

Aufrechterhaltung der Wasserversorgung

bei einem flächendeckenden Stromausfall
von mindestens drei Tagen

Die Technische Werke Rehlingen-Siersburg GmbH hat für den Fall eines Stromausfalls **zwei Notstromaggregate** angeschafft: ein mobiles 150-kVA-Aggregat zur Versorgung der Wasserwerke und ein weiteres 40-kVA-Aggregat zur Versorgung von Brunnenpumpen. Nun möchte sich der Versorger auf das Szenario eines mehrtägigen, großflächigen Stromausfalls vorbereiten. Im Rahmen einer **Bachelor-Abschlussarbeit** sollte untersucht werden, ob die Wasserversorgung durch den Transport des mobilen Notstromaggregates und den daraus folgenden abwechselnden Betrieb der Wasserwerke drei Tage lang aufrechterhalten werden kann.

von: David Schmitz (Hochschule Trier), Martin Schmidt (energis-Netzgesellschaft mbH) & Prof. Dr.-Ing. Stefan Wilhelm (Hochschule Trier)

Die Technische Werke Rehlingen-Siersburg GmbH (kurz TWRS) versorgt in der saarländischen Gemeinde Rehlingen-Siersburg 14.000 Menschen in neun verschiedenen Ortschaften mit ca. 715.000 m³ Trinkwasser pro Jahr. Bei einem mehrtägigen Stromausfall wären die Folgen für die Bevölkerung gravierend. Im Bericht des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (kurz TAB), der sich mit den Folgen großflächiger Stromausfälle beschäftigt, wird festgehalten, dass ein solcher Ausfall einer nationalen Katastrophe gleichkäme [1].

Zunächst ist festzustellen, dass die Stromversorger für eine kontinuierliche Stromversorgung verantwortlich sind. Für die Wasserversorgung bedeutet ein Stromausfall, dass nur noch der Teil der Versorgung funktioniert, der auf dem freien Gefälle basiert. Die Versorgung kann je nach Wasserstand der Hochbehälter noch einige Zeit aufrechterhalten werden, bricht jedoch ohne Stromversorgung nach einer gewissen Zeit zusammen. Wenn die Haushalte nicht mehr mit Trinkwasser versorgt werden, hat das zur Folge, dass Trinkwasser nicht mehr als Lebensmittel zur Verfügung steht. Gravierend sind jedoch auch die Auswir-

kungen auf die häusliche Hygiene. Toilettenspülung und Waschmaschine wären außer Funktion und die gewohnte Körperhygiene ist nicht mehr möglich. Unter diesen Umständen steigt das Risiko der Ausbreitung von Krankheiten. Im Bericht des TAB wird festgehalten, dass im Bereich der Wasserversorgung Energieautarkie und Inselnetztauglichkeit anzustreben wären.

Durch das Voranschreiten der Energiewende weicht die Transportaufgabe des Stromnetzes stark von der für die Auslegung des Netzes angenommenen ab. Der Ausbau orientiert sich vor allem an den geografischen Gegebenheiten und weniger an dem tatsächlichen Strombedarf in der jeweiligen Region. Im Monitoringbericht zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, der alle zwei Jahre erscheint, wird festgehalten, dass während des Berichtszeitraumes die Anzahl der ergriffenen Maßnahmen der Netzbetreiber zur Netzstabilisierung seit Jahren kontinuierlich zunimmt [2]. Auch wenn keine akute Gefährdung der Systemsicherheit festgestellt wurde, wird festgehalten, dass das elektrische System in Deutschland durch den Zu-

bau von Erneuerbare-Energien-Anlagen vor erhebliche Herausforderungen gestellt wird. Zusätzlich zu der Änderung der Energieversorgungssituation besteht das Risiko eines Stromausfalls durch die Einwirkung von Naturgewalten, technischen Defekten oder terroristischen Anschlägen.

