

# Versorgungssicherheit und Resilienz des Energiesystems

Oder: Warum ein resilientes Energiesystem eine hohe Regionalität und Beteiligung aufweisen muss

[25. Energietag Rheinland-Pfalz](#), TH Bingen,  
Hybridveranstaltung, 22.09.2022



Prof. Dr. Bernd Hirschl  
IÖW – Institut für ökologische  
Wirtschaftsforschung, Berlin  
und  
BTU Cottbus-Senftenberg

# Kurzvorstellung

## Prof. Dr. phil. Dipl-Ing-Oec. Bernd Hirschl



- **Leiter der Abteilung Nachhaltige Energiewirtschaft und Klimaschutz am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung IÖW (GmbH, gemeinnützig), Berlin**
  - Gründung des IÖW 1985 - Forschung und Politikberatung für nachhaltiges Wirtschaften
  - Unabhängig, 100% durch Drittmittel finanziert; überwiegend öffentliche Auftraggeber
  - über 60 Mitarbeiter/innen aus Wirtschafts- und Sozial-, Ingenieur- und Naturwissenschaften
  - Langjährige Erfahrungen in der Analyse, Entwicklung und Bewertung von Innovationen und Märkten sowie politischen Instrumenten und Klimaschutzstrategien
  - [www.ioew.de](http://www.ioew.de), Infoseite [Prof. Hirschl IÖW](#)
- **Leiter Fachgebiet Management regionaler Energieversorgungssysteme an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg (Lausitz)**
  - Website Fachgebiet: <https://www.b-tu.de/fg-energieversorgungsstrukturen>
  - Infoseite [Prof. Hirschl BTU](#)
- **Ausgewählte Funktionen**
  - Sprecher des [Berliner Klimaschutzrates](#) (seit 2017)
  - Mitarbeit im [Akademienprojekt Energiesysteme der Zukunft ESYS](#)
  - Projektleiter vieler Forschungs- und Beratungsprojekte, u. a. Studie „Berlin Paris-konform machen“ sowie Entwicklung des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms beauftragt vom Land Berlin sowie aktuell Entwicklung des Brandenburger Klimaplanes beauftragt vom Land Brandenburg

# Übersicht

---

- **Versorgungssicherheit von KRITIS**
- **Die aktuelle Versorgungskrise**
- **Kurzfristige – und langfristige Strategien**
- **Wie gelingt die Energiewende (mit grünem Strom?)**
- **Regionalisierung als Schlüssel**
- **... auch gegen digitale Gefahren**
- **Fazit**

