

SMART EMERGENCY - EIN KONZEPT FÜR DIE VERSORGUNG VON KRITISCHER INFRASTRUKTUR

Christian WAKOLBINGER*, Lothar FICKERT,
Helmut MALLECK, Maria AIGNER*

Institut für Elektrische Anlagen / TU Graz, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, Tel.: +43 (0)316 873 7559, Fax: +43 (0)316 873 7553, christian.wakolbinger@tugraz.at, www.ifea.tugraz.at

Kurzfassung: Im Katastrophenfall wird es immer wichtiger, gewisse Kritische Infrastrukturen und Geräte möglichst schnell wieder in Betrieb zu nehmen. Zu Kritischer Infrastruktur zählen aus elektrotechnischer Sicht u.a. Energie, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) sowie die Versorgung im Gesundheits-, Notfall- und Rettungswesen. Hierfür wird elektrische Energie benötigt, diese Energie kann über Ersatzstromeinrichtungen, wie Batterien oder Notstromaggregate bereitgestellt werden. Diese sind jedoch meist relativ ortsfest bzw. im Ernstfall schwierig zu transportieren. Darum sind flexiblere und dynamischere Lösungen gefragt, hier setzt das Projekt „Smart Emergency“ (gefördert vom Klima und Energiefond) an.

Bei größeren Katastrophen, die z.B. einen Blackout oder Stromausfälle in gewissen Regionen nach sich ziehen, ist in den seltensten Fällen das gesamte Netz betroffen. Meist sind nur ein Teil des Mittelspannungs-Netzes und/oder einzelne Niederspannungs-Bezirke betroffen. In diesen Netzgebieten befinden sich meist noch kleine Erzeugungskapazitäten, die nicht die gesamten Lasten abdecken können, jedoch für den Betrieb der wichtigsten Infrastruktur ausreichen würden.

Die Herausforderung liegt hier im Betrieb der noch intakten Netzteile, sowie im zielgerichteten Transport der Energie zu den wichtigsten Verbrauchern.

Hier könnte ein neuartiges Konzept – der selektiven Versorgung bei Unterspannung – zum Einsatz kommen. Dies ist zur Zeit ein eher theoretischer Ansatz, der jedoch mit relativ geringem Aufwand realisiert werden könnte. Ein wesentlicher Vorteil hier ist die Unabhängigkeit von der IKT, womit auch Cyberattacken keine Angriffsfläche haben. Dies rührt daher, dass die Schaltzustände von spannungsselektiven Schaltern ausschließlich auf im Netz real vorliegende Gegebenheiten, wie die Spannung, zurückgreifen.

Keywords: Notstromversorgung, Ersatzstromversorgung, Smart Meter, Blackout, Smart Grid, Microgrid, Kritische Infrastruktur, dezentrale Energieerzeugungsanlagen, Ausfall und Nichtverfügbarkeit



1 Einleitung

Im Zuge der immer stärkeren Durchdringung der Gesellschaft mit Technik, die auf Basis von elektrischer Energie betrieben wird, ist auch eine immer größer werdende Abhängigkeit gegeben. Hinzu kommt, dass durch die sehr geringen Nichtverfügbarkeitszeiten (< 50min) [2][E-Control] von der Gesellschaft sehr viel Vertrauen in die Versorgung gesetzt wird. Dies hat jedoch zur Folge, dass bereits kurze Ausfälle zu Kritischen Situationen für Einzelpersonen führen können und längere Ausfälle ein Bedrohungsszenario für unsere gesamte moderne Gesellschaft darstellen[4][6][7]. Hier zeigt sich auch ein sehr großer Unterschied zwischen Stadt- und Landbevölkerung. So verlässt sich gerade im städtischen Bereich, wo ungleich mehr Geräte und Systeme der Grundversorgung stromabhängig sind, die Bevölkerung stärker auf die Versorgung mit elektrischer Energie bzw. auf öffentliche Einrichtungen und Hilfsorganisationen, wie Landeswarnzentralen, Feuerwehr, Polizei und Rettung (BOS, Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben).

Bei großflächigen und langandauernden, Stromausfällen oder sogenannten „Blackouts“, können jedoch auch diese Katastrophenschutzorganisationen an ihre Grenzen stoßen. Durch die massive Einschränkung der Funktion von Kommunikation und technischem Gerät ist es auch sehr wahrscheinlich, dass es zu Kaskadeneffekten kommt. [3][Fickert, Malleck, 2008] Daher ist auch auf einen langandauernden Schutz Kritischer Infrastrukturen zu achten. Ebenso ist es notwendig, sich auch für auf den ersten Blick nicht ersichtliche Kritische Infrastruktur eine gewisse Versorgungsflexibilität zu schaffen.

