



Bundesamt
für Bevölkerungsschutz
und Katastrophenhilfe

DKE

BBK

Notstromversorgung in Unternehmen und Behörden



Fachinformation



Praxis im
Bevölkerungsschutz
Band 13



BBK. Gemeinsam handeln. Sicher leben.



Praxis im
Bevölkerungsschutz

Band 13

Leitfaden

**für die Planung, die Einrichtung und den Betrieb einer
Notstromversorgung in Unternehmen und Behörden**

Band 13 – Praxis im Bevölkerungsschutz

Neu bearbeitete Auflage 2024



Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

Der Leitfaden wurde vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe erstellt. Er wurde 2023 gemeinsam mit dem Arbeitskreis 261.0.3a „Microgrids – Einspeisung Netzinsel“ der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE) überarbeitet und in der DKE kommentiert.

DKE

Die Empfehlungen und Informationen zur Langzeitlagerung von Kraftstoffen für Netzersatzanlagen wurden 2014 in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wärme und Oeltechnik IWO, heute Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. (en2x), und dem Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- und Betriebsstoffe WIWeB erstellt. Grundlage ist die Studie zur Brennstoffqualität in Netzersatzanlagen des Institutes für Wärme und Oeltechnik aus dem Jahr 2014. Für die freundliche und fachkompetente Unterstützung bedanken wir uns.





Inhalt

1	Einführung	5
	Ziele und Adressaten des Leitfadens	6
	Vorgehensweise	6
	Allgemeine Erläuterungen zur Notstromversorgung	8
2	Ermittlung des Energiebedarfs für die Notstromversorgung	11
	Identifikation der betriebskritischen Prozesse bzw. Fachaufgaben	11
	Energiebilanz Notstromversorgung	13
3	Konzeption der Notstromversorgung	15
	Dauer der Aufrechterhaltung der Notstromversorgung	15
	Erzeugungseinheiten	15
	Standort der Notstromaggregate	16
	Kraftstoffbevorratung	16
	Betriebszuverlässigkeit einer Notstromanlage	17
	Einsatz mobiler Notstromaggregate	17
	Anforderungen an das Notstromnetz	17
4	Notfallkonzept „Betrieb unter Notstromversorgung“	19
5	Sicherstellung des Notstrombetriebes	20
6	Wartung, Tests und Übungen	21
7	Anhang	23
	Anhang 1: Checkliste	23
	Anhang 2: Best-Practice-Beispiel für eine Ersatzstromversorgung unter Nutzung von Brennstoffzellen	29
	Anhang 3: Langzeitlagerung von Kraftstoffen für Netzersatzanlagen	30
	Anhang 4: Abkürzungsverzeichnis.	33
	Anhang 5: Literatur	33
	Zitierte Literatur	33
	Zitierte Normen	34
	Weitere relevante Normen	34
	Ausgewählte Literatur für weiterführende Informationen	35
	Impressum	37

1

Einführung



© Inga Nielsen – stock.adobe.com

Fast alle Bereiche unseres täglichen Lebens sind abhängig von elektrischer Energie.

Deshalb ist deren uneingeschränkte und jederzeitige Verfügbarkeit eine der grundlegenden Voraussetzungen für das Funktionieren unserer Gesellschaft.

Alle zentralen Einrichtungen – ob öffentlich oder privat – sind bei ihrer Tätigkeit auf eine verlässliche Stromversorgung angewiesen. Insbesondere für den Einsatz von moderner Informations- und Kommunikationstechnologie ist Elektrizität unverzichtbar.

Obwohl in Deutschland ein hoher Grad an Versorgungssicherheit herrscht, sind auch hier folgenreiche Stromausfälle nicht auszuschließen. Die öffentliche Versorgung mit elektrischer Energie kann aufgrund eines technischen Defektes, einer vorsätzlichen Handlung oder eines Naturereignisses ausfallen. Gefahren wie Cyberangriffe auf das Stromnetz oder kaskadierende Fehler im Versorgungssystem aufgrund der steigenden Komplexität gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Je nach Ursache des Ausfalls oder des zu behandelnden Schadens kann die Stromversorgung durchaus auch über einen längeren Zeitraum gestört sein, so wie nach dem Wintereinbruch im November 2005 im Münsterland, durch eine bei Bauarbeiten durchtrennte Leitung in Berlin-Köpenick im Februar 2019 oder durch Starkregen im Juli 2021 in Teilen von Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen. Bei einem Ausfall des öffentlichen Stromnetzes droht eine weitreichende Einschränkung der Handlungsfähigkeit. Die Folgen eines lang andauernden und großflächigen Stromausfalls wurden exemplarisch durch das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) untersucht. Im Resümee kommt der Bericht zu der Erkenntnis, ein solches Ereignis käme „einer nationalen Katastrophe gleich“¹. Eine verlässliche Notstromversorgung, die ohne weitere Kraftstoffzufuhr für mindestens 72 Stunden einen Notbetrieb gewährleistet, verschafft der Behörde oder dem Unternehmen die Handlungsfähigkeit um die meisten Versorgungsunterbrechungen zu überbrücken und

¹ Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (2010): Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung. Endbericht zum TA-Projekt. Arbeitsbericht Nr. 141. S. 237.

um bei längeren Ausfällen in einen Krisenmodus überzugehen und die entsprechenden Organisationsformen aufzubauen. Durch eine Erweiterung um dezentrale Erzeugungsanlagen mit Nutzung erneuerbarer Primärenergie (z. B. Photovoltaik) sowie eine Kombination mit Speichern lässt sich die Laufzeit zudem deutlich verlängern. Im Sinne eines erfolgreichen Krisenmanagements ist es empfehlenswert, über einen möglichst langen Zeitraum (auch > 72 Stunden) ohne Hilfe von außen handlungsfähig zu sein. Alternativ kann die Möglichkeit eines Inselnetzes im öffentlichen Verteilnetz (z. B. im Versorgungsgebiet eines Stadtwerkes) in Koordination mit dem verantwortlichen Netzbetreiber effizienter, kostengünstiger und zuverlässiger sein.

Ziele und Adressaten des Leitfadens

Dieser Leitfaden richtet sich an Führungskräfte und Beschäftigte in Unternehmen und Behörden, die für den sicheren Betrieb ihrer Dienststelle bzw. ihres Unternehmens Verantwortung tragen. Er soll den Sicherheitsverantwortlichen eine Hilfestellung geben, für ihre Einrichtung eine Notstromversorgung mit einem hohen Grad an Verlässlichkeit und Einsatzfähigkeit bereitzustellen. Der Leitfaden reagiert mit der Empfehlung, die Notstromversorgung für mindestens 72 Stunden aufrechterhalten zu können, auf die Heterogenität momentaner Regelungen (wie sie uneinheitlich und häufig unverbindlich in Bauordnungen und im Arbeitsschutz vorkommen) und versucht, zu einer Harmonisierung der verschiedenen Empfehlungen

begründet beizutragen. Die Frist von 72 Stunden gilt auch für die Notstromversorgung zur Steuerung von Anlagen des Stromnetzbetreibers (VDE-AR-N 4143-1). Weitere branchenspezifische Regelungen zur Notstromversorgung sind allerdings selbstverständlich zu beachten.

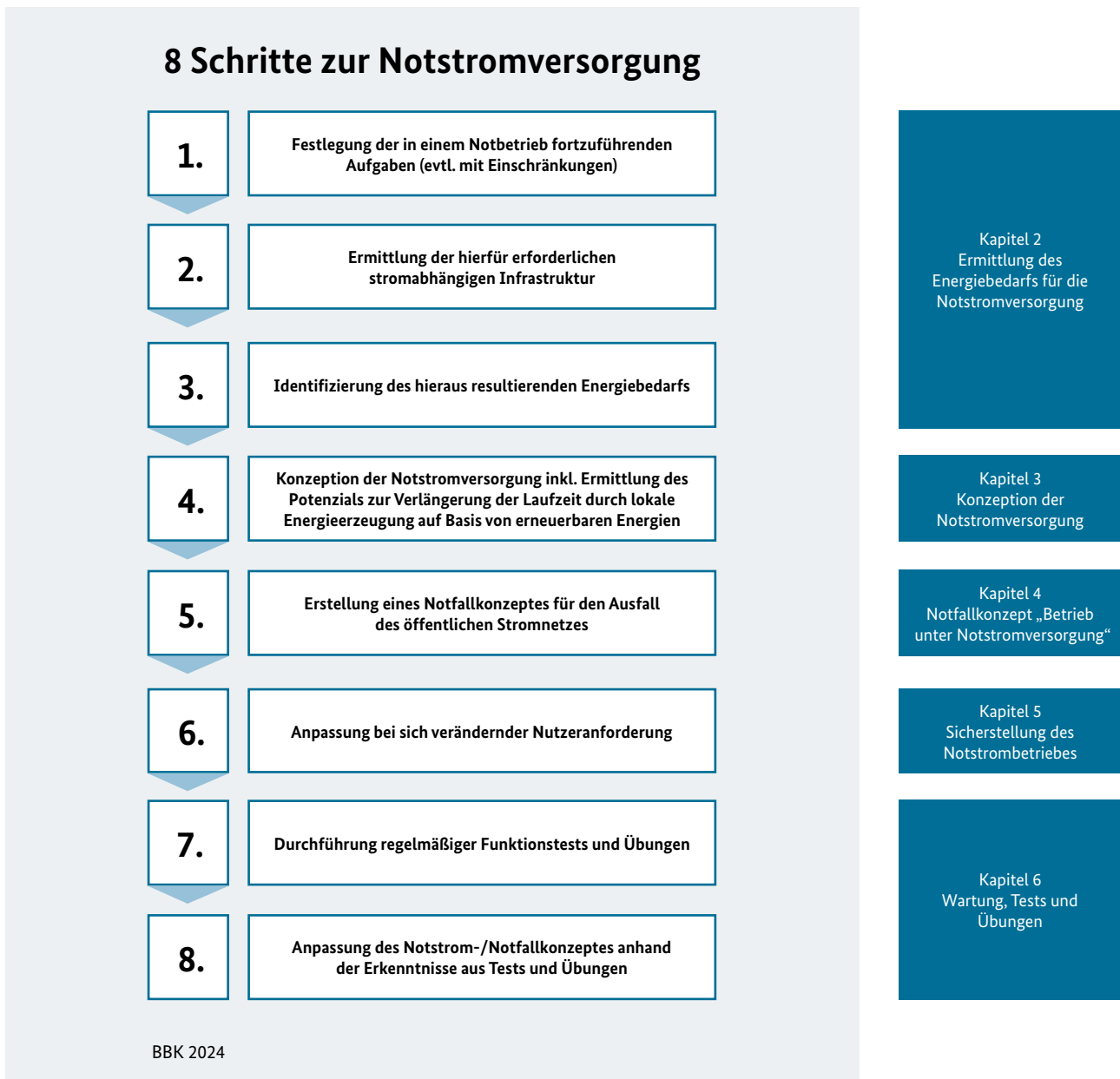
In diesem Leitfaden geht es in erster Hinsicht um strategisch-planerische und organisatorische Vorsorgemaßnahmen, um die Funktionsfähigkeit der Einrichtung im Notbetrieb zu gewährleisten. Auf die detaillierte technische Ausgestaltung der Notstromversorgung wird nicht eingegangen; hierzu wird auf einschlägige Fachpublikationen und Normen verwiesen (Anhang 5) – insbesondere auf die „Hinweise zur Ausführung von Ersatzstromversorgungsanlagen in öffentlichen Gebäuden“ des AMEV und die „Technischen Anschlussregeln der Niederspannung“ (VDE-AR-N-4100).

