

PSS[®] SINCAL 10.5

Wirtschaftlichkeit

**Beschreibung der Berechnung der Wirtschaftlichkeit
in elektrischen Netzen**

Herausgegeben von
SIEMENS AG
Freyeslebenstraße 1, 91058 Erlangen

IC SG SE PTI SW

Vorbemerkung

Die PSS SINCAL Handbücher bestehen aus drei Teilen:

- Benutzerhandbuch PSS SINCAL Bedienung
- Fachhandbücher für Elektronetze und Strömungsnetze
- Systemhandbuch Datenbankbeschreibung

Allgemeine Grundsätze der Bedienung und der Grafikoberfläche von PSS SINCAL können dem **Benutzerhandbuch PSS SINCAL Bedienung** entnommen werden.

Die **Fachhandbücher für Elektronetze** beinhalten detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Berechnungsverfahren für Elektronetze (Lastfluss, Kurzschluss, etc.) sowie deren Eingabedaten.

Die **Fachhandbücher für Strömungsnetze** beinhalten detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Berechnungsverfahren für Strömungsnetze (Wasser, Gas und Wärme/Kälte) sowie deren Eingabedaten.

Das **Systemhandbuch Datenbankbeschreibung** beinhaltet eine vollständige Beschreibung der Datenmodelle für Elektronetze und Strömungsnetze.

Urheber- und Verlagsrechte

Das Handbuch und alle in ihm enthaltenen Informationen und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

Die Rechte, insbesondere die Rechte zur Veröffentlichung, Wiedergabe, Übersetzung, zur Vergabe von Nachdrucken, zur elektronischen Speicherung in Datenbanken, zur Herstellung von Sonderdrucken, Fotokopien und Mikrokopien liegen bei SIEMENS.

Für jede Wiedergabe oder Verwendung außerhalb der durch das Urhebergesetz erlaubten Grenzen ist eine vorherige schriftliche Zustimmung von SIEMENS unerlässlich.

Gewährleistung

Trotz sorgfältiger Ausarbeitung könnten in diesem Handbuch Fehler enthalten sein. Es wird keinerlei Haftung für Fehler und deren Folgen übernommen. Änderungen des Textes und der Funktion der Software werden im Rahmen der Pflege ständig durchgeführt.

1.	Einleitung Wirtschaftlichkeit	1
2.	Verfahren Wirtschaftlichkeit	2
2.1	Tabelle der Formelzeichen	3
2.2	Begriffserklärungen	5
2.3	Mathematisches Modell	9
2.3.1	Kapitalwertmethode	9
2.3.2	Summenmethode	13
2.3.3	Jährliche Betriebskosten	13
2.4	Netzmodell für Wirtschaftlichkeit	16
2.5	Eingabedaten für Wirtschaftlichkeit	18
2.6	Ergebnisse der Wirtschaftlichkeit	19
2.6.1	Ergebnisumfang	20
3.	Anwendungsbeispiel für Wirtschaftlichkeit	23
3.1	Voreinstellen der Berechnungsparameter	24
3.2	Erfassen von Stationen und Feldern	24
3.3	Bearbeiten von Netzelementen	25
3.4	Starten der Wirtschaftlichkeitsberechnung	29
3.5	Darstellen und Auswerten der Ergebnisse	30

1. Einleitung Wirtschaftlichkeit

Unter Wirtschaftlichkeit versteht man das Rationalprinzip bzw. das ökonomische Prinzip. Wirtschaftlichkeit ist gegeben, wenn ein bestimmtes Ziel mit möglichst geringem Aufwand oder wenn mit gegebenem Aufwand ein möglichst hoher Ertrag erzielt wird.

Mit dem Berechnungsverfahren PSS SINCAL Wirtschaftlichkeit kann der **wirtschaftliche Nutzen von Netzplanungsmaßnahmen** bestimmt werden. Hierzu wird ein in der Elektrizitätswirtschaft gängiges Beurteilungsverfahren eingesetzt: die [Kapitalwertmethode](#).

Darüber hinaus können die **Kosten für Ausbau- und Restrukturierungsmaßnahmen** in Jahresintervallen bewertet werden. Hierzu werden die Kosten mit der [Summenmethode](#) ermittelt.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung basiert auf einem vereinfachten [Netzmodell](#). Das elektrische Netzmodell muss weder vollständig aufgebaut noch elektrisch korrekt modelliert sein. Es müssen nur jene Betriebsmittel vorhanden sein, die im Zuge der Wirtschaftlichkeitsberechnung betrachtet werden sollen. Daher ist diese Berechnungsmethode weitgehend unabhängig vom elektrischen Netzmodell, kann aber auch problemlos im Anschluss an Lastfluss- und Kurzschlussplanungen mit bestehenden Netzen durchgeführt werden.

Dieses Handbuch enthält folgende Kapitel:

- [Verfahren Wirtschaftlichkeit](#)
- [Anwendungsbeispiel für Wirtschaftlichkeit](#)

Vorgehensweise Wirtschaftlichkeit

Um eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchführen bzw. die erweiterten Daten für die Wirtschaftlichkeitsberechnung eingeben zu können, muss zuerst die Berechnungsmethode **Wirtschaftlichkeit** aktiviert werden.

Die folgenden Schritte sind notwendig:

- Festlegen der Randbedingung bei Wirtschaftlichkeit Berechnungsparametern
- Festlegen der Wirtschaftlichkeitsdaten bei den Netzelementen
- Eingeben von Stationen, Feldern und Betriebsmitteln
- Festlegen der Wirtschaftlichkeitsdaten der Stationen, Felder und Betriebsmittel

2. Verfahren Wirtschaftlichkeit

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden ausgehend vom Betrachtungszeitpunkt t_0 die Kosten und die Barwerte, welche sich aus dem Netzbetrieb und diversen Ausbau- und Restrukturierungsmaßnahmen ergeben, bis zum Planungshorizont t_n ermittelt.

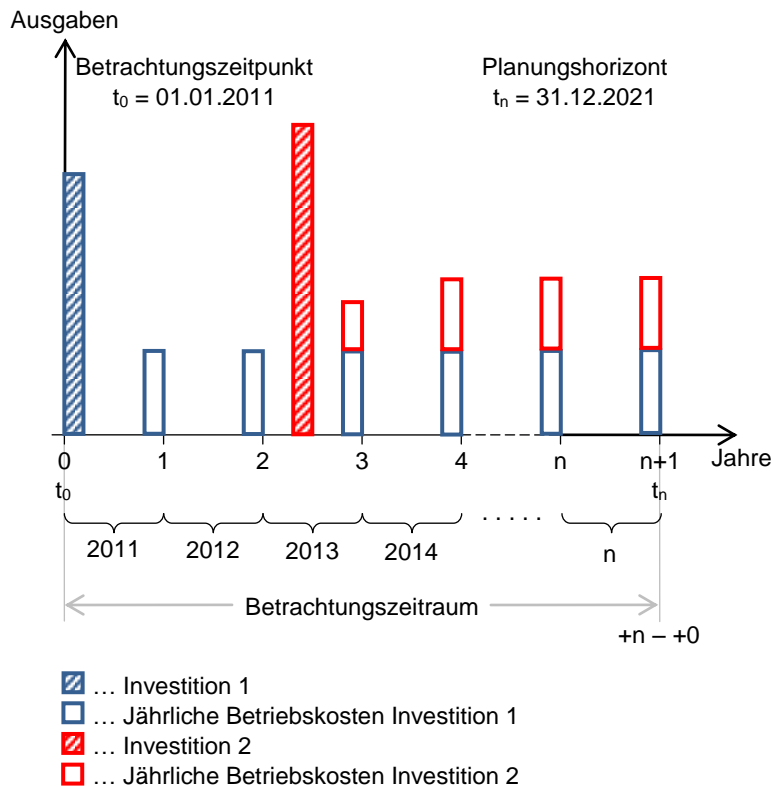


Bild: Zeitstrahl für Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Berechnungsergebnisse werden in Jahresintervallen jeweils zum Jahresende bereitgestellt. Mit diesen "Jahresscheiben" können die Investitionsaufwendungen und laufenden jährlichen Kosten beurteilt werden. Die Jahresergebnisse werden sowohl in Form von Barwerten als auch in Form von nicht abgezinste Kosten zur Verfügung gestellt.

Die eigentliche Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Netzausbau- oder Restrukturierungsmaßnahme erfolgt allerdings zum Planungshorizont t_n . Daher wird auch ein Gesamtergebnis für den kompletten Betrachtungszeitraum $t_n - t_0$ bereitgestellt. Anhand der Kapitalwerte, die für den Planungshorizont errechnet werden, kann beurteilt werden, ob die geplanten Investitionen wirtschaftlich sind. Hierzu muss der bestimmte Kapitalwert nur den erwarteten Einnahmen im Betrachtungszeitraum gegenüber gestellt werden. Die Investition ist wirtschaftlich, wenn die Einnahmen größer als der Kapitalwert aller Aufwendungen sind.