So schreibt das Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag in einer Studie zu einem großflächigen Stromausfall, dass die Durchhaltefähigkeit zahlreicher ersatzstromgesicherter Infrastrukturelemente sehr begrenzt ist und durch einen flächendeckenden Ausbau stationärer und mobiler Notstromerzeugungskapazitäten, nur sehr zeitlich und punktuell begrenzt eine Verbesserung der Durchhaltefähigkeit bewirken würde. [6][Petermann, 2011]

Hier könnten sogenannte Inselnetze - Micro Grids - durchaus für kleine Zellen Abhilfe schaffen. Für eine Vollversorgung der ausgefallenen Inselnetze stehen, zur Zeit und auch in naher Zukunft, meist nicht genügend dezentrale Erzeugungskapazitäten zur Verfügung.

An diesem kritischen Punkt setzt das Konzept eines „SMART EMERGENCY GRID´s“ an. Es soll, bei geringen Erzeugungsleistungen und durch gezielte Versorgung der wichtigsten Infrastruktur, eine sehr robuste und flexible Perspektive bieten.

Dies erfordert jedoch bei den dezentralen Erzeugern sowie bei den bestehenden Netzen kleinere Modifikationen.

Diese Modifikationen könnten über eine Funktion der Smart Meter, bei denen eine flächendeckende Einführung (~80%) bis spätestens 2020 angestrebt wird [5][Richtlinie 2009/72/EG], stattfinden.

Dies sollte ein weiterer Anreiz für die Integration des smarten Zählersystems in ein innovatives, intelligentes Gesamtsystem sein. Hier sind jedoch zum einen klare Spezifikationen, Normen und Standards zum anderen auch diverse Interfaces beziehungsweise Veränderungsmöglichkeiten notwendig, um eine neue innovative und flexible Möglichkeit für Notversorgungen zu erhalten.

2 Ausfalls- und Störungsstatistik

In Österreich wird die Versorgungssicherheit über die vom IEEE Standard 1366TM-2003 definierten Indikatoren jedes Jahr von der E-Control erhoben.

Diese Indikatoren sind [2][E-Control]:

ASIDI Nichtverfügbarkeit (Average System Interruption Duration Index):

Mittlere Unterbrechungsdauer bezogen auf die gesamte installierte Transformatorleistung [in Minuten]

SAIDI Nichtverfügbarkeit (System Average Interruption Duration Index)

Mittlere Unterbrechungsdauer bezogen auf die Anzahl der Netzbenutzer [in Minuten]

ASIFI Mittlere Unterbrechungshäufigkeit (Average System Interruption Frequency Index)

CAIDI Durchschnittliche Dauer der Versorgungsunterbrechung je Kundenunterbrechung (Customer Average Interruption Duration Index) [in Minuten]

Die CAIDI ist vergleichbar mit der

$$\text{Durchschnittl. Dauer einer Versorgungsunterbrechung} = \frac{ASIDI}{ASIFI}$$

Wesentlich sind hier besonders die Leistungsbezogene Nichtverfügbarkeit (ASIDI) und die Netzbenutzer-Nichtverfügbarkeit (SAIDI). Diese werden noch in geplante und ungeplante Unterbrechungen unterteilt. (siehe Tabelle 1)

Tabelle 1: Nichtverfügbarkeit 2010 für Österreich nach E-control [2][E-Control]

Nichtverfügbarkeit in min	geplant	ungeplant	gesamt
ASIDI	19,87	31,77	51,64
SAIDI	17,21	36,59	53,80

Hier sind wiederum nur die ungeplanten Ausfälle für das verwendete Ausfallsszenario zu betrachten, da auf geplante von der Bevölkerung entsprechend reagieren werden kann.

In Abb. 1. sieht man die Werte von 2002 bis 2010. Diese Werte sind im europäischen Vergleich relativ niedrig. Man muss jedoch darauf hinweisen, dass hier die Nichtverfügbarkeitszeiten bei sogenannten „außergewöhnlichen Ereignisse“, die durch Katastrophen oder Fällen welche von höherer Gewalt verursacht sind, nicht eingehen. Diese sogenannten Major Event Days sind, wie sie zur Zeit erhoben werden, länderspezifisch sehr unterschiedlich definiert und beurteilt. In Österreich werden von der E-Control nur Tage als Major Event Days definiert, wenn eine Ausrufung einer Krisensituation einer zuständigen Behörde vorliegt. Dies steht jedoch auch in Zusammenhang mit finanziellen Gründen, um auf Mittel aus dem Katastrophenfond zurückgreifen zu können.

