

Freigabemitteilung PSS[®] SINCAL 6.5

In dieser Freigabemitteilung werden die wichtigsten Erweiterungen und Änderungen der neuen Programmversion kurz dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung zu allen neuen Funktionen finden Sie in den PSS SINCAL Handbüchern.

1	Allgemeines	2
1.1	Lizenzierung	2
1.2	Dokumentation	2
2	Benutzeroberfläche	3
2.1	Diagrammvergleich für verschiedene Varianten	3
2.2	Standardattribute für Trassen	4
2.3	Verbesserungen bestehender Funktionen	4
3	Elektronetze	7
3.1	Neues Netzelement DC-Einspeisung	7
3.2	Neues Netzelement DC-Längselement	8
3.3	Erweiterungen für Kabel und Freileitungen	11
3.4	Erweiterungen für Stabilitätsberechnungen	12
3.5	Schutzkoordination mit Mehrfachfehlern	13
3.6	Neues Berechnungsverfahren zur Ermittlung von optimalen Netzstrukturen	15
3.7	Import und Export von DigSILENT PowerFactory Netzen	20
3.8	Erweiterter PSS [®] E Import mit DYR Datei	20
4	PSS[®]PDMS	22

1 Allgemeines

1.1 Lizenzierung

PSS SINICAL 6.5 verwendet dieselbe Lizenzdatei wie die Vorgängerversion PSS SINICAL 6.0. Zur Aktivierung muss die bestehende Lizenzdatei in das "Bin" Verzeichnis der PSS SINICAL Installation kopiert werden (im Normalfall "C:\Programme\PTI\PSS SINICAL 6.5\Bin").

Falls Sie eine neue Lizenzdatei benötigen oder Fragen zur Lizenzierung haben, dann wenden Sie sich bitte an die **PSS SINICAL Hotline** (fon +43 699 12364435, e-mail sincal@simtec.cc).

1.2 Dokumentation

Basierend auf Anwenderrückmeldungen und auch anhand der verschiedensten Hotlineanfragen wurde die Dokumentation der Automatisierungsfunktion erweitert. Sowohl für die GUI Automatisierungsfunktionen als auch jene der Berechnungsmethoden ist nun eine neue umfassende Dokumentation verfügbar. Die erweiterte Dokumentation ist in der Onlinehilfe und im Dokument "SINICAL Datenbankinterface.pdf" verfügbar.

2 Benutzeroberfläche

2.1 Diagrammvergleich für verschiedene Varianten

Im Diagrammsystem ist nun das Vergleichen von Diagrammdaten aus verschiedenen Varianten möglich.

Dazu müssen zuerst alle Varianten, die beim Vergleichen berücksichtigt werden sollen, im Variantendialog (Datei – Varianten) ausgewählt werden. Dies erfolgt durch Anwahl der Checkbox vor der Variante. Die Diagrammdaten der so ausgewählten Varianten werden dann zusätzlich zu den Daten aus der aktuellen Variante geladen.

Die gleichzeitige Darstellung von verschiedenen Varianten ist nur in benutzerdefinierten Diagrammen möglich. Hierzu wird der Dialog zum Zusammenstellen von Diagrammen geöffnet (Diagramm – Diagramm zusammenstellen) und ein neues Diagramm wird erstellt. Wenn mehrere Varianten zum Vergleichen aktiviert wurden, dann wird im Dialog das neue Auswahlfeld **Variante** angezeigt.

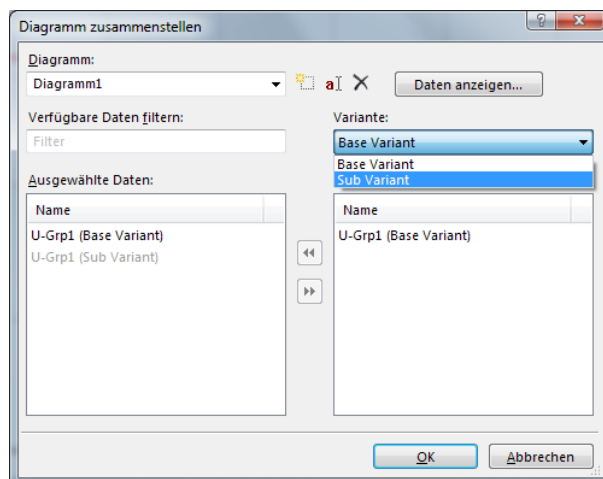


Bild: Dialog zum Zusammenstellen eines Diagrammes

Im Auswahlfeld **Variante** kann zwischen den verfügbaren Varianten gewechselt werden. Die Diagrammdaten der aktuell ausgewählten Variante werden in der Auswahlliste dargestellt und können einfach ins Diagramm übernommen werden.

Im folgenden Bild ist ein Spannungsverlaufdiagramm dargestellt, in dem zwei Varianten visualisiert werden. Angezeigt werden hier eine Basisvariante und eine Untervariante. In der Untervariante war die Belastung im Netz geringer und deswegen ist der Spannungseinbruch nicht so groß wie in der Basisvariante. Die eigentliche Darstellung der Kennlinien im Diagramm ist genauso wie bisher, zusätzlich wird in der Legende aber die jeweilige Variante angezeigt.

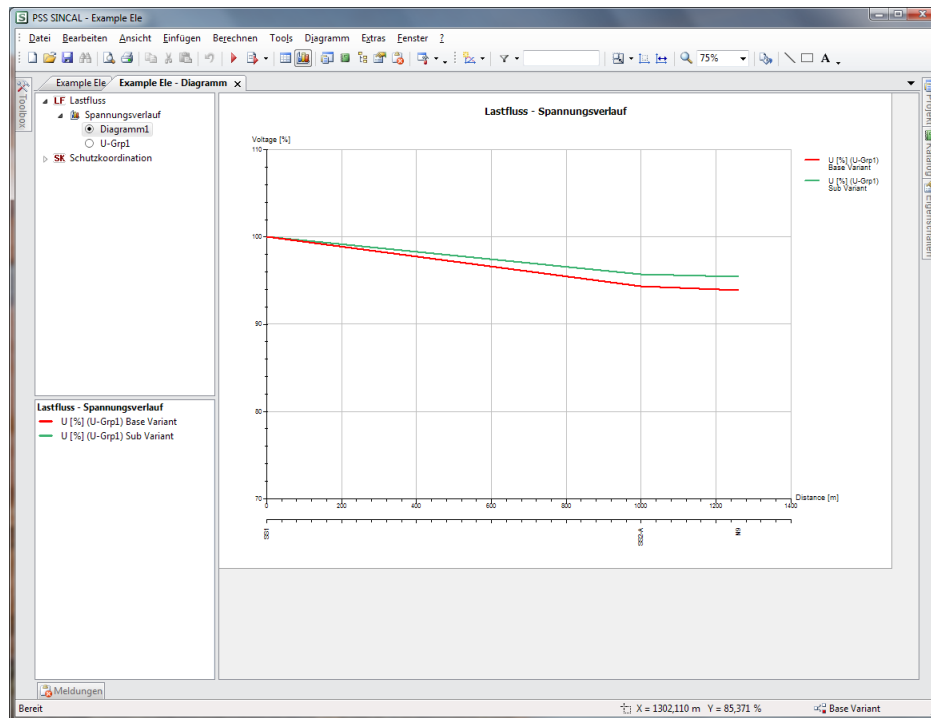


Bild: Spannungsverlaufdiagramm mit Daten aus mehreren Varianten

2.2 Standardattribute für Trassen

Seit einigen Programmversionen sind in PSS SINCAL Trassen verfügbar. Diese können im Grafikeditor ähnlich wie normale Leitungen erfasst werden. Was bei den Trassen allerdings bisher gefehlt hat, war die Möglichkeit, die Standardattribute für neu erfasste Trassen voreinzustellen. Somit mussten beim Erfassen von neuen Trassen jeweils die grafischen Attribute manuell angepasst werden.

Um das Erfassen zu vereinfachen, wurde hierzu der Optionendialog (Extras – Optionen) erweitert. In dem neuen Register **Standardwerte – Trasse** können die grafischen Standardattribute für neue Trassen voreingestellt werden.

2.3 Verbesserungen bestehender Funktionen

Strecke markieren

Die Funktion zum interaktiven Markieren von Strecken (Bearbeiten – Markieren – Strecke markieren) wurde überarbeitet.

Das Markieren von Strecken in großen Netzen ist nun einfacher, da automatisch immer jene Strecke mit der geringsten Anzahl von Netzelementen ausgewählt wird. Auch das Hinzufügen von zusätzlichen Strecken – also die Erweiterung einer schon vorhandenen markierten Strecke mit neuen Netzelementen – wurde verbessert.

Versorgung markieren

Mit dieser über das Kontextmenü verfügbaren Funktion kann die Versorgung eines Netzelementes visualisiert werden. Dabei werden jene Netzelemente im Grafikeditor markiert, über die das ausgewählte Netzelement versorgt wird. Zur Bestimmung der Versorgung werden die Lastflussergebnisse verwendet.

