# Kurzschlussströme und Netzverluste in Niederspannungsnetzen und -anlagen

## Ruck-Zuck, aber genau – Verfahren für den Praktiker

Hans-Georg Beese

**Planer und Errichter von Anlagen benötigen häufig schnelle Ergebnisse zur Ermittlung von Kurzschlussströmen und Netzverlusten. Das hier beschriebene Verfahren erfüllt diese Forderung bei geringem Einarbeitungsaufwand.**

Bei der Planung, Errichtung und Instandhaltung von Starkstromanlagen benötigen Netzbetreiber, Ingenieurbüros, Installationsfirmen usw. zur vorschriftsmäßigen Auswahl, Überprüfung und Dimensionierung der einzusetzenden elektrischen Betriebsmittel an der Einbaustelle die wichtigsten technischen Daten. Fachleute mit wenig Zeit und Einsteiger stehen dann gleichermaßen vor dem Problem einer einfachen, schnellen und genauen Ermittlung dieser Daten einschließlich deren Dokumentation.

### Wie kommt der Planer schnell zum Ziel?

Für eine fachgerechte Dimensionierung der einzelnen Betriebsmittel, z. B. Kabel/Leitungen, Schaltanlagen oder Verteilungen, einschließlich der geforderten Nachweise – z. B. für den TÜV – benötigt der Planer

- die wichtigsten Kurzschlussströme, d. h. die minimalen 1-poligen und maximalen 3-poligen und
- die Netzverluste, d. h. Spannungsfall und Leistungsverlust.

Diese Daten werden im Weiteren als Netzdaten bezeichnet. Der Planer muss sie an jeder interessierenden Stelle im Netz oder in der Anlage ermitteln.

Zur Berechnung dieser Netzdaten sind ein gründliches, umfangreiches Fachwissen und viel Zeit erforderlich, wenn man alles manuell und genau errechnen will. Auch bei Verwendung von komplexen Anwenderprogrammen ist die Einarbeitungszeit hoch, wenn man diese Rechnungen nicht gerade jeden Tag durchführt. Es stellt sich die Frage, wie kommt man am einfachsten zu genauen und den Vorschriften (z. B. VDE 0102) entsprechenden Ergebnissen, wenn diese sofort benötigt werden, wenn es »Ruck-Zuck« gehen soll?

