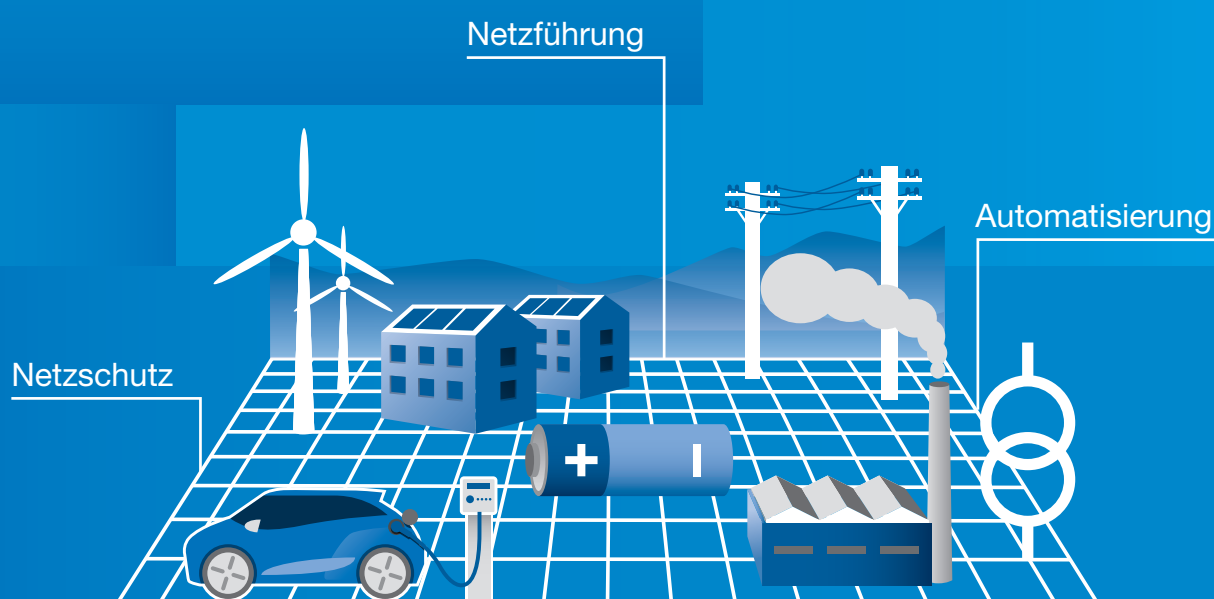


# VDE-STUDIE

## SCHUTZ- UND AUTO- MATISIERUNGSTECHNIK IN AKTIVEN VERTEILNETZEN



Herausforderungen, Lösungskonzepte,  
Empfehlungen

KURZFASSUNG

**ETG**

**ITG**

**VDE**

Diese Studie ist Arbeitsergebnis der ETG/ITG Task Force „Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen.“

#### Projektleitung

Dr. Heiko Englert, Siemens AG

Dr. Heinrich Hoppe-Oehl, Westnetz GmbH

#### Autoren

Detlef Andreas, 50Hertz Transmission GmbH

Johannes Brantl, Bayernwerk AG

Gerhard Buchweitz, PSI AG

Dr. Gernot Druml, Sprecher Automation GmbH (AT)

Mathias Dumke, Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH

Dirk Ebbinghaus, ABB AG

Marcel Engel, Netze BW GmbH

Thomas Fabrizi, Bilfinger Mauell GmbH

Andreas Fräbel, Westnetz GmbH

Wolfgang Friedrich, Bilfinger Mauell GmbH

Dr. Xin Guo, BTC Business Technology Consulting AG

Jens Hauschild, 50Hertz Transmission GmbH

Torsten Henning, Avacon AG

Kay Herbst, DB Energie GmbH

Walter Hoermann, Siemens AG (AT)

Werner Hofer, Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

Prof. Dr. Ulrich Hofmann, Salzburg Research Forschungsgesellschaft (AT)

Christian Hübner, Institut für Automation und Kommunikation e.V. (ifak)

Gerhard Jost, Ingenieurbüro Klein

Holger Kühn, TenneT TSO GmbH

Oliver Lippert, Siemens AG

Johann Meindl, Sprecher Automation GmbH (AT)

