Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 97 (2006)
Heft: 15

Artikel: Verschiedene Notstromanlagen im Vergleich
Autor: Küng, Lukas / Felder, Rolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857705

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Verschiedene Notstromanlagen im Vergleich

Vor- und Nachteile von redundanten Netzanschlüssen, von mobilen und von fest installierten Notstrom-Dieselaggregaten

Das Schweizer Verteilnetz zeichnet sich durch eine hohe Verfügbarkeit aus. Im Zusammenhang mit der Strommarktöffnung laufen in der Elektrizitätsbranche zwar grosse Anstrengungen, diese hohe Verfügbarkeit auch in Zukunft garantieren zu können, doch haben die Blackouts der vergangenen Zeit und das dadurch ausgelöste grosse mediale Echo viele Netzkunden verunsichert. In der Folge davon hat die Nachfrage nach Notstromlösungen zugenommen. Dieser Artikel soll helfen, die richtigen Fragen bei der Wahl von Notstromlösungen zu stellen und die optimale Variante zu finden. Der Vergleich beschränkt sich auf redundante Netzanschlüsse und Dieselaggregate in einem Leistungsbereich von 250 bis 1000 kVA.

Die Verfügbarkeit der Netze von Schweizer Stadtwerken ist im Allgemeinen sehr hoch, wobei aber zwischen den einzelnen Stadtwerken durchaus markante Unterschiede auftreten. Je kleiner ein Versorgungsgebiet ist, desto mehr schwanken die Werte. In ländlichen Regionen liegen sie eher tiefer. In Bild 1 sind diese Schwankungen am Beispiel von 5 Stadtwerken für die Jahre 2004 und 2005 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Anzahl der Störfälle pro Jahr für statistische Aussagen allerdings zu gering ist, sodass besser über mehrere Jahre gemittelt werden sollte. Auch ein Vergleich mit dem Ausland ist schwierig, da es, wie in der Schweiz, auch dort noch keine einheitlichen Regeln für die Erfassung und Darstellung von Störungen gibt.

Lukas Küng, Rolf Felder

Während die Haushaltkunden mit dieser Verfügbarkeit in der Regel leben können, sind einige Geschäftskunden mit diesen Werten nicht zufrieden. Anstatt die Verfügbarkeit des gesamten Verteilnetzes mit grossen Kosten weiter zu erhöhen, ist es wirtschaftlicher, für diese Kunden separate Notstromanlagen einzurichten. Dabei ist zu bemerken, dass etwa 80% aller in der Leitstelle von ewz[1)] eintreffenden Störungsmeldungen allerdings nicht das Verteilnetz selber, sondern die Hausinstallation betreffen. Diese muss daher bei der Wahl der Notstromlösung mit einbezogen werden.

