



Bundesnetzagentur

Bericht

zur Spannungsqualität 2020



Bericht zur Spannungsqualität

2020

Bericht zur freiwilligen Umfrage über die Spannungsqualität in Unternehmen
Stand: Mai 2021

**Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas,
Telekommunikation, Post und Eisenbahnen**

Referat 620

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Tel.: +49 228 14-0

Fax: +49 228 14-8872

E-Mail: info@bnetza.de

Vorwort

Der Fortschritt der Energiewende und die damit einhergehende Veränderung der Erzeugungstechnik führen regelmäßig zu Diskussionen über die Spannungsqualität der Elektrizitätsnetze. Sei es die Veränderung von der konventionellen Technik hin zur Leistungselektronik oder der Weg von zentraler zu dezentraler Stromversorgung: unterschiedlichste Umstände können Auswirkungen auf die Spannungsqualität haben. Dieser Bericht soll Aufschluss über den derzeitigen Stand bei der Spannungsqualität im deutschen Stromnetz geben.

Bislang verfügte die Bundesnetzagentur (BNetzA) über keine ausreichende Datenlage zur Spannungsqualität auf Verbraucherseite. Eine gesetzliche Meldepflicht von Unternehmen für diese Daten besteht nicht. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesnetzagentur im Jahr 2020 eine freiwillige Befragung im Bereich der Spannungsqualität bei Unternehmen durchgeführt, die an der Nieder-, Mittel- und Hochspannung angeschlossen sind. Die Befragung soll dazu dienen, zu beurteilen, ob ein regulatorischer Handlungsbedarf besteht oder die bestehenden Vorgaben ausreichen. Hierzu wurden insgesamt knapp 600 Industrieunternehmen angeschrieben, um Fragen zur Spannungsqualität für den Zeitraum von 2018 bis zum ersten Halbjahr 2020 zu beantworten. Zusätzlich wurden die Verbände „Bundesverband der Deutschen Industrie“, „Verband der Industriellen Energie u. Kraftwirtschaft“ sowie die „Deutsche Industrie und Handelskammer“ kontaktiert und gebeten, die Mitgliedsunternehmen über die Befragung zu informieren. Der Fragebogen wurde außerdem auf der Homepage der Bundesnetzagentur veröffentlicht und für die Allgemeinheit zugänglich gemacht, um eine möglichst hohe Zahl an Antworten zu generieren. Als Resonanz wurden 101 ausgefüllte Antwortbögen an die Bundesnetzagentur übermittelt.

Die Inhaltsschwerpunkte der Abfrage lagen dabei auf der Art und Häufigkeit von Störungen, den entstandenen Kosten bei Ausfällen und für Präventionsmaßnahmen, dem Austausch mit dem zuständigen Netzbetreiber sowie der technischen Messung von Störungen.

Der Bericht geht zunächst auf den Begriff der Spannungsqualität sowie seine Bedeutung im Hinblick auf die Versorgungsqualität ein. Dem folgt ein Blick auf den Status quo der Versorgungsqualität sowie eine Erläuterung zu möglichen Einflussfaktoren auf die Spannungsqualität, wobei auch auf unterschiedliche Netzstrukturen eingegangen wird.

Im Anschluss wird der an die Industrieunternehmen herausgegebene Fragebogen vorgestellt und die rund 100 Antworten, die bei der Bundesnetzagentur eingegangen sind, zusammengefasst. Dabei werden insbesondere die Störungseignisse und -häufigkeiten, Auswirkungen dieser Ereignisse und Lösungsansätze der Unternehmen und Netzbetreiber sowie deren Kommunikation bei Problemfällen beleuchtet.

Um das Gesamtbild zu vervollständigen, wird kurz auf Studien Dritter im Zusammenhang mit der Spannungsqualität eingegangen.

Abschließend wird ein Blick sowohl auf mögliche Optimierungsoptionen für Industrieunternehmen als auch für Netzbetreiber geworfen, um die Spannungsqualität im beidseitigen Interesse gesichert aufrecht zu erhalten.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
I VERSORGUNGSQUALITÄT	7
A Abgrenzung Spannungsqualität zur Versorgungszuverlässigkeit	8
B Status quo der Versorgungszuverlässigkeit	11
C Einflussfaktoren auf die Spannungsqualität	13
1. Netze mit geerdeten Sternpunkten	13
2. Netze mit Erdschlusskompensation	14
3. Erdkabel und Freileitung	14
D Maßnahmen zur Wahrung der Spannungsqualität	16
II FRAGEBOGEN.....	17
A Auswertung	18
1. Störungsereignisse und -häufigkeit	19
2. Auswirkungen der Störungsereignisse	21
3. Austausch zwischen Unternehmen und Netzbetreibern.....	22
4. Anforderungen an elektrische Anlagen in den Unternehmen.....	25
5. Absicherung durch die Unternehmen	28
6. Messungen.....	29
B Einordnung und zukünftige Vorgehensweise	31
III WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN.....	31
A Forum Netztechnik/Netzbetrieb	34
B Land Baden-Württemberg.....	35
C Bayerische Industrie- und Handelskammern (BIHK)	36
D VIK Befragung	37
E Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalen	38
IV FAZIT	39
ANHANG.....	41
Anhang 1: Inhalt des Fragebogens.....	42

VERZEICHNISSE	45
Abbildungsverzeichnis.....	46
Tabellenverzeichnis	47
Abkürzungsverzeichnis	48
Impressum	49

I Versorgungsqualität

Zusammen mit der Servicequalität und der Versorgungszuverlässigkeit bildet die Spannungsqualität das Fundament der Versorgungsqualität. Um ein einheitliches Verständnis für die Begrifflichkeiten zu entwickeln, erfolgt in einem ersten Schritt die Definition der Spannungsqualität in Abgrenzung zur Versorgungszuverlässigkeit, da diese oftmals innerhalb der Versorgungsqualität vermischt werden. Denn als Basis des Berichtes dient insbesondere die Beurteilung der Spannungsqualität beziehungsweise der Stromqualität aus Sicht von Industrieunternehmen im Bundesgebiet.

A Abgrenzung Spannungsqualität zur Versorgungszuverlässigkeit

Das vorgeschriebene Maß der Spannungsqualität richtet sich nach europäischen und internationalen Normen. Bei deren Erstellung sind unter anderem die nationalen, elektrotechnischen Komitees eingebunden. In Deutschland ist das die Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik. Über dieses Gremium, welches zugleich Organ des VDE und des Deutschen Instituts für Normung (DIN) ist, besteht für interessierte Kreise grundsätzlich die Möglichkeit, sich in die Erstellung von Normen einzubringen.¹ Ist eine Norm national übernommen, so wird diese in regelmäßigen Abständen, spätestens aber nach fünf Jahren, auf Aktualität hin überprüft. Nach der Europäischen Norm (EN) 61000-4-30 definiert sich die Qualität der Spannung anhand von Abweichungen ortsabhängiger Spannungsmerkmale zu den vorgegebenen Normwerten.² Anders ausgedrückt zeichnet sich die Qualität der Spannung aus Verbrauchersicht durch die Übereinstimmung zwischen den tatsächlichen, örtlich vorherrschenden Werten der Netzspannung und denen durch den Netzbetreiber zugesagten Eigenschaften aus.³ Da ein konstanter, idealtypischer Sinusverlauf der Spannung in der Realität aufgrund verschiedener Einflussfaktoren nicht abbildbar ist, sind die Netzbetreiber dazu angehalten, die Grenzwerte u. a. aus der EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“ einzuhalten.

Liegt die Spannung an einer Übergabestelle unterhalb von fünf Prozent gemessen an der Bezugsspannung, so liegt nach EN 50160 eine Unterbrechung vor. Der Begriff Versorgungsunterbrechung definiert eine tatsächliche, temporäre – auch kurzzeitige – Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung und bildet somit die Versorgungszuverlässigkeit innerhalb der Versorgungsqualität ab.³ Unterbrechungen mit einer Dauer bis zu drei Minuten werden als kurze Versorgungsunterbrechungen bezeichnet. Die Dauer der meisten kurzen Versorgungsunterbrechungen dürfte weniger als einige Sekunden betragen.⁴ Liegt die Zeitspanne einer Unterbrechung über drei Minuten, so spricht man von einer Langzeitversorgungsunterbrechung.

In Deutschland erhebt die Bundesnetzagentur gemäß § 52 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) die Daten zu den Langzeitunterbrechungen aller Versorgungsgebiete und ermittelt daraus den System Average Interruption Duration Index (SAIDI), der die durchschnittliche Nichtverfügbarkeit je angeschlossenen Letztverbraucher innerhalb eines Kalenderjahres darstellt. Die Daten zu den Langzeitunterbrechung fließen zugleich in das Verfahren zur Bestimmung des Qualitätselements gemäß Anreizregulierungsverordnung (ARegV) ein und sind somit Bestandteil der Qualitätsregulierung.

Qualitätsänderungen des Produktes elektrischer Spannung in beispielsweise Höhe, Frequenz oder Asymmetrie stellen hingegen keine Versorgungsunterbrechung dar. Diese Ereignisse werden der

¹ <https://www.din.de/de/ueber-normen-und-standards/din-norm>

² DIN EN 6100-4-30 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren - Verfahren zur Messung der Spannungsqualität“

³ VDE/FNN „Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität in Deutschland“

⁴ EN 50160:20210 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“

Spannungsqualität zugeschrieben.⁵ In Abbildung 1 wird die Differenzierung zwischen Spannungsqualität und Versorgungszuverlässigkeit nochmals verdeutlicht.

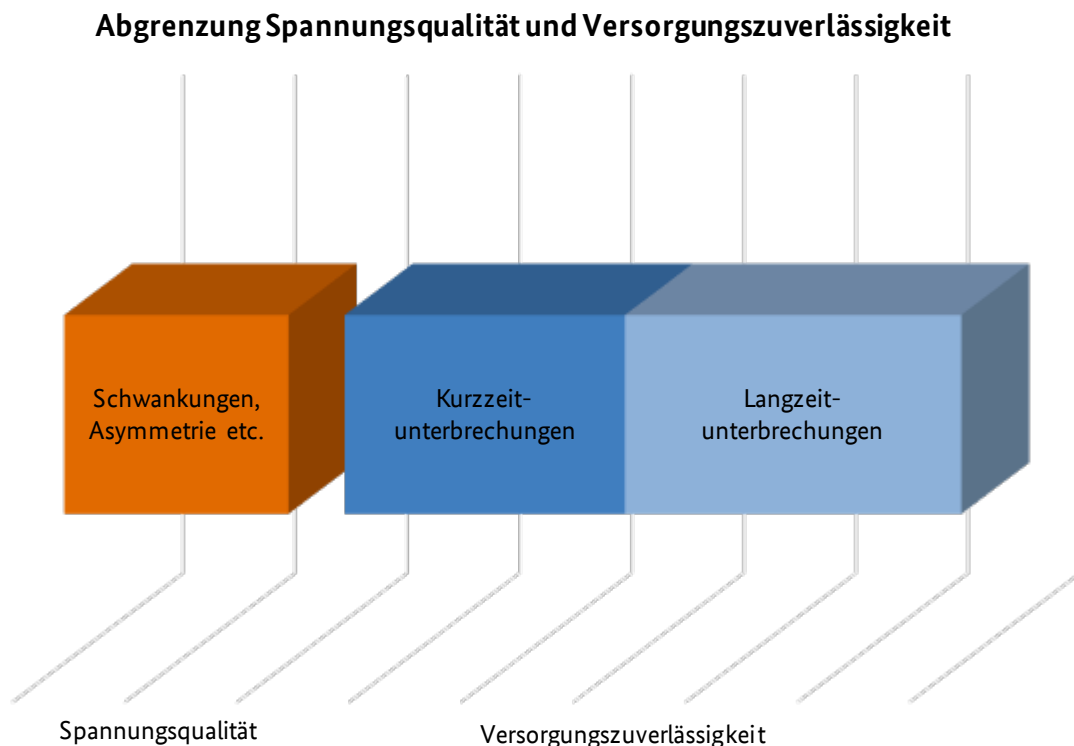


Abbildung 1: Unterscheidung zwischen Spannungsqualität und Versorgungszuverlässigkeit

Die EN 50160 definiert neben den bereits erwähnten Begrifflichkeiten der Versorgungszuverlässigkeit auch die der Spannungsqualität. Im Folgenden werden die für diesen Bericht essentiellen Begriffe der Qualitätsbeschreibung kurz erläutert.