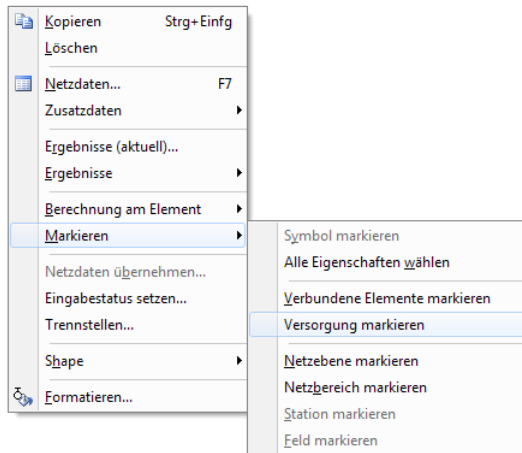


Bild: Kontextmenü für markierten Verbraucher

Bisher war diese Funktion nur für die Ergebnisse der symmetrischen Lastflussberechnung verfügbar, aber nun kann damit auch die Versorgung in unsymmetrischen Netzen visualisiert werden.

Berichte für Schutzgeräte

In PSS SINICAL sind unzählige Berichte für Eingabedaten und Ergebnisse verfügbar. Im Normalfall werden in den Berichten immer alle im Netz vorhandenen Daten dargestellt. Wird beispielsweise der Bericht für die Knoten-Lastflussergebnisse ausgegeben, dann enthält dieser alle Knoten des Netzes. Dies kann bei großen Netzen unpraktisch sein, vor allem wenn nur ein kleiner Teil der vorhandenen Knoten benötigt wird. Dafür gibt's im Dialog **Bericht drucken** eine spezielle Option, mit der der Umfang der im Bericht dargestellten Daten nur auf die markierten Netzelemente eingeschränkt werden kann.

Diese Option ist nun auch für die Berichte von Schutzgeräten verfügbar. Bei aktiver Option werden nur jene Schutzgeräte in den Berichten angezeigt, die markierten Netzelementen zugeordnet sind.

Hervorheben von Netzelementen

In dieser Funktion kann nun eine minimale Linienstärke in Pixel zur Anzeige am Bildschirm vorgegeben werden. Damit wird gewährleistet, dass die Hervorhebung unabhängig von der Zoomstufe zumindest mit der voreingestellten minimalen Linienstärke gezeichnet wird. Damit wird die Sichtbarkeit der Hervorhebung in kleinen Zoomstufen signifikant verbessert. Die minimale Linienstärke kann im Dialog **Netzelemente hervorheben** eingestellt werden.

Netzebenen-dialog und Netzbereichs-dialog

In beiden Dialogen ist nun eine Mehrfachselektion möglich. Damit wird das gleichzeitige Bearbeiten von mehreren Objekten noch komfortabler und die Funktion zum Markieren der zugeordneten Netzelemente kann damit auch effizienter genutzt werden.

Ansichtendialog

Im Dialog Ansicht ist ein neues Filterfeld verfügbar. Damit kann – speziell in Netzen mit sehr vielen Ansichten – der Darstellungsumfang im Dialog komfortabel reduziert werden.

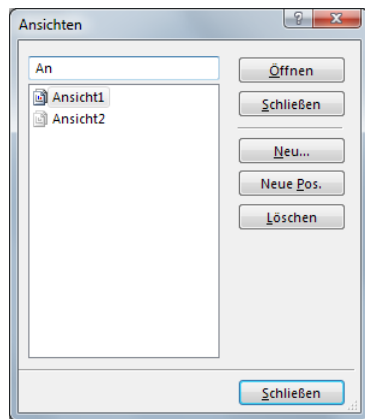


Bild: Erweiterter Dialog zur Auswahl und Verwaltung von Ansichten

3 Elektronetze

3.1 Neues Netzelement DC-Einspeisung

Mit dem neuen Netzelement DC-Einspeisung können Photovoltaik-Einspeisungen, Brennstoffzellen, Batterien usw. nachgebildet werden.

Das folgende Bild zeigt die Datenmaske der neuen DC-Einspeisung.

The screenshot shows the 'DC-Einspeisung' dialog box with the following data:

Parameter	Value	Unit
Knoten	N23	
Elementname	DCB8	
Netzebene	Low-Voltage (0,4 kV)	
Arbeitsbereich	Photovoltaik	
DC-Einspeisungstyp	Photovoltaik	
Installierte DC-Leistung	0,0	kW
Faktor DC-Leistung	1,0	1
Manipulator	(kein)	
Verluste bis WR	15,0	%
Wirkungsgrad WR	97,0	%
Blindleistung WR	2,0	%
Nennspannung WR	0,4	kV
Wirkleistung Reglung	0,0	W
Minimale Spannung	80,0	%
Maximale Spannung	110,0	%
Abschaltzeit	0,01	s
Verhältnis R/X	0,0	

Bild: Datenmaske DC-Einspeisung

Wahlweise kann die DC-Einspeisung direkt an das Netz angeschlossen werden oder unter Verwendung eines vereinfacht modellierten Transformators. Der Vorteil beim Anschließen mit dem vereinfachten Transformator liegt in der einfacheren Netzstruktur. Natürlich kann aber beim direkten Anschließen der Transformator auch als eigenes Netzelement modelliert werden.

Das neue Netzelement ist in allen Berechnungsmethoden verfügbar, wobei das Verhalten je nach Berechnungsmethode unterschiedlich ist.

Lastfluss: Es erfolgt eine konstante Einspeisung von Wirkleistung unabhängig von der Spannung. Bei Überschreiten oder Unterschreiten von vordefinierten Spannungsgrenzen wird die DC-Einspeisung vom Netz genommen. Der Blindleistungsbedarf für den Wechselrichter ergibt sich über einen Faktor für die benötigte Blindleistung. In allen auf dem Lastfluss basierenden Verfahren hat die Photovoltaik-Einspeisung das gleiche Verhalten.

Lastgang: An die DC-Einspeisung ist ein Tages-, Wochen- und Jahresprofil angebunden, mit dem das zeitliche Verhalten nachgebildet werden kann.

Kurzschluss – Maximum: Es erfolgt eine konstante Stromeinspeisung, die sich über die installierte Peak-Leistung ergibt.

Kurzschluss – Minimum: Es erfolgt kein Beitrag zum Kurzschluss.

Kurzschluss – Standard: Es erfolgt eine konstante Stromeinspeisung, die sich über die installierte Peak-Leistung und den aktuellen Faktor für die Wirkleistung ergibt. In allen auf dem Kurzschluss basierenden Verfahren (Mehrfachfehler, Schutz, ...) hat die Photovoltaik-Einspeisung das gleichen Verhalten.

Sicherungsüberprüfung: Die DC-Einspeisung darf nicht ohne Sicherung angeschlossen werden. Die Topologieüberprüfung der Einbauorte der Sicherungen wurde diesbezüglich angepasst und meldet, wenn eine DC-Einspeisung ohne Sicherung angeschlossen wird.

Oberschwingung: An die DC-Einspeisung ist eine Oberschwingungsstrom- und Spannungsquelle angebunden. Im Frequenzgang wird die DC-Einspeisung ignoriert.

Rundsteuerung: In diesem Verfahren werden DC-Einspeisungen ignoriert, da diese üblicherweise immer im Niederspannungsnetz platziert sind und die Rundsteuersignale nur in der Hochspannungsebene benötigt werden.

Stabilität: Für die Stabilität wird das Verhalten im Lastfluss über einen VAR P/Q Regler nachgebildet. Wie bei allen Netzelementen ist auch die Anbindung eines eigenen Modells möglich.

Zuverlässigkeit: Die DC-Einspeisung verfügt über individuelle Zuverlässigkeitsdaten. Hier kann der Einspeisungstyp definiert werden, wobei aber nur Zweizustandsmodelle zulässig sind. Um die Versorgungsqualität auch ohne diese Einspeisungen ermitteln zu können, gibt's einen speziellen Schalter, mit dem die Leistungseinspeisung in der Zuverlässigkeitsberechnung deaktiviert werden kann. In diesem Fall verbleibt rein der Leistungsbedarf der Elektronik als Leistungsabnahme. Eine DC-Einspeisung erhält – unabhängig ob direkt oder über Transformator angeschlossen – kein Schaltfeld.

3.2 Neues Netzelement DC-Längselement

Dieses Element ermöglicht spezielle Nachbildungen von DC-Verbindungen zwischen zwei Netzen bzw. Netzteilen. Zurzeit ist nur eine einfache DC-Leitung zur Nachbildung einer Hochspannungs-Gleichstromübertragung verfügbar. Falls erforderlich werden aber in späteren Versionen weitere Modelle bereitgestellt.

Das folgende Bild zeigt die Datenmaske mit den Basisdaten des neuen DC-Längselementes.

Bild: Datenmaske DC-Längselement

Die Ankopplung an das AC-Netz erfolgt immer über zwei AC/DC-Konverter. Je einer dieser Konverter arbeitet als Gleichrichter und einer als Wechselrichter. Die Regelung wird über BOSL Makros festgelegt.

