



## Elaplan-4 - Energienetze

### Energienetze optimal planen, projektieren und dokumentieren

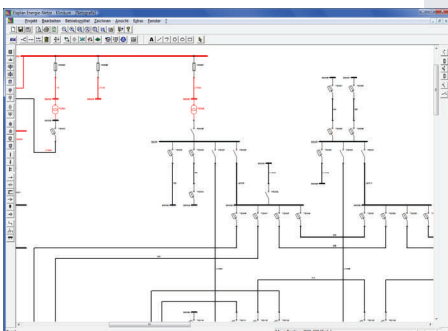
#### Leistungsumfang der Software

- Grafische Netzerfassung und Netzdokumentation
- Netzberechnungen nach DIN EN, IEC 60909 für alle Spannungsebenen
- Kurzschlussstromberechnungen nach IEC
- Lastflussrechnungen
- Selektivitätsprüfungen
- Staffeldiagramme
- Oberschwingungen
- Netzdatenprüfung hinsichtlich Vollständigkeit und Plausibilität
- Ergebnisdarstellungen in der Netzgrafik sowie in ausführlichen Onlineberichten
- Definition und Speichermöglichkeit von Schaltzuständen
- Farbige Darstellung von Netzzuständen wie
  - Spannungsebenen
  - Auslastung
  - Teilnetze
- Herstellerunabhängige Datenbibliotheken für elektrotechnische Betriebsmittel
- Netzgröße  
Vollversion: 3000 Netzknoten  
LT-Version: 50 Netzknoten



#### Diese Vorteile bietet Ihnen Elaplan

- ➔ Großer Anwendungsbereich, ländliche und städtische Energieverteilungsnetze, Werksnetze in Industriebetrieben, Hoch- und Mittelspannungsübertragungsnetze
- ➔ Vielseitiger Einsatzbereich, von der Netzausbauplanung über die Betriebsplanung bis zur Störungsanalyse
- ➔ Anwendungsbezogene Kurzschlussstrom Berechnungsverfahren: an allen Netzknoten, an einem definierten Netzknoten
- ➔ Simulation von Betriebszuständen und Störungsfällen
- ➔ Sicherstellung der Netzqualität, Oberschwingungsanalyse
- ➔ Betriebliche und planerische Analyse für den optimalen Netzbetrieb
- ➔ Aussagekräftige Netzdarstellungen zur präzisen Diagnose
- ➔ Exakte Dokumentation von Bestands- und Planungsdaten



# Elaplan-4 Energienetze

## Anwendung

Für Ihre Aufgaben in der Planung, Projektierung und Bestandsdokumentation von Energieversorgungsnetzen einschließlich Selektivschutz-einrichtungen, sowie für die Störungsanalyse, bietet Ihnen *Elaplan* optimale Unterstützung und Sicherheit.