Bei einem Spannungseinbruch bzw. einer Überhöhung kommt es zu einem zeitweiligen Absinken bzw. Ansteigen des Effektivwertes der Spannung unter bzw. über eine festgelegte Anfangsschwelle (90 Prozent bzw. 110 Prozent der Bezugsspannung) an einem bestimmten Punkt des Elektrizitätsversorgungsnetzes. Der zu bewertende Zeitraum reicht dabei von 10 Millisekunden bis einschließlich einer Minute. Des Weiteren kann es zu Spannungsschwankungen kommen. Dabei finden rasche, sequenzielle Abweichungen des sinusförmigen Spannungsverlaufs statt. Die Grenzwerte bilden den Zwischenbereich von Spannungseinbrüchen und -überhöhungen (90 bis 110 Prozent des Effektivwertes). Als markantestes Beispiel ist hier das sogenannte Flickern bzw. Flimmern von Leuchtmitteln zu nennen. Darüber hinaus können transiente Überspannungen einen negativen Einfluss auf die Spannungsqualität haben. Solche sehr kurzen, teils schwingenden Überspannungen, variieren zwischen einer Dauer von Mikro- bis zu wenigen Millisekunden. Sie werden in der Regel durch Blitzeinwirkungen, Schalthandlungen oder das Auslösen von Sicherungen verursacht. Abschließend sind durch Erzeuger bzw. Verbraucher verursachte Oberschwingungen - Verzerrung der

⁵ VDE/FNN „Versorgungszuverlässigkeit und Spannungsqualität in Deutschland“

Netzspannung entstehen – sowie Asymmetrien, also der vermehrt einseitigen Belastung eines Netzstranges, zu benennen.⁶

Bereits kleine Abweichungen, auch im Normbereich, der Spannungsmerkmale können in bestimmten Fällen zu Störungen bei Letztverbrauchern oder im Netzbetrieb führen. Die Ursachen für Abweichungen sind vielfältig und können u. a. im Netzbetrieb verortet sein, aber auch durch Verbraucher und Erzeuger hervorgerufen werden. Die Wahrnehmung von Qualitätsabweichungen variiert innerhalb von Kundengruppen. Während sie für Haushaltskunden meist von untergeordneter Bedeutung sind, können bei industriellen Verbrauchern, die über keine gesonderte Absicherung der Stromversorgung für kritische Prozesse verfügen, bereits geringe Qualitätsabweichungen zu Produktionsbeeinträchtigungen führen. Ursächlich für solche Abweichungen können bspw. atmosphärische Einwirkungen und daraus resultierende Erd- bzw. Kurzschlüsse oder Netzurückwirkungen von Erzeugungsanlagen und Verbrauchsgeräten sein. Strukturelle Einflussfaktoren auf die Dauer und den Ausschlag einer Spannungsbeeinträchtigung bilden regionale Netzgegebenheiten, die Spannungsebene sowie die Distanz zum Fehlerort. Somit sind Ereignisse, die die Spannungsqualität beeinflussen, weder für den Verbraucher, noch für die Netzbetreiber in Zeitpunkt und Eintrittsort vorhersehbar.

⁶ EN 50160:20210 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“

B Status quo der Versorgungszuverlässigkeit

Die Versorgungszuverlässigkeit deutscher Stromnetze zählt bereits seit Jahren zu den Besten in Europa.⁷ Dies bestätigen die Veröffentlichungen der bundesweiten SAIDI gemäß EnWG, die durch die Bundesnetzagentur jährlich anhand der Zeitpunkte, Dauer, Ausmaße, und Ursachen von Versorgungsunterbrechungen größer drei Minuten ermittelt werden. Zu berücksichtigen ist, dass es sich dabei um Durchschnittswerte handelt. Das heißt, je nach regionaler Begebenheit können die Werte in den einzelnen Netzgebieten mehr oder weniger abweichen. Dennoch weist die Langzeitbetrachtung aus Abbildung 2 zu den Unterbrechungen größer drei Minuten im Allgemeinen eine abfallende Tendenz der Nichtverfügbarkeiten aus. Damit geht ebenfalls eine sinkende Anzahl an Langzeitunterbrechungen einher. Hieraus lässt sich ein hohes Niveau der Versorgungszuverlässigkeit bezogen auf Unterbrechungen über drei Minuten feststellen.⁸

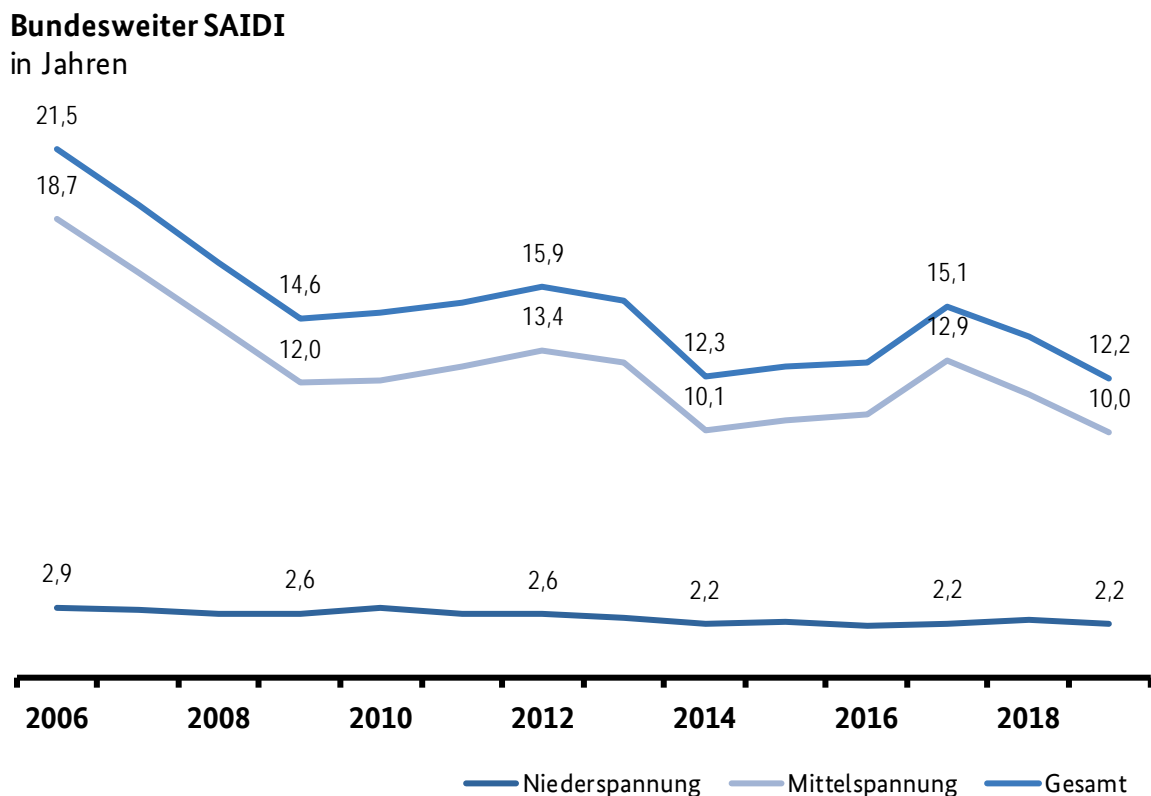


Abbildung 2: Entwicklung des deutschen SAIDIs gemäß Energiewirtschaftsgesetz seit 2006

Hinsichtlich spannungsbeeinträchtigender, örtlicher Ereignisse, wie etwa dem Auftreten von Überspannungen, liegen der Bundesnetzagentur gegenwärtig keine Langzeitinformationen zur Häufigkeit,

⁷ CEER, „CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity and Gas Supply“, 2018

⁸ Bundesnetzagentur, Kennzahlen der Versorgungsunterbrechungen Strom

Dauer und Ausmaß vor. Daher ist fraglich, wie sich die Versorgungsqualität unabhängig von den erfassten Langzeitunterbrechungen tatsächlich entwickelt.

C Einflussfaktoren auf die Spannungsqualität

Die Versorgung durch Elektrizität ist ein essentielles Gut in der modernen Gesellschaft. Allerdings kann deren Qualität durch verschiedene Faktoren von der Erzeugung über die Verteilung bis hin zum Bezug mehr oder weniger stark beeinflusst werden.

Bei der Erzeugung von Strom und der anschließenden Netzkopplung der Erzeugungsanlagen können störende Netzzrückwirkungen entstehen. Durch geeignete, elektrotechnische Betriebsmittel lassen sich diese Auswirkungen auf das Netz jedoch reduzieren. Pauschale Aussagen, nach denen die Spannungsqualität aufgrund des Ausbaus der erneuerbaren Energien sinken würde, greifen allerdings zu kurz. Denn jeder Erzeuger hat an seinem Einspeisepunkt strenge Norm- bzw. Richtwerte einzuhalten, um die Spannungsqualität im Netz zu gewährleisten. Die Umsetzung des europäischen Network Codes „Requirements for Generators“ findet sich u. a. in der VDE-AR-N 4105 „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“, der VDE-AR-N 4110 „Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb“ sowie der VDE-AR-N 4120 „Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb“ wieder. Diese Regelungen wurden in 2019 bzw. 2018 letztmalig überarbeitet.

Auch bei der Verteilung kommt es immer wieder zu unterschiedlichen, inneren wie äußeren Einflüssen auf das Netz selbst. Diese können zu kurzzeitigen Problemen bezüglich der Spannungsqualität und im schlimmsten Fall zu längeren Versorgungsunterbrechungen führen. Externe Auslöser können Blitzschläge, die Leitung streifende Äste, Baggerarbeiten oder sogar Vogelkot sein. Intern hervorgerufene Auswirkungen entstehen z. B. durch notwendige und nicht vermeidbare Schaltheftungen durch den Netzbetrieb. Demzufolge kann die Ursache für auftretende Probleme örtlich und saisonal sehr unterschiedlich sein und lässt sich in vielen Fällen auch nicht gänzlich vermeiden. Zudem können auch die Betriebsweise des Netzes oder die Ausführung als Freileitung bzw. Erdkabel einen Einfluss auf die Spannungsqualität ausüben.

Auch die Anlagen der Verbraucher selbst können Auswirkung auf die Spannungsqualität haben. In diesem Zusammenhang spricht man von Rückwirkstörungen, die beispielsweise durch schnell wechselnde Lasten in Industrie bzw. Gewerbe und durch eine hohe Blindleistungsinanspruchnahme verursacht werden. Die Wirkleistungsentnahme der Last wirkt hierbei ebenso wie der gleichzeitige Blindleistungsbezug spannungssenkend und kann verstärkt zu Probleme mit der Spannungsqualität führen. Diese Probleme können bei vielen Geräten in Haushalten (bspw. Schweißgerät) und Gewerbe (bspw. Antriebsmotoren) auftreten. Darüber hinaus können Umrichter Oberwellen erzeugen, die die Spannungsqualität zusätzlich negativ beeinflussen.

1. Netze mit geerdeten Sternpunkten

Diese Art der Netzstruktur weist eine niederohmige oder direkte Erdung mindestens eines Transformatorensternpunktes - Verschaltungsart der Transformatorspulen - der 110 Kilovolt (kV)

Hochspannungsebene – oder höher – auf.⁹ Weit verbreitet ist diese Betriebsweise der Hochspannungsebene noch im bayerischen Raum.¹⁰

Der wesentliche Vorteil einer Erdung des Sternpunktes zeichnet sich durch eine geringere Spannungserhöhung der nicht betroffenen Leiter im Falle eines einpoligen Erdkurzschlusses aus. Allerdings führt dieser Kurzschluss zu einem wesentlichen Anstieg des Fehlerstromes, weshalb eine Kurzzeitunterbrechung in Form einer automatischen Wiedereinschaltung (AWE) erfolgt. Die Reaktionszeit solcher Maßnahmen liegt im Millisekundenbereich, sodass die Spannungsqualität kurzzeitig negativ beeinflusst wird. Allerdings beugt eine solche Schalthandlung Langzeitunterbrechungen der Letztverbraucher vor, sofern sich der ursächliche Lichtbogen durch die AWE beseitigen lässt.¹¹

Als Ursache solcher Erd- bzw. Kurzschlüsse lassen sich beispielsweise abgestürzte Äste in Freileitungen oder Blitzeinschläge identifizieren.

2. Netze mit Erdschlusskompensation

Eine weitverbreitete Betriebsweise in der 110 kV Hochspannungsebene mit einem wesentlichen Anteil an Freileitungen stellt das kompensierte bzw. gelöschte Netz dar. Damit bei einem Erdschluss der Fehlerstrom am Störungsort nicht unerwünscht hoch ausfällt, werden diese Ströme durch eine sogenannte Petersenspule kompensiert. Der Hauptvorteil dieser Netze liegt in dem selbstheilenden Verhalten bei auftretenden Lichtbögen und der temporären Weiterführung der Versorgung. Nachteilig für die Spannungsqualität ist hingegen die Erhöhung der Spannung der nicht betroffenen Leiterstränge, sodass es einerseits zu Doppelerdschlüssen kommen kann. Andererseits können durch die entstehenden Überspannungen Anlagen beschädigt werden.

