN / OUT-Rahmens:

- Welche Komponenten werden betrachtet und welche nicht? Die Visualisierung der in der LCC-Berechnung berücksichtigten Komponenten erfolgt in der darauffolgenden Folie "Struktur des Produktionsmittels / Systemzusammenhänge".
- Was ist die Grundgesamtheit der betrachteten Produktionsmittel (z. B. Streckenumfang, Wagenpark)?
- Wird ein Migrationszeitraum in der LCC-Berechnung berücksichtigt? Migration steht hier für die zeitlich verschobene Durchführung gleicher Maßnahmen, wie z. B. die Beschaffung von 100 Fahrzeugen gleichen Typs, verteilt über 3 Jahre.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- ausgefüllter IN / OUT - Rahmen.

3. Grundlagen schaffen

Vor der Datenrecherche- und Aufbereitung ist sind die dafür notwendigen Randbedingungen festzulegen.

3.1. Struktur des Produktionsmittels / Systemzusammenhänge

Wozu:

- Klarheit schaffen über die einzelnen Komponenten des Produktionsmittels bzw. über die Systemgrenzen der Betrachtung.
- Struktur des Produktionsmittels: Die technische bzw. funktionale Struktur des Produktionsmittels wird aufgestellt zur Sortierung und Visualisierung der einzelnen Elemente (Komponenten / Module), aus dem das Produktionsmittel besteht. Dies ist besonders hilfreich zur Abgrenzung gegenüber anderen Komponenten, wenn nur bestimmte Komponenten / Module eines Produktionsmittels betrachtet werden sollen, z. B. der Antriebsstrang.
- Systemzusammenhänge: Zur Verdeutlichung der Wirkungszusammenhänge kann das Zusammenspiel des betroffenen Produktionsmittels mit seinem Umfeld mit Hilfe eines Einflussgrößen-Wirkungs-Diagramms visualisiert werden.
- Mittels der Visualisierung lässt sich einfacher darüber diskutieren, welche der Komponenten / Module für die LCC-Berechnung zu betrachten sind und welche Komponenten / Module nicht tangiert sind.

Dem Anwender steht es frei, auch andere Methoden zu verwenden.

Wie:

- Technische / funktionale Struktur: Das betroffene Produktionsmittel wird top-down in seine Komponenten aufgeteilt. Siehe dazu die Aufstellung der Internen Funktionsanalyse (IFA) für RAMS - Analysen.