Hier würde der IEEE Std 1366TM einen vergleichbarere statistische Berechnung für die Major Event Days vorschlagen. Diese hat jedoch auch ihre Schwächen. [1][IEEE Std 1366TM]

Aus diesem Grund können diese Werte nicht herangezogen werden, da die für dieses Konzept wesentlichen großflächigen Ausfälle fast immer als Katastrophen definiert wurden.

Im Falle eines großflächigen Ausfalls könnten jedoch große Teile für längere Zeit betroffen sein.

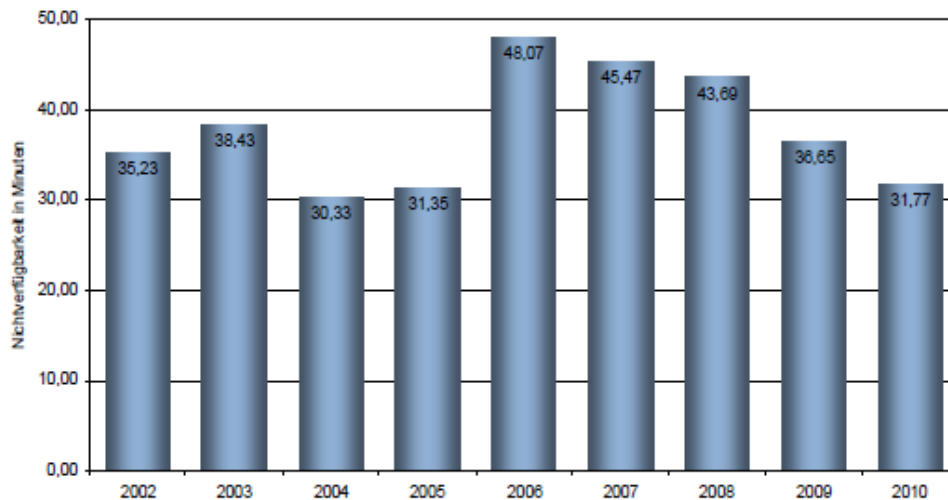


Abb. 1: Jährliche ungeplante Nichtverfügbarkeit (ASIDI) der Stromversorgung in Österreich in den Jahren 2002 bis 2010 [2][E-Control]

3 Konzept

Das vorgestellte Konzept beruht auf der Tatsache, dass im Krisenfall, um eine Grundversorgung aufrechterhalten zu können, nur einige wenige potentiell wichtige Verbraucher (Kritische Infrastruktur) mit Energie versorgt werden müssen.

In Abb. 2 werden zwei Betriebszustände dargestellt: Im Regelfall (ungestörter Netzbetrieb) wird die gesamte Energie seitens des Netzes zur Verfügung gestellt.

Im Falle eines Blackouts, bei dem die Netzeinspeisung ausgefallen ist, werden alle nicht-sensiblen Verbraucher mittels eines Steuerbefehls an die Smart Meter oder eine ähnliche Einheit vom Netz getrennt, wohingegen die sensiblen Verbraucher nicht abgeschaltet werden oder nach einer bestimmten Ausfallszeit wieder zuschalten. Diese erhalten von den dezentralen Quellen, z.B. einem Dieselmotor oder einem Kleinkraftwerk, im Sinne einer Ersatzstromversorgung, die benötigte Leistung zur Aufrechterhaltung eines Notbetriebes bzw. Kritischer Infrastruktur.

Während des Blackouts werden nach einer bestimmten Zeit oder nach einem Steuerbefehl nur kritische Verbraucher wieder zugeschaltet, und somit ist eine Notversorgung in bestimmten Bereichen möglich. Dies bringt den Vorteil einer gewissen Versorgungsflexibilität bezüglich auf den ersten Blick nicht identifizierte kritische Verbraucher.

Die Zurverfügungstellung der Notstromleistung kann, im Sinne einer Kostenwahrheit in Form einer speziellen Dienstleistung des Netzbetreibers bzw. eines Einspeisers, gegen Entgelt erfolgen und ist wegen der freiwilligen Entscheidung seitens des Verbrauchers somit als marktfähige Netzdienstleistung einzustufen.