Vorgehensweise

Zunächst bedarf es der Klarstellung, dass eine Notstromversorgung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten i. d. R. nicht für die Aufrechterhaltung des Regelbetriebes dimensioniert ist. Behörden und andere wichtige Einrichtungen müssen also im Hinblick auf den Ausfall des öffentlichen Stromnetzes, der einige Minuten, Stunden oder Tage und im Extremfall mehrere Wochen andauern kann, beachten, in welchem Umfang sie ihren Betrieb oder einzelne besonders kritische Bereiche aufrechterhalten müssen.

Für die Bereitstellung einer ausreichenden und sicheren Notstromversorgung wird empfohlen, nach den folgenden acht Schritten vorzugehen:

Abbildung 1
8 Schritte zur Notstromversorgung



Allgemeine Erläuterungen zur Notstromversorgung

Zum Thema Notstromversorgung/Ersatzstromversorgung existiert eine Reihe von Begriffen, die in unterschiedlichem Kontext unterschiedlich verstanden werden². Die folgende Übersicht, die im Arbeitskreis 261.0.3 Microgrids der DKE erstellt wurde, soll helfen, die verschiedenen Anwendungsfälle trennscharf zu unterscheiden:

3 Klassen der Notstromversorgung:

- **Klasse A**
Ad-hoc-Versorgung: Lokaler Netzaufbau mit mobilen Stromerzeugern ohne Netzersatz-Funktion (direkte lokale Versorgung der Verbraucher ohne Nutzung vorhandener Elektroinstallation)
- **Klasse B**
Kundenanlage: Objektversorgung (Versorgung von Geräten und Gebäuden unter Nutzung der vorhandenen Elektroinstallation innerhalb von Kundenanlagen ohne Nutzung des öffentlichen Verteilnetzes)
- **Klasse C**
Verteilnetz: Teilversorgung als Inselnetz unter Nutzung des öffentlichen Verteilnetzes

Je nach Klasse unterscheiden sich die einzubindenden Akteure, die Netzebene, die Netzformen und damit einhergehend die verwendbaren Erzeugungseinheiten und nötigen Schutz Einrichtungen. Dieser Leitfaden bezieht sich auf die Klasse B, da es um die Notstromversorgung in einem Unternehmen oder einer Behörde geht. Nicht eingegangen wird auf die zusätzlichen Anforderungen an elektrische Anlagen „für Sicherheitszwecke“ nach DIN VDE 0100-560. Elektrische Anforderungen für Sicherheitszwecke sind

für bestimmte Einrichtungen baurechtlich vorgeschrieben. Sie fallen unter Typ B, müssen aber zusätzliche Anforderungen wie eine schnelle Verfügbarkeit erfüllen. Weitere Informationen hierzu sind bspw. AMEV 2022 zu entnehmen.

Klasse B – „Kundenanlage“ lässt sich folgendermaßen unterteilen:

- B.1 ausschließlich zur Notversorgung, mit mobilen Erzeugungsanlagen
- B.2 ausschließlich zur Notversorgung, mit stationären Erzeugungsanlagen
- B.3 als Inselbetriebsmodus unter Nutzung von normalerweise netzparallel betriebenen Erzeugungsanlagen



Netzersatzanlage; Quelle: BBK

² Auch die Normung ist hier nicht eindeutig: So wird in den Technischen Anschlussregeln der Niederspannung bspw. der Begriff „Notstromaggregat“ verwendet (VDE-AR-N 4100), während in der DIN VDE 0100-200 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Begriffe) der Begriff „Ersatzstromquelle“ genutzt wird.

Bei der Notstromversorgung hat sich eine Unterscheidung zwischen sogenannten „Unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV)“³ und „Netzersatzanlagen“ als hilfreich erwiesen⁴.

Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) beziehen ihre Energie in der Regel aus Akkumulatoren und kinetischen Energiespeichern (dynamische USV) und werden zum Schutz hochsensibler technischer Systeme wie z. B. Rechenzentren und Telefonanlagen eingesetzt⁵. Sie gewährleisten beim Ausfall der öffentlichen Stromversorgung einen unterbrechungsfreien Betrieb. USV-Anlagen sind in der Regel nur für eine kurze Überbrückungszeit dimensioniert. In dieser Zeit können technische Systeme in einen sicheren Betriebszustand zurückgefahren werden, oder eine Netzersatzanlage kann die weitere Stromversorgung übernehmen.

Netzersatzanlagen (NEA) bestehen in der Regel aus Generatoren, die von Verbrennungsmotoren angetrieben werden. Sie werden zur Versorgung des Stromnetzes/Notstromnetzes der Liegenschaft eingesetzt. Eine Notstromversorgung oder Ersatzstromversorgung bei Ausfall des öffentlichen Netzes kann jedoch auch mit Hilfe anderer – auch mehrerer – Erzeugungseinheiten aufgebaut werden. Diese können dabei unterschiedlich sein, bspw. werden dieselebasierte Generatoren, Brennstoffzellen oder elektrische/elektrochemische Energiespeicher genutzt. Eine solche Anlage wird auch als **Ersatzstromversorgungsanlage**⁶ bezeichnet. Die Übernahme der Netzversorgung erfolgt nicht unterbrechungsfrei; im günstigsten

Fall liegt die Anlaufzeit im Sekundenbereich. Die Betriebsdauer ist, wenn Verbrennungsmotoren eingesetzt werden, in hohem Maße abhängig von einer durchgängigen Versorgung mit qualitativ einwandfreiem Kraftstoff. Auch bei Brennstoffzellen muss der entsprechende Energieträger in ausreichender Menge verfügbar sein. Je nach Liegenschaft ist auch die Verwendung von Anlagen möglich, die nicht ausschließlich zur Notstromversorgung installiert wurden, bspw. von Blockheizkraftwerken. Dargebotsabhängige Erzeugungsanlagen, z. B. auf Basis von Photovoltaik, in der Regel mit Batteriespeicher, können bei fachgerechter Planung in Kombination mit anderen Anlagen verwendet werden, um den Bedarf an Brennstoffen zu reduzieren und die Betriebsdauer zu verlängern.



Batterieanlage für eine unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage; Quelle: BBK

³ In anderen Veröffentlichungen wird eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) als spezielle Ausführungsvariante einer Netzersatzanlage verstanden (s. z. B. Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (2022)).

⁴ Eine Netzersatzanlage wird gemeinhin als eine Erzeugungseinheit verstanden, die eigenständig ein kleines Netz / einen Netzabschnitt versorgen und somit das öffentliche Netz „ersetzen“ kann. Eine strengere Definition in den Technischen Anschlussregeln der Niederspannung unterscheidet nach der Art der Nutzung: Der Begriff „Netzersatzanlage“ wird dort nur verwendet, wenn ein *Netzbetreiber* sie zur Aufrechterhaltung der elektrischen Energieversorgung *seines* Netzes verwendet. Würde dasselbe Aggregat bei Ausfall des öffentlichen Netzes für eine *Anschlussnutzeranlage* verwendet, wird es „Notstromaggregat“ genannt (VDE-AR-N 4100). In dem vorliegenden Leitfadens wird diese begriffliche Unterscheidung nicht getroffen. Die Erläuterung soll lediglich dazu dienen, in der Kommunikation mit anderen Akteuren Missverständnisse zu vermeiden.

⁵ In den Technischen Anschlussregeln der Niederspannung wird eine unterbrechungsfreie Stromversorgung definiert als „statisches elektronisches Stromversorgungssystem“. Zudem findet sich dort die Anmerkung, dass eine USV zur Versorgung medizinisch genutzter Bereiche auch als batteriegestütztes, zentrales Stromversorgungssystem (BSV) bezeichnet wird (VDE-AR-N 4100).

⁶ DIN VDE 0100-200

Eine abgestufte Variante zur fest installierten Notstromversorgung stellt eine **Einspeisevorrichtung** dar, über die bei Ausfall des öffentlichen Stromnetzes Notstromaggregate oder auch bidirektional ladende Elektrofahrzeuge angeschlossen werden können. Dazu muss die Hausinstallation auf den Inselbetrieb vorbereitet sein⁷.

Um einen Zusammenbruch der Notstromversorgung zu vermeiden, muss sichergestellt werden, dass nur diejenigen Verbraucher an die Notstromversorgung angeschlossen sind, die für den definierten Notbetrieb der Einrichtung festgelegt wurden. Dazu dient ein **Notstromnetz** mit separat geführten und abgesicherten Stromkreisen, aber auch Organisationsanweisungen oder die Abschaltung einzelner Stromkreise sind möglich. Der sichere und stabile Betrieb der Notstromversorgung setzt voraus, dass der Energiebedarf der angeschlossenen Verbraucher inkl. Lastspitzen die Leistungsfähigkeit der Notstromversorgung nicht überschreitet. Vor einer Erhöhung der Last durch zusätzliche oder andere Verbraucher ist die Leistungsfähigkeit der Notstromversorgung zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Falls für bestimmte Aufgaben **Hochverfügbarkeitsanforderungen** bestehen (z. B. Lagezentrum, Rechenzentrum) oder einzelne Bereiche der Einrichtung als besonders kritisch identifiziert wurden, sind entsprechende Redundanzen der Notstromversorgung erforderlich. Im Übrigen lassen sich Risiken einer lokalen Störung bzw. Unterbrechung der Stromeinspeisung aus dem öffentlichen Netz, bspw. durch Kabelbeschädigung bei Tiefbaumaßnahmen, durch eine zweite, topologisch getrennte Energieeinspeisung deutlich minimieren.

Eine besondere Form der Notstromversorgung stellt das **Inselnetz im öffentlichen Verteilnetz** dar. Hier wird nicht nur eine Liegenschaft, sondern ein Netzbereich durch eine oder mehrere inselfähige Erzeugungsanlagen versorgt

(Klasse C – Verteilnetz gemäß Box auf S. 8). Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, dass – sofern die Infrastruktur vor Ort intakt ist – viele Netzanschlusspunkte gleichzeitig abgesichert werden können, wie es z. B. in der Wasserver- und -entsorgung oft nötig ist. Eine solche Lösung muss gemeinsam mit dem Netzbetreiber umgesetzt werden.



