

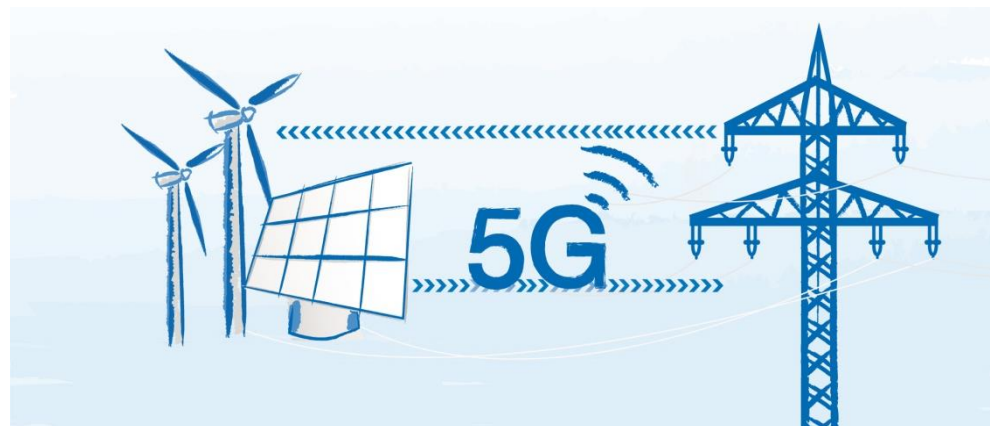
## 5G fit machen für den Stromnetzbetrieb

Das elektrische Energieversorgungsnetz muss überwiegend auf Grundlage massenhaft im System verteilter Anlagen sicher und zuverlässig betrieben werden.

Intelligente Energienetze werden dabei bestimmt durch einen hohen Vernetzungsgrad zahlreicher dezentraler Anlagen. Das Datenaufkommen steigt insbesondere durch Verbrauchs- und Einspeiseüberwachungen und die Kommunikation zwischen zahlreichen Marktakteuren stark an. In welcher Form kann dabei die Mobilfunktechnologie der 5. Generation (5G) als eine mögliche Lösungsoption neben anderen Kommunikationstechnologien für diese Herausforderungen dienen?

### Das Wichtigste in Kürze

- 5G als eine zukünftige Basistechnologie für den Stromnetzbetrieb in der Mittel- und Niederspannungsebene entwickeln
- 5G wird Teil der kritischen Infrastruktur
- 5G für die zuverlässige, schnelle und sichere Übertragung von verteilten großen Datenmengen auslegen
- 5G muss flächendeckend und mit hoher Dienstgüte verfügbar sein
- Qualität von 5G Komponenten für kosteneffizienten Netzbetrieb entwickeln



## 5G als eine zukünftige Basistechnologie für den Stromnetzbetrieb in der Mittel- und Niederspannungsebene entwickeln

Die Anzahl der zu steuernden Anlagen im Netz auf Kunden- oder Erzeugerseite steigt durch die Umsetzung der Energiewende laufend an. Die Herausforderung besteht darin, mit den massenhaft im System vorhandenen Anlagen einen sicheren und zuverlässigen Systembetrieb zu organisieren. Entscheidend ist dabei die Steuerung von Anlagen in der Mittel- und Niederspannung. Aktuell werden systemrelevante Einzelanlagen in den höheren Spannungsebenen (i. e. Hoch- und Höchstspannungsebene) über netzbetreibereigene Fernwirkverbindungen angesteuert. Künftig muss auch die gleichzeitige Steuerbarkeit von vielen Anlagen in der Mittel- und Niederspannung möglich sein.

### **Auswirkung:**

Anlagen müssen durch verschiedenste Marktakteure gesteuert werden. In der Masse sind die Anlagen im Niederspannungsnetz systemrelevant. D. h., ein Ausfall eines Teils dieser Anlagen gefährdet den Systembetrieb.

### **Forderung:**

- Für systemrelevante Anwendungen müssen die Anforderungen an Verfügbarkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit erfüllt werden.
- Damit verschiedene Marktakteure auf eine Anlage zugreifen können, muss Mehrmandantenfähigkeit bestehen. Eine Vielzahl von Marktakteuren (inkl. Netzbetreibern) müssen untereinander kommunizieren können.

