

# Die Stromversorgung revolutionieren: Wie Digitalisierung das Risiko von Blackouts verringert

---

Jonas Neubert



**Open Peer Review**

Dieser Beitrag wurde lektoriert von:  
Alexander Niebler & Sofian Djebbari



---

**Jonas** studiert Rechtswissenschaften an der Universität zu Jena. Darüber hinaus absolviert er das Zertifikatsstudium Energierecht am Institut für Energiewirtschaftsrecht in enger Zusammenarbeit mit der Stiftung Umweltenergierecht. Er arbeitet aufgrund seiner Interessen an den Themen Energie und Digitalisierung im Energiewirtschaftsbereich von Rödl & Partner.

In den letzten Jahren und insbesondere in den vergangenen Monaten haben sich Berichte über unkontrollierte und flächendeckende Stromausfälle (*Blackouts*) gehäuft. Der Grund hierfür ist die verschärfte europäische Energiekrise.

Diese wurde durch den russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine und die Ausfälle von europäischen Energieerzeugern intensiviert. Die im Kern zugrunde liegende

Ursache für die langfristig zunehmende Belastung der Stromnetze liegt in der zunehmenden Komplexität der Energienetze und der europäischen Integration der nationalen Energiesysteme. Die Transformation von fossilen zu erneuerbaren Energiequellen und die fortschreitende Elektrisierung aller Lebensbereiche sind gewaltige Verschiebungen in der Energiewirtschaft. Um diese Herausforderungen erfolgreich zu meistern, spielt die Digitalisierung innerhalb der Energiewirtschaft eine entscheidende Rolle. Sie kann dazu beitragen, das Energiesystem zukunftsfähiger und nachhaltiger zu gestalten und die Energieversorgungssicherheit zu erhöhen.

### A. Grundbegriff: Blackout

Eine zuverlässige Stromversorgung ist das Fundament einer modernen Industriegesellschaft. Das Risiko bei langanhaltenden, unkontrollierten und flächendeckenden Ausfällen des Stromnetzes ist, dass in kürzester Zeit andere essenzielle Infrastrukturen wie Transportsysteme, Wasserversorgung und -entsorgung, das Gesundheitswesen, sowie Informations- und Kommunikationssysteme empfindlich gestört oder sogar vollständig zum Erliegen kommen. Blackouts entstehen, wenn die dynamische Balance zwischen der nachgefragten und der vorhandenen Energiemenge gestört wird.

Die Netzfrequenz, die in unseren Breitengraden bei 50 Hertz liegen sollte und nur

minimal schwanken darf, gibt diesen Zustand wieder. Die Netzfrequenz kann aufgrund von technischen Störungen oder Naturkatastrophen unterbrochen werden, wodurch eine Unter- oder Überversorgung von Energie entstehen kann, abhängig

davon, ob zu viel oder zu wenig Strom in die Netze eingespeist wird. Nach § 11 Absatz 2 Satz 1 EnWG sind die Netzbetreiber verpflichtet, eine zuverlässige Energieversorgung für jedermann bereitzustellen.

„Brownouts“ werden eingesetzt, um Blackouts aufgrund von Unterversorgung zu verhindern. Im Gegensatz zu einem Blackout ist ein Brownout ein kontrollierter Stromausfall, orchestriert von den Netzbetreibern selbst, der immer dann notwendig wird, wenn die produzierte Menge an Strom nicht ausreicht, um die Nachfrage zu decken. Dies wird z.B. aufgrund von Engpässen in der Energieerzeugung, wie Brennstoffmangel oder nicht verfügbaren Energieerzeugungsanlagen, erforderlich. Um die Stromversorgung stabil und zuverlässig aufrechterhalten zu können, muss die Nachfrage in solchen Fällen durch gezielten Lastenabwurf (Abschaltung von energieintensiven Verbrauchern) gemäß § 13 Absatz 2 EnWG reduziert werden, damit das Angebot wieder vollständig die Nachfrage decken