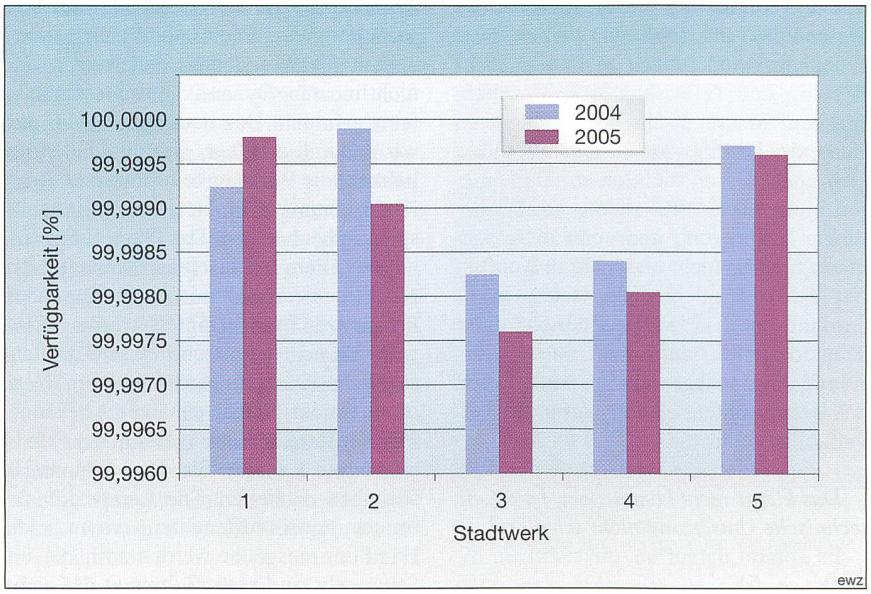


Bild 1 Beispiele der Verfügbarkeit städtischer Verteilnetze in der Schweiz

Qualitativer Vergleich von Notstromvarianten

Bei der Erhöhung der Versorgungssicherheit denken viele Anwender spontan an ein eigenes autonomes Kraftwerk. Allerdings widersprechen sich bei diesem Ansatz die Anforderungen an eine sichere Notstromanlage und an eine optimierte Stromerzeugung, da hier komplexe Schutzeinstellungen und im Störfall komplexe Umschaltungen notwendig sind. So muss ein solches Notstromkraftwerk beispielsweise zuerst eine Netzinstabilität registriert und auf Inselbetrieb umgeschaltet haben, bevor der Kraftwerksschutz reagieren darf. Nachfolgend sollen daher nur *redundante Netzanschlüsse* und *Notstrom-Dieselaggregate* näher betrachtet werden.

Redundante Anschlüsse

Redundante Anschlüsse (Bild 2) können unterschiedliche Stufen von Redundanz aufweisen: Die zweite Hauszuleitung kann beispielsweise über eine Trafostation am gleichen Versorgungsnetz oder aber an einem anderen Unterwerk angeschlossen sein. Die Verfügbarkeit nimmt

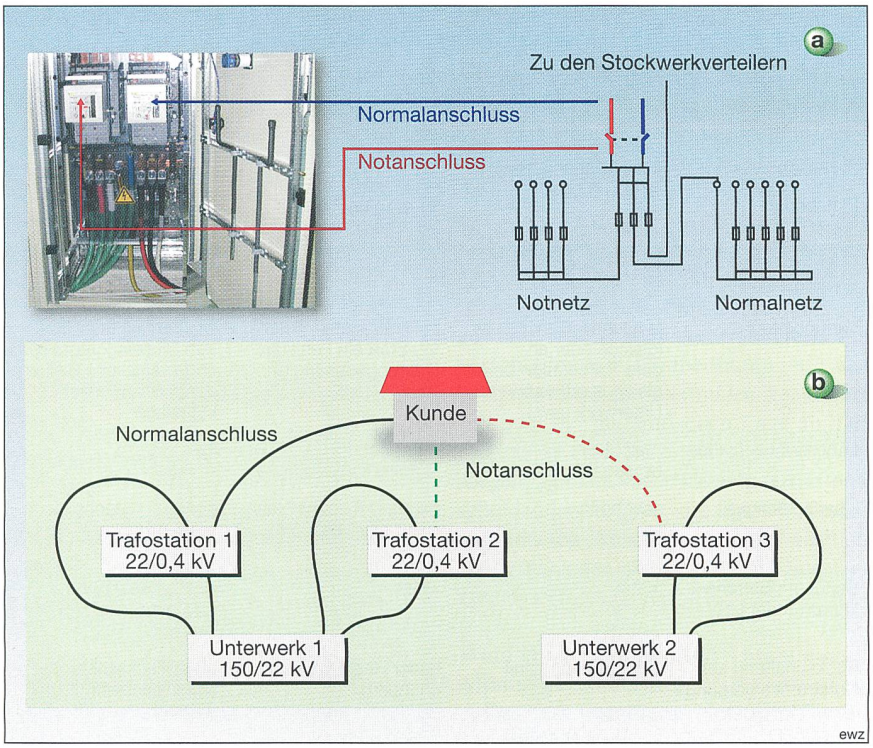


Bild 2 Redundanter Anschluss

Bild a: Ausführung des redundanten Anschlusses in der Hausinstallation; Bild b: Netzeinbindung des redundanten Anschlusses

dabei mit der Anzahl paralleler Netzebenen zu.

Redundante Anschlüsse bestechen durch die einfache Installation und den geringen Wartungsaufwand, fest installierte Notstrom-Dieselaggregate durch die Autonomie und mobile Dieselaggregate durch ihre Flexibilität und Kombinierbarkeit. Allerdings stehen redundante Anschlüsse bei einem Total-Blackout nicht zur Verfügung.