## 5G wird Teil der kritischen Infrastruktur

Der Betrieb öffentlicher Kommunikationsnetze ist von der Stromversorgung abhängig. Stromversorgungsnetze sind auf die Verfügbarkeit des Kommunikationsnetzes angewiesen, welches aus dem im Eigenbetrieb durch den Netzbetreiber betriebenen Prozessnetz besteht und zunehmend um Kommunikation über öffentliche Kommunikationsnetze ergänzt wird. Die Prozesskommunikationsnetze der Netzbetreiber sind mit dedizierten Netzersatzanlagen ausgestattet und stehen (in der Regel länger als einen Tag) ohne externe Stromversorgung für die Kommunikation zur Steuerung des Stromnetzes zur Verfügung. Die öffentlichen Kommunikations-

netze hingegen fallen in der Regel bei Ausfall der Stromversorgung mehr oder weniger umgehend aus.

**Auswirkung:**

Mit zunehmender Digitalisierung hängen der Betrieb und somit auch die Sicherheit der Stromnetze immer stärker von der Verfügbarkeit und Sicherheit der öffentlichen Kommunikationsnetze ab.

**Forderung:**

- 5G muss so aufgebaut werden, dass sie Teil der kritischen Infrastruktur ist und die kritische Infrastruktur des Stromnetzes mit höchster Priorität und entsprechend den regulatorischen Rahmenbedingungen, u. a. gemäß des IT-Sicherheitsgesetzes der Bundesregierung, bedient.
- Bei der Entwicklung von 5G muss die höchstmögliche Sicherheit gegen Cyber-Attacken jederzeit mitgedacht werden. Zukünftige systemrelevante Anwendungen und Anforderungen sind dabei von Beginn an zu berücksichtigen.
- Im Großstörungsfall muss der sichere und zuverlässige Weiterbetrieb der Anwendungen über 5G möglich sein. Hierzu ist eine ausreichend dimensionierte Notstromversorgung, z. B. durch Batteriepuffer, erforderlich (z. B. über 48 Stunden).

## 5G für die zuverlässige, schnelle und sichere Übertragung von verteilten großen Datenmengen auslegen

Deutschland verfügt über eines der zuverlässigsten Stromnetze in Europa. Die Versorgungszuverlässigkeit liegt gemäß der FNN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik im Mittel bei etwa 99,998 %, d. h. bei einigen Netzen liegt sie sogar bei 100 %. Die hohe Versorgungszuverlässigkeit ist eine wichtige Voraussetzung für den Industriestandort Deutschland. Ziel ist es, die hohe Versorgungszuverlässigkeit im Rahmen der Umsetzung der Energiewende beizubehalten.

**5G muss die Anforderungen des Netzbetriebs an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Störungsresistenz und Sicherheit erfüllen.**

**Auswirkung:**

Zur Erfassung und Bewertung des Systemzustandes müssen künftig große Datenmengen aus einer Vielzahl von Anlagen gleichzeitig erfasst und ausgewertet werden. Auf dieser Basis müssen dann bei Bedarf schnelle Handlungen im Netzbetrieb erfolgen, z. B. gleichzeitige Steuerungen von vielen Anlagen.

**Forderung:**

Die 5G-Technologie muss hierfür u. a. folgende Anforderungen erfüllen:

- Echtzeitfähigkeit mit geringer Latenz (z.B. 5 ms) einhalten.
- Ausreichend verfügbare Bandbreite, damit die Vielzahl der in der Fläche anzusteuern Anlagen ausreichend schnell erreicht und gesteuert werden können (z.B. 10.000 Anlagen pro km<sup>2</sup>).
- Zuverlässigkeit von 100 % einhalten, um eine Einschränkung im Netzbetrieb zu vermeiden und die bestehende hohe Versorgungszuverlässigkeit auch weiterhin anbieten zu können.
- Kostentragung für eventuelle Folgeschäden und Haftungsfragen müssen (vertraglich oder gesetzlich) geregelt werden.

## 5G muss flächendeckend und mit hoher Dienstgüte verfügbar sein

Der steigende Vernetzungsgrad des zukünftigen Energiesystems zieht sich von der Netz- und Erzeugungsebene über Steuerungssysteme der Industrie (Smart Factory) bis hin zu den Letztverbrauchern (Smart Home). D. h., es sind Daten verteilt über die Fläche von ganz Deutschland auszutauschen.

**Auswirkung:**

Dort, wo 5G nicht verfügbar ist, müssen zusätzliche technische Lösungen gefunden und betrieben werden, die allerdings Mehrkosten verursachen.