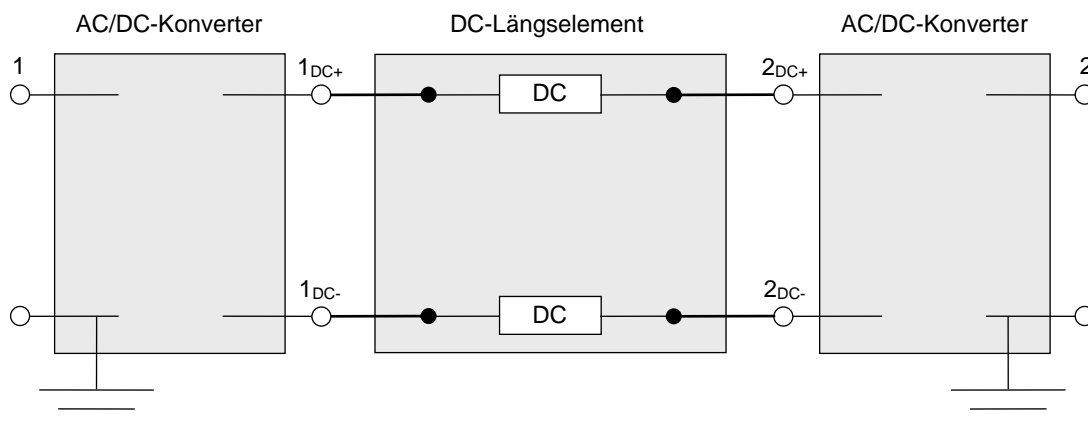


Bild: Allgemeine Verschaltung DC-Längselement

Der Leistungsfluss über die Gleichstromleitung wird über das Feld **Arbeitsweise** festgelegt. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Kein Transfer
- Strom DC-Leitung
- DC-Leistung Wechselrichter
- DC-Leistung Gleichrichter

Der Widerstand der einfachen DC-Leitung wird im Hin- und Rückleiter angesetzt.

Mit Hilfe der DC-Daten werden die DC-seitige Wirkleistung und Spannung ermittelt. Die ausgangsseitige Spannung U_{2DC} wird als DC-Spannung am Wechselrichter vorgegeben.

$$U_{1DC} = U_{2DC} + 2 * R_{DC} * I_{DC}$$

$$P_{1DC} = +U_{1DC} * I_{DC}$$

$$P_{2DC} = +U_{2DC} * I_{DC}$$

Ist keine spezielle Arbeitsweise über ein BOSL Modell vorgegeben, so erfolgt die Ermittlung der AC-seitigen Leistung für den Lastfall über ein vordefiniertes BOSL Modell.

$$P_{1AC} = -P_{1DC}$$

$$Q_{1AC} = -f_{Q1} * |P_{1AC}|$$

$$P_{2AC} = P_{2DC}$$

$$Q_{2DC} = -f_{Q2} * |P_{2AC}|$$

Als Faktoren für die Blindleistung ist für beide Seiten 0,2 vordefiniert. Bei expliziter Anbindung des BOSL Modells können diese Faktoren über den Makrodialog geändert werden. Die Verluste in den Konvertern werden vernachlässigt.

Die AC-Leistungen werden auf der DC-Seite des Convertertransformators als Stromquellen nachgebildet.

$$\bar{J} = \left(\frac{P_{AC} + jQ_{AC}}{\bar{U}} \right)^*$$

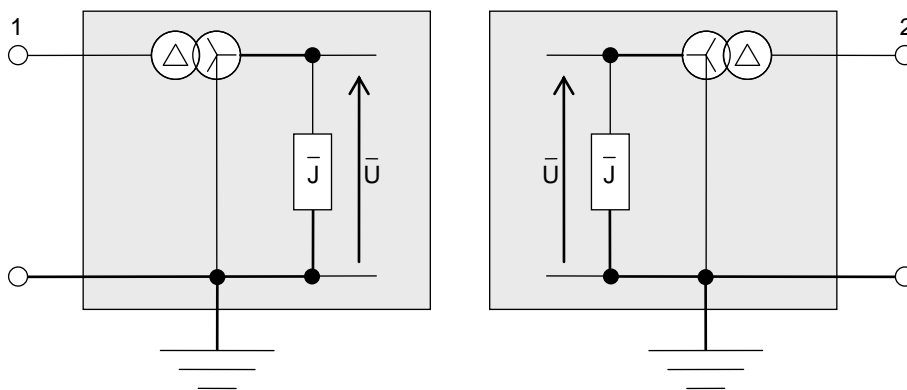


Bild: Wechselstromseitiges Ersatzschaltbild

Für die AC-seitige Nachbildung verbleiben daher nur zwei voneinander abhängig ermittelte Stromquellen.

Das Element wird in der **Abschaltzeit** abgeschaltet, wenn bei **Gleichrichter** oder **Wechselrichter** die Spannung nicht im Bereich zwischen minimaler und maximaler Spannung liegt.

Die Felder **Min. DC-Spannung**, **Komp. Widerstand** und **Min. Komp. DC-Spannung** sind aus Kompatibilitätsgründen für den Datenaustausch mit anderen PSS Programmen vorhanden, werden aber in PSS SINCAL nicht verwendet.

Für die Kurzschlussberechnung wird das Element als Stromquelle nachgebildet. Der Strom wird hierbei über den Strom der DC-Leitung bestimmt. Je nach Vorgabe für die Kurzschlussdaten bei den Berechnungsparametern wird folgender Strom auf der DC-Leitung herangezogen:

Minimum: $I_{DC} = 0$

Maximum: $I_{DC} = I_{\max DC}$

Benutzerdefiniert: $I_{DC} = I_{DC}$ wie Lastfluss

Für die Kurzschlussrechnung wird das gleiche wechselstromseitige Ersatzschaltbild wie für die Lastflussberechnung herangezogen.

Die Ermittlung der sich daraus ergebenden AC-seitigen Leistung im Kurzschlussfall erfolgt über das gleiche BOSL Modell wie für die Lastflussrechnung.

3.3 Erweiterungen für Kabel und Freileitungen

Erweiterte Typinformationen für Leitungen

Die Nachbildung der Typinformationen für Leitungen wurde geändert. Statt der vordefinierten Auswahllisten für Leitermaterial und Leitungstyp sind nun neue Felder verfügbar. Die neue Modellierung soll vor allem folgende Nachteile beseitigen:

- Das Leitermaterial wird nur dazu benötigt, um den Temperaturkoeffizient zu definieren. Durch die vordefinierte Auswahlliste mit "Cu" und "Al" war eine individuelle Definition dieses Koeffizienten – z.B. für spezielle Legierungen – nicht möglich.
- Das Auswahlfeld Leitungstyp wurde nur zur Dokumentation genutzt. Die dort vordefinierten Auswahlwerte (3x1x Reihe, 3x1x Bündel, ...) sind zwar in Europa nützlich, aber speziell in Asien, Australien und USA eher unüblich.

Um eine allgemeinere Nachbildung von Leitungen zu erreichen, wurden daher die obig beschriebenen Auswahlfelder aus den Masken entfernt und durch folgende Felder ersetzt:

- **Temperaturkoeffizient:** Hier kann nun direkt der Temperaturkoeffizient für die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes eingegeben werden.
- **Leiterinformation:** Dies ist nun ein Textfeld, in dem ein freier 20 Zeichen langer Text vergeben werden kann. In diesem Feld können somit das Leitermaterial, die Anordnung oder sonstige Informationen hinterlegt werden.

Die beiden neuen Felder sind selbstverständlich auch in der Standardtypdatenbank verfügbar und werden dort vor allem zur Gruppierung verwendet, um die Auswahl von Leitungen übersichtlicher zu gestalten.

Beim Aktualisieren der Netze und auch der Standardtypdatenbanken werden die beiden neuen Felder automatisch mit den Inhalten der beiden alten Felder gefüllt. Der Temperaturkoeffizient wird je nach Materialauswahl zugewiesen und der Auswahlwert aus dem Feld **Leitungstyp** wird in das neue Textfeld übernommen.

Erweiterte Temperaturvorgabe für Kabel und Freileitungen

Die Vorgabe der Leitertemperatur für die temperaturabhängige Widerstandsänderungen wurde erweitert. Nun wird zwischen Kabel und Freileitungen differenziert und die Temperatur kann individuell pro Netzebene angegeben werden.

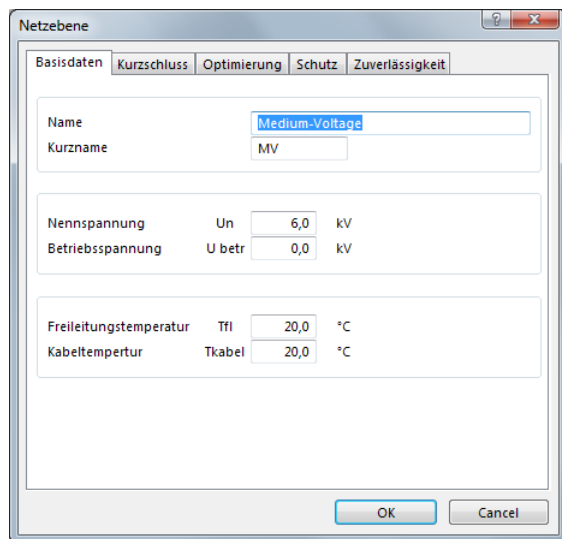


Bild: Datenmaske Netzebene mit neuen Feldern für Leitungstemperatur

Die Differenzierung nach Kabel und Freileitung ist auch für die Zuverlässigkeitsberechnung wichtig. Deswegen können nun auch die Vorgaben für Zuverlässigkeitskenndaten in der Netzebene getrennt für Kabel und Freileitungen erfolgen.

3.4 Erweiterungen für Stabilitätsberechnungen

Neue Spannungs- und Drehzahlregler

Für die Stabilitätsberechnung sind nun neue Standardregler verfügbar, die von allen Produkten der PSS® Familie genutzt werden können.

