Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 4

Artikel: Technische Voraussetzungen und Bedingungen für Energieerzeugungsanlagen im Parallelbetrieb mit dem Netz

Autor: Föllmi, S.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904762

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Technische Voraussetzungen und Bedingungen für Energieerzeugungsanlagen im Parallelbetrieb mit dem Netz

S. Föllmi

Die Anzahl Gesuche für den Anschluss von Generatoren kleiner Leistung hat in den letzten Jahren zugenommen. Die Bedingungen für den Parallelbetrieb dieser Anlagen mit dem Netz mussten daher überarbeitet werden. Das neue Anschlussgesuch und das Merkblatt werden vorgestellt. Beispiele aus der Praxis runden den Beitrag ab.

Le nombre de demandes de raccordement pour générateurs de petite puissance a augmenté au cours de ces dernières années. Il a fallu donc revoir les conditions pour l'exploitation de ces installations en parallèle avec le réseau. L'article présente la nouvelle demande de raccordement ainsi que les directives et conclut par quelques exemples pratiques.

1. Entwicklung des Parallelbetriebs von Energieerzeugungsanlagen mit dem öffentlichen Netz

Seit über einem halben Jahrhundert stehen Energieerzeugungsanlagen kleiner und mittlerer Leistung problemlos im Betrieb. Während der Krisen- und Kriegsjahre wurden vor allem Wasserkraftanlagen umgebaut oder neu erstellt. Im Versorgungsgebiet der EKZ zählte man noch vor 40 Jahren 58 Parallelbetriebe mit durchschnittlich 100 kVA Generatorleistung. In 10% der Fälle dienten Dieselmotoren als Antrieb; in 90% waren Turbinen oder Wasserräder die Energielieferanten (Fig. 1). Bei 51 Bezügern wurden Asynchronmaschinen zur Energieumwandlung benützt. Teilweise waren sie direkt mechanisch mit Antrieb und Maschine gekuppelt (Fig. 2). Diese Antriebsart hatte den Vorteil, dass es bei Wassermangel keiner Umschaltung bedurfte. War hingegen die Wasserführung genügend, so konnte teilweise oder ganz auf die elektrische Kraft verzichtet werden. Der Generator diente als Dreiwegenergiewandler.

Mit der sprunghaft gestiegenen Nachfrage an weisser Kohle in der Zeit nach dem 2. Weltkrieg verloren diese Anlagen, welche vorher der Speisung ganzer Betriebe dienten, an Bedeutung. Einige gingen ein, weil die Kosten für die Erneuerung der hydraulischen oder elektrischen Anlage zu gross gewesen wären, andere wurden wegen der Gewässerkorrektion stillgelegt. Ihre Zahl sank ständig bis auf 13 Anlagen mit durchschnittlich 350 kVA Anschlusswert. In der Zwischenzeit wurden vor allem Mittel-