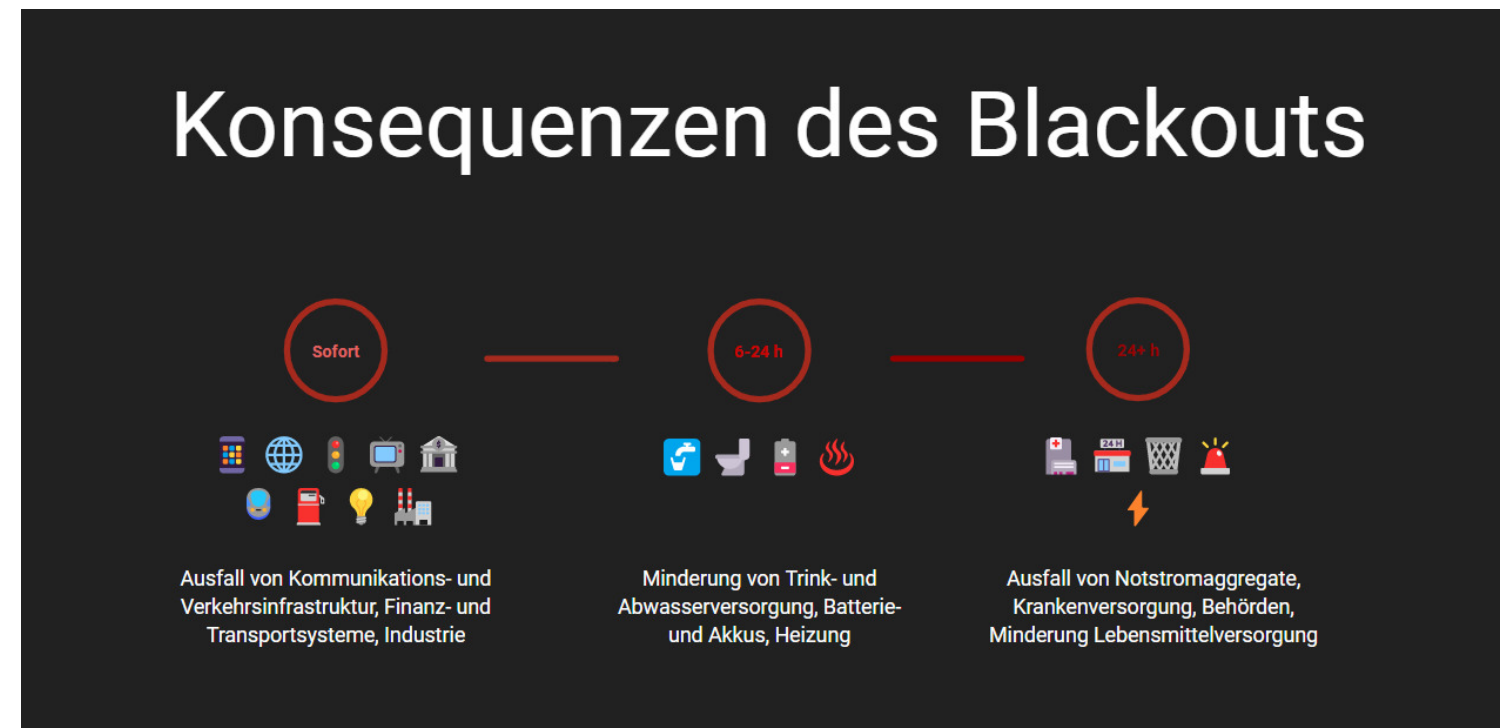
kann. Mit anderen Worten: Die Stromnachfrage wird von den Stromversorgern gezielt verringert, indem einzelne Verbraucher nicht mehr mit Strom beliefert werden, um einen das ganze System betreffenden Blackout zu verhindern.