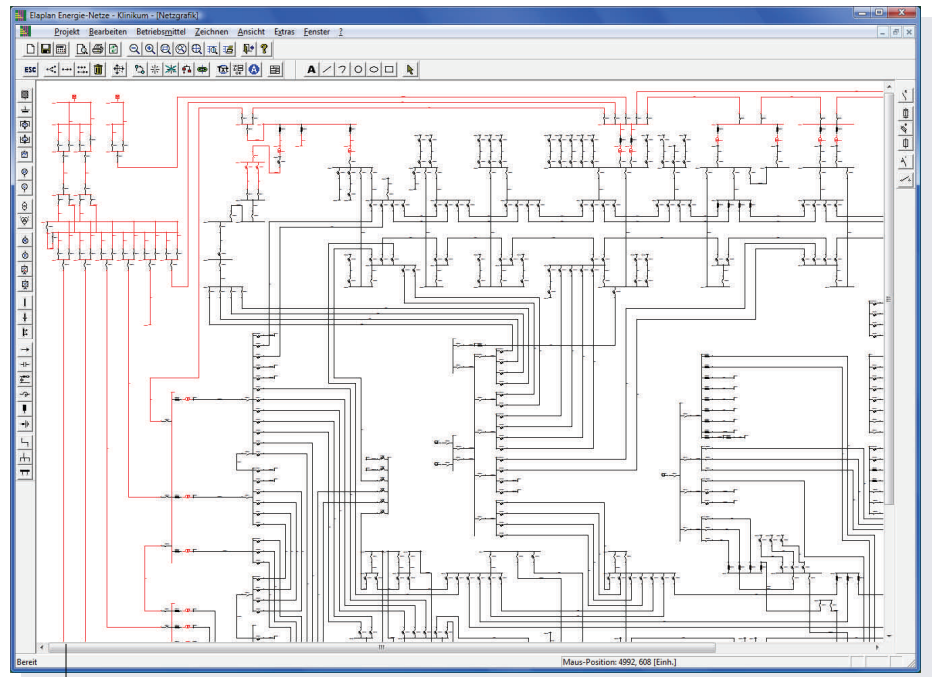
Sie können symmetrische und un-symmetrische Fehler nach DIN VDE, EN, IEC 60909 mit *Elaplan* schnell berechnen. Zur Beurteilung der Betriebssicherheit Ihres Energienetzes ermöglicht *Elaplan* Ihnen die Berechnung der Verteilung von Wirk- und Blindleistungsflüssen im gesamten Energienetz sowie die Spannungshaltung an den Netzknoten einschließlich der Auslastung der Betriebsmittel. Die übersichtliche Netzgrafik zeigt Ihnen den jeweiligen Zustand Ihres Netzes mit wahlweiser Darstellung von Betriebsmitteldaten, berechneten Kurzschlussströmen oder den Lastflüssen. Das Berücksichtigen verschiedener Schaltzustände in Ihrem Energienetz erlaubt Ihnen eine schnelle Bewertung kritischer Situationen. So wird z.B. die Überprüfung der Selektivität in nur einem Berechnungslauf über alle erfassten Spannungsebenen durchgeführt.

Weiterhin können Sie an einem definierten Netzknoten den Kurzschlussstrom simulieren.

*Elaplan* unterstützt Sie auch bei Aussagen über die zu erwartenden Oberschwingungsamplituden. Bei kritische Oberschwingungen fließen auf den Leitern zusätzliche Ströme unterschiedlicher Frequenzen. Diese haben eine verstärkte thermische Belastung der Leiter zur Folge, was bei der Planung entsprechend zu berücksichtigen ist.

### Unterschiedliche Netzeinspeisungen

Für die Möglichkeit zur Aufteilung der benötigten Netzleistung auf unterschiedliche Einspeisepunkte wie Generator- und/oder Netzbetrieb, ermittelt *Elaplan* die jeweiligen Betriebsdaten.



Netzübersichtsplan eines großen Energienetzes

### Komfortable Netzgrafik

- Grafische Erfassung der Netztopologie und der Betriebsmittel per Mausclick
- Grafische Erfassung der Schutzorgane in der Netzgrafik
- Zuweisen von Betriebsmitteln und Schutzorganen über herstellerunabhängige Datenbibliotheken
- Automatische Einbindung in die Netztopologie
- Automatisches Betexten der Betriebsmittel
- Freie Textergänzungen und Symbolgrafiken
- Wahlweise Darstellung der Berechnungsergebnisse für Kurzschluss und Lastfluss sowie der Betriebsmitteldaten
- Farbige Darstellung verschiedener Spannungsebenen
- Farbige Darstellung verschiedener Auslastungsstufen
- Grafische Darstellung von Schaltzuständen
- Speichern verschiedener Schaltzustände
- Netzübersichtsplangröße bis zur Größe 2 x DIN A0 sowie frei definierbare Plangrößen

### Kurzschlussstromberechnungen

- Vermaschte Netze, Strahlennetze, Ringnetze
- Berechnungen mit verschiedenen Einspeisungen
- Leistungsaufteilung auf getrennte Netzeinspeisungen
- Berücksichtigen verschiedener Schaltzustände (Teilnetze)
- Berechnen der min. und max. Kurzschlussströme an allen Netzknoten in nur einem Rechenlauf, mit Teilkurzschlussströmen an den jeweils benachbarten Betriebsmitteln (wandernder Kurzschluss)
- Berechnen der min. und max. Kurzschlussströme an nur einem Netzknoten, mit allen Teilkurzschlussströmen im Netz
- Dreipoliger Kurzschluss
- Unsymmetrische Fehler, 1 pol., 2pol. Kurzschluss, 2pol. Kurzschluss mit Erdberührung
- Doppelerdschluss
- Stoßkurzschlussströme
- Anfangskurzschlusswechselströme
- Dauerkurzschlussströme
- Ausschaltwechselströme

