

# Vom Netz zum System

Der Fahrplan für die Weiterentwicklung  
der Netze 2017 – 2021

## VDE|FNN. Der technische Regelsetzer für die Stromnetze in Deutschland.

Das Stromnetz ist die zentrale Infrastruktur der Energiewende. Deutschland verfügt im weltweiten Vergleich über eines der zuverlässigsten Stromversorgungssysteme. Durch die Energiewende ändern sich Aufgaben und Architektur des Netzes grundlegend. Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) treibt diesen Wandel voran und legt technische Regeln dafür fest. Ziel von VDE|FNN ist die vorausschauende Entwicklung des Stromnetzes. Dem Forum gehören mehr als 450 Unternehmen an, die für das Stromnetz arbeiten, darunter Netzbetreiber und Energieversorger, Hersteller und Anlagenbetreiber, Behörden und wissenschaftliche Einrichtungen.

### Zahlen und Fakten

Stand 11/2017

>100

Dokumente veröffentlicht, um das Stromnetz zu gestalten (VDE-Anwendungsregeln, Hinweise, Studien, Lastenhefte)

>450

Unternehmen und Organisationen sind Mitglieder

2008

Gründung von VDE|FNN in Berlin

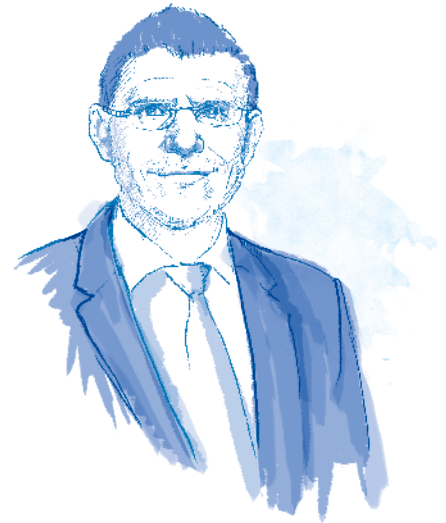


>400

Aktive Experten in Gremien

### Über den VDE e. V.

Der VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik ist mit 36.000 Mitgliedern (davon 1.300 Unternehmen) und 1.600 Mitarbeitern einer der großen technisch-wissenschaftlichen Verbände Europas. Der VDE vereint Wissenschaft, Normung und Produktprüfung unter einem Dach. Die Themenschwerpunkte des Verbandes reichen von der Energiewende über Industrie 4.0, Smart Traffic und Smart Living bis hin zur IT-Sicherheit. Der VDE setzt sich insbesondere für die Forschungs- und Nachwuchsförderung sowie den Verbraucherschutz ein. Das VDE-Zeichen, das 67 Prozent der Bundesbürger kennen, gilt als Synonym für höchste Sicherheitsstandards. Hauptsitz von VDE ist Frankfurt am Main.



# Das Netz entwickeln, Herausforderungen meistern

Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung soll bis 2050 auf 80 Prozent steigen. Damit steht der Netzbetrieb vor enormen Herausforderungen: Die Vielfalt der Akteure wächst, ebenso die Zahl von Schnittstellen, Kommunikationswegen und Betriebszuständen. Das unidirektionale Netz wird zum komplexen multidirektionalen System.

VDE|FNN gestaltet diesen Wandel als technischer Regelschreiber mit und entwickelt vorausschauend Konzepte, Lösungen und Anforderungen. In der vorliegenden Roadmap „Vom Netz zum System“ erläutert VDE|FNN die Herausforderungen der nächsten Jahre und das geplante Vorgehen. Auch für Nichttechniker eine spannende Lektüre.

A handwritten signature in blue ink that reads "Stefan Küppers". The signature is fluid and cursive, with the first name being more prominent.

Dr.-Ing. Stefan Küppers, Vorsitzender des FNN-Vorstands

# VDE|FNN gestaltet den Wandel vom Netz zum System

Stromnetze sind eine langlebige Infrastruktur, die die Basis für eine hohe Versorgungssicherheit in Deutschland bildet. Deswegen müssen heute die richtigen Weichen gestellt werden, um die Herausforderungen von morgen und übermorgen bewältigen zu können. Das System vorausschauend weiterzuentwickeln, ist eine der Kernkompetenzen von VDE|FNN. Sind die entscheidenden Weichen richtig gestellt, entwickelt sich das Netz zu einem funktionierenden System mit Millionen von Akteuren und Schnittstellen.

Bisher musste das Netz Strom von zentralen Großkraftwerken zum Verbraucher transportieren. Doch bereits heute ist die


Aufgabe komplexer, da es viele Anlagen gibt, die erneuerbare Energien dezentral verteilt in die verschiedenen Spannungsebenen des Stromnetzes einspeisen. Die Energiewende wird diese Entwicklung weiter verstärken. Die Bundesregierung hat das Ziel, bis 2050 den Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch in Deutschland im Schnitt auf mindestens 80 Prozent zu erhöhen. Dies wird sich regional unterschiedlich auswirken. Dadurch steigen die Dynamik und die Vielfalt der Netzzustände weiter an. Mit einem höheren Anteil fluktuierender Erzeuger und aktiver Verbraucher entsteht eine größere Zahl möglicher Kombinationen von Erzeugung und Last.

Vom unidirektionalen Netz ...



...zum komplexen multidirektionalen System





Die Veränderungen in Erzeugung und Last haben Auswirkungen auf **Rollen und Aufgaben** der Akteure. Übertragungsnetzbetreiber tragen die Systemverantwortung. Diese gut zu organisieren, wird immer wichtiger und komplexer. Gründe dafür sind dezentralere Erzeugungsstrukturen, die installierte Leistung in den Verteilnetzen sowie die Volatilität der Einspeisung. Wie Verteilnetzbetreiber zusammenarbeiten, um die Übertragungsnetzbetreiber bei ihrer Systemverantwortung zu unterstützen, gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Das 80-Prozent-Ziel der Bundesregierung bezieht sich auf die durchschnittliche Stromversorgung im ganzen Bundesgebiet. Doch bereits heute gibt es in bestimmten Regionen Situationen, in denen erneuerbare Energien das Doppelte des benötigten Stroms ins Netz einspeisen. Sicherer **Systembetrieb** bedeutet, dass das Netz auch in solchen Situationen stabil bleibt. Bei Überangebot werden zukünftig die Speicherung und Wandlung in andere Energieformen (Sektorkopplung) an Bedeutung gewinnen. Im Fokus der zukünftigen Entwicklung stehen auch Speichertechnologien, die Bedarf und Erzeugung entkoppeln.

Mit jeder neuen Erzeugungsanlage, mit jedem neuen Speicher und mit jedem neuen Verbraucher wächst die Zahl der Schnittstellen. So wird der Bedarf an digitaler Vernetzung und standardisierter Kommunikation immer wichtiger. Damit nimmt aber auch die Abhängigkeit von **Informations- und Kommunikationstechnologien** zu. Sollten diese ausfallen, muss der Systembetrieb weiter beherrschbar bleiben.