Notstrom-Dieselaggregate

Notstrom-Dieselaggregate können fest installiert (Bild 3a) sein oder mobil auf einem Anhänger im Notfall vor Ort gebracht werden (Bild 3b). Mobile Dieselaggregate brauchen allerdings lange, bis sie angeschlossen sind und sie eine Ersatz-Versorgung wieder herstellen können, was gegebenenfalls zusätzliche Massnahmen zur Kurzzeitüberbrückung verlangt. Ein Nachteil bei den fest installierten Notstrom-Dieselaggregaten sind die hohen Installationskosten und die Tatsache, dass sie eine regelmässige Wartung brauchen.

Qualitativer Vergleich

Tabelle I zeigt einen qualitativen Vergleich dieser 3 Varianten. Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, dass alle 3 Varianten eine separate USV[2)] für einen unterbrechungslosen Betrieb benötigen. Eine allgemeine Gewichtung der Merkmale ist nur bedingt möglich: Jede Versorgungssituation bzw. jede vor Stromunterbruch zu schützende Anlage hat ihre Eigenheiten.

Da jede der hier vorgestellten Notstromvarianten ihre Vor- und Nachteile hat, muss eine Gewichtung der in Tabelle I aufgeführten Kriterien jeweils projektspezifisch erfolgen. Selbstverständlich können auch Kombinationen von Notstromanlagetypen Lösungen sein. Generell sollte man dabei aber bedenken, dass einfachere Lösungen besser überschaubar und überprüfbar sind und deshalb in der Regel auch sicherer.

In welchen Branchen welche Lösungen mehrheitlich zum Einsatz kommen, ist in Tabelle II dargestellt. Hier gibt es teilweise Vorgaben und Normen, teilweise spezifische Branchenbedürfnisse, aber auch Branchentraditionen. So können beispielsweise mobile Dieselaggregate für viele Unternehmen mit mehreren oder wechselnden Standorten eine sinnvolle Option sein.

Anlagen für hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit

Elektrische Anlagen mit höchsten Anforderungen an die Verfügbarkeit wie beispielsweise Rechenzentren, Spitäler oder Pharmaanlagen werden in der Regel mit entsprechenden Redundanzen wie USV- und Notstromanlagen ausgerüstet. Der Anlagebesitzer ist letztlich verantwortlich für die Sicherheit und die Funktion der Elektroinstallationen im Gebäude.

Für die Behebung einer Fehlfunktion oder bei einem Störfall in der elektrischen Energieversorgung hat das technische

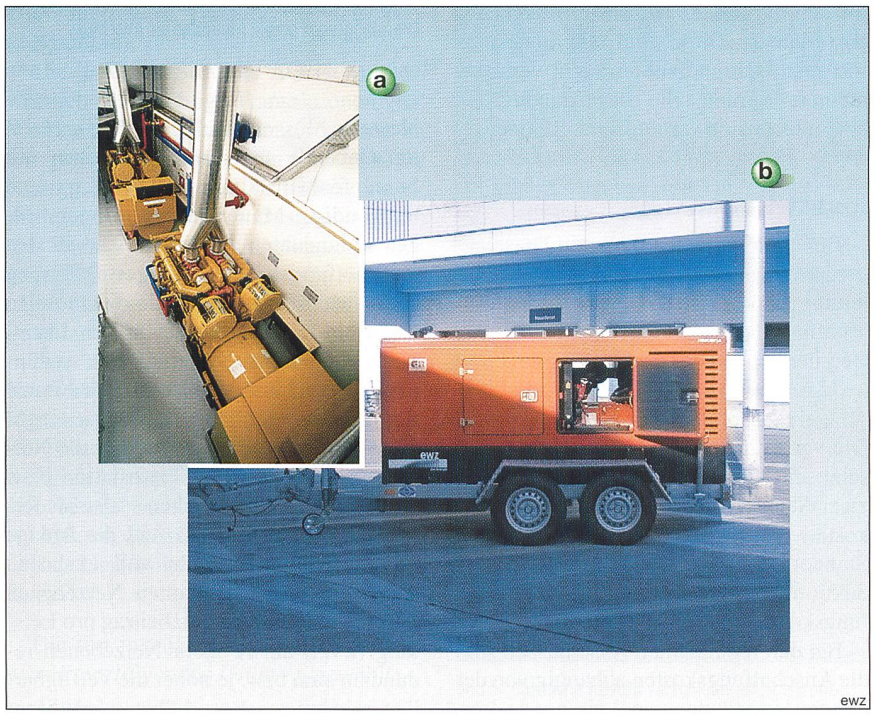


Bild 3 Notstrom-Dieselaggregate können fest installiert oder mobil sein

Bild a: fest installiertes Notstrom-Dieselaggregat; Bild b: mobiles Notstrom-Dieselaggregat

