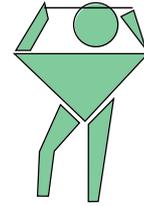


# Simulation von Niederspannungsnetzen auf dem Personalcomputer



Der Computer spielt sowohl im Privat- als auch im Berufsleben eine immer größere Rolle. Mittlerweile hat er auch in der Aus- und Weiterbildung einen hohen Stellenwert erlangt. Es ist nachgewiesen, daß die Motivation der Lernenden bei interaktiven Programmen besonders hoch ist und zu einem entsprechend hohen Lernerfolg führt.

Die Softwareangebote beziehen sich hierbei größtenteils auf allgemeine Ausbildungsfächer (z. B. Mathematik oder Fremdsprachen). Daß sich auch Themen aus der Elektroinstallation für derartige Umsetzungen eignen, zeigt das im folgenden Beitrag erläuterte Programm INSTROM. Dieses Programm gestattet die Simulation von Niederspannungsnetzen auf dem PC.

## Simulationen

Das Programm INSTROM<sup>1)</sup> wurde mit besonderem Augenmerk auf die Praxisnähe entwickelt. Es bietet dem Anwender die Möglichkeit, Simulationen im Niederspannungsnetz zu der Schutzmaßnahme Abschaltung im TN- und TT-System und zum Spannungsfall, wahlweise im Drehstrom- oder im Wechselstromnetz, durchzuführen.

Für die Einarbeitung und für die Arbeit mit dem Programm erweist es sich als großer Vorteil, daß alle Simulationen (Bild 1) gleich aufgebaut sind. In der linken Hälfte findet der Anwender stets das nachgebildete Niederspannungsnetz vor. In der rechten Hälfte werden die vom Programm berechneten Werte angezeigt.

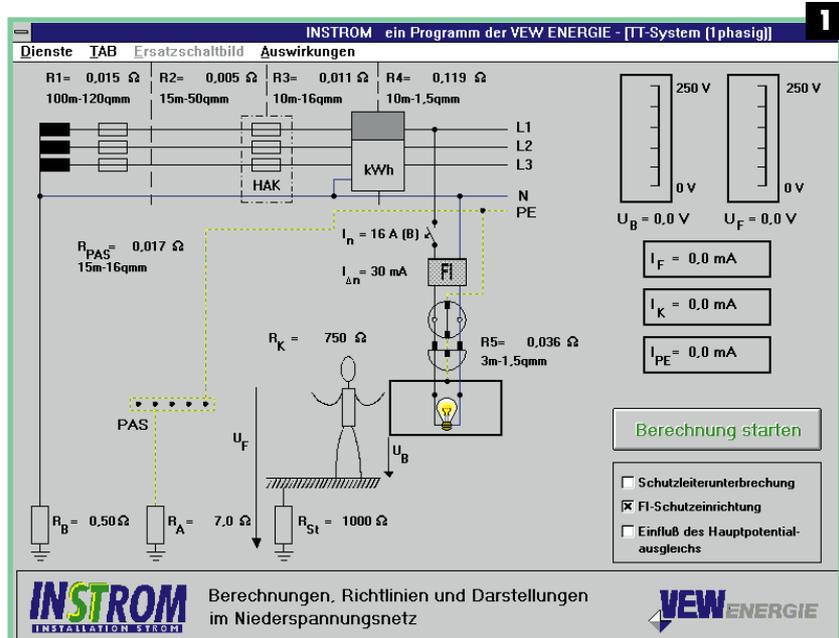
Die Darstellung des Niederspannungsnetzes beginnt an der Abgangsseite des Netztransformators und endet am Verbraucher. Der Anwender hat die Möglichkeit, einzelne Leitungsabschnitte, z. B. zwischen Hausanschlußkasten und Zählerplatz selber zu dimensionieren (Bild 2).

Die Leitungsabschnitte können in einem Eingabefenster verändert werden, in dem sich Leiterquerschnitt und Leitungslänge festlegen lassen. Jede Veränderung hat einen Einfluß auf den Widerstand der Leitung, dessen Größe begleitend angezeigt wird.

