

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 36 (1945)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Tabellen für die rasche Bestimmung der Reaktanz von Dreiphasenleitungen und Sammelschienen  
**Autor:** Streuli, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056517>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

tériel aux attaches. A notre avis, la protection du conducteur câblé en aldrej par un ruban d'aluminium ne suffirait pas pour empêcher cette corrosion.

Cet exposé est surtout destiné à réunir les expériences faites dans ce domaine. Nous prions les directions d'exploitation des entreprises électriques de nous communiquer les observations qu'elles ont

pu faire au sujet de phénomènes de ce genre et de nous adresser au besoin du matériel pour examen. Nous sommes volontiers prêts à poursuivre nos essais et à publier les expériences faites et les résultats obtenus.

Adresse de l'auteur:

E. Schilling, ingénieur à la Station d'essai des matériaux de l'ASE, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

## Tabellen für die rasche Bestimmung der Reaktanz von Dreiphasenleitungen und Sammelschienen

Von W. Streuli, Baden

621.3.011.3 : 621.315.025.3

Jeder Elektrotechniker muss gelegentlich die Reaktanz von Leitungen oder Sammelschienen berechnen, jedoch nicht häufig genug, um die Methode ohne immer erneutes Suchen von Unterlagen und Studium zu beherrschen. Die folgenden Tabellen dürften ermöglichen, derartige Arbeiten mit genügender Genauigkeit in einem Bruchteil der sonst dafür nötigen Zeit zu erledigen.

Les électrotechniciens ont parfois à calculer la réactance de lignes aériennes ou de barres omnibus. La majorité d'entre eux sont alors obligés de rechercher la documentation nécessaire et de procéder à une nouvelle étude de ce sujet. Les tableaux suivants leur faciliteront ce travail, en leur permettant d'arriver beaucoup plus vite à un résultat de précision suffisante dans la plupart des cas.

Die Betriebsreaktanz einer symmetrisch belasteten Dreiphasenleitung, bestehend aus drei in gleichseitigem Dreieck angeordneten kreisrunden Massivleitern  $abc$ , ist bei 50 Hz, Skineffekt vernachlässigt:

$$X_{50} = 0,145 \left( \log_{10} \frac{D}{r} + 0,109 \right) \text{ Ohm/km} \quad (1)$$

wo:

$D$  Abstand der Leitermitten  
 $r$  Halber Leiterdurchmesser

Die Ableitung<sup>1)</sup> zeigt, dass das erste Glied in der Klammer auf das Feld zwischen der Oberfläche eines Leiters und der Mitte eines andern, das zweite Glied auf das Feld im Innern der Leiter zurückzuführen ist.

Etwas umgeformt wird Gl. (1)

$$X_{50} = 0,145 \log_{10} \frac{D}{0,779 r} \quad (2)$$

Ein Vergleich mit (1) zeigt, dass (2) die Form für die Reaktanz eines Leiters ohne inneres Feld, also eines unendlich dünnwandigen Hohlleiters hat. Wählt man den Radius dieses Hohlleiters zu  $0,779 r$ , so ist er bezüglich der Reaktanz ein vollkommener Ersatz für den wirklichen Leiter, so dass die Berechnung der Reaktanz auf das innere Feld keine Rücksicht mehr zu nehmen braucht.

Bei Leitern beliebigen Querschnittes tritt an Stelle von  $0,779 r$  ein von der Form abhängiger Ersatzradius  $\varrho$ , und bei unsymmetrischer, aber vollkommen verdrehter Leitungsanordnung an Stelle von  $D$  ein mittlerer Abstand  $\delta$ , so dass (2) sich allgemein folgendermassen schreiben lässt:

$$X_{50} = \underbrace{0,145 \log_{10} \delta}_{A} + \underbrace{(-0,145 \log_{10} \varrho)}_{B} \text{ Ohm/km} \quad (2')$$

$$= A + B \text{ Ohm/km} \quad (3)$$

Dabei ist  $\delta = \sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ca}}$ .

<sup>1)</sup> Genau z. B. bei F. Breisig: Theoret. Telegraphie.

Die Werte für  $\varrho$ ,  $A$ ,  $B$  sind in den Tabellen I..IV zusammengestellt, die, wenn nötig mittels Interpolation, durch eine einfache Addition die Reaktanz aller üblichen Leitungen und Sammelschienen zu bestimmen gestatten.

[Für kreisrunde Leiter lässt sich den Summanden  $A$  und  $B$  folgende physikalische Bedeutung geben:  $B$  ist die Reaktanz herrührend vom Feld im Innern des Leiters plus demjenigen ausserhalb bis zum Abstand  $l$  cm von der Leitermitte ( $\delta$  und  $\varrho$  in cm),  $A$  die Reaktanz herrührend vom Feld zwischen dem Abstand  $l$  cm und der Mitte der andern Leiter. Dabei wird  $B$  negativ, sobald der Ersatzradius  $\varrho > l$  cm ist.]