## Was ist und bleibt wichtig?

- Flexible Kraftwerke und Speicher tragen zur Sicherung des Systembetriebs bei Dunkelflaute bei.
- Das Drehstromsystem hat Bestand und wird um Gleichstrom-Anwendungen ergänzt.
- Der Systembetrieb muss von Systemdienstleistungen abgesichert werden.
- Netzanschlussregeln definieren den Anschluss von Anlagen an das Stromnetz.

## Was wird und muss sich ändern?

- Die Zahl der Systemnutzer und ihrer Anwender steigt.
- Ein vermehrter Zusammenschluss von Verbrauchern, Erzeugern und Speichern führt zu dynamischer und wechselseitiger Beeinflussung des Netzverhaltens.
- Dezentrale Anlagen tragen zu Systemdienstleistungen bei, um die Netz- und Systemsicherheit zu erhalten.
- Das Netz muss für alle Systemzustände (Normalbetrieb, Stör- und Stressbetrieb, Netzwiederaufbau) und für alle Erzeugungssituationen (Dunkelflaute, Erneuerbare-Energien-Flut) ausgelegt werden.
- Die Standardisierung der Informations- und Kommunikationstechnologien sowie eine abgestimmte Datenbasis sind Voraussetzungen für Transparenz und effiziente Marktmechanismen.

# Die FNN-Roadmap: Vom Netz zum System

## Rollen und Aufgaben

Mindestanforderungen und Zusatzleistungen bei Kundenanlagen

Solidarität im Verbundsystem

Smart Home:  
Schnittstelle zum Verteilnetz

Voraussetzungen für Transparenz  
des Systemzustands

## Netz- und Systembetrieb

Entwicklung von Kurzschlussleistung  
und Spannungsqualität

Netzregelung mit Stromrichtern

Möglichkeiten und Grenzen  
der Netznutzung im Verteilnetz

Auswirkungen des dynamischen  
Verhaltens auf den Netzschutz

Vorsorge für den Notbetrieb ohne IKT

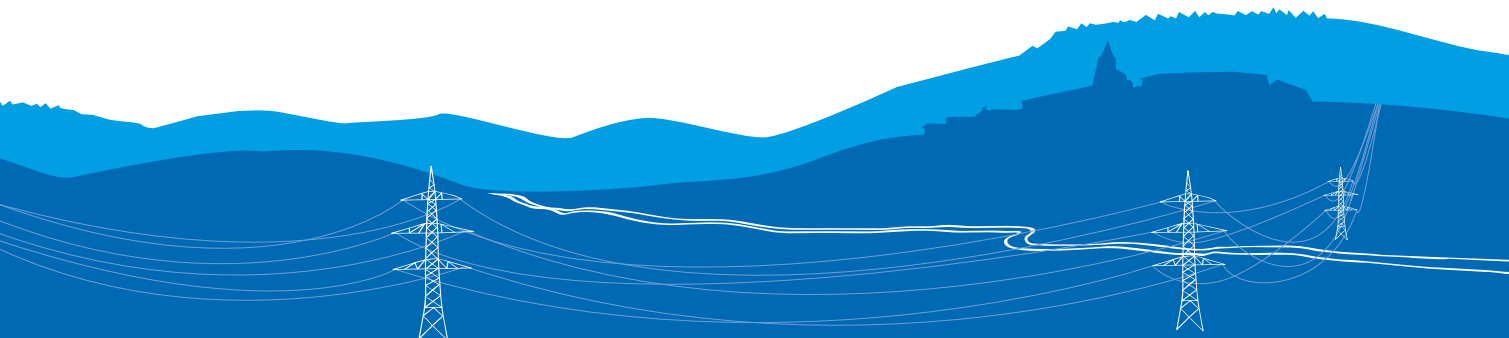
## Kommunikationstechnik

Intelligentes Messsystem  
für Steuerungsaufgaben

IKT-Sicherheitsanforderungen  
an Marktakteure

Reaktionen auf IT-Angriffe

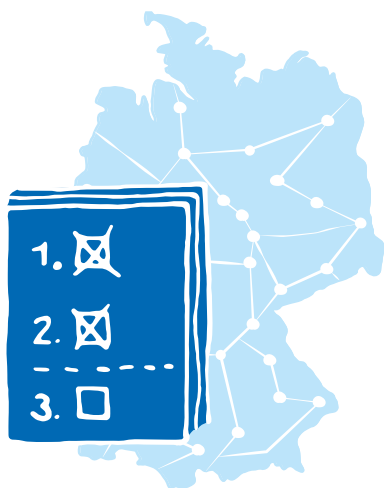
Digitalisierung: Anforderungen an den  
langfristig sicheren Betrieb mit IKT



■ FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position

■ Untersuchungsbedarf / Studie

Year	Page	Category
2019	Seite 6	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position
	Seite 7	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position
	Seite 8	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position
	Seite 9	Untersuchungsbedarf / Studie
	Seite 10	Untersuchungsbedarf / Studie
	Seite 11	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position
	Seite 12	Untersuchungsbedarf / Studie
2021	Seite 13	Untersuchungsbedarf / Studie
	Seite 14	Untersuchungsbedarf / Studie
	Seite 15	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position
	Seite 16	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position
	Seite 17	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position
2019	Seite 18	FNN-Hinweis / Anwendungsregeln / Position



## Rollen und Aufgaben

# Mindestanforderungen und Zusatzleistungen bei Kundenanlagen

Um den sicheren Netz- und Systembetrieb zu gewährleisten, müssen alle Kundenanlagen einheitlichen technischen Mindestanforderungen genügen. VDE|FNN legt die Anforderungen an Kundenanlagen in den „Technischen Anschlussregeln“ fest.

Mit der Energiewende verändern sich netztechnische Notwendigkeiten. Dies treibt die Weiterentwicklung der Mindestanforderungen der Anlagen voran. Von den Mindestanforderungen zu unterscheiden sind sogenannte Zusatzleistungen, das sind erhöhte Anforderungen, die gegebenenfalls regional oder lokal in besonderen Netzsituationen notwendig sind.

Grundlegende regulatorische Fragestellungen und wirtschaftliche Interessen, wie die Entscheidung, ob bestimmte Eigenschaften Gegenstand einer Vergütung sein sollten, werden nicht durch VDE|FNN als neutralen technischen Regelssetzer im Regelwerk behandelt.

### FNN-Aktivitäten

- FNN-Position „Mindestanforderungen und Zusatzleistungen bei Kundenanlagen“ (bereits an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016 kommuniziert)
- Ankündigung Bundeswirtschaftsministerium: Entwicklung eines Systems, in dem Blindleistung im erforderlichen Umfang volkswirtschaftlich effizient und vor allem transparent beschafft wird
- Begleitung des Prozesses aus technischer Sicht durch VDE|FNN