Dr. Jörg Meyer, Technische Universität Dresden

Dr. Nils Neusel-Lange, SAG GmbH

Sebastian Palm, Technische Universität Dresden

Grzegorz Richert, Sprecher Automation Deutschland GmbH

Thomas Rudolph, Schneider Electric GmbH

Dr. Christian Rüster, A. Eberle GmbH & Co. KG

Sebastian Schuller, GE Energy Germany GmbH

Robert Schwerdfeger, Technische Universität Ilmenau

Oliver Skrbinjek, Energie Steiermark Technik GmbH (AT)

Markus Spangler, Siemens AG

Dr. Philipp Stachel, Schneider Electric GmbH

Thomas Weinelt, Netze BW GmbH

Uwe Welz, Bayernwerk AG

Prof. Dr. Markus Zdrallek, Bergische Universität Wuppertal

#### Mentor seitens des ETG-Vorstands

Prof. Dr. Peter Birkner

#### Projektverlauf

Projektlaufzeit: Juli 2014 bis Januar 2016

## Impressum

**VDE** VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

#### Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG)

Stresemannallee 15 · 60596 Frankfurt am Main · Telefon 069 6308-346  
Fax 069 6308-9822 · E-Mail [etg@vde.com](mailto:etg@vde.com) · <http://www.vde.com/etg>

#### Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)

Stresemannallee 15 · 60596 Frankfurt am Main · Telefon 069 6308-362  
Fax 069 6308-9821 · E-Mail [itg@vde.com](mailto:itg@vde.com) · <http://www.vde.com/itg>

Bildnachweise Titel ©: VDE e.V.

Design: [www.schaper-kommunikation.de](http://www.schaper-kommunikation.de)

April 2016

# Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen

Herausforderungen, Lösungskonzepte, Empfehlungen

## KURZFASSUNG

Studie der  
Energietechnischen Gesellschaft im VDE (ETG)  
und der  
Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG)

### Vorbemerkung

VDE-Studien geben – entsprechend der Positionierung des VDE als neutraler, technisch-wissenschaftlicher Verband – gemeinsame Erkenntnisse der Mitglieder der Task Force wieder. Die Gemeinschaftsergebnisse werden im konstruktiven Dialog aus häufig unterschiedlichen Positionen erarbeitet. Die Studien spiegeln daher nicht unbedingt die Meinung der durch ihre Mitarbeiter vertretenen Unternehmen und Institutionen wider.

### Empfohlene Zitierweise

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.:  
Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen.  
Herausforderungen, Lösungskonzepte, Empfehlungen (Kurzfassung),  
Frankfurt am Main (April 2016).

## Management Summary

Die Energiewende findet im Wesentlichen in den Stromverteilnetzen statt. Hier sind rund 90 Prozent aller Erneuerbaren Energien-Anlagen angeschlossen (BMW-Verteilernetzstudie, 2014). Durch den wachsenden Anteil der Stromerzeugung aus Wind und Sonne, ändern sich die Energieflüsse im Verteilnetz nicht nur je nach Lastsituation sondern auch je nach Wetterlage. Um den Wandel hin zu einer mehr dezentralen und durch erneuerbare Energien geprägte Stromerzeugung zu meistern, müssen die klassischen „Einbahnstraßen“-Verteilnetze bedarfsgerecht mit IT-Intelligenz ausgestattet und zu „aktiven“, „gegenverkehrsfähigen“ Smart Grids umgebaut werden. Diese sind notwendig, um auch bei hochvolatiler Einspeisung einen sicheren und stabilen Netzbetrieb zu ermöglichen und gleichzeitig die Netzausbaukosten zu begrenzen. Darüber hinaus gilt es, nicht-technische Faktoren wie die steigende Anzahl von Marktteilnehmern, neue Geschäftsmodelle und geänderte ordnungspolitische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Welche automatisierungs- und schutztechnischen Herausforderungen mit dem Umbau im einzelnen verbunden sind, beleuchtet die neue VDE-Studie „Schutz- und Automatisierungstechnik in aktiven Verteilnetzen“. Damit leistet die VDE-Studie einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Verteilnetze zu „aktiven Verteilnetzen“ und zu entsprechenden Migrationspfaden.