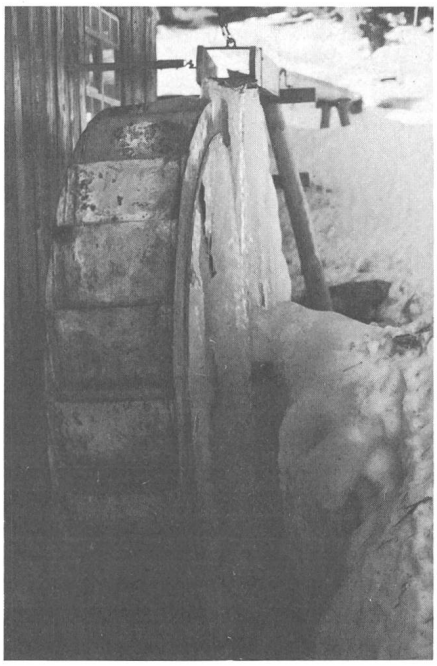

Fig. 1 Das Wasserrad, während Jahrzehnten Antrieb von Energieerzeugungsanlagen

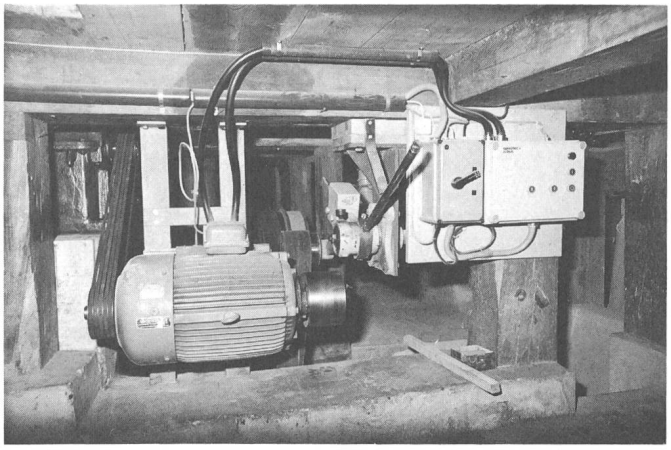

Fig. 2 Asynchronmaschine mit direkter Kupplung von Turbine (links) und Mühle (rechts)

Adresse des Autors

S. Föllmi, Chef Netzbetrieb, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, 8022 Zürich.

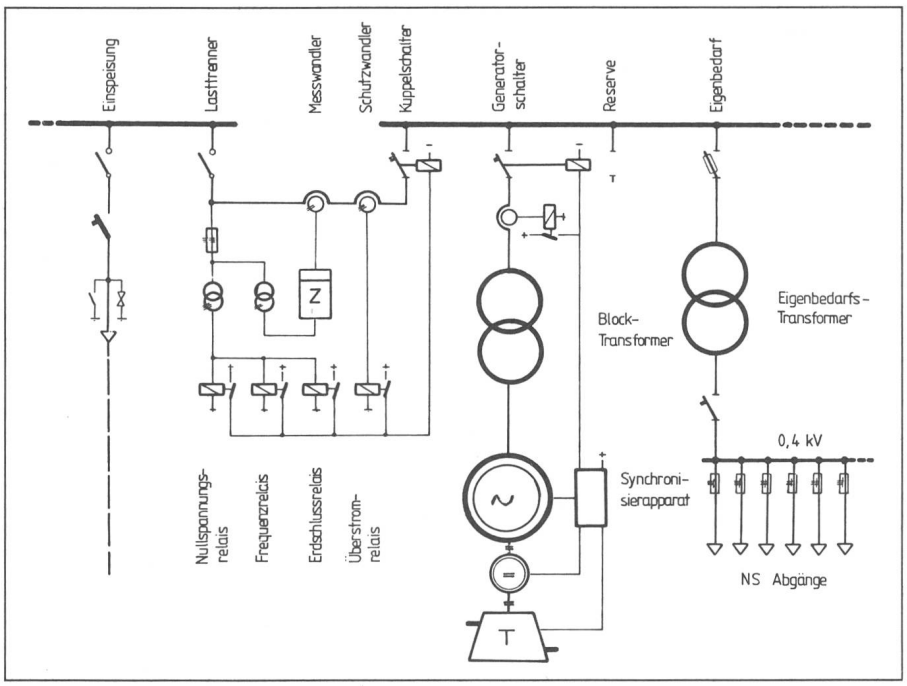

Fig. 3 Schema des Schutzprinzipes einer Energieerzeugungsanlage

und Grossmaschinen von Kehrichtverbrennungsanlagen und Heizkraftwerken ans Netz angeschlossen. Die Generatorleistung schwankt dabei zwischen 1 und 10 Mw_{el}. Die Anschaffungskosten derartiger Anlagen waren so gross, dass die technische Ausführung ausgereift und der Schutz entsprechend ausgelegt werden konnte (Fig. 3). Das Kosten/Nutzen-Verhältnis lag in wirtschaftlichen Grenzen.