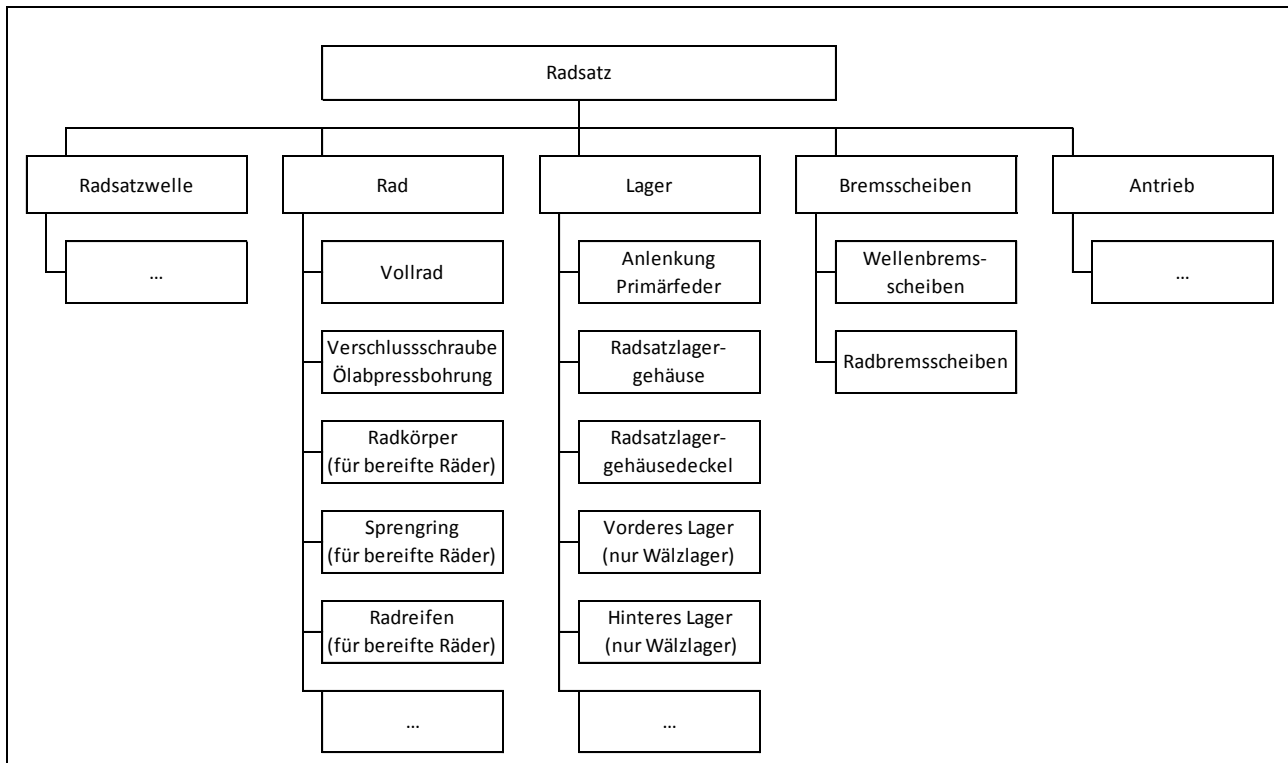


Abb. 1: Beispiel der technischen Struktur eines Radsatzes

Werkzeuge:

- Interne Funktionsanalyse (IFA) aus der Datei EFA_AFE___IFA_AFI.xls.
- Normen (EN, ISO, usw.), Leistungsverzeichnisse, Stücklisten.

Ergebnisdokumente:

- aufgestellte technische oder funktionale Struktur des Produktionsmittels bzw. Einflussgrößen-Wirkungs-Diagramm in der Folie „Struktur des Produktionsmittels / Systemzusammenhänge“.

3.2. Betroffene LCC-Kostenblöcke

Wozu:

Die Auswahl von Kostenblöcken hat folgende Ziele:

- Festlegung der Kostenstruktur des LCC - Berechnungsmodells.
- Dokumentation und Begründung der für die Kostenstruktur gewählten Kostenblöcke.

Wie:

- Für die Auswahl der Kostenblöcke stellen Sie sich im Team folgende Frage: „Welche Kostenblöcke werden von dem zu betrachtenden Objekt während seiner gesamten Lebensdauer beeinflusst?“ Es sind prinzipiell alle Kosten zu berücksichtigen, die in den Arbeitsprozessen, an denen das Objekt beteiligt ist, entstehen, und deren Kosten mit vertretbarem Aufwand ermittelbar sind.
- In der Folie „Betroffene LCC-Kostenblöcke“ des LCC-Präsentationsfoliensatzes werden die erforderlichen Kostenblöcke durch einen farbigen (roten) Rahmen kenntlich gemacht werden.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- ausgefüllte Folie „Betroffene LCC-Kostenblöcke“.

3.3. Zielsetzung und Kurzbeschreibung je VarianteWozu:

Darstellung der unterschiedlichen Ziele und Hintergründe für die jeweils gewählten Varianten, inklusive der Weiterführungsvariante.

Wie:

- Formulierung der Zielsetzung mit maximal 256 Zeichen.
- Formulierung der Kurzbeschreibung mit maximal 256 Zeichen.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- ausgefüllte Folie "Zielsetzung und Kurzbeschreibung je Variante".

Hinweis: Sollten die Folien zur Darstellung aller Varianten nicht ausreichen, ist der Foliensatz um entsprechende Kopien dieser Folie zu ergänzen.

3.4. Varianten: Nennung der wesentlichen UnterschiedeWozu:

Festlegung der zu betrachtenden Varianten durch Identifikation der wesentlichen Parameter, durch die sich die Varianten unterscheiden, sowie wesentlicher, für alle Varianten gleicher Parameter, die für die LCC-Berechnung relevant sind.

Wie:

- Auf Basis der Aufgabenstellung und aus der Kombination möglicher Parameterwerte (siehe auch Kostenblockstruktur und IN / OUT-Rahmen) werden Varianten definiert.
- Der Betrachtungszeitraum wird für alle Varianten einheitlich festgelegt und dokumentiert. Stimmt der Betrachtungszeitraum nicht mit der Nutzungsdauer überein, so sind in der Zahlungsreihe Restwerte anzusetzen.
- Eine Möglichkeit besteht unter dem Blickwinkel einer Sensitivitätsanalyse darin, die Extremwerte eines Parameters zur Bestimmung unterschiedlicher Varianten zu nutzen.
- Eine weitere Variantenmehrung entsteht durch unterschiedliche Migrationsszenarien. Der Übergang vom Alt- in den Neuzustand einer Gruppe von Produktionsmitteln (z. B. Fahrzeuge einer Fahrzeugbaureihe) verläuft meist über einen Zeitraum mehrerer Jahre.
- Übertragen der Varianten und der relevanten Kostenblöcke in die Folie „Aufstellung der Kostendaten“ des Präsentationsfoliensatzes.
- Etwaige weitere sinnvolle Parameter, die in keiner Variante betrachtet werden (können), sollen im IN / OUT-Rahmen und/oder in der Folie „Ergebnisüberblick und Interpretation“ thematisiert werden.
- Aktuell gültige Kalkulationszinssätze und Inflationsraten.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Variantendefinition“.