Prinzipieller Rechnungsablauf Wirtschaftlichkeit

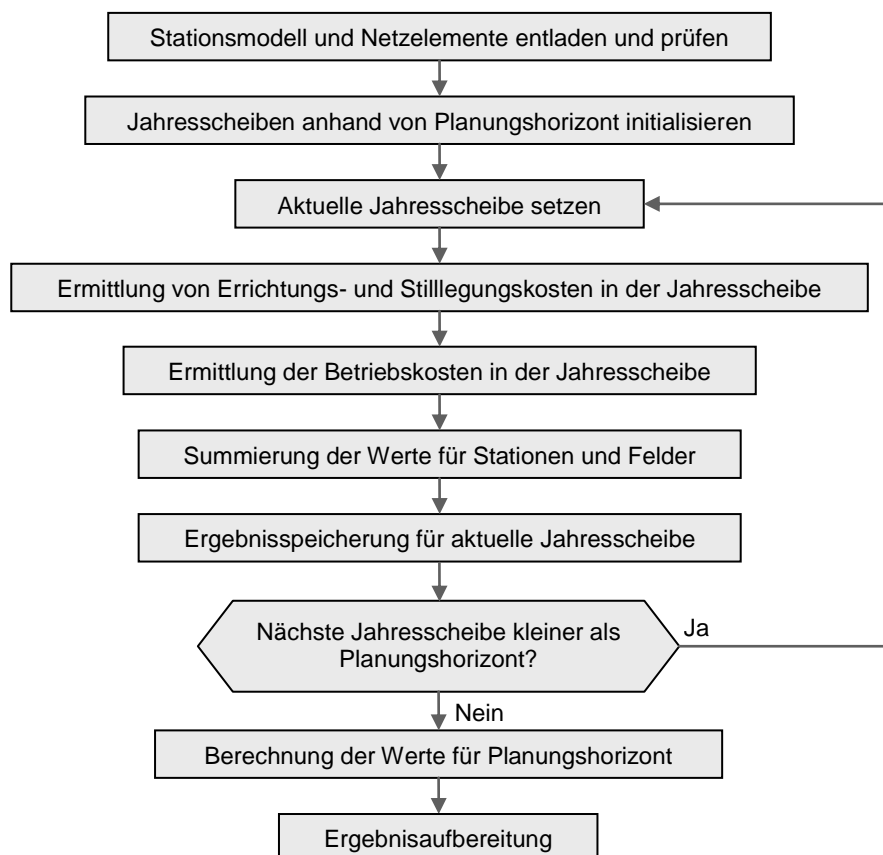


Bild: Ablaufdiagramm

2.1 Tabelle der Formelzeichen

Formelzeichen	Bezeichnung
t_0	Betrachtungszeitpunkt
t_n	Planungshorizont
t	Zukünftiger Zeitpunkt
p	Kakulatorischer Zinsfuß
pr	Teuerungsrate (jährliche Kosten)
q^n	Aufzinsungsfaktor
q^{-n}	Abzinsungsfaktor
qr^n	Teuerungsfaktor (jährliche Kosten)
n	Nutzungsdauer, Jahr n
T_i	Errichtungszeitpunkt
T_s	Stilllegungszeitpunkt
C_i	Errichtungskosten
C_s	Stilllegungskosten

C_c	Zukünftige Zahlung
C_o	Sonstige Betriebskosten
c_o	Sonstige jährliche Betriebskosten
c_m	Jährliche Instandhaltungskosten
c_l	Jährliche Verlustkosten
c_b	Jährliche Betriebskosten
T_l	Kalkulatorische Lebensdauer
C_c	Summe Kosten
C_r	Restwert
C_m	Instandhaltungskosten
C_l	Verlustkosten
C_b	Betriebskosten
c_e	Energiekosten pro kWh
K	Kapitalwert
B_k	Barwert Gesamtkosten
B_c	Barwert Summe Kosten
B_r	Barwert des Restwertes
B_i	Barwert der Errichtungskosten
B_s	Barwert der Stilllegungskosten
B_e	Barwert der Einnahmen
B_m	Barwert der Instandhaltungskosten
B_l	Barwert der Verlustkosten
B_b	Barwert der Betriebskosten
E	Verlustenergie
P_{Vl}	Längsverluste
P_{Vq}	Querverluste
Th_i	Arbeitsverlustgrad längs
Th_u	Arbeitsverlustgrad quer
S_n	Nennscheinleistung
u_r	Ohm'sche Kurzschlussspannung
V_{fe}	Eisenverluste
l	Länge in Kilometer
p_{sys}	Anzahl der parallelen Systeme
r	Widerstand pro Kilometer
I_{th}	Thermischer Grenzstrom
v_a	Ableitverluste
T_a	Startzeitpunkt aktuelle Betrachtung
T_e	Endzeitpunkt aktuelle Betrachtung
t_{akt}	Jährlicher Anteil der aktiven Zeit des Betriebsmittels in der Jahresscheibe

2.2 Begriffserklärungen

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten verwendeten Begriffe kurz erklärt.

Wirtschaftlichkeit

Unter Wirtschaftlichkeit versteht man das Rationalprinzip (ökonomisches Prinzip). Wirtschaftlichkeit ist gegeben, wenn ein bestimmtes Ziel mit möglichst geringem Aufwand oder wenn mit gegebenem Aufwand ein möglichst hoher Ertrag erzielt wird. Bei Verwendung der ersten Formulierung kann der Grad der Wirtschaftlichkeit durch das Verhältnis von Sollaufwand zu Istaufwand, bei der zweiten Formulierung durch das Verhältnis von Sollleistung zu Istleistung gemessen werden.

Wirtschaftlichkeit =
Sollaufwand/Istaufwand =
Sollleistung/Istleistung =
Kosten des Einsatzes/Kosten der bewerteten Leistung =
Kosten/Erlös

Aufwand

Der Aufwand ist der Geldwert der in einer definierten Periode verbrauchten Güter und Leistungen einer Organisation oder Organisationseinheit.

Abschreibung

Betriebsmittel geben über mehrere Perioden bestimmte Nutzungen ab, so dass zwar die Auszahlung im vollen Umfang in der Anschaffungsperiode erfolgt, der nutzungsbedingte Aufwand sich aber über mehrere Perioden verteilt. Dieser Aufwand wird durch die Abschreibung erfasst. Abschreibungen dienen dazu, die Finanzierung der Ersatzbeschaffungsmaßnahmen zu sichern. Abschreibungen sind Kapitalkosten.

Kosten

Kosten sind betriebswirtschaftlich gesehen Aufwendungen, die in Geld gemessen werden. Kosten fallen durch die Aufrechterhaltung des laufenden Betriebs (Wartung, Instandhaltung, Verluste) und durch Erweiterung bzw. Änderung der Netzstruktur an.

Investition

Anlage finanzieller Mittel in Objekte materieller oder immaterieller Art, die im Hinblick auf die Zielsetzung des Investors längerfristig von Nutzen zu sein versprechen.

Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum wird durch den Planungshorizont t_n und den Betrachtungszeitpunkt t_0 definiert.

$$\text{Betrachtungszeitraum} = t_n - t_0$$

Kalkulatorischer Zinsfuß

Der kalkulatorische Zinsfuß p hat die Aufgabe, sowohl die zu erwartenden Zinsen für die Kapitalbeschaffung als auch die Verzinsung investierten Kapitals zu betrachten. In dem kalkulatorischen Zinsfuß wird die inflationsbedingte Preissteigerungsrate von Dienstleistungen und Gütern ebenfalls berücksichtigt. Der kalkulatorische Zinsfuß bleibt über den gesamten Planungshorizont konstant. Es wird also mit einem inflationsbereinigten, über den Planungshorizont gemittelten Zinssatz gerechnet.

Eine Investition ist dann wirtschaftlich, wenn die auf der Basis des kalkulatorischen Zinsfußes abgezinsten Einnahmen größer als die Barwerte aller mit der Investition verbundenen Kosten im Planungshorizont sind.

Aufzinsungsfaktor

Der Aufzinsungsfaktor q^n wird aus dem kalkulatorischen Zinsfuß ermittelt:

$$\left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = q^n$$

Der Exponent n wird aus dem zukünftigen Zeitpunkt t und dem Betrachtungszeitpunkt t_0 bestimmt.

$$n = t - t_0$$

Abzinsungsfaktor

Der Abzinsungsfaktor q^{-n} wird aus dem kalkulatorischen Zinsfuß ermittelt:

$$\left(1 + \frac{p}{100}\right)^{-n} = q^{-n}$$

Der Abzinsungsfaktor ist der Reziprokwert des Aufzinsungsfaktors.

Teuerungsrate

Die Teuerungsrate pr wird verwendet, um bei den jährlich anfallenden Betriebskosten eine Steigerung zu modellieren.

Teuerungsfaktor

Mit dem Teuerungsfaktor können die jährlich anfallenden Betriebskosten gesteigert werden. Der Teuerungsfaktor qr^n wird aus der Teuerungsrate pr ermittelt:

$$\left(1 + \frac{pr}{100}\right)^n = qr^n$$

Der Exponent n wird aus dem zukünftigen Zeitpunkt t und dem Errichtungszeitpunkt T_i bestimmt.

$$n = t - T_i$$

Dabei ist zu beachten, dass im Jahr, in dem das Betriebsmittel errichtet wird, die Teuerungsrate nicht berücksichtigt wird. Für das Errichtungsjahr gilt:

$$n = 0$$

Inflation

Die Inflation bezeichnet einen andauernden Anstieg des Preisniveaus. Es verändert sich also das Austauschverhältnis von Geldmenge zu Gütermenge bzw. Leistungsmenge. Als Folge der Inflation muss für Güter/Leistungen mehr Geld gezahlt werden, das heißt diese werden teurer. Daher versteht man unter Inflation allgemein auch eine Geldentwertung.