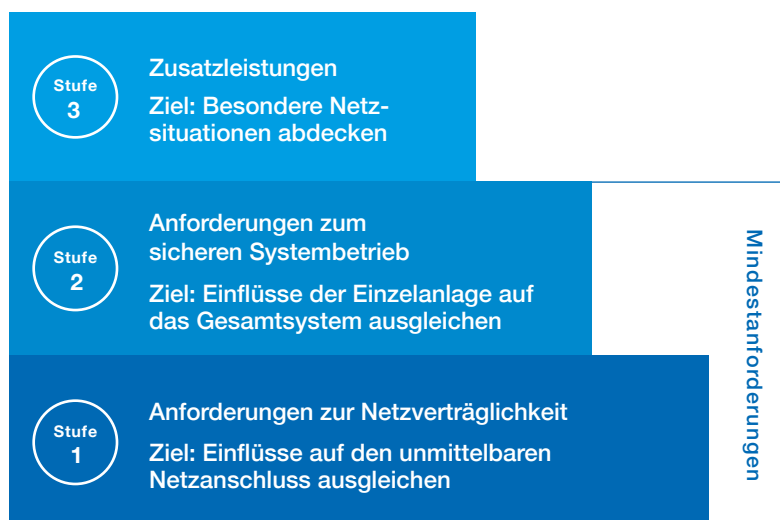
### Zeitraum

2017 – 2021

### Ergebnis

Positionierung und Prozessbegleitung

## Stufenmodell zur Bestimmung von Zusatzleistungen

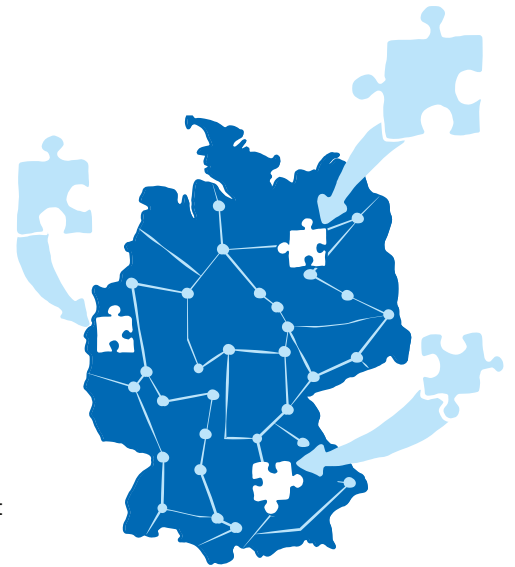


Die Abgrenzung zwischen der zweiten und dritten Stufe muss für jede Funktion differenziert betrachtet werden. Unter der Prämisse der volkswirtschaftlichen Optimierung sind hierbei die Alternativen wie z. B. Kundenanlagen, Netzbetriebsmittel, Netztopologiemassnahmen oder Sektorkopplung zu berücksichtigen.



## Rollen und Aufgaben

# Solidarität im Verbundsystem



In elektrischen Verbundsystemen beruht der sichere Betrieb auf der Solidarität der zusammengeschalteten Netze. Ihre Betreiber stimmen sich ab, wie sich die Netze bei Störungen verhalten und wie weit sich diese gegenseitig unterstützen. Das betrifft sowohl deren regeltechnische Fähigkeiten als auch ihre Reserveleistung für das Gesamtsystem. Das Solidaritätsprinzip garantiert auf diesem Wege die Sicherheit des europäischen Verbundsystems – und dies zu geringen Kosten. Die Solidarität der Netze ist und bleibt unverzichtbar.

Zur Vermeidung von Netzzusammenbrüchen trennt sich das Verbundnetz – wenn alle anderen Maßnahmen zur Netzstabilisierung nicht ausreichen – in mehrere Teilnetze. Die Teilnetze müssen dann selbstständig Erzeugung und Verbrauch im Gleichgewicht halten. Dazu müssen Anlagen aus allen Netzebenen beitragen. Teilnetze bilden sich abhängig von Störungsart und -ort und sind nicht planbar. Inselnetze werden bewusst geschaltet, zum Beispiel im Zuge von Arbeiten am Netz, und unter besonderen Bedingungen betrieben.

Die Bildung von Teil- und Inselnetzen ist eng verknüpft mit der Bereitstellung von Solidarität im Verbundsystem und birgt für die Akteure im Systembetrieb sowohl Chancen als auch Risiken. Die FNN-Position „Solidarität im Verbundsystem“ zeigt diese Chancen und Risiken auf und beschreibt den grundsätzlichen Umgang mit Teil- und Inselnetzen. So muss für ein Teilnetz mit dezentraler Erzeugung in kritischen Netzzuständen künftig abgewogen werden: Einerseits ist das Gesamtsystem so lange und so gut wie möglich zu stützen, andererseits muss ein Teilnetz rechtzeitig getrennt werden, sodass Schäden durch unzulässige Rückwirkungen aus der Übertragungsnetzebene vermieden werden.

## Bildung von Teil- und Inselnetzen

 Teilnetze	 Inselnetze
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Bilden sich bei gestörtem Betrieb</li><li>■ Spontane Bildung</li><li>■ Größe und Ausprägung nicht planbar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Werden gezielt eingesetzt bei ungestörtem und gestörtem Betrieb</li><li>■ Ausprägung geplant und abschätzbar</li></ul>

### FNN-Aktivitäten

- Definition und Abgrenzung von Teil- und Inselnetzen
- Veröffentlichung einer FNN-Info zur Bedeutung von und zum Umgang mit Teil- und Inselnetzen
- Bewertung der Notwendigkeit einheitlicher, weiterführender Regeln für den Betrieb von Teil- und Inselnetzen

### Zeitraum

2017 – 2019

### Ergebnis

Weiterentwicklung Regelwerk



## Rollen und Aufgaben

# Smart Home: Schnittstelle zum Verteilnetz

Das intelligente Haus der Zukunft kombiniert verbrauchsstarke Haushaltsgeräte, Wärmepumpen und Elektroautos mit der hauseigenen Solaranlage und dem Speicher. Einzelne Komponenten können dabei interagieren und ferngesteuert werden. Der Kunde wird zum „Prosumer“ und optimiert Energieerzeugung und -verbrauch. Dadurch kann er nicht nur seinen Alltag komfortabler gestalten, sondern auch Kosten sparen. Dies gelingt etwa, wenn der Kunde den von ihm erzeugten Strom weitgehend selbst verbraucht. Heutige Anbieter von Smart-Home-Systemen konzentrieren sich darauf, Kundensysteme aus Sicht des einzelnen Kunden zu optimieren.

Für den sicheren Netz- und Systembetrieb ist es notwendig, dass beim Einsatz auch Netzaspekte mitberücksichtigt werden, zum Beispiel bei Netzengpässen. Entscheidend dafür ist, das Smart-Home-System über eine Schnittstelle an das intelligente Messsystem anzubinden.

Für die optimale Ausgestaltung des Energiemanagements müssen aus Sicht von VDE|FNN unter anderem noch folgende wichtige Fragestellungen diskutiert werden:

- Welche Anforderungen gibt es aus Netzsicht an die Funktionen eines Smart-Home-Systems, etwa Funktionen zur netzdienlichen Nutzung oder eine Begrenzung der Austauschleistung?
- Welche Auslastungsgrenzen existieren in Verteilnetzen und wie kann sichergestellt werden, dass diese in Marktssystemen berücksichtigt werden?
- Welche Pflichten, Berechtigungen und Privilegien haben Netzbetreiber in welchen Situationen?
- Wie müssen Verteilnetze mit einer hohen Smart-Home-Durchdringung geplant werden?
- Wird eine Schnittstelle zum zentralen Energiemanagement benötigt oder gibt es mehrere Steuerlösungen für die unterschiedlichen Komponenten des Prosumer-Haushalts?