Hinweis: Sollten die Folien zur Darstellung aller Varianten nicht ausreichen, ist der Foliensatz um entsprechende Kopien dieser Folie zu ergänzen.

4. Datenerfassung

Für die Berechnung von LCC ist eine ausreichende Datenbasis erforderlich. Dazu müssen Daten:

- aus vorhandenen Datensystemen bezogen,
- gegebenenfalls neu erhoben,
- gegebenenfalls geschätzt,

und analysiert werden.

Für die Einschätzung des erforderlichen Datenumfangs sind folgende Fragestellungen hilfreich:

- Sind diese Daten für mich als Anwender zugänglich?
- Habe ich die richtigen Daten für meine Fragestellung?
- Habe ich ausreichende Daten für meine Fragestellung?
- Sind die Schätzungen von Daten nachvollziehbar und plausibel?
- Steht der Aufwand der Datenermittlung in einem vernünftigen Verhältnis zum geschätzten Nutzen der Maßnahme?

4.1. Aufstellung der Kostendaten

Wozu:

- Aufbereitung des Datenbestandes zur Beantwortung der LCC-Aufgabenstellung.
- Sicherstellung der Datenqualität und der Datenaussagefähigkeit.
- Hinweise erhalten bzgl. weiterer notwendiger Daten zur Erhöhung der Ergebnisgenauigkeit.

Wie:

- Prüfen der Daten auf Vollständigkeit und Plausibilität.
- Dokumentieren des Anteils fehlerhafter, unvollständiger und unplausibler Daten.
- Aufbereitung der Daten zum Übertragen in die Zahlungsreihe. Erforderliche Nebenrechnungen sind mit Angabe von Datenquelle, Zeitbezug und weiteren relevanten Randbedingungen zu dokumentieren.
- Zuordnung der Daten zu den Kostenblöcken.
- Festlegung der „richtigen“ Einheiten [km, h, tkm, Leistungstonne, usw.] je Kostenblock als Basis für die Bestimmung des Zeitpunktes, zu dem diese Kosten in die Zahlungsreihe einzutragen sind.
- Ermittlung der Zyklen der Investition und Folgekosten (Instandhaltung, Betriebskosten, Produktausfallkosten). Die Zyklen können z. B. aus Zuverlässigkeitsdaten und Instandhaltungsvorschriften abgeleitet werden.

- Die Daten werden zur Präsentation zusätzlich in die Folie „Datenaufstellung“ übertragen, und zwar je Variante und Kostenblock mit den Angaben „Euro je Einheit“, „Zyklus [Einheit]“ und „Quelle“ und „Belastbarkeit“. Mit der Belastbarkeit wird die Treffsicherheit des LCC-Ergebnisses deklariert.

Schätzung: eigene Schätzung („Daumenschätzung“)

Experte: Schätzung auf Basis einer Expertenbefragung

Analyse: Datenanalyse gleicher oder vergleichbarer Objekte, bzw. Simulationsergebnisse

Werkzeuge:

- Datenbanken, Tools der Datenerfassung, -analyse.

Ergebnisdokumente:

- Vom Anwender erstellte Dateien mit den erhobenen und aufbereiteten Daten.
- ausgefüllte Folie „Aufstellung der Kostendaten“.

Hinweis: Sollten die Folien zur Darstellung aller LCC-Kostenblöcke aller Varianten nicht ausreichen, ist der Foliensatz um entsprechende Kopien dieser Folie zu ergänzen.

5. Ermittlung der LCC-Werte

Dieser Prozessschritt dient dazu, das LCC-Ergebnis je Variante zu bestimmen. Der Oberbegriff LCC-Wert steht für: den Kapitalwert, die Rückgewinnungszeit und aus dem Kapitalwert generierte Kennzahlen, wie z. B. der Annuität (durchschnittliche jährliche Kosten) bzw. Annuität / Leistungseinheit (z. B. „Annuität / km“).

Der LCC-Wert „Kapitalwert“ (bzw. Barwert) ist das primäre Entscheidungskriterium (für oder gegen die Variante X), die „Rückgewinnungszeit“ ist das sekundäre Entscheidungskriterium (für oder gegen die Variante X). Zur Berechnung dieser beiden Kriterien werden alle Kosten der Zahlungsreihe auf den Bezugszeitpunkt (Entscheidungszeitpunkt) abgezinst (diskontiert).

Für die Ermittlung der LCC-Werte wird das Berechnungs-Tool LCC-Calculator_UIC empfohlen. Jedes andere Berechnungstool ist auch anwendbar, sofern es ebenfalls den Kapitalwert berechnet.