Die Auswirkungen der Inflation werden im Normalfall bereits über den kalkulatorischen Zinsfuß p modelliert, aber zusätzlich können die anfallenden jährlichen Betriebskosten auch noch durch eine Teuerungsrate p_r gesteigert werden.

Barwert

Der Barwert B_c ist der Wert einer in Zukunft liegenden Zahlung C_c zum Betrachtungszeitpunkt t_0 , der durch Abzinsung berechnet wird.

$$B_c = C_c \cdot q^{-n}$$

Kapitalwert

Der Kapitalwert K ist die Differenz der Einnahmen- und Ausgabenbarwerte für eine Investition.

$$K = B_e - B_c - B_r$$

D.h. alle zeitlich versetzten Zahlungen bzw. Einnahmen im Planungshorizont werden durch Auf- und Abzinsung auf den Betrachtungszeitpunkt bezogen. Damit erhält man Kosten mit gleicher Wertigkeit, die einfach aufsummiert werden können.

Falls die kalkulatorische Lebensdauer des Betriebsmittels größer ist als der Planungshorizont, dann muss der Restbarwert B_r ebenfalls berücksichtigt werden.

Eine Investition ist dann wirtschaftlich, wenn die Rechnung keinen negativen Kapitalwert ergibt. Diejenige Investition ist die wirtschaftlichste, die den größten Kapitalwert K ergibt.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen reicht im Normalfall bereits der Ausgabenbarwert B_c , wenn gleiche Ertragslage vorausgesetzt wird. Dann ist jene Investition die sinnvollste, welche die geringsten Ausgabenbarwerte aufweist.

Restwert

Der Restwert C_r ist der vom Markt bestimmte Wert zum Zeitpunkt t . Für die Investitionsplanung wird der Buchwert angesetzt, der sich aus der Abschreibung ergibt.

Errichtungskosten

Die Errichtungskosten C_i entstehen, wenn ein Betriebsmittel neu errichtet wird. Diese Kosten beinhalten sowohl jene für das Betriebsmittel selbst, dessen benötigte Infrastruktur und auch die Aufwendungen zur Inbetriebnahme.

Stilllegungskosten

Die Stilllegungskosten C_s entstehen, wenn ein Betriebsmittel stillgelegt wird. Dies können sowohl Kosten für den Abbau des Betriebsmittels sein, als auch Kosten für Entsorgung oder Wiederherstellung des Ursprungszustandes (Rückbau).

Instandhaltungskosten

Die Instandhaltungskosten c_m beinhalten die jährlichen Aufwendungen zur Wartung und Instandhaltung des Betriebsmittels.

Sonstige Betriebskosten

Die sonstigen Betriebskosten c_o werden verwendet, um die jährlich anfallenden sonstigen Kosten zur Aufrechterhaltung des Betriebs zu definieren (z.B. anteilige Verwaltungskosten, Personalaufwand, usw.).

Verlustkosten

Mit den Verlustkosten c_l werden die jährlichen Verluste des Betriebsmittels modelliert.

Betriebskosten

Die Betriebskosten stellen die Summe aus Instandhaltungskosten c_m , sonstigen Betriebskosten c_o und den Verlustkosten c_l dar. Diese Kosten verteilen sich im Normalfall mehr oder weniger gleichmäßig über den gesamten Nutzungszeitraum.

$$C_b = c_m + c_o + c_l$$

Einnahmen

Die Abschätzung der Einnahmen gestaltet sich besonders schwierig, da sich die Vorgehensweise bei Industrieunternehmen und Netzbetreibern grundlegend unterscheidet.

Bei Industrieunternehmen wird die Wirtschaftlichkeit des Netzes hauptsächlich an

- Reduzierung der Betriebskosten,
- Reduzierung der Bezugskosten (z.B. Durchleitung)
- und Erhöhung der Lebenserwartung

unter Einhaltung der technischen Rahmenbedingungen gemessen. Den Ausgaben für eine Investition auf der Netzseite stehen keine Einnahmen auf der Netzseite entgegen.

Bei Netzbetreibern ist das etwas anders: Hier stehen den Investitionen in das Netz Einnahmen aus den Netznutzungsentgeltern aller Verbraucher entgegen.

Geht man vereinfachend davon aus, dass in beiden Fällen durch Investitionen in das elektrische Netz – außer beim Netzzukauf von Netzbetreibern – keine höheren Erlöse entstehen, so kann bei der Netzplanung – und auch nur dort – die Einnahmenseite unberücksichtigt bleiben. Wirtschaftliche Lösungen sind hier ein Optimum aus:

- Errichtungskosten
- Betriebskosten
- Restwert

In der Wirtschaftlichkeitsberechnung von PSS SINICAL werden die Einnahmen nicht berücksichtigt. Diese können aber natürlich unabhängig von der eigentlichen Berechnung mit betriebswirtschaftlichen Methoden für den Planungshorizont bestimmt werden. Wenn dann vom Barwert der so ermittelten Einnahmen die Barwerte aller im Planungshorizont anfallenden Kosten abgezogen werden, erhält man den Kapitalwert.

2.3 Mathematisches Modell

Das Berechnungsverfahren beinhaltet ein Modell zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit einer Investition und ein weiteres zur Ermittlung der Kosten. Die Wirtschaftlichkeit einer Investition wird mit der [Kapitalwertmethode](#) bestimmt. Die Ermittlung der Kosten erfolgt mit der [Summenmethode](#).

2.3.1 Kapitalwertmethode

Die in der Elektrizitätswirtschaft gängige Methode zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Ausbau- und Restrukturierungsmaßnahmen in Netzen ist die Kapitalwertmethode.

Mit der Kapitalwertmethode werden die Gesamtausgaben einer Investition den Gesamteinnahmen gegenübergestellt. Dabei werden die im Planungshorizont anfallenden Kosten durch Auf- bzw. Abzinsung auf einen Betrachtungszeitpunkt in Barwerte mit gleicher Wertigkeit transformiert.

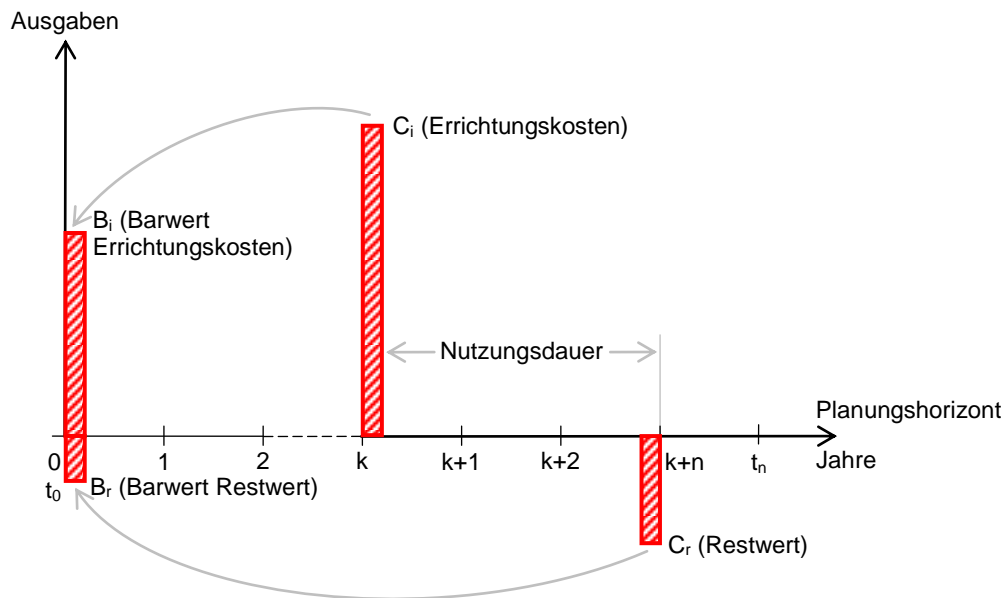


Bild: Barwert von Investitionen

Bestimmung des Kapitalwertes für ein Betriebsmittel

Eine Investition ist dann wirtschaftlich, wenn die Rechnung keinen negativen Kapitalwert ergibt. Diejenige Investition ist die wirtschaftlichste, die den größten Kapitalwert K ergibt.

$$K = B_e - B_k$$

Der Barwert der Einnahmen B_e wird nicht von PSS SINCAL errechnet. Dieser muss mit betriebswirtschaftlichen Methoden bestimmt werden.

Der Barwert der Gesamtkosten B_k wird aus dem Barwert der Kosten B_c und dem Barwert des Restwertes B_r bestimmt.

$$B_k = B_c - B_r$$

Der Barwert der Kosten B_c wird aus den Errichtungskosten C_i und Stilllegungskosten C_s sowie der im Betrachtungszeitraum auftretenden Betriebskosten ermittelt.

$$B_c = C_i * q^{-n} + C_s * q^{-n} + \sum_{i=1}^m [(c_{mi} + c_{oi} + c_{li}) * q^{-n}]$$

Die Errichtungskosten C_i sind gleich Null, wenn das Betriebsmittel nicht innerhalb des Betrachtungszeitraumes $t_n - t_0$ errichtet wird.