Versorgungsgebiet der TWRS

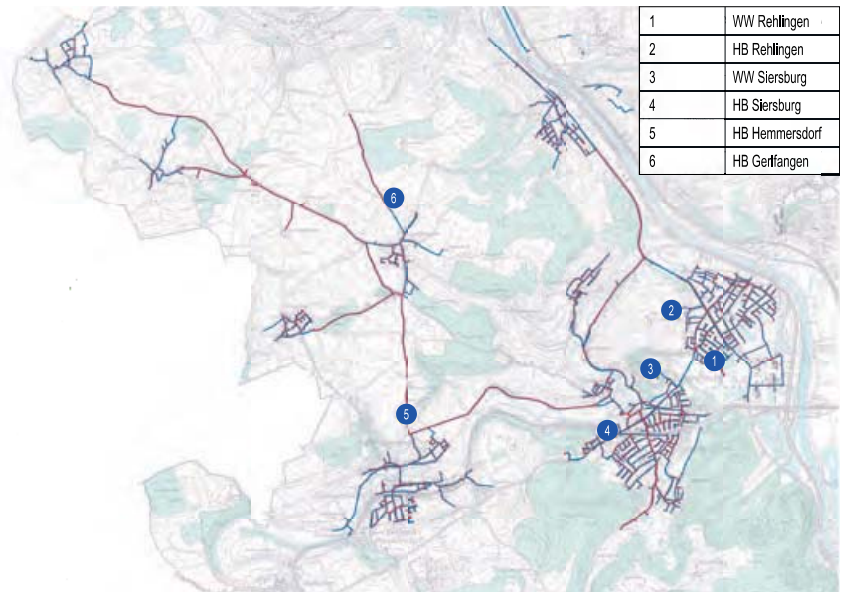
In **Abbildung 1** ist ein Übersichtsplan des Versorgungsgebietes der TWRS dargestellt. In dem Plan sind die Hochbehälter und die beiden Wasserwerke markiert (1: Wasserwerk Rehlingen, 2: Hochbehälter Rehlingen, 3: Hochbehälter Siersburg, 4: Wasserwerk Siersburg, 5: Hochbehälter Hemmersdorf, 6: Hochbehälter Gerlfangen). Außerdem sind die Hauptversorgungsleitungen eingezeichnet.

Das Versorgungsgebiet der TWRS ist in drei Versorgungszonen unterteilt. Die Versorgungszone I wird vom Wasserwerk Rehlingen und dem Hochbehälter Rehlingen, der im Gegenbehälterprinzip betrieben wird, versorgt. In der Versorgungszone II werden die Ortschaften durch das Wasserwerk Siersburg und den Hochbehälter Siersburg, der ebenfalls im Gegenbehälterprinzip betrieben wird, versorgt. Für die Ver-

sorgungszone III wird ebenfalls vom Wasserwerk Siersburg Wasser in das Netz gefördert. Hier wird das Wasser über den Hochbehälter Hemmersdorf, der nach dem Durchlaufprinzip betrieben wird, zum einen an die Ortschaft Hemmersdorf und zum anderen mithilfe einer Pumpengruppe an die Gaugemeinden und den Hochbehälter Gerlfangen (Gegenbehälter) verteilt. Die Bohrungen für das Wasserwerk Rehlingen befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Wasserwerk. In Siersburg liegen die Brunnen ca. 2,3 km vom Wasserwerk entfernt. Hier ist eine Versorgung über ein separates Notstromaggregat notwendig. Das Versorgungsgebiet der TWRS wird in **Abbildung 2** schematisch dargestellt.