Personal nur eine kurze Reaktionszeit. Da die Komplexität solcher Systeme in der Regel recht hoch ist und spezifische Kenntnisse und Erfahrung vom Wartungspersonal erfordert, werden die Notstromanlagen mit Vorteil im Gebäude oder in der näheren Umgebung fest installiert.

Ein wesentlicher Faktor für eine hohe Verfügbarkeit ist die Wartung und der Unterhalt der Notstromanlagen. Es ist daher zwingend notwendig, alle Funktionen der Notstromanlagen im Zusammenhang mit der gesamten elektrischen Energieversorgung regelmässig zu überprüfen. Diese Kontrollen müssen von betriebseigenen oder durch entsprechend instruiertes und fachkundiges Wartungspersonal von Fremdfirmen vorgenommen werden.

Mit einer eigenen im Gebäude installierten Notstromanlage und dem entsprechend aufgebauten Notnetz ist eine unabhängige elektrische Energieversorgung jederzeit möglich.

Kostenfaktoren

Die folgenden Vergleiche basieren auf der Annahme, dass noch keine Investitionen für allfällige Vorarbeiten getätigt wurden, also keine für die Notstromanlage notwendige Infrastruktur wie beispielsweise ein Abgaskamin vorhanden ist. Solche Investitionen müssten bei einem konkreten Vergleich selbstverständlich ebenfalls berücksichtigt werden. Anhand von zwei Beispielen von Notstromanlagen für 250 und 1000 kVA werden die Kosten der einzelnen Varianten erläutert. Diese sind allerdings projektspezifisch und sollten nicht verallgemeinert werden. Sie liegen jedoch in einem technisch vernünftigen Rahmen.

	Variante der Notstromversorgung		
Technische Merkmale	*Notanschluss*	*fest installiertes Dieselaggregat*	*mobiles Dieselaggregat*
Reaktionszeit der Anlage	Niederspannung: 3 Min. Mittelspannung: 3 Sek.	20 Sek.	2–4 Std.
Platzbedarf	2 m²	20 m² plus Platz für Zu- und Abluftkanäle	0 m²
Erforderliche Bewilligungen	vom Netzbetreiber	Baubewilligung	keine
Verfügbarkeit	je nach Netzanschluss (gleiche oder andere Trafostation bzw. gleiches oder anderes Unterwerk usw.)	bei Netzausfall: jeder 12. Start ein Fehlstart (wartungsabhängig)	wie bei fest installiertem Dieselaggregat und zusätzliche Risiken durch Strassenverkehrslage
Lebensdauer [Jahre]	Anschluss: 40 Umschaltelektronik: 15	Aggregat: 25 Notstromsteuerung: 15	15
Überlastfähigkeit	sehr hoch	gering (1,1-fache Nennleistung); 1 Std. pro 12 Std.	gering (1,1-fache Nennleistung)
Benötigte Batteriekapazität der USV	mittel	klein	sehr gross (USV nur für kleine Leistungen sinnvoll)
Rückschaltung auf Notstromversorgung	unterbrechungsfrei	in der Regel unterbrechungsfrei	ohne Rücksynchronisationseinheit mit Unterbruch
Wartung	jedes Jahr	1× pro Monat Lasttest >60% (Netzsynchronisation); mindestens 2× pro Jahr Notstromtest; 1× pro Jahr Wartung	jeden Monat Lasttest >60% (nur mit Rücksynchronisation)
Hauptnachteile	bei Total-Blackout nicht verfügbar (je nach Ausführung)	hohe Investitionskosten	hohe Investitionskosten, Verkehrsabhängigkeit, Umweltproblematik
Hauptvorteile	einfaches System mit grosser Leistung, Mittelspannung sehr rasch verfügbar	schnell verfügbar, bei genügend Diesel sehr autonom	kostengünstig im Unterhalt, flexibel einsetzbar, zügelbar, mehrere Standorte kombinierbar