Etageverteilung mit notstromversorgten Stromkreisen; Quelle: BBK



Ein Akkumulator ist ein wiederaufladbarer Speicher für elektrische Energie; Quelle: BBK

⁷ Die technischen Grundlagen hierzu finden sich in E DIN VDE V 0100-551-2, s. Anhang 5.



2

Ermittlung

Serverraum; Quelle: BBK

Ermittlung des Energiebedarfs für die Notstromversorgung

Um den erforderlichen Energiebedarf für die Notstromversorgung ermitteln zu können, sind sämtliche stromabhängige Infrastruktureinrichtungen und Arbeitsmittel zu bestimmen, die zumindest zur Aufrechterhaltung der sogenannten betriebskritischen Prozesse notwendig sind.

Identifikation der betriebskritischen Prozesse bzw. Fachaufgaben

Bei der Ermittlung des notwendigen Versorgungsgrades ist es zunächst erforderlich, die verschiedenen Geschäftsprozesse bzw. Fachaufgaben der Einrichtung hinsichtlich ihrer Bedeutung und Abhängigkeit von der Stromversorgung zu identifizieren.

Im Rahmen der Identifizierung der wesentlichen Prozesse einer Einrichtung ist es essenziell, dass die einzelnen Aufgaben der Einrichtung detailliert bekannt sind. Die Aufgaben einer Einrichtung können durch eine Organisationsuntersuchung erfasst werden. Alternativ

kann auch ein Geschäftsverteilungsplan zur Identifikation dienen, da in Geschäftsverteilungsplänen das gesamte Aufgabenspektrum einer Institution beschrieben ist. Zudem ist es zweckmäßig, neben einer solchen Kritikalitätsanalyse auch eine Gefahrenanalyse und Risikoabschätzung vorzunehmen. Für weiterführende Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Identifikation der betriebskritischen Prozesse wird auf den Leitfaden für Unternehmen und Behörden „Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement“ verwiesen (BMI 2011, s. Anhang 5) sowie auf den Leitfaden „Identifizierung und Priorisierung innerhalb von Kritischen Infrastrukturen“ (BBK 2021, s. Anhang 5).

Abgesehen von der Stromversorgung für Sicherheitszwecke ist das Mindestmaß an Schutzvorkehrungen beim Ausfall des öffentlichen Stromnetzes die Absicherung der betriebskritischen Prozesse, die direkt der Erfüllung der Kernaufgaben dienen. Bei der Identifikation der Geschäftsprozesse, die notstromversorgt werden müssen, sind insbesondere die externen Abhängigkeiten und Schnittstellen zu berücksichtigen. So kann z. B. eine Behörde oder sonstige Einrichtung Teil eines Geschäftsprozesses sein, der von weiteren Institutionen und Einrichtungen (z. B. Provider für Kommunikationsdienstleistungen) bearbeitet wird und daher der Abstimmung und Vereinbarung eines einheitlichen Sicherheits- und Schutzniveaus bedarf (Prinzip der gleich starken Glieder einer Kette).

Beispiele für betriebskritische Prozesse mit bedeutender bzw. hoher Kritikalität sind:

- der Betrieb eines Lagezentrums
- der Betrieb eines Krisenreaktionszentrums
- die Durchführung von Aufsichtsmaßnahmen in Gefahrenbereichen
- die Koordination und Lagebewältigung in Krisenfällen
- die Informationssammlung und -auswertung, insbesondere für Zwecke der Gefahrenabwehr

Kriterien für die Bestimmung betriebskritischer Prozesse können z. B. folgende sein:

- Auswirkungen auf Leben und Gesundheit
- Ist ein erheblicher Umfang der gesamten Dienstleistung bzw. der Produktion betroffen, wenn der betrachtete Prozess beeinträchtigt ist bzw. gänzlich ausfällt?
- Unmittelbarkeit der Auswirkungen des Stromausfalls auf den Prozess
- vertragliche, ordnungspolitische oder gesetzliche Relevanz
- wirtschaftliche Schäden
- Hat die Beeinträchtigung des Prozesses negative Konsequenzen für die Umwelt?

Wichtig bei der Klärung der Verfügbarkeitsanforderungen ist, welche Geschäftsprozesse – auch Teilprozesse – bzw. welche dafür erforderlichen technischen Einrichtungen

- unter keinen Umständen unterbrochen werden dürfen und durch eine USV abgesichert werden müssen (z. B. Lagezentrum),
- kurzzeitig bis zur Übernahme der NEA unterbrechbar sind (z. B. Heizung, Beleuchtung [ausgenommen Not-/Sicherheitsbeleuchtung], Klimatisierung),
- für welchen Zeitraum aufrechterhalten werden müssen,
- durch stromunabhängige (manuelle) Verfahren für den Zeitraum des Stromausfalls mit tolerierbaren Einschränkungen ersetzbar sind.

Dies bedingt jeweils eine unterschiedliche Ausstattung mit USV und/oder NEA (s. Abbildung 2).

Unabhängig von der speziellen technischen Ausstattung, die für die Bearbeitung der Geschäftsprozesse bzw. Fachaufgaben erforderlich ist, hängt die Aufgabenerfüllung zunächst von der Bereitstellung von Basisdienstleistungen ab. Hierzu gehören insbesondere Beleuchtung, Heizung, ggf. Klimatisierung der Arbeitsräume, Aufzüge in Hochhausbauten, Wasserversorgung und Entsorgungseinrichtungen. Dabei ist die Relevanz der Verfügbarkeit dieser Basisinfrastruktureinrichtungen von verschiedenen Faktoren abhängig. So ist eine Beheizung der Liegenschaft in den Sommermonaten sicher entbehrlich, während eine Frischluftversorgung von Arbeitsräumen oder die Kühlung von Rechenzentren je nach Temperaturentwicklung notwendig sein kann, um die Arbeitsfähigkeit der Beschäftigten zu erhalten bzw. den Ausfall von Rechneranlagen durch Überhitzung zu vermeiden.

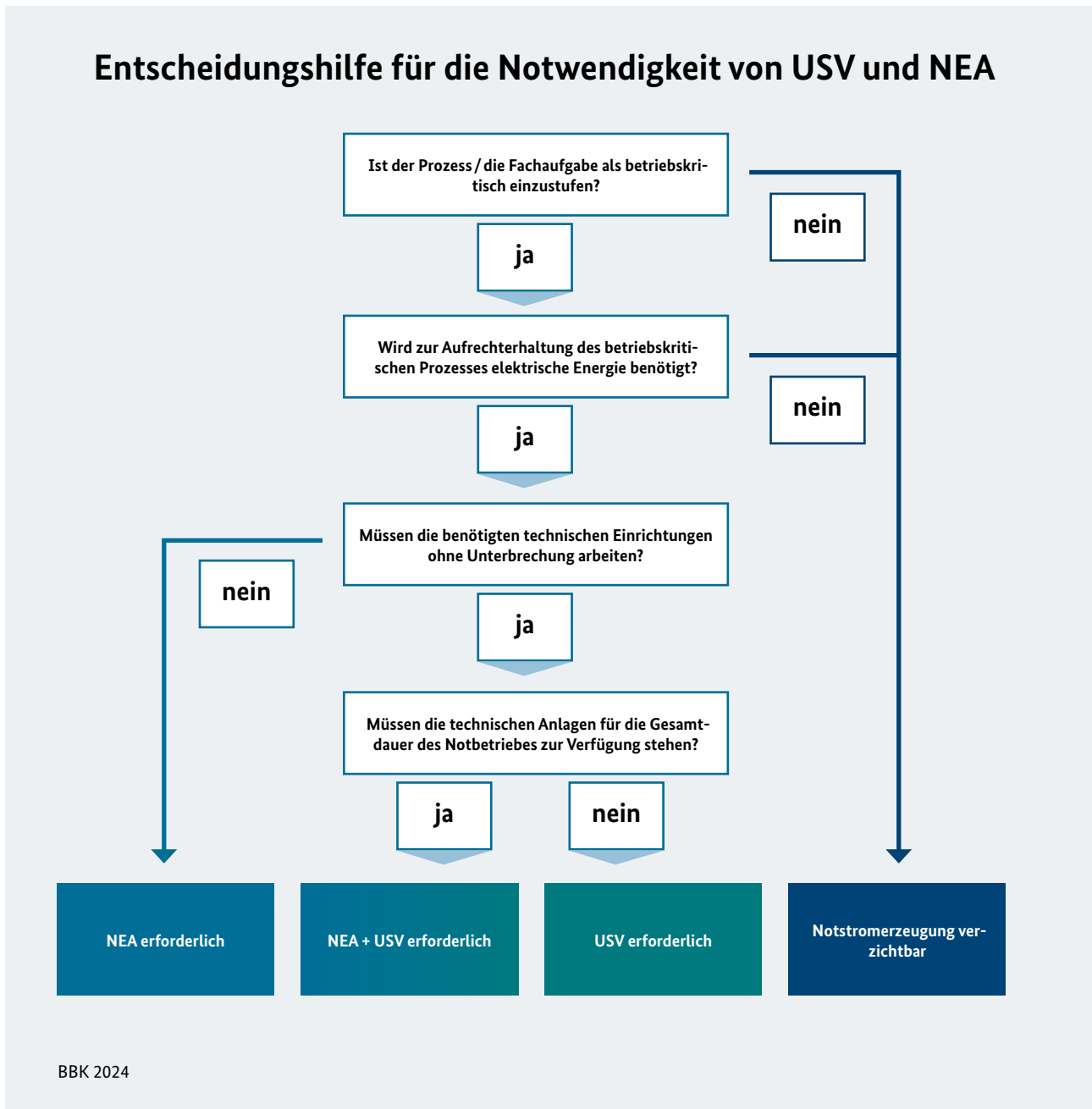
Energiebilanz Notstromversorgung

Nach Bestimmung der erforderlichen Infrastruktureinrichtungen und Arbeitsmittel, die notstromversorgt werden müssen, sind die einzelnen Geräte und Einrichtungen mit ihren Anschluss- bzw. Leistungswerten (Angaben erfolgen in der Einheit Voltampere [VA]) – getrennt für Betrieb von NEA und USV – zu summieren. Hierbei ist zu bedenken, dass die Gesamtleistung der USV-Anlage(n) in den meisten Fällen anschließend von der NEA übernommen werden muss.

Bei der Dimensionierung der Notstromversorgung ist eine ausreichende Leistungsreserve zu berücksichtigen. Dies ist einerseits für künftige Erweiterungen wichtig, andererseits für den Start leistungsstarker Elektromotoren ohne Anlaufregelung, z. B. in der Heiz- und Klimatechnik oder für Wasserpumpen. Netzersatzanlagen sollten nicht permanent an ihrem Leistungslimit arbeiten.

