

Titel der Dissertation:

## **Bewertung und Verbesserung der Netzsicherheit elektrischer Versorgungssysteme mit wissensbasierten Methoden**

Kurzfassung:

Eine wichtige Teilaufgabe der Systemführung elektrischer Hochspannungsnetze besteht in der kontinuierlichen Überwachung der Sicherheit des aktuellen Netzzustandes. Für die Durchführung dieser Aufgabe der Netzsicherheitsüberwachung ist der Schaltungenieur in der zentralen Netzleitstelle verantwortlich. Ihm stehen hierzu eine Vielzahl von estimierten und berechneten Zahlenwerten zur Verfügung.

Die heute verfügbare Rechnerunterstützung des Schaltungenieurs bei der Netzsicherheitsüberwachung beschränkt sich überwiegend auf isolierte Teilaspekte der Netzsicherheit. Bei der übergeordneten Verknüpfung der vielfältigen heterogenen Bewertungskriterien der Netzsicherheit wird der Schaltungenieur bislang nicht durch Rechnerprogramme unterstützt. Vielmehr erfolgt die Netzzustandsbewertung im Kopf des Schaltungenieurs und setzt daher bei diesem ein hohes Maß an heuristischem Wissen voraus. Eine zutreffende Netzzustandsbewertung ist die entscheidende Grundlage für die anschließende Netzzustandsverbesserung.

Die Auswahl von topologieverändernden Maßnahmen zur Netzzustandsverbesserung geschieht bislang ebenfalls ausschließlich erfahrungsgestützt; bisherige algorithmische Ansätze zur Realisierung einer solchen Rechnerunterstützung haben sich aufgrund der kombinatorischen Variantenvielfalt als nicht praktikabel erwiesen. Zusammengefaßt ist festzuhalten, daß wichtige Aspekte der Netzsicherheitsüberwachung in hohem Maße von der Erfahrung des betriebsführenden Schaltungenieurs abhängig sind.

In dieser Arbeit wurde ein Lösungsverfahren entwickelt, das dem Schaltungenieur in den aufgeführten Teilaufgaben der Netzsicherheitsüberwachung eine übergeordnete Entscheidungsunterstützung zur Verfügung stellt. Aufgrund des stark heuristischen Charakters der Problembereiche kam bei der Realisierung die Methode der Expertensysteme zum Einsatz. Das problembezogene Fachwissen wurde in einem iterativen Zyklus von Interviews mit Schaltungenieuren eines realen Hochspannungsnetzes akquiriert. Das darauf aufbauend entwickelte wissensbasiert-algorithmische Programmsystem SENEX (Security Enhancement EXpert System) führt zunächst eine regelbasierte Bewertung der Sicherheit des aktuellen Netzzustandes durch.

Anschließend sucht SENEX, falls erforderlich, unter Anwendung intelligenter Strategien auf der Basis von benutzerdefinierten Regeln nach topologieverändernden Maßnahmen, mit denen zuvor erkannte Befunde ausgeräumt werden und das Netz wieder in einen sicheren Netzzustand überführt wird. Jede gefundene Maßnahme wird vor ihrer Präsentation umfassend algorithmisch verifiziert. Damit ist sichergestellt, daß nur solche Maßnahmen als Lösung präsentiert werden, die nicht zugleich andere gravierende Befunde zur Folge haben. Das Lösungsverfahren wurde für die Bewertung und Verbesserung des aktuellen Netzzustands entwickelt, läßt sich aber gleichermaßen auf simulierte Netzzustände im Rahmen der Betriebsplanung anwenden.

Die Funktionsfähigkeit von SENEX wurde in der Laborumgebung durch Simulationsrechnungen in einem 74-Knoten-Testnetz gezeigt. Die praktische Anwendbarkeit im Rahmen der Netzbetriebsführung und die prinzipielle Generalisierbarkeit des Verfahrens wurden anhand einer prototypischen online-Integration in ein reales Netzleitsystem nachgewiesen.