Der Trend zur Aufhebung von Kleinenergieerzeugungs-Anlagen hielt solange an, bis vor einigen Jahren das alternative Denken volkstümlich wurde (Fig. 4). Daher stiegen auch die Anfragen bezüglich des Parallelbetriebs von Energieerzeugungsanlagen kleiner Leistung wieder. Damit bei der Behandlung von Anschlussbegehren nach Möglichkeit bei allen Werken dieselben Voraussetzungen gelten, wurde durch eine VSE-Arbeitsgruppe ein Merkblatt geschaffen, welches im Oktober 1981 erschienen ist [1]. Es dient dem Sachbearbeiter als Eselsbrücke, ebenso wie das dazugehörige Anschlussgesuch.

2. Hinweise zum Anschlussgesuch des VSE

In gewissen Fällen sind Gesuchsteller und Eigentümer nicht dieselben Personen, so dass die Trennung der beiden Adressaten vorgenommen wurde. Weil auch andere Dienste, z.B. die Brandversicherung, der Kaminfeger, die Feuerwehr oder das Gaswerk, Interesse am genauen Standort der Anlage haben, sind die Hinweise über Kataster- oder Parzellennummer sowie die Assekuranznummer wissenswert.

Bei der Kompensation der Blindleistung ist darauf zu achten, dass der Blindstromhaushalt durch die Rücklieferungsanlage nicht aus dem Gleichgewicht gerät.

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) überlassen es den Abonnenten, ob sie mit Kondensatoren oder durch Regelung des Erregerstromes die vertraglich geforderten Werte einhalten wollen. Die Angaben über Energiebezug und Energierücklieferungen dienen bei den Verhandlungen dazu, die Qualität der Energie und den Lieferumfang zu beurteilen. Bei Notstromaggregaten mit festen Betriebszeiten sind die Angaben darüber auch für den Betriebsdienst Leistenden wesentlich, damit er sich bei Störungen in einem solchen Netzteil über die möglichen Ursachen orientieren kann.

Zur Illustration dieses Sachverhalts diene folgendes Ereignis: Einmal im Monat nach Mitternacht erfolgte eine Schutzanregung. Da dem Betriebsdienst Leistenden bekannt war, dass Probeläufe mit Notstromaggregaten gemacht werden, fiel ihm zwar das Aufstehen nicht leichter, er konnte jedoch die Störung sofort eindeutig klassieren.

3. Automatische Trennung vom Netz

Die einzige TOTEM-Anlage im EKZ-Versorgungsgebiet wurde bei der Abnahme eingehend geprüft. Die Frequenzauslösung, die bei ±2 Hz angesprochen hat, funktionierte einwandfrei. Diese Prüfung musste entsprechend vorbereitet werden, weil alle Testelemente aus elektronischen Bausteinen bestehen und auf Printplatten montiert waren, so dass Messpunkte fehlten (Fig. 5).