Abbildung 2

Entscheidungshilfe für die Notwendigkeit von USV (Unterbrechungsfreier Stromversorgung) und NEA (Netzersatzanlage)



Achtung 6F10/6F11 nur zur
Einspeisung Mobiles Dieselaggregat

Quelle: BBK

Konzeption der Notstromversorgung

Nachdem der mit Notstrom zu deckende Energiebedarf ermittelt wurde, ist die Notstromversorgung zu planen. Die nachfolgenden Überlegungen sind dafür wesentlich.

Dauer der Aufrechterhaltung der Notstromversorgung

Eine Notstromversorgung sollte so ausgelegt sein, dass ohne weitere externe Kraftstoffzufuhr ein Betrieb über mindestens 72 Stunden möglich ist. Viele Störungen in der öffentlichen Stromversorgung können innerhalb von 72 Stunden behoben werden. Sollte ein Stromausfall über einen längeren Zeitraum anhalten, bieten 72 Stunden voraussichtlich genügend Puffer, um die weitere Betriebsfähigkeit sicherzustellen. So kann z. B. bei Dieselaggregaten oder Brennstoffzellen innerhalb dieser Zeit die Zufuhr von zusätzlichem Kraftstoff eingeleitet und ein Nachtanken ermöglicht werden. Die Logistik ist im Vorfeld, z. B. über entsprechende Dienstleistungsvereinbarungen mit Lieferanten, vorzubereiten. Durch den Einsatz von Speichern und dezentralen Erzeugungseinheiten auf Grundlage erneuerbarer Energien kann die Laufzeit eines

Notstromsystems deutlich ausgeweitet werden, im Extremfall wäre sie nur noch durch Wartungszyklen begrenzt.

Es muss geprüft werden, ob es besonders kritische Geschäftsbereiche gibt, für die eine Notstromversorgung von mehr als 72 Stunden notwendig ist. Jenseits dieser Empfehlungen gibt es branchenspezifische Regelungen zur Dauer der Notstromversorgung, die in jedem Fall beachtet werden müssen.

Erzeugungseinheiten

Bei der Auswahl der Erzeugungseinheiten ist der Fokus auf eine zuverlässige Versorgung der betriebskritischen Prozesse zu legen. Dies ist insbesondere dann gegeben, wenn der Energieträger bevorratet werden kann. Neben den in der Regel eingesetzten Dieselaggregaten ist dies bei Gasaggregaten (z. B. Propangas, LNG) der Fall.

Außerdem gilt es für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wie Brennstoffzellen⁸ und Blockheizkraftwerke auf Basis von fossilen oder regenerativen Brennstoffen. Wasserkraft kann ebenfalls mit hoher Zuverlässigkeit verfügbar sein. Mit elektrischen/elektrochemischen Energiespeichern kann für eine begrenzte Zeit auch elektrische Energie direkt bevorratet werden.

Dargebotsabhängige Erzeugungseinheiten wie Photovoltaik oder Windkraft (im Gebäudebereich als Kleinwindkraftanlagen) sind für sich allein nicht zum Aufbau einer Notstromversorgung geeignet. Sie können aber insbesondere in Kombination mit einer entsprechenden Speicherauslegung dazu beitragen, die Laufzeit des gesamten Erzeugungssystems bei gleicher Bevorratung des Energieträgers deutlich zu verlängern. Ein Best-Practice-Beispiel dazu findet sich in Anhang 2. Eine Eignungsanalyse unterschiedlicher alternativer Stromquellen für die Notstromversorgung findet sich in BBK / HSU / UniBW Hamburg 2024 (s. Anhang 5).

Es ist darauf zu achten, dass eine fachgerechte Installation erfolgt und die anerkannten Regeln der Technik angewendet werden. Besonders wichtig ist dies für Themen wie das Zusammenwirken verschiedener Erzeugungseinheiten im Inselnetzbetrieb, deren Regelung im Notstromnetz der Liegenschaft, die Trennung und Wiederanbindung mit dem öffentlichen Stromnetz und die Herstellung einer Einspeisefähigkeit.

Standort der Notstromaggregate

Bei der Standortwahl für Notstromanlagen sind die Umgebungsbedingungen und mögliche Gefährdungen zu berücksichtigen, z. B. durch Naturereignisse, technische Havarien (gefährliche Betriebe in der Nachbarschaft?) oder auch durch unbefugten Zutritt interner oder externer Personen. Liegt das Gebäude bspw. in der Nähe eines

Gewässers oder muss mit Rückstauwasser/Überflutung durch Starkregen gerechnet werden, so ist für eine hochwassersichere Unterbringung der Notstromanlagen zu sorgen. Auch bei bestehenden Notstromanlagen sollten die Verwundbarkeiten anhand von Gefährdungsanalysen ermittelt und bewertet werden, um erkennbare Defizite zu beseitigen. Hinweise zu Maßnahmen im Bereich des Objektschutzes sowie für Verfahren zur Analyse des Schutzbedarfes und zur Schutzzielbestimmung gibt der Leitfaden „Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement“ (BMI 2011, siehe Anhang 5).

Kraftstoffbevorratung

Für die notwendige Dauer der Notstromversorgung muss der jeweilige Energieträger gesichert zur Verfügung stehen. Bei einem Dieselaggregat bedeutet das, dass Diesel in ausreichender Menge für die empfohlene Dauer von 72 Stunden bevorratet werden sollte, entsprechendes gilt für Gasaggregate, Brennstoffzellen oder Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen usw. Dabei sind Fragestellungen der jeweiligen Lagerfähigkeit der Brennstoffe zu berücksichtigen. Durch die Art der Kraftstofflagerung sollten Qualitäts- und



Haupt- und Tagestank einer Netzersatzanlage; Quelle: BBK

⁸ Zum Einsatz von Brennstoffzellen für die Ersatzstromversorgung bietet der Planungsleitfaden des Clean Power Net (2018) umfangreiche Informationen (s. Anhang 5).

Mengenverluste sowie das Risiko von Schadstoffaustritten gering gehalten werden.

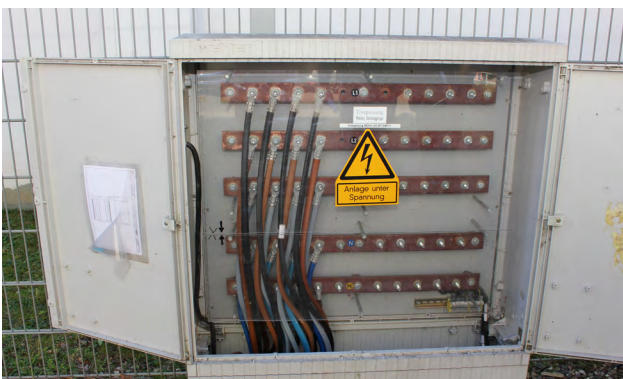


Schaltanlage einer modular aufgebauten Netzersatzanlage; Quelle: BBK

Im Rahmen der Notfallplanung sollte auch eine Betriebsdauer von mehr als 72 Stunden berücksichtigt werden. Hierfür sollten bspw. Kontaktdaten von Kraftstofflieferanten, die auch unter widrigen Verhältnissen liefern können, vorgehalten und regelmäßig überprüft werden. Für das autorisierte Personal muss jederzeit ein freier Zugang (einschließlich Zufahrtswege) zu den Vorratsbehältern gewährleistet sein.

Betriebszuverlässigkeit einer Notstromanlage

Um die Betriebszuverlässigkeit und Verfügbarkeit einer Notstromanlage zu gewährleisten, muss diese regelmäßig gewartet werden und der Betrieb gemäß den Herstellervorgaben erfolgen. Auch ein modularer Aufbau kann dazu beitragen. Die erforderliche elektrische Leistung wird nicht von *einem* Notstromaggregat erbracht, sondern von mehreren.



Anschaltewinkel für eine mobile Netzersatzanlage; Quelle: BBK

Die Module werden so dimensioniert, dass z. B. ein Notstromaggregat für Reparatur- und Wartungsarbeiten abgeschaltet werden kann, ohne dass die Notstromversorgung des zu versorgenden Objektes gefährdet wird. Die einzelnen Module sollten hierbei in verschiedenen Brandabschnitten stehen.

Einsatz mobiler Notstromaggregate

Je nach Konzeption der Notstromversorgung kann es sinnvoll sein, die Nutzung mobiler Netzersatzanlagen vorzusehen, entweder als externe Lösung oder zur Verstärkung der vorhandenen Anlage. Für das Anschließen mobiler Anlagen werden insbesondere ein Einspeisepunkt sowie ein geeigneter Aufstellplatz benötigt. Weitere Anforderungen für eine Ersatzstromeinspeisung und Hinweise zur Ausführung finden sich in der E DIN VDE V 0100-551-2 (s. Anhang 5).

Bei einem Stromausfall stehen dem eigenen Unternehmen / der Behörde in aller Regel keine Aggregate von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) wie z. B. der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) und Feuerwehren zur Verfügung. Hierfür sind diese nicht in ausreichender Anzahl verfügbar. Die Bereitstellung einer passenden mobilen Netzersatzanlage kann z. B. durch private Unternehmen erfolgen. Die Verfügbarkeit im Bedarfsfall ist vertraglich festzulegen. Die Bereitstellung und Kraftstoffversorgung der mobilen Netzersatzanlage muss auch unter widrigen Umständen sichergestellt sein. Es sollte durch Tests sichergestellt werden, dass das Aggregat zu den Bedarfen der zu versorgenden Anlage passt.

Anforderungen an das Notstromnetz

Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Notstromnetz der Liegenschaft bzw. den an das Notstromnetz angeschlossenen Verbrauchern. Da die Notstromaggregate in der Regel nur für die Weiterführung der kritischen Geschäftsprozesse/ Fachaufgaben dimensioniert sind, muss sichergestellt werden, dass nur die hierfür festgelegten

Verbraucher an das Notstromnetz angeschlossen sind. Dies muss regelmäßig überprüft werden.

Änderungen bei den mit Notstrom zu versorgenden Verbrauchern (Anzahl oder Energiebedarf) wirken sich auf die Energiebilanz der Notstromversorgung aus. Sie sind daher bereits im Vorfeld hinsichtlich ihrer Auswirkungen zu untersuchen und müssen in der Energiebilanz berücksichtigt werden. Nur so ist im Ereignisfall eine ausreichende Notstromkapazität zu gewährleisten. Andernfalls besteht die Gefahr, dass Notstromaggregate überlastet werden und ausfallen.

Ein Risiko geht von der unsachgemäßen Verwendung von Steckdosen in den unterbrechungsfrei versorgten Stromkreisen aus. Hier ist nur schwer zu kalkulieren, welche elektrische Leistung im Ereignisfall tatsächlich an den besonders gekennzeichneten Steckdosen angeschlossen ist. Die Erfahrung zeigt, dass oftmals nicht die definierten Notstromverbraucher angeschlossen werden, sondern bspw. Kaffeemaschinen, Wasserkocher, Ventilatoren sowie hintereinandergeschaltete Mehrfachsteckdosen mit vielen Verbrauchern. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, die notstromversorgten Stromkreise nur für versorgungskritische Verbraucher zu verwenden. Die Beschäftigten sollten in Bezug auf den Zweck und die Verwendung der notstromversorgten Steckdosen sensibilisiert und geschult werden.