Tabelle I Qualitativer Vergleich der drei Notstromvarianten fest installiertes und mobiles Notstrom-Dieselaggregat sowie redundanter Anschluss

Investitionen

Bei allen Varianten muss ein Dieselaggregat angeschafft oder aber eine Kabelleitung verlegt werden, was in den Anschaffungskosten enthalten ist (Bild 4). Bei der Variante *Dieselaggregat mobil (exklusiv)* wird von einem Notstrom-Dieselaggregat pro Standort ausgegangen. Die Variante *Dieselaggregat mobil (pool)* setzt ein Notstrom-Dieselaggregat für zwei Standorte voraus, was die Anlagekosten natürlich halbiert. Bei weiteren Standorten ergäbe sich eine weitere Reduktion, allerdings nur bei den Anschaffungskosten.

Bei den redundanten Anschlüssen sind die Anschaffungskosten abhängig von der Länge der redundanten Leitung: je kürzer, desto günstiger. Es gibt also geeignete und ungeeignete Standorte für redundante Netzanschlüsse. Bauliche Massnahmen am Gebäude sind im Wesentlichen nur beim fest installierten Dieselaggregat notwendig. Mauerdurchführungen für den redundanten Anschluss sind in den Anschaffungskosten, die geringfügigen baulichen Massnahmen für die mobilen Notstrom-Dieselaggregate in den Installationskosten enthalten. Beim redundanten Anschluss sind zusätzlich Kosten für die «vorgehaltene Leistung» eingeplant, da der Verteilnetzbetreiber die Notstromleistung in einer Trafostation bzw. einem Unterwerk vorhalten – also als Reserve einplanen – muss und die Anlage im Normalbetrieb nicht voll auslasten kann. Für alle redundanten Netzebenen fällt ein mittlerer Umsatzbeitrag pro Leistung (kVA) an. Je mehr Netzebenen redundant sind bzw. je höher die Verfügbarkeit sein muss, desto höher wird dieser Kostenanteil. Die Investition in eine USV wird nur beim redundanten Anschluss und beim fest installierten Dieselaggregat als sinnvoll erachtet. Beim Beispiel für eine Notstromanlage von 1000 kVA in Bild 4 sind zusätzlich auch die Anschaffungskosten für die Variante eines Notstrom-Dieselaggregats mit dynamischer (statt statischer) USV aufgeführt. Die dynamische USV hat höhere Kosten für bauliche Massnahmen sowie höhere Installationskosten zur Folge.

Ein fest installiertes Dieselaggregat und ein mobiles, auf einem Anhänger montiertes Dieselaggregat einschliesslich Zubehör wie Kabel, Umschaltautomatik usw. kosten etwa gleich viel.

Jährliche Kosten

Bei den in Bild 5 dargestellten jährlichen Service- und Unterhaltskosten wurde vorausgesetzt, dass die Anlagen fachgerecht instand gehalten werden: Die Dieselaggregate laufen monatlich einmal

Projektbeispiel	Variante der Notstromversorgung		
	Notanschluss	Dieselaggregat fest installiert	Dieselaggregat mobil
Rechenzentrum	×	×	
Spital	×	×	
Chemie- und Pharmaanlage	×	×	
Kühlanlage	×	×	×
Feuerwehrlift	×	×	
Tunnelbau	?	×	
Spitzenabdeckung		×	
Produktion	×	×	×
Zivilschutzanlage	×	×	×
Baustelle			×
Grundwasser-absenkung			×
Revision (kundenseitig)			×
Revision (Trafostation)			×

Tabelle II Einsatzmöglichkeiten der Notstromvarianten

zur Probe, und jährlich wird für jede Notstromvariante ein scharfer Test durchgeführt.

Beim redundanten Anschluss sind diese Kosten – Revision und Test der Umschaltautomatik, Einbinden und Überwachung der Anlage durch die Verteilnetzleitstelle – unter den Betriebskosten zusammengefasst. Die jährlichen Kosten für die USV sind relativ hoch: Hier wurde von einer linearen Abschreibung der Batterien über 10 Jahre ausgegangen. Die Abschreibungen der Anschaffungen werden differenziert nach Aggregat (15 Jahre), Installation (30 Jahre) und baulichen Massnahmen (60 Jahre). Hier können allerdings je nach Firmenstandard wesentlich kürzere Dauern eingesetzt werden. Unter Raummiete sind beim mobilen Dieselaggregat die Standplatzkosten gemeint, die Kosten für das Strassenverkehrsamt sind unter Service und Unterhalt enthalten.