3. Erdkabel und Freileitung

Neben der Betriebsweise eines Netzes kann auch die Wahl zwischen Freileitung und Erdverkabelung einen Einfluss auf die Spannungsversorgung darstellen. Freileitungen besitzen in ihrer Errichtung einen Investitionsvorteil und Reparaturen sind i. d. R. mit weniger Aufwand durchzuführen, wodurch Ausfallzeiten reduziert werden können. Nachteilig ist die Anfälligkeit gegenüber atmosphärischen Einwirkungen, die zu den bereits beschriebenen Kurz- bzw. Erdschlüssen führen können und somit die Spannungsqualität negativ beeinflussen können.

Die Erdverkabelung ist indes durch die durchzuführenden Tiefbauarbeiten bei der Erschließung kostspieliger umzusetzen. Dafür sind die Kabel Witterungsverhältnissen weitaus weniger ausgesetzt, wodurch sich negative Auswirkungen auf die Spannungsmerkmale reduzieren lassen können. Im Fehlerfall gestaltet sich die Wiederinbetriebnahme allerdings komplizierter, sodass dann von längeren Zeiträumen einer Unterbrechung

⁹ Heuck, Dettmann, Schulz "Elektrische Energieversorgung" 7. Auflage, Vieweg

¹⁰ BIHK-Studie, November 2017 „Energiewende im Strommarkt – Versorgungsqualität“

¹¹ Heuck, Dettmann, Schulz "Elektrische Energieversorgung" 7. Auflage, Vieweg

auszugehen ist. Als weiteren Vorteil ist die Oberwellendämpfung aufgrund des größeren Querschnittes zu nennen.¹²

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Gegensatz zu Erdkabeln Freileitungen als wesentlich langlebiger gelten, bei der Erschließung kostengünstiger auszuführen sind und Instandsetzungsmaßnahmen i. d. R. schneller vonstattengehen.¹³ Allerdings sind Freileitungen besonders anfällig für Ereignisse, die durch atmosphärische Ursachen hervorgerufen werden.

¹² Crastan, 2015 „Elektrische Energieversorgung 1“ 4. Auflage, Springer

¹³ BIHK-Studie, November 2017 „Energiewende im Strommarkt – Versorgungsqualität“

D Maßnahmen zur Wahrung der Spannungsqualität

Sowohl dem Netzbetreiber als auch dem Netzkunden stehen Mittel und Wege zur Verfügung, die Spannungsqualität zu beeinflussen bzw. zu erhöhen. So können Netzkunden, Vorsorgemaßnahmen gegen Unterbrechungen, Schwankungen etc. der Versorgungsspannung in Form von technischen Betriebsmitteln einleiten. Es können bspw. Schutzschalter, Filteranlagen oder eine unterbrechungsfreie Stromversorgung installiert werden. Letztere können u. a. durch folgende Systeme umgesetzt werden:

- Schwungradspeichersysteme (Spannungsschwankungen)
- Batteriespeichersysteme (Kurzzeitunterbrechungen)
- Stromaggregate (Langzeitunterbrechungen)

Da die Errichtungskosten solcher Anlagen u. U. schnell ansteigen können, werden regelmäßig nicht die gesamten Leistungsbedarfe eines Netzkunden abdeckt. Um die Kosten für eine solche Anlage zu minimieren, werden zu meist nur kritische Prozesse durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung gesichert. Dementsprechend werden für gewöhnlich fünf bis 20 Prozent der maximalen Bezugsleistung durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV-Anlage) besichert.

Dem Netzbetreiber obliegt die Überwachung und Einhaltung der Normbereiche für die Spannungsversorgung. Das beinhaltet u. a. das Handeln im Fehlerfall sowie die Beobachtung der regelkonformen Einspeisung durch Erzeuger und die durch Verbraucher hervorgerufenen Rückwirkungen auf das Netz. Darüber hinaus kann der Netzbetreiber bei örtlichen Spannungsqualitätsproblemen, (Langzeit)Messungen durchführen, um festzustellen, ob die Ursache netzseitig vorliegt. Ist dies der Fall muss der Netzbetreiber Maßnahmen ergreifen, die die Problematik beheben. Dies kann z. B. durch Netzoptimierungs- bzw. -verstärkungsmaßnahmen realisiert werden.

Besondere Bedeutung haben dabei wie beschrieben die Betriebsweisen bzw. die Frage, ob es sich um Erdkabel oder Freileitung handelt.

II Fragebogen

Die Umfrage über die Spannungsqualität in Gewerbe- und Industrieunternehmen dient dazu, mehr Informationen sowohl zu Kurzzeitunterbrechungen als auch zur Spannungsqualität zu erhalten. Insbesondere detaillierte Informationen über die Betroffenheit und die Auswirkung auf Verbraucher sind dabei von Interesse und lagen der Bundesnetzagentur bislang nicht vor. Es ist auch zu berücksichtigen, dass die Sorge von industriellen und gewerblichen Verbrauchern hinsichtlich einer Verschlechterung der Spannungsqualität in deutschen Elektrizitätsverteilnetzen nach Wahrnehmung der Bundesnetzagentur zuzunehmen scheint. Zusätzlich wird eine Steigerung der Anzahl an kurzen Versorgungsunterbrechungen durch einen Teil der Unternehmen bemängelt. Die Auswirkungen solcher Problematiken können laut Aussage der Betroffenen zu teils signifikanten Betriebsausfällen führen. Daher enthält der Fragebogen neben Fragen zu Art und Häufigkeit von Störungen, zum Austausch mit dem Netzbetreiber sowie zur technische Messung auch Fragen zu den entstandenen Kosten bei Ausfällen und für Präventionsmaßnahmen. Die Antworten auf die Fragen werden im folgenden Kapitel dargestellt.

A Auswertung

Der für die Umfrage direkt kontaktierte Adressatenkreis setzte sich aus knapp 600 Industrieunternehmen sowie einschlägigen Verbänden zusammen. Der Fragebogen wurde außerdem auf der Homepage der Bundesnetzagentur veröffentlicht und für die Allgemeinheit zugänglich gemacht. Der Bewertungszeitraum umfasst die Jahre von 2018 bis zum ersten Halbjahr 2020. Als Resonanz auf die Umfrage der Bundesnetzagentur haben 69 Unternehmen mit insgesamt 101 Standorten an der Befragung teilgenommen. Diese verteilen sich zu 6 Prozent auf Nieder-, 71 Prozent Mittel- und 23 Prozent Hochspannungsanschlüsse. Grundsätzlich ist zu erwarten, dass sich an einer solchen freiwilligen Umfrage vor allem Unternehmen beteiligen, bei denen Probleme mit der Spannungsqualität aufgetreten sind. Positiv ist daher zu bewerten, dass sich auch Unternehmen beteiligt haben, die keine Problematik mit der Spannungsqualität in dem betrachteten Zeitraum hatten. Von 50 der 69 antwortenden Unternehmen (bzw. in 73 der 101 vorliegenden Antwortbögen) werden jedoch Probleme gemeldet. Abbildung 3 und Abbildung 4 verdeutlichen nochmals die Rücklaufquoten bezogen auf die Antwortbögen, gegliedert nach Bundesländern bzw. Branchenzugehörigkeit. Hohe Quoten erreichten die Länder Bayern und Nordrhein-Westfalen, während von Unternehmen aus dem Saarland und Mecklenburg-Vorpommern die Bundesnetzagentur keine Bögen erreichten. Stark vertretene Branchen waren die Metallindustrie, Glashersteller sowie Unternehmen, die sich der Automobilindustrie zuordnen lassen.

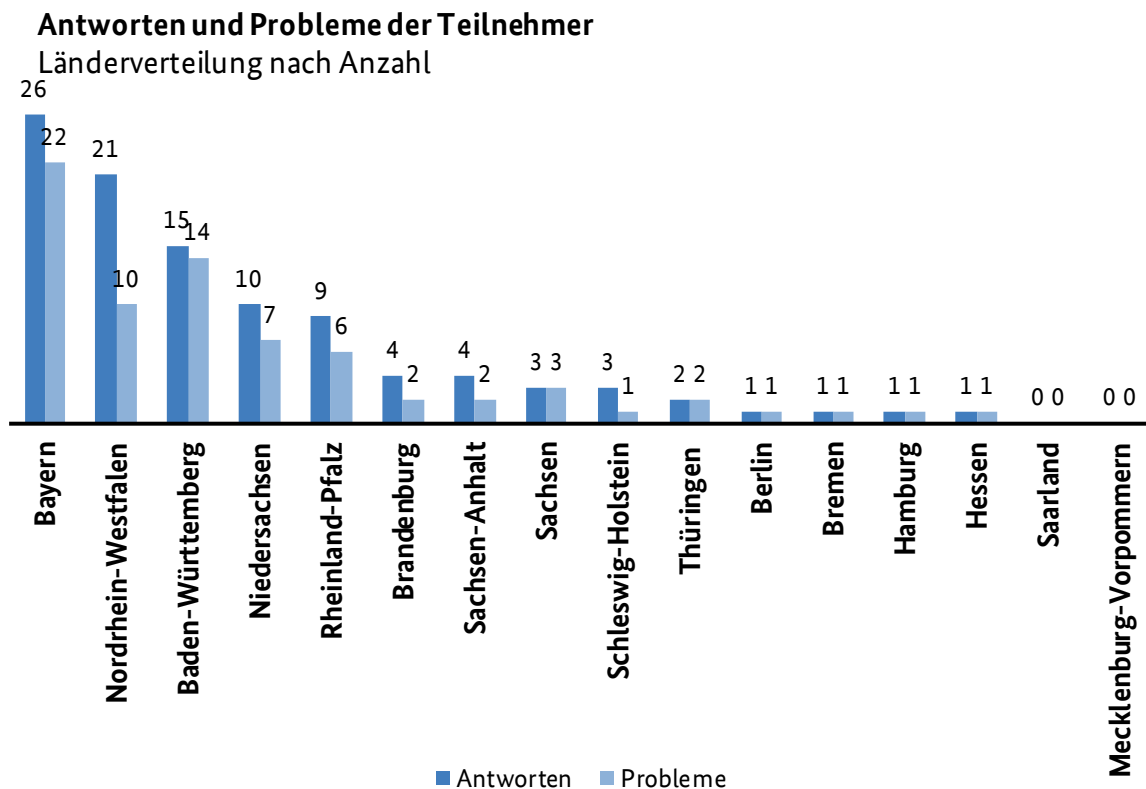


Abbildung 3: Verteilung der Antworten und Probleme von Unternehmen auf die Bundesländer

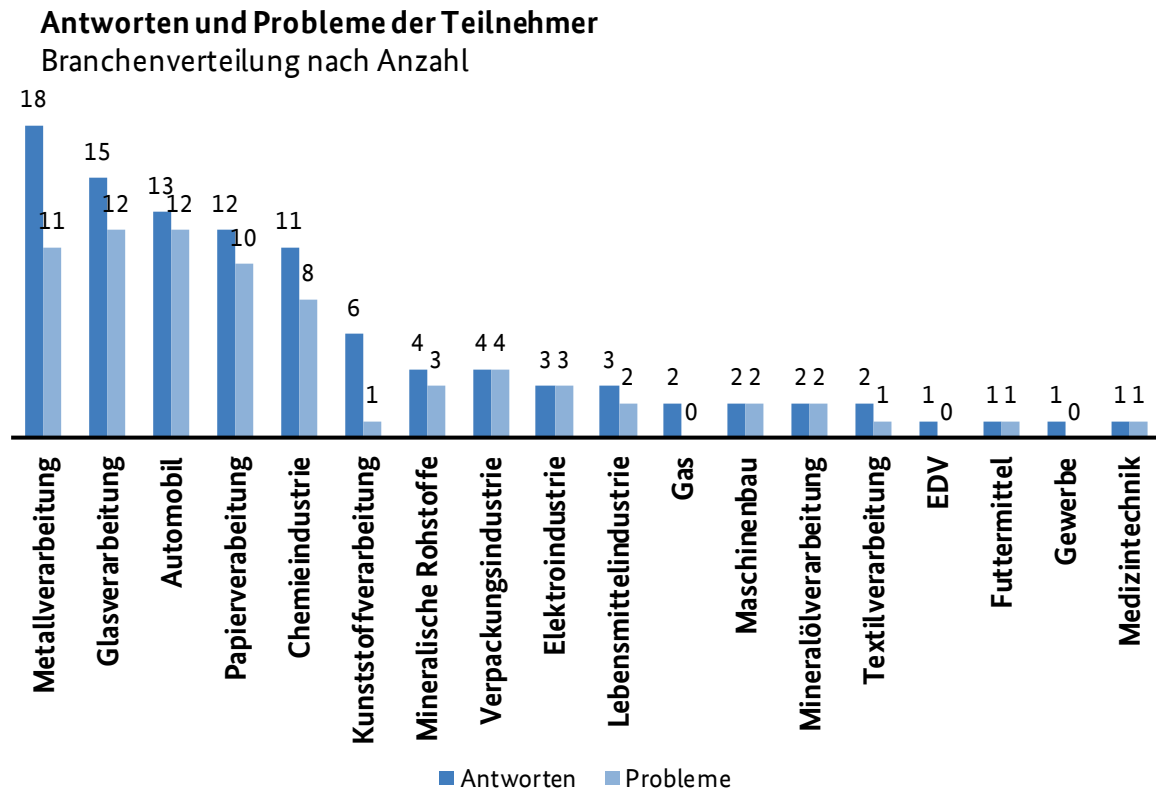


Abbildung 4: Verteilung der Antworten und Probleme von Unternehmen auf die Branchen

1. Störungseignisse und -häufigkeit

Nach EN 50160 gibt es verschiedene Arten von Ereignissen, die Auswirkungen auf die Versorgungsspannung haben können. Neben den Parametern Langzeit- und Kurzzeitunterbrechungen der Netz Zuverlässigkeit, wurde auch nach dem Auftreten und der Häufigkeit von anderen Spannungsereignissen gefragt. Diese sind unterteilt in Spannungsschwankungen, -einbrüche, -erhöhungen sowie weitere zusammengefasste Ereignisse wie Frequenzschwankungen oder Oberschwingungen. In den folgenden Diagrammen werden die gemeldeten, gemäß Einschätzung der Unternehmen, netzseitigen Störungen dargestellt. Im Vergleich zu den anderen Störungseignissen fallen hier in Bezug auf die Anzahl insbesondere die Spannungseinbrüche sowie -erhöhungen auf, siehe Abbildung 5. Beide Störungen werden aber weitestgehend durch ein Unternehmen gekennzeichnet. Wird die Statistik um diesen Ausreißer bereinigt reduziert sich z. B. die Anzahl an Spannungserhöhungen auf 19 Ereignisse zwischen 2018 und dem ersten Halbjahr 2020 wie in Abbildung 6 dargestellt. Die Spannungseinbrüche sind z. B. im gleichen Zeitraum ausreißerbereinigt um circa 46 Prozent geringer, weisen aber sowohl mit als auch ohne Ausreißer die stärkste Ausprägung vor.