Die neuen Standardregler werden – wie bisher auch – im PSS SINCAL Installationsverzeichnis unter "Netomac\Macro" bereitgestellt. In diesem Verzeichnis sind Spannungsregler, Drehzahlregler und auch neue Power System Stabilizer (= Zusatzregler, der an den Spannungsregler angebunden wird) verfügbar.

Um sicherzustellen, dass alte Netze weiterhin problemlos funktionieren, werden auch die bisherigen Regler im Verzeichnis "Netomac\Macro_Old" bereitgestellt. Wenn ein altes Netz aktualisiert wird, dann werden automatisch die "alten" Regler als Standard zugewiesen. Somit ist sichergestellt, dass

sich am Verhalten des Netzes keine Änderungen ergeben.

Daher muss die Verwaltung für Stabilitätsmakros in PSS SINCAL erweitert werden. Es ist analog zu den Standarddatenbanken ein lokales und ein globales Verzeichnis für die Makrodateien vorgesehen. Die Anbindung erfolgt im PSS SINCAL Optionen-Dialog. Dann kann der Anwender genauso wie bei den Standarddatenbanken auch jeweils einen lokalen und globalen Pfad für die Stabilitätsmakros auswählen.

Im Zuge der Installation werden dann sowohl die "alten" Makrodateien als auch die neuen Makrodateien in verschiedenen Verzeichnissen bereitgestellt.

Für bestehende Netze muss dann im Zuge des Datenbankupdates der globale Makropfad auf das korrekte Verzeichnis der Installationsstruktur gesetzt werden. D.h. bei "alten" Netzen wird jenes Verzeichnis ausgewählt, das auch die "alten" Stabilitätsmakros enthält. Bei neuen Netzen wird dann das Verzeichnis mit den neuen globalen BOSL Modellen voreingestellt. Damit ist gewährleistet, dass alte Netze auch weiterhin problemlos funktionieren und in neuen Netzen die aktuellen Stabilitätsmakros verfügbar sind.

Manuelles Voreinstellen des globalen Makroverzeichnisses

Für Stabilitätsberechnungen kann nun sowohl das lokale als auch das globale Makroverzeichnis im Optionen Dialog (Extras – Optionen) im Register **aktuelle Standarddatenbank** voreingestellt werden.

Erweiterungen für Synchronmaschinen

Die Stabilitäts-Eingabedaten der Synchronmaschine wurden um ein Stabilisatormodell erweitert. Hier können die neuen Power System Stabilizer zugeordnet werden.

3.5 Schutzkoordination mit Mehrfachfehlern

Die Schutzkoordination konnte bisher nur mit Fehlern auf Knoten in Form von Erdschlüssen und Kurzschlüssen durchgeführt werden.

Um eine erweiterte Analyse des Auslöseverhaltens der Schutzgeräte bei komplexen Fehlerfällen zu ermöglichen, wurde die Schutzkoordination umfassend erweitert. Nun können die kompletten Mehrfachfehlerdefinitionen auch in der Schutzkoordination verwendet werden. D.h. im Netz werden beliebige Fehleruntersuchungen (Kurz- und Erdschlüsse, Unterbrechungen usw.) platziert und zu Fehlerpaketen zusammengefasst. Die so gebildeten Fehlerpakete werden in der Schutzkoordination berücksichtigt.

Zum Berechnen eines Fehlerpakets gibt's im Menü eine neue Funktion. Diese kann wahlweise über das Hauptmenü über **Berechnen – Schutzkoordination** aktiviert werden oder über das Kontextmenü der Fehleruntersuchung.

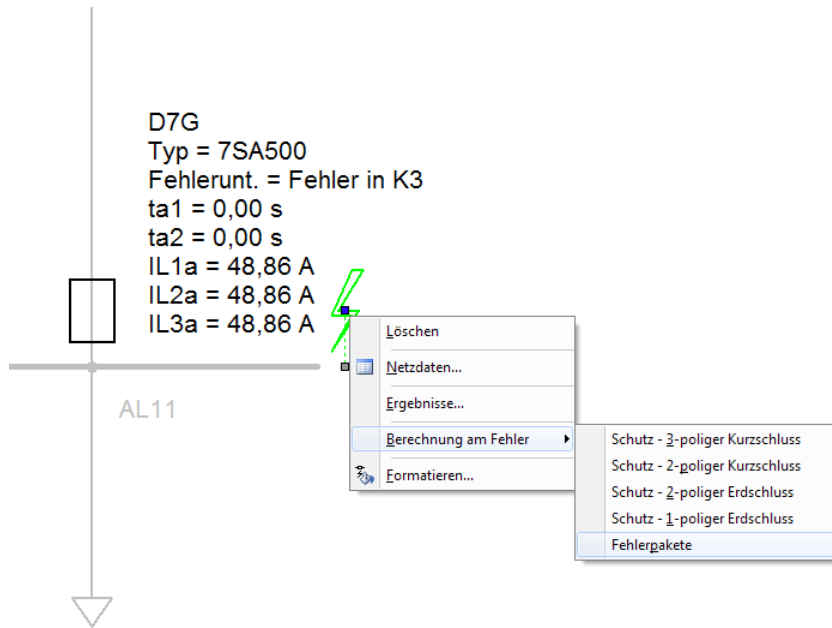


Bild: Kontextmenü für Fehleruntersuchung

Das Beispielnetz "Example Prot" enthält bereits Fehlerpakete, die die Nutzung der neuen Funktion zeigen.

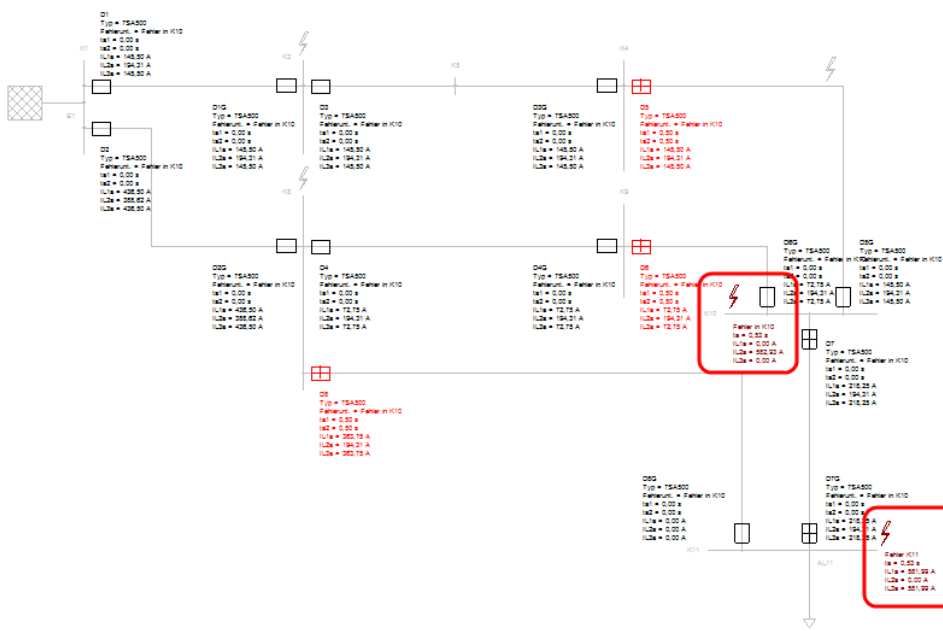


Bild: Beispielnetz "Example Prot"

Das Bild zeigt die Ergebnisse der Schutzkoordination bei zwei gleichzeitig aktiven Fehleruntersuchungen. Dabei wurde ein einpoliger Erdschluss am Knoten K10 simuliert und gleichzeitig ein 2-poliger Erdschluss in den Leitern L1 und L3 am Knoten K11.

3.6 Neues Berechnungsverfahren zur Ermittlung von optimalen Netzstrukturen

Die Zielsetzung dieses Optimierungsverfahrens ist die Bestimmung von optimalen Strukturen für Mittelspannungsnetze. Dabei wird ausgehend vom Stations- und Trassenmodell versucht, eine optimale Anbindung der Netzstationen an die übergeordneten Umspannstationen zu erreichen. Die Grundlage zur Strukturoptimierung sind die in modernen Netzen üblichen Betriebsformen Ring und Spange.

Praktisch gibt es unzählige Möglichkeiten, die Ringe und Spangen zur Anbindung der Netzstationen zu bestimmen. Je nach Optimierungsziel kann dann die optimale Netzstruktur unterschiedlich sein. Bei einer Greenfield-Optimierung wird beispielsweise davon ausgegangen, dass noch kein Netz vorhanden ist. D.h. die Optimierung erfolgt in Hinblick auf minimale Verluste unter Einhaltung der technischen Randbedingungen (maximale Abgangslast, maximaler Spannungsabfall usw.). Natürlich werden dabei auch die Kosten zur Errichtung dieser Netzstruktur ermittelt.

Ganz anders ist die Aufgabenstellung, wenn die Struktur eines bestehenden Netzes optimiert werden soll. In diesem Fall sind ja die Stationen bereits größtenteils angebunden. Durch entsprechende Umbaumaßnahmen soll hier eine Verbesserung der Netzstruktur erreicht werden, wobei die Kosten für diese Maßnahmen dann entsprechend bewertet werden müssen.