Im Fokus der Schutztechnik steht die zuverlässige, sichere und schnelle Erkennung von Fehlerzuständen wie zum Beispiel zweiseitig gespeiste Fehlerströme und Zwischeneinspeisung. Die für einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb notwendige Automatisierung und das technisch erforderliche aktive Netzmanagement, sind mit nennenswerten Investitions- und Betriebskosten verbunden. Diese liegen zwar mitunter deutlich unter denen eines traditionellen Netzausbaus, dennoch werden sie von der Regulierung derzeit nicht in geeigneter Weise anerkannt. Eine zentrale These der VDE-Studie lautet daher: „Damit sich diese Investitionen für Netzbetreiber rentieren, müssen die regulatorischen Anreize entsprechend angepasst werden. Zugleich muss die Verantwortung für die Bewertung, Auswahl und Umsetzung des jeweiligen Automatisierungskonzepts grundsätzlich beim Netzbetreiber liegen“. Denn angesichts der individuellen Gegebenheiten der verschiedenen Verteilnetze und Verteilnetzbetreiber gibt es keine universelle Lösung, die für alle Situationen geeignet ist.

Vor diesem Hintergrund schafft die VDE-Studie eine Basis für die Erarbeitung und Weiterentwicklung von Planungs- und Betriebsgrundsätzen und liefert Netzbetreibern, Herstellern, Dienstleistern, Verbänden, Forschungs- und Standardisierungsorganisationen sowie Politik und Regulierungsbehörden einen allgemeinen Leitfaden zur Bewertung von Lösungskonzepten für „aktive Verteilnetze“, die auch die Anforderungen an die Informationssicherheit grundlegend berücksichtigt. Auf eine kurze allgemeine Formel

gebracht lautet die Zielvorgabe für sichere und stabile Smart Grids: „mehr dezentrale Automatisierung – zudem Netzleittechnik mit neuen übergreifenden Funktionen; nicht weniger lokale Schutztechnik – mehr übergreifende Schutzfunktionen“.

Mit Blick auf dieses Ziel gibt die Studie Handlungsempfehlungen auch zu organisatorischen und regulatorischen Rahmenbedingungen wie die Abschaffung des Zeitverzugs bei Investitionen in Automatisierungstechnik und die Schaffung attraktiver Anreize für Investitionen in ein aktives Netzmanagement. Von besonderer Wichtigkeit ist, dass gerade die technischen Empfehlungen der Studie stets im Kontext des betrachteten Verteilnetzes individuell zu interpretieren sind. Eine universelle, für alle Situationen geeignete Lösung gibt es nicht. Generellen Forschungsbedarf sieht die VDE-Studie bei den Themen zur Digitalisierung der Energiewirtschaft. Auf den Gebieten der Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik sind das insbesondere die Möglichkeiten der modernen Informations- und Kommunikationstechnik.

## Zusammenfassung

Hintergrund:

Die Energiewende findet im Verteilnetz statt

Da erneuerbare Energien zum überwiegenden Teil im Verteilnetz angeschlossen werden, stellt der Wandel von einer zentralen und konventionellen Energieerzeugung hin zu einer dezentralen und durch erneuerbare Energien geprägten Erzeugung insbesondere die Verteilnetze vor technische und wirtschaftliche Herausforderungen. Das Verteilnetz verändert sich von einer Einbahnstraße zu einem Straßensystem mit zunehmendem Gegenverkehr, was direkt mit Konsequenzen für Netzschutztechnik, Netzautomatisierung, Netzausbauplanung und Netzbetrieb verbunden ist.

**„Aktive Verteilnetze“ sind daher notwendig.** Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass Betriebsgrößen, wie z.B. Last- und Einspeiseverhalten, Spannung, Blindleistung, Netzschutzparameter und Topologie, **situativ und automatisch bis in die Niederspannungsebene angepasst werden** können. Diese Eigenschaften sind Voraussetzung für den **sicheren und stabilen Netzbetrieb** bei stark dezentral geprägten Erzeugungsstrukturen im offenen Energiemarkt. Aktive Verteilnetze müssen dabei als Teil der **kritischen Infrastruktur** den Anforderungen an Verfügbarkeit und Informationssicherheit genügen.

Die Studie beschreibt systematisch Herausforderungen aus schutz- und automatisierungstechnischer Sicht und zeigt Lösungskonzepte und Handlungsempfehlungen auf, um diese zu bewältigen. Damit werden ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Verteilnetze zu „aktiven Verteilnetzen“ geleistet und Migrationspfade aufgezeigt.

Herausforderung:

Allgemeine Anreize und Bewertungskriterien für individuelle Lösungen

Die zuverlässige, sichere und schnelle Erkennung von Fehlerzuständen steht auch in aktiven Verteilnetzen im Fokus der Schutztechnik. Hierbei stellen vor allem zweiseitig gespeiste Fehlerströme und Zwischeneinspeisung, der geringere Unterschied zwischen Betriebs- und Kurzschlussgrößen, die Beherrschbarkeit ungewollter Inselnetze und die zunehmende Verkabelung der Verteilnetze aktuelle Herausforderungen dar.