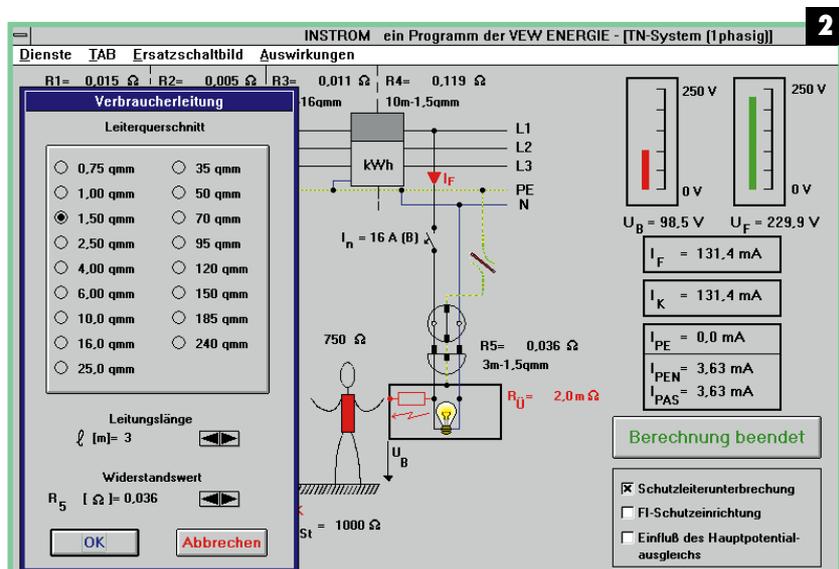
## Schutzmaßnahme Abschaltung

Neben dem Festlegen der Leitungsdaten und der Möglichkeit, einen Körperschluß im Verbraucher zu simulieren, lassen sich auch die Werte der

<sup>1)</sup> Das Programm wurde von der VEW Energie AG entwickelt. Weitere Anfragen unter: Tel. 0231/438-3382.



Aufbau der Simulationen



Dimensionieren von Leitungen

Erderwiderstände verändern. Die Körperkontaktart, bestimmend für den Weg des Stromes über den Körper, kann aus den in den Normen genannten Arten (z. B. Hand zu beiden Füßen) ausgewählt und zusätzlich der Körperwiderstand eingestellt werden. Für die im Netzbild eingebrachten Schutzeinrichtungen kann man aus mehreren Nenn- bzw. Nennfehlerströmen auswählen.

Praxisgerecht sind an verschiedenen Stellen Maximal- bzw. Minimalwerte definiert, die nicht über- bzw. unterschritten werden können.

Wenn der Anwender die Randbedingungen festgelegt hat, läßt sich die Berechnung der anstehenden Spannungen und der fließenden Ströme durchführen.

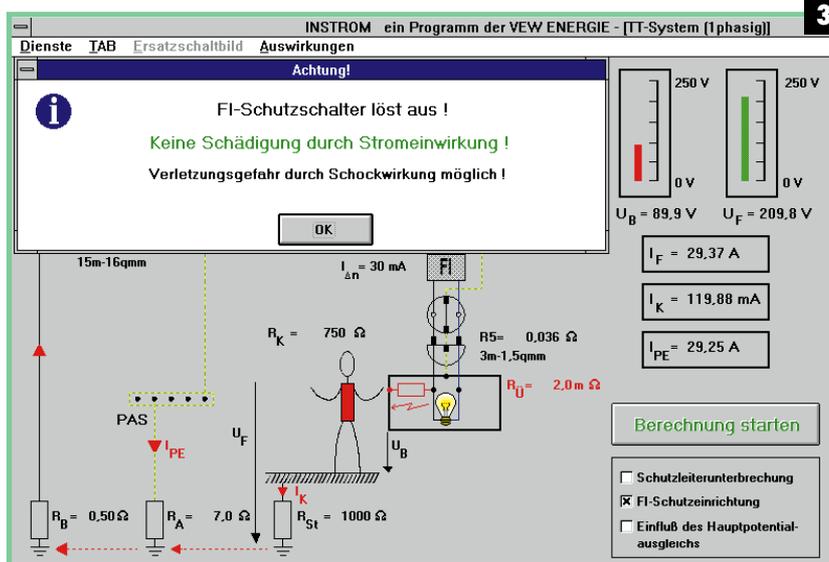
Neben der Anzeige der Werte für die Spannung und die Ströme erscheint nach jeder durchgeführten Berechnung ein Meldfenster (Bild 3), das Aussagen über das Verhalten der Schutzeinrichtungen und über den Einfluß des Fehlerstromes auf den menschlichen Körper enthält. Der fließende Fehlerstrom wird in der Netznachbildung simuliert und über die Anzeigen im rechten Bildteil erhält man eine Aussage über die Größenverhältnisse der Ströme und der Spannungen.