Grundlagen der Optimierung

Die Optimierung basiert auf dem Stations- und Trassenmodell. Über die Trassen werden alle möglichen Verbindungen der Stationen zueinander definiert. Das Stationsmodell wird verwendet, um ein vereinfachtes Abbild des Netzes zu erhalten. Die Einspeisungen werden durch Umspannstationen modelliert und die Leistungsabnehmer in untergelagerten Netzen durch Netzstationen.

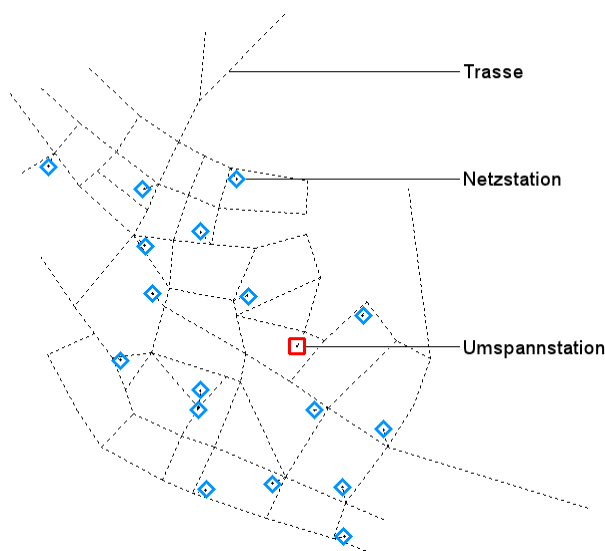


Bild: Netz mit Trassen und Stationen

Wie bereits erwähnt werden die Trassen verwendet, um alle möglichen Verbindungen der Stationen

zu beschreiben. Um sinnvolle Optimierungsergebnisse zu erhalten, müssen die verfügbaren Trassen lagerichtig erfasst werden. Im Allgemeinen sind alle Straßen und Wege mögliche Trassen. Falls grafische Daten über den Trassenplan des Versorgungsgebietes zur Verfügung stehen, kann mit dessen Hilfe das Trassenmodell auch exakt erfasst werden. Anhand des geografischen Trassenverlaufs kann exakt die Länge der zu verlegenden Leitungen berechnet werden. Darüber hinaus wird den Trassen auch der Verlegungsaufwand in €/m zugeordnet. Damit kann dann auch in der Optimierung die erforderliche Kostenbewertung erfolgen.

Die Stationen werden verwendet, um Einspeisungen und Abnehmer vereinfacht zu modellieren. Den Stationen werden eine Bemessungsleistung und eine Bemessungslast zugeordnet. Dadurch können die Einspeisung und die Abnahme modelliert werden. Speziell für die Greenfieldplanung ist dies besonders wichtig, da hier ja im Normalfall das reale Netz noch gar nicht existiert. Falls das Netz bereits komplett erfasst sein sollte, dann können die Optimierungsverfahren auch die Lasten des realen Netzes berücksichtigen. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Netzelemente auch korrekt mit dem Stationsmodell verbunden sind. D.h. die Bemessungslast kann aus der Summe aller durch die Netzstation versorgten Lasten errechnet werden.

Verfügbare Optimierungsmethoden

Derzeit sind folgende Optimierungsmethoden verfügbar:

- Rotierender Strahl
- Beste Einsparungen

Rotierender Strahl

Diese statische Optimierungsmethode basiert auf dem Konzept des offen betriebenen Ringnetzes. Bei diesem Netzformkonzept liegen Anfangs- und Endpunkte der Leitungsrings in derselben Umspannstation.

Im ungestörten Betrieb wird ein Leitungsrings so aufgeteilt, dass beide Ringhälften etwa gleichmäßig ausgelastet sind. Es müssen spezielle Restriktionen eingehalten werden:

- Alle Leitungsrings gehen vom Umspannwerk aus und führen dorthin zurück.
- Alle Netzstationen müssen in Leitungsrings eingebunden werden.
- Die Gesamtlast eines Ringes darf die Bemessungsleistung der Kabel/Leitungen nur in einem vorgegebenen Maß überschreiten.

Das Ausgangsnetz kann ein beliebig aufgebautes Netz sein. Das Ziel der Umstrukturierung ist ein in Bau und Betrieb kostenminimales Netz. Die Optimierungsaufgabe besteht in der Minimierung der Gesamtkosten, die sich aus den Barwerten der Verlustkosten und den Investitionsaufwendungen für den Bau neuer Leitungen zusammensetzen.

Dieses Optimierungsverfahren ist besonders zur Planung neuer Netzstrukturen (häufig auch als Greenfieldplanung bezeichnet) geeignet. Für den eigentlichen Ringaufbau wird eine Startlösung generiert und mit dem Algorithmus nach Lin verbessert. Das Programm zählt damit zu den heuristischen Optimierungsverfahren, bei denen allerdings nicht sichergestellt werden kann, dass das absolute Kostenminimum ermittelt wird.

Eine wesentliche Einschränkung dieser Optimierungsmethode muss allerdings auch erwähnt werden: Konzeptbedingt ist nur die Anbindung der Netzstationen an eine einzige Umspannstation möglich.

Die folgenden Bilder zeigen die Funktionsweise der Optimierungsmethode relativ deutlich. Im Zentrum befindet sich die Umspannstation (rotes Rechteck) und die anzubindenden Netzstationen sind im Versorgungsgebiet verteilt (blaue Rauten). Der Ursprung des rotierenden Strahls ist die Umspannstation. Der rotierende Strahl überstreicht mit einer vorgegebenen Drehrichtung (gegen den Uhrzeigersinn) das gesamte Netzgebiet. Beim Überstreichen des Netzgebietes werden die Lasten der vom rotierenden Strahl erreichten Netzstationen aufsummiert. Beim Erreichen der Summationsgrenze (maximale Abgangsleistung) werden die Netzstationen einem Ringgebiet zugewiesen. Mit der Netzstation, bei deren Hinzunahme die maximale Abgangsleistung überschritten würde, beginnt die Einteilung für das nächste Ringgebiet von neuem. Dieser Algorithmus setzt sich fort, bis das gesamte Netz in Ringgebiete aufgeteilt worden ist.

Nachdem der rotierende Strahl das Netz in Ringgebiete eingeteilt hat, müssen innerhalb der Ringgebiete in Bau und Betrieb kostenminimale Leitungsringe gebildet werden. Dies erfolgt für jedes Ringgebiet einzeln. Der eigentliche Ringaufbau wird mit zwei heuristischen Verfahren zur Lösung des Rundreiseproblems (Traveling Salesman Problem) durchgeführt, die zur Berücksichtigung der Verluste entsprechend erweitert wurden. Durch ein Eröffnungsverfahren wird eine Startlösung bestimmt. Anschließend wird eine Verbesserung der Startlösung durch einen Nachoptimierungsalgorithmus gesucht.

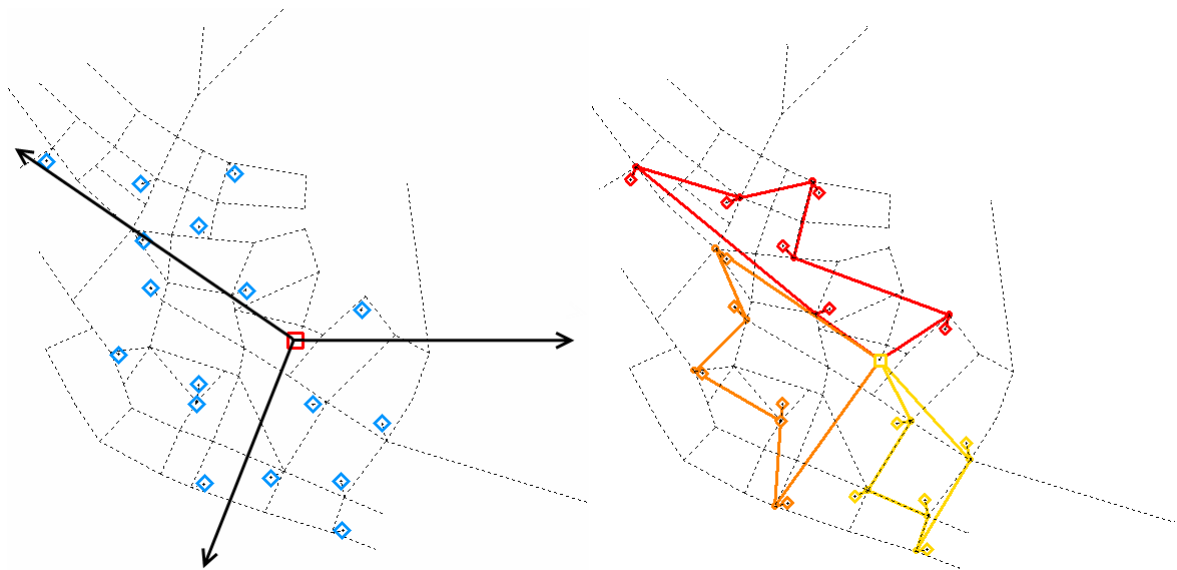


Bild: Rotierender Strahl zur Einteilung der Ringgebiete und Ergebnisnetz

Das erste Bild zeigt die Funktionsweise des Rotierenden Strahls. Ausgehend von 0° wird das Netzgebiet gegen den Uhrzeigersinn vom Strahl überstrichen und in Ringgebiete unterteilt. Im zweiten Bild wird das Ergebnis der Optimierungsmethode dargestellt. Hier hat die Optimierungsmethode für die anzubindenden Netzstationen drei Ringe generiert. Im Bild ist eine "vereinfachte" Darstellung mit direkten Verbindungen aktiviert, damit die Zuordnung deutlicher wird. Tatsächlich wurden die Ringe anhand des Trassenmodells erstellt, d.h. die Verbindungen der einzelnen Stationen verwenden jeweils die kostenoptimalen Trassen.