In bestehenden Hausnetzen sollten die notstromversorgten Stromkreise regelmäßig an den sich ändernden Bedarf angepasst werden.



Durch nicht notstromberechtigte Verbraucher an Notstrom-Steckdosen, in unserem Beispiel eine rote Steckdose, droht eine Überlastung der Notstromanlage; Quelle: BBK

Bei der Planung der Elektroinstallation eines Neubaus sollte eine potenzielle Nachrüstung bei wachsendem Notstrombedarf in Betracht gezogen werden. Auch eine vorausschauende Installation von elektrischen Verbrauchern mit niedrigem Spitzenstrom und geringem Verbrauch kann die Notstromversorgung vereinfachen. Durch den Einsatz von Gebäudeleittechnik ergeben sich perspektivisch Möglichkeiten der Überwachung und Steuerung von Stromkreisen und Steckdosen im Notfall.



4

Notfallkonzept

Quelle: BBK

Notfallkonzept „Betrieb unter Notstromversorgung“

Neben den technischen Vorbereitungen auf den Ausfall der öffentlichen Stromversorgung bedarf es im Vorfeld auch organisatorischer Maßnahmen. So ist für die Weiterführung kritischer Geschäftsprozesse/ Fachaufgaben bei einem Stromausfall ein Notfallkonzept zu erstellen. Es ermöglicht ein schnelles und zielgerichtetes Handeln im Ereignisfall.

Im Notfallkonzept sollte insbesondere geregelt werden,

- welche Arbeitsplätze bei Stromausfall weiter betrieben werden,
- welche Aufgaben an diesen Arbeitsplätzen bearbeitet werden,
- welches Personal diese Arbeitsplätze besetzt (Schichtplan),
- ab welchem Zeitpunkt nach Eintritt des Stromausfalls Funktionskräfte eigenständig ihren Arbeitsplatz aufsuchen („Eigenalarmierung“),
- was mit Beschäftigten geschieht, deren Arbeitsplatz nicht weitergeführt wird,
- wie die Führungsorganisation für den Notbetrieb „Stromausfall“ strukturiert ist,
- wie die Erreichbarkeiten sichergestellt werden („Erreichbarkeitslisten“).

Das Notfallkonzept sollte regelmäßig auf erforderliche Änderungen hin überprüft und aktualisiert werden. Besonders wichtig ist hierbei, dass alle betroffenen Beschäftigten mit dem Zweck und dem Inhalt des aktuellen Notfallkonzeptes vertraut sind.



5

Sicherstellung

Quelle: BBK

Sicherstellung des Notstrombetriebes

Damit die Notstromanlage im Ereignisfall tatsächlich die Versorgung sicherstellen kann, muss gewährleistet sein, dass die Anlage nicht überlastet wird. Hierfür ist regelmäßig zu prüfen, ob die installierte Leistung der Notstromaggregate der Leistung der tatsächlich an das Notstromnetz angeschlossenen Verbraucher entspricht. Dies kann z. B. durch regelmäßige Messungen in den notstromversorgten Stromkreisen und anschließenden Abgleich mit den Planwerten erfolgen.

Es ist notwendig, Regelungen für den zuverlässigen Betrieb der Notstromversorgung festzuschreiben, die neben Prüfungs- und Wartungsplänen auch die Energiebilanz der Notstromversorgung sowie Verantwortliche für das Liegenschaftsmanagement und deren Erreichbarkeit berücksichtigen. Im Ereignisfall sollte überprüft werden, ob alle festgelegten Verbraucher versorgt werden. Mithilfe einer vorbereiteten Checkliste kann dies systematisch und schnell erfolgen.

In vielen Fällen liegt das Liegenschaftsmanagement einschließlich der Notstromversorgung nicht mehr in der eigenen Verantwortung, sondern in den Händen externer Dienstleister (Outsourcing). Hier kommt es vor allem darauf an, die Komponenten der Notstromversorgung detailliert zu beschreiben und in einem Leistungskatalog so konkret wie möglich vertraglich festzulegen (Stichwort: „Service Level Agreement“ – SLA). Vereinbarungen über Zugangsregelungen sowie ggf. erforderliche Sicherheitsüberprüfungen des Personals und dessen Qualifikation

(z. B. Schaltberechtigung in elektrischen Anlagen) sind in den Leistungskatalog aufzunehmen. Beschäftigte externer Serviceunternehmen sollten über ausreichende Ortskenntnisse in den betreuten Liegenschaften verfügen; dies gilt auch für den Bereitschaftsdienst. Im Störfall ist ortsunkundiges Servicepersonal wenig hilfreich.

Das Unternehmen bzw. die Behörde selbst muss in der Lage sein, die Einhaltung des vereinbarten Service Levels durch das externe Serviceunternehmen zu kontrollieren. Die hierfür erforderliche Sachkompetenz sollte durch entsprechend ausgebildetes und geschultes eigenes Personal vorgehalten werden.

Sind in einer Liegenschaft mehrere voneinander unabhängige Nutzende an eine Notstromversorgungsanlage angeschlossen, ist von allen Nutzenden sicherzustellen, dass die angemeldeten Energiebedarfe im Ereignisfall nicht überschritten werden. Dies ist ebenfalls regelmäßig zu überprüfen.



Quelle: BBK

6

Wartung

Wartung, Tests und Übungen

Mit der konzeptionellen Planung und Umsetzung aller zuvor beschriebenen technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Sicherstellung der Notstromversorgung ist es nicht getan. Um die jederzeitige Funktionsfähigkeit der Notstromversorgungsanlagen zu gewährleisten, müssen diese regelmäßig nach den Vorgaben des jeweiligen Anlagenherstellers gewartet werden.

Bei Diesellaggregaten sollte ein besonderes Augenmerk auf den gelagerten Kraftstoff gelegt werden. (Ähnliches gilt bei Nutzung von mit Ottokraftstoff betriebenen Aggregaten.) Die Praxis zeigt, dass die zuverlässige Einsatzbereitschaft von Netzersatzanlagen mit marktüblichen Diesellkraftstoffen und deren Gemischen mit Heizöl nicht sicher gegeben ist⁹. Auch bei fachgerechter Lagerung kann es zu Verunreinigungen (u. a. mikrobiologisches Wachstum, alterungsbedingte Veränderungen) kommen, die dazu führen, dass der Kraftstoff unbrauchbar wird. Nach aktuellen Erkenntnissen helfen die nachfolgenden Empfehlungen dabei, Kraftstoffveränderungen frühzeitig zu erkennen und somit Funktionsausfälle der Netzersatzanlage aufgrund von Kraftstoffveränderungen zu vermeiden¹⁰:

- Einen Überwachungsvertrag zur Sicherung der Kraftstoffqualität abschließen, der eine Beprobung, Analytik, Fortschreibung der Kraftstoffparameter und anlagenbezogene Bewertung mit Handlungsempfehlung beinhaltet¹¹.
- Speziell additiviertes schwefelarmes Heizöl nach DIN 51603 Teil 1 verwenden oder FAME-freien Diesellkraftstoff nach DIN EN 590, additiviert für die Langzeitlagerung.
- Nur ein Additivpaket einsetzen, das explizit auf die Nutzung von schwefelarmem Heizöl in Netzersatzanlagen abgestimmt ist.

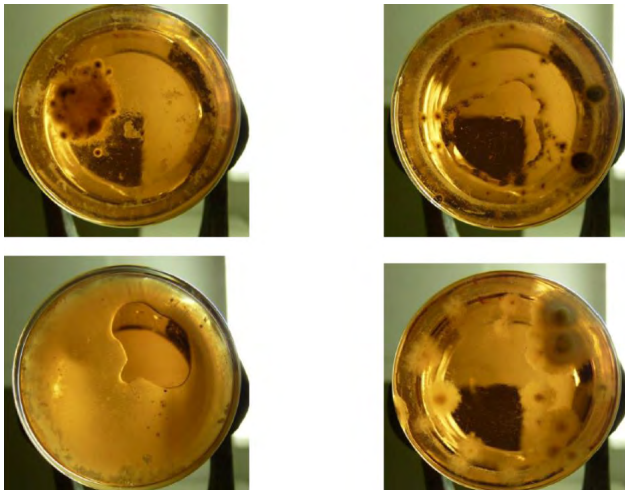
⁹ Institut für Wärme und Oeltechnik e. V.: Studie zur Brennstoffqualität in Netzersatzanlagen (2014)

¹⁰ Die Empfehlungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wärme und Oeltechnik e. V. (IWO), heute Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. (en2x), und dem Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB) erarbeitet.

¹¹ Sollte die Probenbewertung eine beginnende kritische Alterung des Kraftstoffs ergeben, kann er ggf. noch verwertet bzw. verkauft werden. Erfüllt er die Normparameter nicht mehr, muss er meist entsorgt werden.

- Tagestank der Netzersatzanlage einmal jährlich möglichst weit leer fahren, bevor das Vorratsvolumen aus dem Haupttank nachgefördert wird.
- Am Tagestank durch einen Fachbetrieb eine Entnahmevorrichtung zur Probennahme installieren lassen; hierbei unter anderem das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und gewässer-schutzrechtliche Vorschriften beachten.
- Ölführende Leitungen aus Edelstahl oder Aluminium verwenden, insbesondere zwischen Tagestank und Motor; für die Verbindung zwischen Haupt- und Tagestank eine Einstrangversorgung wählen.

(Anhang 3: Langzeitlagerung von Kraftstoffen für Netzersatzanlagen)



Mikrobiologischer Befall einer Dieselprobe; Quelle: en2x

Die konkret durchzuführenden Wartungsarbeiten einschließlich Funktionstests und die Wartungsintervalle sind in einem Wartungs- und Prüfplan festzulegen und im Vertrag mit den Serviceunternehmen aufzunehmen.

Über reine Funktionstests hinaus sollte die Leistungsfähigkeit von Notstromaggregaten durch regelmäßige, dokumentierte Probeläufe überprüft werden. Aussagekräftige Ergebnisse sind allerdings nur dann zu gewinnen, wenn die Aggregate dabei unter Vollast über einen längeren Zeitraum (mehrere Stunden) betrieben werden. Die Mindestanforderungen an die erforderlichen Testlauf-Intervalle sind den Herstellerangaben, einschlägigen Normen bzw. behördlichen Verordnungen/Gesetzen zu entnehmen. Sofern keine anderweitigen Vorgaben vorliegen, kann ein monatliches Intervall als Richtwert dienen.

Einmal jährlich sollte unter Einbeziehung aller notstromversorgten Verbraucher der Betrieb des Notstromnetzes geübt werden. Diese Übung sollte einen Stromausfall möglichst realistisch simulieren und die in das Notstromkonzept eingebundenen externen Serviceunternehmen einbeziehen.