Aus netztechnischer Sicht muss es das Ziel sein, eine zentrale Kommunikationsschnittstelle zwischen Netzbetreiber und Energiemanagement zu schaffen, die alle Interessen abbildet.

### FNN-Aktivitäten

- Stakeholder-Workshop „Smart Home: Schnittstelle zum Verteilnetz“
  - Beschreibung eines Zielbildes
  - Diskussion und Meinungsbildung zu offenen Fragen
- Ableitung von Anforderungen und die Weiterentwicklung der Regulation (Fokus Netzbetrieb)

### Zeitraum

2018 – 2020

### Ergebnis

Positionierung und Weiterentwicklung Regelwerk

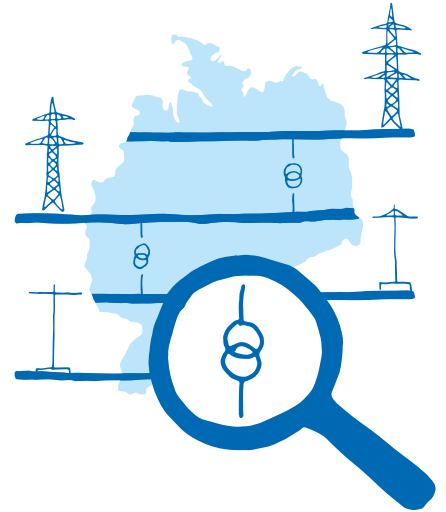
## Rollen und Aufgaben

# Voraussetzungen für Transparenz des Systemzustands

Jeder Autofahrer weiß, dass es bei Stau oder Störungen sehr hilfreich sein kann, wenn das Navigationsgerät eine alternative, wenig befahrene Route vorschlägt. Dies geschieht auf Basis von aktuellen Informationen über die umliegenden Straßen und die Verkehrslage. Dieses Bild lässt sich auf das Stromnetz übertragen. Wichtige Basis sind Echtzeit-Informationen. Um den Systemzustand transparent zu machen, bedarf es einer Abstimmung zwischen den Netzbetreibern: Sie müssen Daten untereinander austauschen.

Welche Daten entscheidend sind, ergibt sich aus den aktuellen Anforderungen des Betriebs, den künftig zu bewältigenden Aufgaben der verschiedenen Akteure und der Art und Weise, wie die Prozesse zum Datenaustausch gestaltet werden. Neben dem Datenaustausch zwischen Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern müssen auch die Schnittstellen zwischen den Verteilnetzbetreibern sowie die zu allen anderen Akteuren betrachtet werden. Wichtig sind Informationen über den Zustand der Nieder- und Mittelspannungsnetze. Dafür sind in den nächsten Jahren umfangreiche Maßnahmen erforderlich.

Um die Anforderungen an Schnittstellen, Akteure und Anlagen weiterzuentwickeln, muss der notwendige Datenumfang identifiziert werden. Im Fokus der Arbeit von VDE|FNN stehen daher der aufgaben- und prozessbezogene Datenaustausch an den Schnittstellen sowie die Priorisierung und Beschreibung der Austauschprozesse.



### FNN-Aktivitäten

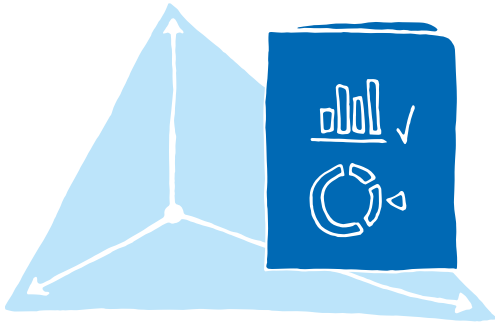
- Übersicht über aktuelle Maßnahmen und Studien mit Fokus auf dem aufgaben- und prozessbezogenen Datenaustausch
- Notwendige technische Anforderungen an Datenaustausch, Priorisierung und Prozesse sowie Überführung ins Regelwerk
- Definition eines Netzzustandsmonitors gem. Anwendungsregel Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetze (VDE-AR-N 4141-1)

### Zeitraum

2018 – 2020

### Ergebnis

Studie



## Netz- und Systembetrieb

# Entwicklung von Kurzschlussleistung und Spannungsqualität

### Kurzschlussleistung und Oberschwingungen

Erzeugungsanlagen und Motoren werden immer häufiger über Wechselrichter angeschlossen, die Zahl der direkt ans Netz angeschlossenen Generatoren und Antriebe nimmt ab. Dies führt zu einem Rückgang der Kurzschlussleistung im Netz und kann höhere Netzzrückwirkungen verursachen.

Offen ist:

- Wie können Schutzanforderungen und Systemstabilität gewährleistet werden, wenn sich Niveau und Charakter der Kurzschlussleistung im Netz verändern?
- Ist eine Analyse über alle Spannungsebenen (Nieder- bis Höchstspannung) notwendig?
- Wie verändert sich die Kurzschlussleistung, wenn die Zahl Wechselrichter-gekoppelter Anlagen im Verteilnetz zunimmt?
- Beeinflusst das Oberschwingungsverhalten von neuartigen Lasten, zum Beispiel Elektromobilität, veränderte Haushaltslasten, LED-Straßenbeleuchtung oder Wechselrichter-gekoppelte Wärmeanlagen, im Normalbetrieb sowie bei Störungen die Spannungsqualität?

### Unsymmetrie

Ein- bzw. zweiphasige Belastungen verursachen Unsymmetrien im lokalen Netz, die – wenn sie sich nicht lokal ausgleichen – negative Auswirkungen auf die übrigen Verbraucher haben können. Um die Niederspannungsnetze möglichst effektiv zu nutzen, wird diskutiert, ob die maximal anschließbare ein- oder zweiphasige Leistung reduziert werden muss. Eine Studie soll eine belastbare Grundlage für die gegebenenfalls erforderliche Anpassung des bestehenden Grenzwertes schaffen.

### FNN-Aktivitäten

- Studienbedarf zu Kurzschlussleistung und Oberschwingungen
  - Strukturierte Bestandsaufnahme mit Unterscheidung der Spannungsebenen
  - Identifikation technischer Anforderungen und Überführung der Ergebnisse in VDE-Anwendungsregeln
- Studienbedarf zur Unsymmetrie
  - Analyse und Bewertung bereits vorliegender Studien
  - Bei Bedarf Durchführung einer weiterführenden FNN-Studie
  - Überführung der Ergebnisse in VDE-Anwendungsregeln

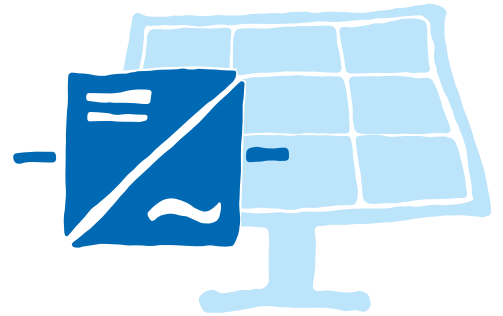
### Zeitraum

2018 – 2020

### Ergebnis

Studien

## Netzregelung mit Stromrichtern



Die Frequenz- und Spannungsqualität beruht bis heute im Wesentlichen auf den Synchrongeneratoren der Großkraftwerke. Künftig müssen die Frequenz- und die Spannungsqualität auch durch Erneuerbare-Energien-Anlagen getragen werden. Damit das Verbundsystem – und im Störfall auch Teile davon – mit einem sehr hohen Anteil an Stromrichtern stabil betrieben werden kann, sind geeignete Regelungsverfahren zu untersuchen. Stromrichtersysteme können teilweise physikalische Eigenschaften nachbilden, die denen von Synchrongeneratoren ähneln. Diese Eigenschaften gilt es, klar zu identifizieren, technologieneutral zu beschreiben und als Anforderung in Netzan-schlussregeln vorausschauend zu verankern.