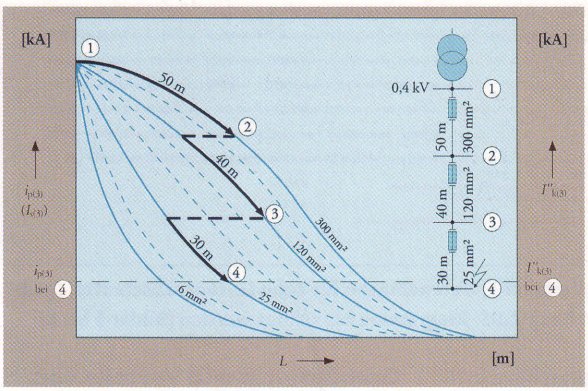


**Bild 1: Nachweis/Überprüfung der mechanischen und thermischen Kurzschlussfestigkeit (Prinzip)**

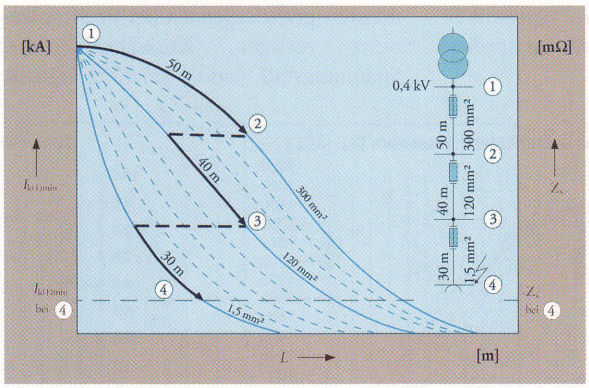


**Bild 2: Nachweis/Überprüfung der Schutzmaßnahme Abschaltung im TN-Netz (Prinzip)**

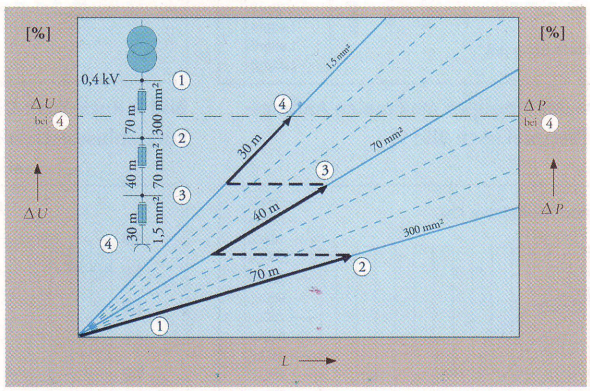


**Bild 3: Nachweis/Überprüfung des Spannungsfalls und Leistungsverlustes (Prinzip)**

Es bietet sich an, einmal ermittelte Berechnungsergebnisse so rationell aufzubereiten, dass diese bei Einhaltung der Randbedingungen – d. h. vorgeordnetes Netz, Cu- oder Al-Leiter, genormte Leiterquerschnitte und Trafos – immer wieder Verwendung finden können. Ohne dabei einen theoretischen Fehler zu machen, erreicht man das durch die sinnvolle Darstellung der Kurzschlussströme und Netzverluste in Abhängigkeit der Leiterstrecken mit speziell geformten s. g. »Ruck-Zuck-Diagrammen« (**Bilder 1 bis 3**). Die Parameter dabei sind die Leiterquerschnitte. Die dabei zusätzlich gewonnene Informationsvielfalt, d. h. die Nachvollziehbarkeit und Plausibilität – ist beachtlich. Gleichzeitig schließt der Planer die bestehende Lücke zu den nicht wegzudenkenden Diagrammen (z. B. Strom-Zeit-Diagramme von Überstromschutzeinrichtungen wie Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Leistungsschalter usw.).

Muss der Planer nachrechnen, weil man sich in einem Grenzbereich befindet, oder es haben sich abweichende Randbedingungen (nicht genormte Trafoleistungen, Kurzschlussleistungen oder Leiter) eingestellt, kann er eine Rechnung am PC mit einem benutzerfreundlichem Excel-Programm ohne besondere Einweisung durch-

Dipl.-Ing. *Hans-Georg Beese*, Berlin, Beratender Ingenieur bei Driescher Wegberg

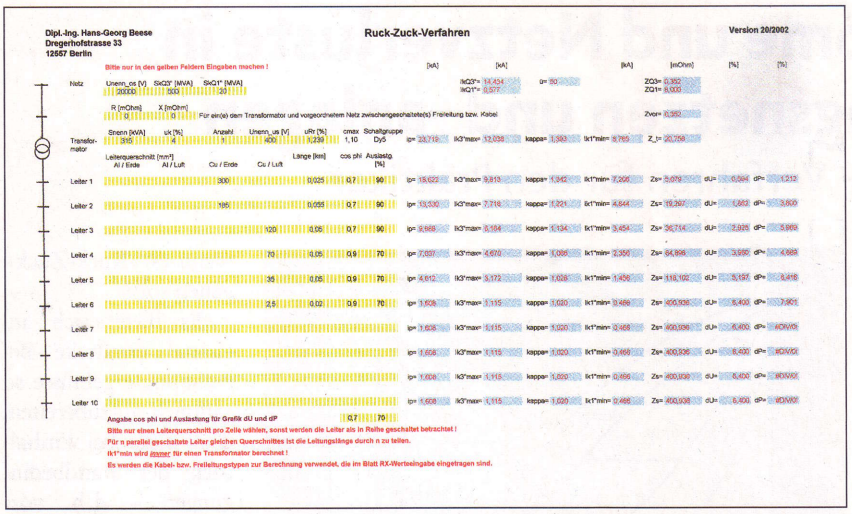


**Bild 4: Screenshot der Eingabetabelle; Dateneingabe für zehn Leitungsabschnitte, (gelb markiert), aus denen sofort Ruck-Zuck-Diagramme berechnet werden (Bilder 5 bis 8)**

führen. Die Palette der Kurzschlussströme, Impedanzen und Netzverluste stellt eine Excel-Datei übersichtlich dar (Bild 4). Die am PC angefertigten vorteilhaften »Ruck-Zuck-Diagramme« kann der Planer dann gleich mit ausdrucken (Bild 5 – 8).