Übungen stellen sicher, dass das Notfallkonzept und die Notstromversorgung im Ereignisfall anwendbar bzw. funktionsfähig sind und somit der Notbetrieb in kürzester Zeit aufgenommen werden kann. Die Ergebnisse der Übungen fließen in die regelmäßige Revision des Notstromsystems ein.

Es bietet sich an, den Notstrombetrieb des Unternehmens/der Behörde im Rahmen sonstiger regelmäßig durchzuführender Notfallübungen (z. B. Brandschutzübung, Evakuierungsübung) mit zu erproben.

Anhang

Anhang 1: Checkliste

Die Checkliste soll als konkretes Hilfs- und Kontrollinstrument der Realisierung einer zuverlässigen Notstromversorgung dienen. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist bei Bedarf den individuellen Gegebenheiten anzupassen.

Nr.	Fragestellung	Ja	Nein	Erläuterungen/ Handlungsbedarf
1	Ermittlung des Energiebedarfes für die Notstromversorgung			
1.1	Sind alle betriebskritischen Prozesse/Fachaufgaben definiert, die auch während eines Stromausfalls weitergeführt werden müssen?			
1.2	Ist festgelegt, für welchen Zeitraum die unter 1.1 definierten Prozesse/Fachaufgaben weitergeführt werden müssen?			
1.3	<p>Ist der Gesamtenergiebedarf zur Aufrechterhaltung der betriebskritischen Prozesse/Fachaufgaben ermittelt worden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationstechnologie <ul style="list-style-type: none"> • Server • Netzwerke • Arbeitsplatzsysteme • ... • Telekommunikation <ul style="list-style-type: none"> • Telefonanlage und Netzanschlusstechnik • Netzspannungsabhängige Endgeräte/Basisstationen • Betriebsfunknetz • ... • Haustechnik <ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenmeldeanlagen • Zugangssysteme • Schranken • Tiefgaragen • Rolltore • Beleuchtung 			

Nr.	Fragestellung	Ja	Nein	Erläuterungen/ Handlungsbedarf
1.3	<ul style="list-style-type: none"> • Heizung • Klimatechnik • Aufzüge • Wasserversorgung • Entsorgung • Löschtechnik • ... • Produktion <ul style="list-style-type: none"> • Prozess-Schritt beenden • Sichern des Prozesses • ... • Sonstiges 			
1.4	<p>Ist der Teilenergiebedarf ermittelt worden, der über die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) abgedeckt werden muss?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationstechnologie <ul style="list-style-type: none"> • Server • Netzwerke • Arbeitsplatzsysteme • ... • Telekommunikation <ul style="list-style-type: none"> • Telefonanlagen und Netzanschlussstechnik • netzspannungsabhängige Endgeräte/Basisstationen • Betriebsfunknetz • ... • Produktion <ul style="list-style-type: none"> • Prozessbeobachtung • ... • Haustechnik <ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenmeldeanlagen • Zugangssysteme • Sicherheitsbeleuchtung • ... • Sonstiges 			

Nr.	Fragestellung	Ja	Nein	Erläuterungen/ Handlungsbedarf
2	Konzeption der Notstromversorgung			
2.1	Besteht an dem Standort ein Potenzial, erneuerbare Energien für die Notstromversorgung zu gewinnen?			
2.1.1	Wie groß ist dieses Potenzial? (vollständige oder teilweise Bedarfsdeckung, z. B. zur Verlängerung der Reichweite einer brennstoffbasierten Notstromversorgung)			
2.1.2	Sind bei den Kriterien der öffentlichen Ausschreibung versehentlich bestimmte Technologien ausgeschlossen? (z. B. Kriterium: Dieseltank vorgeschrieben – dadurch versehentlicher Ausschluss von erneuerbaren Energien)			
2.2	Wurde die Möglichkeit betrachtet, die Laufzeit der Notstromversorgung (erneuerbar oder fossil) mittels elektrischer/elektrochemischer Energiespeicher zu verlängern?			
2.3	Welche Komponenten der Notstromversorgung können in Anbetracht der verfügbaren Stellfläche, baulichen Auflagen und Umweltauflagen etc. verbaut werden (z. B. Diesellaggregat, Blockheizkraftwerk, Brennstoffzelle, Kleinwasserkraftwerk, Photovoltaikanlage, Windkraftanlage, elektrische/elektrochemische Energiespeicher etc.)?			
2.3.1	Sind die gewählten Komponenten des Notstromsystems miteinander kompatibel (Netzformen, Schutz-einrichtungen, Schnittstellen usw.)?			
2.3.2	Sind die spezifischen Bedingungen der eingesetzten Technologien berücksichtigt worden? <ul style="list-style-type: none"> • Notwendige Umgebungstemperatur (z. B. Frostsicherheit) • Anfallende Reststoffe (z. B. Abgase, Wasser bei Brennstoffzellen) • Umgang mit Abwärme (z. B. Abtransport, Nutzung) • ... 			
2.4	Ist eine ausreichende Bevorratung von Brennstoffen für die festgelegte Betriebsdauer (i. d. R. für 72 Stunden) der Notstromversorgung eingeplant (ggf. Bevorratung kombiniert mit Liefervereinbarungen)?			

Nr.	Fragestellung	Ja	Nein	Erläuterungen/ Handlungsbedarf
2.5	Sind Verträge mit Kraftstoff-/Brennstofflieferanten abgeschlossen worden?			
2.5.1	Ist deren Lieferfähigkeit bei Stromausfall sichergestellt?			
2.5.2	Wird in Kraftstofflieferverträgen explizit die Eignung zur Langzeitlagerung gefordert?			
2.6	Sind die Einrichtungen für die Notstromversorgung geschützt vor Gefahren untergebracht? (Extremwetterereignisse wie Hochwasser oder Stürme, vorsätzliche Handlungen etc.; ggf. vorhandene Risikoanalysen einbeziehen)			
2.7	Besteht die Möglichkeit einer (zusätzlichen) externen Einspeisung über mobile Notstromaggregate (gemäß E DIN VDE V 0100-551-2)?			
2.8	Ist sichergestellt, dass ausschließlich die für den Notbetrieb bestimmten Verbraucher an die Notstromversorgung angeschlossen sind (separate Stromkreise)?			
2.9	Passt die bereitgestellte Spannungsqualität der Notstromversorgung zu den Anforderungen der zu versorgenden Anlagen (gemäß EN 61000-2-4, VDE 0839-2-4)?			
3	Notfallkonzept „Betrieb unter Notstromversorgung“			
3.1	Gibt es einen Notfallplan eigens für Stromausfall? <ul style="list-style-type: none"> • Organisationsplan • Zuständigkeiten/Verantwortlichkeiten • Aufgabenbeschreibung • Information der Beschäftigten • Aufbau von Krisenstäben • ... 			
3.2	Ist festgelegt, welche Arbeitsplätze bei einem Stromausfall weiter genutzt werden?			
3.3	Ist das Notfallkonzept allen Beschäftigten bekannt?			
3.4	Wird der Betrieb unter Notstromversorgung regelmäßig geübt?			

Nr.	Fragestellung	Ja	Nein	Erläuterungen/ Handlungsbedarf
3.5	Fließen Erfahrungen aus den Übungen in das Notfallkonzept ein?			
4	Sicherstellung des Notstrombetriebes			
4.1	Entspricht die Auslegung von <ul style="list-style-type: none"> • USV • NEA/Ersatzstromversorgung den aktuellen Kapazitäts- und Qualitätsanforderungen?			
4.1.1	Wurde gemeinsam mit dem verantwortlichen Netzbetreiber die Möglichkeit einer Notstromversorgung aus einer Netzeinsel im Verteilnetz heraus betrachtet? (Dies ist ggf. bei hohem Energiebedarf sinnvoll und möglich.)			
4.2	Gibt es für Betrieb und Wartung eine vollständige Leistungsbeschreibung einschließlich Notstrombetrieb und Übungen? <ul style="list-style-type: none"> • Betriebskonzept der Notstromanlage, einschließlich Auslösen und Zusammenwirken der einzelnen Komponenten • Prüfungs- und Wartungspläne • Zuständigkeiten • ... 			
4.3	Wird im Notbetrieb kontrolliert, ob alle vorgesehenen Verbraucher Strom erhalten (anhand einer vorbereiteten Checkliste)?			
4.4	Sind Betrieb und Wartung des Notstromversorgungssystems an einen externen Servicedienstleister vergeben?			
4.4.1	Kann der Servicedienstleister auch im Falle eines flächendeckenden Stromausfalls einen angemessenen Service gewährleisten?			
4.4.2	Ist die Leistungsbeschreibung (s. Ziffer 4.2) Bestandteil des Vertrages mit dem externen Servicedienstleister („Service Level Agreement“)?			
4.5	Wird die Liegenschaft durch mehrere Nutzer gemeinschaftlich genutzt?			

Nr.	Fragestellung	Ja	Nein	Erläuterungen/ Handlungsbedarf
4.5.1	Besteht ein zwischen allen an die Notstromversorgung angeschlossenen Nutzern abgestimmtes Konzept für den Notbetrieb bei Stromausfall?			
4.5.2	Ist sichergestellt, dass im Notbetrieb jeder angeschlossene Nutzer nur die vereinbarte Energiemenge der Notstromversorgung entnehmen kann?			
5	Wartung, Tests und Übungen			
5.1	Wird die Notstromanlage entsprechend den Herstellerangaben gewartet?			
5.2	Wird bei Nutzung eines Dieselaggregats die Kraftstoffqualität im Tages- und Haupttank der Netzersatzanlage regelmäßig bewertet?			
5.3	Werden die Anlagen der Notstromversorgung regelmäßig in einem Probelauf getestet?			
5.4	Wird der Notbetrieb regelmäßig geübt und anhand einer Checkliste durchgeführt?			
5.4.1	Wird die Notstromanlage hierbei unter Last betrieben?			
5.4.2	Wird bei den Übungen ein Notstrombetrieb der Liegenschaft mit einer Trennung vom öffentlichen Verteilnetz realisiert?			
5.4.3	Werden Übungen ausgewertet und fließen die Ergebnisse in Planung/Betrieb des Notstromsystems ein?			

Anhang 2: Best-Practice-Beispiel für eine Ersatzstromversorgung unter Nutzung von Brennstoffzellen

Die Einrichtung einer Ersatzstromversorgung unter Einbezug erneuerbarer Energien ist ein Zukunftstrend, aber bislang noch kein Standard. Als Inspiration und um die Machbarkeit aufzuzeigen, werden hier in allgemeiner Form einige Anwendungsbeispiele präsentiert.