# Dimensionen der Versorgungssicherheit

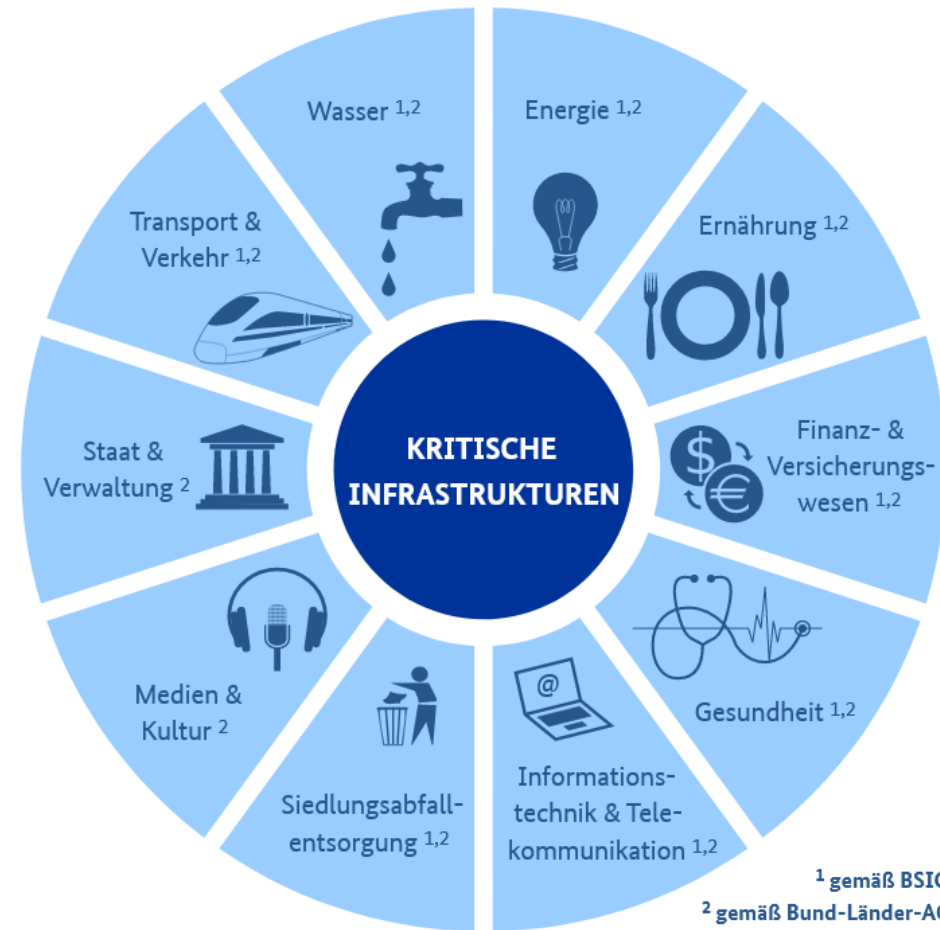
## Erhalt von KRITIS



**Können alle kritischen Infrastrukturen (KRITIS) aufrechterhalten (oder im Krisenfall möglichst schnell wieder hergestellt) werden?**

Definition KRITIS: „Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“

*(Definition der Bundesressorts, zitiert nach BBK)*



Quelle Grafik: [BBK](#)

# Dimensionen der Versorgungssicherheit

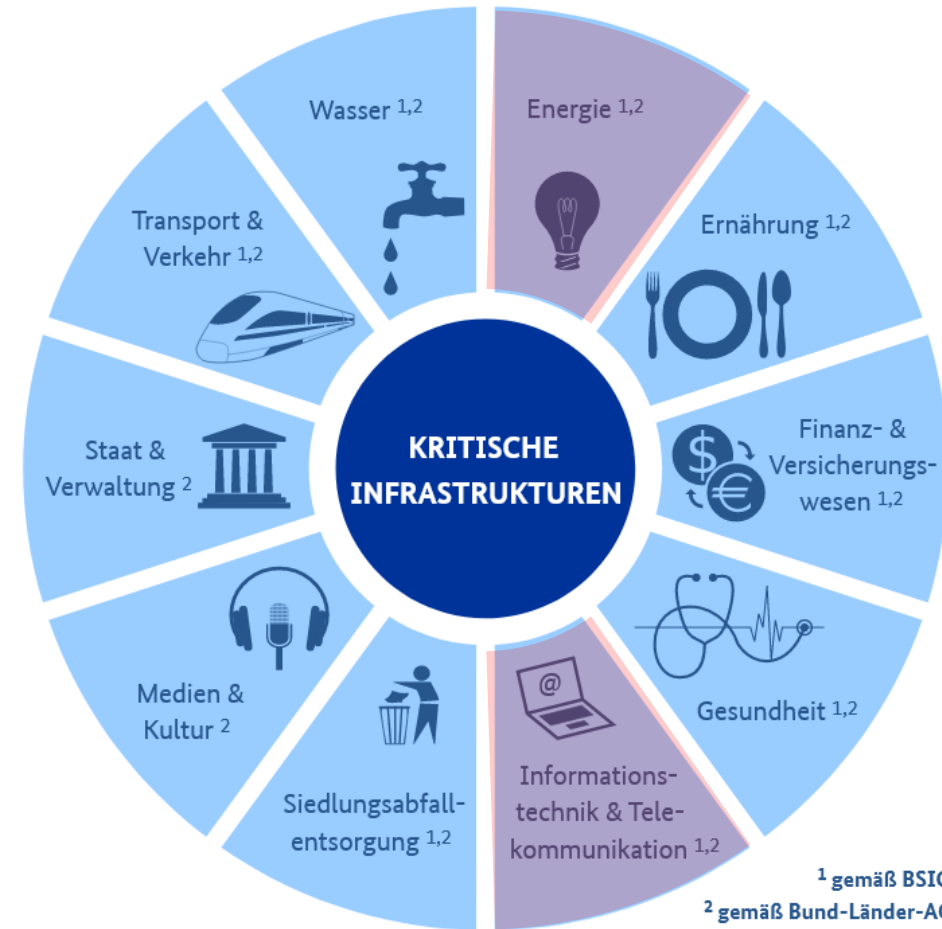
## Erhalt von KRITIS



**Können alle kritischen Infrastrukturen (KRITIS) aufrechterhalten (oder im Krisenfall möglichst schnell wieder hergestellt) werden?**