Die Auswirkungen des Fehlerstroms auf den menschlichen Körper kann der Anwender in einem Diagramm nachvollziehen. Mit der Größe des Körperstromes und der Zeit bis zu der die Schutzeinrichtung den Stromfluß unterbrochen hat, kann die Aussage des Programms zu den Wirkungen auf den menschlichen Körper überprüft werden.

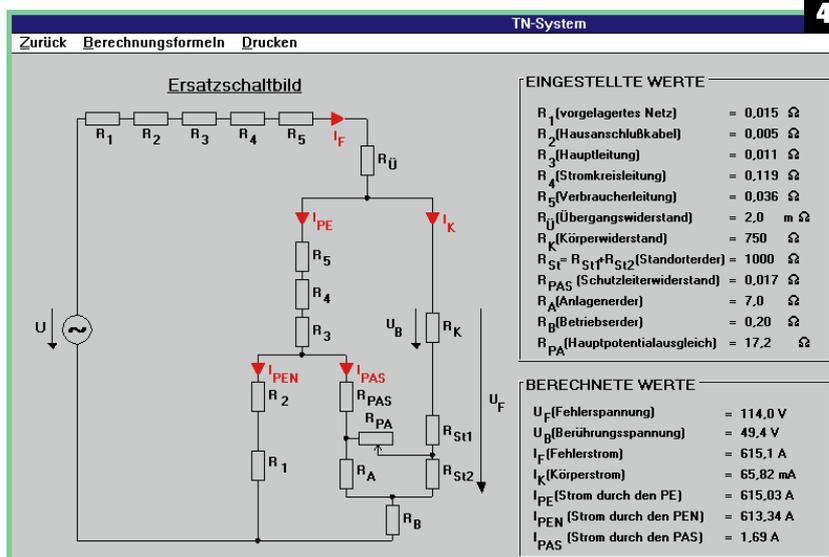
Die nachgebildeten Niederspannungsnetze können auch im Ersatzschaltbild (Bild 4) betrachtet werden. Das Niederspannungsnetz wird dabei im Übersichtsschaltbild mit den entsprechenden Widerständen dargestellt. Die eingestellten Daten und die ermittelten Werte sind hier ebenfalls aufgeführt. Das Ersatzschaltbild kann im Programm bis zu den Endformeln (Bild 5), die für die Berechnung der Ströme und Spannungen dienen, zusammengefaßt werden.

Durch die stufenweise Zusammenfassung der Netznachbildung wird die Aufschlüsselung der Widerstandskombinationen deutlich gemacht.

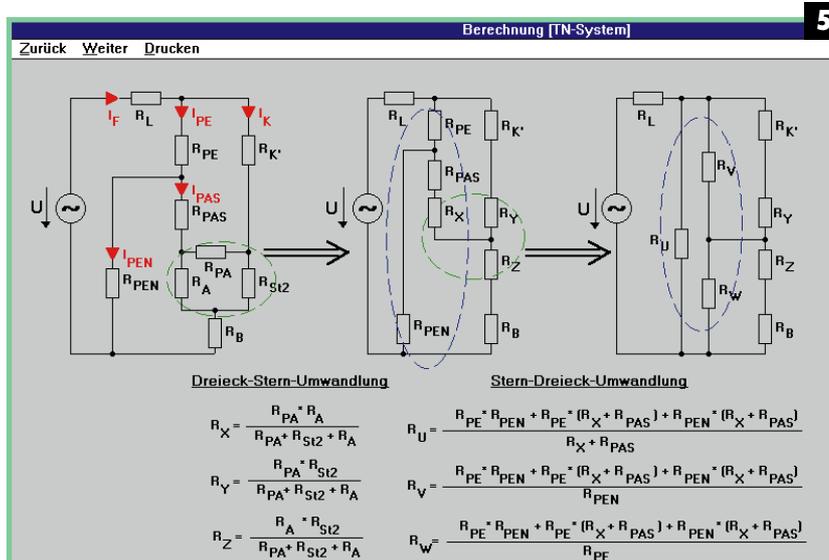
Mit dem Diagramm „Auswirkungen“ und den Ersatzschaltbildern wird dem Anwender die Möglichkeit gegeben, die vom Programm gemeldeten Aussagen selber nachzuvollziehen und somit mehr Verständnis für das Zusammenwirken der einzelnen Parameter zu gewinnen.