VDE|FNN beteiligt sich am Projekt „Netzregelung 2.0“, vor allem mit Blick auf folgende Kernfragen:

- Unter welchen Bedingungen und mit welchen Regelungsverfahren können Komponenten und Teilnetze durch Stromrichter unter Einhaltung der Stromgrenzen stabil am Verbundnetz betrieben werden?
- Wie viele spannungseinprägende, Stromrichter-gekoppelte Erzeugungsanlagen werden gegebenenfalls auf welcher Spannungsebene benötigt und mit welchen Eigenschaften?
- Mit welchen Anteilen von Erzeugungsanlagen-Typen, d. h. rotierende Generatoren sowie strom- und spannungsgeregelte Stromrichter, kann die Systemstabilität gewährleistet werden?
- Wie weit kann die konventionelle Mindesterzeugung „Must Run Units“ reduziert werden?
- Wie sieht ein Zielszenario für die Frequenz- und Spannungsregelung im Netzverbund aus?

Schwerpunkt von VDE|FNN ist es, Anwendungsregeln weiterzuentwickeln und Empfehlungen zur Anpassung der nationalen und europäischen Netzan-schlussregeln zu geben. Neue Regelungsverfahren sollen schnell alltagstauglich und systemkompatibel werden.

### FNN-Aktivitäten

- Partner beim Projekt „Netzregelung 2.0“
  - Bewertung und Empfehlungen zur Anpassung oder Erweiterung von Netzan-schlussregeln
  - Begleitung und Überführung der Ergebnisse in Anwendungsregeln

### Zeitraum

2017 – 2021

### Ergebnis

Weiterentwicklung Regelwerk



## Netz- und Systembetrieb

# Möglichkeiten und Grenzen der Netznutzung im Verteilnetz

Noch ist die Elektromobilität ein Nischenmarkt in Deutschland. Das politische Ziel aber ist der Massenmarkt. Dazu müssen frühzeitig und vorausschauend Anforderungen aus Sicht der Stromnetze definiert werden. Weil sie sehr zuverlässig arbeiten und allgemein verfügbar sind, bilden sie das Rückgrat der Ladeinfrastruktur. Im Vordergrund stehen dabei die Niederspannungsnetze. Je mehr Elektroautos geladen werden, desto stärker steigen die Gleichzeitigkeit und langfristig der Bedarf an Netzkapazität. Möglichkeiten und Grenzen der Netznutzung in den unteren Spannungsebenen sind mit dem Fokus auf Elektromobilität zu untersuchen. In der im Mai 2017 veröffentlichten FNN-Position zur Elektromobilität werden Spielregeln für die flächendeckende Verbreitung von Elektroautos formuliert. Voraussetzung ist dabei das dreiphasige Laden als Standard. Außerdem ist einphasiges Laden quasi überall möglich, muss aber auf Einzel- bzw. Notfälle beschränkt werden. Bei größerer Durchdringung ist eine Koordinierungsfunktion, die den Vorrang für netzbetriebliche Steuersignale in netzkritischen Situationen sicherstellt, unabdingbar.

Ziel von VDE|FNN ist es, die fachkreisübergreifende, technische und betriebliche Grundlage für einen zügigen, netzverträglichen Ausbau der Elektromobilität zu schaffen.

### FNN-Aktivitäten

- Analyse der Herausforderungen und Erarbeitung möglicher Lösungsansätze bei der Entwicklung der Ladeinfrastruktur für Nieder- und Mittelspannung
- FNN / BDEW-Metastudie „Forschungsüberblick Konzepte für die Netzintegration Elektromobilität“
  - Analyse der Vorgehensweisen und Parameter zur Einordnung der Teilbereiche: Durchdringungs- und Markthochlaufsenarien, Batterietechnologien, betrachtete Netze und Systemauswirkungen
  - Bewertung der Auswirkungen auf die Netze
- Ableitung von Handlungsempfehlungen für optimale Netzintegration der Elektromobilität und Überführung in die technischen Regelwerke

### Zeitraum

2017 – 2019

### Ergebnis

Metastudie

## Auswirkungen des dynamischen Verhaltens auf den Netzschutz



Die Einspeisung von erneuerbaren Energien in das Verteilnetz nimmt zu, zugleich werden Großkraftwerke am Höchstspannungsnetz abgeschaltet. Um das System unter diesen Voraussetzungen stabil zu halten, wird die dynamische Netzstützung aus den Verteilnetzen immer wichtiger. Bereits die 2014 veröffentlichte FNN-Studie „Verhalten im Fehlerfall“ ergab, dass sich Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz bei kurzzeitigen Spannungseinbrüchen künftig vollständig dynamisch stützend verhalten sollten. Eine eingeschränkte dynamische Netzstützung durch Anlagen in der Niederspannung wird voraussichtlich mit der überarbeiteten Anwendungsregel „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ (VDE-AR-N 4105) zur Pflicht. Neue Anlagen müssen dann bei kurzzeitigen Spannungseinbrüchen oder -erhöhungen am Netz bleiben und es dadurch stützen. Damit lässt sich das ungewollte Abschalten von Erzeugungsleistung vermeiden.

Sollen sich Erzeugungsanlagen im Fehlerfall künftig vollständig dynamisch stützend verhalten, würde sich dies in der Praxis jedoch stark auf den Netzschutz und die Inselnetzerkennung auswirken. Gegebenenfalls könnten beispielsweise Kurzschlussanzeiger bei einer vollständigen Netzstützung nicht mehr verlässlich zur Auswertung von Fehlern verwendet werden. Es soll untersucht werden, unter welchen Bedingungen eine vollständige dynamische Netzstützung sinnvoll ist. Darüber hinaus werden Wege gesucht, die bestehenden Schutzfunktionen bei gleichzeitiger dynamischer Netzstützung zu kombinieren.

### FNN-Aktivitäten

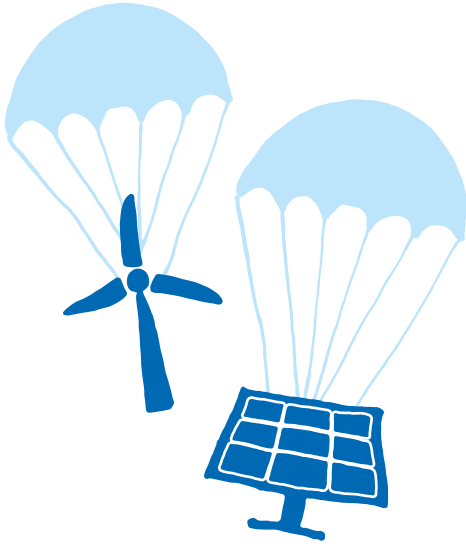
- Untersuchung, ob die Einführung einer vollständigen dynamischen Netzstützung in der Nieder- und Mittelspannung erforderlich ist
- Analyse der bestehenden Schutztechnologien und Prüfung der Kompatibilität mit eingeschränkter dynamischer Netzstützung

### Zeitraum

2018 – 2020

### Ergebnis

Studien



## Netz- und Systembetrieb

# Vorsorge für den Notbetrieb ohne IKT

Netzbetreiber setzen bei ihrer Arbeit immer stärker auf Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Dadurch entstehen neue Risiken: Was tun bei einem Ausfall der IKT? Kann das System ohne funktionsfähige IKT über einen gewissen Zeitraum weiter betrieben werden?