Die Stilllegungskosten C_s sind gleich Null, wenn die Lebensdauer des Betriebsmittels den Planungshorizont t_n überschreitet.

Falls die kalkulatorische Lebensdauer des Betriebsmittels größer ist als der Planungshorizont, dann muss der Barwert des Restwertes B_r ebenfalls berücksichtigt werden.

$$B_r = C_r * q^{-n}$$

Der Restwert C_r des Betriebsmittels wird anhand der kalkulatorischen Lebensdauer T_l und den Errichtungskosten C_i bestimmt.

$$C_r = C_i \cdot \frac{T_l - i}{T_l}$$

für

$$i \leq T_l$$

und

$$C_r = 0$$

für

$$i > T_l$$

Jahresscheiben

Die eigentliche Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Investition erfolgt über den kompletten Betrachtungszeitraum $t_n - t_0$. Damit werden alle anfallenden Kosten erfasst. Für den aktuellen Betrieb des Netzes sind natürlich auch die zu erwartenden jährlichen Kosten interessant. Deswegen werden für den gesamten Betrachtungszeitraum zusätzlich zum Gesamtergebnis auch Ergebnisse für die einzelnen Jahresscheiben bereitgestellt.

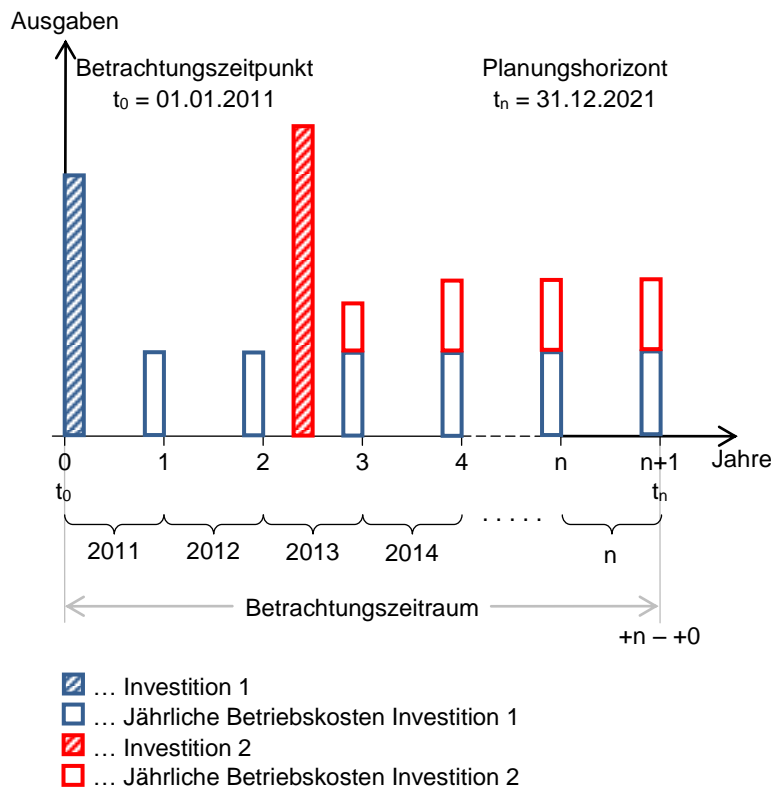


Bild: Zeitstrahl mit Investitionen

Zur Bestimmung der Jahresscheibenergebnisse werden jeweils nur die in der aktuellen Jahresscheibe anfallenden Kosten betrachtet.

$$B_c = C_i * q^{-n} + C_s * q^{-n} + \sum_{i=1}^m [(c_{mi} + c_{oi} + c_{li}) * q^{-n}]$$

Betrachtet man z.B. das im Bild dargestellte Kalenderjahr 2013, dann wird die Vorgangsweise ersichtlich. Im Laufe dieses Jahres wird die Investition 2 getätigt. Die Errichtungskosten der Investition 2 werden natürlich bei der Bestimmung der anfallenden Kosten berücksichtigt. Auch die durch die Investition anfallenden Betriebskosten werden anteilig berücksichtigt. Eine anteilige Berücksichtigung ist deswegen notwendig, da die Investition nicht am Jahresbeginn getätigt wird, sondern mitten im Jahr. Zusätzlich werden auch die laufenden Betriebskosten der Investition 1 berücksichtigt.

Eine Besonderheit bei den Jahresscheibenergebnissen stellt der Restwert dar. Dieser wird jeweils für das Ende der aktuellen Jahresscheibe bestimmt, wird aber nicht bei der Ermittlung der Gesamtkosten C_c bzw. bei Bestimmung des Barwertes der Gesamtkosten B_c verwendet.

2.3.2 Summenmethode

Im Unterschied zur Kapitalwertmethode, die alle Ausgaben im Betrachtungszeitraum als Gegenwart zum Betrachtungszeitpunkt darstellt, werden hier die anfallenden Kosten nicht abgezinst. Alle anderen Berechnungen erfolgen exakt gleich.

Analog zur Kapitalwertmethode werden die Kosten C_c aus den Errichtungskosten C_i und Stilllegungskosten C_s sowie der im Betrachtungszeitraum auftretenden Betriebskosten ermittelt.

$$C_c = C_i + C_s + \sum_{i=1}^m (c_{mi} + c_{oi} + c_{li})$$

Die Errichtungskosten C_i sind gleich Null, wenn das Betriebsmittel nicht innerhalb des Betrachtungszeitraumes $t_n - t_0$ errichtet wird.

Die Stilllegungskosten C_s sind gleich Null, wenn die Lebensdauer des Betriebsmittels den Planungshorizont t_n überschreitet.

Falls die kalkulatorische Lebensdauer des Betriebsmittels größer ist als der Planungshorizont, dann muss der Restwert ebenfalls berücksichtigt werden. Der Restwert C_r des Betriebsmittels wird anhand der kalkulatorischen Lebensdauer T_l und den Errichtungskosten C_i bestimmt.

$$C_r = C_i \cdot \frac{T_l - i}{T_l}$$

für

$$i \leq T_l$$

und

$$C_r = 0$$

für

$$i > T_l$$

Die Summenmethode liefert also reale Kosten für die einzelnen Jahrescheiben und die Summe aller auftretenden Kosten für den Planungshorizont.

2.3.3 Jährliche Betriebskosten

Die jährlichen Betriebskosten c_b setzen sich aus den jährlichen Instandhaltungskosten c_m , den sonstigen jährlichen Betriebskosten c_o und den jährlichen Verlustkosten c_l zusammen.

$$c_b = c_m + c_o + c_l$$

Die jährlichen Betriebskosten c_b werden anteilig ermittelt, also nur für die tatsächliche Verfügbarkeit des Betriebsmittels im Betrachtungszeitraum $t_n - t_0$. Anteilige Kosten können entstehen, wenn:

- der Betrachtungszeitraum nicht am 1. Jänner beginnt,
- der Betrachtungszeitraum nicht am 31. Dezember endet,
- das Netzelement nicht am 1. Jänner errichtet wird oder
- das Netzelement nicht am 31. Dezember stillgelegt wird.

Instandhaltungskosten

Die jährlichen Instandhaltungskosten c_m müssen bei jedem Betriebsmittel manuell definiert werden. Die Kosten werden üblicherweise für den gesamten Planungszeitraum als konstant angenommen. Dies ist auch durchaus zulässig, da die zu erwartende Inflationsrate ja bereits im kalkulatorischen Zinsfuß p enthalten ist. Durch die optionale Teuerungsrate pr können aber diese Kosten auch jährlich gesteigert werden.

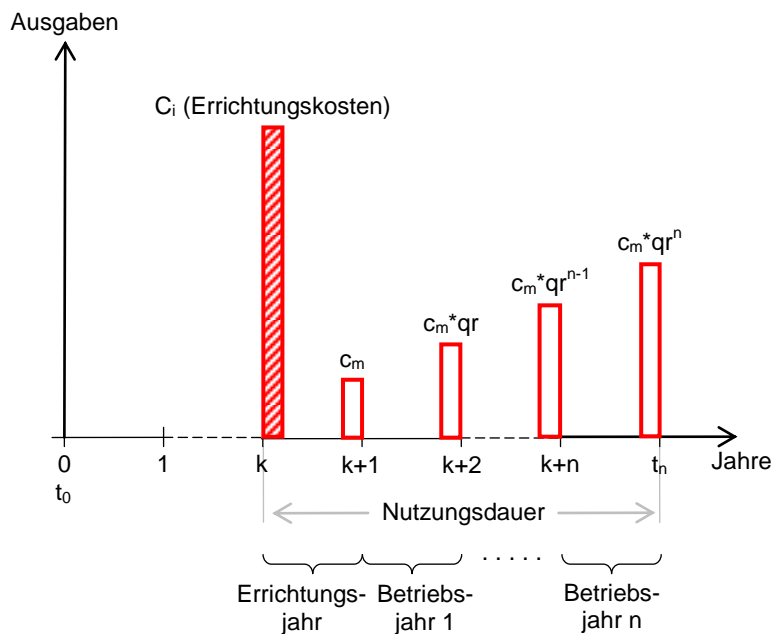


Bild: Teuerungsrate für Instandhaltungskosten

Die Teuerungsrate im 1. Folgejahr wird ab Errichtung des Betriebsmittels zur Erhöhung der Instandhaltungskosten herangezogen. Falls die Teuerungsrate pr nicht Null ist, wird daraus der Teuerungsfaktor qr^n bestimmt, mit dem die Instandhaltungskosten erhöht werden.

$$\left(1 + \frac{pr}{100}\right)^n = qr^n$$

Der Exponent n wird aus zukünftigem Zeitpunkt t und Errichtungszeitpunkt T_i des Betriebsmittels bestimmt.

$$n = t - T_i$$

Die aktive Zeit des Betriebsmittels in der Jahresscheibe wird durch t_{akt} ausgedrückt. Ist das Betriebsmittel die ganze Zeit verfügbar, dann gilt $t_{akt} = 1$.