Störungsaufkommen in den Jahren 2018 - 2020, 1. Hj. Anzahl der Störereignisse

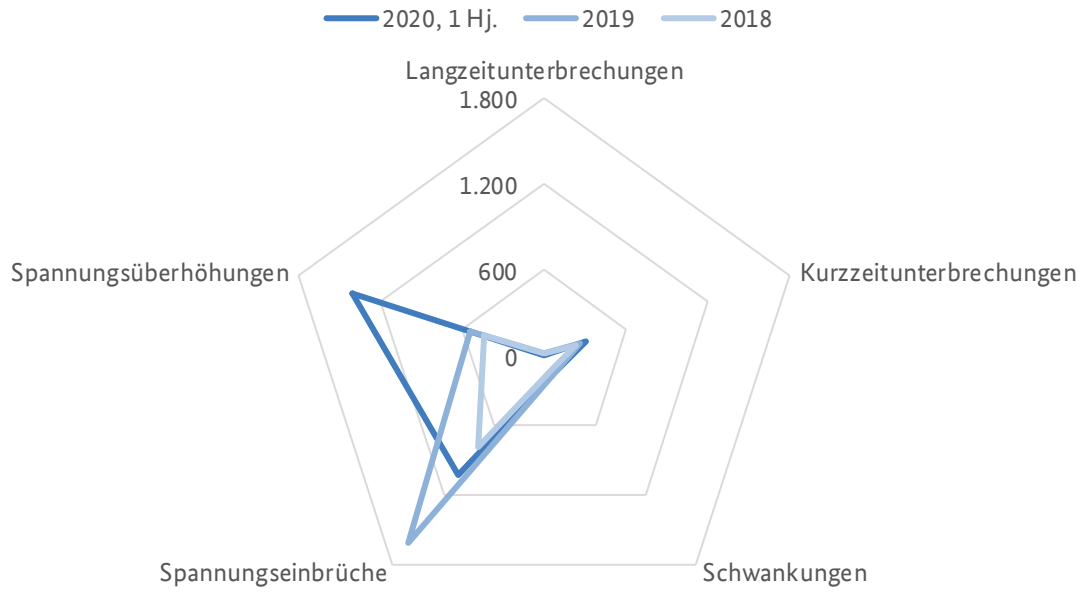


Abbildung 5: Anzahl netzseitiger Störungsaufkommen nach Jahren und Anlass, insgesamt

Störungsaufkommen in den Jahren 2018 - 2020, 1. Hj. Anzahl der Störereignisse, ausreißerbereinigt

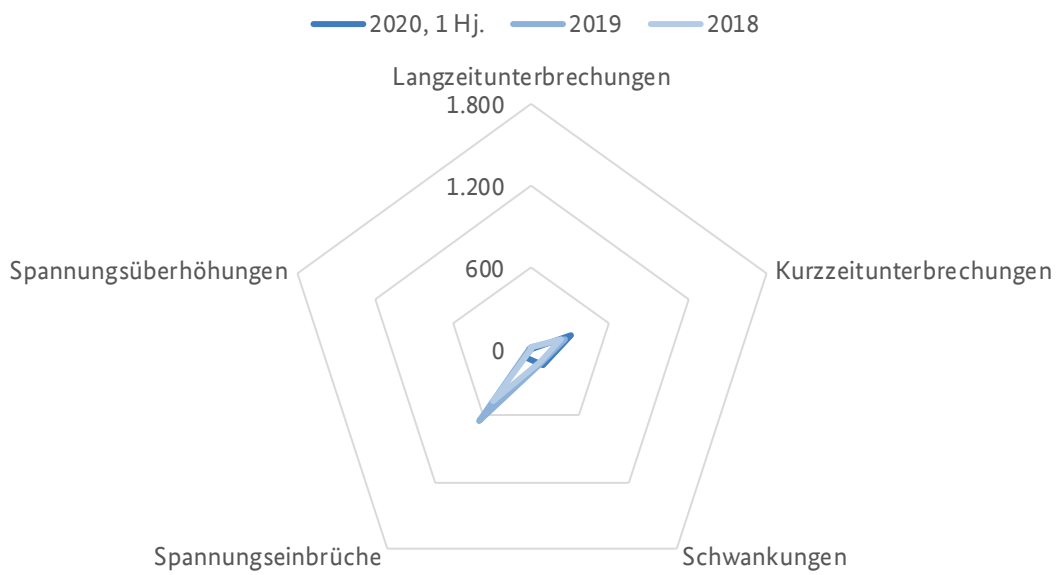


Abbildung 6: Anzahl netzseitiger Störungsaufkommen nach Jahren und Anlass, ausreißerbereinigt

Festzuhalten bleibt somit, dass die Ereignisse der Kurzzeitunterbrechungen, Spannungsschwankungen sowie -einbrüche am häufigsten auftreten und in 2020 auch höhere Werte aufwiesen als in den Vorjahren, aber trotzdem auf einem Niveau bleiben, das grundsätzlich als akzeptabel erscheint. Allerdings sei angemerkt, dass die Eingliederung in einen Langzeitkontext nicht möglich ist und somit keine abschließende Aussage zu einem Trendverhalten getätigt werden kann. Zudem lässt sich feststellen, dass über den betrachteten Zeitraum hinweg die Anzahl der Störungsereignisse lediglich auf einer geringen Anzahl an Unternehmen basiert. Die entsprechende Störungsverteilung ausgewählter Ereignisse zeigt Abbildung 7. Es ist zu erkennen, dass bei einem höheren Auftreten von Spannungsereignissen die Standortbetroffenheit abnimmt.

Häufigkeitsverteilung von ausgewählten Spannungsereignissen 2018 - 2020, 1. Hj.

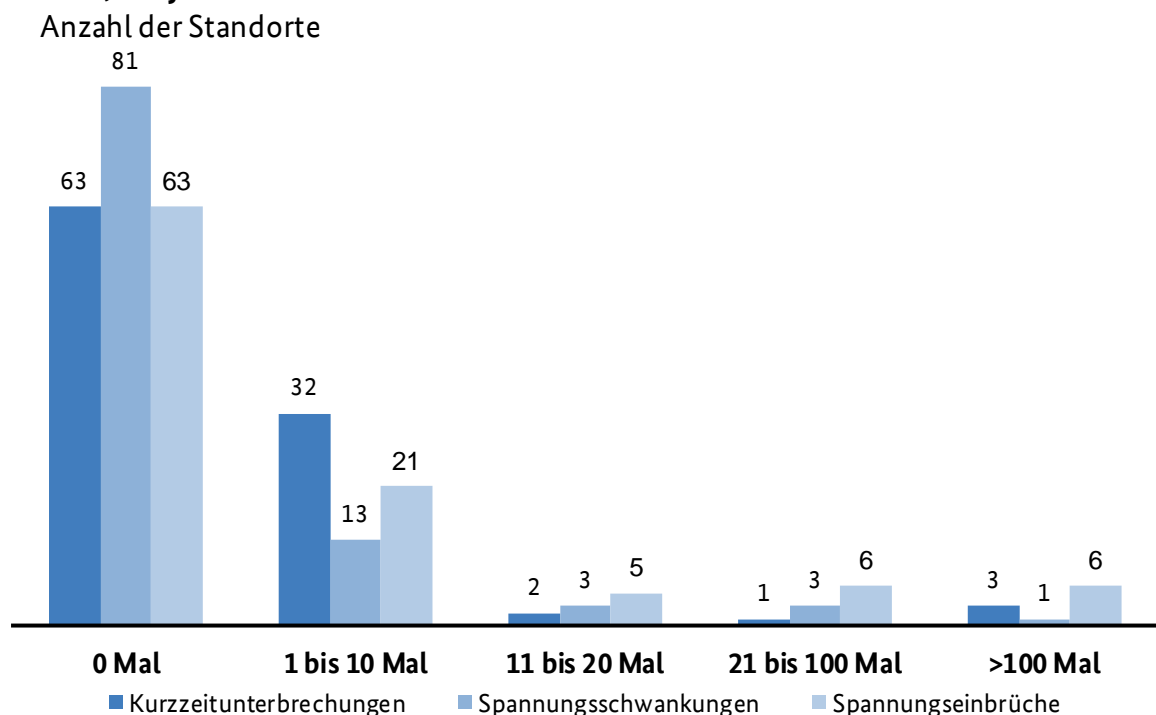


Abbildung 7: Störungshäufigkeit nach Unternehmensanzahl und Anlass 2018-2020, 1.Hj.

2. Auswirkungen der Störungsereignisse

Auch wenn die meisten Spannungsereignisse innerhalb der Umfrage an einigen wenigen Standorten aufgetreten sind, bedeutet dies nicht automatisch, dass Häufigkeit und Schadenshöhe miteinander korrelieren müssen. Beispielsweise können in einem Unternehmen viele störende Ereignisse eintreffen, die aber zu keiner wesentlichen Beeinflussung der betrieblichen Tätigkeit führen und somit keinen monetären Verlust darstellen. Dies gilt auch umgekehrt: ein einziges Störereignis kann ausreichen, um einen signifikanten Schaden herbeizuführen.

Die Tabelle 1 in aufgeführten Schadenssummen beziehen sich auf Schäden, die den Ereignissen der Spannungsqualität zugeordnet werden können. In 2019 kam es an verschiedenen Standorten zu Störungen, die zu einer Steigerung der Schadenssummen im Vergleich zu den beiden anderen Zeiträumen führte.

Tabelle 1: Auflistung von Gesamt- und Einzelschäden durch Spannungsqualitätseinbußen

	Gesamtschaden kumuliert*	Maximaler Einzelschaden*	Ø Einzelschaden*
2018	2.800.000 €	200.000 €	19.101 €
2019	6.000.000 €	700.000 €	41.848 €
2020, 1. Hj.	1.600.000 €	180.000 €	15.076 €

*Exklusive Schäden, die eindeutig der Versorgungszuverlässigkeit zugeordnet werden konnten

In Abbildung 8 wird dies anhand einer Brancheneinteilung illustriert. Es ist zu erkennen, dass insbesondere die Chemie-, Elektro- und Metallindustriestämme sowie die glasverarbeitenden Unternehmen von vergleichsweise höheren, jährlichen Schadenswerten betroffen sind.