„A world without electric power“ by DALL-E

## Wie Digitalisierung das Risiko von Blackouts verringert

Das Ziel muss sein, dass das Stromnetz stabil und zuverlässig funktioniert, um das Stressszenario eines Blackouts, das verheerende humanitäre und wirtschaftliche Schäden verursachen kann, zu vermeiden. In jüngster Zeit haben sich aktuelle Entwicklungen als erhöhte Gefahr für Blackouts erwiesen, wie die zunehmende Schwankung der Netzfrequenzen. Diese Schwankungen können auf die Integration erneuerbarer Energien in den Strommix zurückgeführt werden, die aufgrund ihrer Natur schwankende Energiequellen sind. Um diese Schwankungen auszugleichen,



### Auswirkungen eines Blackouts

sind vermehrt technische Eingriffe erforderlich, wie der sogenannte „Redispatch“ nach § 13 Absatz 1 Nr. 2 EnWG, bei dem Energie von einem Bereich des Netzes in einen anderen umgeleitet wird.

Darüber hinaus zeigen Forderungen seitens der EU, der Bundesregierung, von Energieversorgern und von Netzbetreibern, Strom einzusparen, um die Belastung des Stromnetzes zu verringern, wie angespannt die Energiesicherheit derzeit ist. Die

Netzstabilität wird immer komplexer, je mehr sich Europa in Richtung 100 % erneuerbarer Energien bewegt. Nach Artikel 2 EU-Klimaverordnung muss dieser Zustand bis zum Jahr 2050 erreicht sein. Die steigende Nutzung von erneuerbaren Energien könnte vorrangig durch den Einsatz von Digitalisierung und technischen Innovationen erreicht werden.

**Art. 2 Abs. 1 der EU-Klimaverordnung:** „Die unionsweiten im Unionsrecht geregelten Treibhausgasemissionen und deren Abbau müssen in der Union bis spätestens 2050 ausgeglichen sein, sodass die Emissionen bis zu diesem Zeitpunkt auf nett null reduziert sind, und die Union strebt danach negative Emissionen an.“

## B. Digitalisierung der Energiewirtschaft

### I. Die Auswirkungen der Digitalisierung auf das Energiesystem

Die Digitalisierung hat einen tiefgreifenden Einfluss auf fast alle Bereiche der Wirtschaft und Gesellschaft, einschließlich der Energieversorgung. Die Umstrukturierung des Energiesystems hin zu dezentralen Erzeugungsanlagen und erneuerbaren Energien sowie die zunehmende Nutzung von Strom für Elektrofahrzeuge und Wärmebedarf stellen eine große Herausforderung dar. Das Zusammenspiel von verschiedenen Elementen innerhalb eines vernetzten Energiesystems trägt wesentlich zu einer erfolgreichen Transformation bei. Der Betrieb, die Steuerung von Erzeugungsanlagen, sowie das Stromnetz und die Integrationsrate erneuerbarer Energien in das System müssen optimiert werden, um die Anpassung an eine variable Stromnachfrage zu ermöglichen. Durch die Vernetzung und Automatisierung von Anwendungen und Prozessen, sowie das Verbinden von Objekten der physikalischen Welt mit dem Internet werden länderübergreifende Netzwerkdaten und künstliche Intelligenz (KI) für Entscheidungen eingesetzt. Die Digitalisierung bietet somit die Möglichkeit, das Energiesystem zukunftsfähiger und nachhaltiger zu gestalten.

In der Energieversorgung gibt es eine zunehmende Verbindung durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Der Ausbau der Smart-Meter-Infrastruktur gemäß §§ 42 ff. MsbG (Messstellenbetriebsgesetz) stellt ein großes Potenzial für die Digitalisierung der Energieversorgung dar, indem sie als sichere Infrastruktur für die Steuerung von dezentralen Anlagen (etwa Solaranlagen einzelner Verbraucher) dient. Digitalisierung und IKT umfassen viel mehr als nur Hardware und Kommunikationsnetze, sondern auch Software. Die zunehmende Verfügbarkeit von großen Datenmengen und die stetige Verbesserung der Echtzeitverarbeitung führen zu einer erhöhten Notwendigkeit der Automatisierung von Verteilnetzen. Dies ist erforderlich, um die Integrierbarkeit der wachsenden Menge an variabler Erzeugung aus erneuerbaren Energieanlagen sicherzustellen.