# Elaplan-4 Energienetze

## Netzschutz

Für einen stabilen Netzbetrieb ist die optimale Auswahl der Schutzorgane zur Gewährleistung der Selektivität und zum Schutz der Betriebsmittel von großer Bedeutung. Speziell im Bereich elektronischer Leistungsschalter sind die Einstellmöglichkeiten sehr umfangreich. *Elaplan* bildet die Mannigfaltigkeit der Schutzorgane für jeden Hersteller exakt nach; d.h. sind z.B. die Strom-einstellwerte für die  $I^2t$ -On-Kurve des kurzverzögerten Kurzschlussauslösers mit  $1,25 \cdot I_N$ ,  $1,5 \cdot I_N$ ,  $2 \cdot I_N$ ,  $2,5 \cdot I_N$ ,  $3 \cdot I_N$ ,  $4 \cdot I_N$ ,  $6 \cdot I_N$ ,  $8 \cdot I_N$ ,  $10 \cdot I_N$ ,  $12 \cdot I_N$  vorgegeben, so bietet *Elaplan* genau diese Werte zur Auswahl an. Kommt in dem Leistungsschalter ein Strombemessungsmodul zur Reduzierung des Stromes zum Einsatz, so wird auch dies durch Berücksichtigung des Wandlerstromes  $I_{NW}$  berücksichtigt. Die Nachbildung ist analog auch auf der Seite der Einstellzeit gegeben; auch hier werden in Abhängigkeit der ausgewählten Kurvenart ( $I^2$  Off,  $I^2$  On,  $I^4$  On, etc.) die passenden Werte für die Tragheit der Kurve angeboten. Die Datenbibliotheken beinhalten zusätzlich noch Toleranzbereiche, die es erlauben Aussagen darüber zu machen, bis wann ein Schutzorgan längstens nicht bzw. schnellstens auslöst. So kann *Elaplan* unter allen Umständen für die Selektivitätsbetrachtung immer die kritischste Konstellation berücksichtigen.

## Selektivitätsprüfung

- Tabellarisches Definieren der Kurzschlussorte und Auslöserreihenfolge
- Ermitteln der Auslösezeiten aller Schutzorgane im Netz
- Prüfen der Selektivität nach definierter Sollauslösung
- Prüfen der Selektivität mit automatischer Ermittlung der Sollauslösung

## Betriebsmittel

- Netzeinspeisung
- Statische USV
- Dynamische USV (Netz-Seite)
- Dynamische USV (USV-Seite)
- Synchrongenerator
- Asynchrongenerator
- Zweiwicklungstransformator
- Dreiwicklungstransformator
- Synchron-, Asynchronmotor
- Gleichstromantrieb
- Kabel, Leitung
- Stromschiene
- Last
- Kondensatorbatterie
- RLC-Glied
- Drosselspule
- Querimpedanz
- Erdungssammelschiene
- Schalter, Lasttrenner
- Oberschwingungsquelle
- Frequenzumrichter