- Alle KRITIS sind heute mehr oder weniger vollständig elektrifiziert und digitalisiert
- IKT (ver)braucht (viel!) Strom
- KRITIS in besonderem Maße von der Verfügbarkeit von Strom abhängig
- Die Nicht-Verfügbarkeit von Strom macht uns besonders verwundbar

Erstes Zwischenfazit:  
Wir brauchen eine funktionierende  
**Resilienzstrategie für das digitale,  
von fluktuierenden erneuerbaren  
Energien dominierte Stromsystem**



<sup>1</sup> gemäß BSIG

<sup>2</sup> gemäß Bund-Länder-AG

Quelle Grafik: [BBK](#)

# aktuelle Versorgungskrisen – durch Corona und russ. Angriffskrieg in der Ukraine



- **Liefer-/ Versorgungsengpässe bei (Vor-)Produkten**
- **Angebotsknappheit bei Rohstoffen, insbesondere bei Erdgas**
  - aber auch Öl und (z.T.) Kohle
  - perspektivisch ggf. auch einzelne seltene Erden
- **In der Folge drastische Preissteigerungen**
  - bei Gas-, Wärme- und Strompreisen
  - sowie allgemeine Preissteigerungen
  - „fossile“, kriegsbedingte Inflation
- **Weitere durch den russischen Angriffskrieg bedingte militärische Eskalationen können die Versorgungssicherheit massiv gefährden**
  - Dieses Szenario muss AUCH mit verstärktem diplomatischem Einsatz der Weltmächte verhindert werden
  - (wird nachfolgend nicht weiter behandelt)

# aktuelle Versorgungskrisen Gegenmaßnahmen - kurzfristig

---



## **Kurzfristige Maßnahmen für Energiesicherheit**

- **Ausweichen auf andere fossile Alternativen**
  - Aktivierung von Reserveleistung und andere Rohstofflieferanten
- **Ausgleichsmaßnahmen zur Abfederung sozialer / wirtschaftlicher Härten**
  - Möglichst unter Abschöpfung überhöhter Gewinne

# aktuelle Versorgungskrisen Gegenmaßnahmen – kurz- UND langfristig



**Kurz- bis langfristige = dauerhafte Maßnahmen, die aktuell zu boostern sind – für Energiesicherheit und –Souveränität**

- 1. Größtmögliche Energieeinsparungen auf allen Ebenen**
- 2. Schnellstmögliche Umstellung auf erneuerbare Energien in allen Sektoren: Energiewende & Dekarbonisierung**

**Besonderer Fokus auf den neuen Leit-Energieträger: grüner Strom**

- a) Sicherung von Rohstoffen und Vorprodukten für den Anlagenbau
- b) Rahmenbedingungen und Marktdesign pro Grünstrom schaffen - für ein klimaneutrales, digitales und resilientes Stromsystem
  - ausreichende Erzeugung / Angebot sicherstellen
  - Verbrauch flexibilisieren
  - Infrastruktur bereitstellen (Übertragung, Verteilung, Systemdienstleistungen)



# aktuelle Versorgungskrisen Gegenmaßnahmen – kurz- UND langfristig



**Kurz- bis langfristige = dauerhafte Maßnahmen, die aktuell zu boostern sind – für Energiesicherheit und –Souveränität**

- 1. Größtmögliche Energieeinsparungen auf allen Ebenen**
- 2. Schnellstmögliche Umstellung auf erneuerbare Energien in allen Sektoren: Energiewende & Dekarbonisierung**

**Besonderer Fokus auf den neuen Leit-Energieträger: grüner Strom**

- a) Sicherung von Rohstoffen und Vorprodukten für den Anlagenbau
- b) Rahmenbedingungen und Marktdesign pro Grünstrom schaffen – für ein klimaneutrales, digitales und resilientes Stromsystem
- c) Bereitstellung von ausreichendem Personal (Fachkräfte, Verwaltung)
- d) Bereitstellung von ausreichendem Kapital

# aktuelle Versorgungskrisen Gegenmaßnahmen – kurz- UND langfristig



Kurz- bis langfristige = dauerhafte Maßnahmen, die aktuell zu boostern sind – für Energiesicherheit und –Souveränität

1. Größtmögliche Energieeinsparungen auf allen Ebenen
2. Schnellstmögliche Umstellung auf erneuerbare Energien in allen Sektoren: Energiewende & Dekarbonisierung