Somit können die Instandhaltungskosten für eine Jahresscheibe wie folgt errechnet werden:

$$C_m = c_m * t_{akt} * q r^n$$

Sonstige Betriebskosten

Die sonstigen jährlichen Betriebskosten c_o müssen bei jedem Betriebsmittel manuell definiert werden. Bei diesen Kosten gilt dasselbe wie bei den Instandhaltungskosten. Im Normalfall sind diese im gesamten Planungshorizont konstant, eine Steigerung durch die Verwendung der Teuerungsrate pr ist aber möglich.

Die sonstigen Betriebskosten für eine Jahresscheibe können wie folgt errechnet werden:

$$C_o = c_o * t_{akt} * q r^n$$

Verlustkosten

Es werden nur elektrische Verluste des Verteilungsnetzes, verursacht durch die irreversible Wärmeumsetzung der elektrischen Energie an einem ohm'schen Widerstand, betrachtet.

Die Wirkleistungsverluste lassen sich folgendermaßen kategorisieren:

- lastabhängige Verluste
- lastunabhängige Verluste

Damit wird ausgedrückt, welche Größe der in ein verlustbehaftetes Betriebsmittel eingespeisten Leistung die einzelnen verlustverursachenden Elemente beeinflusst.

- Leerlaufverluste hängen von der anliegenden Spannung ab,
- Übertragungsverluste von dem zu übertragenden Strom.

Die Verlustkosten werden pro Element bestimmt. Hierzu werden die Längs- und Querverluste mit dem Verlustgrad Th bewertet und für ein Jahr bestimmt. Damit erhält man die Verlustenergie E in kWh pro Element.

$$E = 8760 * t_{akt} * (P_{VI} * Th_l + P_{Vq} * Th_u)$$

Aus Verlustenergie E und Energiekosten pro kWh c_e können die jährlichen Verlustkosten c_l berechnet werden.

$$c_l = E * c_e$$

Die Längs- und Querverluste werden für folgende Elemente bestimmt:

- Zwe Wicklungstransformator
- Dre Wicklungstransformator
- Leitung

Bei **Transformatoren** werden die Längsverluste P_{VI} mit Hilfe der Nennscheinleistung S_n und der ohm'schen Kurzschluss spannung u_r ermittelt.

$$P_{VI} = S_n * \frac{u_r}{100}$$

Die Querverluste P_{Vq} der Transformatoren ergeben sich rein aus den Eisenverlusten V_{fe} .

$$P_{Vq} = V_{fe}$$

Bei der **Leitung** werden die Längsverluste P_{VI} über die Leitungslänge l , die Anzahl der parallelen Systeme p_{sys} , des Widerstandes r und des thermischen Grenzstromes I_{th} bestimmt.

$$P_{VI} = l * p_{sys} * 3 * r * I_{th}$$

Aus der Leitungslänge l , der Anzahl paralleler Systeme p_{sys} und der Ableitverluste können die Querverluste P_{Vq} der Leitung berechnet werden.

$$P_{Vq} = l * p_{sys} * v_a$$

Die Arbeitsverlustgrade Th_i und Th_u werden aus den jeweiligen Eingabedaten herangezogen.

2.4 Netzmodell für Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung basiert auf dem Stationsmodell, welches weitgehend unabhängig vom elektrischen Netzmodell ist. Das Stationsmodell besteht aus folgenden Elementen:

- Station
- Feld
- Betriebsmittel
- Netzelement
- Trasse
- Einbauten

Mit dem Modell werden vor allem die strukturellen Beziehungen von Stationen und Feldern sowie die Zuordnung von Betriebsmitteln und Netzelementen beschrieben.

Netz

Das Netz ist die Gesamtheit aller Stationen, Felder, Betriebsmitteln und Netzelemente.

Station

Eine Station ist ein aus Netzbetriebssicht geografischer Ort, an dem Felder, Betriebsmittel und Netzelemente zusammengefasst und verknüpft sind.

In PSS SINCAL werden die Kosten für eine Station aus der Summe der Kosten aller zugeordneten Felder, Betriebsmittel, Netzelemente und den explizit definierten Stationskosten gebildet.

Hingegen werden bei Energieversorgern die Stationen im Allgemeinen mit einem Gesamtaufwand erfasst, da sie meistens einen identischen Anlagenaufbau aufweisen. Die Kosten für die Felder und den Niederspannungstransformator sind dabei bereits im Gesamtaufwand für die Station berücksichtigt. Bei der Eingabe von Wirtschaftlichkeitsdaten ist daher darauf zu achten, dass die Kostenbestandteile dann von den Kosten der Felder und Netzelemente bereinigt sind, wenn diese explizit Kosten aufweisen.

Feld

Das Feld wird üblicherweise einer Station zugeordnet. Es gruppiert Betriebsmittel und Netzelemente.

Auch hier muss auf eine korrekte Zuordnung der Kosten geachtet werden. Falls ein Feld bereits die Gesamtkosten der zugeordneten Betriebsmittel und Netzelemente beinhaltet, dürfen diese nicht mehr bei den Betriebsmitteln und Netzelementen angegeben werden.

Betriebsmittel

Das Betriebsmittel ist eine Funktionseinheit, die dem Aufrechterhalt des Netzbetriebes dient. Dies sind z.B. die Liegenschaften wie Gebäude, die einer Station zugeordnet sind.

Netzelement

Das Netzelement ist eine Funktionseinheit, deren Funktion unmittelbar der Aufrechterhaltung des Netzbetriebes dient. Dies sind z.B. Sammelschienen, Leitungen, Generatoren, Transformatoren, usw.

Diese Elemente basieren auf den Eingabedatenstrukturen der elektrischen Netzelemente und Knoten.

Trasse

Die Trasse definiert einen geografischen Verlauf zwischen zwei Orten. Freileitungen und Kabel außerhalb von Stationen werden normalerweise Trassen zugeordnet.

Einbauten

Einbauten sind Zusatzelemente, welche Netzelementen zugeordnet werden können. In PSS SINCAL sind verschiedenste Einbauten verfügbar:

- Schalter
- Schutzgeräte
- Drosselspulen
- Stromwandler
- Spannungswandler
- AC/DC Konverter

Die Eingabe der Wirtschaftlichkeitsdaten erfolgt über die Datenmaske Betriebsmittel.

2.5 Eingabedaten für Wirtschaftlichkeit

Im Zuge von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen werden zukünftige Ausbauvarianten untersucht. Daher beinhaltet jedes Element einen **Errichtungszeitpunkt** und einen **Stilllegungszeitpunkt**. Über diese beiden Datumswerte kann der Status des Elementes (geplant, in Betrieb, stillgelegt) ermittelt werden.

The screenshot shows a software window titled 'Zweiwicklungs-Transformator' with a tabbed interface. The 'Wirtschaftlichkeit' tab is active. It contains the following fields:

- Kurzname:** A text box containing '2T3'.
- Beschreibung:** An empty text box.
- Netzbereich:** A dropdown menu with 'Hoch' selected.
- Netzzone:** A dropdown menu with '(kein)' selected.
- Station:** A dropdown menu with 'Station1' selected.
- Feld:** A dropdown menu with 'Bay1' selected.
- Errichtungszeitpunkt:** A date field containing 'Sa 01.01.2000'.
- Stilllegungszeitpunkt:** A date field containing '(kein)'.

At the bottom right, there are 'OK' and 'Abbrechen' buttons.

Bild: Errichtungs- und Stilllegungsdaten des Netzelementes

Zusätzlich zum Status des Elementes werden natürlich auch die Kosten benötigt. Diese können bei allen Elementen über das Register **Wirtschaftlichkeit** definiert werden.

Zwe Wicklungs-Transformator			
Basisdaten Elementdaten Regler Wirtschaftlichkeit			
Errichtungskosten	CI	1.000.000,00	€
Stilllegungskosten	Cs	50.000,00	€
Jährl. Instandh.kosten	cm	5.000,00	€
Sonst. jährl. Betr.kosten	co	1.000,00	€
Kalkulat. Lebensdauer	TI	45,0	y
Arbeitsverlustgrad längs	Thi	0,5	1
Arbeitsverlustgrad quer	Thu	0,0	1

OK Abbrechen

Bild: Wirtschaftlichkeitsdaten eines Netzelementes

Das Feld **Errichtungskosten** beinhaltet jene Kosten, die zur erstmaligen Errichtung des Netzelementes notwendig sind.