Die Kosten für die Leistung der Notstromanlage wachsen nicht ganz proportional mit der verlangten Leistung. Sie haben auch den grössten Einfluss auf die Gesamtkosten. Eine sorgfältige Auswahl von «notstromberechtigten» Verbrauchern hilft hier, Kosten zu vermeiden. Die Kosten für das interne Notnetz wurden bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Die Gesamtkosten müssen über mehrere Jahre verglichen werden (Bild 6). Während der redundante Anschluss und das fest installierte Dieselaggregat bei einem Umzug wohl kaum einen Restwert aufweisen, lässt sich das mobile Dieselaggregat eher wieder verwenden oder verkaufen. Dieser Sachverhalt ist allerdings in Bild 5 nicht ersichtlich.

Wahl der Variante: 3 Beispiele

Welche Art von Notstromversorgung gewählt wird, hängt unter anderem von verschiedenen Randbedingungen wie beispielsweise der maximalen Reaktionszeit oder der geografischen Lage ab. Die folgenden drei Beispiele aus dem Versorgungsgebiet von ewz zeigen die entscheidenden Gründe, die zur Wahl eines redundanten Anschlusses, eines fest installierten oder eines mobilen Dieselaggregats geführt haben.

Wahl eines redundanten Anschlusses: Allianz-Versicherung

Das fest installierte Notstrom-Dieselaggregat der Versicherung hatte seine Lebensdauer erreicht. Der Kunde entschied sich aus Gründen der geringen Umtriebe – keine Probeläufe, weniger externes Personal im Haus – und der einfachen Installation für einen redundanten Anschluss als Ersatz. Er kann zusätzlich die Leistung seines Notanschlusses in Absprache mit dem Verteilnetzbetreiber in bestimmten Grenzen seinem effektiven Bedarf anpassen.

Wahl eines fest installierten Notstrom-Dieselaggregats: Telekurs Services AG (2 Systeme)

Die Telekurs Services AG ist verantwortlich für unzählige Transaktionen von Banken und Kreditkartenunternehmen in der gesamten Schweiz. Ein Stromausfall bzw. ein Ausfall der für die Transaktionen zwingend notwendigen Systeme würde die Finanz- und Zahlungsflüsse in der ganzen Schweiz beeinträchtigen. Eine sichere Stromversorgung ist daher zwingend.

Der Hauptsitz der Telekurs an der Hardturmstrasse in Zürich ist in einem Mittelspannungsring eingeschlauft und hat eine zusätzliche Verbindung zu einem weiteren Mittelspannungsring. Es besteht also bereits ansatzweise ein redundanter Anschluss, allerdings nicht mit automatischer Umschaltung auf ein anderes Unterwerk.

Die fest installierte Netzersatz-Anlage wurde aus folgenden Gründen gewählt:

- Sollte es bei der Versorgung durch ewz oder bei den Mittelspannungsanlagen der Telekurs zu einem Schaden