5.1. Zahlungsreihe (Auszug) der Weiterführungsvariante

Wozu:

Berechnung der Entscheidungskriterien „Kapitalwert“ und Rückgewinnungszeit (Break-Even).

Wie:

- Ausfüllen der beiden Zahlungsreihen im Reiter „LCC_CalculationSheet“.
- Der Reiter „AuxiliaryCalculation“ dient bei Bedarf einfachen Nebenrechnungen

Werkzeuge:

- LCC-Calculator_UIC

Ergebnisdokumente:

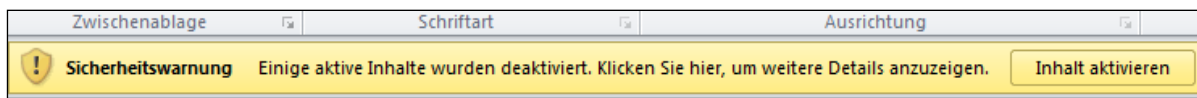
- Ausgefüllte Folie „Zahlungsreihe (Auszug) der Weiterführungsvariante“.

Das gleiche Verfahren wird angewendet für die Planungsvariante (= 2. Zahlungsreihe im Reiter „LCC_CalculationSheet“).

6. Anwendung des LCC-Calculator_UIC

6.1. Hinweise zur Anwendung des LCC-Calculator_UIC

- Der LCC-Calculator_UIC ist eine MS Excel – Datei mit mehreren Reitern.
- Der Anwender hat die Wahl zwischen drei Sprachen: Deutsch, Englisch und Französisch.
- Es können mit einer Berechnung immer nur zwei Varianten miteinander verglichen werden: die Weiterführungsvariante (Alternative A) und die Planungsvariante (Alternative B).
- Einige Funktionen sind mittels der Programmiersprache VBA (Visual Basic for Applications) realisiert:



Deshalb ist der Button „Inhalte aktivieren“ zu bestätigen.

Der Anwender arbeitet ausschließlich im Reiter „LCC_CalculationSheet“.

Bei Bedarf kann er im Reiter „AuxiliaryCalculation“ Nebenrechnungen durchführen.

Durch die farbliche Markierung ist den Zellen eine Funktion zugeordnet:

- Graue Zellen: Überschrift der beiden Zahlungsreihen je Variante.
- Dunkelblaue Zellen: Überschriften.
- Hellblaue Zellen: Eingabezellen. In diesen Zellen kann der Anwender Werte eintragen, löschen oder verändern.
- Weiße bzw. hellgelbe Zellen: Ergebniszellen. Der Anwender kann die Zellinhalte nicht manuell verändern.

6.2. Globale Eingaben im Reiter „LCC_CalculationSheet“

Die globalen Eingaben erfolgen in den ersten drei Zeilen.

Wahl der Sprache erfolgt im Auswahlfeld in Zelle AA3.

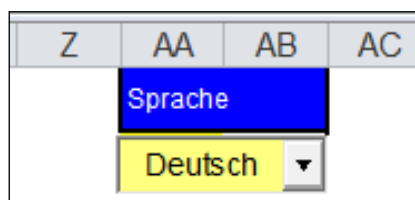


Tabelle 1 - Screenshot Sprachwahl

Hinweise: Die Sprachwahl im gelb markierten Auswahlfeld vorgenommen.

Die Änderung der Sprache hat keinen Einfluss auf die Berechnung.

Bezeichnung der beiden Varianten und Anzahl der Einheiten je Variante:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Comparison: Container wagon, Company A mit Container wagon, Company B						
2	Weiterführungsvariante		Container wagon, Company A				
3	Planungsvariante		Container wagon, Company B				

Tabelle 2 - Screenshot Variantenbezeichnung

Festlegung der für beide Varianten gültigen Werte:

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
		activatable		Produkt Typ		P-Wagen / Triebz				Kalkulatorischer Zinssatz				10,00%	
	Afa - Zeitraum [Jahre]	20		Zyklus - Einheit		km				Inflationsrate				0,00%	
	Bezugsjahr (= Jahr 0)	2015		Plan-Einsatztage p.a.		290									

Tabelle 3 - Screenshot Globalwerte

- Auswahlfeld „activable / not activable“: Ist das Objekt aktivierungsfähig, so wird ein Abschreibungszeitraum (Afa-Zeit) vorgeschlagen. Nur aktivierungsfähige Wirtschaftsgüter müssen abgeschrieben werden.
- Hinweis: Die Wahl „activable / not activable“ wird im gelb markierten Auswahlfeld vorgenommen.
- Afa-Zeitraum [Jahre]: (Absetzung für Abnutzung): lineare Abschreibung, d.h. Afa-Wert = Beschaffungskosten / Afa-Zeit.

Für die LCC - Berechnung ist die Abschreibung unerheblich: Alle Zahlungen werden in voller Höhe zum Zeitpunkt des Finanztransfers erfasst und diskontiert. Dieser Wert nimmt nur Einfluss auf die Ergebnisplanung.