Beispiel:

Man bestimme die Reaktanz von 30 m Dreiphasen-Sammelschiene nach Fig. 1:

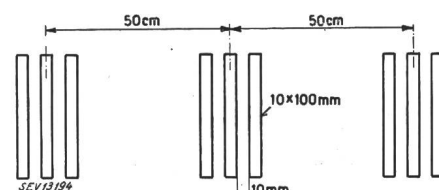


Fig. 1.

$$\delta = \sqrt[3]{50 \cdot 50 \cdot 100} = 50 \sqrt[3]{2} = 63$$

$$A \text{ aus Tab. II} = 0,260$$

$$B \text{ aus Tab. IV} = -0,043$$

$$\text{pro km} \quad +0,217, \text{ also}$$

Reaktanz für 30 m 0,0065 Ohm.

(Sind die Phasenleiter nicht, wie vorausgesetzt, untereinander verdreht, so ist die Reaktanz des innern Leiters bei dieser Anordnung um ca. 0,010  $\Omega$ /km kleiner, die der beiden äusseren um ebensoviel grösser als der nach den Tabellen bestimmte Mittelwert, unabhängig vom Phasenabstand.)

### Quellen

Nesbit Wm.: Electrical Characteristics of Transmission Circuits (Westinghouse Technical Night-School Press).

Teilweise auch enthalten in:

Wager und Evans: Symmetrical Components. Mc. Graw-Hill.  
Schulze R. C. R.: Calculation of Fault Currents in Industrial Networks. Electr. Engg. 1941, S. 271.

Werte von  $\rho$  für verschiedene Leiterquerschnitte

Tabelle I

<b>Vollrunde Leiter:</b> $\rho = 0,779 r$	<b>Hohlseile und Seile mit Stahlseele:</b>
<b>Seile:</b>	2-lagig 26-drähtig $\rho = 0,809 r$
7-drähtig $\rho = 0,726 r$	2-lagig 30-drähtig $\rho = 0,826 r$
19-drähtig $\rho = 0,758 r$	3-lagig 54-drähtig $\rho = 0,810 r$
37-drähtig $\rho = 0,768 r$	
61-drähtig $\rho = 0,772 r$	
91-drähtig $\rho = 0,774 r$	
127-drähtig $\rho = 0,776 r$	
<b>Roehre:</b>	Die Stahlseele hat bei mindestens 2-lagigen Seilen keinen merkbaren Einfluss
<b>Wandstärke</b> $\rho =$	Bei einlagigen Seilen mit Stahlseele hingegen schwanken die Werte für $\rho$ von 0,55...0,70 r
0 % d. Aussen $\varnothing$ 1,00 r	[r = Radius des umschriebenen Kreises]
10 % d. Aussen $\varnothing$ 0,935 r	
20 % d. Aussen $\varnothing$ 0,875 r	
30 % d. Aussen $\varnothing$ 0,825 r	
40 % d. Aussen $\varnothing$ 0,790 r	
50 % d. Aussen $\varnothing$ 0,779 r	
<b>Rechteckschienen:</b> $\rho = 0,224 (a + b)$	

$B = -0,145 \log \rho$   
Rund-Drähte und Seile

Tabelle III

Querschnitt mm <sup>2</sup>	B Runddraht $\Omega/km$	B Steifes Seil (Leiterzahl) $\Omega/km$	B Halbst. Seil (Leiterzahl) $\Omega/km$
1	0,196	—	—
2,5	0,167	—	0,160 12
4	0,153	—	0,148 19
6	0,140	—	0,132 19
10	0,124	0,121 7	0,119 19
16	0,109	0,106 7	0,101 37
20	0,102	0,097 7	0,093 37
25	0,095	0,093 7	0,087 48
25	—	0,088 19	—
35	0,085	0,079 19	0,072 69
50	0,073	0,068 19	0,057 100
70	0,063	0,055 19	0,045 110
95	0,053	0,047 19	0,036 148
120	0,046	0,039 37	0,029 187
150	—	0,031 37	0,022 190
185	—	0,025 37	0,015 235
240	—	0,016 37	0,008 252
310	—	0,009 61	—
400	—	-0,0004 61	—
500	—	-0,0062 61	—

**Bemerkung:**

Bei dreipoligen Kabeln (dicke Leiter mit geringen Abständen) sind die Zahlen von Tabellen I und II nur als Annäherungswerte zu benutzen; soweit möglich verwenden man gemessene oder von den Kabellieferanten angegebene Werte.