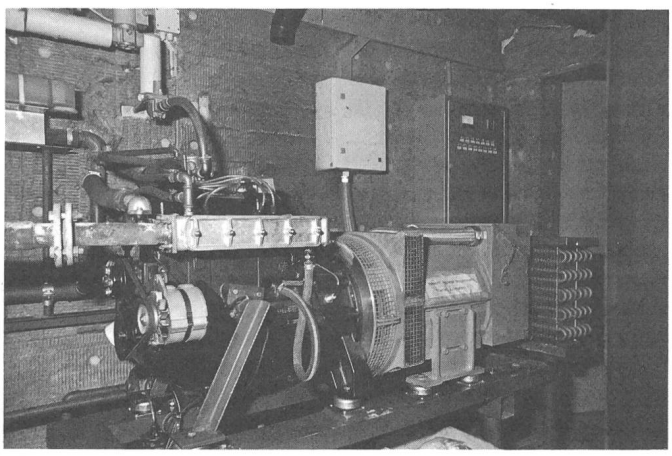

Fig. 4 Totalenergieanlage mit Erdgasantrieb Leistung 16 kW_{el}

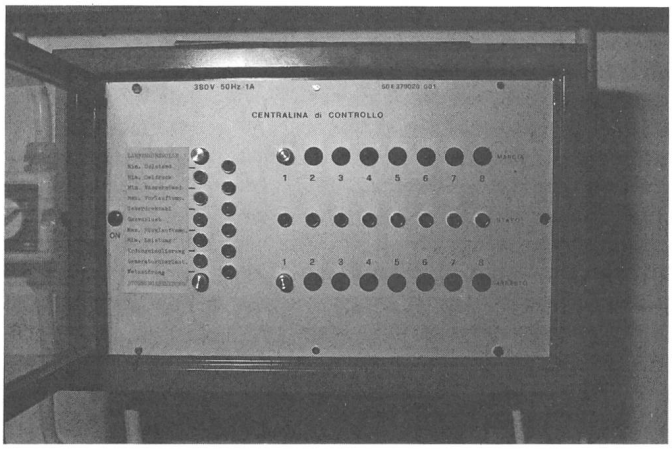

Fig. 5 Kasten mit den auf Printplatten montierten Schutzbausteinen

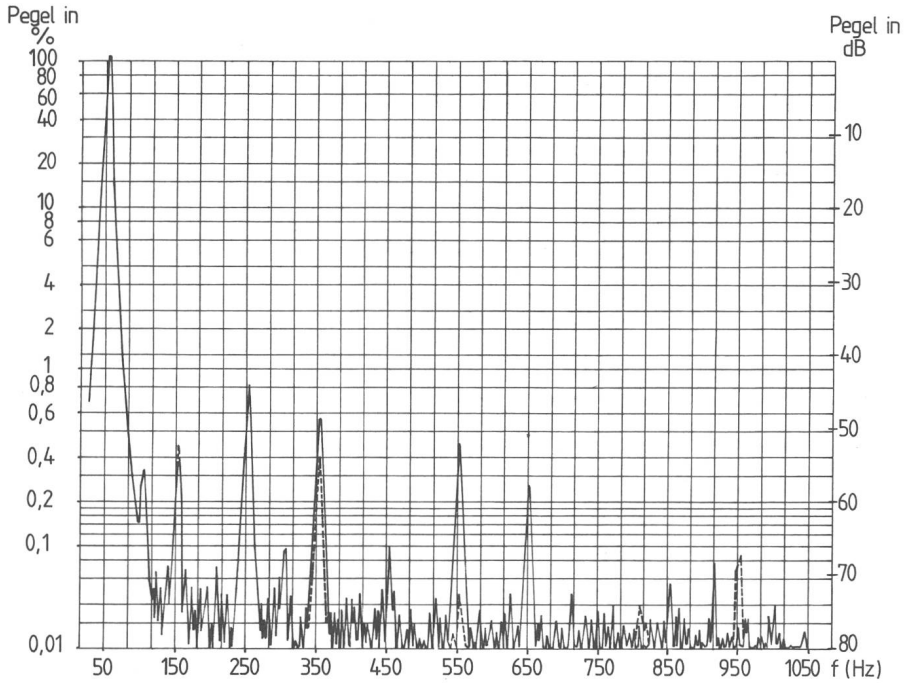

Fig. 6 Oberschwingungsmessung
P = 200 kW cos ϱ = 0,9
Nulleiterschütz «AUS» parallel zum Netz
——— Netz mit Generator im Parallelbetrieb
----- Netz ohne Generator

Die Spannungstoleranzen lagen bei ±10% und damit für eine Asynchronmaschine in vertretbarem Rahmen. Auch die Überprüfung der restlichen Garantiewerte, welche alle im Herstellerwerk eingestellt wurden, hat keine falschen Grössen gezeigt.