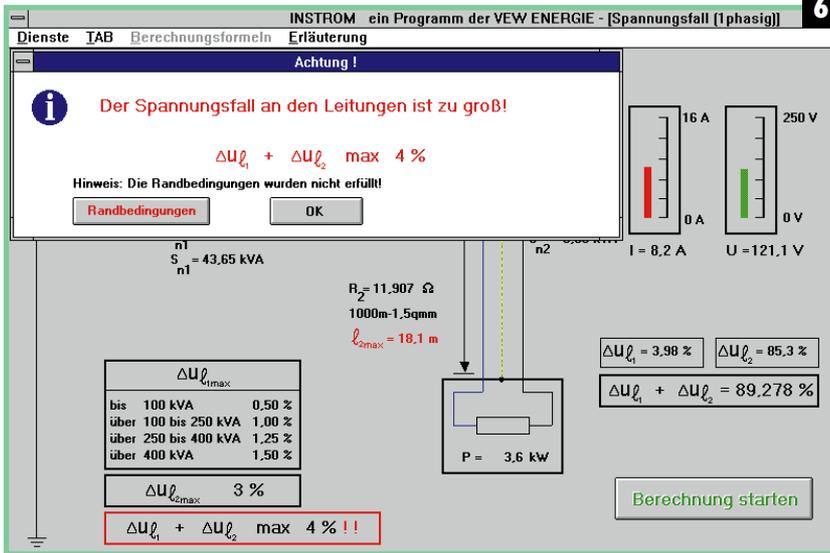
Aussagen im Meldfenster



Ersatzschaltbild der Simulation



Herleitung der Endformeln



### Simulation Spannungsfall

Neben der Änderung der Parameter bietet das Programm die Möglichkeit, Zusatzfunktionen mit einzubinden. Es lassen sich z. B. die Unterbrechung des Schutzleiters und der Einsatz einer FI-Schutzeinrichtung simulieren.

Der Hauptpotentialausgleich kann ebenfalls in die Berechnungen mit einbezogen werden. Grundsätzlich werden die Auswirkungen durch einen Hauptpotentialausgleich bei den Berechnungen nicht berücksichtigt bzw. es wird ein sehr schlechter Potentialausgleich angenommen. Der Anwender hat nun die Möglichkeit, die Auswirkungen durch Einbeziehung des Hauptpotentialausgleichs zu berücksichtigen und die Unterschiede zu überprüfen. Hierbei besteht die Möglichkeit den Hauptpotentialausgleich qualitativ einzustellen.

### Spannungsfall

Bei dieser Simulation werden in Abhängigkeit von der Nennstromstärke der vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen und der ausgewählten Leiterquerschnitte die maximal zulässigen Längen für die Leitungsabschnitte angezeigt.

Wie bei den vorherigen Simulationen lassen sich auch hier alle Parameter verändern und ihr Einfluß untersuchen. Bei den Berechnungen zum Spannungsfall wird neben der am Verbraucher anliegenden Spannung und dem Strom, der den Verbraucher durchfließt, auch jeweils der Spannungsfall für die einzelnen Leitungsabschnitte berechnet.

Nach jeder durchgeführten Berech-

nung erscheint ein Meldfenster (Bild 6), das Aussagen zum Spannungsfall auf den einzelnen Leitungsabschnitten enthält.

Das Programm erläutert auszugsweise die derzeit gültigen Bestimmungen und Richtlinien zum Spannungsfall. Die zur Berechnung dienenden Formeln mit den aktuellen Werten können ebenfalls eingesehen werden. Die Thematik Spannungsfall kann also vom Lernenden leicht nachvollzogen werden.

Die Betrachtungen lassen sich für unterschiedliche Verbrauchernennleistungen und Nennstromstärken der vorgelegerten Überstrom-Schutzeinrichtungen durchführen.

### Dokumentation

Sämtliche in den Simulationen voreingestellten Werte, z. B. Längen, Querschnitte, Widerstände, können vom Anwender verändert werden.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, alle selbsterstellten Simulationen abzuspeichern, als Standardsimulation festzulegen und zu Dokumentationszwecken von jeder Simulation Ausdrucke anzufertigen.

### Erfahrungen

Das Programm INSTROM wurde bereits auf mehreren Fachmessen und Informationsveranstaltungen der Fachöffentlichkeit vorgestellt. Die positive Resonanz zeigt, daß mit dieser Lernsoftware der richtige Weg für die Aufbereitung von elektrotechnischen Themen besprochen wurde.

M. Diczack, H. Langener, H. Striewe