Das Feld **Stilllegungskosten** beinhaltet jene Kosten, die zur Stilllegung des gesamten Netzelementes aufgewendet werden.

In den Feldern **jährliche Instandhaltungskosten** und **sonstige jährliche Betriebskosten** werden die Kosten für die Aufrechterhaltung des Betriebes eingegeben.

Das Feld **Kalkulatorische Lebensdauer** dient zur Eingabe der voraussichtlichen Lebensdauer des Netzelementes.

Die Felder **Arbeitsverlustgrad längs** und **Arbeitsverlustgrad quer** sind Bewertungsfaktoren für die durch das Verteilungsnetz verursachten elektrischen Wirk- und Blindleistungsverluste.

Achtung: Die Kosten für die Wirtschaftlichkeitsberechnung werden bei allen Netzelementen immer absolut eingegeben (unabhängig von der Länge des Netzelementes). Die einzige Ausnahme bildet hier die **Trasse**, bei der die Kosten pro Längeneinheit angegeben werden müssen.

2.6 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeit

Von PSS SINICAL werden zwei verschiedene Ergebnisarten bereitgestellt:

- Gesamtergebnis für den kompletten Betrachtungszeitraum
- Ergebnis für jede Jahresscheibe im Betrachtungszeitraum

Die eigentliche Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Investition erfolgt mit dem Gesamtergebnis, das für den kompletten Betrachtungszeitraum $t_n - t_0$ errechnet wird. Damit werden alle anfallenden Kosten erfasst und diese können dann den erwarteten Einnahmen gegenüber gestellt werden.

Für den aktuellen Betrieb des Netzes sind vor allem die zu erwartenden jährlichen Kosten interessant. Hierzu werden die Ergebnisse für die einzelnen Jahresscheiben bereitgestellt.

2.6.1 Ergebnisumfang

Von PSS SINICAL werden Ergebnisse für folgende Elemente zur Verfügung gestellt:

- Netz
- Knoten
- Netzelemente
- Stationen
- Betriebsmittel
- Felder
- Trassen

Der Ergebnisumfang ist bei allen Elementen identisch, allerdings sind die Ergebnisse aufgrund der unterschiedlichen topologischen Strukturen der Elemente in verschiedenen Ergebnistabellen verfügbar.

		Betrag	Barwert
Restwert im Planungsh.	Cr	688.888,89 €	Br 666.964,18 €
Errichtungskosten	CI	0,00 €	BI 0,00 €
Stilllegungskosten	Cs	0,00 €	Bs 0,00 €
Instandhaltungskosten	Cm	4.123,29 €	Bm 3.992,06 €
Verlustkosten	CI	54.180,00 €	BI 52.455,66 €
Sonst. Betriebskosten	Co	824,66 €	Bo 798,41 €
Summe Kosten	Cc	59.127,95 €	Bc 57.246,13 €

Bild: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeit für ein Netzelement

Das Feld **Ergebnistyp** kennzeichnet, ob es sich um ein Jahresscheibenergebnis oder das Gesamtergebnis für den kompletten Betrachtungszeitraum handelt.

In den Feldern **Start Betrachtung T_a** und **Ende Betrachtung T_e** wird der Zeitraum, für den das Ergebnis berechnet wurde, ausgewiesen.

Der **Barwert der Gesamtkosten B_k** wird für den Zeitraum $T_e - T_a$ bestimmt. Es werden aus den im Zeitraum anfallenden Kosten die entsprechenden Barwerte durch Abzinsung für den Betrachtungszeitpunkt t_0 ermittelt und zusätzlich wird der Barwert des Restwertes C_r berücksichtigt, welcher die Gesamtkosten reduziert.

$$B_k = C_i * q^{-n} + C_s * q^{-n} + \sum_{i=1}^m [(c_{mi} + c_{oi} + c_{li}) * q^{-n}] - C_r * q^{-n}$$

Durch die Berücksichtigung des Restwertes gibt es bei einem Jahresscheibenergebnis üblicherweise einen negativen Gesamtkostenbarwert, da die Barwerte der jährlichen Kosten im Normalfall weit geringer sind als der Restwert.

Bei den weiteren Feldern wird jeweils zwischen **Betrag (C)** und **Barwert (B)** unterschieden. Die Barwerte werden durch Abzinsung aus den Kosten für den Betrachtungszeitpunkt t_0 errechnet.

$$B = C * q^{-n}$$

Der **Restwert im Planungshorizont C_r** kennzeichnet den Wert des Elementes zum Endzeitpunkt T_e . Er wird aus dem Errichtungszeitpunkt T_i , der kalkulatorischen Lebensdauer T_l und den Errichtungskosten C_i bestimmt.

$$C_r = C_i * \left(1 - \frac{T_e - T_i}{T_l} \right)$$

Die **Errichtungskosten C_i** werden direkt aus den Eingabedaten übernommen. Diese werden nur dann berücksichtigt, wenn das Errichtungsdatum T_i innerhalb von Startzeitpunkt T_a und Endzeitpunkt T_e liegt.

Die **Stilllegungskosten C_s** werden direkt aus den Eingabedaten übernommen. Diese werden nur dann berücksichtigt wenn das Stilllegungsdatum T_s innerhalb von Startzeitpunkt T_a und Endzeitpunkt T_e liegt.

Die **Verlustkosten C_l** werden anhand der beim Element hinterlegten Ableitverlustgrade bestimmt.

Die **Instandhaltungskosten C_m** und die **Sonstigen Betriebskosten C_o** werden anteilig bestimmt. D.h. diese werden anhand der Verfügbarkeit des Elementes im Bereich von Startzeitpunkt T_a und Endzeitpunkt T_e errechnet. Die Grundlage für die Berechnung bilden hier die bei den Elementen hinterlegten jährlichen Instandhaltungskosten c_m und sonstigen jährlichen Betriebskosten c_o .

Die **Summe der Kosten C_c** werden aus der Summe aller anfallenden Kosten im Zeitraum $T_e - T_a$ ermittelt.

$$C_c = C_i + C_s + \sum_{i=1}^m [(c_{mi} + c_{oi} + c_{li})]$$

Summenergebnisse

Die Summenergebnisse werden durch Summierung von Einzelergebnissen gebildet, um die Auswertung der Ergebnisdaten zu erleichtern.

Der Barwert einer Menge von Betriebsmitteln ist die Summe der Einzelbarwerte.

$$B_{\text{sum}} = \sum_{i=1}^m B_i$$

Dasselbe gilt auch für die Kosten:

$$C_{\text{sum}} = \sum_{i=1}^m C_i$$

Die Summenergebnisse werden von PSS SINCAL für folgende Elemente zur Verfügung gestellt:

- Netz
Es werden die Einzelergebnisse aller im Netz vorhandenen Elemente summiert.
- Station
Es werden die Ergebnisse der Station und aller zugeordneten Elemente summiert. Dazu zählen Felder, Betriebsmittel und Netzelemente.
- Feld
Es werden die Ergebnisse des Feldes und aller zugeordneten Elemente summiert. Dazu zählen Betriebsmittel und Netzelemente.

3. Anwendungsbeispiel für Wirtschaftlichkeit

Im Folgenden soll die Funktionalität der **Wirtschaftlichkeit** anhand eines einfachen Anwendungsbeispiels dargestellt werden. In den Beschreibungen werden

- das [Voreinstellen der Berechnungsparameter](#),
- das [Erfassen von Stationen und Feldern](#),
- das [Bearbeiten von Netzelementen](#),
- das [Starten der Wirtschaftlichkeitsberechnung](#) sowie
- das [Darstellen und Auswerten der Ergebnisse](#)

erläutert.

Grundlagen

Alle Beschreibungen basieren auf folgendem Netz.

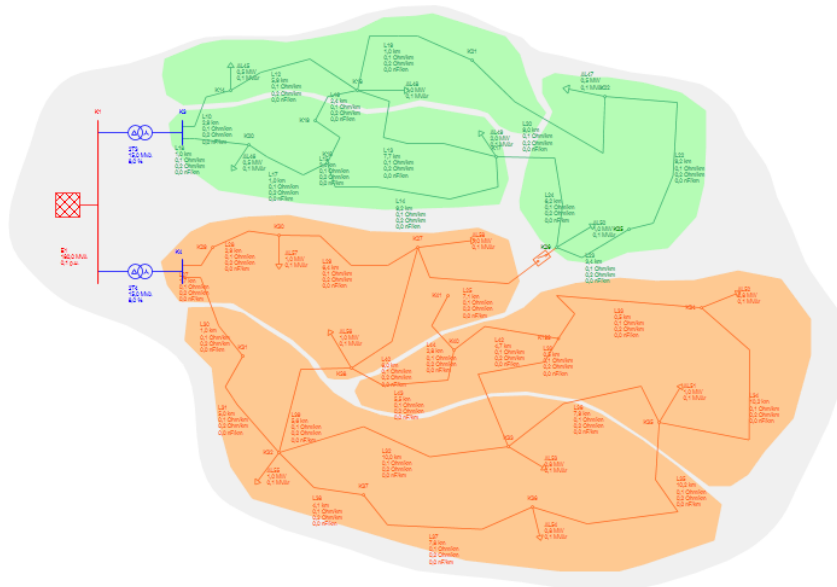


Bild: Wirtschaftlichkeitsnetz mit Eingabedaten

Dieses Netz ("Example LD") wird bei der Installation von PSS SINCAL automatisch bereitgestellt und kann zum Testen des Simulationsverfahrens eingesetzt werden.

Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist, dass der Punkt **Wirtschaftlichkeit** im Menü **Berechnen – Methoden** (siehe Handbuch Bedienung, Kapitel Benutzeroberfläche, Abschnitt Voreinstellen der Berechnungsmethoden) aktiviert ist.

3.1 Voreinstellen der Berechnungsparameter

Das Berechnungsverfahren kann über die **Berechnungsparameter**, Register **Wirtschaftlichkeit** gesteuert werden. Die Maske dazu wird über den Menüpunkt **Berechnen – Parameter** aufgerufen.

The screenshot shows a software window titled 'Berechnungsparameter' with a tabbed interface. The 'Wirtschaftlichkeit' tab is selected. It contains the following fields and values:

Parameter	Symbol	Value	Unit
Betrachtungszeitpunkt		Mi 06.03.2013	
Planungshorizont		Sa 31.12.2033	
Kalkulatorischer Zinsfuß	p	4,0	%
Teuerungsrate	pr	0,0	%
Energiekosten pro kWh	ce	0,10	€

At the bottom right of the window are 'OK' and 'Abbrechen' buttons.

Bild: Datenmaske Berechnungsparameter – Wirtschaftlichkeit

Wesentlich für die Steuerung der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind die beiden Datumsfelder **Betrachtungszeitpunkt** und **Planungshorizont**. Über diese wird der Beobachtungszeitraum für die Wirtschaftlichkeitsberechnung definiert. Dieser Beobachtungszeitraum bestimmt auch indirekt den Status (geplant, in Betrieb, stillgelegt) der Wirtschaftlichkeitselemente.

Eine genaue Beschreibung aller verfügbaren Berechnungsparameter ist im Handbuch Eingabedaten, Kapitel Berechnungsparameter, Abschnitt Wirtschaftlichkeit Berechnungsparameter zu finden.

3.2 Erfassen von Stationen und Feldern

Stationen, Felder und Betriebsmittel bilden die Grundstruktur des Netzmodells der Wirtschaftlichkeit. Diese Elemente können bequem mit Hilfe des Stationsbrowsers erfasst werden, der über den Menüpunkt **Einfügen – Station** geöffnet wird.

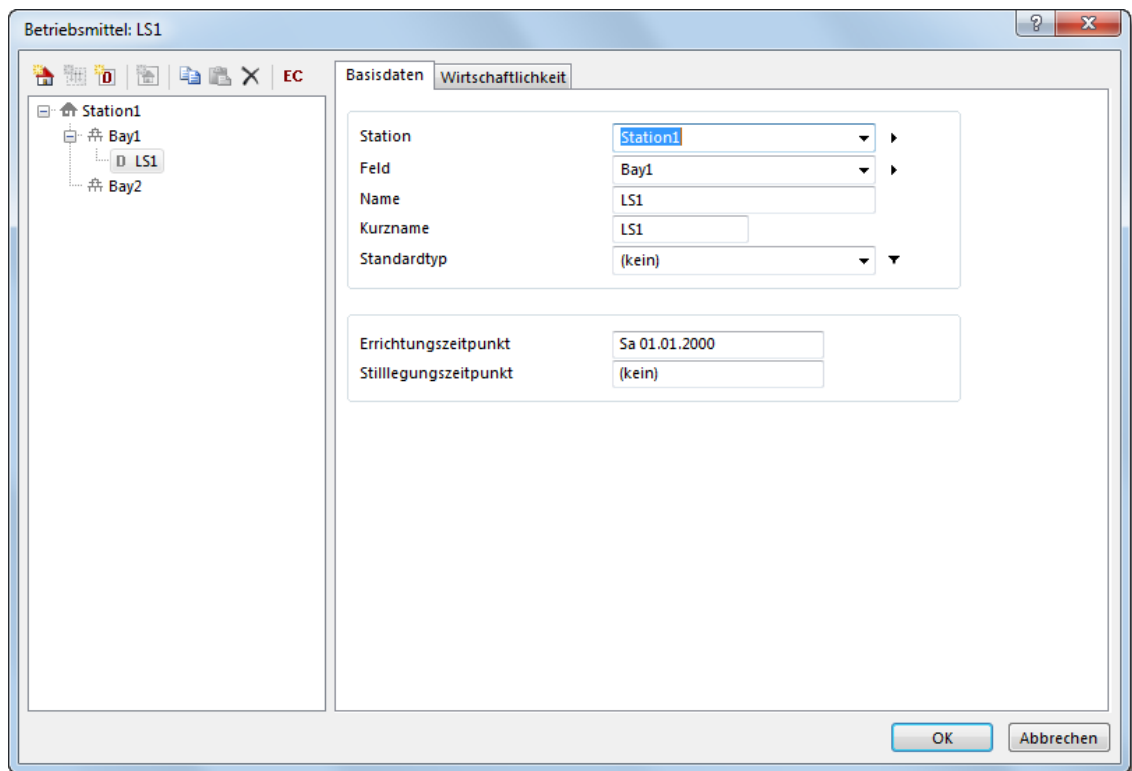


Bild: Browser zum Erfassen von Stationen, Feldern und Betriebsmitteln

Im Browser können Stationen, Felder und Betriebsmittel in hierarchischer Struktur erfasst und bearbeitet werden. Eine detaillierte Beschreibung zu den Funktionen des Stationsmodells ist im Handbuch Bedienung zu finden.

3.3 Bearbeiten von Netzelementen

Wirtschaftlichkeitsdaten können allen Netzelementen (Knoten, Sammelschienen, Knotenelementen und Zweigelementen) zugeordnet werden, aber auch jenen Einbauten, mit denen Betriebsmittel modelliert werden.

Knoten/Sammelschienen

Bei Knoten/Sammelschienen erfolgt die Zuordnung von Wirtschaftlichkeitsdaten über die Datenmaske **Knoten**.

The screenshot shows a software window titled 'Knoten' with three tabs: 'Basisdaten', 'Zusatzdaten', and 'Wirtschaftlichkeit'. The 'Basisdaten' tab is selected. It contains several input fields and dropdown menus. The 'Name' field is 'K1', 'Kurzname' is 'K1', and 'Netzebene' is 'Hoch (60,0 kV)'. Below these are 'Netzbereich' (Hoch), 'Netzzone' ((kein)), 'Station' (Station1), and 'Feld' ((kein)). Further down are 'Knotentyp' (Sammelschiene), 'Übergeordnete Sammelschiene' ((kein)), 'Arc Flash Konfiguration' ((kein)), and 'Sternpunktbehandlung' ((kein)). At the bottom of the tab are 'Errichtungszeitpunkt' (Sa 01.01.2000) and 'Stilllegungszeitpunkt' ((kein)). Below the tab are 'Gekennzeichnet' (Nein) and 'Verknüpfungsname' (empty). At the very bottom are 'OK' and 'Abbrechen' buttons.

Bild: Datenmaske Knoten

Die topologische Zuordnung des Knotens zur Station bzw. zum Feld ist im Register **Basisdaten** ersichtlich. Zusätzlich enthält dieses Register auch die für die Wirtschaftlichkeit wesentlichen Datumsfelder **Errichtungszeitpunkt** und **Stilllegungszeitpunkt**.

Im Register **Wirtschaftlichkeit** können die zusätzlichen Daten für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Kosten und kalkulatorische Lebensdauer) eingegeben werden.

Eine genaue Beschreibung hierzu ist im Handbuch Eingabedaten, Kapitel Allgemeine Wirtschaftlichkeitsdaten für Netzelemente zu finden.

Knotenelemente/Zweigelemente

Bei Knoten- und Zweigelementen erfolgt die Zuordnung von Wirtschaftlichkeitsdaten über das Register **Elementdaten** in der jeweiligen Datenmaske.

The screenshot shows a software window titled 'Zweiwicklungs-Transformator' with a standard Windows interface (title bar, help, close buttons). Inside, there are four tabs: 'Basisdaten', 'Elementdaten', 'Regler', and 'Wirtschaftlichkeit'. The 'Elementdaten' tab is currently selected. It contains several input fields and dropdown menus. At the top, 'Kurzname' has a text box with '213' and 'Beschreibung' has an empty text box. Below these are four dropdown menus: 'Netzbereich' (set to 'Hoch'), 'Netzzone' (set to '(kein)'), 'Station' (set to 'Station1'), and 'Feld' (set to 'Bay1'). Each dropdown has a small right-pointing arrow. At the bottom of the tab are two more text boxes: 'Errichtungszeitpunkt' (set to 'Sa 01.01.2000') and 'Stilllegungszeitpunkt' (set to '(kein)'). At the very bottom of the window are 'OK' and 'Abbrechen' buttons.