### II. IT/OT-Konvergenz und ihr Einfluss auf die Energiewirtschaft

Die Konvergenz von IT (*Information Technology*) und OT (*Operational Technology*) schafft Mehrwerte, indem sie die Interaktion zwischen den Bereichen erhöht, die früher strikt voneinander getrennt waren. Beispielsweise können Daten aus der OT genutzt werden, um Entscheidungen über die erforderliche Wartung von Maschinen und Anlagen zu treffen. Auf der anderen Seite haben OT-Systeme auch Schnittstellen zu anderen Systemen, um bei Schalthandlungen die Auswirkungen auf die Lebensdauer von Betriebsmitteln, wie zum Beispiel von elektrischen Bauteilen, in Betracht zu ziehen und somit die ökonomische Effizienz zu steigern. Die IT/OT-Konvergenz bietet das Potenzial, die Zusammenarbeit zwischen administrativen und produktionsbezogenen Prozessen zu verbessern und die Effizienz von Netzbetreibern zu erhöhen.

Eine weitere Fähigkeit von der IT/OT-Konvergenz ist das Sammeln und Analysieren von Daten über Maschinen und Anlagen in Echtzeit. Dies kann dazu beitragen, die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Anlagen zu erhöhen und somit Ausfallzeiten zu minimieren. Die Planbarkeit von Bedarfen entlastet die Stromnetze erheblich.

Durch die Digitalisierung entstehen neue Akteure der Energiewirtschaft, welche digitale Produkte oder Plattformen für die Energieversorgung anbieten, wie beispielsweise Smart-Home-Anwendungen oder Marktplattformen für den Energiehandel. Perspektivisch werden gemäß § 14a EnWG viele Konsumgeräte – von Beleuchtung



„A city in a blackout“ by DALL-E

gen bis hin zu Kühlschränken – mit dem Internet verbunden sein. Dies wird auch als das „*Internet der Dinge*“ (IoT) bezeichnet. Branchenfremde Anbieter vertreiben

Smart-Home-Lösungen, die Geräte automatisiert steuern können. Um die Auswirkungen der Digitalisierung zu verstehen, reicht es nicht aus, nur technische und betriebliche Prozesse zu betrachten. Es ist auch erforderlich, die veränderte gesellschaftliche und ökonomische Dynamik zu berücksichtigen.

### C. Digitalisierung der Energiewirtschaft als Maßnahme zur Prävention von Blackouts

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten, um Blackouts zu verhindern. Durch die Anwendung von intelligenten Messsystemen und Bereitstellung von Regelenergie nach § 22 Absatz 2 EnWG können Schwankungen im Stromverbrauch besser ausgeglichen werden, um die Stabilität des Systems zu verbessern. Die strategische Integration erneuerbarer Energien und der Einsatz von Batteriespeichern sind ein zusätzlicher Baustein, um die Stromversorgung flexibler und anpassungsfähiger zu gestalten. Die Digitalisierung ermöglicht es, den Zustand von Stromversorgungsanlagen zu überwachen und aufkommende Probleme frühzeitig zu erkennen und zu beheben.

