

# Vorwort

Eine zuverlässige Stromversorgung setzt die Stabilität des Netzes voraus. Dies erfordert im ungestörten Betrieb eine ausgeglichene Wirkleistungsbilanz und einen Blindleistungshaushalt, der akzeptable Spannungen im gesamten Netz sicherstellt. Dabei müssen Erzeugung und Verbrauch im Gleichgewicht stehen, und dieser Zustand muss statisch stabil sein.

Störungen im Netz, wie Kurzschlüsse, Leitungs- und Kraftwerksausfälle sowie Lastschaltungen, regen Ausgleichvorgänge an, die dynamisch stabil verlaufen müssen. Die Phänomene, die dabei auftreten, stehen im Mittelpunkt des Buchs. Man hätte es deshalb auch „Netzstabilität“ nennen können. Dies wäre jedoch eine zu starke Einschränkung, weil viele dynamische Vorgänge zum Glück nicht zur Instabilität führen, aber trotzdem Störungen im Netz hervorrufen, wie das Kippen von Asynchronmaschinen.

Als ich im Jahr 1966 bei AEG-Telefunken anfing, mich mit dem Gebiet der Stabilität zu beschäftigen, war der Rechenschieber, bestenfalls der Analogrechner, das Werkzeug des Ingenieurs. Es gab bereits die ersten kleinen Computerprogramme auf Lochstreifen- und später Lochkartenbasis. Um dynamische Netzprobleme behandeln zu können, mussten umfangreiche nichtlineare Differenzialgleichungssysteme erheblich reduziert werden. Dabei blieb die Genauigkeit auf der Strecke, aber das physikalische Verständnis vom Netzgeschehen wurde geschärft. Heute – im Zeitalter der PC-Cluster und Simulationsprogramme – ist dies eher umgekehrt.

Zu Beginn meiner Arbeit konnte ich auf mathematische Modelle der Synchronmaschine [1, 2] und des Netzes [3] aufbauen, die noch heute weitgehende Grundlagen zur Behandlung von Netzproblemen sind. „Neue“ Erkenntnisse, die ich daraus gewonnen habe, fand ich später in der Literatur aus den 1920er- und 1930er-Jahren als alte Bekannte wieder. So entdecke ich manchmal in der heutigen Literatur „neue“ Erkenntnisse, die in den 1970er-Jahren Allgemeingut waren. Das Rad wird immer neu erfunden. Es entsteht der Eindruck, dass die planenden Ingenieure zwar große Netze sehr genau in ihrem Verhalten untersuchen und dabei komplexe Programmsysteme als Blackbox verwenden, aber ohne die zugrunde liegenden Phänomene zu erkennen. Dies ist jedoch wichtig, um die richtigen Schlüsse aus den Simulationsergebnissen zu ziehen und gegebenenfalls auch Fehler in den Analysen zu entdecken.

Dieses Buch soll das Verständnis für das dynamische Netzgeschehen verbessern. Es richtet sich an Studierende, die das interessante Feld der Netzdynamik erarbeiten

wollen, und an Praktiker, die das eine oder andere Problem etwas genauer durchleuchten möchten, indem sie an einer bestimmten Stelle etwas nachlesen. Um dies zu ermöglichen, sind die einzelnen Kapitel weitgehend autonom konzipiert.

Im ersten Kapitel werden die dynamischen Vorgänge im Netz beschrieben. Dabei steht die Synchronmaschine mit dem einfachen  $E'$ -Modell im Vordergrund. Im zweiten Kapitel wird die Transformation der Drehstromgrößen in die für die Netzynamik wichtigen Park-Komponenten behandelt, das dritte Kapitel widmet sich der Synchronmaschine mit ihren Beschreibungsgleichungen. Die quasistationären Zustände des Netzes sind für den Ausgangsfall und den Endzustand nach einer Störung von Bedeutung, ebenso für das Kurzschlusszeitfenster (Kapitel 4). Die Lösung der Differenzialgleichungen des Netzes und die Vereinfachung der Park'schen Gleichungen steht in Kapitel 5 zur Debatte. Wichtig für die Anwendung des bisher Diskutierten sind die Maßnahmen zur Verbesserung der Stabilität in Kapitel 6. Es folgt ein kurzes Kapitel über die Dynamik der Asynchronmaschine als Sonderfall der Synchronmaschine. Schließlich wird im letzten Kapitel das Mehrmaschinenproblem behandelt. Hier geht es darum, die grundlegenden Phänomene am Beispiel eines Dreimaschinennetzes zu beschreiben und Probleme, die im Zusammenhang mit Integrationsverfahren auftreten, zu diskutieren.

Als Ergänzung sei auf die in [4–18] angeführten Lehrbücher verwiesen.

Abschließen will ich das Vorwort mit einem Dank an *Beatrix Klein* für die Durchführung der Schreibebeiten und *Stefan Fehrenz* für das Zeichnen der Bilder. Beide haben mit viel Geduld und Nachsicht immer wieder meine neuen Ideen umgesetzt.

Kaiserslautern, 2009

*Dieter Nelles*