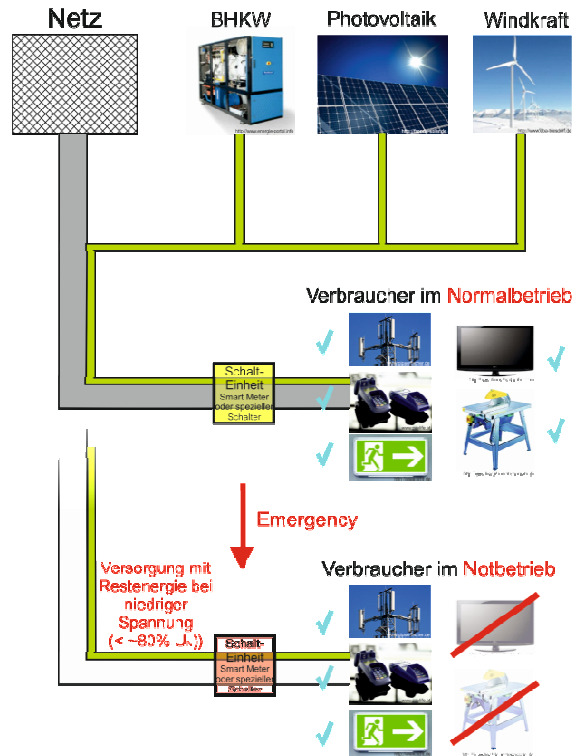


Abb. 2: Not-Energieversorgungskonzept mit (de-)zentralen Energieerzeugungsanlagen – prinzipielle Darstellung

4 Technische Herausforderungen

Bei Analyse dieser Smart Grid Technologie treten auch einige Herausforderungen zum Vorschein, wie etwa Zuschaltstrategien der Lasten, die Regelung des Blindleistungshaushaltes des Netzes, Nichtlinearitäten von Spulen, Überströme durch Inrush-Phänomene, Resonanz- und Oberschwingungsphänomene und nicht zu vernachlässigende Fragestellungen hinsichtlich des Schutzes.

Die Frage der Zuschaltstrategie ist wesentlich: Smart Meter haben derzeit keine automatische Unterspannungsausschaltung, sondern müssen nach einem Ausfall erst mit Spannung versorgt werden, damit man sie dann per Steuerbefehl abschalten kann. Dadurch ergeben sich besondere Leistungsanforderungen an die Einspeiser.

Hier ist auch zu überlegen, dies mit einem neuartigen Konzept – der selektiven Versorgung bei Unterspannung – zu realisieren. Dies ist zur Zeit ein eher theoretischer Ansatz, der jedoch mit relativ geringem Aufwand realisiert werden könnte. Ein wesentlicher Vorteil dabei ist die Unabhängigkeit von der IKT, womit auch Cyberattacken keine Angriffsfläche haben. Dies rührt daher, dass die Schaltzustände ausschließlich auf real vorliegende Gegebenheiten im Netz, wie die Spannung zurückgreifen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Zuge der immer stärker werdenden Abhängigkeit der Gesellschaft von elektrischer Energie und der sich daraus ergebenden immer schwierigeren Differenzierung von kritischen Komponenten, ist es notwendig sich kostengünstige, flexible und leistungsfähige Konzepte zu überlegen, die einen relativ großen Handlungsspielraum in Krisensituationen bieten können.

Hier kommt das Konzept eines Smart Emergency Grids zum Tragen. Es besteht hier jedoch noch wesentlicher Forschungsbedarf aus technischer und auch aus organisatorischer Sicht. Wesentliche Aspekte sind sicherlich im Bereich von Netzanpassung (Kompensationseinrichtungen, usw.), Betrieb und Schutz sowie Kosten zu beleuchten.

Dieser Forschungsbedarf soll zu wesentlichen Teilen im Rahmen des, über den Klima und Energie Fonds des BMVIT und des Lebensministeriums finanzierten, Forschungsprojekts „Smart Emergency – KRIN“ erfolgen.

Des Weiteren ist, mit der flächendeckenden Einführung der Smart Meter, eine relativ einfache und kostengünstige Möglichkeit der Implementierung in das bestehende Netz gegeben.

Diese Funktionen können ein weiterer Anreiz für die Integration des smarten Zählersystems in ein innovatives, intelligentes Gesamtsystem sein.

6 Literaturverzeichnis

- [1] IEEE Std 1366TM-2003: Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices, 14 May 2004
- [2] E-Control, „Ausfalls- und Störungsstatistik für Österreich, Ergebnisse 2010“, September 2011
- [3] L. Fickert, H. Malleck: *“Challenges concerning the energy-dependency of the telecom infrastructure”*, CRITS 2008, Rome, October 2008
- [4] M. Hiete und M. Merz, „Krisenmanagement bei einer großflächigen Unterbrechung der Stromversorgung am Beispiel Baden-Württemberg,“ Innenministerium Baden-Württemberg, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Stuttgart, Bonn, 2010.
- [5] Richtlinie 2009/72/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG
- [6] T. Petermann und H. Bradke, „Folgen eines langandauernden und großräumigen Stromausfalls,“ edition sigma, Berlin, 2011.
- [7] Ch. Wakolbinger: „Abhängigkeit der Telekom-Infrastruktur von der öffentlichen Stromversorgung und Abhilfemaßnahmen“, Diplomarbeit, Technische Universität Graz, 2009