Die notwendige Beobachtbarkeit der Netzsituation und Steuerbarkeit der hohen Anzahl der verteilten Erzeugungsanlagen in der Mittel- und Niederspannungsebene, erfordern die Steigerung des Automatisierungsgrades in Verteilnetzen bis in die Niederspannungsebene. Damit verbunden sind die

Erhöhung der Anzahl von Automatisierungskomponenten und die Intensivierung der Kommunikation, sowohl von der Feld- zur Betriebsebene (vertikale Kommunikation), als auch innerhalb der Feldebene (horizontale Kommunikation).

Die steigende Anzahl der Marktteilnehmer, neue Geschäftsmodelle und geänderte ordnungspolitische Rahmenbedingungen (z.B. Pflicht zur Selbstvermarktung der Erzeuger, Netzdienlichkeit von Lasten und Erzeugern, die Einführung des intelligenten Messsystems zum Last- und Erzeugungsmanagement von Kundenanlagen, Einführung des Informationssicherheits-Managementsystems) werden zukünftig einen stärkeren, direkten Einfluss auf die Last- und Erzeugungssituation im Netz haben und damit zu vermehrten Interaktionen zwischen Netzbetrieb und Markt führen.

Der Kostendruck auf die Verteilnetzbetreiber (VNB) wie auch die steigende Komplexität im Netzbetrieb erfordern technische wie organisatorische Maßnahmen. Hierzu zählen auch Umfang und Qualifikation der eingesetzten Mitarbeiter. Weitere Potenziale werden bei der Digitalisierung der Geschäftsprozesse und bei der sicheren Verbindung der Unternehmens-IT-Systeme mit den Netzführungssystemen gesehen. Dies wird zu einem stärkeren Austausch zwischen Netzleittechnik und Unternehmens-IT führen.

Automatisierung hat bei weitem nicht mehr nur die Aufgabe, den Betrieb kostengünstiger zu machen. In Netzbereichen ohne Automatisierung werden allein für den sicheren Betrieb zunehmend Automatisierungslösungen erforderlich. Dies bedingt nicht nur erhöhte Investitionen in intelligente Technik, sondern es entsteht zusätzlicher Betriebsaufwand durch diese zusätzlichen Lösungen.

Automatisierung ist heute bei der CAPEX-orientierten Regulierung häufig nicht wirtschaftlich darstellbar. Für die Automatisierung der Verteilnetze ist eine OPEX-Rendite erforderlich. Zugehörige Investitionen müssen ohne Zeitverzug angerechnet werden. Für das technisch erforderliche aktive Netzmanagement müssen regulatorische Anreize geschaffen werden.

Die vorhandenen Netze haben einen hohen volks- und betriebswirtschaftlichen Wert. Mit den verschiedenen Historien und Philosophien der Netzbetreiber bestehen teils sehr unterschiedliche Konzepte und Ausrüstungen mit Automatisierungstechniken und Schutzeinrichtungen. Die eingesetzten Schutz- und Automatisierungstechniken haben sehr lange Nutzungsdauern. Die Verantwortung verbleibt grundsätzlich beim Netzbetreiber, bei seiner individuellen Situation (z.B. Netzsubstanz, Betriebsphilosophie, etc.) die geeigneten Maßnahmen technisch und wirtschaftlich zu bewerten und die entsprechenden Maßnahmen auszuwählen und umzusetzen. **Eine universelle Lösung, die für alle Situationen geeignet ist, gibt es nicht.**

## Rahmen und Zielgruppen der Studie: Ein Leitfaden für alle Beteiligten zur Bewertung individueller Lösungskonzepte

In der vorliegenden Studie wird durch die systematische Beschreibung der **Herausforderungen** und **Lösungskonzepte** ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Verteilnetze zu „aktiven Verteilnetzen“ geleistet und konkrete Handlungsempfehlungen aufgezeigt.

Die Studie richtet sich an Netzbetreiber, Hersteller, Dienstleister, Verbände, Forschungs- und Standardisierungsorganisationen sowie Politik und Regierungsbehörden.