Beste Einsparungen

Diese statische Optimierungsmethode basiert – genauso wie der rotierende Strahl – auf dem Konzept des offen betriebenen Ringnetzes.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Optimierungsmethode ist, dass damit auch eine beliebige Anzahl von Umspannstationen verwendet werden kann. Der gewählte Algorithmus stellt sicher, dass die vorhandenen Netzstationen optimal an die Umspannstationen angebunden werden.

Die Einteilung der Stationen in Ringgebiete erfolgt nach dem Kriterium der größten Investitionskosteneinsparung, daher wird diese Optimierungsmethode auch als "Beste Einsparungen" bezeichnet. Bei der Einteilung der Stationen in Ringgebiete wird für jede Netzstation ein Ring zur nächsten Umspannstation generiert. Die daraus entstehende Ringstruktur wird bewertet.

Im ersten Schritt entspricht die Ringstruktur einem Stern.

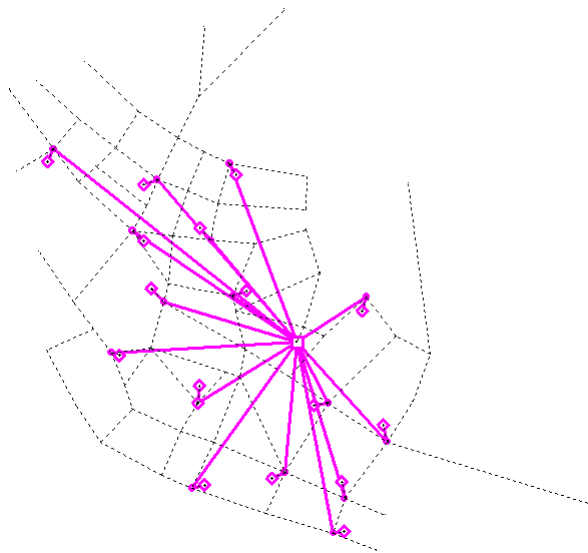


Bild: Einteilung in Ringgebiete – erster Schritt

Im zweiten Schritt werden die Ringe untereinander kombiniert und ebenfalls bewertet. Die sich daraus ergebende Differenz zwischen den beiden Einzelbewertungen und der kombinierten Bewertung wird als Einsparung bezeichnet.

Aus der Liste der bewerteten Kombinationen wird jene ausgewählt, die die besten Einsparungen bringt. Diese wird als neuer Ring in die Kombinationsliste (in den folgenden Bildern rot gekennzeichnet) eingefügt und die beiden Einzelbewertungen aus den Kombinationsmöglichkeiten entfernt.

Solange es Einsparungen in der Liste der Kombinationen gibt, wird dieser Schritt wiederholt.

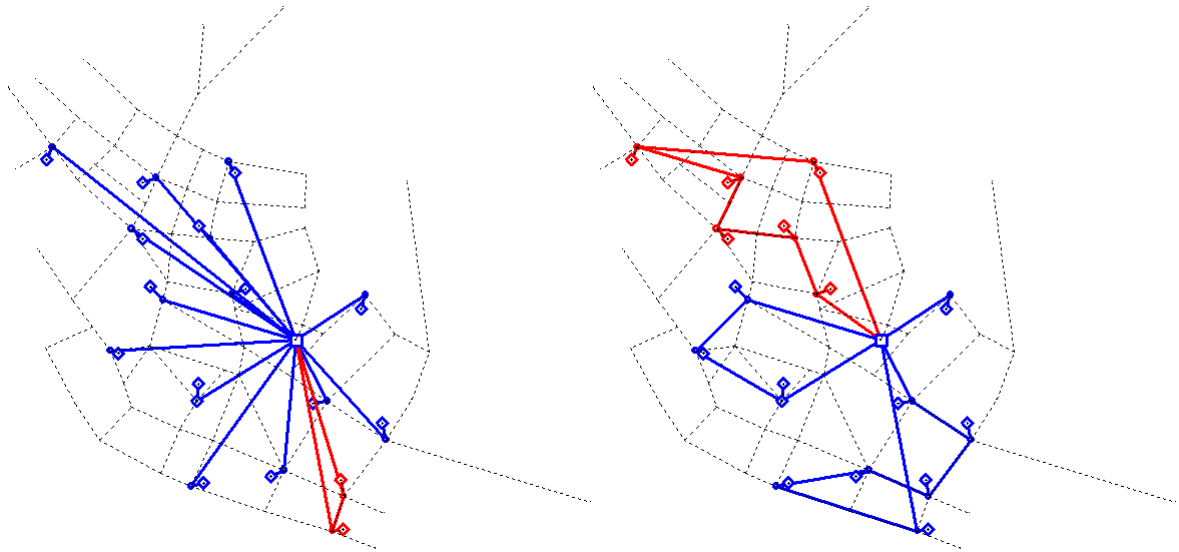


Bild: Schrittweise Änderung der Ringgebiete, solange es Einsparungen gibt

Wenn es keine weiteren Einsparungen gibt, werden die ermittelten Ringe durch ein heuristisches Nachoptimierungsverfahren verbessert.

Das folgende Bild zeigt das Ergebnis der Netzstrukturoptimierung. Hier wurden wie beim Rotierenden Strahl auch 3 Ringe generiert. Deren Aufbau unterscheidet sich aber signifikant. Dies liegt vor allem an der globalen Charakteristik der Optimierungsmethode "Beste Nachfolger". Im Gegensatz zum Rotierenden Strahl, der vorwiegend die Ringgebiete anhand eines Winkelbereiches bildet, wird hier die für alle Netzstationen optimale Zuordnung zu den Ringgebieten gesucht.

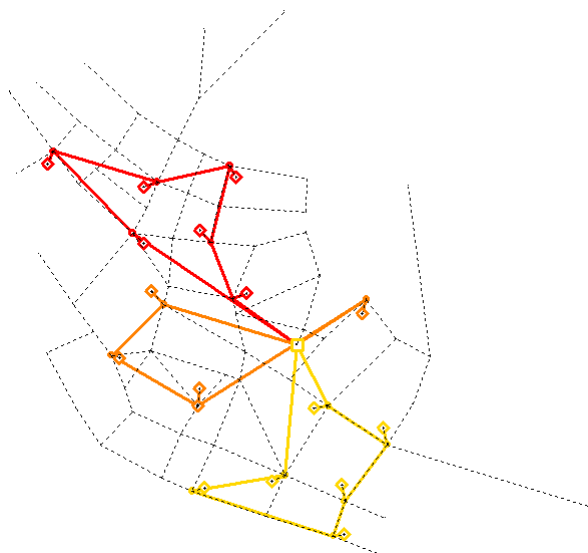


Bild: Ringgebiete – Endergebnis nach Nachoptimierung

3.7 Import und Export von DigSILENT PowerFactory Netzen

Die neue Import- und Exportfunktion basiert auf dem universellen Datenauschformat "DGS" von PowerFactory. Mit diesem Format können sowohl die Netzdaten als auch die Netzgrafik gespeichert werden. Das Datenauschformat unterschützt drei verschiedene Speicherformen:

- ASCII
- Excel
- Datenbank

Die neuen Import- und Exportfunktionen in PSS SINCAL wurden für das ASCII basierende DGS Format implementiert, da hier alle Daten in klar lesbarer Form vorliegen und es keine weiteren Abhängigkeiten von externen Applikationen bzw. Datenbanken gibt.

Die Importfunktion kann über den Menüpunkt **Datei – Importieren – DGS Datenauschformat...** gestartet werden, die Exportfunktion über den Menüpunkt **Datei – Exportieren – DGS Datenauschformat...**

Die folgenden PSS SINCAL Netzelemente können importiert bzw. exportiert werden:

- Knoten/Sammelschiene
- Netzeinspeisung
- Synchronmaschine
- Asynchronmaschine
- Last
- Querimpedanz
- Querdrossel
- Querkondensator
- Leitung
- Zwe Wicklungstransformator
- Dre Wicklungstransformator
- Längsdrossel
- Längskondensator

Von diesen Netzelementen werden primär die Basisdaten verarbeitet, also die Mitsystemdaten und sofern verfügbar und auswertbar auch die Nullsystemdaten. Die Stufenstellerdaten von Transformatoren werden ebenfalls verarbeitet.

3.8 Erweiterter PSS[®]E Import mit DYR Datei

Die Funktionen des PSSE Imports wurden erweitert. Nun kann zusätzlich zur RAW Datei und SEQ Datei auch die DYR Datei importiert werden.