## **Besonderer Fokus auf den neuen Leit-Energieträger: grüner Strom**

- a) Sicherung von Rohstoffen und Vorprodukten für den Anlagenbau
- b) Rahmenbedingungen und Marktdesign pro Grünstrom schaffen – für ein klimaneutrales, digitales und resilientes Stromsystem
- c) Bereitstellung von ausreichendem Personal (Fachkräfte, Verwaltung)
- d) Bereitstellung von ausreichendem Kapital

# Strategien zur Sicherung von Rohstoffen und Vorprodukten für den Anlagenbau



- **Rohstoffbedarf begrenzen (Effizienz / Suffizienz)**
- **Gewinnung umweltverträglicher Rohstoffe in Deutschland / EU**
  - Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sozialstandards (z.B. CBAM) - sowie Versorgungssicherheit
    - Beispiel Lithiumgewinnung im Rahmen von Geothermienutzung im Oberrheingraben
- **Eigenproduktion von zentralen Vorprodukten und Anlagen für KRITIS in Deutschland / EU: Energiewende-Industrie (wieder) aufbauen!**
  - U.a. für PV-Zellen, Batteriezellen, Elektrolyseure und grüner Wasserstoff / grüne Brennstoffe
- **Recycling & Kreislaufwirtschaft (circular economy)**
  - Akkumulation der endogenen Rohstoffverfügbarkeit
- **Importe: Diversifiziert, (nur) aus zuverlässigen Lieferländern**
  - Berücksichtigung von Umwelt- und Sozialstandards, z.B. bei H2 und anderen grünen Energieträgern

# Strategien zur Schaffung eines klimaneutralen, digitalen und resilienten Stromsystems



- **Sehr viel Windenergie und Photovoltaik nötig !!!**
  - EEG 2022 gibt die Richtung vor:  
80% EE-Stromanteil bis 2030 !!!, 100% bis 2035 !!!
- **Notwendige Maßnahme: Flächenziel von 2% regional auf Bundesländer verteilen**
  - Erkenntnis & Bekenntnis: regionale Wind-/PV-Verteilung in jedem Bundesland erforderlich – und systemeffizient
    - Zunehmende regionale Engpässe durch Nutzung vor Ort vermeiden
      - Netzausbau(bedarf) begrenzen
  - Flächeneffiziente, hybride / gekoppelte Ansätze fördern
    - Z.B. Agri-PV, Wind-PV-Hybridanlagen, PV & Gründach, wiedervernässte Moorflächen & erneuerbare Energien, EE nahe Infrastrukturtrassen / Gewerbegebieten / in Nutzwäldern, ...
- **Flächenziele sind notwendig – aber nicht hinreichend für eine viel schnellere und viel umfangreichere Umsetzung!!**

# Strategien zur Schaffung eines klimaneutralen, digitalen und resilienten Stromsystems



- **Konsequente Regionalisierung**
  - Regionale Erzeugung, Verbrauch & Flexibilität systemisch und regulativ zusammenbringen und wirtschaftlich besserstellen
- **Netzkonfiguration restrukturieren (regionalisieren)**
  - Bündelung von Erzeuger- und Verbrauchernetzen zu Regionalnetzen, z.B. Stadt-Umland-Verteilnetz-Zusammenschlüsse
- **Regionale (systemeffiziente) Geschäftsmodelle**
  - per Abgaben und Umlagen bevorzugt; z.B. echte grüne Regionalstromangebote, Energiegemeinschaften, Energiegenossenschaften, Flexibilitätsangebote & Sektorkopplung, virtuelle Kraftwerke, Systemdienstleistungen
- **Mehr Beteiligung und signifikante finanzielle Teilhabe ermöglichen**
  - § 6 EEG ausweiten – und: Förderung & Ermöglichung von Investitionen in Erneuerbare durch Standortkommunen und Bürger/innen vor Ort
- **Führt zu regionaler Wertschöpfung und Akzeptanz vor Ort**
  - Kurzfristige Regelungen erforderlich, damit kommunale Entscheider/innen sich proaktiv in die anstehende Flächenplanung einbringen