Die Studie stellt eine Basis für die Erarbeitung und Weiterentwicklung von **Planungs- und Betriebsgrundsätzen** dar. Sie orientiert sich an der derzeitigen Praxis und ist damit aktuell anwendbar. Sie enthält einen Leitfaden, wie die Lösungskonzepte zum konkreten Handlungsbedarf passen und zu bewerten sind. Anforderungen an die Informationssicherheit werden grundlegend berücksichtigt.

Der betrachtete **Zeithorizont** umfasst einen **kurz- bis mittelfristigen** Zeitraum, so dass die dargestellten Konzepte einen aus derzeitiger Sicht umsetzbaren Charakter besitzen. Mit dem genannten Zeithorizont steht die Migration von installierten Konzepten und Lösungen zur verbesserten Einbindung der dezentralen Erzeugungsanlagen im Vordergrund. Hierbei geht es um eine nachhaltige Weiterentwicklung der vorhandenen Substanz der bestehenden Netze.

## Vorgehensweise in der Studie: Vom Handlungsfeld bis zur Checkliste für Lösungskonzepte

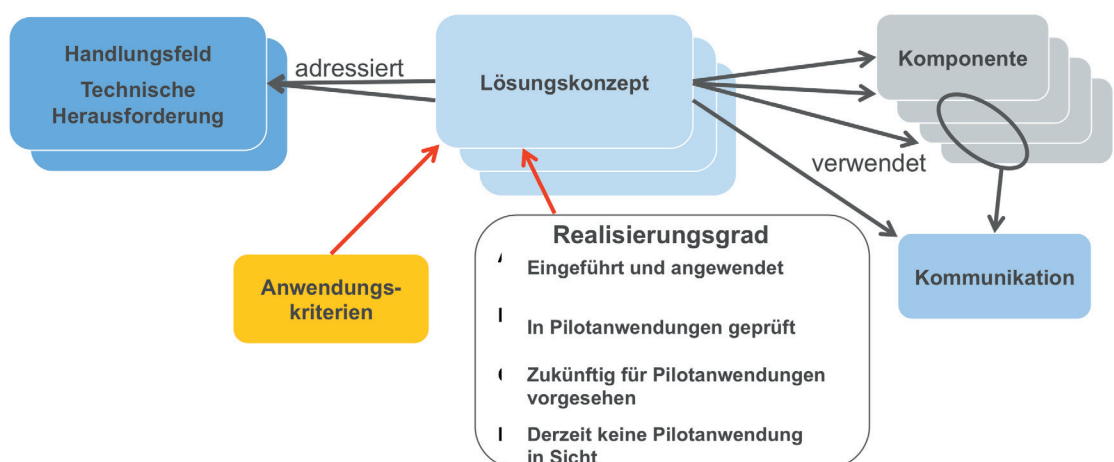


Bild 1: Vorgehensweise der Studie



Ausgangspunkt bilden Handlungsfelder und technische Herausforderungen, die jeweils aus der schutztechnischen, automatisierungstechnischen und netzleittechnischen Perspektive sowie hinsichtlich übergreifender Aspekte betrachtet wurden. Für die daraus resultierenden Aufgabenstellungen wurden jeweils Lösungskonzepte gesammelt, Anwendungskriterien aufgestellt und hinsichtlich der Realisierungsgrade (A bis D) bewertet. Auf Basis der Lösungskonzepte wurden die Komponenten abgeleitet, die zum Aufbau und zur Funktion des jeweiligen Lösungskonzepts erforderlich sind. Des Weiteren wurden Kommunikationsverfahren und resultierende Anforderungen identifiziert, die von Lösungskonzepten und Komponenten berücksichtigt werden. Es wurden Leitsätze für die Umsetzung in Energieversorgungsunternehmen aufgestellt, die eine individuelle Bewertung der Lösungskonzepte gestatten.

Ergebnisse:

„Mehr dezentrale Automatisierung – zudem Netzleittechnik mit neuen übergreifenden Funktionen; nicht weniger lokale Schutztechnik – mehr übergreifende Schutzfunktionen“