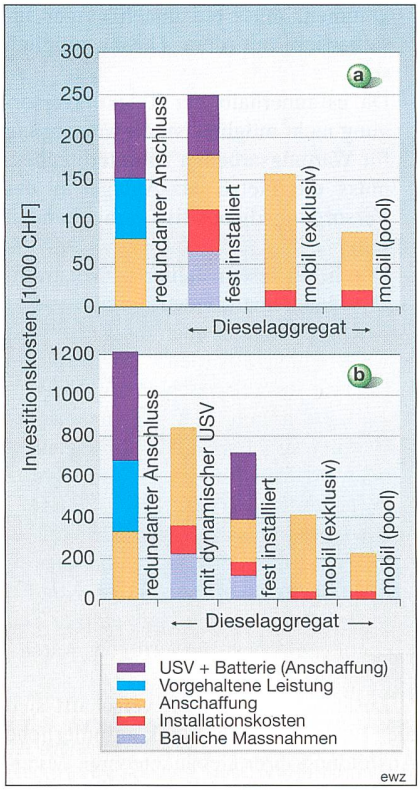


Bild 4 Investitionskosten verschiedener Notstromanlagetypen

Bild a: Anlage für 250 kVA; Bild b: Anlage für 1000 kVA

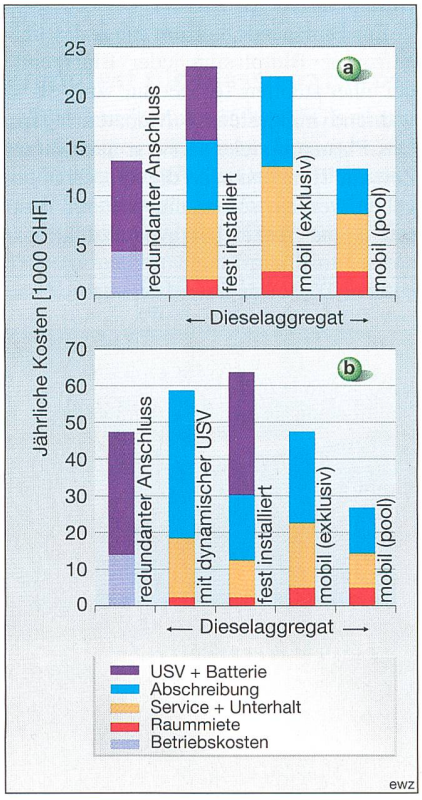


Bild 5 Jährliche Kosten verschiedener Notstromanlagetypen

Bild a: Anlage für 250 kVA; Bild b: Anlage für 1000 kVA

articles spécialisés

kommen, muss ein unabhängiger Inselbetrieb mit dem Diesel möglich sein.
- Da es innerhalb der Telekursversorgung nicht möglich ist, die Versorgung für Wartungsarbeiten zu unterbrechen, muss die Netzersatz-Anlage in das Versorgungsdispositiv eingebunden sein.
- Durch ein fest installiertes Notstrom-Dieselaggregat können die nötige Kapazität und damit auch die Kosten der USV reduziert werden.
- Ein fest installiertes Notstrom-Dieselaggregat erlaubt eine Redundanz bei Wartungsarbeiten, die bei der Telekurs oder im Versorgungsgebiet von ewz durchgeführt werden.
- Bei einem grossflächigen Blackout ist das System in der Lage, autonom weiterzuarbeiten, obwohl einige Kunden bzw. Datenleitungen nach einiger Zeit ebenfalls nicht mehr verfügbar wären.

Zusätzliche Sicherheit verschafft sich die Telekurs durch die kontinuierliche Ausbildung ihrer Gebäudetechnik-Mitarbeiter sowie durch eine gute Wartung und durch regelmässige Tests der gesamten Systeme.

Wahl mobiles Notstrom-Dieselaggregat: Stiftung Zürcher Blutspendedienst SRK

Ein Blutspendezentrum muss das tiefgefrorene Blutplasma jeder Blutspende bei einer stabilen Temperatur von –30 °C während mindestens 4 Monaten lagern. Das Plasmaprodukt darf erst nach dieser Zeit zur Transfusion an die Spitäler abgegeben werden, sofern ein weiterer Bluttest keine Anzeichen von Infektionskrankheiten aufweist. Für die sichere Versorgung der Region Zürich müssen permanent 25 000 Plasmaprodukte gelagert werden. Die ebenfalls aus jeder Blutspende gewonnenen roten Blutkonserven (Erythrozytenkonzentrate) müssen bei +4 °C (±2 °C) gelagert werden und sind maximal 6 Wochen haltbar. Für die Versorgung der Region Zürich mit Erythrozytenkonzentraten werden jährlich 70 000 Blutkonserven benötigt. Daraus ergibt sich ein grosser Bedarf an streng temperaturkontrollierten Räumen und Lagern, die aus Sicherheitsgründen auf 2 Standorte – einer in der Stadt Zürich, der andere in Urdorf – aufgeteilt sind. Da bei einem Stromausfall die Temperatur in den Kühlräumen nur langsam steigt, bleibt dem Betreiber eine ausreichende Reaktionszeit. Anstatt an beiden Standorten je eine Notstromvariante zu installieren, entschied sich das Blutspendezentrum daher für ein mobiles Dieselaggregat an beiden Standorten.