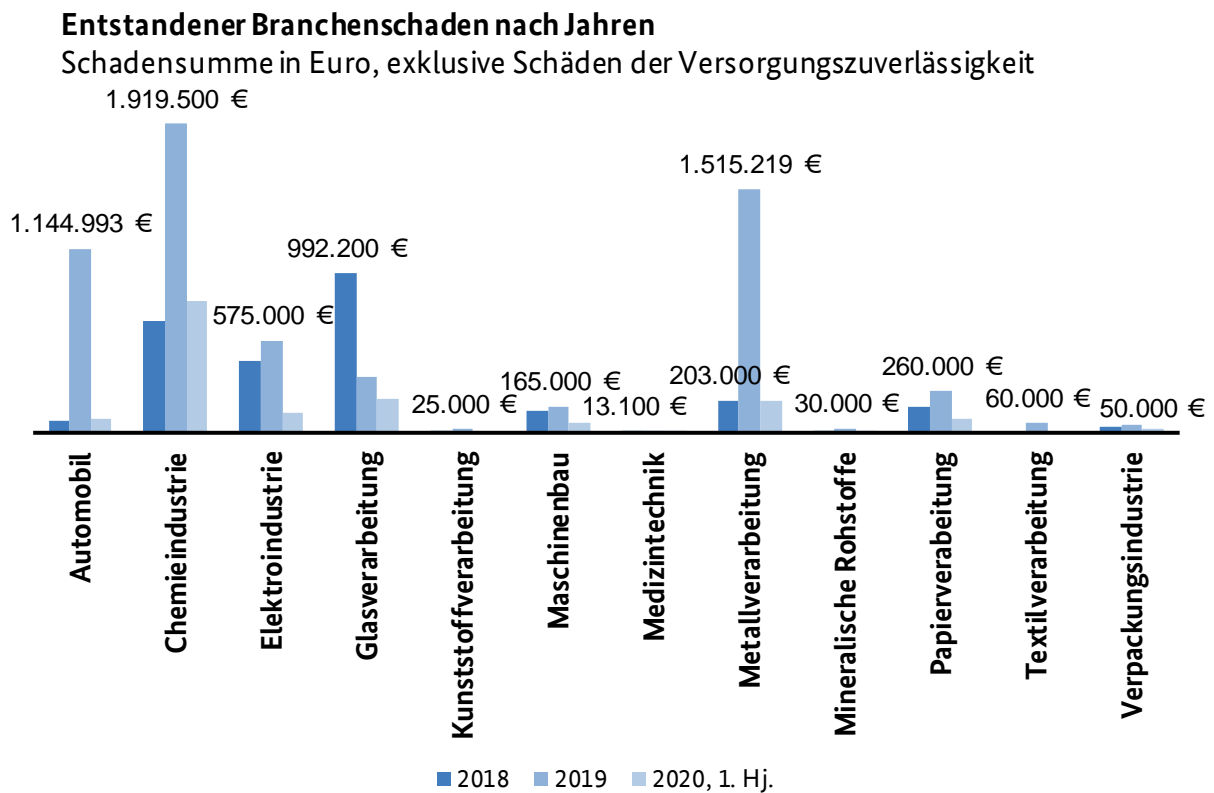


Abbildung 8: Kumulierter Gesamtschaden nach Branchen 2018 bis 2020, 1. Hj.

3. Austausch zwischen Unternehmen und Netzbetreibern

Als essenzieller Bestandteil zur Wahrung der Spannungsqualität gilt der Dialog zwischen den Unternehmen und Netzbetreibern, sowohl präventiv als auch im Anschluss an ein Schadensereignis. Laut der Befragung wurde an 79 Standorten seit 2009 der Anlagenbetrieb erweitert bzw. erneuert. Demnach bejahten 44 Prozent hinsichtlich der Prävention die Frage, ob sie vor der Errichtung neuer Anlagen in Kontakt mit dem jeweiligen Netzbetreiber getreten sind. 52 Prozent verneinten sie und 4 Prozent tätigten keine Aussage zu dieser Frage. Dies ist in Abbildung 9 zu erkennen.

Fand vor Anlagenerweiterung bzw. -erneuerungen ein Austausch mit dem Netzbetreiber statt?
in Prozent

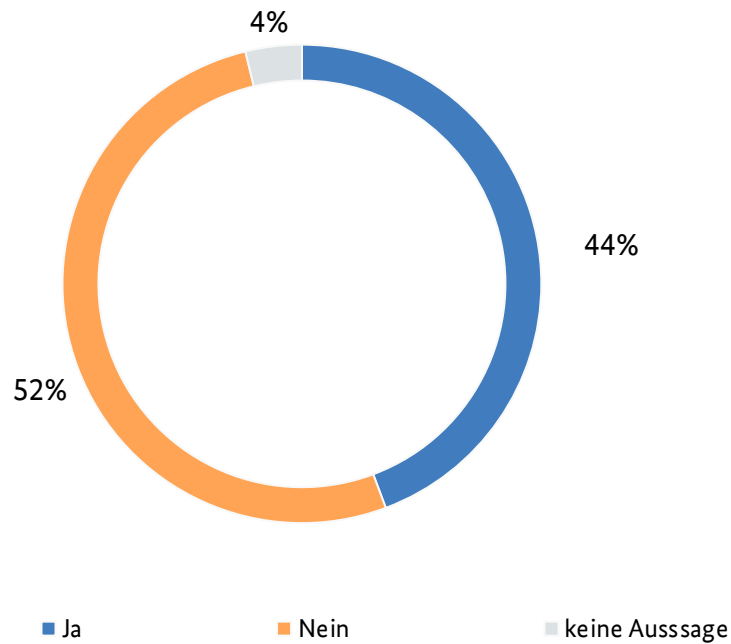


Abbildung 9: Kontaktaufnahme mit dem Netzbetreibern von Standorten, die eine Anlagenänderung durchführten

Die Ergebnisse zum kommunikativen Vorgehen im Fehlerfall werden in Abbildung 10 visualisiert. Dort wird gezeigt, dass nach dem Auftreten von Störungen 72 Prozent der Unternehmen in jedem Fall oder teilweise Kontakt mit dem betroffenen Netzbetreiber aufnahmen. An 16 Prozent der Standorte wurden mindestens teilweise Vermeidungskonzepte in Zusammenarbeit mit den Netzbetreibern erarbeitet, siehe Abbildung 11, die dann zu 31 Prozent in einer erfolgreichen Umsetzung und zu 36 Prozent in einer teilweise erfolgreichen Umsetzung mündeten, was aus Abbildung 12 hervorgeht.

Wurde nach Störungsfällen Kontakt mit dem Netzbetreiber aufgenommen?
in Prozent

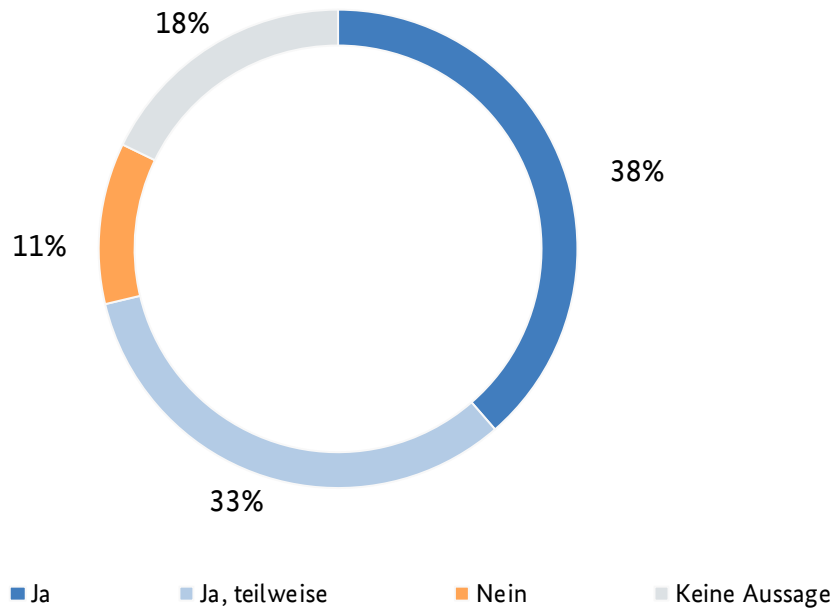


Abbildung 10: Kommunikation zwischen Unternehmen und Netzbetreiber im Störfall

Wurde mit dem Netzbetreiber ein Konzept zur Störungsvermeidung erarbeitet?
in Prozent

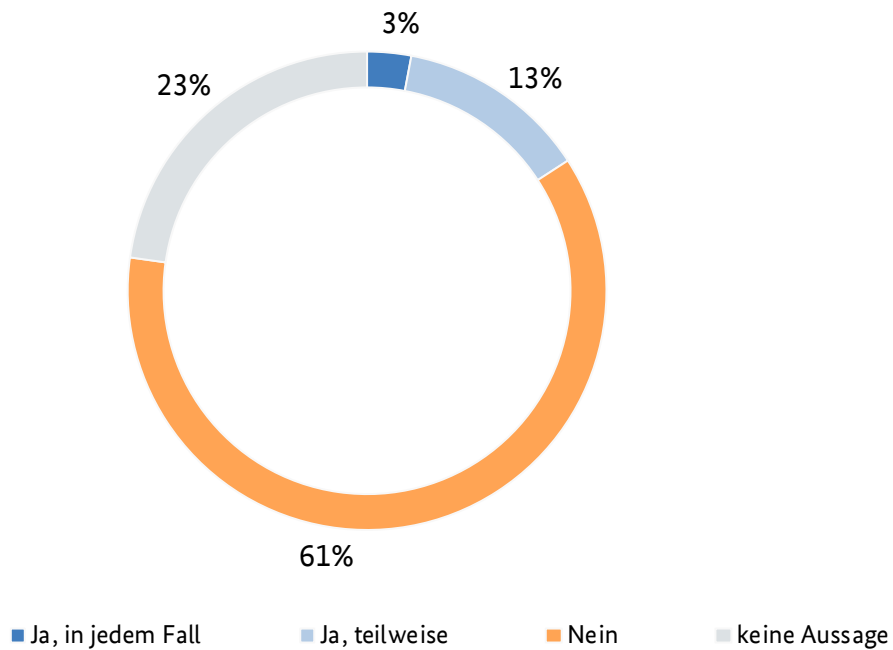


Abbildung 11: Erarbeitung von Vermeidungskonzepte zwischen Unternehmen und Netzbetreiber

Waren die Maßnahmen des Netzbetreibers erfolgreich? in Prozent

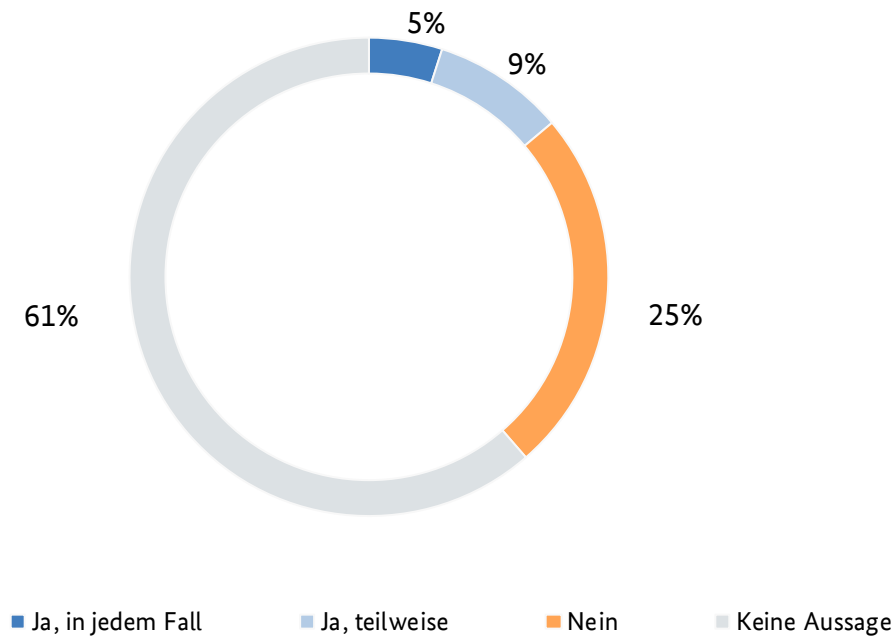


Abbildung 12: Beurteilung der vom Netzbetreiber durchgeführten Maßnahmen zur Vermeidung von Störereignissen

4. Anforderungen an elektrische Anlagen in den Unternehmen

Neben der Anzahl an Störungsvorkommissen deren Ausmaßen und dem Austausch der Akteure untereinander, war es von Interesse zu erfahren wie die Unternehmen die Lage vor Ort einschätzen. Hierzu wurde zunächst erfragt, inwiefern sich die Unternehmen einer höheren Geräteanforderung bspw. der Anlagensteuerung hinsichtlich der Spannungsqualität bewusst sind. Wie in Abbildung 13 ersichtlich ist, ist sich etwa die Hälfte der Befragten bewusst, dass moderne Anlagen höhere Anforderungen an die Energieversorgung richten. Allerdings sehen 29 Prozent der Befragten dies nicht so.