Field	Value
Kurzname	213
Beschreibung	
Netzbereich	Hoch
Netzzone	(kein)
Station	Station1
Feld	Bay1
Errichtungszeitpunkt	Sa 01.01.2000
Stilllegungszeitpunkt	(kein)

Bild: Datenmaske Zweiwicklungs-Transformator – Elementdaten

In der Datenmaske von Knoten- und Zweigelementen werden im Register **Elementdaten** die topologischen Informationen des Netzelementes angezeigt. Zusätzlich enthält dieses Register auch die für die Wirtschaftlichkeit wesentlichen Datumsfelder **Errichtungszeitpunkt** und **Stilllegungszeitpunkt**.

Im Register **Wirtschaftlichkeit** können die zusätzlichen Daten für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Kosten und kalkulatorische Lebensdauer) eingegeben werden.

Basisdaten	Elementdaten	Regler	Wirtschaftlichkeit
Errichtungskosten	CI	1.000.000,00	€
Stilllegungskosten	Cs	50.000,00	€
Jährl. Instandh.kosten	cm	5.000,00	€
Sonst. jährl. Betr.kosten	co	1.000,00	€
Kalkulat. Lebensdauer	TI	45,0	y
Arbeitsverlustgrad längs	Thi	0,5	1
Arbeitsverlustgrad quer	Thu	0,0	1

OK Abbrechen

Bild: Datenmaske Zweiwicklungs-Transformator – Wirtschaftlichkeit

Eine genaue Beschreibung hierzu ist im Handbuch Eingabedaten, Kapitel Allgemeine Wirtschaftlichkeitsdaten für Netzelemente zu finden.

Einbauten

Einbauten sind Zusatzelemente, welche Netzelementen zugeordnet werden können. Mit diesen Einbauten werden einerseits erweiterte Eingabedaten definiert (z.B. Fehleruntersuchungen und Schaltzeiten für die Dynamiksimulation), es werden damit aber auch Betriebsmittel wie Schalter und Schutzgeräte modelliert. Für jene Einbauten, mit denen die "realen" Betriebsmittel modelliert werden, können auch Wirtschaftlichkeitsdaten definiert werden:

- Schalter
- Schutzgeräte
- Drosselspulen
- Stromwandler
- Spannungswandler
- AC/DC Konverter

Diesen Einbauten kann im Register **Basisdaten** ein reales Betriebsmittel zugeordnet werden. Die Eingabe der Wirtschaftlichkeitsdaten erfolgt über die Datenmaske Betriebsmittel.

Schalter

Basisdaten Optimierung

Anschluss: K1/2B

Betriebsmittel: LS1

Name: LS1

Schaltertyp: Leistungsschalter

Typbezeichnung:

Ferngesteuert: Nein

Schaltzustand: Geschlossen

Hauptschutzrichtung: Ungerichtet

Thermischer Grenzstrom	Ith	2,0	kA
Erster zus. Grenzstrom	Ith1	2,0	kA
Zweiter zus. Grenzstrom	Ith2	2,0	kA
Dritter zus. Grenzstrom	Ith3	2,0	kA
Schaltverzug	ts	0,1	s
Max. Stoßstrom	ipmax	20,0	kA
Max. Abschaltstrom	Iamax	8,0	kA
Schaltkosten	Sc	100,0	€

OK Abbrechen

Bild: Datenmaske Schalter – Zuordnung des Betriebsmittels

Zuordnen von Netzelementen zu Stationen und Feldern

Im Zuge der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden hierarchische Strukturen betrachtet und bei diesen Kosten und Aufwendungen aufsummiert. Daher ist es erforderlich, die Netzelemente diesen hierarchischen Strukturen – also den Stationen und Feldern – zuzuordnen.

Diese Zuordnung von Netzelementen kann wahlweise mit Hilfe der Stationsgrafik oder über die Symbolleiste **Stationen und Trassen** erfolgen.

3.4 Starten der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wird über den Menüpunkt **Berechnen – Wirtschaftlichkeit – Wirtschaftlichkeit** gestartet.

Wahlweise kann die Berechnung auch auf bestimmte Netzelemente beschränkt werden. Dazu werden die entsprechenden Netzelemente einfach im Grafikeditor vor dem Start der Berechnung markiert. Anschließend wird die Berechnung über den Menüpunkt **Berechnen – Wirtschaftlichkeit – Wirtschaftlichkeit (Markierung)** gestartet. In diesem Fall werden dann nur die markierten Netzelemente in der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt und auch nur für diese Netzelemente werden die Kosten ermittelt. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn nur die Kosten einer bestimmten Ausbau- oder Restrukturierungsvariante betrachtet werden sollen.

3.5 Darstellen und Auswerten der Ergebnisse

Von der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden zwei verschiedene Ergebnisarten bereitgestellt:

- Gesamtergebnis für den kompletten Betrachtungszeitraum
- Ergebnis für jede Jahresscheibe im Betrachtungszeitraum

Nach der Berechnung können die gewünschten Ergebnisse über den Menüpunkt **Ansicht – Eingabedaten und Ergebnisse** ausgewählt werden.

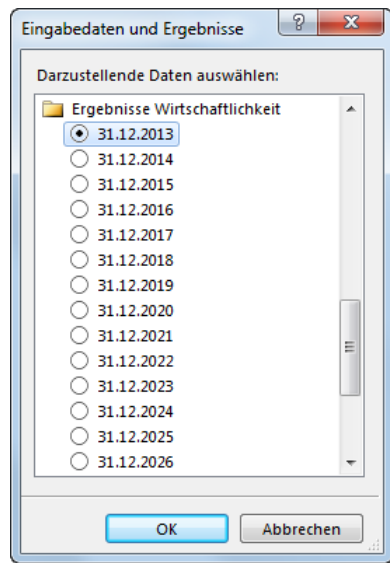


Bild: Auswahl der Wirtschaftlichkeitsergebnisse

Die so ausgewählten Ergebnisse werden direkt in der Netzgrafik bei den Netzelementen angezeigt. Der Darstellungsumfang kann mit der Funktion Beschriftung und Filter individuell angepasst werden.

Die Darstellung in Form von Datenmasken ist ebenfalls möglich. Hierzu wird einfach das Netzelement markiert und über das Kontextmenü kann mit dem Menüpunkt **Ergebnisse (aktuell)** die Anzeige der Ergebnismaske aktiviert werden.

Wirtschaftlichkeit - Elementergebnisse

Basisdaten

Anfangsknoten:
 Endknoten:
 Elementname:

Ergebnistyp:
 Start Betrachtung:
 Ende Betrachtung:

Barwert der Gesamtkosten Bk: €

		Betrag		Barwert	
Restwert im Planungsh.	Cr	688.888,89	€	Br	666.964,18 €
Errichtungskosten	Ci	0,00	€	Bi	0,00 €
Stilllegungskosten	Cs	0,00	€	Bs	0,00 €
Instandhaltungskosten	Cm	4.123,29	€	Bm	3.992,06 €
Verlustrkosten	Cl	54.180,00	€	Bl	52.455,66 €
Sonst. Betriebskosten	Co	824,66	€	Bo	798,41 €
Summe Kosten	Cc	59.127,95	€	Bc	57.246,13 €

1/22 OK Abbrechen

Bild: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeit für ein Netzelement

Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Ergebnisattribute ist im Kapitel [Ergebnisumfang](#) zu finden.

Darüber hinaus sind Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung auch in der **Tabellenansicht** verfügbar. Damit können in übersichtlicher Form die Ergebnisse des gesamten Netzes oder die aller Netzelemente ausgewertet werden.

Example LD - Tabelle x

Standard

Ergebnistyp Start Ende Bk [€] Bc [€] Br [€] Cc [€]

Jährlich	06.03.2013	31.12.2013	-1280187,02	115290,67	1395477,68	119080,548
Jährlich	01.01.2014	31.12.2014	-1164700,00	134427,21	1299127,20	144400,000
Jährlich	01.01.2015	31.12.2015	-1057642,70	455944,78	1513587,48	495400,000
Jährlich	01.01.2016	31.12.2016	-1283236,76	125146,21	1408382,97	145400,000
Jährlich	01.01.2017	31.12.2017	-1188699,19	120332,90	1309032,09	145400,000
Jährlich	01.01.2018	31.12.2018	-1099535,46	115704,71	1215240,17	145400,000
Jährlich	01.01.2019	31.12.2019	-1015472,05	111254,53	1126726,58	145400,000
Jährlich	01.01.2020	31.12.2020	-936248,52	106975,51	1043224,03	145400,000
Jährlich	01.01.2021	31.12.2021	-861616,94	102861,07	964478,01	145400,000
Jährlich	01.01.2022	31.12.2022	-791341,26	98904,87	890246,13	145400,000
Jährlich	01.01.2023	31.12.2023	-725196,82	95100,84	820297,66	145400,000
Jährlich	01.01.2024	31.12.2024	-662969,80	91443,11	754412,91	145400,000
Jährlich	01.01.2025	31.12.2025	-604456,69	87926,07	692382,76	145400,000
Jährlich	01.01.2026	31.12.2026	-549463,86	84544,30	634008,16	145400,000

Datenbankabfragen

Bild: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeit in der Tabellenansicht