

Diss. ETH Nr. 7783

TECHNISCHE BEWERTUNG ZENTRALER UND DEZENTRALER  
ENERGIEVERSORGUNGSKONZEPTE

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Technischen Wissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
ARMIN EISENDLE  
Dipl. El.-Ing. ETH  
geboren am 19. August 1954  
von Italien

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. H. Glavitsch, Referent  
Dr. H. Lienhard, Korreferent

Zürich 1985

## Zusammenfassung

Die durch die sprungartige Verteuerung der Primärenergie ausgelöste Energiediskussion in den 70-er Jahren hat in breiten Kreisen zur Forderung von dezentralen Energieversorgungskonzepten und die Abkehr von der Grosstechnologie geführt. Viele Arbeiten haben sich ausschliesslich mit den energetischen Aspekten beschäftigt, ohne die zeitliche Änderung der Leistung in technischer Hinsicht gebührend zu beachten.

In dieser Arbeit werden mögliche Konzepte einer dezentralen Energieerzeugung entworfen und hinsichtlich ihrer Integration ins bestehende elektrische Energieversorgungssystem unter verschiedenen technischen Aspekten methodisch untersucht. Insbesondere werden Zuverlässigkeitskenngrössen, Reservebedarf und Verluste des Gesamtsystems berechnet.

Die Abhängigkeit der meisten dezentralen Energieerzeugungsanlagen von meteorologischen Grössen erfordert eine regionale Abgrenzung, um Aussagen über die maximale Leistung und den zeitlichen Verlauf der Leistung machen zu können. In dieser Arbeit werden schweizerische Verhältnisse untersucht.

Auch an einem stark vereinfachten Modellnetz, das die ganze Übertragungs- und Verteilketten berücksichtigen muss, sind wegen der starken zeitlichen Abhängigkeit vieler relevanter Grössen analytische Methoden zur Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrössen nicht anwendbar. Es wird daher auf die Simulation zurückgegriffen. Ein Hauptnachteil der Simulation ist die grosse Anzahl notwendiger Durchläufe zur Erlangung von Schätzwerten der Verteilungsparameter. Da das reale Energieversorgungssystem ein äusserst komplexes System mit einer grossen Anzahl Komponenten ist, wird das Modellbildungsproblem zusätzlich erschwert. Das betrachtete Modell wird deshalb so gewählt, dass einerseits die Resultate möglichst der Realität entsprechen, andererseits der Rechenaufwand in einer vernünftigen Grenze gehalten werden kann.

Schwerpunkte der Arbeit sind die methodische Wahl geeigneter Bewertungskriterien und Modelle. Am Modellnetz werden drei Varianten

ten - Basisfall, zusätzliche zentrale und dezentrale Erzeugung - in verschiedenen Szenarien untersucht und in Hinblick auf die gewählten Bewertungskriterien verglichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass das bestehende schweizerische Energieversorgungssystem die Vorteile sowohl eines zentralen wie dezentralen Konzeptes aufweist. Daher weisen die Resultate auch wegen des grossen Speichers in Form von Stauseen keine sehr krassen Unterschiede für die verschiedenen Varianten auf. Zentrale Konzepte erzielen aber unter den getroffenen Modellannahmen in bezug auf die gewählten Bewertungskriterien die besseren Ergebnisse.

## Abstract

After the price-jump of the primary energy in the 1970s a discussion about energy began. One of the resulting demands was to turn away from large-scale-technology and to develop small-scale dispersed storage and generation configurations. Many studies investigate only the aspects of energy without paying attention to the time evolution of power.

In this study concepts of dispersed energy generation are investigated and examined with respect to their technical integration into the existing electric utility systems. The emphasis of this report is on the calculation of overall reliability indices, the reserve needs, and the energy loss.

The dependence of most of the dispersed generation devices on meteorological indices needs a regional delimitation to be able to make statements about the maximal power and the load curve of the power. In this study Swiss conditions are investigated.

Also with a simple model network which considers the transmission and distribution systems analytical methods are not applicable to the calculation of reliability indices because of the time dependence of many of the relevant generation indices. The method used is the Monte-Carlo-simulation. The main disadvantage of the simulation is the large number of runs required to obtain estimates with satisfactory accuracy. The electric power system is a very complex system with a large number of components which create problems to find a simple model. The model is chosen so that on the one hand results correspond to the reality, on the other hand the computational effort remains in a reasonable range.

The emphasis of the study is on the systematical choice of convenient indices and models. With a model network three variants - base case, with added large-scale generation, and with added small-scale distributed generation - are examined and evaluated with respect to the indices chosen.

Results show that the existing Swiss power system combine the advantages of large and small-scale configurations. Because of this and the large storage facilities results do not show so significant differences. But large scale systems with their greater energy production achieve better results under the model assumptions in terms of the indices chosen.