Haben heutige Anlagen höhere Anforderungen?
in Prozent

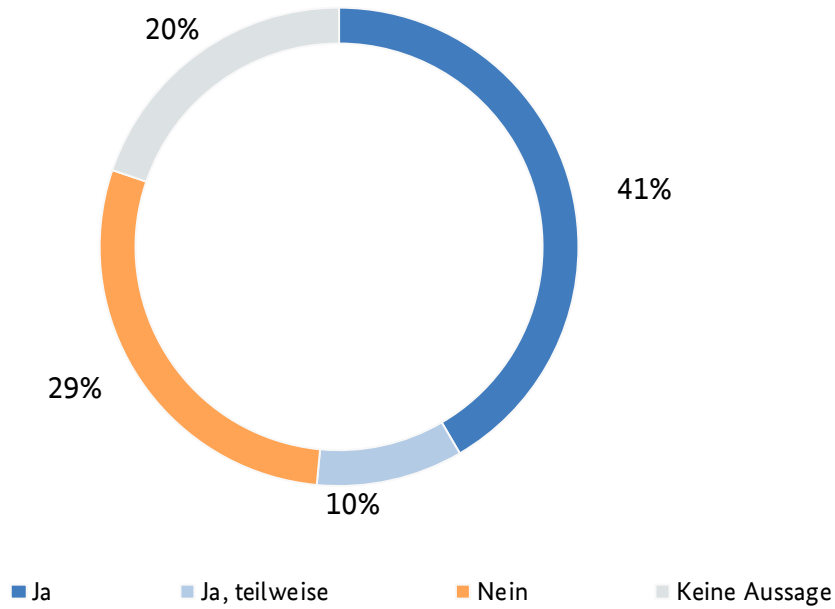


Abbildung 13: Steigende Anforderungen der elektrischen Anlagen in den Unternehmen

Auf die Frage hin, ob in den Unternehmen betriebskritische Prozesse selbst analysiert wurden, konnten 47 Prozent der befragten eine positive Antwort geben, vgl. Abbildung 14. Da es prinzipiell auch möglich ist, dass sich innerhalb eines Betriebes Anlagen gegenseitig beeinflussen wurde zudem die Frage gestellt, ob dies an den Standorten durch die Unternehmen ausgeschlossen werden kann. Ein Großteil, 55 Prozent, kann dies bestätigen. Hingegen können 18 Prozent dies nicht gänzlich ausschließen. 27 Prozent der Befragten tätigten keine Aussage. Die Ergebnisse auf dies Fragestellungen sind in Abbildung 15 zusammengefasst erkennbar.

Wurden kritische Prozesse hinsichtlich Spannungsqualität selbst analysiert?
in Prozent

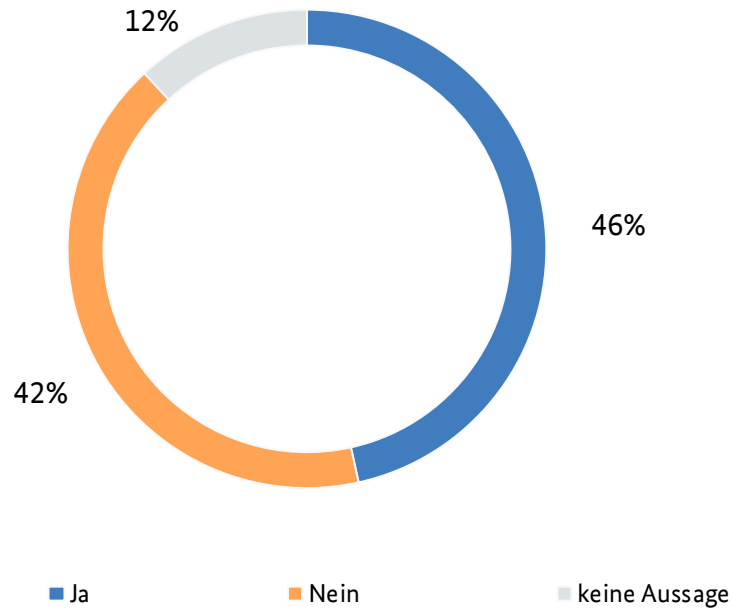


Abbildung 14: Selbstanalyse kritischer, elektrischer Prozesse

Kann eine Beeinflussung von Anlagen untereinander ausgeschlossen werden?
in Prozent

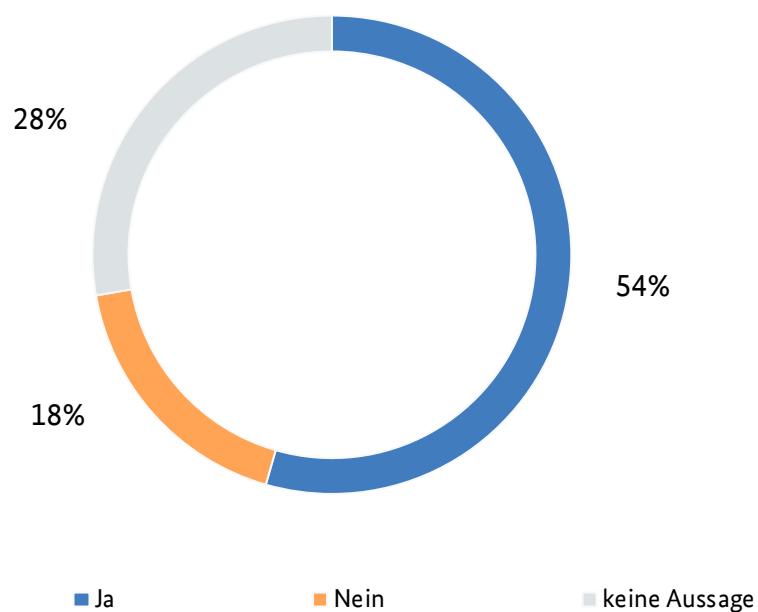


Abbildung 15: Selbstanalyse zur Beeinflussung von Anlagen untereinander

5. Absicherung durch die Unternehmen

Zum Schutz der internen, betriebswichtigen Prozesse vor Einflüssen der Spannungsqualität können Unternehmen eigenverantwortlich technische Möglichkeiten in ihren betrieblichen Arbeitsablauf implementieren. So können beispielsweise Schwungräder oder Batteriesysteme installiert werden. Innerhalb der Umfrage gaben 74 Prozent an, in Schutzanlagen investiert zu haben.

Die Mehrzahl hat sich für Vorrichtungen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) entschieden. Das getätigte Gesamtinvestitionsvolumen bei 45 Antworten beträgt demzufolge etwa 27.000.000 Euro bei durchschnittlich ca. 23.000 Euro laufenden Kosten pro Jahr. Neben einer technischen Prävention geben 20 Prozent der Antwortenden an, sich gegen Produktionsausfälle versichert zu haben.

Zusätzlich zu den durch die Unternehmen durchgeführten Präventionsmaßnahmen wurde die Bereitschaft an weiterführenden Maßnahmen zur Verbesserung der Spannungsqualität erfragt. Sofern die Netzbetreiber Maßnahmen ergreifen würden, die zu einer höheren Spannungsqualität führen würden als in der EN 50160 festgelegt ist, wären acht Prozent der Teilnehmer dazu bereit, sich finanziell zu beteiligen. Darüber hinaus würden 12 Prozent fallabhängig entscheiden und 35 Prozent sehen von einer Beteiligung gänzlich ab (vgl. Abbildung 16).

Wäre eine Kostenbeteiligung an Maßnahmen, die zur Verbesserung der Spannungsqualität über die EN 50160 hinaus durchführt denkbar?

in Prozent

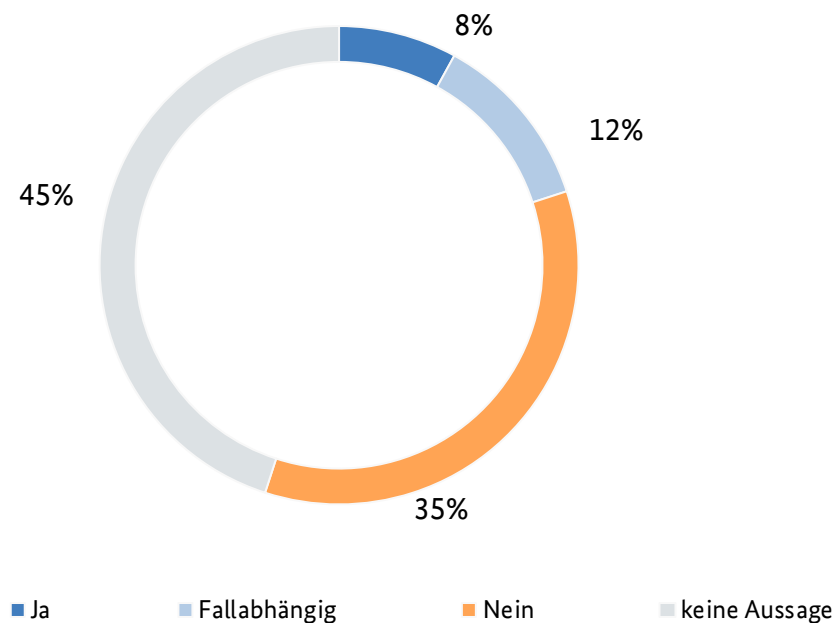


Abbildung 16: Bereitschaft zur unternehmerischen Kostenbeteiligung an Maßnahmen zur Steigerung der Spannungsqualität über die Normvorgaben hinaus

6. Messungen

Neben den ohnehin durch die Netzbetreiber durchzuführenden Pflichtmessungen zur Stördatenerfassung können auch die Unternehmen weitere Messungen zur elektrischen Energieversorgung durchführen, um Störereignisse systematisch zu erfassen. Dies hilft u. a. bei der Beantwortung, ob die Ursache im Stromnetz oder der Kundenanlage vorliegt. Im Fehlerfall können so die Daten von Unternehmen und Netzbetreibern abgeglichen werden. Durch die Befragung der Bundesnetzagentur konnte ermittelt werden, dass 54 Prozent der Teilnehmer eine aktive Messung zur Spannungsqualität durchführen, wie Abbildung 17 verdeutlicht. Je nach Unternehmensstandort, Messintensivität und eingesetzten Messgeräten variieren die investierten bzw. geschätzten Mittel für Messtechniken extrem zwischen 400 und 600.000 Euro.

Verwendet Ihr Unternehmen Messinstrumente, die Schwankungen und Kurzzeitunterbrechungen erfassen können?
in Prozent

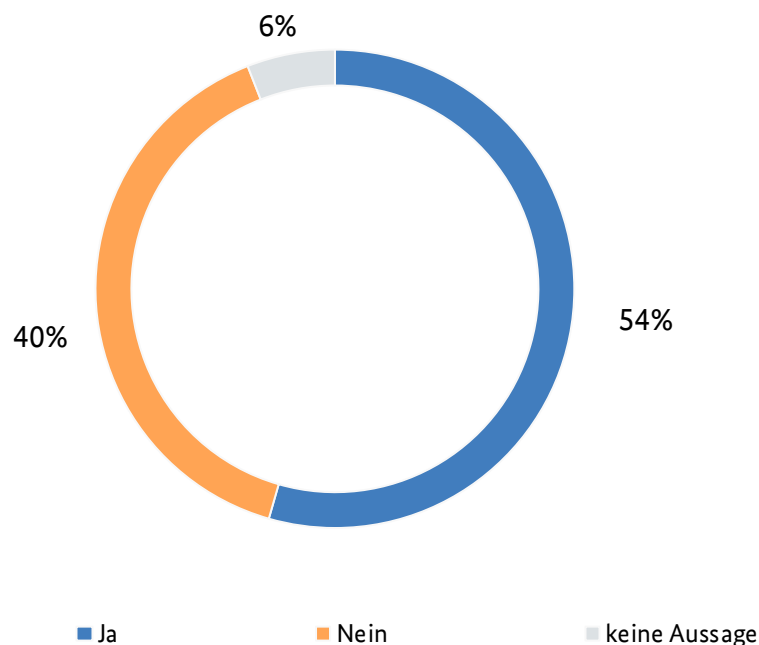


Abbildung 17: Unternehmen, die eine aktive Messung zur Spannungsqualität durchführen

Darüber hinaus haben Netzbetreiber die Möglichkeit, in der von Störungen betroffenen Netzzone weitere Messgeräte zu installieren, um eine längerfristige und detaillierte Überwachung der Energieversorgung des Kunden durchzuführen. Solche zusätzlichen Messungen wurden, wie Abbildung 18 beschreibt, an 14 Prozent der Standorte in jedem Fall und zu acht Prozent in Teilen der Störereignisse durchgeführt.