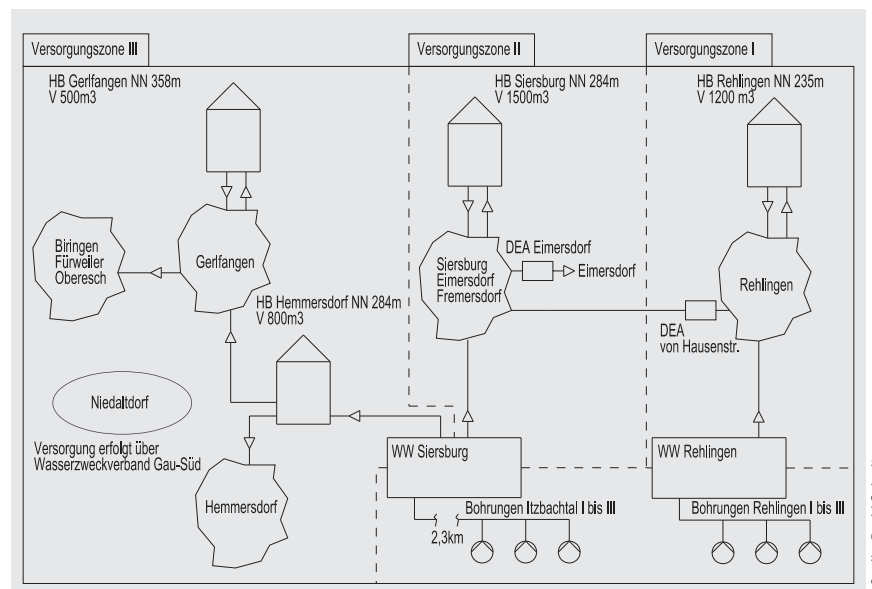
Vorgehensweise

Vom Versorger wurden die Zu- und Abflüsse der einzelnen Hochbehälter sowie der Wasserwerke für das Jahr 2014 zur Verfügung gestellt. Aus diesen Daten konnten die Tagesverbräuche für die einzelnen Versorgungszonen ermittelt werden. Mit dem Versorger wurde vorher abgestimmt, dass die Wasserversorgung auch bei einer denkbar ungünstigen Ausfallsituation aufrechterhalten werden soll. Somit wurde der verbrauchsstärkste Tag aus dem Jahr 2014 ermittelt und die Tagesganglinien mithilfe der Messwerte für die einzelnen Hochbehälter berechnet. Auf Basis dieser Daten wurde eine Simulation durchgeführt, um festzustellen, wie lange die Wasserversorgung bei einem Stromausfall am verbrauchsstärksten Tag ohne den Einsatz von Notstromaggregaten aufrechterhalten werden könnte. Dabei zeigte sich, dass der erste Hochbehälter nach sieben Stunden die Feuerlöschreserve unterschreiten würde. Auf die Feuerlöschreserve wurde vom Versorger großer Wert gelegt, da bei einem mehrtägigen Stromausfall durch den vermehrten Einsatz von offenen Flammen in den Haushalten auch die Brandgefahr steigt. Aus dieser Simulation geht außerdem hervor, dass



Quelle: TWRS GmbH

Abb. 1: Übersichtsplan des Versorgungsgebietes der TWRS



Quelle: David Schmitz

Abb. 2: Schematische Darstellung des Versorgungsgebietes der TWRS

ein weiteres Aggregat zur Versorgung der Pumpengruppe im Hochbehälter Hemmersdorf benötigt wird, da sonst eine Förderung nach Gerlfangen nicht möglich ist und der Hochbehälter Gerlfangen nicht über genügend Kapazitäten verfügt, die Gemeinden über drei Tage mit Wasser zu versorgen. Die Anschaffung dieses Gerätes wurde bei der nachfolgenden Simulation vorausgesetzt.