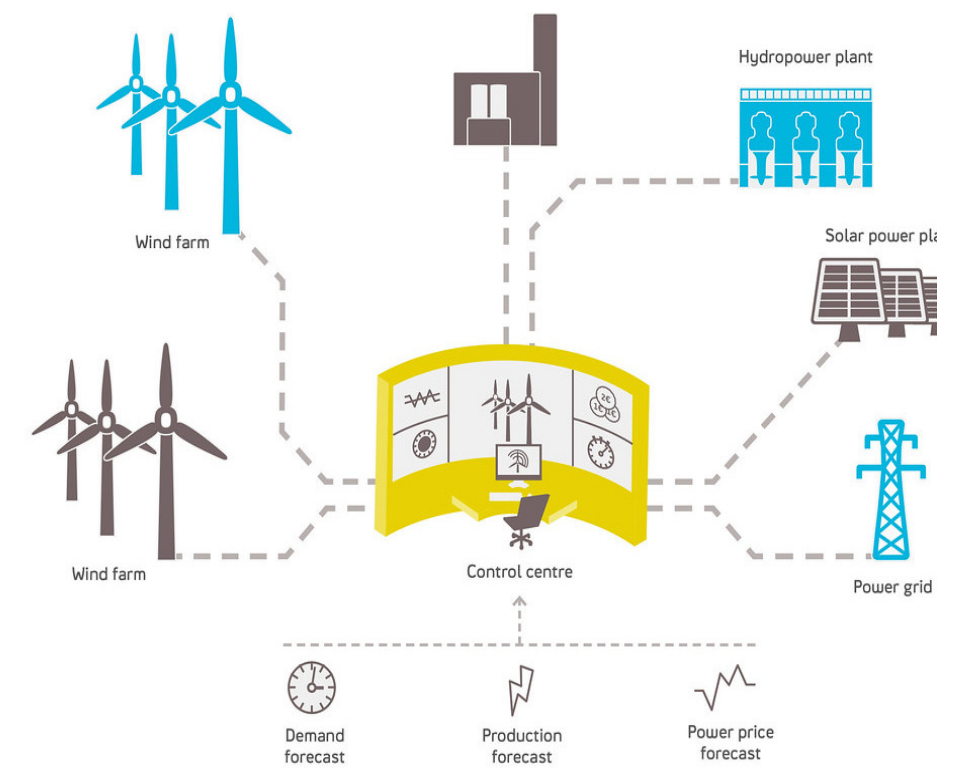
Eine weitere Präventionsmaßnahme, die durch die Digitalisierung eröffnet wird, ist die Etablierung von „Smart Grids“. Diese ermöglichen es, den Stromverbrauch in Echtzeit zu überwachen und die Stromproduktion und -verteilung entsprechend nach § 14a EnWG anzupassen, um den Bedarf an Strom effektiver abzustimmen. Smart Grids können auch dazu beitragen, Stromausfälle durch Wetterbedingungen oder andere Ereignisse zu minimieren, indem sie die Integration erneuerbarer Energien steigern und somit die dynamische Balance stabilisieren.

Die Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren im Energiesektor ist ein entscheidender Faktor bei der Prävention von Blackouts durch vernetzte und dezentralisierte Energieerzeugung. Die Netzbetreiber, Stromproduzenten und -verbraucher werden mittels digitaler Informationskanäle enger zusammenarbeiten und miteinander kommunizieren, um die Stromversorgung zu stabilisieren. So können etwa Verbraucher, die über eine Fotovoltaikanlage verfügen, ihren selbst erzeugten Strom ins Netz nach § 11 Absatz 1 EEG einspeisen und damit zur Stabilisierung beitragen. Durch die Zusammenarbeit und Kommunikation aller Akteure können Blackouts effektiver verhindert werden.

Die Netzresilienz ist die Fähigkeit eines Netzwerks, Störungen zu überwinden und

eine zügige Wiederherstellung der Soll-Leistung zu erreichen, um die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Netzwerken und Diensten zu gewährleisten. Die Digitalisierung befähigt Netzbetreiber, die Netzresilienz zu optimieren, indem sie die Überwachung und Steuerung des Netzes intensivieren und kollektiv auf Störungen reagieren. Die Integration von redundanten Systemen und die Nutzung von „Microgrids“ sind zusätzliche Puzzleteile, um die Stromversorgung zuverlässiger zu gestalten. Praktisch wird die Netzresilienz auch mittels monetärer Anreize wie nach § 6 EEG gestärkt.

Die Anwendung von „Predictive Maintenance“ ist eine technische Innovation, Blackouts zu verhindern. Predictive Maintenance ist das Monitoring von Stromversorgungsanlagen mit der Analyse von möglichen Problemen, bevor diese zu Störungen im Netz führen. Durch die Verwendung von hochsensiblen Sensoren und Machine-Learning-Technologien, können Netzbetreiber mögliche Ausfälle frühzeitig erkennen und entsprechende Maßnahmen, wie z.B. Brownouts ergreifen, um Blackouts zu verhindern.