- Bezugsjahr: Hier wird das Bezugsjahr angegeben, das dem Jahr der ersten Ausgabe entspricht, in der Regel das Jahr der Beschaffung.
- Produkt-Typ: Mit Wahl eines Produkt-Typs wird ein Defaultwert für die Afa-Zeit und die charakterisierende Zyklus-Einheit empfohlen, z.B. „km“ für ein Fahrzeug.
- Zyklus-Einheit: für den Produkttyp empfohlene Zyklus-Einheit
- Plan-Einsatztage p.a.: Dieser Parameter wirkt auf „Annuität / Tag“
- Kalkulatorischer Zinssatz: Wert steht für die gewünschte Verzinsung des eingesetzten Kapitals. Berechnungsparameter für den Barwert.
- Inflationsrate: Berechnungsparameter für den Barwert.

6.3. Eingaben für die Weiterführungsvariante im Reiter „LCC_CalculationSheet“

Die Zeilen 5 bis 28 repräsentieren die Weiterführungsvariante.

- Zelle C6: Festlegung der Betrachtungszeit, in der Regel die Nutzungsdauer des Betrachtungsobjektes.

Ausfüllen der Zahlungstabelle:

- Zellen A 12 bis A 23: Auswahl der Hauptkostenblöcke.
- Zellen B 12 bis B 23: Freie Beschreibung der Kostenblöcke.
- Zellen C 12 bis C 23: Ergebnis (Barwert) je Kostenzeile
- Zellen D 12 bis D 23: Eingabe der Kosten im aktuellen Jahr (= das 0.te Jahr), in der Regel wird die Investition im 0.ten Jahr getätigt.
- Zellen G 12 bis BN 23: Eingabe der Kosten ab dem 1. Jahr.

Hinweis: Die Kostenwerte können manuell (aufwändig) oder automatisch (einfacher und exakter) in die Zahlungstabelle eingegeben werden.

Automatisches Ausfüllen der Zahlungstabelle:

- Zelle K6: Eingabe der Plan-Leistung / Jahr, z. B. Plan-Laufleistung p. a. [km], Plan-Betriebsstunden p. a. [h], Plan-Betriebslast p. a. [Mio. Lt].
- Zellen E 12 bis E 23: Eingabe der Einheitskosten des Kostenblocks
- Zellen F 12 bis F 23: Eingabe des Zyklus zur Verrechnung der Einheitskosten in die Zahlungstabelle in Abhängigkeit Plan-Leistung / Jahr.
- Drücken des Buttons „costs in table“: Die Einheitskosten werden entsprechend dem Verhältnis der Zyklusangabe und der Plan-Leistung / Jahr in die Zahlungstabelle übertragen.

Weitere mögliche Festlegungen:

- Ausfalltage / Ausfall: Die Anzahl der Ausfalltage multipliziert mit der Anzahl der Ausfälle / Jahr mindern die Plan-Leistung / Jahr. Der realisierbare jährliche Einsatz entspricht der Ist-Leistung. Entsprechend steigen die Kosten je Leistungseinheit (z. B.: Annuität / Mio Lt). Plan- und Ist-Einsatz werden durch die Leistungseinheit (z. B. Ist-Laufleistung p.a., Ist-Betriebslast p. a.) ausgedrückt.
- Ausfälle / Jahr: Die Anzahl der Ausfälle mindern den Plan-Einsatz (siehe Ausfalltage / Ausfall).

6.4. Eingaben für die Planungsvariante im Reiter „LCC_CalculationSheet“

Die Zeilen 32 bis 55 repräsentieren die Planungsvariante.

Der Betrachtungszeitraum sowie die Kostenblöcke wurden bereits für die Weiterführungsvariante definiert. Das Ausfüllen der Zahlungsreihe erfolgt entsprechend der Weiterführungsvariante.

6.5. Ergebnis im Reiter „LCC_CalculationSheet“

57	Break-Even Zeitpunkt der Planungsvariante	13 years
58	Max. Zielkosten der Planungsvariante	71.935 EUR
59		
60	Result	R
62		1 Einheit
63		Barwert [EUR]
64		Annuität
65	Weiterführungsvariante	-96.079 EUR
66	Planungsvariante	-93.644 EUR
67	Delta (Planung - Weiterführung)	2.435 EUR
68	% (Delta / Planung)	2,53%
69		
70	LCC-Calculator_UIC.xls	