Die am Schluss getestete Auslösung bei einpoligen Fehlern zeigte, dass es nicht in allen drei Phasen zur Abschaltung der Maschine kam. Die Lieferantin hat sich der Sache angenommen, allerdings mit dem Hinweis, dies sei bislang von keinem Werk gefordert worden. In der Folge wurde eine Summenstromüberwachung eingebaut, die im Falle von einpoligen Fehlern die Energieerzeugungsanlage vom Netz trennt.

4. Erfahrungen und Probleme beim Betrieb von Energieerzeugungsanlagen

4.1 Erhöhter Nulleiterquerschnitt

Um die Nützlichkeit der Forderung nach sorgfältiger Sternpunktbehandlung zu dokumentieren, diene folgendes Beispiel: Zur Erprobung der Dauerlaufeigenschaften erhielten die EKZ zwei Notstromanlagen mit einer Nennleistung von je 250 kVA. Bei den Versuchen im Parallelbetrieb, die sich über einige hundert Stunden hinwegzogen, erlitt der eine Generator eine Havarie. Die Nulleiterbelastung durch Oberwellen war bei dieser Maschine so hoch (Fig. 6) und die Sternpunktverbindung im Generator nicht entsprechend bemessen, dass schliesslich ein erheblicher Schaden entstand.

Bei der Wahl der Sternpunktbehandlung sind sowohl die Vorschriften des ESTI zu berücksichtigen als auch die Belastbarkeit des Wicklungssternpunktes, ansonsten sich Schwierigkeiten ergeben können (Fig. 7 und 8).

4.2 Automatische Trennung bei Schnellwiedereinschaltung

Eine Anlage mit schnellaufender Dampfturbine, welche über ein Getriebe den zweipoligen Generator antreibt, wurde in Betrieb gesetzt. Nach der Inbetriebnahme erhielt die Anlage einen elektrischen Stoss mit zerstörerischen Folgen. Die nähern Abklärungen ergaben, dass der Schlag durch eine Schnellwiedereinschaltung ausgelöst wurde. In der Folge übernahm die Maschine die Netzlast, ohne genügend ausser Tritt zu fallen und die Schutzeinrichtungen anzuregen. Nach der Spannungsrückkehr wurde der Rotor mitgerissen, was zur Zerstörung führte.

Als Lösungsmöglichkeit hat sich die Schaltung nach Figur 9 angeboten. Die Anregung des Schnellwiedereinschalt-Apparates wird über Steuerkabel, das mit sämtlichen Hochspannungskabeln verlegt wird, an die Maschine übermittelt, so dass eine Trennung der Anlage auf diesem Weg stattfindet.

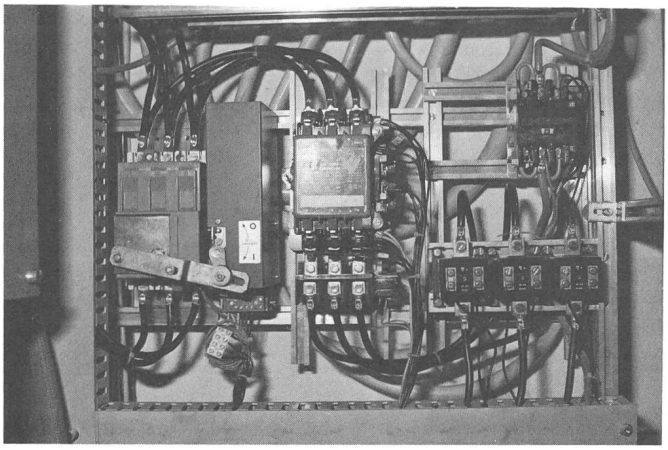

Fig. 7 Kuppelschalter, Haupt- und Sternpunktschütz einer Energieerzeugungsanlage kleiner Leistung