Zudem dürfen sich Anlagen im Fall einer IKT-Störung nicht automatisch vom Netz trennen. Bei der Weiterentwicklung der Technischen Anschlussregeln von VDE|FNN werden bereits Automatismen diskutiert und festgeschrieben, die in einem solchen Fall eine gewisse Trägheit der Anlagen garantieren. So sollen beispielsweise alle Anlagen auf die System- und Netzparameter Frequenz und Spannung reagieren und sich entsprechend der eingestellten Kennlinien verhalten.

VDE|FNN wird Notlaufeigenschaften für den Betrieb ohne IKT entwickeln. Auch die Frage nach netzstabilisierenden Rückfallwerten ist noch offen.

### FNN-Aktivitäten

- Fallunterscheidungen (Ausfall verschiedener Kommunikationswege)
- Notlaufeigenschaften aus System-sicht sowie notwendige Default-Werte und Zugriffsrechte
- Systemische Lösung, die über den Ausfall einer Einzelanlage hinausgeht
- Ableitung von Handlungsbedarfen und Überführung der Ergebnisse in VDE-Anwendungsregeln

### Zeitraum

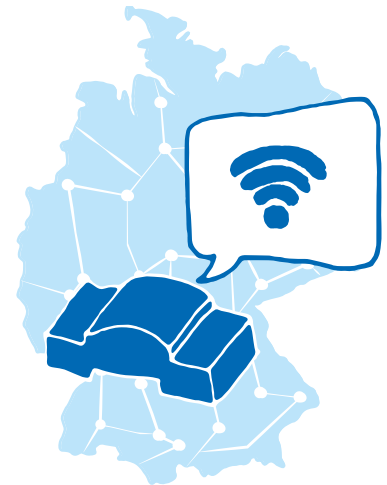
2017 – 2019

### Ergebnis

Studie



# Intelligentes Messsystem für Steuerungsaufgaben



Ein wichtiger Baustein für den Umbau des Energiesystems ist das intelligente Messsystem: Es soll sichere Kommunikation mit fernsteuerbaren Erzeugungsanlagen und Verbrauchsgeräten ermöglichen. Mit seiner Hilfe sollen Schwankungen zwischen Stromangebot und -nachfrage ausgeglichen und erneuerbare Energien besser in den Strommarkt integriert werden. Verschiedene Akteure auf dem Strommarkt erhalten in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, auf Markt- und Netzsituationen zu reagieren. Per Gesetz werden Erzeugungsanlagen über das intelligente Messsystem angebunden und sollen damit steuerbar werden.

VDE|FNN treibt die Entwicklung einer standardisierten Steuerlösung voran: Ziel ist die herstellerübergreifende Standardisierung eines modularen und flexibel erweiterbaren Messsystems. Es soll stufenweise eingeführt werden, beginnend mit der Ablösung der Rundsteuertechnik auf Niederspannungsebene. Auf ihr basieren heute die meisten Steuerungsanwendungen. Damit Netzbetreiber ihrer Verpflichtung nachkommen können, einen sicheren Netzbetrieb zu gewährleisten, ist es zwingend notwendig, dass sich Steuerungsbefehle priorisieren lassen. Diese Funktion ist in die derzeitige Architektur des intelligenten Messsystems zu integrieren.

### FNN-Aktivitäten

- Position „Steuerung mit dem intelligenten Messsystem“ (2017 veröffentlicht)
- FNN-Lastenhefte als Grundlage für Gerätespezifikationen: Steuerbox als erster Schritt zur Ablösung der Rundsteuertechnik
- Architekturkonzept zur Umsetzung der Steuerungsfunktionen

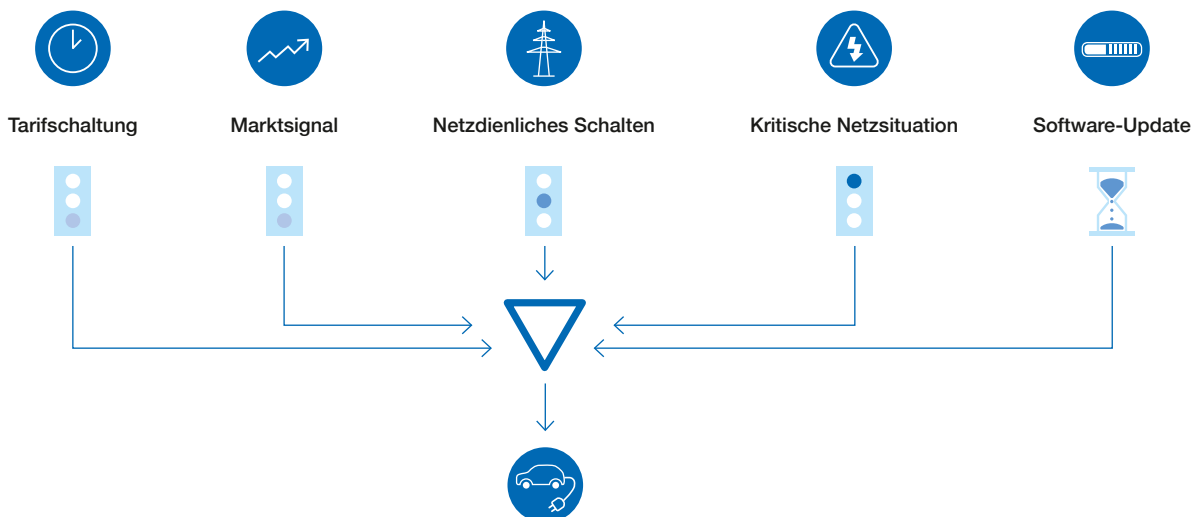
### Zeitraum

2017 – 2021

### Ergebnis

Hinweise, Lastenhefte, Umsetzungshilfen

## Herausforderung Koordinierungsfunktion





## Kommunikationstechnik

# IKT-Sicherheitsanforderungen an Marktakteure

Der Netzbetrieb in Verteilnetzen ist zunehmend abhängig von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Netzbetreiber sind für deren einwandfreien Betrieb verantwortlich und verpflichtet, die IKT-Systeme in angemessener Weise gegen Bedrohungen zu schützen. Dazu müssen Betreiber kritischer Infrastrukturen Anforderungen des IT-Sicherheitskatalogs der Bundesnetzagentur erfüllen.