Des Weiteren wurde zum Startzeitpunkt der Stromausfallsimulation der minimale Füllstand der Hochbehälter im Normalbetrieb angesetzt. Ein Vergleich mit dem realen Hochbehälter-

verhalten hat gezeigt, dass diese Annahme sinnvoll ist. Für den Transport des Aggregates und die Zeit für den Abbau und die Inbetriebnahme am anderen Wasserwerk wurde nach Ermittlung der Fahrzeit und der Zeit der Inbetriebnahme nach telefonischer Rücksprache mit dem Hersteller der Notstromaggregate eine Zeit von einer Stunde vorausgesetzt. Zu Beginn des Stromausfalls wurde eine zusätzliche Stunde als Reaktionszeit für den Wasserversorger eingeplant. Dadurch wird das erste Aggregat in der Simulation zwei Stunden nach dem Stromausfall in Betrieb genommen. Weiterhin wurde pro Wasserwerk eine Rückspülung

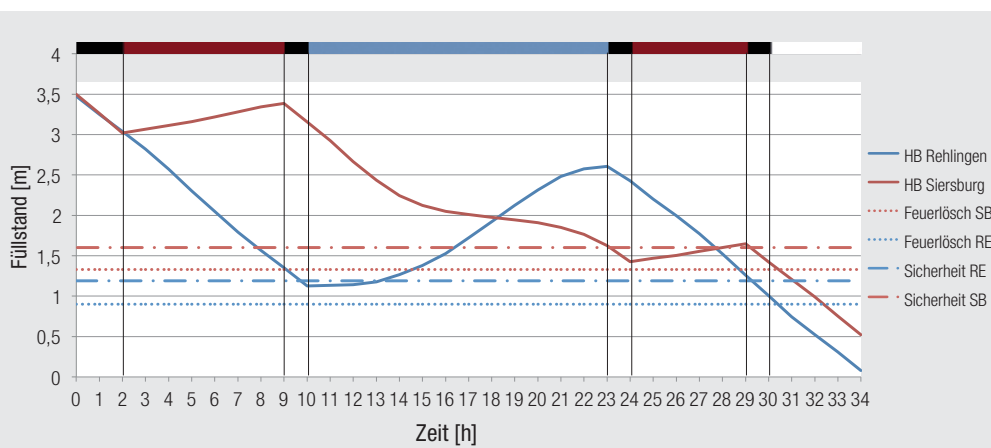


Abb. 3: Behältersimulation Worst Case

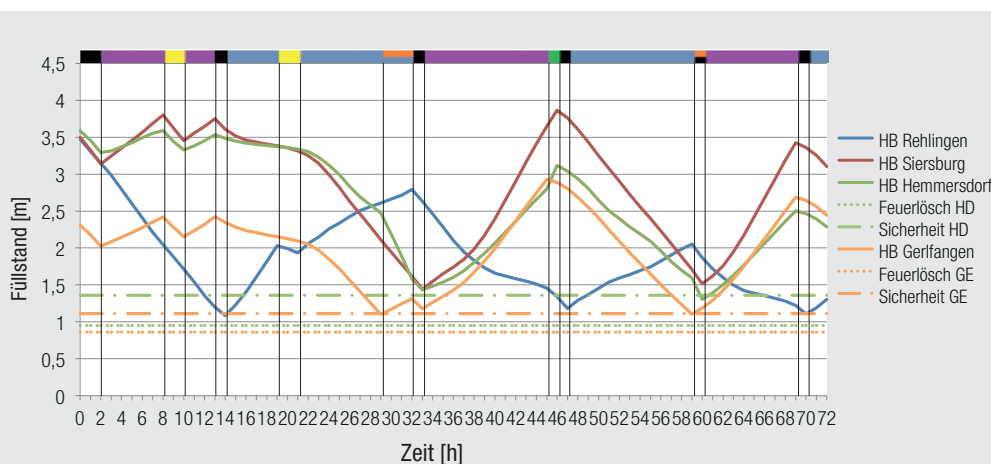


Abb. 4: Behältersimulation bei einem Verbrauch von 75 Prozent mit Rückspülung

innerhalb der 72 Stunden von jeweils zwei Stunden Dauer berücksichtigt. Die im Normalbetrieb vorhandene Sicherheitsreserve in den einzelnen Hochbehältern wird während des Stromausfalls auch als fluktuierende Wassermenge genutzt. Als Sicherheitsreserve dient der maximale Stundenverbrauch des Spitzentages der einzelnen Versorgungszonen.