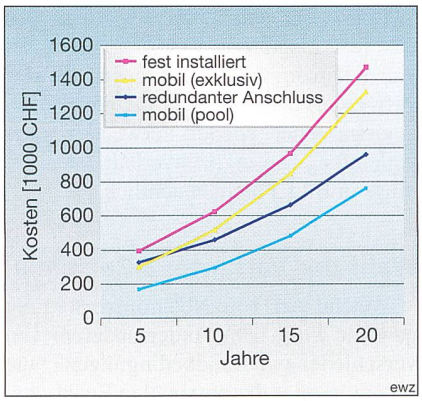


Bild 6 Kostenvergleich der verschiedenen Notstromanlagetypen über mehrere Jahre

Angaben zu den Autoren

Dr. ***Lukas Küng*** leitet seit 2001 die Abteilung Netzdienstleistungen bei ewz (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich). Seit 2005 ist er Mitglied im Cigré/Cired-Nationalkomitee und seit 2006 Präsident der VSE-Kommission Netznutzung.
ewz, Netzdienstleistungen, 8050 Zürich, lukas.kueng@ewz.ch

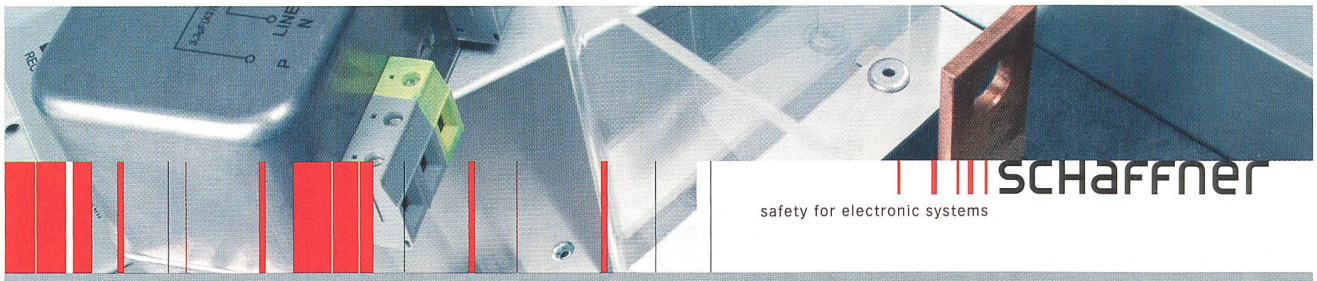
Rolf Felder ist seit 1998 selbstständig im Bereich Steuerungstechnik europaweit tätig. Er ist spezialisiert für Notstromdiesel. Vor 1998 war er als Abteilungsleiter Engineering bei Ammann (heute Avesco) in Langenthal tätig.
Steuerungstechnik, 6025 Neudorf, rolf-felder@bluewin.ch

[1] ewz: Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.
[2] USV: Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage.

Résumé

Comparaison de différents groupes électrogènes

Avantages et inconvénients de raccordements réseau redondants, des groupes électrogènes diesel mobiles et montés à demeure. Le réseau de distribution suisse est caractérisé par une haute disponibilité. Dans le cadre de l'ouverture du marché de l'électricité, la branche entreprend des efforts considérables en vue de pouvoir garantir cette disponibilité à l'avenir également, mais les pannes survenues ces derniers temps et l'écho dans les médias ont insécurisé beaucoup de clients du réseau. Par la suite, la demande de solutions à groupes électrogène a augmenté. L'article est destiné à aider à poser les questions correctes dans le choix des groupes électrogènes adéquats et à trouver la variante optimale. La comparaison se limite à des raccordements réseau redondants et aux groupes diesel dans la gamme de puissance allant de 250 à 1000 kVA.



schaffner
safety for electronic systems

EMV im Maschinenbau – Zuverlässigkeit mit Konzept. Kompromisslos:
Wenn Sie die Zuverlässigkeit, Störfestigkeit und Verträglichkeit Ihrer Anlage nicht dem Zufall überlassen wollen, dann setzen Sie bei der EMC-Planung auf den richtigen Partner. Schaffner – Gesamtlösungen aus einer Hand:

- Problemanalyse
- Fachberatung
- Messdienstleistungen
- EMV-Komponenten
- Power Quality

Schaffner EMV AG Nordstrasse 11 CH-4542 Luterbach T +41 32 681 66 26 F +41 32 681 66 41 www.schaffner.com