Direktvermarkter, Betreiber virtueller Kraftwerke und Hersteller, die Anlagen monitoren oder fernwarten, haben Zugriff auf die Erzeugungsanlagen. Auch durch diese Rollen wird gegebenenfalls systemrelevante Leistung gebündelt. Eine Manipulation oder ein Ausfall können kritische Auswirkungen auf das System haben.

Bei einem möglichen Angriff sind verschiedene systemkritische Szenarien denkbar. Fehlfunktionen können etwa zur Abschaltung von Anlagen führen. Daher sind regulatorische und organisatorische Maßnahmen festzulegen sowie Prozesse vorzugeben, wie sich neue und bestehende Akteure in Verteilnetzen abstimmen und Informationen austauschen. Mögliche Handlungsempfehlungen richten sich darauf, Hersteller und Betreiber virtueller Kraftwerke analog zu den Netzbetreibern als Betreiber kritischer Infrastrukturen einzustufen und zur Einhaltung und Umsetzung des IT-Sicherheitskatalogs zu verpflichten. Darüber hinaus müssen aus netz- und systembetrieblicher Sicht nicht kontrollierbare Gleichzeitigkeitseffekte vermieden werden. Geeignete Marktprozesse sind zu entwickeln und zu begleiten. Diese erweiterten Anforderungen sind durch den Gesetzgeber umzusetzen.

### FNN-Aktivitäten

- Sicherheitsanforderungen für weitere Marktteilnehmer: Prüfung und Begleitung der Entwicklung
- Kriterien zur Einstufung des Zugriffs auf systemrelevante, aggregierte Summenleistungen
- Risiko minimieren bei unbefugtem Steuern großer Summenleistungen

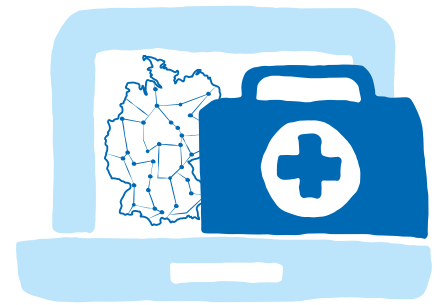
### Zeitraum

2018 – 2019

### Ergebnis

Positionierung

## Reaktionen auf IT-Angriffe



IT-Angriffe auf Netzbetreiber können systemrelevante Auswirkungen haben. Beeinträchtigen Angreifer etwa wichtige Funktionen der IT, so können erhebliche netzbetriebliche Probleme entstehen. Da sich Angriffe meist nicht vollständig abwehren lassen, sind Maßnahmen zur Schadensbegrenzung umso wichtiger. Netzbetreiber sind dazu verpflichtet, zum Schutz der relevanten Anwendungen, Systeme und Komponenten ein Informationssicherheits-Managementsystem (ISMS) nach ISO 27001 einzuführen und zu zertifizieren. Das ISMS ist als dauerhafter und regelmäßiger Prozess in die Organisationsstruktur des Unternehmens zu integrieren, indem es zyklisch geplant, durchgeführt und kontinuierlich verbessert wird.

Treten Sicherheitsvorfälle auf, werden diese dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik gemeldet. VDE|FNN hat hierzu eine Umsetzungshilfe bereitgestellt, die Unternehmen bei der Einführung eines ISMS und bei Meldeprozessen unterstützt. Zudem sollen Handlungsempfehlungen für den laufenden Betrieb und Hinweise zum Umgang mit IT-Angriffen erarbeitet werden.

### FNN-Aktivitäten

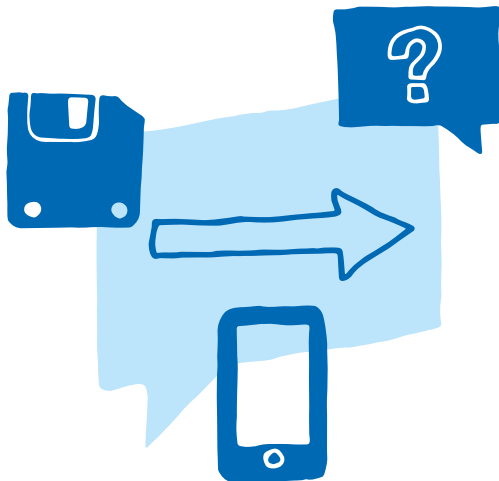
- Erstellung und Pflege eines Leitfadens zur Abwehr von IT-Angriffen, Vorgehensweisen zum Umgang mit IT-Sicherheitsvorfällen
- Laufender Betrieb von Kommunikationstechnik (Patch-/Schlüsselmanagement)
- Erfahrungsaustausch und Best-Practice-Transfer

### Zeitraum

2018 – 2020

### Ergebnis

Hinweis



## Kommunikationstechnik

# Digitalisierung: Anforderungen an den langfristig sicheren Betrieb mit IKT

Im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung des Energiemarktes werden Daten aus dem Netz und von den Marktakteuren auf neuen Wegen verarbeitet. Dabei wird der Gesetzgeber weitergehende Festlegungen zu persönlichen und nicht-persönlichen Daten treffen, die auch Netzbetreiber berücksichtigen müssen, wenn sie Daten erfassen und verarbeiten. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass relevante Daten nicht nur in der Netzleittechnik verarbeitet werden, sondern auch vermehrt in separaten operativen Systemen, den sogenannten Internet-of-Things-Datenplattformen. Sie werden in der Netzperipherie betrieben. Schließlich steigen die Ansprüche an die Verfügbarkeit und Sicherheit der eingesetzten Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Denn die Überwachung des Netzzustandes und der Netzbetriebsmittel, die manuellen und automatisierten Steuer- und Regeleinriffe an Kundenanlagen und Netzbetriebsmitteln sowie die Nutzung von Marktmechanismen nehmen zu und erhöhen die Komplexität des Netzbetriebs.

Bislang ist die Infrastruktur der Kommunikation im Netzbetrieb auf langlebigen Komponenten und zumeist auf netzbetreibereigenen Strukturen aufgebaut. Wie lange die heute eingesetzten IKT sicher betrieben werden können, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorauszusagen. Es müssen jedoch bereits heute die Anforderungen definiert werden, die in 20 Jahren an das System gestellt werden. Sie orientieren sich an den komplexen Aufgaben der Zukunft.

VDE|FNN wird für den Netzbetrieb relevante Entwicklungen beobachten und diese gemäß gesetzlicher Rahmenbedingungen in die Anwendungsregeln aufnehmen.

### FNN-Aktivitäten

- Weiterentwicklung der Anforderungen an Datenbeschaffung, -nutzung und -verarbeitung in den VDE-Anwendungsregeln
- Untersuchungsschwerpunkte:
  - Einsatz eines öffentlichen oder dedizierten Netzes
  - Bewertung der unterschiedlichen Ausgestaltung einer IKT-Infrastruktur
  - Entwicklung einer Systematik zur Bewertung der technischen Verfügbarkeit

### Zeitraum

2018 – 2021

### Ergebnis

Weiterentwicklung Regelwerk



## Zusammenfassung

Das politische Ziel ist klar: Mit der Energiewende wird die Energieversorgung Deutschlands komplett umgestellt. Im Fokus steht dabei nicht nur, die erneuerbaren Energien auszubauen und ihren Anteil an der Stromerzeugung zu erhöhen, sondern auch, sie in den Bereichen Wärme und Verkehr einzusetzen. Um die Anforderungen bewältigen zu können, die sich aus der zunehmenden Vernetzung der Akteure ergeben, muss der Energiesektor Vorreiter bei der Digitalisierung werden. Der jederzeit sichere Systembetrieb steht dabei im Mittelpunkt.