## Grundprinzip und Vorteile von Ruck-Zuck-Diagrammen

Niederspannungsnetze lassen sich in den meisten praktischen Fällen in Strahlennetze zerlegen. Kurzschlussströme, Spannungsfall und Leistungsverluste hängen hierbei an den zu betrachtenden Stellen in hohem Maße ab von den nacheinander gereihten Impedanzen der Netzelemente wie Transformatoren, Kabel/Leitungen, Sicherungen und Klemmstellen.

Errechnet der Planer nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07 die Kurzschlussströme sowie Spannungsfall und Leistungsverlust für die Querschnitte 1,5 mm² bis 300 mm², trägt diese in Diagrammen wie oben geschildert über der Entfernung auf und formt diese in Ruck-Zuck-Diagramme um, so kann er für jede beliebige Stelle des Netzes oder der Anlage die interessierenden Kurzschlussströme und Netzverluste zeitsparend und genau ablesen (Bilder 1 bis 3 und 5 bis 8). Dieses Verfahren eignet sich für den Nachweise der Kurzschlussfestigkeit, der Abschaltung im TN-Netz, des Spannungsfalls und des Leistungsverlustes.

D.h. so wie der Strom in der Realität die verschiedenen Kabelquerschnitte und -längen zum Verbraucher nacheinander durchfließt, geht man nacheinander auf