Tabelle 4 - Screenshot Ergebnis im Reiter „LCC_CalculationSheet“

- Break-Even der Planungs-Variante: Dies ist der Zeitpunkt, ab dem die Planungsvariante gegenüber der Weiterführungsvariante vorteilhaft ist, siehe Reiter „BreakEven_chart“. Der Break-Even - Zeitpunkt entspricht dem Nulldurchgang des Graphen (Das Delta der Planungs- zur Weiterführungsvariante wird relativ zur Nulllinie dargestellt).
- ! Aufgrund von singulär auftretenden hohen Kosten (z.B. Fahrzeugrevision) kann es mehrere Nulldurchgänge geben (Zickzack - Kurvenverlauf). Der Break-Even - Zeitpunkt ist immer der Letzte der Nulldurchgänge.
- Max. Zielpreis für Planungs-Variante: Hier wird die Differenz der Kapitalwerte beider Varianten auf 0 gebracht durch Anpassen des Beschaffungspreises der Planungsvariante. Dieser theoretische Beschaffungspreis stellt die maximal mögliche Obergrenze dar, bis zu der die Planungsvariante noch vorteilhaft ist.
- Bar- /Kapitalwert: Summe aller abgezinsten Kosten auf das Bezugsjahr.
- Annuität: durchschnittliche jährliche Kostenbelastung unter Berücksichtigung des Zinssatzes und der Inflation.
- Annuität / Leistungseinheit: durchschnittliche Kosten je Leistungseinheit
- Annuität / Tag: durchschnittliche Kosten je Leistungseinheit

6.6. Ergebnis im Reiter „BreakEven-chart“

Mit dem Button „P/L, Break-Even, ReportFormat“ werden die Grafiken „BreakEven_chart“ und „PL_statement“ aktualisiert, sowie die Tabellenwerte zwecks Weiterverarbeitung in einem Bericht in den Reiter „ReportFormat“ übertragen.

Mit dem Break-Even wird der Zeitpunkt ermittelt, an dem der Barwert der Zahlungen gerade den Wert „0“ annimmt. Ab diesem Zeitpunkt ist die Variante mit dem positiven Wert vorteilhaft.

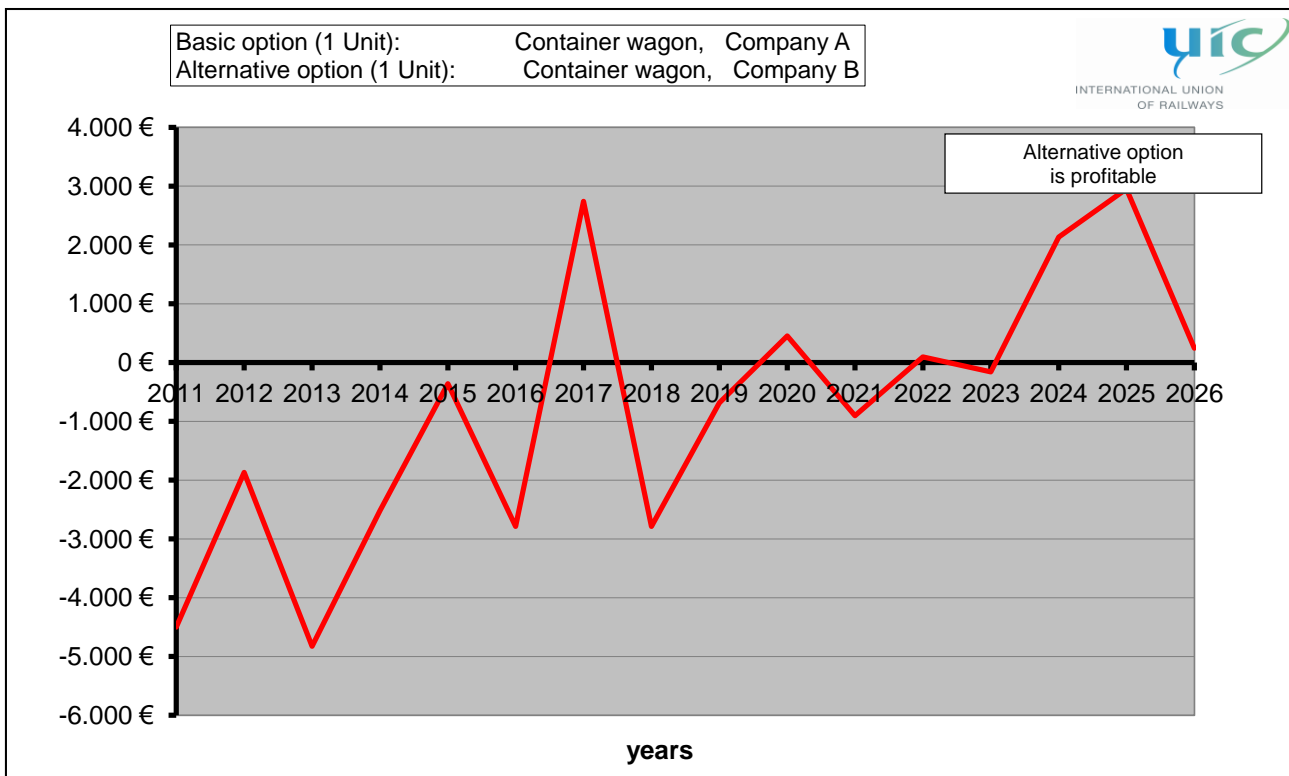


Tabelle 5 - Screenshot Ergebnis im Reiter „BreakEven_chart“

6.7. Ergebnis im Reiter „PL_statement“

Mit dem Button „P/L, Break-Even, ReportFormat“ werden die Grafiken „BreakEven_chart“:

- Die Gewinn- und Verlust-Grafik (PL_statement) zeigt je Hauptkostenblock das Kosteneinsparpotenzial (positive Werte) und die Kostenmehrbelastung (negative Werte) durch Wahl der Planungsvariante gegenüber der Weiterführungsvariante an.
- Es handelt sich um nominale Kostenwerte, d.h. Kosten inklusive der Kostensteigerung durch Inflation, aber ohne Verzinsung.

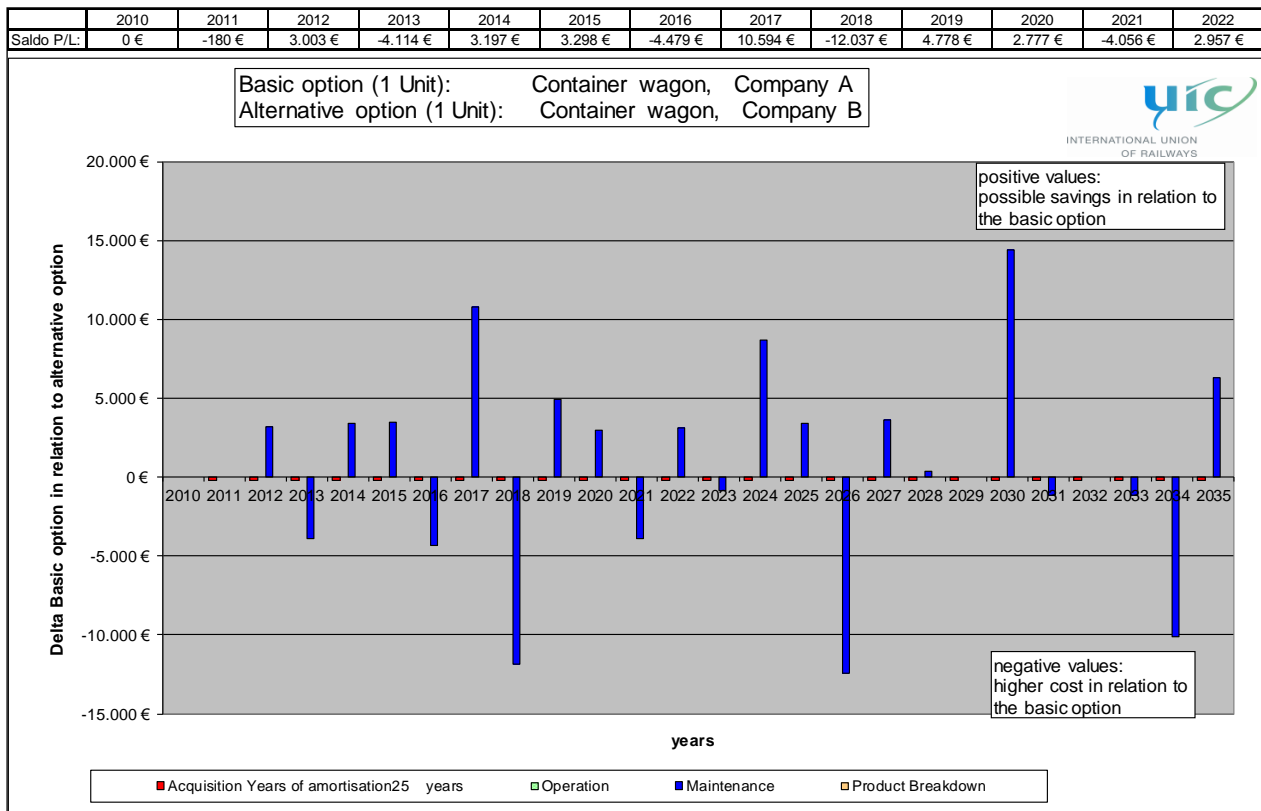


Tabelle 6 - Screenshot Ergebnis im Reiter „PL_statement“

7. Ergebnis

7.1. Ergebnisüberblick und Erläuterung

Wozu:

- Die Ergebnisse der einzelnen Varianten müssen als Entscheidungsgrundlage aufbereitet und interpretiert werden. Dabei sind die das Ergebnis maßgeblich beeinflussenden Randbedingungen (z. B. betriebliche Einsatzparameter) in Ihrer Wirkung auf das Ergebnis zu bewerten.
- Die Bestimmung des Kapitalwertes ist das primäre Entscheidungskriterium. Das zweite wichtige Kriterium ist die Rückgewinnungszeit (engl.: Break-Even). Die Rückgewinnungszeit stellt den Zeitpunkt dar, ab dem die kumulierte Summe aller abgezinsten Zahlungen der Planungsvariante kleiner ist, als die kumulierte Summe aller abgezinsten Zahlungen der Weiterführungsvariante.