Simulation

Für die Simulation eines Stromausfalls wurde unter den beschriebenen Annahmen eine Berechnung der Hochbehälterfüllstände durchgeführt. Dabei wurden die zuvor ermittelten maximalen Tagesverbräuche und Tagesganglinien zugrunde gelegt. Diese Berechnung ergibt für die getroffenen Annahmen im Worst-Case-Szenario eine Dauer von 31 Stunden, bis eine Unterschreitung der Feuerlöschreserve nicht mehr verhindert werden kann.

In **Abbildung 3**, bei der zunächst zur besseren Übersicht nur die beiden Hochbehälter Rehlingen und Siersburg betrachtet werden, ist die Simulation für diesen Fall grafisch aufbereitet worden. Die durchgezogenen Linien zeigen die Füllstände der Hochbehälter und die gestrichelten Linien stellen die Sicherheitsreserve bzw. die Feuerlöschreserve der Hochbehälter dar. Die farbige Leiste oben in der Grafik zeigt die verschiedenen Betriebszustände der Notstromaggregate an. Ein schwarzer Balken bedeutet dabei, dass das Aggregat nicht in Betrieb ist bzw. gerade umgerüstet wird. In der roten Phase wird das Wasserwerk Siersburg durch das Aggregat versorgt und es findet eine Förderung in den Hochbehälter Siersburg statt. Die blaue Phase stellt den Betrieb in Rehlingen dar.

In **Abbildung 3** ist zu erkennen, dass der Hochbehälterfüllstand in Rehlingen (blau) fällt, wenn das Notstrom-

aggregat in Siersburg (rot) betrieben wird. In der Stunde, in der der Füllstand die Sicherheitsreserve (Strich-Punkt-Linie) unterschreitet, findet eine Umrüstung des Aggregates statt. Hierbei fällt in beiden Hochbehältern der Füllstand, da keine Förderung mehr stattfindet (schwarz). Nach ca. 29 Stunden unterschreiten beide Behälter die Sicherheitsreserve und nach ca. 30 Stunden unterschreitet einer der beiden Behälter die Feuerlöschreserve (gepunktete Linie). Da bei dieser Berechnung das Ziel einer Aufrechterhaltung der Wasserversorgung von mindestens 72 Stunden nicht erreicht werden konnte, wurden die Annahmen noch einmal überprüft. Zieht man die Verwendung von Trinkwasser in den Haushalten in Betracht, erscheint eine Reduktion des Tagesverbrauches sinnvoll [3]. Weil in den Haushalten ohne Strom die Warmwasserbereitung ausfällt und Wasch- und Spülmaschinen ohne Strom nicht funktionieren, erscheint eine Reduktion des Verbrauchs auf 2/3 des normalen Wasserverbrauches durchaus realistisch. Ausgehend von den zuvor ermittelten maximalen Tagesverbräuchen wurde in einer weiteren Simulation berechnet, wie lange eine Versorgung bei entsprechend reduzierten Verbräuchen möglich wäre. Bei einer Reduktion des Tagesverbrauches auf 75 Prozent kann die Versorgung unter Berücksichtigung der Rückspülung der Filter für ca. 85 Stunden aufrechterhalten werden. Diese Berechnung ist in **Abbildung 4** dargestellt (Betriebszustände: schwarz: Umrüsten/keine Förderung; violett: Förderung nach Siersburg + Hemmersdorf + Gerlfangen; gelb: Rückspülung der Filter/keine Förderung; blau: Förderung nach Rehlingen; orange: Förderung nach Gerlfangen; grün: Förderung nach Hemmersdorf).