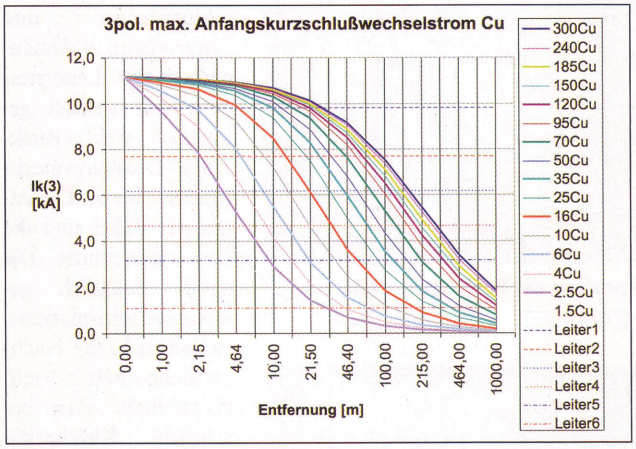


**Bild 5: Ruck-Zuck-Diagramm des 3-poligen maximalen Anfangskurzschlusswechselstroms (Beispiel nach Bild 9)**

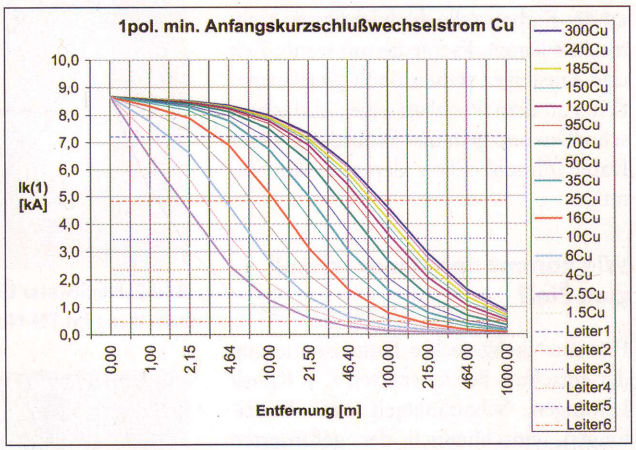


**Bild 7: Ruck-Zuck-Diagramm des 1-poligen minimalen Anfangskurzschlusswechselstroms (Beispiel nach Bild 9)**

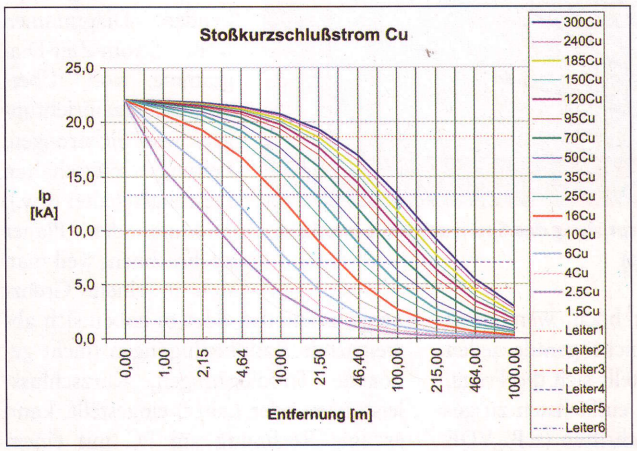


**Bild 6: Ruck-Zuck-Diagramm des Stoßkurzschlussstroms (Beispiel nach Bild 9)**

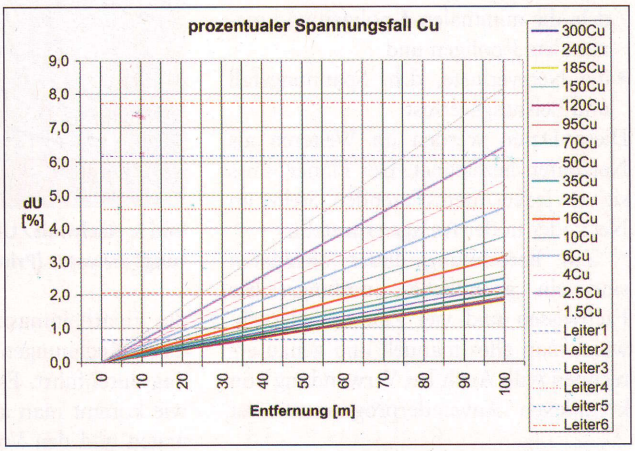


**Bild 8: Ruck-Zuck-Diagramm des prozentualen Spannungsfalls (Beispiel nach Bild 9)**

den entsprechenden Querschnitts-Kennlinien in den Ruck-Zuck-Diagrammen entlang. Auf dem umgekehrten Weg lassen sich der erforderliche Querschnitt und die maximal zulässige Legungslänge bzw. Grenzlänge ermitteln, die zur Einhaltung eines bestimmten Wertes des Kurzschlussstroms oder Spannungsfalls notwendig sind. Einfacher geht es kaum.

Zusammengefasst ergeben sich aus Ruck-Zuck-Diagrammen folgende Vorteile:

- Die Abhängigkeit der interessierenden Größen von den Einflussparametern lässt sich in der grafischen Darstellung auf einen Blick besser erfassen und verfolgen.
- Eine Berechnung ist nicht mehr nötig; die interessierenden Werte können einfach, schnell und genau abgelesen werden.
- Die Ruck-Zuck-Diagramme erklären sich selbst, klären auf und ersparen dem Anwender den nicht ganz einfachen Rechengang. Sie sind wesentlich informativer als reine Zahlenkolonnen.
- Die einmal erstellten Diagramme lassen sich für jeden beliebigen Fall wiederverwenden. Der Planer kann vorwärts oder rückwärts vorgehen, d.h. entweder er ermittelt die Netzdaten oder er bestimmt die Grenzlängen und Querschnitte zur Einhaltung geforderter Netzdaten.
- Variantenvergleiche bieten sich sofort an, da alle dafür erforderlichen Informationen im Blickfeld liegen.
- Schnelle und richtige Entscheidungsfindung durch die gute Übersicht und Verfügbarkeit der benötigten Daten.
- Kosteneinsparung durch Vermeidung von Fehldimensionierungen, Aufspüren von Reserven und damit bessere Angebotspreise.
- Mehr Sicherheit durch die Vermeidung von Planungsfehlern, die zu elektrischen Unfällen und Bränden führen können.
- Zeiteinsparung durch einfache Handhabung der Diagramme und Wegfall der Computereingaben bei Wiederverwendung.
- Ohne Einweisung kann jeder Elektroplaner Niederspannungsnetze und -anlagen optimal bemessen, dimensionieren, überprüfen und kontrollieren.
- Die Kosten für dieses Verfahren werden durch die Zeiteinsparung bereits nach wenigen Anwendungen erwirtschaftet.