Wurden durch Ihren Netzbetreiber Spannungsmessungen durchgeführt?
in Prozent

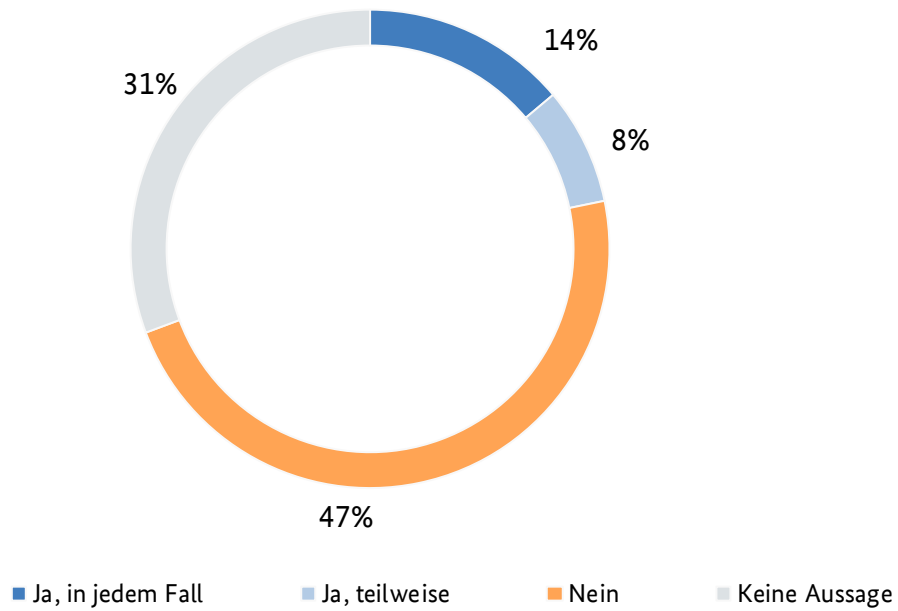


Abbildung 18: Zusätzliche Messungen, die durch den Netzbetreiber vorgenommen wurden

B Einordnung und zukünftige Vorgehensweise

Die durch die Bundesnetzagentur getätigte, freiwillige Umfrage zur Spannungsqualität innerhalb von Unternehmen hatte das Ziel, die Informationslage zu dieser Thematik zu verbessern. Eine gesetzliche Verpflichtung seitens der Unternehmen, der Bundesnetzagentur Daten zu liefern, besteht nicht. Somit war die Bundesnetzagentur bei der eigeninitiativ geführten Umfrage auf eine rege Beteiligung der Unternehmen angewiesen. Zwar konnten zu 101 Standorten Antwortbögen gesammelt werden, allerdings erscheint damit ein repräsentatives Stimmungsbild für ganz Deutschland nicht ableitbar.

Damit bleibt bei einer Rücklaufquote von knapp 17 Prozent – ohne Berücksichtigung der Verbändetrageweite – die Frage offen, ob die vorherrschende Spannungsqualität für die Unternehmen tatsächlich ein bundesweites und gravierendes Problem darstellt oder ob es sich nicht in den vorliegenden Fällen eher um spezifische Vorkommnisse handelt. Die Anzahl der Rückmeldungen, die Häufigkeitsverteilung der Vorkommnisse zwischen den Unternehmen und auch die kumulierten Schadenshöhen sprechen jedenfalls aus Sicht der Bundesnetzagentur dafür, dass umfangreiche regulatorische Maßnahmen wie etwa ein verpflichtendes Monitoring der Spannungsqualität durch die Industrieunternehmen und/oder die Netzbetreiber derzeit nicht verhältnismäßig wären und seitens der Bundesnetzagentur daher nicht gefordert werden.

Gleichwohl gilt, dass für die betroffenen Industrieunternehmungen ggf. individuelle Lösungen erarbeitet und umgesetzt werden müssen. Die Datenerhebung zeigt, dass die Kommunikation zwischen Unternehmen und Netzbetreiber hier zu Lösungen führen kann und dieser Weg auch noch nicht in alle Fällen voll ausgeschöpft ist. Letztlich zeigt sich auch, dass die Begebenheiten heterogen sind und aus volkswirtschaftlicher Sicht für den Einzelfall geschaut werden muss, welches die beste Lösung bei bestehenden Problemen ist. Die Spannungsqualität bleibt aber aus Sicht der BNetzA ein für den Industriestandort Deutschland sehr wichtiges Thema. Insofern ist die Bundesnetzagentur bei diesem Thema weiterhin kommunikationsbereit und wird auch die Entwicklungen weiterhin beobachten, z. B. in Bezug auf Projekte Dritter. Eine Reihe von laufenden oder bereits abgeschlossener Projekte wird daher im folgenden Abschnitt dargestellt.

III Weiterführende Informationen

Zu dem Themenfeld der Versorgungs- respektive der Spannungsqualität gibt es bereits diverse Veröffentlichungen und Befragungen der Stakeholder. Um einen kurzen Überblick über die vorhandenen Informationen zu erhalten, wurden im Folgenden exemplarisch einige dieser Papiere kurz zusammengefasst.

A Forum Netztechnik/Netzbetrieb

Durch das Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) im Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik wird jährlich die „FNN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik“ erhoben. Diese zeigt derzeit, nach Aussage des FNN, keine Auffälligkeiten bei der zeitlichen Entwicklung der Anzahl kurschlussartiger Fehler, welche Spannungseinbrüche verursachen können. Dies lasse darauf schließen, dass die Netzbetreiber die Spannungsqualität, basierend auf den derzeit gültigen Normen und Regelwerken, erfüllen. Dennoch scheine eine geänderte Wahrnehmung der Auswirkungen von Spannungseinbrüchen bei den Unternehmen zu entstehen. Dies lasse sich teilweise auf die automatisierten und mit Hochleistungselektronik optimierten Produktionsprozesse zurückführen. Somit müsse unterschieden werden, ob einerseits der Netzbetreiber von den vorgegebenen Normbereichen der Spannungsqualität abweicht oder andererseits die Störfestigkeit der beim Netzkunden eingesetzten Geräte höhere Anforderungen an das Netz stellen.¹⁴

Zu diesem Themengebiet gibt der FNN-Hinweis „Störfestigkeit im Zusammenspiel von Kundenanlagen und Elektrizitätsnetzen“ eine Unterstützung bei der Ermittlung geeigneter technischer Lösungen, die im Wesentlichen auf der Zusammenarbeit zwischen Netzbetreiber und Unternehmen (Kundenanlagen) abstellt.¹⁵

¹⁴ FNN VDE, September 2018, „FNN-Hinweis Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik Berichtsjahr 2017“

¹⁵ FNN VDE, August 2016, „FNN-Hinweis Störfestigkeit im Zusammenspiel von Kundenanlagen und Elektrizitätsnetzen“

B Land Baden-Württemberg

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg hat in Zusammenarbeit mit dem Landesverband der Baden-Württembergischen Industrie e.V. (LVI), Verband für Energie- und Wasserwirtschaft Baden-Württemberg e.V. und dem Verband Kommunaler Unternehmen e.V. in 2018 eine Orientierungshilfe für Verbesserungen bei einer Beeinträchtigung der Stromversorgungsqualität erarbeitet. In dieser wird dem heutigen deutschen Stromversorgungsnetz ein hoher Standard der Versorgungsqualität bescheinigt. Allerdings könne es durch die stetige Entwicklung in Erzeugungsparks sowie auf Kundenseite zu unterschiedlichen Herausforderungen kommen, deren Lösbarkeit im Fokus stehe. Besonders die sensiblen Produktionsanlagen aus Gewerbe und Industrie können betroffen sein. Um zukünftig die Versorgungs- und insbesondere die Spannungsqualität zu verfestigen, sei ein Dialog zwischen Netzbetreibern und den Kunden daher unverzichtbar. Laut einer LVI-Erhebung sind Unternehmen in Baden-Württemberg von 2012 bis 2015 bezüglich Stromunterbrechungen, Spannungs- und Frequenzschwankungen tendenziell häufiger betroffen als in den Jahren zuvor. Anhand von durchgeführten Messungen konnten die Ursachen dafür sowohl auf Netz- als auch auf Unternehmensseite festgestellt werden. Somit ist die Kernaussage der „Orientierungshilfe“ eine verbesserte Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Parteien, Netzbetreiber und Kunden, anzustreben in denen angemessene Abhilfemaßnahmen abzusprechen und umzusetzen sind.¹⁶

¹⁶ VfEW-BW, November 2018, „Qualität der Stromversorgung in Baden-Württemberg – Orientierungshilfe für Verbesserungen bei einer Beeinträchtigung der Stromversorgungsqualität“

C Bayerische Industrie- und Handelskammern (BIHK)

Die BIHK-Studie „Energiewende im Strommarkt – Versorgungsqualität“ aus 2017 beinhaltet zum einen die Ergebnisse einer Befragung von Unternehmen des produzierenden Gewerbes, Industrie und weiteren Akteuren der Energiewirtschaft in Bayern und zum anderen einen Leitfaden zur Versorgungsqualität. Darin sind Handlungsempfehlungen und geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung der erforderlichen Versorgungsqualität auf Seiten der Unternehmen sowie der Netzbetreiber aufgeführt.

In der Befragung klagte ein Teil der Unternehmen über die Zunahme kurzer Versorgungsunterbrechungen sowie Probleme mit der Spannungsqualität. Andere Unternehmen berichteten jedoch von einer Verbesserung der Versorgungsqualität in den letzten Jahren. In diesem Zusammenhang wurde als Hauptursache der wahrgenommenen Problemsteigerung der vermehrte Einsatz von empfindlicher Steuerelektronik in den Anlagen der Unternehmen genannt. Anders als vorab erwartet, sei der steigende Anteil erneuerbarer Energien zum Zeitpunkt der Studie kein maßgeblicher Grund für Störungen.

Bei den Handlungsempfehlungen wird insbesondere auf die Kommunikation sowie die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Netzbetreibern eingegangen. Beides werde zumeist im Störfall aktiv durch die Akteure betrieben mit dem Ergebnis, dass gemeinsame Lösungen erarbeitet und umgesetzt werden. Hierzu können fallbezogen unterschiedliche Lösungsmaßnahmen aufseiten der Netzbetreiber oder des Verbrauchers getroffen werden. Eine geeignete Maßnahme ist anhand der Kosteneffizienz auszuwählen.

Abschließend wird festgehalten, dass im Rahmen der getätigten Untersuchungen, keine Verschlechterung der Zuverlässigkeit der Stromversorgung festzustellen sei.¹⁷

¹⁷ BIHK-Studie, November 2017 „Energiewende im Strommarkt – Versorgungsqualität“

D VIK Befragung

In 2012 führte der Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK) eine nicht repräsentative Folgeumfrage mit der Beteiligung von 60 Unternehmensstandorten zu kurzen Versorgungsunterbrechungen durch. Knapp 80 Prozent der Teilnehmer beurteilten die Versorgungsqualität demnach als angemessen.¹⁸ Dennoch wird festgehalten, dass im Zeitraum von 2009 bis 2011 relevante Versorgungsstörungen um 30 Prozent zugenommen haben. Demnach treten mit einem Anteil von 72 Prozent Kurzzeitunterbrechungen am häufigsten auf. Als Konsequenz wird eine Ausweitung der Überwachungsfunktion durch die Bundesnetzagentur gefordert.¹⁹

¹⁸ VIK, Tätigkeitsbericht 2011/2012

¹⁹ VIK, Pressemitteilung 04. Juni 2012 „Aktuelle VIK-Untersuchung zeigt: Stromversorgungsqualität unter hohem Druck – mehr als 90 Prozent der Stromunterbrechungen werden dabei von der Bundesnetzagentur nicht erfasst“

E Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalen

Im Rahmen der Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalens, erstellt durch das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, findet derzeit eine Untersuchung bezüglich des dritten Handlungsfeldes „Hohe Versorgungsqualität in Energienetzen sicherstellen“ durch die Energie-Agentur.NRW statt. Ergebnisse hierzu liegen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht vor.

IV Fazit

Die Versorgungsqualität stellt einen wichtigen Parameter hinsichtlich der elektrischen Energieversorgung dar. Neben der zuverlässigen Service- und Spannungsqualität ist auch die Versorgungszuverlässigkeit für Verbraucher ein essentielles Gut, um die Herausforderungen der zunehmenden Digitalisierung bewältigen zu können. Insbesondere das Gewerbe und die Industrie sind, produktionsbedingt, an einer sehr guten Spannungsqualität interessiert. So können bspw. Spannungseinbrüche im Einzelfall zu erheblichen Produktionsausfällen, Reparaturen etc. führen. Nach Aussage einiger Unternehmen hat sich aus deren Sicht die Spannungsqualität in den letzten Jahren jedoch stetig verschlechtert bzw. haben Ereignisse die zu einer Störung führen zugenommen. Demgegenüber stehen Statistiken, die von einer nahezu gleichbleibenden Anzahl netzseitiger Störereignisse ausgehen.

Einen Ansatz zur Erklärung dieser Diskrepanz kann in der Modernisierung von Anlagen und Prozessabläufen durch den vermehrten Einsatz von Leistungselektronik bzw. informationstechnikgestützter Systeme begründet werden. Der Einsatz solcher Techniken weist u. a. ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis und Regelverhalten gegenüber konventioneller Schalttechnik auf. Wesentliche Nachteile sind jedoch Netzurückwirkungen und die hohe Sensitivität gegenüber Änderungen von Spannungsmerkmalen. Hierdurch lässt sich die wahrgenommene Verschlechterung der Spannungsqualität bei nahezu stetiger Qualität aus dem Netz erklären. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass es ortsabhängig auch zu vermehrten, netzseitigen Beeinträchtigungen der Spannungsqualität kommen kann.