**Forderung:**

Die 5G-Technologie muss hierfür u. a. folgende Anforderungen erfüllen:

- Verfügbarkeit des 5G-Netzes muss flächendeckend sichergestellt werden, auch für außergewöhnliche Orte (z. B. Kellerräume, ländliche Regionen) und Umgebungsbedingungen (z. B. große Temperaturunterschiede).

- Die nicht abgedeckte Leistung darf nicht systemrelevant sein.
- Von jedem Ort in Deutschland muss jeder andere Ort in Deutschland zuverlässig, sicher und mit hoher Dienstgüte kommunikationstechnisch erreicht werden (z. B. etwa 1500 km).

## Qualität von 5G Komponenten für kosteneffizienten Netzbetrieb entwickeln

Netzbetriebsmittel haben eine hohe Lebensdauer und sind in großer Zahl verbaut.

### Auswirkung:

Kürzere Lebensdauern der Komponenten oder kürzere Wartungsintervalle verursachen Zusatzaufwand und mitunter auch Einschränkungen im Netzbetrieb.

### Forderung:

Die 5G-Technologie muss hierfür u.a. folgende Anforderungen erfüllen:

- Technologieverfügbarkeit von mindestens 20 Jahren
- Mindestlebensdauer der Komponenten von 10 Jahren

**Tabelle 1: 5G Eigenschaften – Netzbetriebliche Anforderungen**

Aspekt	5G Eigenschaft	Anforderungen aus netzbetrieblicher Sicht
Echtzeitfähigkeit - Latenz	5 ms	5 ms
Echtzeitfähigkeit – Jitter	-	1 ms
industrielle Servicequalität	Bandbreite	1 Gbit/s (speziell in der Niederspannung: 100 kbit/s pro Anlage mit intelligentem Messsystem)
	Mobiles Datenvolumen	10 TB/s/km <sup>2</sup>
	Anzahl der Geräte:	1 Mio./km <sup>2</sup>
	Zeitraum des Informationsverlustes während Ausfällen	-
Verfügbarkeit / Abdeckung	-	100 %

	Reichweite	-	gute Gebäudedurchdringung
	Zuverlässigkeit	99,999 %	100 %
	Weiterbetrieb im Großstörungsfall	-	Ja (z. B. Notstromversorgung über 48 Stunden)
	Mehrmandantenfähigkeit	Ja (Netzabschnitte)	Ja
<b>Betrieb und Instandhaltung</b>	Zusatzleistungen (keine Standardbetriebsleistungen)	Reduzierung des Energieverbrauchs um Faktor 10	Lebensdauer > 10 Jahre; Auslegung für rauhe Umgebungsbedingungen
	Benutzerfreundlichkeit	-	Ja, erforderlich, z. B. Plug and Play
	Service Level Agreement - Werkzeuge	-	Monitoring-, Management- und automatisierte Konfigurations-Werkzeuge
	Service-Einsatzzeit (Zeit zwischen Anforderung und Realisierung)	90 min	Wenige Stunden
	Private 5G Infrastrukturen	-	Ja, müssen möglich sein
	Skalierbarkeit: Anzahl der Geräte pro km <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>
	Weltweit harmonisierte Definition der Service-Qualität	-	Ja
<b>Nicht-technisch</b>	Technologieverfügbarkeit	-	> 20 Jahre
	Weltweit vereinfachte Zertifizierung von IKT-Komponenten	-	Ja
	Priorisierung von Datendiensten	-	Insbesondere für netzdienliche Anwendungen erforderlich
<b>Zugesicherte Garantien</b>		-	obligatorisch

## Fazit

Die Anforderungen des Netzbetriebs an eine Kommunikationstechnologie zum Monitoring oder zur Steuerung elektrischer Anlagen steigen mit der Systemrelevanz der entsprechenden Anlagen. Zudem muss die genutzte Kommunikationstechnologie für den jeweiligen Anwendungsfall die entsprechenden Mindestanforderungen erfüllen.

Tabelle 1 stellt bisher diskutierte 5G Eigenschaften und netzbetriebliche Anforderungen gegenüber.

Je mehr Anforderungen aus dem Netzbetrieb durch 5G künftig erfüllt werden, umso mehr stellt die 5G Kommunikationstechnologie eine weitere mögliche Option zur Lösung der anstehenden Herausforderungen im Netzbetrieb dar.

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.  
Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN)

Bismarckstr. 33  
10625 Berlin  
Tel.: +49 30 383868-70  
E-Mail: [fnn@vde.com](mailto:fnn@vde.com)  
[www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)