Die PSSE DYR Datei beinhaltet die Modelle für das dynamische Verhalten der Netzelemente in der Stabilitätsberechnung. Hierbei werden die Modelle mittels eines Netzknotens, eines Modellnamens und einer Parameterliste in der DYR Datei gespeichert. Die Modelle – und somit das Verhalten des

Netzelementes – sind in PSSE ausprogrammiert und stehen auch als API zur Verfügung. Der Modellname ist eindeutig und legt auch die Art des Modells (Spannungsregler, Drehzahlregler, Power System Stabilizer) fest. Die Daten von Synchronmaschinen (Längs- und Querachse, Zeitkonstanten, etc.) werden ebenfalls in Form von Modellen definiert.

Import der Maschinenmodelle

Die folgenden Maschinenmodelle von PSSE können aus der DYR Datei importiert werden:

- CGEN1
- GENCLS
- GENROU
- GENROE
- GENSAL
- GENSAE
- GENTRA

Beim Importieren werden die Parameter aus der DYR Datei umgerechnet und in den entsprechenden Feldern der Synchronmaschine gespeichert.

Import der Reglermodelle

Mittlerweile sind für alle PSS® Produkte einheitliche Spannungsregler, Drehzahlregler und Power System Stabilizer verfügbar. Beim Importieren wird zuerst überprüft, ob es für das Modell aus der DYR Datei einen entsprechenden Standardregler gibt. Wenn ja, wird dieser dem entsprechenden Netzelement zugeordnet und die Steuerparameter werden aus der DYR Datei übernommen.

4 PSS® PDMS

PSS PDMS (Protection Device Management System) ist ein neues Programm zur zentralen Verwaltung von Schutzgeräten und deren Einstellwerten. Alle Daten werden hierbei in einer zentralen relationalen Schutzgerätedatenbank gespeichert.

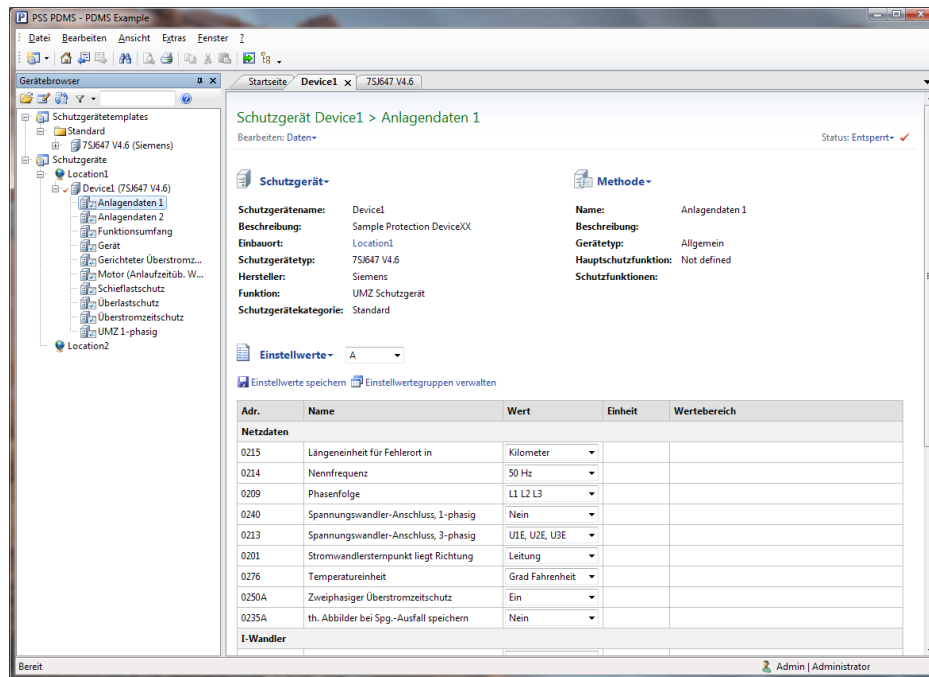


Bild: Benutzeroberfläche von PSS PDMS

Zu den wichtigsten Leistungsmerkmalen zählen:

- Speicherung aller Daten in einer zentralen relationalen Datenbank (wahlweise Microsoft Access oder ORACLE)
- Gleichzeitige Bearbeitung der Datenbank durch mehrere Benutzer
- Moderne Windows Benutzeroberfläche, welche die Aufgaben der Datenverwaltung optimal unterstützt
- Umfassende Modellierung der Schutzgeräte mit allen Funktionen und Einstellwerten
- Erstellung und Verwaltung von Schutzgerätevorlagen als Basis für reale Schutzgeräte
- Einfache Anbindung von externen Dokumenten (Parametrierungsdateien, Schutzgerätebeschreibungen etc.)
- Umfangreiche Import- und Exportfunktionen

PSS PDMS ist ein neuer Bestandteil von PSS SINCAL. Es wird im Zuge der Installation automatisch bereitgestellt und ist über das Windows Start-Menü unter **PSS SINCAL 6.5 – Tools – PSS PDMS** verfügbar.

Allgemeines

Moderne Schutzgeräte sind eigentlich vollständige "Rechner", die anhand von internen Programmen, gemessenen Strom- und Spannungswerten und entsprechenden Einstellwerten im Fehlerfall zu einer Abschaltung führen.

Um die vielfältigen Funktionen (Überstromzeitschutz, Überlastschutz, Distanzschutz, intermittierender Erdfehlerschutz, Messwertüberwachungen usw.) eines modernen Schutzgerätes zu parametrieren, sind oft mehrere hundert Einstellwerte verfügbar, die entsprechend der gewünschten Schutzfunktionalität eingestellt werden müssen. Diese Aufgabe wird noch komplexer, da oftmals unterschiedliche Betriebszustände des Netzes auch unterschiedliche Einstellwerte benötigen. Daher werden die Einstellwerte oft mehrfach vorgehalten, um je nach Netzbetriebssituation den optimalen Schutz sicherzustellen.

PSS PDMS bietet die Möglichkeit, sämtliche Schutzgerätetypen unterschiedlichster Hersteller mit allen möglichen Einstellwerten und auch beliebigen Zusatzdaten in einer zentralen Datenbank abzulegen und zu verwalten. Dabei wird die Datenbank als Speichermedium für alle Schutzgerätedaten verwendet.

Das folgende Bild zeigt, wie sich die Schutzgerätedatenbank ins IT Umfeld integriert.

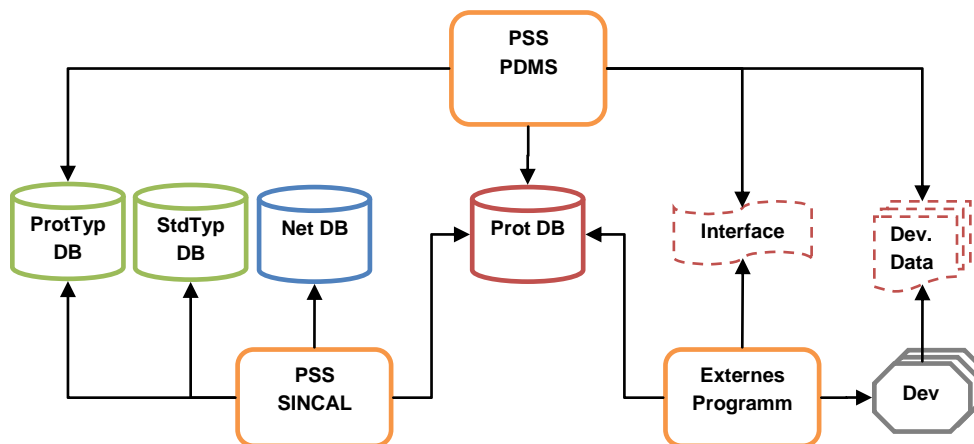


Bild: Datenorganisation und Zugriffsmodell

Die Schutzgerätedatenbank (Prot DB) wird dazu genutzt, die vielfältigen Einstellwerte unterschiedlicher Geräte zentral zu verwalten. Neben den Einstellwerten der Geräte kann auch dokumentiert werden, wo (also in welchen Stationen bzw. Einbauorten) die Schutzgeräte eingebaut sind. Auch das Speichern von unternehmensspezifischen Zusatzinformationen wie z.B. Prüfintervalle, Prüfberichte, Anzahl der erfolgten Schutzauslösungen usw. ist problemlos möglich.

Wie bereits erwähnt basiert die Schutzgerätedatenbank auf einer relationalen Datenbank (Access oder ORACLE). Die Einstellwerte, die Funktionen, die Kennlinien der Schutzgeräte sowie die externen Dokumente werden in den dafür vorgesehenen Tabellen des Datenmodells gespeichert. Dabei sind alle Tabellen und Attribute der Datenbank vollständig dokumentiert. Somit ist auch ein direktes Auslesen der gespeicherten Daten mit eigenen Programmen problemlos möglich.

In Zukunft wird PSS SINCAL auch direkt die Schutzgerätedatenbank (Prot DB) auslesen, um die

Einstellwerte der Schutzgeräte in ein Netz (Net DB) für Planungen zu übernehmen.

Das folgende Bild zeigt den Aufbau der Schutzgerätedatenbank.