Allgemeines zu Brennstoffzellen

Brennstoffzellen bieten die Möglichkeit einer sicheren und unterbrechungsfreien Stromversorgung. Sie nutzen z. B. Wasserstoff und können damit als Alternative für Diesellaggregate verwendet werden. Brennstoffzellen in der Ersatzstromversorgung bieten außerdem viele Vorteile, wie eine hohe Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer, hohe Flexibilität u. v. m. Im Gegensatz zu Diesellgeneratoren bieten sie eine lokal emissionsfreie Energieerzeugung und sind weniger wartungsintensiv, da die Wartung aus der Ferne durchgeführt werden kann, wodurch auch Kosten eingespart werden können.

Eine Übersicht zur Nutzung von Brennstoffzellen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung und als Netzersatzanlagen bietet der Planungsfaden des Clean-Power-Netzwerks:

<https://www.cleanpowernet.de/wp-content/uploads/2021/07/CPN-Planungsfaden-Brennstoffzellen-ESV-inkl-Rechtlicher-Rahmenbedingungen.pdf>

In Deutschland sind Brennstoffzellen zur Ersatzstromversorgung bereits etabliert und werden vielfach eingesetzt. Neben den im Folgenden vorgestellten Beispielen finden sich erfolgreiche Anwendungsbeispiele auch auf der Webseite des Clean-Power-Netzwerks:

<https://www.cleanpowernet.de/anwenderbeispiele/>

Beispiel 1: BOS-Funk in Deutschland

In Deutschland haben bereits mehrere Bundesländer den jeweiligen BOS-Funk, welcher für Funkanwendungen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben zur Verfügung steht, mit Brennstoffzellen für die Ersatzstromversorgung ausgestattet. Entsprechend den

Anforderungen ermöglichen diese eine Ersatzstromversorgung der Funkstandorte für mindestens 72 Stunden.

Beispiel 2: Autarke Basisstation für 5G-Mobilfunk in Norwegen

Am Standort Trollstigen in Norwegen wurde im Herbst 2020 eine autarke Basisstation für 5G-Mobilfunk in Betrieb genommen. Die elektrische Versorgung erfolgt ausschließlich durch die Nutzung regenerativer Energiequellen: Solar, Wind und Wasserstoff. Die Station ist so dimensioniert, dass in der Regel die Solar- und Windleistung ausreicht, um die Sendetechnik zu betreiben. Falls es doch einmal vorkommt, dass Solar- und Windenergie nicht ausreichend zur Verfügung stehen, kommt eine Brennstoffzelle zum Einsatz.

<https://www.cleanpowernet.de/back-up-stromversorgung-fuer-bos-funknetzwerk-in-sachsen-3/>

Beispiel 3: Netzferne Richtfunkstation in Alaska

Für eine netzferne Richtfunkstation in Alaska, welche nur per Hubschrauber erreichbar ist, läuft eine Brennstoffzelle seit 10.000 Betriebsstunden wartungsfrei und unbeaufsichtigt.

<https://www.cleanpowernet.de/netzferne-stromversorgung-fur-richtfunkstation/>

Beispiel 4: Brennstoffzellen für öffentliche Sicherheit und Gesundheit in Singapur

Mit Brennstoffzellen werden mobile, roboterbasierte Flutfrühwarnanwendungen mit Strom versorgt. Die Brennstoffzellen ermöglichen einen langen netzfernen Betrieb, ohne dass ein Bedieneringriff erforderlich ist.

<https://www.cleanpowernet.de/brennstoffzelle-fu%cc%88r-oeffentliche-sicherheit-und-gesundheit-in-singapur/>

Anhang 3: Langzeitlagerung von Kraftstoffen für Netzersatzanlagen

Die Praxis zeigt, dass die zuverlässige Einsatzbereitschaft von Netzersatzanlagen mit marktüblichen Dieselmotoren und deren Gemischen mit Heizöl nicht sicher gegeben ist. Dem Dieselmotorenkraftstoff wird aufgrund des Biokraftstoffquotengesetzes bis zu 7 % Fettsäuremethylester (FAME), sogenannter Biodiesel, zugemischt. Diese veresterten Fettsäuren des Biodiesels sind nicht in einem vergleichbaren Maß wie rein mineralölstammige Kraftstoffe lagerfähig. Weit mehr als die Langzeitlagerstabilität wird die Qualität des gesamten Kraftstoffs durch den Abbau des Fettsäuremethylesters negativ beeinflusst.

Daher sind für die Langzeitlagerung in Notstrom- und Netzersatzanlagen grundsätzlich **nur Kraft- bzw. Brennstoffe ohne Anteile an Biodiesel zu verwenden**. Hierfür bietet sich insbesondere schwefelarmes Heizöl nach DIN 51603 Teil 1 an, da dieses flächendeckend verfügbar ist, Kriterien für die Langzeitlagerung nach der genannten Norm erfüllt sein müssen und diesem Heizöl kein Biodiesel zugemischt werden darf.

Es wird daher empfohlen, speziell additiviertes schwefelarmes Heizöl nach DIN 51603 Teil 1 zu verwenden.

Grundsätzlich kann speziell additiviertes schwefelarmes Heizöl in dieselmotorisch betriebenen Notstrom- und Netzersatzanlagen eingesetzt werden. Sehen die Herstellerforderungen keine Nutzung von Heizöl nach DIN 51603 Teil 1 als Treibstoff vor, sollte eine entsprechende Freigabe beim Hersteller eingeholt werden. Eine aktuelle Liste der Hersteller, die für ihre Motoren den Einsatz von schwefelarmem Heizöl nach DIN 51603 Teil 1 empfohlen oder freigegeben haben, ist auf folgender Internetseite hinterlegt:

<https://www.zukunftsheizen.de/brennstoff/brennstoffe-fuer-die-notstromversorgung/brennstoffqualitaet-in-der-praxis/>

Heizöl darf auch unter steuerlichen Gesichtspunkten als Kraftstoff in Notstrom- und Netzersatzanlagen verwendet werden. Die Rechtsgrundlagen hierfür finden sich in § 2 Abs. 3 i. V. m. § 3 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes (EnergieStG). Besondere Anmeldepflichten

sind damit nicht verbunden. Es muss sich bei den Stromaggregaten um ortsfeste Anlagen handeln. Der Begriff „ortsfest“ wird in § 3 Abs. 2 EnergieStG wie folgt definiert: „Ortsfest im Sinn dieses Gesetzes sind Anlagen, die während des Betriebs ausschließlich an ihrem geografischen Standort verbleiben und nicht auch dem Antrieb von Fahrzeugen dienen.“ Damit fallen auch eigentlich mobile Stromerzeuger unter diese Begünstigung, nur darf während der Stromerzeugung der Standort nicht verändert werden. Diese Angaben beruhen auf Informationen der Bundeszollverwaltung, sind aber aus rechtlichen Gründen nicht verbindlich.

Die notwendige Additivierung des schwefelarmen Heizöls sollte nicht nur auf die Mindestanforderungen der Normen abstellen, sondern auch die Besonderheit einer extra langen Lagerzeit und die speziellen Anforderungen moderner Hochdruckeinspritzsysteme bei Dieselmotoren (Common Rail) berücksichtigen.

Daher wird empfohlen, nur ein Additivpaket einzusetzen, das explizit auf den Einsatz von schwefelarmem Heizöl in Netzersatzanlagen abgestimmt ist.

Es sollte ein Additivpaket verwendet werden, dessen Wirkstoffe speziell für die dieselmotorische Anwendung nachweislich

- die Cetanzahl verbessern,
- die Injektoren bzw. Einspritzdüsen sauberhalten,
- vor Korrosion schützen,
- die Schmierfähigkeit verbessern,
- asche- und rückstandsfrei verbrennen

und für die Langzeitlagerung nachweislich den nachteiligen Einfluss

- der Oxidation durch Luftsauerstoff,
- der katalytischen Wirkung von Buntmetallen,

- der Polymerisation durch erhöhte Temperaturen und
- der Alterung durch Energieeintrag, z. B. durch UV-Licht,

hemmen oder verhindern.

Das Additiv ist jeweils für die Liefermenge in der vorgeschriebenen Dosierung dem Tankvorrat möglichst direkt vor der Befüllung zuzugeben, um eine gute Durchmischung zu erreichen. Grundsätzlich sollten die Additiveigenschaften auch bei direkter Zugabe auf die Oberfläche außerhalb des Tankvorgangs eine gute Durchmischung mit dem Lagervorrat in relativ kurzer Verteilzeit sicherstellen und ein Absetzen oder eine bleibende Trennung von Kraftstoff und Additiv ausschließen. **Sofern eine Verwendung von Dieselkraftstoff nach DIN EN 590 aus besonderen Gründen, z. B. einer speziellen Vorgabe des Herstellers, erforderlich wird, sollte dieser Kraftstoff keine Biodieselanteile enthalten und mit einem speziellen Additiv für die Langzeitlagerfähigkeit konditioniert sein.**

Rein mineralölstämmiger Dieselkraftstoff nach DIN EN 590 ist auf Nachfrage beim einschlägigen Mineralölhandel erhältlich. Da man bei Dieselkraftstoffen von einem Verbrauch innerhalb von 90 Tagen ausgeht, sind Anforderungen an die Langzeitstabilität, anders als bei Heizöl, nicht genormt.

Daher wird eine gezielte Nachadditivierung des Dieselkraftstoffs empfohlen. Die Wirkstoffe des Additivs sollen auf alle möglichen Formen der Kraftstoffalterung abgestimmt sein. Die Zugabe eines Biozids allein zur Verhinderung einer mikrobiologischen Verunreinigung ist nicht ausreichend.

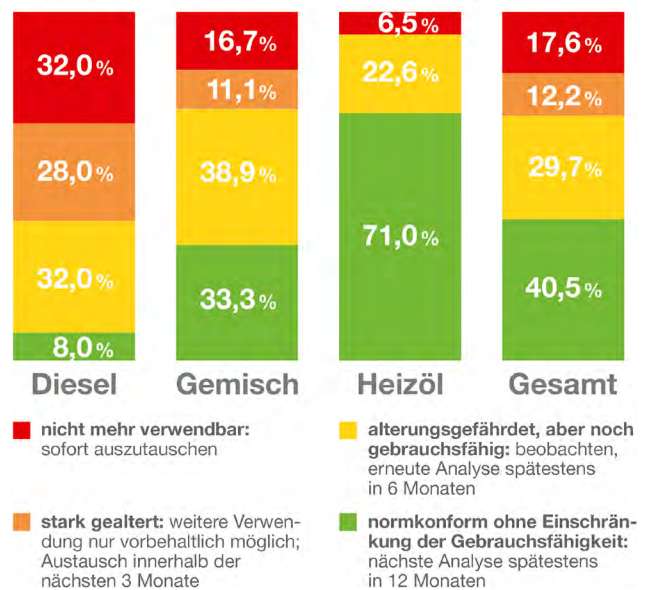
In Anbetracht der Langzeitlagerung der Kraftstoffe in Netzersatzanlagen sollte nicht nur der Füllstand, sondern auch mindestens einmal jährlich die Kraftstoffqualität mittels geeigneter Analytik überprüft werden. Nur eine regelmäßige Überprüfung kann sicherstellen, dass die Mindestnormparameter eingehalten werden und eine beginnende Qualitätsminderung des Kraftstoffs rechtzeitig erkannt wird. Der Analyseumfang ist abhängig davon, ob es sich um Heizöl,

Dieselmkraftstoff oder ein Gemisch handelt. Dabei ist aber der Kraftstoff immer auf Anteile von Biodiesel zu prüfen. Ebenso kommt insbesondere der Fortschreibung der Analyseparameter eine besondere Bedeutung zu, um eine beginnende kritische Alterung des Kraftstoffs zu erkennen und ggf. erforderliche Maßnahmen zu ergreifen. Sollte die Probenbewertung eine beginnende kritische Alterung des Kraftstoffs ergeben, kann dieser ggf. noch verwertet bzw. verkauft werden. Erfüllt er die Normparameter nicht mehr, muss er meist entsorgt werden.