## Schutzorgane

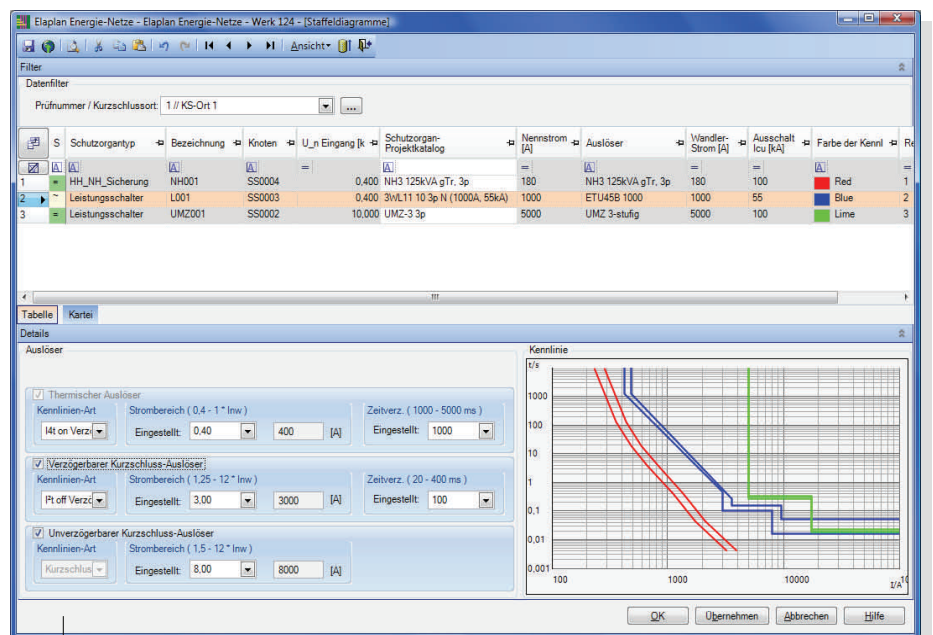
- HH-, NH-Sicherungen
- D-, DO-Sicherungen
- Leistungsschalter
- Elektronische Leistungsschalter
- UMZ-Relais
- AMZ-Relais
- Leitungsschutzschalter
- Motorschutzschalter
- Sicherungslasttrenner

## Staffeldiagramme

Elaplan bietet mit der grafischen Darstellung der Staffeldiagramme eine gute Übersicht der Auslöserreihenfolge mehrerer zu koordinierender unterschiedlicher Schutzorgane einschließlich zugehöriger Toleranzbänder. Diese Betrachtung ist auch über verschiedenen Spannungsebenen hinweg möglich.

Zum Beispiel können ein UMZ-Relais (10kV-Netz, Ströme auf die Sekundärseite umgerechnet), ein Leistungsschalter und eine NH-Sicherung (0,4kV-Netz) selektiv gestaffelt werden.

Ausgehend von dem UMZ-Relais, bei dem der Schnellauslöser auf 700A ( $> I_{kTR,OS}^*$ ) eingestellt ist, wird der Leistungsschalter zwischen die Auslöseebenen des UMZ-Relais und der NH-Sicherung eingepasst. Anhand der grafischen Darstellung ist erkennbar, dass die gewählte Gerätekombination für das zu Grunde liegende Netz eine vollständige Selektivität bis zum maximalen Kurzschlussstrom ( $I_{kTR,US}^*$ ) gewährleistet. Die übersichtlichen Staffeldiagramme erlauben Ihnen, gezielt Optimierungen vorzunehmen. Ist z.B. ein teures UMZ-Relais überhaupt notwendig oder kann ein Leistungsschalter mit einem einfacheren Auslöser (z.B. nur mit LI-Charakteristik) eingesetzt werden.