Zusammensetzung von Virtual Power Plants

Ein immer beliebteres Tool sind „Virtual Power Plants“ (VPPs). Dieses Konstrukt fasst dezentrale Energieerzeugungseinheiten, wie Fotovoltaikanlagen oder Batteriespeicher, zu einem virtuellen Kraftwerk zusammen. Das daraus resultierende,

## Wie Digitalisierung das Risiko von Blackouts verringert

optimierte Kraftwerk dient als Ersatz für konventionelle Kraftwerke. Die Nutzung von VPPs wird die Stromversorgung für Netzbetreiber flexibler, anpassungsfähiger und dezentraler gestalten. Im Ergebnis ermöglicht dies daher eine weitere Steigerung der Stabilität des Netzbetriebes.

### **D. Risiken der Digitalisierung in der Energiewirtschaft**

Der Einsatz digitaler Technologien in der Energiewirtschaft birgt aus der Natur der Sache eine Reihe von Risiken, die es zu berücksichtigen gilt.

Eines dieser Risiken ist die Abhängigkeit von digitalen Systemen. Wenn das Energiesystem auf gewisse Technologien angewiesen ist, kann ein Ausfall dieser Systeme die Energieversorgung unterbrechen. Auch Sicherheitsbedenken spielen eine Rolle, insbesondere im Hinblick auf die Cyber-Sicherheit. Angriffe auf digitale Systeme können dazu führen, dass die Energieversorgung gestört wird oder Daten gestohlen werden.

---

„Wenn das Energiesystem auf gewisse Technologien angewiesen ist, kann ein Ausfall dieser Systeme die Energieversorgung unterbrechen.“

---

Hinzu kommt das Risiko von fehlerhafter Software oder von deren unsachgemäßer Nutzung. In einem digitalisierten Energiesystem, das sich auf die Energiewende und die Verteilung von Energie konzentriert, wird der Wiederaufbau der Versorgung zudem komplexer.



„A city shrouded in darkness“ by DALL-E

## Wie Digitalisierung das Risiko von Blackouts verringert

Es ist daher wichtig, Maßnahmen zur Absicherung digitaler Systeme in der Energiewirtschaft zu treffen, um die Sicherheit der Energieversorgung zu gewährleisten. Dazu gehören beispielsweise regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen, die Einführung von Sicherheitsstandards, Kraftwerk- und Notfallreserven und die Schulung von Mitarbeitern in Sachen Cyber-Sicherheit.

Insgesamt überwiegen jedoch die Vorteile der Digitalisierung der Energiewirtschaft, um Blackouts zu verhindern und die Stromversorgung zu verbessern, etwa durch die Anwendung von Smart Grids, intelligenten Messsystemen und der Regelernergie. Die Befähigung der technischen Integration erneuerbarer Energien und der Einsatz von Batteriespeichern verbessert zunehmend die Netzresilienz.

Im Ergebnis scheint eine klimaneutrale und energiesichere Zukunft ohne Blackouts dank der Fortschritte in der Digitalisierung bis Mitte des Jahrhunderts realisierbar.

### Weiterführende Literatur

- [Ergebnisse des zweiten Stresstests zum Stromsystem BMWK – Veröffentlichung der Langfassung der Ergebnisse des zweiten Stresstests zum Stromsystem Bundesamt für Bevölkerungsschutz informiert Stromausfall \(bund.de\)](#)  
Innovationsbericht 2022 Amperion – Digitalisierung für klimaneutrales Energiesystem
- [Amprion-Innovationsbericht.pdf](#)  
Jahresmagazin 2020 von 50 Hertz  
[Digitalisierung – 50Hertz – Jahresbericht 2020 \(jahresmagazin-50hertz.com\)](#)

Zurück zum  
Inhaltsverzeichnis

# CTRL

1/23

3. Jahrgang, 1. Ausgabe  
[www.legaltechcologne.de/ctrl](http://www.legaltechcologne.de/ctrl)

Cologne Technology  
Review & Law



Hier geht's zur ganzen Ausgabe!

Was das BGB mit Data Science und das StGB  
mit Deepfakes zu tun hat und noch vieles mehr  
in 12 spannenden Beiträgen!



LEGAL TECH LAB  
COLOGNE



Cologne Technology  
Review & Law