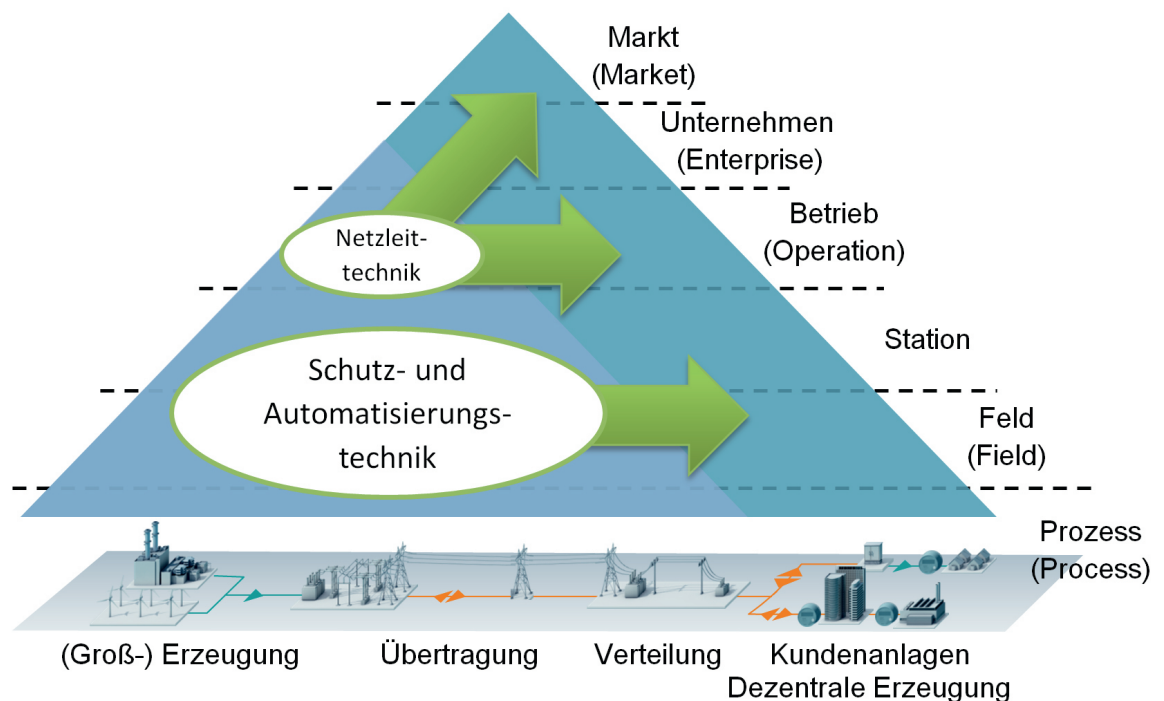


Bild 2: Ausweitung der Anwendungsbereiche von Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik

Ein Ergebnis der Studie ist, dass sich die Anwendungsbereiche der klassischen Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik (sog. „Automatisierungspyramide“) in Richtung Niederspannungsebene, Kundenanlagen und Energie-Markt ausweiten (Bild 2). Das Zusammenwirken von Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik erfordert einen Datenaustausch zwischen den Beteiligten.

Übergreifende Schutzfunktionen unterstützen die schnelle Fehlerabschaltung in komplexen Netzsituationen, können aber lokale Schutzfunktionen nicht ersetzen.

Die Analyse der Lösungskonzepte hat ergeben, dass die zur Realisierung der Lösungskonzepte erforderlichen Komponenten heute als Produkte bereits verfügbar sind.

Für die erforderliche Informations- und Kommunikationstechnik existieren Übertragungs- und Zeitsynchronisationstechnologien sowie Kommunikationsprotokolle, die die spezifischen Anforderungen für Echtzeit- und echtzeitnahe Anwendungen erfüllen. Die Entscheidung, ob öffentliche oder private Kommunikationsinfrastrukturen für bestimmte Lösungskonzepte vorzuziehen sind, ist individuell unter Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu treffen. Grundsätzlich ist eine eigene Kommunikationsinfrastruktur dann vorzuziehen, wenn systemkritische Funktionen davon abhängig sind oder öffentliche Kommunikationsnetze die spezifischen Anforderungen nicht erfüllen.

Der zunehmende Anteil an dezentralen elektrischen Erzeugungsanlagen (DEA) kann im Verteilnetz zur Inselnetzbildung führen. Netzinseln können beispielsweise bei Schalthandlungen oder Schutzauslösungen entstehen. Ein gewollter Inselnetzbetrieb könnte in Betracht kommen, wenn längere Versorgungsunterbrechungen im vorgelagerten Netz vorliegen. Für die Verteilnetze würden die sichere Erkennung und der stabile Betrieb von Inseln zusätzliche Einrichtungen und Aufwendungen bei Schutz- und Automatisierung erfordern. Organisatorische Regelungen wären zu treffen.