Um die kraftstoffbedingte Verfügbarkeit der Anlage und die Mindestnormanforderungen des Kraftstoffs sicherzustellen, wird empfohlen, eine regelmäßige Überwachung der Kraftstoffqualität sicherzustellen, die eine Beprobung, Analytik, Fortschreibung der Kraftstoffparameter und anlagenbezogene Bewertung mit Handlungsempfehlungen beinhaltet.

Da bei bestehenden Netzersatzanlagen die Kraftstoffhistorie in der Regel unklar bzw. wenig aussagekräftig ist, sollte stets eine umfassende Erstkontrolle hinsichtlich der Qualität des eingelagerten Kraftstoffs erfolgen, bei der grundsätzlich immer die Anteile von Biodiesel überprüft werden. Der weitere Umfang der erforderlichen Analytik hängt von einem ggf. festgestellten Biodieselgehalt ab.

Ergebnisse nach Brennstoffgruppen



Verteilung Brennstoffqualitäten NEA; Ergebnis einer Feldstudie von 85 Proben in 74 Anlagen, durchgeführt vom IWO e. V. 2014; Quelle: en2x

Diese Analysen können bei spezialisierten Dienstleistern mit entsprechendem Portfolio in Auftrag gegeben werden. Dort ist man in der Lage, aufgrund der in einem akkreditierten Labor ermittelten Parameter eine Beurteilung der Kraftstoffqualität vorzunehmen und Empfehlungen hinsichtlich der weiteren Verfahrensweise auszusprechen.

Für alle Kraftstoffe ist belegt, dass diese einer Alterung bzw. einer Qualitätseinbuße über die Zeit unterliegen. Daher sollten Kraftstoffe ohne Biodiesel mindestens alle 12 Monate, Kraftstoffe mit Anteilen an Biodiesel mindestens alle 6 Monate überprüft werden. Die Proben sollten aus dem Tagestank und dem Haupttank der Netzersatzanlage entnommen werden. Bei Auffälligkeiten der Probe aus dem Tagestank sollte ggf. auch die Probe aus dem Haupttank analysiert werden.

Bei der Installation von Tankanlagen wird dringend empfohlen,

- **alle ölführenden Rohrleitungen in Edelstahl oder Aluminium auszuführen und**
- **am Tagestank an einer geeigneten Stelle eine Entnahmevorrichtung durch einen WHG¹²-Fachbetrieb nach gewässerschutzrechtlichen Vorschriften und technischen Regeln anzubringen.**

Zudem sollte

- **der Tagestank im Rahmen der Wartung oder des Probetriebes so weit wie möglich entleert werden, bevor das Vorratsvolumen aus dem Haupttank nachgefördert wird.**

Hinsichtlich der Lagerung ist darauf zu achten, dass diese sowohl bei Heizöl als auch bei Dieselmotorkraftstoff frostfrei erfolgt. Andernfalls muss durch eine Tank- und Begleitheizung die Kraftstofftemperatur mindestens 4 °C betragen. Ab Temperaturen unterhalb von 3 °C können sich im Heizöl und beim Sommerdiesel Paraffinkristalle bilden. In Einzelfällen können zwar sogenannte Kälteschutzadditive für Heizöl oder Winterdiesel verwendet werden; diese begrenzen jedoch nur

die Größe der Paraffinkristalle, nicht aber deren Auftreten. Wenn sich der Kraftstofffilter zusetzt, kann es zu Durchflussstörungen im Kraftstoffsystem bis hin zum Ausfall der Netzersatzanlage kommen. Die wirtschaftlichste Lösung zur Sicherstellung der Qualität des eingelagerten Brennstoffs ist abhängig von den örtlichen Bedingungen und muss im Einzelfall gefunden werden. Bei kleinen Kraftstoffmengen kann ein jährlicher Austausch im Gegensatz zur Qualitätsüberwachung die wirtschaftlichste Lösung sein.

Die Handlungsempfehlungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wärme und Oeltechnik IWO, heute Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. (en2x), und dem Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- und Betriebsstoffe WIWeB erarbeitet.

¹² WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)

Anhang 4: Abkürzungsverzeichnis.

AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BMI	Bundesministerium des Innern und für Heimat
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
en2x	Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V.
HSU / UniBW Hamburg	Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg
IWO	Institut für Wärme und Oeltechnik e. V.; heute Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. (en2x)
NEA	Netzersatzanlage
TAB	Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Anhang 5: Literatur**Zitierte Literatur**

- Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (2022): Ersatzstrom. Hinweise für Planung, Bau und Betrieb von Sicherheits-, Ersatz- und Notstromversorgungsanlagen in öffentlichen Gebäuden (Empfehlung Nr. 164), Stand: 30.11.2022. Online verfügbar unter: <https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Elektrotechnik/Ersatzstrom%202006/>, abgerufen am 26.07.2023.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2021): Identifizierung und Priorisierung innerhalb von Kritischen Infrastrukturen. Vorgehensweise zur Umsetzung in Einrichtungen und Unternehmen. Online verfügbar unter: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/KRITIS/baukasten-kritis-innerhalb-kritis-4.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 27.05.2022.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe; Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr (2024): Einsatz erneuerbarer Energieanlagen und -speicher zur mobilen und stationären Notstromversorgung. [Befindet sich im Prozess der Veröffentlichung (Stand August 2024).]

- Bundesministerium des Innern (2011): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement. Leitfaden für Unternehmen und Behörden. Online verfügbar unter: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/KRITIS/bmi-schutz-kritis-risiko-und-krisenmanagement.pdf?__blob=publicationFile&v=12, abgerufen am 26.07.2023.
- Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (2010): Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung. Endbericht zum TA-Projekt. Arbeitsbericht Nr. 141. Online verfügbar unter: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000103291>, abgerufen am 26.07.2023.
- Clean Power Net (2018): Planungsleitfaden – Brennstoffzellen für Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und Netzersatzanlagen (NEA). Technische Beschreibung und rechtliche Rahmenbedingungen für USV und NEA mit Brennstoffzellen. Online verfügbar unter: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000103291>, abgerufen am 02.11.2023.
- Institut für Wärme und Oeltechnik e. V. (2014): Studie zur Brennstoffqualität in Netzersatzanlagen, Erarbeitung praxisbezogener Empfehlungen zum Qualitätsmanagement von Brennstoffen in Netzersatzanlagen. Das IWO gehört mittlerweile zum Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. (en2x); die Studie ist nicht mehr online verfügbar. Ergebnisse finden sich jedoch unter: <https://www.zukunftsheizen.de/brennstoff/brennstoffe-fuer-die-notstromversorgung/brennstoffqualitaet-in-der-praxis/>, abgerufen am 26.07.2023.

Zitierte Normen

- DIN 51603-1:2020-09
Flüssige Brennstoffe – Heizöle
Teil 1: Heizöl EL, Mindestanforderungen
- DIN EN 590:2022-05
Kraftstoffe – Dieselkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren
- DIN EN 61000-2-4 VDE 0839-2-4:2003-05
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen
- DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2023-06
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 200: Begriffe
- E DIN VDE V 0100-551-2 (VDE V 0100-551-2):2021-08 [Norm-Entwurf]
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Andere Betriebsmittel
Abschnitt 551: Niederspannungstromerzeugungseinrichtungen – Einspeisung in ersatzstromberechtigte Anlagen oder Anlagenteile
- DIN VDE 0100-560 (VDE 0100-560):2022-10
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 5-56: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Einrichtungen für Sicherheitszwecke
- VDE-AR-N 4100:2019-04
Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Niederspannung)
- VDE-AR-N 4143-1:2022-03
Sicherheit in der Stromversorgung
Teil 1: Krisenmanagement des Netzbetreibers

Weitere relevante Normen

- DIN EN IEC 62040-1 (VDE 0558-510):2020-07
Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)
Teil 1: Sicherheitsanforderungen

- DIN EN IEC 62040-3 (VDE 0558-530):2022-10
Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)
Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen
- DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
- DIN VDE 0100-551 (VDE 0100-551):2017-02
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Andere Betriebsmittel
Abschnitt 551: Niederspannungstromerzeugungseinrichtungen
- DIN/TS 14684:2020-07 [Vornorm]
Feuerwehrwesen – Ausstattung von mobilen Stromerzeugern zur Versorgung von elektrischen Betriebsmitteln und zur Gebäudeeinspeisung
- VDE-AR-N 4105 Anwendungsregel:2018-11
Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz
Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz

Ausgewählte Literatur für weiterführende Informationen

- Innenministerium Baden-Württemberg; Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe; Karlsruher Institut für Technologie (2010): Krisenmanagement Stromausfall. Kurzfassung. Krisenmanagement bei einer großflächigen Unterbrechung der Stromversorgung am Beispiel Baden-Württemberg. Online verfügbar unter: https://www.lfs-bw.de/fileadmin/LFS-BW/themen/kats/gemeinde/dokumente/Krisenhandbuch/Stromausfall_Kurzfassung.pdf, abgerufen am 26.07.2023.

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
Referat N.II.3 – KRITIS Sektoren 2, Störungsmeldungen
Emil-Nolde-Str. 7
53113 Bonn

Bezugsquelle | Kontakt

N@bbk.bund.de
www.bbk.bund.de

Stand

März 2024

Druck

dieUmweltDruckerei GmbH, Lindenallee 3a, 29393 Groß Oesingen



Dieses Druckerzeugnis wurde mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.

Gestaltung

familie redlich AG – Agentur für Marken und Kommunikation
KOMPAKTMEDIEN – Agentur für Kommunikation GmbH

Bildnachweise

S. 2 & 5 © Inga Nielsen – stock.adobe.com, Grafik S. 31 und Bild S. 22 en2x, alle anderen Abbildungen stammen aus dem Archiv des BBK

ISBN 978-3-949117-27-5

Urheberrecht

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist nur in Grenzen des geltenden Urheberrechtsgesetzes erlaubt. Zitate sind bei vollständigem Quellenverweis jedoch ausdrücklich erwünscht.

