

Solidarität im Verbundsystem

Umgang mit Teil- und Inselnetzen

Solidarität garantiert Sicherheit zu geringen Kosten und ist unverzichtbar

In elektrischen Verbundsystemen beruht der sichere Betrieb wesentlich auf der Solidarität der Netze und der darüber zusammengeschalteten Erzeugungsanlagen. Die Netzbetreiber stimmen sich ab, wie sich die Netze bei Störungen verhalten und sich gegenseitig unterstützen. Dies betrifft sowohl die regeltechnischen Fähigkeiten als auch die Leistungsreserven für das Gesamtsystem. Aufgrund der dezentralen Erzeugung in den Verteilnetzen und den neuen Erzeugungstechnologien ergeben sich hierbei neue Chancen und Herausforderungen. Das Solidaritätsprinzip garantiert die Sicherheit des europäischen Verbundsystems - und dies zu geringen volkswirtschaftlichen Kosten. Diese Solidarität ist auch für den künftigen Betrieb unverzichtbar.



Verbundsystem

Alle Netzteile und Kundenanlagen tragen zur Stabilität des Verbundsystems bei. Die Größe des europäischen Verbundsystems ermöglicht die hohe Zuverlässigkeit zu geringen Kosten.

Das Wichtigste in Kürze

- Solidaritätsprinzip ist das Rückgrat für die Systemsicherheit
- Bildung von kleinen Teil- oder Inselnetzen darf die Sicherheit des Verbundsystems nicht beeinflussen. Deren Betrieb birgt Chancen und Risiken für die beteiligten Netzbetreiber und Netzkunden
- Regelungsbedarf für den Übergang in und den Betrieb von Insel- und Teilnetzen

Teilnetze

Das Verbundsystem kann sich im Störungsverlauf in mehrere Teilnetze aufteilen. Dabei fallen in den Teilnetzen vorherige Import- und Exportleistungen spontan aus. So isoliert, können diese Teilnetze nur mit Hilfe geeigneter schutz- und regeltechnischer Fähigkeiten betrieben werden. Diese Fähigkeiten müssen dann von allen im Teilnetz befindlichen Anlagen erbracht werden. Um einen Zusammenbruch des Verbundsystems zu vermeiden, müssen alle Akteure die Systemstabilität möglichst lange gemeinsam stützen. (Der Begriff Teilnetz wird auch als Synonym für Netzgruppen verwendet, diese Bedeutung ist hier nicht gemeint.) Aus diesem Grund sehen die europäischen Network Codes automatische Maßnahmen zur „Systemrettung“ vor (EU Network Code on Emergency and Restoration, ENTSO-E Policy 5 Emergency Operations). Da in Deutschland die meisten Erzeugungsanlagen in Verteilnetzen angeschlossen sind, haben diese Erzeugungsanlagen eine besondere Bedeutung für die Systemstabilität. Maßnahmen, wie z. B. der frequenzabhängige Lastabwurf sind in den Verteilnetzen umzusetzen.

Die Maßnahmen und Anforderungen werden daher in enger Abstimmung zwischen allen Beteiligten entwickelt. Großflächige Blackouts (oder Brownouts) sollen vermieden werden. Die Herausforderung besteht darin, dass hierbei sowohl übergeordnete Systemaspekte als auch lokale Belange berücksichtigt werden müssen.

Für ein kleineres Teilnetz mit dezentraler Erzeugung (geringe Schwungmasse und Kurzschlussleistung) muss in kritischen Netzzuständen eine Abwägung getroffen werden: Einerseits muss das überlagerte System so lange und so gut wie möglich - innerhalb definierter Grenzen - gestützt werden, andererseits muss ein Teilnetz rechtzeitig abgetrennt werden, um unzulässige Rückwirkungen des Störungsgeschehens aus der Übertragungsebene und Schäden zu vermeiden. Der Betrieb eines Teilnetzes stellt eine Herausforderung dar und kann zu weiteren Risiken und anderen kritischen Zuständen führen.

Inselnetze

Ein für den Inselbetrieb konzipierter Netzbereich kann während des ungestörten Normalbetriebs des Verbundsystems unter abgestimmten Rahmenbedingungen aus internen Gründen getrennt werden. Eine vorsorgliche Trennung während einer Störung im Verbundsystem verletzt das Solidaritätsprinzip und ist bisher nicht vorgesehen. Denkbar ist ein Inselbetrieb nur im Einzelfall und nach sorgfältiger Bewertung, denn diese Trennung kann die Störung im Verbundsystem verschärfen. Die abgetrennten Inselnetze leisten keinen stützenden Beitrag für das Gesamtsystem.