Reduziert man den Verbrauch weiter auf 70 Prozent des maximalen Tagesverbrauches aus dem Jahr 2014, könnte die Versorgung bei ausreichender Kraftstoffnachfuhr über eine Woche aufrechterhalten werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die durchgeführten Berechnungen und Simulationen ledig-

Quelle: David Schmitz

Quelle: David Schmitz

lich dazu dienen können, die Folgen eines mehrtägigen Stromausfalls abzuschätzen. Die reale Fahrweise der Hochbehälter ist im Ernstfall von sehr vielen Einflussfaktoren abhängig und kann im Rahmen einer Abschlussarbeit nicht vollständig simuliert werden.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Bachelor-Abschlussarbeit wurde untersucht, wie die Wasserversorgung für das Versorgungsgebiet der TWRS durch den Transport des mobilen Notstromaggregates und den daraus folgenden abwechselnden Betrieb der Wasserwerke drei Tage lang aufrechterhalten werden kann. Die Berechnungen haben gezeigt, dass die Versorgung im Fall eines Stromausfalls für 30 Stunden bei 100 Prozent und für ca. 84 Stunden bei 75 Prozent des maximalen Tagesverbrauchs aufrechterhalten werden kann. Die durchgeführten Simulationen zeigen, dass auch unter ungünstigen Annahmen eine Versorgung durch den

Transport des 150-kVA-Notstromaggregates zwischen den Wasserwerken gewährleistet werden kann, wenn das 40-kVA-Aggregat zum Betrieb der Brunnenpumpen in Siersburg genutzt wird und ein weiteres 60-kVA-Aggregat zum Betrieb der Pumpengruppe Gerlfangen angeschafft wird. Die TWRS müssten demnach ein weiteres 60-kVA-Aggregat zu den bereits bestellten Aggregaten anschaffen, um eine funktionsfähige Notfallversorgung aufzubauen. Des Weiteren muss noch geklärt werden, wie die Bevorratung des Treibstoffes umgesetzt werden kann. Das wesentliche Prinzip würde sich jedoch auch auf andere Versorgungsgebiete übertragen lassen. ■

Quellen

- [1] TA, Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2011): Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung Berlin: H.Heinemann GmbH&Co. ISSN 0722-8333.
- [2] BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Monitoring-Bericht zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität.
- [3] BDEW, www.BDEW.de (Zitat vom 28.03.2015): Trinkwasserverwendung im Haushalt 2012.

Die Autoren

David Schmitz hat zwischen 2011 und 2015 sein Studium im Fach „Technische Gebäudeausrüstung und Versorgungstechnik“ an der Hochschule Trier absolviert. Aktuell macht er eben dort seinen Master im Bereich Energiemanagement.

Martin Schmidt ist Mitarbeiter der energis-Netzgesellschaft und Betreuer der Bachelorarbeit.

Prof. Dr.-Ing. Stefan Wilhelm war betreuender Professor an der Hochschule Trier.

Kontakt:

David Schmitz
Hochschule Trier
Winkelweg 2
54332 Wasserliesch
Tel.: 0176 56711601
E-Mail: sdavid1991@gmx.de

DICHT IN 0,NIX

Curaflex Nova®

EINFACH
Für alle Lastfälle

SCHNELL
Ohne Drehmomentschlüssel

SICHER
25 Jahre Garantie



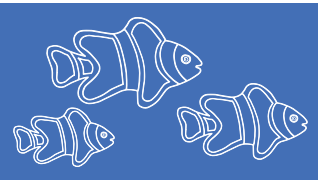


IFAT / München
30.05. – 03.06.2016
Halle B6
Stand 351|450

25 Jahre Garantie

WEIL SICHER EINFACH
SICHER IST.





www.bmbf.de

Besuchen Sie uns auf der
IFAT 2016
30.05. – 03.06.2016
Halle A5, Stand 215/314

Blue Innovations for a Green Economy



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement