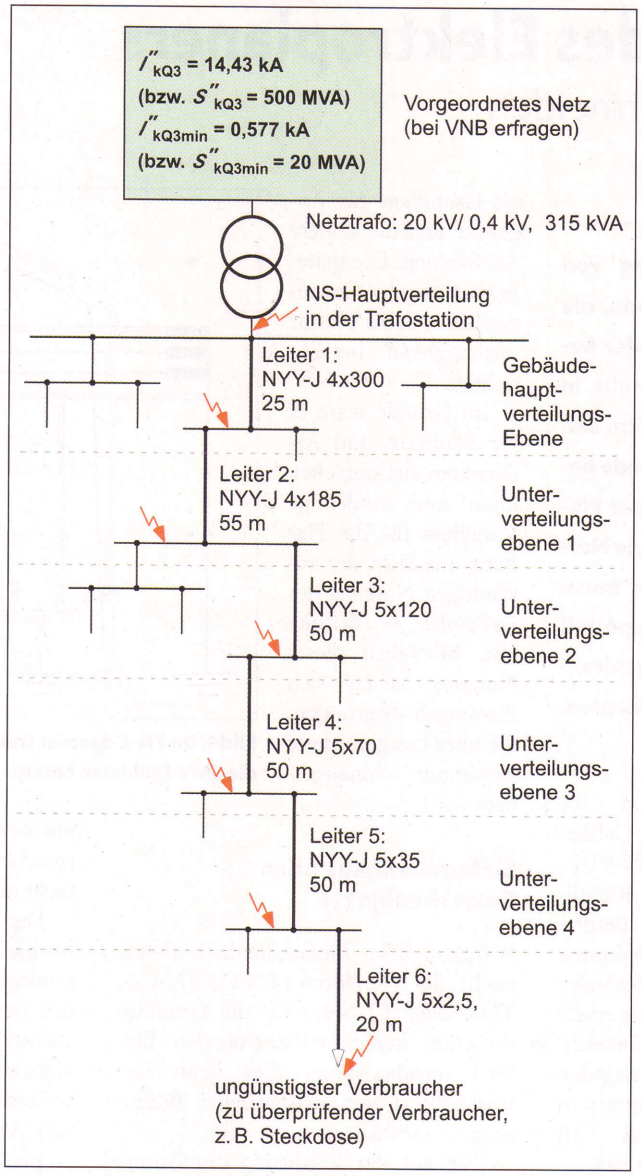


**Bild 9: Die Daten dieser Beispiel-Netzkonfiguration gibt der Nutzer gemäß Bild 4 ein und erhält 14 verschiedene Diagramme, z.B. die nach den Bildern 5 bis 8**

Die Beispieldiagramme in den Bildern 5 bis 8 entstanden nach einer Anlagenkonfiguration gemäß Bild 9.

## Die Komponenten des Ruck-Zuck-Verfahrens

Je nach Anforderung, Bedarf oder vorhandenen Bedingungen stehen für die o.g. Nachweise folgende Planungshilfen bzw. Planungfssoftware auf Basis DIN VDE 0102 zur Verfgügung. Sie wurden/werden nacheinander entwickelt.

1) Als Papier-Arbeitsmappe mit anwenderfreundlichen Diagrammen, Werte nur ablesen

2) Die CD-Rom 1, als praxisorientierte PC-Rechnung mit Ausdruck, ohne Diagramme

3) Die CD-Rom 2, wie CD-Rom 1, jedoch mit anwenderfreundlichen Diagrammen

4) Die CD-Rom 3, wie CD-Rom 2, jedoch mit freier Änderbarkeit der Impedanzen, dadurch Berechnung von anderen vorkommenden Leitern – z.B. Freileitungen oder Sonderkaben; die Daten lassen sich editieren

5) Die CD-Rom 4 befindet sich noch in Vorbereitung; Inhalt wie CD-Rom 3, jedoch Berücksichtigung von ~~Notstromaggregaten~~. Kabel u. Freileitung, gemischt.

## Zusammenfassung

Die fünf Planungshilfen dienen als Werkzeug für den in der Planung/Projektierung, Errichtung, Instandhaltung und in Überwachungseinrichtungen von Starkstromanlagen tätigen Praktiker. Die jeweils vorliegende Arbeitsaufgabe bestimmt dabei das einzusetzende Werkzeug, d.h. Verfahren 1) bis 5).

Je nach Arbeitsplatzausstattung, vorhandenen Bedingungen und Ansprüchen kann man mit diesen Verfahren in kurzer Zeit für die meisten praktischen Fälle in Niederspannungsnetzen bzw. -anlagen der VNB, der Industrie und des Gesellschafts- und Wohnungsbaus folgende Nachweise erbringen:

- die Kurzschlussfestigkeit
- die Selektivität
- die Einhaltung der Abschaltung im TN-Netz (»Nullung«)
- den Spannungsfall
- den Leistungsverlust
- die Grenzlängen
- die optimale Variante.

Die Verfahren können vom Verfasser dieses Beitrags bezogen werden.

www.ruck-zuck-netzdaten.de