Brauchbare Mittelwerte für A+B von Niederspannungs-Dreileiterkabeln sind:

Kleine Querschnitte ca. 50 mm<sup>2</sup> 0,08 Ohm/km  
Grosse Querschnitte ca. 500 mm<sup>2</sup> 0,07 Ohm/km

$A = 0,145 \log \delta$

$\delta$  (geometr. Mittelwert der Leiterabstände) =  $\sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ca}}$

Tabelle II

$\delta$ cm	A $\Omega/km$	$\delta$ m	A $\Omega/km$
2	0,044	1	0,289
4	0,069	1,5	0,315
6	0,113	2	0,330
8	0,131	3	0,358
10	0,145	4	0,377
12	0,156	6	0,402
14	0,166	8	0,420
16	0,174	10	0,434
18	0,182	15	0,459
20	0,188	20	0,477
25	0,202	30	0,502
30	0,214	40	0,521
40	0,232	50	0,535
60	0,257		
80	0,275		

$B = -0,145 \log \rho$   
Rechteckschienen

Tabelle IV

Masse mm	$\Omega/km$					
	1 Schiene	2 Schienen	3 Schienen	4 Schienen	5 Schienen	6 Schienen
5×10	+0,069	+0,034	+0,020	+0,008	-0,002	-0,011
20	+0,037	+0,018	+0,010	+0,000	-0,008	-0,015
30	+0,015	+0,008	+0,003	-0,005	-0,012	-0,019
40	-0,002	-0,000	-0,003	-0,009	-0,015	-0,022
50	-0,013	-0,007	-0,007	-0,012	-0,018	-0,024
80	-0,040	-0,021	-0,016	-0,019	-0,024	-0,029
100	-0,054	-0,027	-0,020	-0,022	-0,026	-0,031
10×20	+0,025	-0,009	-0,016	-0,024	-0,032	-0,040
30	+0,007	-0,018	-0,022	-0,029	-0,036	-0,043
40	-0,007	-0,025	-0,027	-0,032	-0,039	-0,045
50	-0,019	-0,031	-0,031	-0,035	-0,041	-0,047
60	-0,029	-0,036	-0,034	-0,038	-0,043	-0,049
80	-0,044	-0,044	-0,039	-0,042	-0,046	-0,051
100	-0,056	-0,050	-0,043	-0,045	-0,049	-0,053
150	-0,080	-0,060	-0,051	-0,051	-0,053	-0,057
200	-0,097	-0,069	-0,057	-0,055	-0,057	-0,060
15×30	-0,000	-0,035	-0,037	-0,043	-0,050	-0,057
50	-0,024	-0,046	-0,045	-0,049	-0,055	-0,060
80	-0,047	-0,058	-0,053	-0,055	-0,059	-0,064
100	-0,059	-0,064	-0,057	-0,058	-0,062	-0,066
150	-0,082	-0,075	-0,064	-0,064	-0,066	-0,070
200	-0,099	-0,084	-0,070	-0,068	-0,070	-0,073
20×60	-0,037	-0,062	-0,058	-0,062	-0,066	-0,072
80	-0,051	-0,069	-0,063	-0,065	-0,069	-0,074
100	-0,062	-0,075	-0,067	-0,068	-0,072	-0,076
150	-0,084	-0,086	-0,074	-0,073	-0,076	-0,080
200	-0,100	-0,094	-0,079	-0,077	-0,079	-0,082

Bei mehreren parallelen Schienen ist der Abstand von Schiene zu Schiene = Schienenbreite angenommen.

Adresse des Autors: W. Streuli, Dipl. Ing., BBC-Strasse 11, Baden.

## Die Grosswasserkraftanlagen im Westen der Vereinigten Staaten

Von W. Howald, Zürich

621.311.21(73)

Mit dem 1936 eröffneten Boulderwerk hat die amerikanische Regierung den Bau von Grosswasserkraftanlagen zur einheitlichen Flussregulierung, Bewässerung und Kräfteerzeugung begonnen. Die seither an der Westküste entstandenen Werke und der dabei leitende Gesamtplan werden besprochen.

Avec l'usine hydroélectrique du Boulder, inaugurée en 1936, le gouvernement des Etats-Unis a commencé la construction de grandes usines hydroélectriques destinées à régulariser le cours des fleuves, à irriguer certaines contrées et à produire de l'énergie électrique. M. Howald fait un exposé des usines aménagées depuis lors et du plan général d'aménagement de ces usines.

Die grosse Entwicklung der amerikanischen Elektrizitätsindustrie<sup>1)</sup> war bis zu Beginn der dreissiger

Jahre hauptsächlich eine Angelegenheit der Privatinitiative gewesen. Der Staat hatte wohl in den westlichen Gebieten verschiedene Bewässerungsanlagen

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1941, Nr. 20, S. 509.