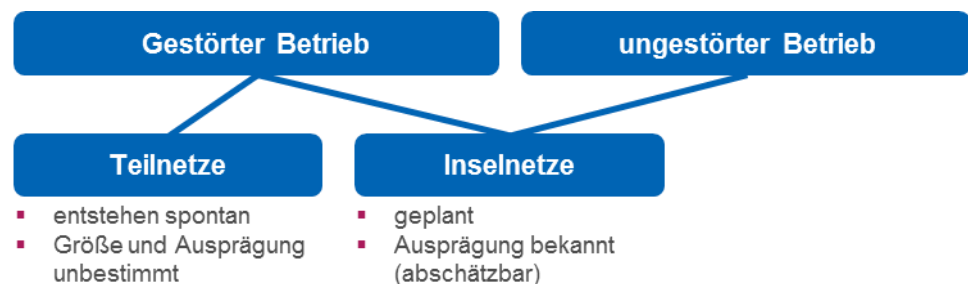
Aufrechterhaltung des Verbundbetriebes

Ziel ist die möglichst weitgehende Aufrechterhaltung des Verbundbetriebes. Ein Übergang in den Inselbetrieb im Falle eines gestörten Verbundbetriebes ist deshalb eine Notlösung, die einer konzeptionellen Vorbereitung bedarf.

tem, der gerade in kritischen Situationen benötigt würde. Der Inselnetzbetrieb bei Arbeiten am Netz wird hier nicht betrachtet.

Bildung von Teil- und Inselnetzen

Inselnetze werden vorab so geplant, dass festgelegte Netzbereiche nach vereinbarten Kriterien kontrolliert vom Verbund getrennt werden können. Teilnetze hingegen bilden sich abhängig von Störungsort und -verlauf und sind daher nicht planbar. Zudem sind diese in ihrer Ausdehnung vorab nicht absehbar.



Betrieb von Teilnetzen

Spontan gebildete Teilnetze können beliebige Netzgebiete umfassen und daher nicht topologisch (z. B. durch Schalterstellungssignale) identifiziert oder eingegrenzt werden. Mit der Bildung eines Teilnetzes ändern sich wichtige Systemparameter, unter anderem:

- das Leistungsgleichgewicht mit entsprechender Frequenzänderung
- die Kurzschlussleistung
- die Trägheit des Systems (Schwungmasse)
- die Netzspannung nach Betrag und Phasenwinkel (Vektorsprung).

Nach heutigem Stand der Technik ist der Weiterbetrieb von kleineren Teilnetzen vor allem bei unzureichender Schwungmasse und zu geringer Kurzschlussleistung oftmals nicht möglich. Der Weiterbetrieb verursacht aufgrund unzureichender Systeminformationen neue Risiken. Daher wird der Teilnetzbetrieb auf Verteilebene derzeit vermieden und erkannte Teilnetze werden vom Netzbetreiber in der Regel kurzfristig abgeschaltet. Dies ist auch in Zukunft zulässig und in vielen Fällen sinnvoll, da diese Netzteile aus dem Übertragungsnetz heraus schnell wieder versorgt werden können.

Herausforderungen beim Betrieb von Teilnetzen

- Beherrschung von Wirk- und Blindleistungsungleichgewichten (Frequenz- und Spannungshaltung)
- Sicherstellung der Netzschutzfunktionen, Spannungsqualität und stabiler Betrieb der Regler
- Einhaltung der Arbeitssicherheit (u.a. ungewollte Einspeisung, Gefahren durch fehlende Zustandsinformationen)
- keine asynchrone Wiederzuschaltung

Um ein spontanes Teilnetz betreiben zu können, ist es erforderlich Erzeugungsanlagen, Netzinfrastruktur, IKT, Systemdienstleistungsstrukturen etc. konzeptionell so zu ertüchtigen, dass gewisse Störungen, die zu Teilnetzbildung führen, ebenso beherrscht werden wie geplante Inselnetze. Aufgrund der zukünftigen Anlagen- und Netzstruktur wird ein Betrieb von Teilnetzen dann grundsätzlich möglich.

Neue Herausforderungen im Systembetrieb führen zu steigenden Anforderungen in den Technischen Anschlussregeln (z.B. Q(U)-Regelung, schnelle P(f)-Regelung)), so dass in Zukunft vermehrt:

- erstens eine Abtrennung vom Verbund und die dabei entstehenden Ausgleichsvorgänge beherrscht werden und
- zweitens das entstandene Teilnetz stabil und sicher betrieben werden kann.