Wie:

- Übertragung der Ergebnisparameter „Kapitalwert“, „Rückgewinnungszeit“ und „Annuität“ auf die Folie „Ergebnisüberblick und Interpretation“.
- Interpretation des Ergebnisses, Hinweis auf Sensitivitäten (z. B. das Ergebnis ändert sich schlagartig bei Anheben der jährlichen Dynamisierungsrate für Stahlprodukte um 5 % statt 3 %), Einschätzung der Ergebnisänderung bei Berücksichtigung derzeit nicht ausreichend genau quantifizierbarer Faktoren, die in dieser LCC-Berechnung nicht berücksichtigt wurden. Dies können auch in mittlerer Zukunft zu erwartende Gesetze auf nationaler oder europäischer Ebene sein.

Werkzeuge:

- LCC-Calculator_UIC

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Ergebnisüberblick und Interpretation“.

7.2. Kennzahlen

Wozu:

- Der Nutzen der Maßnahme soll am bestehenden Kennzahlensystem des Auftraggebers nachgewiesen werden.

Wie:

- Wahl geeigneter Kennzahlen durch den Anwender und Erläuterung der jeweiligen Wirkung.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Kennzahlen“.

7.3. Grafik ErgebnisplanungWozu:

Für die Mittelfristplanung ist die Differenz der Zahlungsströme beider Varianten von Bedeutung, um die Frage zu beantworten: „Wie ist die Mittelfristplanung der betroffenen Kostenstellen bei Wahl der Planungsvariante anzupassen?“. Die Differenz der Zahlungsströme wird auf Basis der vier Hauptkostenblöcke in der Grafik der Gewinn- und Verlustrechnung aufgezeigt.

Wie:

- Kopieren der Grafik aus dem LCC-Calculator_UIC, Reiter „PL_statement“.

Werkzeuge:

- LCC-Calculator_UIC

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Grafik Ergebnisplanung“.

7.4. Grafik RückgewinnungszeitWozu:

- Die Rückgewinnungszeit (engl.: Break-Even) zeigt den Zeitpunkt, ab dem die Planungsvariante (Alternative B) wirtschaftlich ist. Bis zu diesem Zeitpunkt überwiegen die Kosten der Planungsvariante die Kosten der Weiterführungsvariante.
- Die Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Rückgewinnungszeit gibt einen wichtigen Hinweis auf die Eindeutigkeit des Ergebnisses. Verläuft der Graph der Rückgewinnungszeit nahe der Null-Linie ist dies ein Indiz für die knappe Vorteilhaftigkeit der Maßnahme. Zur Darstellung der Rückgewinnungszeit werden die Kosten einer Variante zu 0 gesetzt und die Kosten der Vergleichsvariante daran gespiegelt.

Wie:

- Kopieren der Grafik aus dem LCC-Calculator_UIC, Reiter „BreakEven_chart“.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Grafik Rückgewinnungszeit“.

7.5. Empfehlung

Wozu:

- Treffen einer abschließenden Aussage als Entscheidungsbasis.
- Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der LCC-Berechnung.
- Aufzeigen der weiteren Schritte zum Umsetzen der Empfehlung.

Wie:

- Ausfüllen der Folie „Empfehlung“.
- Gewählte Variante / Empfehlung: Formulierung der Empfehlung.
- Begründung: Qualitative und quantitative Gründe auflisten. Beachten Sie dabei auch konzernweite Kostenwirkungen.
- Voraussetzung für die Umsetzung: Auflisten aller notwendigen Rahmenbedingungen, die zur Umsetzung der Empfehlung erforderlich sind.
- Weiteres Vorgehen: Notwendige Schritte mit Terminen und Verantwortlichkeiten aufzeigen. Beispiele: Lastenhefte, Technische Mitteilungen, Art der Ausschreibung, Vertragsinhalte, Datenerhebung, usw.

Werkzeuge:

- Keine

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Empfehlung“.

7.6. Freigabestatus

Wozu:

Die Umsetzung einer Maßnahme muss vom Auftraggeber und weiteren Zustimmungsberechtigten bestätigt werden.

Ergebnisdokumente:

- Ausgefüllte Folie „Freigabestatus“.
- Kompletter Foliensatz „LCC-Präsentationsfoliensatz_UIC“.