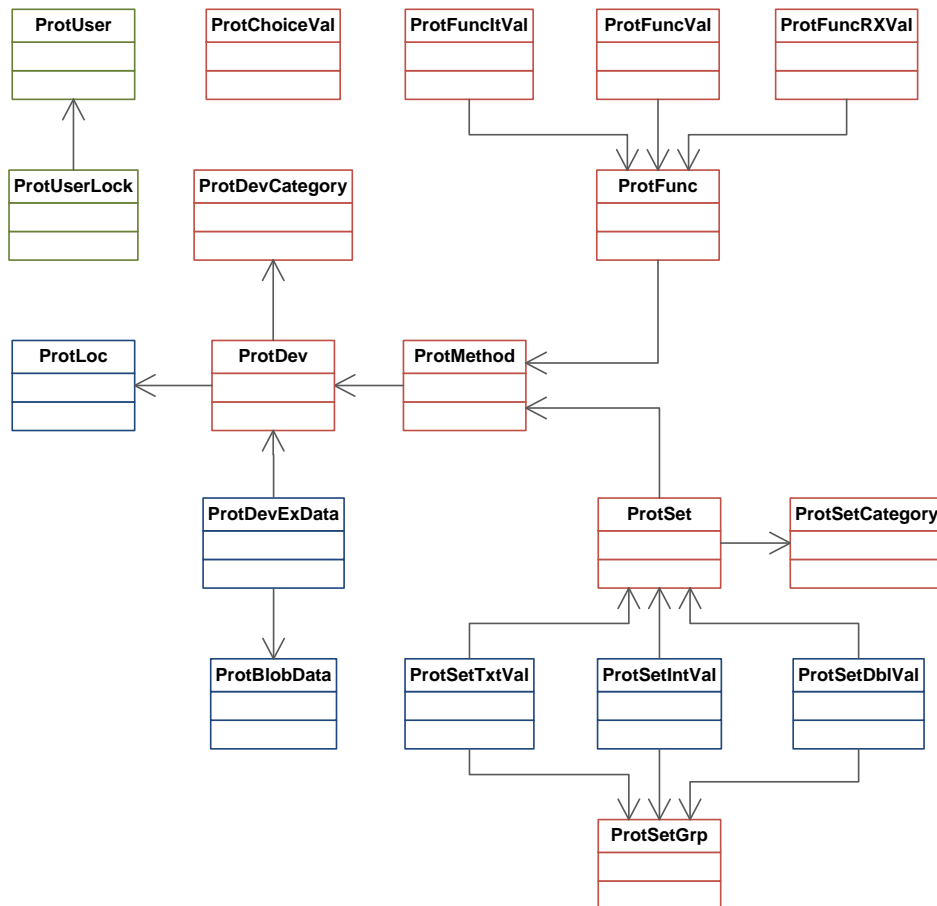


Bild: Datenbankstruktur der Schutzgerätedatenbank

Die verschiedenen Bereiche der Schutzdatenbank sind im Bild farbig gekennzeichnet. Hierbei kennzeichnen **rote Tabellen** den strukturellen Aufbau eines Schutzgerätes, also die verfügbaren Einstellwerte, Methoden usw. **Blaue Tabellen** kennzeichnen jene Werte, die am Schutzgerät eingestellt werden können, oder Daten, die dem Gerät zugeordnet werden. **Grüne Tabellen** werden zur Verwaltung benötigt.

Im Datenmodell wird ein Schutzgerät durch die Tabelle **ProtDev** modelliert. Wie im Bild ersichtlich, steht dieses Schutzgerät im Mittelpunkt des Datenmodells. An dem Schutzgerät angeschlossen sind Methoden, welche über die Tabelle **ProtMethod** beschrieben werden. Die Methoden dienen hauptsächlich zur Strukturierung der vielfältigen Funktionen eines modernen Schutzgerätes. Hierbei werden spezifische Eigenschaften und Funktionen des Schutzgerätes zu einer Methode zusammengefasst.

An der Methode selbst sind die möglichen Einstellwerte – beschrieben durch die Tabelle **ProtSet** – angeschlossen. In dieser Tabelle werden alle verfügbaren Einstellwerte des Schutzgerätes mit dem zulässigen Wertebereich, der Einheit, der Einstellwertadresse usw. detailliert beschrieben. Die tatsächlichen eingestellten Werte werden in den Tabellen **ProtSetTxtVal**, **ProtSetIntVal** und

ProtSetDbIVal gespeichert.

Ebenfalls an der Methode angeschlossen sind die Funktionen des Schutzgerätes. Die Funktionen selbst werden zur Dokumentation der Einstellwerte nicht benötigt. Hier können It-Kennlinien und R/X-Auslösebereiche hinterlegt werden. Diese Daten sind vor allem dann wichtig, wenn das Schutzgerät auch in PSS SINCAL zur Berechnung genutzt werden soll. In diesem Fall werden die hinterlegten Kennlinien benötigt.

Die Tabelle **ProLoc** wird verwendet, um einen Einbauort zu beschreiben. Damit können beliebige Schutzgeräte räumlich zugeordnet werden.

Mit den Tabellen **ProtBlobData** und **ProtDevExData** können beliebige externe Zusatzdaten in der Schutzgerätedatenbank gespeichert und einem Schutzgerät zugeordnet werden. Üblicherweise sind dies PDF-Dokumente, welche den Aufbau und die Funktionsweise des Schutzgerätes dokumentieren.

Die Tabellen **ProtDevCategory** und **ProtSetCategory** werden zur Strukturierung der Daten genutzt. Damit kann die Bearbeitung vereinfacht werden, da die Daten entsprechend der Kategorie zur Bearbeitung angeboten werden.

Mit der Tabelle **ProtSetGrp** werden die Einstellwerte des Schutzgerätes einer Einstellwertegruppe zugeordnet. Dies ermöglicht es, beliebig viele Einstellwertegruppen pro Schutzgerät vorzuhalten und dann um damit verschiedene Betriebszustände des Netzes und entsprechend angepasste Schutzgerätekonfigurationen (z.B. Sommerbetrieb oder Winterbetrieb) widerzuspiegeln.

Datenbearbeitung und Zugriffsberechtigung

Sowohl die zentrale Schutzgerätedatenbank als auch die Bearbeitung der Daten in PSS PDMS sind konsequent mit Mehrbenutzerfähigkeit ausgelegt. D.h. mehrere Anwender können gleichzeitig die Schutzgerätedatenbank zur Bearbeitung öffnen. Um Konflikte in der Datenbearbeitung zu vermeiden, müssen die Datensätze zur Bearbeitung explizit "entsperrt" werden. Dabei wird ein exklusives Bearbeitungsrecht an jenen Anwender übertragen, der den Datensatz entsperrt. Alle anderen Anwender können diesen Datensatz solange nicht bearbeiten, bis dieser wieder freigegeben wird.

Zusätzlich zur Mehrbenutzerfähigkeit gibt es in der Schutzgerätedatenbank verschiedene Berechtigungsstufen der Benutzer. Diese legen fest, welche Funktionen ausgeführt werden dürfen. Dabei wird zwischen folgenden Berechtigungsstufen unterschieden.

Administrator: Höchste Berechtigungsstufe. Darf alle Daten modifizieren, kann Benutzer verwalten, kann Schutzgerätedemplates und verfügbare Einstellwerte ändern.

Power User: Erweiterte Berechtigungsstufe. Darf alle Daten modifizieren, kann Schutzgerätedemplates und verfügbare Einstellwerte ändern.

User: Normale Berechtigungsstufe. Kann keine strukturellen Änderungen an Schutzgeräten und Schutzgerätedemplates durchführen, darf aber alle Geräteparameter ändern.

Gast: Reduzierte Berechtigungsstufe. Hat nur Lesezugriff.

In der Schutzgerätedatenbank sind je nach Berechtigungsstufe zwei unterschiedliche Bearbeitungs-

funktionen verfügbar:

- **Bearbeitung der Schutzgeräteeinstellwerte (Daten):**
Bei dieser Bearbeitungsfunktion werden nur die Einstellwerte der Schutzgeräte modifiziert.
- **Bearbeitung der Struktur des Schutzgerätes (Konfiguration):**
Hierbei wird das eigentliche Schutzgerät mit den verfügbaren Einstellwerten und Parametern bearbeitet.

Templates für Schutzgerätetypen

Ein Template ist eine vordefinierte Vorlage eines bestimmten Schutzgerätetyps. Das Template enthält die Beschreibung der Funktionen des Schutzgerätes und die möglichen Einstellwerte. Die Schutzgerätetemplates werden, genauso wie die realen Schutzgeräte, in der Datenbank gespeichert. Allerdings wird bei einem Schutzgerätetemplate vermerkt, dass es sich um kein "reales" Gerät handelt. Wenn ein neues "reales" Schutzgerät in der Datenbank angelegt werden soll, dann kann ein passendes Template als Vorlage verwendet werden. Damit ist das Hinzufügen von neuen Geräten relativ einfach, da die komplette Gerätebeschreibung vom Template kopiert wird.

Import- und Exportfunktionen

In der vorliegenden ersten Version von PSS PDMS ist primär einmal der Import und Export aller Schutzgeräteeinstellwerte im DIGSI XML Format verfügbar. Damit können alle Parameter des Schutzgerätes exportiert und importiert werden. DIGSI kann diese Daten direkt verarbeiten und auch zur physikalischen Konfiguration der Schutzgeräte verwenden.

Der einfache Zugriff auf die zentral gespeicherten Schutzgerätedaten ist ja sicherlich eines der wesentlichsten Argumente zur Nutzung der universellen Schutzgerätedatenbank. In zukünftigen Versionen werden daher weitere Import- und Exportfunktionen bereitgestellt. Art und Umfang dieser neuen Import- und Exportfunktionen wird sich an den Anwenderwünschen orientieren.