Chancen und Risiken

Bei Aufrechterhaltung des Betriebs in Teilnetzen nach einer großen Störung mit Trennung vom Verbundnetz werden die Verbraucher weiterversorgt. Zudem können diese Teilnetze zum schnelleren Netzwiederaufbau beitragen. Mögliche Risiken beispielsweise im Bereich des Netzschutzes müssen berücksichtigt werden. Um Gefahren zu vermeiden und Teilnetze stabil und sicher betreiben zu können, müssen Schutzsysteme und die IKT der Netze und Kundenanlagen entsprechend ausgelegt sein. Die Entscheidung über das Aufrechterhalten von Teilnetzen obliegt dem verantwortlichen Netzbetreiber. Die neuen technischen Anschlussregeln des Forum Netztechnik/ Netzbetrieb im VDE sehen technische Mindestanforderungen an die Teilnetzbetriebsfähigkeit für Erzeugungsanlagen in der Höchstspannung vor. In den Verteilnetzen ist diese Fähigkeit optional.

Betrieb von Inselnetzen

Die Planung und der Betrieb von Inselnetzen, in denen auch private Netzkunden angeschlossen sind, ist derzeit in Europa nicht üblich. Die zunehmende Installation von verbrauchsnahe Erzeugern eröffnet theoretisch stellenweise die Möglichkeit, dass sich Netzteile vom Verbundbetrieb trennen und autark versorgen. Für einen solchen Inselbetrieb müssen frühzeitig gemeinsame Regeln aufgestellt werden, die klären,

- ob und wann sich Inselnetze bilden sollen,

- welche Verantwortungen wechselseitig bei welchem Betriebszustand bestehen und
- unter welchen Bedingungen und wie die Rückführung ins Verbundsystem erfolgt.

Der durch eine Störung ausgelöste Inselnetzbetrieb stellt einen Sonderfall dar. Die Verantwortung und der zusätzliche Aufwand zur Aufrechterhaltung des Inselbetriebs liegen beim Netzbetreiber, der den Inselbetrieb fährt.

Herausforderungen

Für die Stabilität des Verbundsystems müssen darüber hinaus Systemdienstleistungen sicher abgerufen werden können. Beiträge zu Systemdienstleistungen werden zunehmend von Aggregatoren angeboten, die eine Vielzahl von Anlagen über alle Netzebenen hinweg und über eine bedeutende geografische Verteilung bündeln. Auf diese Anlagen muss sich der Netzbetreiber zu jeder Zeit verlassen können. Übergreifende Märkte oder Marktrollen wie Aggregatoren oder virtuelle Kraftwerke müssen auf das Inselnetz eingeschränkt oder ausgesetzt werden. Verträge innerhalb von Netzgebieten, die als Inselnetzgebiete vorgesehen sind, müssen dies entsprechend berücksichtigen. Bei allen Netzteilen, die für einen Inselbetrieb ausgelegt sind, muss auch der Übergang der Verantwortung auf den Betreiber des jeweiligen Inselnetzes geregelt sein.

Koordinierte Rückführung in den Verbundbetrieb

Ist es durch eine Störung zu einem spontanen Teilnetzbetrieb und oder zu Inselnetzen gekommen, ist die koordinierte Rückführung ins Verbundnetz notwendig. Hierfür sind Verantwortungen und Rahmenbedingungen zwischen den jeweiligen Netzbetreibern zu klären. Insbesondere ist eine asynchrone Zuschaltung unzulässig und muss durch konzeptionelle Maßnahmen unbedingt vermieden werden. Ferner müssen die operativen Fähigkeiten der Netzbetreiber sichergestellt werden, zum Beispiel im Rahmen von Netzwiederaufbautrainings, die heute bereits für das Übertragungsnetz und einige Verteilnetze regelmäßig durchgeführt werden.

Handlungsbedarf und weiteres Vorgehen VDE|FNN

Die Bildung von Teil- und Inselnetzen beeinflusst die Solidarität im Verbundsystem und birgt sowohl Chancen als auch Risiken.

Zu folgenden Aspekten sind Regelungen durch VDE|FNN notwendig:

- Erbringung systemstützender Beiträge in kritischen Situationen des Verbundsystems
- Verantwortlichkeiten, Pflichten und Rechte aller Netzbetreiber und Netzkunden in Teil- und Inselnetzen
- Übergang in den Teil- und Inselnetzbetrieb
- Technische Kriterien zur Erkennung von Teilnetzbildung
- Rückführung in den Verbundnetzbetrieb

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.

Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN)

Lisa Hankel

Bismarckstr. 33

10625 Berlin

Tel.: +49 30 383868-70

E-Mail: fnn@vde.com

www.vde.com/fnn