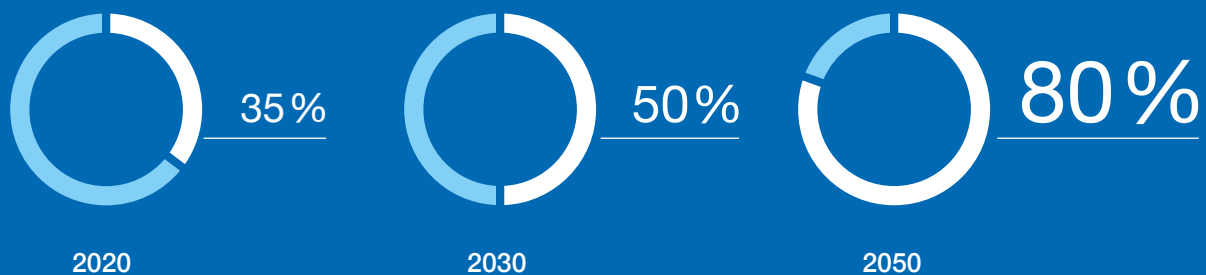
Die zentralen Herausforderungen für einen langfristig sicheren Netzbetrieb sind identifiziert. Um sie zu meistern, muss das Stromnetz bereits heute vorausschauend weiterentwickelt werden. Die für diesen Prozess wichtigen Themen hat VDE|FNN in dieser Roadmap definiert. Sie werden seine Arbeit in den nächsten Jahren bestimmen.

Um diese Themen voranzubringen, ist weiterhin ein hoher Einsatz vieler Experten aus den verschiedensten Unternehmen notwendig. Ihr Engagement ist für die Arbeit von VDE|FNN essenziell. Die fachkreisübergreifende Vernetzung ermöglicht es, Themen aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten und vorausschauend zu entwickeln.

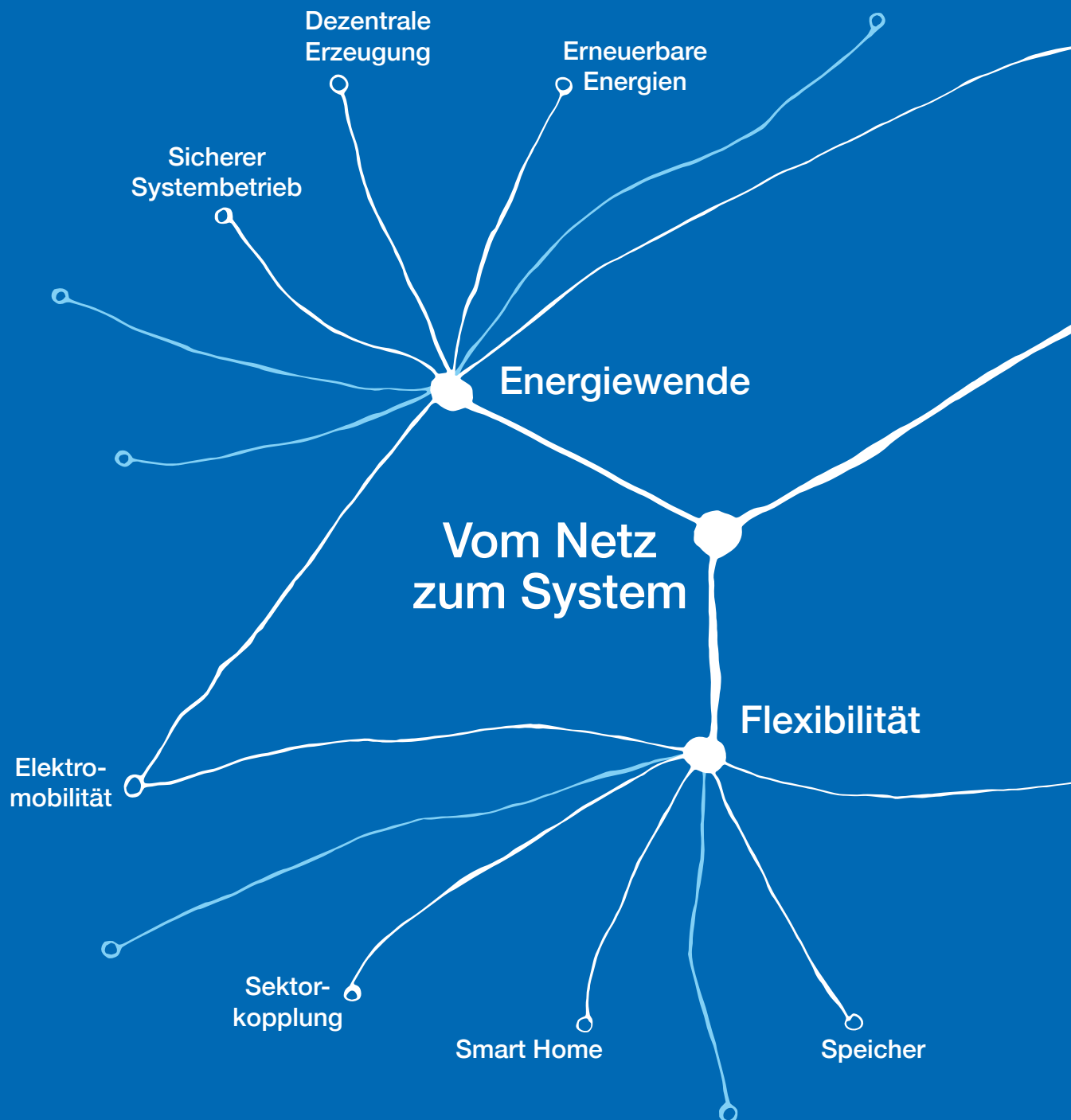
Neben den in der Roadmap adressierten Themen arbeitet VDE|FNN an zahlreichen netzbetrieblichen Aspekten, die seit Langem identifiziert sind. Sie werden die Arbeit von VDE|FNN auch zukünftig bestimmen.

VDE|FNN als technischer Regelsetzer für Stromnetze in Deutschland trägt mit seiner Arbeit bedeutend zum Gelingen der Energiewende bei. Ziel ist der jederzeit sichere Systembetrieb, um bei steigender Aufnahme erneuerbarer Energien langfristig die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

### Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch: Ziele der Bundesregierung



# VDE|FNN macht das Stromnetz fit für die Zukunft





**Digitalisierung**

Versorgungs-  
qualität

IT-Sicherheit

Intelligente  
Messsysteme

## Impressum

### Herausgeber

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e. V.  
Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN)  
Bismarckstraße 33  
10625 Berlin  
Telefon +49 30 383868-70  
fnn@vde.com  
www.vde.com/fnn

November 2017

3st kommunikation, Mainz



**VDE**

VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN)  
Bismarckstr. 33  
10625 Berlin

Tel. +49 30 383868-70  
[fnn@vde.com](mailto:fnn@vde.com)  
[www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)

**VDE**