

Leitungsökonomie: Einfache Berechnung mit belvoto 2

Das Verlegen von Leitungen mit grösseren Querschnitten reduziert wirkungsvoll und nachhaltig die betrieblichen Stromverluste, und damit die Stromkosten. In welchem Fall lohnt sich eine Vergrösserung des Querschnitts? Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten und von vielen Faktoren abhängig. Generell kann gesagt werden, dass sich eine Vergrösserung des Leitungsquerschnitts auszahlt, wenn man die Lebenszykluskosten mitberücksichtigt.

Christian Frei *

Das Einsparpotenzial bei der Leitungsdimensionierung wird derzeit immer noch zu wenig berücksichtigt. Und das, obwohl es sich auch finanziell lohnen würde. Unter Anbetracht der Energiepolitik des Bundes aber auch des neusten Normentwurfs zu energieeffizienten Elektroinstallationen (IEC

60364-8-1), wird jedoch eine möglichst energieeffiziente Dimensionierung von elektrischen Leitungen an Bedeutung gewinnen.

Grössere Leitungsquerschnitte

Vorteile:

- geringere Leitungsverluste und dementsprechend tiefere Betriebskosten
- geringerer Spannungsfall ergibt kons-

tantere Spannung am Leitungsende

- niedrigere Leitertemperaturen, keine übermässige Alterung der Leitungsisolierung, geringere Abschreibung

Nachteile:

- höhere Investitionskosten
- höherer Rohstoffbedarf (Kupfer und Isolationsmaterialien)

Leitungsdimensionierung und Ökonomie

zulässiger Betriebsstrom für: 95 mm² Parallele Leiter: 3

zulässige Strombelastbarkeit: I_z = 275.0 A * 3 = 825.0 A 100 %

Spezifikationen: 70 °C zulässige Leitungstemperatur, einadriges Kabel, 3 belastete Adern, 100 m

Umgebungstemperatur und Verlegeart: 30 °C, F eben

Häufung: mit; Weitere Leitungen: 0

Bauart: Einadrig Kupfer 70 °C

Betriebszeit: 2500 h/a
Energiepreis: 0.20 Fr./Kwh
Abschreibedauer: 10.00 a
Zinsfaktor: 4.00 %

Installationskosten

Querschnitt	Installationskosten pro m
70 mm ²	150.00 Fr./m
95 mm ²	180.00 Fr./m
120 mm ²	210.00 Fr./m
150 mm ²	240.00 Fr./m

Querschnitt	mm ²	70.0	95.0	120.0	150.0
Betriebstemperatur	°C	78.9	70.0	64.3	59.6
Widerstandsbelag	Ohm/km	0.33	0.23	0.18	0.14
Verlustarbeit	kWh/a	56342.5	39407.5	30645.0	24440.0
Verlustkosten	Fr./a	11268.50	7881.50	6129.00	4888.00
Installationskosten	Fr.	15000.00	18000.00	21000.00	24000.00
Annuität	Fr./a	1849.36	2219.24	2589.11	2958.98
Gesamt jährlich	Fr./a	9730.86	10100.74	8718.11	7846.98
jährliche Mehrkosten Inst.	Fr./a	-369.87	0.00	369.87	739.75
Kostenreduzierung Verluste	Fr./a	3387.00	0.00	-1732.50	-2993.50
Gesamt Vergleich	Fr./a	3017.13	0.00	-1382.63	-2253.75
"Break Even"	a	0.9	---	1.8	2.1

- grösserer Platzbedarf in Schaltgeräte-kombinationen und Leitungstrassen

Berechnungsgrundlagen

Das Einsparpotenzial errechnet sich aus der Verlustleistung bzw. -arbeit und den amortisierbaren Mehrkosten für den grösseren Leitungsquerschnitt.

Bei der Berechnung des Leitungswiderstands R_{20} bzw. R' sowie der Verlustleistung P_v sind die folgenden Parameter für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit entscheidend:

$$R_{20} = \frac{\rho}{A} \cdot 1000 \quad [\Omega/km]$$

$$R = R_{20} \cdot [1 + TK_{LTG} \cdot (Temp_{Leit} - 20^\circ C)] \quad [\Omega/km]$$

$$P_v = I_{Br}^2 \cdot R' \cdot L_{Lg} \cdot Adern_{Lg} / Anz_{Lg} \quad [kW]$$

$$W_v = P_v \cdot T_{Bz} \quad [kWh/a]$$

$$K_a = W_v \cdot k_E \quad [CHF/a]$$

- der spezifische Widerstand, sprich das Leitermaterial
- die Verlegeart und Umgebungstemperatur bzw. die Leitertemperatur
- der fliessende Betriebsstrom

Massgebend für die Berechnung der Verlustarbeit W_v bzw. der Verlustkosten K_a und der Wirtschaftlichkeit sind:

- die jährliche Betriebszeit
- die Höhe der Stromkosten

Betriebswirtschaftliche Berechnungen

Zur Berechnung des betriebswirtschaftlichen Einsparpotenzials werden insbesondere die folgenden Grössen herangezogen:

- Installationskosten
- Betriebsdauer

Der Break-even-Point (BEP) einer Investition, d.h. der Zeitpunkt, an dem die Mehrausgaben ohne Verzinsung wieder eingespart sind (Gewinnschwelle), wird wie folgt berechnet:

$$BEP = \left(\frac{K_{i1} - K_{i2}}{-\Delta K_a} \right) \quad [a]$$

Die jährliche Annuität der Investitionskosten sind die jährlichen Kosten für die Investition über die Abschreibungsdauer bei einem vorgegebenen Zinssatz. Addiert man diese zu den Verlustkosten, so ergeben sich daraus die gesamten jährlichen Kosten über die Abschreibungsdauer.

Fazit

Basierend auf den obigen Berechnungsgrundlagen wird schnell klar, welche

Leitungstypen in Bezug auf deren Dimensionierung überprüft werden müssen:

Neuanlagen:

- grosse, knapp dimensionierte Leitungen
- Anlagen mit regelmässiger Leistung
- Anlagen mit hohen Betriebsstunden
- lange Leitungen

Zusätzlich bei bestehenden Anlagen:

- Erwärmte Leitungen

belvoto 2-Modul Leitungsökonomie

belvoto 2 und auch das Leitungsdimensionierungsmodul in der Anlagenplanung des NIN (Bild 1) berechnen mittels vieler möglicher Parameter denjenigen Leitungsquerschnitt, bei dem die Installation am energieeffizientesten ist. Dabei können folgende Grössen erfasst werden:

- Leitungsquerschnitt
- Anzahl paralleler Leiter
- Strombelastung
- Leitertyp Umgebungstemperatur
- Verlegeart
- Häufung
- Länge
- Betriebsstunden
- Energiekosten
- Betriebsdauer
- Zinssatz
- Installationskosten pro Meter

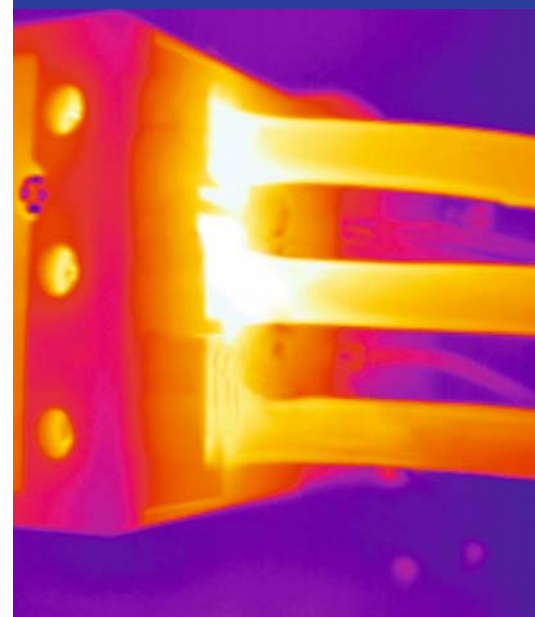
Daraus werden automatisch die Verlustleistung, die jährliche Annuität der Investitionskosten sowie der Break-even ermittelt. Bei den Verlusten werden Verluste der vorgelagerten Elemente, d.h. von weiteren Zuleitungen und von den Transformatoren, nicht berücksichtigt.

Einsparpotenzial

Das wirtschaftliche Einsparpotenzial von optimal dimensionierten Leitungen liegt bei bis zu 1 % der übertragenen Leistung. Je nach Leitungstyp, Belastung und Stromkosten kann eine nach Lebenszykluskosten ausgelegte Leitung über CHF 2000 pro Jahr einsparen. ■

Angaben zum Autor

*Christian Frei ist dipl. El. Ing. HTL und bearbeitet bei Electrosuisse Projekte in den Bereichen Energieeffizienz und Stromzertifizierung (KEV, HKN und Naturemade).



Infrarot-Thermografie

Dieser Fachkurs vermittelt den Teilnehmern die Grundlagen und verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der Infrarot-Thermografie. Anhand von praktischen Übungen lernen die Kursteilnehmer, ein aussagekräftiges Thermogramm zu erstellen.

Inhalt

- Grundlagen der Wärmeübertragung und Temperaturmessung
- Mögliche Einflüsse auf die berührungslose Temperaturmessung
- Gerätetechnik
- Infrarot-Messtechnik, Einfluss von Emissions- und Reflexionsfaktor

Nächster Kurs in Fehraltorf:

25. Oktober 2012

Jetzt anmelden unter weiterbildung@electrosuisse.ch oder www.electrosuisse.ch/weiterbildung

Electrosuisse
Weiterbildung
Luppmenstrasse 1
CH-8320 Fehraltorf

Tel. 044 956 12 96
Fax 044 956 12 49
weiterbildung@electrosuisse.ch