Auf Verbraucherseite können diesbezüglich Vorsorgemaßen getroffen werden. Diese erfolgen in Abwägung der Wirtschaftlichkeit, da die Anforderungen und somit auch die Kosten zwischen den Unternehmen stark abweichen. Ebenso kann der Netzbetreiber eine Netzoptimierung oder -verstärkung durchführen.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht spricht vieles dafür, dass der Verbraucher, welcher höhere Ansprüche an die ohnehin schon sehr gute Qualität der Stromversorgung hat, selbst gezielte Vorsorgemaßnahmen für kritische Prozesse treffen sollte. Eine Erhöhung der Versorgungsqualität seitens der Netzbetreiber aufgrund der besonderen Anforderungen einer energiesensiblen Minderheit würde zu zusätzlichen Netzkosten für alle Verbraucher führen. Das Bedürfnis einzelner Verbraucher nach einer besonders hohen Versorgungsqualität soll keineswegs in Frage gestellt werden. Um diesem Bedürfnis aber auch kostenmäßig angemessen Rechnung zu tragen, müssen besondere Einzelanforderungen, die über das Ziel einer allgemeinen Versorgungsqualität hinausgehen, von den betroffenen Unternehmen durch geeignete Maßnahmen selbst umgesetzt werden. Das schließt aber nicht aus, dass in bestimmten Fällen eine Netzoptimierung seitens des Netzbetreibers die günstigere Alternative sein kann. Hierzu müssen aber beide Parteien, Netzbetreiber und Unternehmen, Willens sein in einen Dialog zu treten.

Daher gilt es vor allem die Kommunikation zwischen Unternehmen und Netzbetreiber zu verstetigen. Wie die Umfrage zeigt, behebt in den Fällen, in denen ein Konzept zur Störungsvermeidung gemeinsam erarbeitet wurde, größtenteils die negativen Auswirkungen auf die Spannungsqualität. Auch wäre ein intensiverer Informationsaustausch über die örtlich vorherrschende Güte der Spannung vor einem Neuanschluss oder der betrieblichen Auf- bzw. Umrüstung erstrebenswert.

Fasst man die Erkenntnisse aus den verschiedenen Studien und der Umfrage zur Spannungsqualität zusammen, so verstärkt sich das Bild, dass es sich im Kern um regionale bzw. unternehmensspezifische Vorkommnisse handelt, die insbesondere einen Dialog zwischen den betroffenen Parteien erfordern. Verpflichtende und über die bisher geltenden Statuten hinausgehende Maßnahmen gegenüber Netzbetreibern oder Unternehmen seitens der Bundesnetzagentur werden auf Grundlage der vorliegenden Informationen derzeit nicht gefordert.

Von einer turnusmäßigen, freiwilligen Abfrage sieht die Bundesnetzagentur ab, da durch eine rein freiwillige Beteiligung keine Kontinuität und Vergleichbarkeit der Ergebnisse garantiert werden kann. Grundsätzlich denkbar wäre vor diesem Hintergrund eine gesetzliche Verpflichtung der Unternehmen zur Teilnahme bzw. Meldung von Daten. Ein gesetzlich verpflichtender Prozess würde allerdings zu einem bürokratischen Mehraufwand bei den Unternehmen führen, dessen Nutzen aber, gemessen an den vorliegenden Ergebnissen, fraglich erscheint. Gleichwohl behält es sich die Bundesnetzagentur vor, insbesondere beim Vorliegen neuer Erkenntnisse eine Wiederholung der Befragung durchzuführen oder auch andere Maßnahmen vorzuschlagen.

In jedem Fall muss das vorherrschende hohe Niveau der gesamten Versorgungsqualität auch zukünftig bei dem weiteren Umbau des Energiesystems und der breiteren Anwendung neuer Techniken erhalten bleiben. Die Spannungsqualität bleibt daher auch aus Sicht der Bundesnetzagentur ein für den Industriestandort Deutschland sehr wichtiges Thema. Insofern ist die Bundesnetzagentur bei diesem Thema weiterhin kommunikationsbereit und wird auch die weiteren Entwicklungen weiterhin beobachten.

Anhang

Anhang 1: Inhalt des Fragebogens

Stammdaten

Unternehmensname, Unternehmensart, Branche, Unternehmensstandort, Bundesland des betroffenen Standortes, Anschlussnetzbetreiber, Netzanschlussebene, Anschlussleistung, Ansprechpartner

Fragebogen Teil 1

1.1 Traten in Ihrem Unternehmen seit dem 01.01.2018 Probleme mit der Spannungsqualität am Anschlusspunkt des Verteilnetzes auf?

1.2 Welche der folgenden Störungen traten in Ihrem Unternehmen seit dem 01.01.2018 auf die eindeutig dem Netzbetrieb zugeordnet werden können und können Sie diese quantifizieren? (Mehrfachnennungen möglich)

1.2.1 Können Sie die unter B) eingetragenen Störungen weiter aufschlüsseln?

1.3 Auf welcher Spannungsebene traten die einzelnen Spannungsereignisse auf? (Mehrfachnennung möglich)

1.4 Wie hoch war der Schadenswert in den Jahren 2018 bis 2020 der sich auf Störungsereignisse der Spannungsqualität zurückführen lässt und Ihrer Ansicht nach dem Netzbetrieb zuzuordnen ist?

1.4.1 Wie hoch war dabei der höchste Einzelschadenswert?

1.5 Haben Sie nach Störungsfällen Kontakt mit Ihrem Netzbetreiber aufgenommen?

1.5.1 Wurden durch Ihren Netzbetreiber Spannungsmessungen durchgeführt?

1.5.2 Haben Sie mit Ihrem Netzbetreiber ein Konzept zur Störungsvermeidung erarbeitet?

1.5.3 Waren die Maßnahmen Ihres Netzbetreibers erfolgreich?

1.6 Haben neuere Geräte und Anlagen, die in Ihrem Unternehmen eingesetzt werden, Ihrer Ansicht nach im Vergleich zu früher andere Anforderungen an die Spannungsqualität von Versorgungsnetzen (z. B. aufgrund höherer Motorleistungen, größere oder sensiblerer Geräte oder Anlagen)?

1.7 Wurde Ihr Anlagenbetrieb in der Vergangenheit bereits erweitert/erneuert? Wenn ja, in welchem Jahr zuletzt?

1.7.1 Falls Frage 1.7 bejaht wurde, können Sie ausschließen, dass eine Beeinflussung bezüglich der Spannungsqualität der Anlagenteile untereinander stattfindet?

1.7.2 Haben Sie sich vor der Erweiterung/Erneuerung mit Ihrem Netzbetreiber ausgetauscht?

1.7.3 Haben Sie besonders kritische Prozesse hinsichtlich der Spannungsqualität und -stabilität selbst analysiert?

1.8 Welche Regelungen sieht Ihr Netzanschlussvertrag zur Spannungsqualität bzw. Kurzzeitunterbrechungen vor (z. B. Grenzwerte, die über die DIN EN 50160:2010 hinausgehen, redundante Einspeisungen, vereinbarte Grenzwerte)?

1.9 Haben Sie in der Vergangenheit Maßnahmen ergriffen, um den Betriebsablauf gegen Spannungsereignisse abzusichern? Z. B.: Oberschwingungsfiler, Geräte zur unterbrechungsfreien Stromversorgung etc.

1.9.1 Wie hoch belaufen sich die Kosten für die Maßnahmen zur Absicherung, die Sie getroffen haben?

1.9.2 Können Sie abschätzen, welche Investitionskosten entstehen würden, falls alle betriebskritischen Anlagen abgesichert würden?

1.9.3 Sind Sie gegen Folgen eines Stromausfalls versichert?

Fragebogen Teil 2

2.1 Verwendet Ihr Unternehmen Messinstrumente, die Spannungsschwankungen /Kurzzeitunterbrechungen erfassen können?

2.1.1 Wenn ja, welche?

2.1.2 Was ist die kürzeste Dauer eines Spannungsereignisses, das für Sie noch messbar ist?

2.1.3 Bedarf es unterschiedlicher Messgeräte für die verschiedenen Spannungsereignisse?

2.1.4 Bitte beurteilen Sie, welches Spannungsniveau sowie welche Störungsdauer für Ihre Anlagen bzw. Geräte kritisch sind und sofern Messwerte ermittelt werden, ob diese auftreten.

2.1.5 In welchen Zeitintervallen findet die Messung zu Schwankungen/Unterbrechungen statt?

2.2 Sofern Sie bereits eine Messung durchführen bzw. eine solche planen: mit welchen Anschaffungskosten ist für eine Störungsmessung zurechnen?

2.2.1 Wie hoch sind die laufenden Kosten (IT-Anbindung, Wartung, etc.) die pro Jahr für die Erfassung der Spannungsqualität oder der Kurzzeitunterbrechungen entstehen?

2.3 Sind aus den vergangenen Jahren konkrete (Mess-)Daten zur Spannungsqualität bzw. zu Kurzzeitunterbrechungen verfügbar?

2.3.1 Wären Sie dazu bereit, diese der BNetzA zur Verfügung zu stellen?

2.4 Nennen Sie Maßnahmen, die ein Netzbetreiber aus Ihrer Sicht ergreifen könnte, um Spannungsschwankungen und Kurzzeitunterbrechungen zu vermeiden.

2.5 Wäre Ihr Unternehmen dazu bereit, sich an Kosten für Maßnahmen zu beteiligen, die der Netzbetreiber zur Verbesserung der Spannungsqualität über die geltende Norm DIN EN 50160 hinaus durchführt?

2.6 Sehen Sie unterschiedliche Anforderungen an die Spannungsqualität in Abhängigkeit der Spannungsebene?

2.7 Sehen Sie die Notwendigkeit für ein Monitoring zum Thema Versorgungsqualität abseits der bereits erhobenen Langzeitunterbrechungen, die länger als drei Minuten andauern?

2.8 Welche Erwartungen hegen Sie an ein solches Monitoring?

2.9 An dieser Stelle haben Sie die Möglichkeit Ergänzungen oder Bemerkungen zu den Fragestellungen anzugeben. Bitte nennen Sie in jedem Fall die laufende Nummer der Frage auf die Sie sich beziehen.

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Unterscheidung zwischen Spannungsqualität und Versorgungszuverlässigkeit	9
Abbildung 2: Entwicklung des deutschen SAIDIs gemäß Energiewirtschaftsgesetz seit 2006.....	11
Abbildung 3: Verteilung der Antworten und Probleme von Unternehmen auf die Bundesländer	18
Abbildung 4: Verteilung der Antworten und Probleme von Unternehmen auf die Branchen.....	19
Abbildung 5: Anzahl netzseitiger Störungsaufkommen nach Jahren und Anlass, insgesamt	20
Abbildung 6: Anzahl netzseitiger Störungsaufkommen nach Jahren und Anlass, ausreißerbereinigt	20
Abbildung 7: Störungshäufigkeit nach Unternehmensanzahl und Anlass 2018-2020, 1.Hj.	21
Abbildung 8: Kumulierter Gesamtschaden nach Branchen 2018 bis 2020, 1. Hj.....	22
Abbildung 9: Kontaktaufnahme mit dem Netzbetreibern von Standorten, die eine Anlagenänderung durchführten	23
Abbildung 10: Kommunikation zwischen Unternehmen und Netzbetreiber im Störfall	24
Abbildung 11: Erarbeitung von Vermeidungskonzepte zwischen Unternehmen und Netzbetreiber	24
Abbildung 12: Beurteilung der vom Netzbetreiber durchgeführten Maßnahmen zur Vermeidung von Störereignissen	25
Abbildung 13: Steigende Anforderungen der elektrischen Anlagen in den Unternehmen.....	26
Abbildung 14: Selbstanalyse kritischer, elektrischer Prozesse	27
Abbildung 15: Selbstanalyse zur Beeinflussung von Anlagen untereinander.....	27
Abbildung 16: Bereitschaft zur unternehmerischen Kostenbeteiligung an Maßnahmen zur Steigerung der Spannungsqualität über die Normvorgaben hinaus.....	28
Abbildung 17: Unternehmen, die eine aktive Messung zur Spannungsqualität durchführen	29
Abbildung 18: Zusätzliche Messungen, die durch den Netzbetreiber vorgenommen wurden	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung von Gesamt- und Einzelschäden durch Spannungsqualitätseinbußen.....22

Abkürzungsverzeichnis

ARegV	Anreizregulierungsverordnung
AWE	automatischen Wiedereinschaltung
BIHK	Bayerische Industrie- und Handelskammer
BNetzA	Bundesnetzagentur
DIN	Deutsches Institut für Normung
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EN	Europäische Norm
FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb
Hj.	Halbjahr
kV	Kilovolt
LVI	Landesverband der Baden-Württembergischen Industrie e.V.
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
USV	unterbrechungsfreien Stromversorgung
VIK	Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft

Impressum

Herausgeber

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Bezugsquelle | Ansprechpartner

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

info@bnetza.de

www.bundesnetzagentur.de

Tel. +49 228 14-0

Stand

Mai 2021

Text

620

**Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas,
Telekommunikation, Post und Eisenbahnen**

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Telefon: +49 228 14-0

Telefax: +49 228 14-8872

E-Mail: info@bnetza.de

www.bundesnetzagentur.de