Die Einführung des intelligenten Messsystems mit Steuerungsfunktionen für Kundenanlagen stellt eine Ergänzung für das Last- und Einspeisemanagement für Verteilnetze dar. Grundsätzlich ist Steuerungstechnik für Kundenanlagen einzusetzen, die die Mindestanforderungen für den Netzbetrieb in der jeweiligen Spannungsebene erfüllt. Falls die derzeitige Ausprägung des intelligenten Messsystems die Anforderungen im spezifischen Einzelfall nicht erfüllt, muss weiterhin der Einsatz der heute bestehenden und erprobten Fernwirktechnik von der Regulierung anerkannt und möglich sein.

Im Bereich der Informationssicherheit unterscheiden sich die Anforderungen von Schutz-, Automatisierungs-, und Netzleittechnik gegenüber herkömmlichen IT-Umgebungen insbesondere im Bereich des Datenaustauschs. Die eingesetzte Technik stellt in der Regel erhöhte Anforderungen an Verfügbarkeit und Integrität. Diese Anforderungen müssen bereits im Systemdesign, aber auch im Systembetrieb berücksichtigt werden. Grundlage dafür stellen die spezifischen Kommunikationsbeziehungen zwischen Systemen und Komponenten sowie die Art der ausgetauschten Informa-

tionen dar. Auf Basis der Kommunikationsbeziehungen und der auszutauschenden Daten werden Verfahren und Methoden ausgewählt, die entsprechende Anforderungen an die Informationssicherheit erfüllen. Geeignete Verfahren und Methoden für die sichere Kommunikation für Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik in Energieversorgungsnetzen sind in der Normenreihe IEC 62351 beschrieben. Diese Konzepte fügen sich als technische Umsetzungsmaßnahmen in Informationssicherheits-Managementsysteme ein.

## Empfehlungen: Maßnahmen für sichere, stabile und wirtschaftliche Verteilnetze

Die Studie stellt prinzipielle Handlungsempfehlungen zu organisatorischen und regulatorischen Rahmenbedingungen insbesondere aber zu Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik dar. Die Empfehlungen sind stets im Kontext des betrachteten Verteilnetzes individuell zu bewerten.

### Regulatorische Empfehlungen

Als Voraussetzung um Verteilnetze sicher und wirtschaftlich unter **den zukünftigen Rahmenbedingungen** zu betreiben, werden folgende **regulatorische Empfehlungen** gegeben.

- Für die zukunftssichere Umsetzung alternativer Netzausbaukonzepte sind stabile regulatorische Rahmenbedingungen zwingend erforderlich.
- Der Zeitverzug bei Investitionen in Automatisierungstechnik ist abzuschaftern.
- Es sind Anreize für die Investition in Schutz- und Automatisierungstechnik anstelle in klassischen Netzausbau zu schaffen und der anfänglich höhere Betriebsaufwand für die neue, innovative Technik muss anerkannt werden.

### Organisatorische Empfehlungen

- Die Handlungsfelder und Lösungskonzepte sind systematisch zu identifizieren, zu bewerten und zu priorisieren. Unterstützung bieten die in der Studie aufgestellten Leitsätze zur Umsetzung.
- Nachhaltige Migrationskonzepte sind unter Berücksichtigung des Kosten-/Nutzen-Verhältnisses zu entwickeln und umzusetzen („Alles auf einmal geht nicht“).

- Die Netzleittechnik ist in die systemübergreifenden Unternehmensprozesse unter Beachtung der vorgegebenen Informationssicherheitsstandards einzubinden.
- Die erforderlichen, aggregierten Informationen sind im Rahmen der BDEW-Kaskade bereitzustellen. Den Netzbetreibern sind über die Fahrweise von Einspeisungen, Lasten und Speichern geeignete Informationen (z. B. Fahrpläne) zu übergeben.
- Es ist zu analysieren, ob gemeinsame Infrastrukturen zur wirtschaftlichen, technischen und organisatorischen Optimierung der Netzbetriebe von Verteilnetzbetreibern genutzt werden können, z. B. durch mandantenfähige Netzführungssysteme im Querverbund.
- Lösungskonzepte sind auf Abbildbarkeit und Unterstützung durch existierende Standards und Kommunikationsprotokolle zu überprüfen.
- Ein Informationssicherheits-Managementsystem (ISMS) ist im VNB-Unternehmen entsprechend geltender Rahmenbedingungen bedarfsgerecht umzusetzen.
- Bei steigender Komplexität des Netzbetriebs und der eingesetzten Technik sind entsprechende Ressourcen bereitzustellen und zu qualifizieren.

