

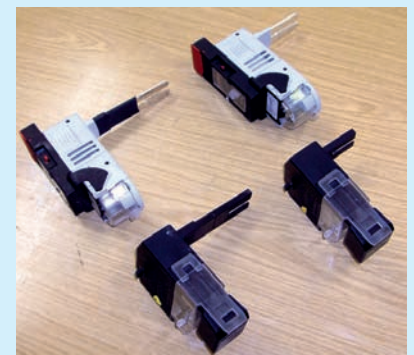
Einspeisen mit Ersatzstromerzeugern

M. Korth, Hoya

Das Ausfallen der Energieversorgung kann weitreichende Folgen für das öffentliche und private Leben haben. Eine Versorgung mit Ersatzstromerzeugern kann in solchen Fällen den Schaden begrenzen. Befasste sich [1] mit den Geräten zur Ersatzstromerzeugung, behandelt dieser Beitrag das Einspeisen mit Ersatzstromerzeugern in Netze der Energieversorger und Industrie sowie einzelne Verbrauchieranlagen.

1 Einspeisung in Netze der Energieversorgung und Indus

Bei der Einspeisung in Netze der EVU und der Industrie mit Ersatzstromerzeugern werden vorhandene Netze als Teil oder Gesamtheit wieder mit elektrischer Energie versorgt. Zu Prüfen ist vorher, welche elektrische Leistung dauerhaft bzw. kurzzeitig benötigt wird. In Industrienetzen sind die Anlaufströme von Motoren zu betrachten. Zu prüfen ist ferner, welche Verbraucher in Betrieb genommen werden müssen und auf welche Verbraucher verzichtet werden kann. Entsprechend der gewonnenen Leistungsdaten ist der Ersatzstromerzeuger bzw. sind die Ersatzstromerzeuger auszuwählen, die für die Versorgung des Netzes bzw. Teilen davon eingesetzt werden sollen. Die Einspeisung erfolgt in der Regel direkt an der Trafostation bzw. an einem Kabelverteilerschrank. Wie in [1] beschrieben, hat in diesen Fällen die Einspeisung gemäß VDE 0100-551 als TN-C-System (L1/L2/L3/PEN) zu erfolgen. Als Einspeisepunkt kann beispielsweise ein vorhandener nicht benutzter Abgang benutzt werden. Möglich ist auch die Einspeisung über so genannte Huckepacksicherungen (Bild 1), die „Zweckentfremdung“ der NH-Einsätze von Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen (Bilder 2 und 3) oder ein direktes Auflegen der Leiter auf die Sammelschienen.



1 Huckepacksicherungen



2 NH-Kurzschließeinsätze



3 Einspeisung über NH-Kurzschließeinsätze

2 Sicherheit in der zu versorgenden elektrischen

In den Netzen der öffentlichen Energieversorgung erfolgt der Anschluss der Ersatzstromerzeuger durch die Mitarbeiter des Energieversorgers.

In Industrienetzen erfolgt der Anschluss der Ersatzstromerzeuger durch die Elektrofachkräfte des Betriebes. Hinsichtlich der Sicherheit in der nun durch die Ersatzstromerzeuger versorgten elektrischen Anlage, bleibt die ursprüngliche bestehende Schutzmaßnahme er-

halten. Auch die für den Betrieb des Netzes notwendigen Erder sind in der Anlage vorhanden und weiterhin aktiv.

Grundsätzlich ist für jeden Erzeuger ein eigener Erder zu errichten. In der Regel werden in den Netzen der Energieversorgung zur Erdung des Sternpunktes des Transformators Erder

Autor

Matthias Korth ist Ausbilder an der THW-Bundesschule, Hoya

mit Widerständen unter $2\ \Omega$ vorgesehen. Ein Erder in dieser Größenordnung müsste jetzt für den Ersatzstromerzeuger errichtet werden. In der Praxis wird dies kaum möglich sein. Hier sollte durch die Elektrofachkräfte überlegt werden, ob hier nicht der in der Trafostation bzw. am Kabelverteilerschrank vorhandene Erder ausreichend ist. Da der Ersatzstromerzeuger die Trafostation bzw. den Transformator ersetzt, kann der Erder des Transformators jetzt als Erder für den Ersatzstromerzeuger betrachtet werden. Zu prüfen ist jedoch, ob der Erder über die gesamte geplante Betriebsdauer des Ersatzstromerzeugers wirksam bleibt und nicht eventuell Arbeiten an der Erdungsanlage durchgeführt werden sollen, die zu einem Wegfall der Erdungsanlage führen können. Der Wert des Erders sollte durch Messung ermittelt werden.

Nach Inbetriebnahme des Ersatzstromerzeugers bleiben die Schutzmaßnahmen in den Verbraucheranlagen wie vor dem Ausfall der Energieversorgung erhalten. Messungen in den Verbraucheranlagen selbst brauchen nicht zu erfolgen.

Zu Beachten ist, dass der Ersatzstromerzeuger nicht in der Lage ist, die gleichen Kurzschlussströme wie der ersetzte Transformator zu treiben. Im Kurzschlussfall wird zum einen eine Begrenzung durch den Generator selbst (magnetische Sättigung) erfolgen, daneben wird die Antriebsmaschine aufgrund der geforderten höheren Leistung in der Drehzahl einbrechen. Dies hemmt automatisch wieder den Generator. Zum Schutz der Antriebsmaschine sind die Kurzschlussauslöser an den Ersatzstromerzeugern so eingestellt, dass eine extrem schnelle Abschaltung (wenige Millisekunden Auslösezeit) erfolgt. Dies hat natürlich Auswirkungen auf die Selektivität der nachgeschalteten Sicherungsorgane. Bei Kurzschlüssen wird vielfach der Hauptschalter der Ersatzstromversorgungsanlage schneller sein als die nachgeschalteten NH-Sicherungen im Netz.

3 Versorgung einzelner Verbraucheranlagen

Je nach Ausführung der Verbraucheranlagen sind unterschiedliche Möglichkeiten zur Ersatzstromversorgung der gesamten Verbraucheranlage vorhanden. Bei einer Einspeisung durch Ersatzstromerzeuger in die Verbraucheranlage ist besonders auf die sichere Trennung vom ausgefallenen Netz zu achten. Keinesfalls darf es zu einer Rückspeisung in das ausgefallene Netz kommen. Auch ist zu bedenken, dass der Netzausfall nicht ewig andauert. Als eine sichere Trennstelle zum Netz kann beispielsweise der Hausanschlusskasten dienen. Nach Entfernen der NH-Sicherungen stellt der wieder verschlossenen Hausanschlusskasten zum einen eine sichere Trennung dar, gleichzeitig sind bei Wiederkehr des Netzes alle aktiven Teile sicher vor Berührung

geschützt. Welche Stelle der Verbraucheranlage für die Einspeisung geeignet ist, hängt von den Gegebenheiten in der Anlage selbst ab. Hier ist die Elektrofachkraft vor Ort gefordert, diesen Punkt auszuwählen. Wichtig ist, dass der Berührungsschutz in der Anlage an allen Stellen – wenn auch nur behelfsmäßig – wieder hergestellt ist (Bild 6).

Durch die Elektrofachkraft muss sichergestellt werden, dass nach Anschluss des Ersatzstromerzeugers entweder die bisherige in der Anlage vorhandenen Schutzmaßnahme wirksam bleibt, oder aber eine neue Schutzmaßnahme wirksam wird! Bei Anwendung einer Schutzmaßnahme für die ein Erder erforderlich ist, darf dieser Erder nicht vom Erder des Energieversorgers abhängig sein! Im TN-System ist vom Ausfall des Netzes teilweise nicht der Erder (PEN) des Netzes betroffen. Dieser Erder ist über den Hausanschluss weiterhin bis in die Verbraucheranlage hinein wirksam. Dieser Erder darf jedoch für die Sicherstellung der Schutzmaßnahme in der Verbraucheranlage nicht benutzt werden! Somit muss durch die Elektrofachkraft sichergestellt werden, dass der Anlagenerder in der Verbraucheranlage für die Sicherstellung der Schutzmaßnahme ausreichend ist. Eventuell kann vom Energieversorger gefordert werden, dass der PEN des Netzes abgeklemmt werden muss.

4 Verbraucheranlagen nach Wegfall der Stromversorgung

Nach dem Wegfall der Stromversorgung durch den Energieversorger kommen für die Versorgung der Verbraucheranlagen in Bild 4 folgende Möglichkeiten in Betracht:

- Anschluss eines Stromerzeugers mit Schutztrennung mit mehreren Verbrauchern und einem ISO-Wächter. Beim Auftreten eines Fehlers erfolgt die Abschaltung der gesamten Verbraucheranlage durch den ISO-Wächter. Die in den Anlagen vorhandenen Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) haben keinerlei Schutzfunktion mehr. Sie sind quasi zum Hauptschalter degradiert.
- Anschluss eines Ersatzstromerzeugers im IT-System. Hierbei ist durch Messung

$R_A \leq 100\ \Omega$ ist.

- Anschluss eines Ersatzstromerzeugers und Betrieb als TN-S-System. Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme muss sichergestellt werden. In diesem System wird der Anlagenerder jetzt zum Betriebserder des Ersatzstromerzeugers. Dieser muss auf die gewählten Schutzorgane abgestimmt sein. Unproblematisch ist dies, wenn die Abschaltung durch RCDs geschieht. Hier ist sicherzustellen, dass der Anlagenerder (jetzt Betriebserder R_B) der Bedingung

$$R_B \leq \frac{U_L}{I_{\Delta N}} \quad (1)$$



⑥ Der Hausanschlusskasten muss durch eine Isolierende Abdeckung wieder gegen Berühren geschützt werden Fotos: Korth

nicht durch RCDs geschützt sind, sollte daher nur im äußersten Notfall erfolgen. Zu Prüfen ist, ob nicht RCDs – und sei es nur für die Dauer des Betriebes mit dem Ersatzstromerzeuger – nachgerüstet werden können.

Die Versorgung des im TN-C-System (Bild ⑤) bzw. als so genannte klassische Nullung ausgeführten Systems bedeutet bei einer Versorgung durch einen Ersatzstromerzeuger in jedem Fall die Aufrechterhaltung des TN-C-Systems.

Für die Systeme in den Bilder ④ und ⑤ gilt: Für die Sicherstellung der Schutzmaßnahme steht nur der Anlagenerder zur Verfügung.

5 Prüfungen/Messungen in den Systemen

Jede elektrische Anlage ist vor ihrer ersten Inbetriebnahme, nach einer Änderung, nach einer Erweiterung sowie in regelmäßigen Abständen zu prüfen. Die erforderlichen Prüfungen sind in DIN VDE 0100-610 (Erstprüfungen) sowie in DIN VDE 0105-100 (Betrieb von elektrischen Anlagen) beschrieben. Analog dieser Vorschriften haben nach Anschluss eines Ersatzstromerzeugers zur Versorgung der Anlage/des Netzes mit elektrischer Energie entsprechende Prüfungen zu erfolgen. Nachzuweisen ist durch Messung, dass die ursprüngliche Schutzmaßnahme noch wirksam ist bzw. ob die neue Schutzmaßnahme wirksam geworden ist.

TN-System. Im TN-System sind mindestens folgende Messungen erforderlich:

- Messung des Erderwiderstandes des Anlagenerders (jetzt Betriebserder)
- Bei RCDs Messung des Auslöseverhaltens der RCDs
- Bei Schutz durch Überstromschutzschutzorgane Messung der Schleifenimpedanzen
- Drehfeld.

Die Messergebnisse sowie der Aufbau der Anlage mit dem Ersatzstromerzeuger sollten dokumentiert werden.

Ob eine Messung des Isolationswiderstandes durchgeführt werden muss, sollte die Elektrofachkraft vor Ort anhand des Zustands der Anlage selbst entscheiden. Zu Bedenken ist hierbei, dass die Anlage selbst nicht einem schädigenden Ereignis ausgesetzt war. Der einzige Schaden ist, dass die Anlage durch den Ausfall des Netzes nicht mehr mit Spannung versorgt wird – bis zum Ausfall hat die Anlage jedoch einwandfrei funktioniert. Ob hier jetzt tatsächlich in der gesamten Anlage die Messung des Isolationswiderstandes erfolgen muss, darf in Frage gestellt werden.

ISO-Wächter. Bei Anschluss eines Ersatzstromerzeugers mit ISO-Wächter sollte zur Erprobung der einwandfreien Funktion an verschiedenen Stellen der Verbraucheranlage ein Isolationsfehler erzeugt werden, der das Auslösen des ISO-Wächters bewirkt.

IT-System. Bei Anschluss eines Ersatzstromerzeugers im IT-System muss mindestens der Widerstand des Anlagenerders durch Messung ermittelt werden.

6 Wiederkehr des Netzes

Nach Wiederkehr des Netzes ist nach Rückbau des Stromerzeugers der vorherige Zustand wieder herzustellen. Durch Messungen ist die einwandfreie Funktion der Schutzmaßnahme nachzuweisen. Die Messungen sollten dokumentiert werden.

7 Kraftstoffversorgung für Ersatzstromerzeuger

Nicht außer acht gelassen werden sollte die Kraftstoffversorgung, da diese eine logistische Herausforderung darstellt. Ein heutiger moderner Dieselmotor verbraucht für die Erzeugung von 1 kWh etwa 0,3 l Kraftstoff. Bei einer mittleren Leistungsabgabe von 100 kW sind dies 30 l/Stunde, bzw. 720 l/Tag. Für eine Woche müssen nur für diesen Stromerzeuger rund 5 000 l Kraftstoff bereit gestellt werden. Kleinere tragbare Stromerzeuger mit 4-Takt-Benzinmotoren verbrauchen etwa 0,5 und 0,9 l pro abgegebener kWh.

Bei einem mittleren Verbrauch von 0,6 l/kWh und einer mittleren Leistungsabgabe von 2 kWh/h sind dies 200 l/Woche. Das klingt nicht viel. Es muss aber beachtet werden, dass die Lagerung und der Transport von Kraftstoffen behördlichen Vorschriften unterliegt.

Literatur

- [1] Korth, M.: Ersatzstromerzeuger, Elektropraktiker, Berlin 60(2006)8, S. 634-637 ■