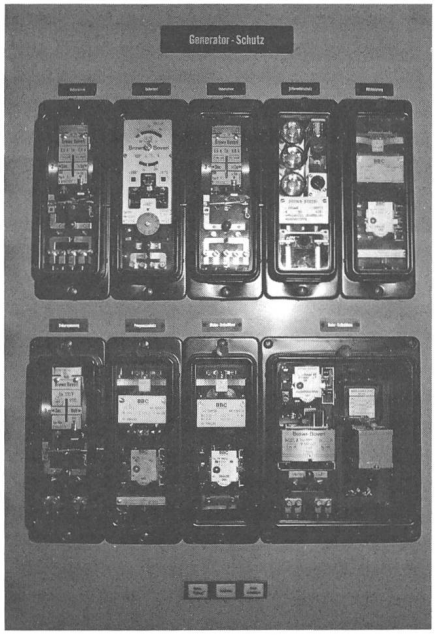

Fig. 8 Schutzkombination für Mittel- und Grossgeneratoren

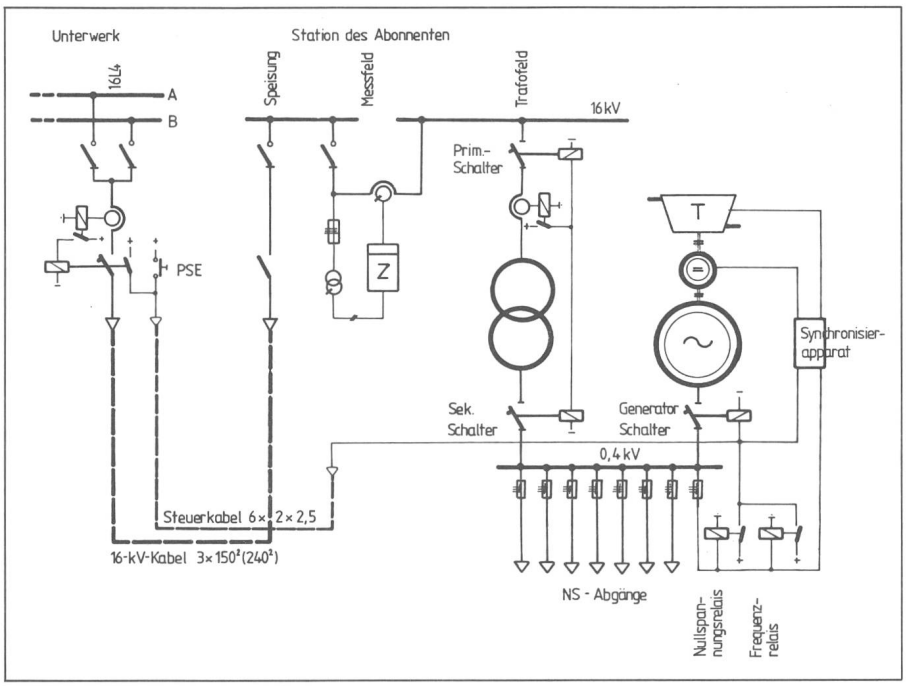

Fig. 9 Generatorauslösung über Steuerkabel

Bei leistungsfähigen Anlagen, welche auch grössere Betriebsdauern aufweisen, hat sich beim Fehlen von Steuerkabeln die Überwachung der drei Phasenspannungen gegen Erde als positiv erwiesen (Fig. 10). Bei Erdschluss im gelöschten Netz wird mittels Handwiedereinschaltung die fehlerhafte Leitung ermittelt. Dieser Fehlerfall ist bei Leistungsgleichheit von Netz und Anlage für Nullspannungs- und Frequenzrelais ein schwer erfassbarer Zustand. Beim Auftreten des Erdschlusses wird die Anlage vom Netz abgetrennt und als Insel betrieben. Dieser Zustand bleibt solange erhalten, bis vom Werk die Meldung für die Parallelschaltung erstattet wird.

Literatur

[1] Merkblatt für elektrische Energieerzeugungsanlagen im Parallelbetrieb mit dem Netz. VSE, Oktober 1981, Best.-Nr. 2.23.