Staffeldiagramm mit 3 Schutzorganen in Reihe

# Elaplan-4 Energienetze

## Oberschwingungen

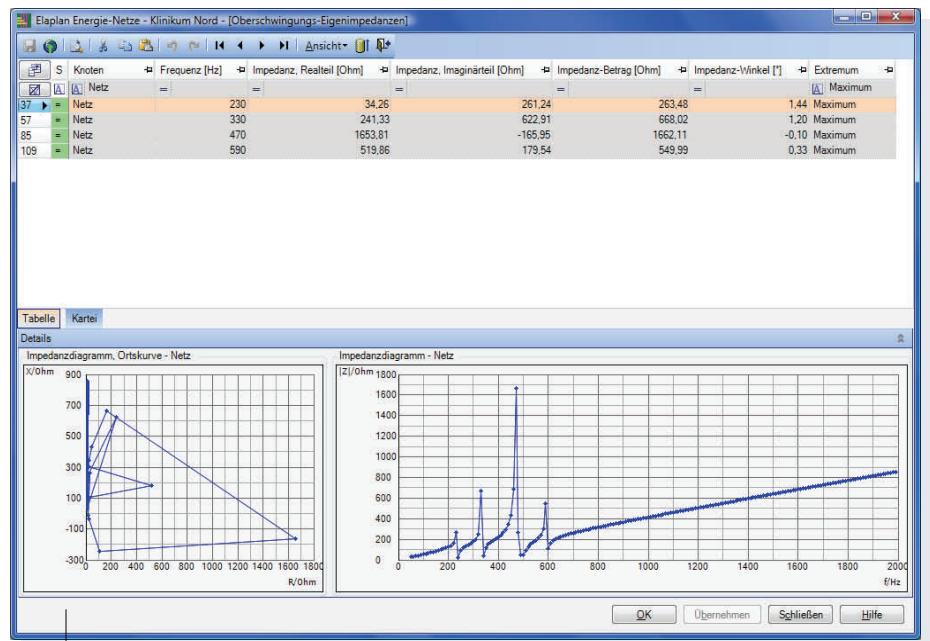
Elaplan ermöglicht Ihnen die Berechnung der Verteilung von Netzharmonischen und Rundsteuersignalen in ausgedehnten Übertragungs- und Verteilungsnetzen. Die Betriebsmittel werden mit den für das Lastfluss-/Kurzschlussprogramm bekannten Daten und Zusatzinformationen definiert. Dabei kann für jede der Größen R, L, C der einzelnen Betriebsmitteltypen die Frequenzabhängigkeit angegeben werden. Die Einspeisung der Oberschwingungsströme und Spannungen kann an beliebigen Netzknoten erfolgen. Die Oberschwingungsberechnung liefert als Ergebnis für jede gewünschte Frequenz:

- die Oberschwingungsströme in allen Netzzweigen nach Betrag und Phase
- die Oberschwingungsspannungen an allen Netzknoten nach Betrag und Phase
- die Klirrfaktoren für jede Frequenz an allen Netzknoten
- die Summenklirrfaktoren an allen Netzknoten

Zusätzlich zum Oberschwingungslastfluss können sowohl die Eigenimpedanzen für jeden Netzknoten als auch die Koppelimpedanzen für Nachbarknoten berechnet werden. Die Ergebnisausgabe erfolgt entweder als Betragskurve (Betrag der Impedanz über der Frequenz) oder als Ortskurven (Reaktanz über Resistenz).

## Lastflussrechnung

- Wirk- und Blindleistungsflüsse in den Betriebsmitteln
- Spannungsverteilung an den Netzknoten
- Auslastung der Betriebsmittel
- Wirk- und Blindleistungsverluste in den Betriebsmitteln
- Berücksichtigung der Transformatorstufenstellung
- Aufteilung der Bilanzierungsleistung auf mehrere Einspeisungen



Oberschwingungen - Eigenimpedanzen

## Übersichtliche Ergebnisdarstellung

Elaplan stellt die verschiedenen Berechnungsergebnisse in der Netzgrafik farbig dar, wobei Sie die jeweilige Farbe frei bestimmen können. So bedeutet dies z.B. für die Lastflussbetrachtung, dass durch Definition der Farbe rot für Betriebsmittel, die mit mehr als 100% ausgelastet sind, schnell erkennbar ist, welche Betriebsmittel gefährdet sind. Eine analoge Darstellung ist auch für folgende Ergebnisse möglich:

- Betriebsmitteltyp
- Nennspannungsebenen
- Spannungsabweichungen der Knoten im Betrieb
- Spannungsabweichungen der Knoten im Kurzschluss
- Teilnetze

Alle Ergebnisse stehen Ihnen als repräsentative Berichte in den Sprachen Deutsch und Englisch zur Verfügung. Die Ausgabe kann als pdf oder rtf erfolgen.

## Schaltzustände

Zur einfachen Durchführung von Variantenberechnungen (z.B. Betrachtung von verschiedenen Versorgungsszenarien) kann der Gesamt-Schaltzustand aller schaltbaren Elemente unter einem vom Anwender vergebaren Namen gespeichert werden. Jeder gespeicherte Gesamt-Schaltzustand kann über den Namen wieder abgerufen werden.

## Systemvoraussetzung

Elaplan ist lauffähig auf allen gängigen Standard-PC's unter den Betriebssystemen Windows XP und Windows 7, als Einzelarbeitsplatz und im Netzwerk.