### Empfehlungen zur Schutztechnik

- Die Auswirkungen des Netzausbaus und der dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) auf die Anregezuverlässigkeit der Schutzsysteme ist zu untersuchen und die Funktion des Reserveschutzes unter Beachtung leistungsbegrenzender Effekte dabei sicherzustellen.
- Der verstärkte Einsatz von gerichtetem Schutz im Mittelspannungsnetz, ggf. von Vergleichsschutzkonzepten im 110 kV-Netz, wird empfohlen.
- Das Verhalten des Frequenzschutzes, insbesondere die Auswirkung verteilter leistungsstarker Einspeisung ist zu untersuchen und geeignete Verfahren zu standardisieren.
- Praxisnahe Modelle für das transiente, dynamische und quasistationäre Verhalten von dezentralen Erzeugungsanlagen und Speichern mit Frequenzumrichter sind zu entwickeln und zu standardisieren. Die Auswirkungen frequenzumgerichteter Erzeuger auf Kurzschlussberechnungen und Schutzgeräte sind zu ermitteln.
- Die Art der Sternpunktbehandlung in Folge zunehmender Verkabelung in sehr großen Netzen, bzw. alternative Lösungsansätze sind zu prüfen.

Gefahrener Verstimmungsgrad der E-Spulen sowie die Verfahren zur Erdschlusssuche sind ggf. anzupassen.

### Empfehlungen zu Netzleittechnik und Automatisierung

- Der vorzusehende wirtschaftlich sinnvolle Automatisierungsgrad ist zu ermitteln und zu beurteilen, unter Berücksichtigung der existierenden Randbedingungen der bestehenden Netzinfrastruktur inkl. dezentraler Erzeugungsanlagen.
- Die vorhandene Datenbasis in den Verteilnetzen muss verbessert werden (zusätzliche Messpunkte zur Erfassung von Betriebsmesswerten, Echtzeiterfassung), um die Beobachtbarkeit zu erhöhen und die Netzqualität zu verbessern.
- Die zentrale Netzführung ist durch teilautarke dezentrale Automatisierungseinrichtungen, dort, wo die zentrale Netzsicht nicht erforderlich ist, zu entlasten. Entscheidungen, die die Netzsicht erfordern, verbleiben in der Netzleitstelle.
- Die seitens der Verteilnetz bereitzustellenden Systemdienstleistungen unterstützen durch entsprechende Funktionalität der zentralen und dezentralen teilautarken Automatisierungseinrichtungen die Sicherstellung der Systemstabilität. Dazu gehört auch die Steuerung von systemrelevanten flexiblen Lasten und Erzeugungsanlagen.
- Die Netzleitsysteme sind mit Netzberechnungen und Prognosen auch für die Mittelspannungsnetze mit stark fluktuierender Einspeisung auszurüsten.

### Empfehlungen zu Querschnittsthemen

- Der Betrieb von Inselnetzen ist grundsätzlich technisch möglich; er bedingt jedoch einige Voraussetzungen: die Akzeptanz einer vorübergehend abgesenkten Versorgungsqualität und zusätzliche Aufwendungen, die von der vorhandenen Netzstruktur abhängig sind. Empfohlen wird, bedarfsorientiert die notwendigen Voraussetzungen zu untersuchen.
- Es sind weitgehend Systeme und Schnittstellen auf Basis von Kommunikations- und Datenbeschreibungsstandards zu nutzen, um dem Kostendruck (Investition, Betrieb und Service) zu begegnen und die Interoperabilität zu sichern.
- Ein technisch sinnvolles Gesamtkonzept, bestehend aus Automatisierungs- und Netzleittechnik und dem intelligenten Messsystem, ist zu definieren.

Die **Digitalisierung** betrifft alle Bereiche des Netzbetreibers und bedarf zusätzlicher Studien durch Forschung, Verbände und Standardisierung. Insbesondere in den Fachgebieten der Schutz-, Automatisierungs- und Netzleittechnik sind die **Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnik** verstärkt zu untersuchen.

Die Studie ist für persönliche VDE-Mitglieder kostenlos und für Nichtmitglieder zum Preis von 250,- EUR erhältlich.





# VDE

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main  
Telefon: 069 6308-0  
E-Mail: [service@vde.com](mailto:service@vde.com)  
Internet: <http://www.vde.com>