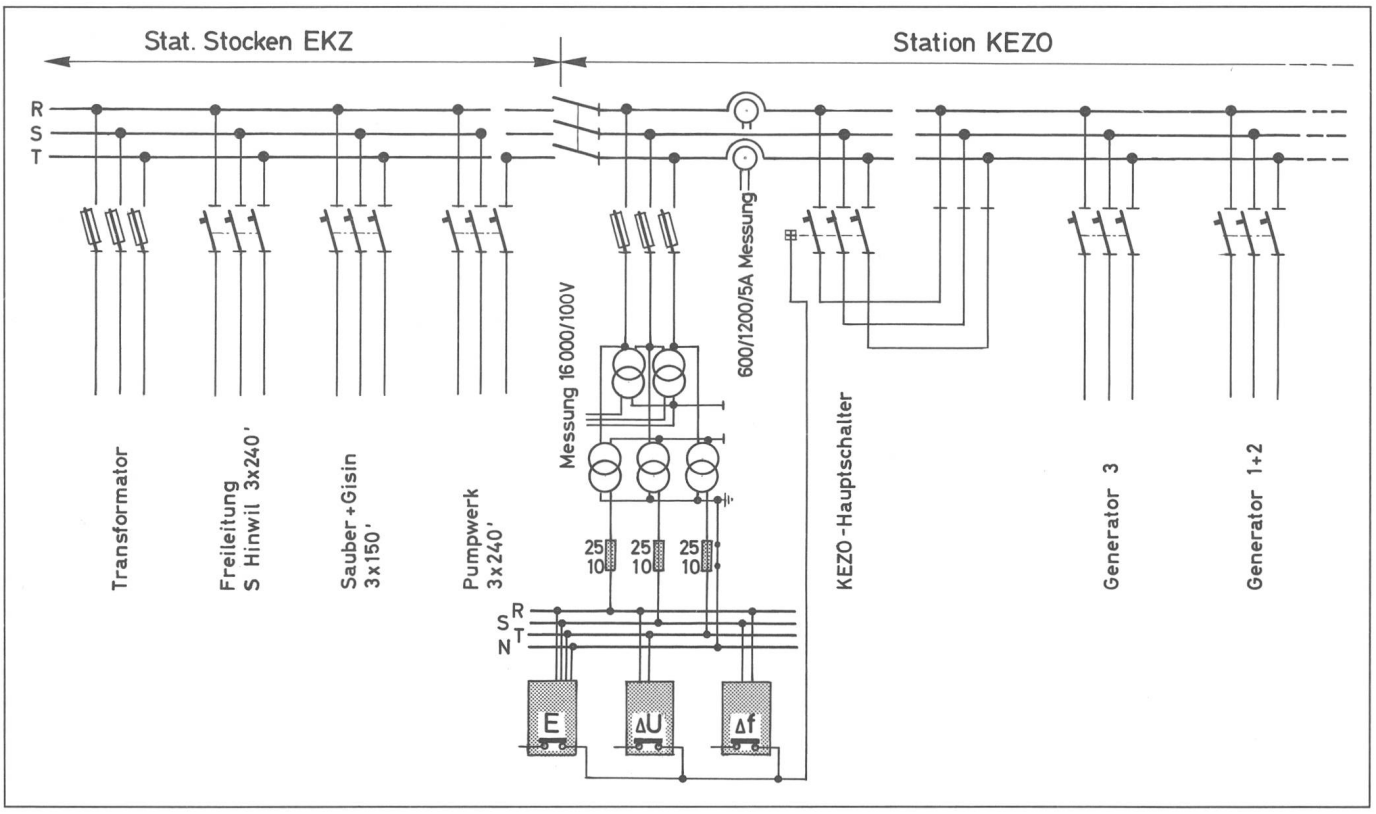

Fig. 10 Generatorauslösung bei Erdschluss im gelöschten Netz ohne Steuerkabel