# Ein *digitales* regionales Stromsystem

## Janusköpfige Digitalisierung



- **Enabling technology**
  - Digitalisierung ermöglicht regionale Geschäftsmodelle, systemdienliche Flexibilität, EE-basierte Systemdienstleistungen etc.
- **Größter Risikofaktor des Strom- und Energiesystems – und damit aller KRITIS: langanhaltender, großflächiger Blackout**
  - Blackoutgefahr durch Hackerangriffe ist höher einzuschätzen als die Herausforderungen durch 100% Erneuerbare oder die aktuelle Erdgasknappheit (siehe u.a. [Studie „Strom-Resilienz“](#), aktuelle Aussagen der ÜNB)



*„Als Übertragungsnetzbetreiber müssen und werden wir mittelfristig in der Lage sein, auch 100 Prozent Strom aus regenerativer Erzeugung sicher in unser Netz zu integrieren.“*

*Stefan Kapferer, CEO 50Hertz*

# Ein *digitales* regionales Stromsystem

## Janusköpfige Digitalisierung



- **Enabling technology**
  - Digitalisierung ermöglicht regionale Geschäftsmodelle, systemdienliche Flexibilität, EE-basierte Systemdienstleistungen etc.
- **Größter Risikofaktor des Strom- und Energiesystems – und damit aller KRITIS: langanhaltender, großflächiger Blackout**
  - Blackoutgefahr durch Hackerangriffe ist höher einzuschätzen als die Herausforderungen durch 100% Erneuerbare oder die aktuelle Erdgasknappheit (siehe u.a. [Studie „Strom-Resilienz“](#), aktuelle Aussagen der ÜNB)

**EXKLUSIV** Spionage im Stromnetz

## "Russland ist in unseren Netzen"

Stand: 28.07.2022 05:02 Uhr

Seit Jahren warnen deutsche Behörden vor einer Hackergruppe, die gezielt das Stromnetz ausspioniert. Ermittlern ist es gelungen, einen mutmaßlichen Täter zu identifizieren. Die Spur führt zum russischen Geheimdienst FSB.

Quelle: <https://www.tagesschau.de/investigativ/br-recherche/stromnetz-hacker-russland-101.html>  
(aufgerufen: 9.9.2022)

*Schäden durch Cyberkriminalität 2021 und 2022 jeweils über 200 Mrd. Euro; vermehrt Angriffe aus Russland und China; besonders hoher Anstieg bei KRITIS-Unternehmen (Bitcom, PM vom 31.8.2022)*

# Ein *digitales* regionales Stromsystem

## Janusköpfige Digitalisierung



- **Enabling technology**
  - Digitalisierung ermöglicht regionale Geschäftsmodelle, systemdienliche Flexibilität, EE-basierte Systemdienstleistungen etc.
- **Größter Risikofaktor des Strom- und Energiesystems – und damit aller KRITIS: langanhaltender, großflächiger Blackout**
  - Blackoutgefahr durch Hackerangriffe ist höher einzuschätzen als die Herausforderungen durch 100% Erneuerbare oder die aktuelle Erdgasknappheit (siehe u.a. [Studie „Strom-Resilienz“](#), aktuelle Aussagen der ÜNB)
  - Lösungsansatz
    - Regional verteilte Wind- und Solaranlagen, die (zusammen mit anderen EE, Kraftwerken und Speichern) eine Mindestversorgung von KRITIS im Krisenfall ermöglicht (Inselnetzfähigkeit im Schwarzfall, regionale EE-Notstromversorgung)
    - regionale Erzeuger-Verbraucher-Netzstrukturen



# Fazit

---

- **Versorgungssicherheit** sollte alle **KRITIS** umfassen – für die es funktionierende **Resilienzstrategien** geben muss
- **Elektrifizierung** und **Digitalisierung** sind von überragender Bedeutung für die Funktionsfähigkeit für alle KRITIS
- Der Ausfall des Stromsystems (**Blackout**) gehört (neben einer atomaren Katastrophe und Krieg) zu den **größten gesellschaftlichen Bedrohungsszenarien** – und ist daher zwingend zu vermeiden
- Eine **konsequente Energiewende** mit maximalen **Energieeinsparungen** und schnellem, **massiven Zubau** insbesondere von **Wind- und PV-Anlagen**, aber auch **heimischer Anlagenproduktion** bringt Energiesicherheit und –Souveränität – aber nur ...
- ... wenn der **Zubau regional verteilt** erfolgt, unter hoher **Beteiligung** und **finanzieller Teilhabe** der betroffenen Kommunen und Bürger/innen vor Ort, mit **regionaler Netzkonfiguration** und **regionalen Geschäftsmodellen** und Rahmenbedingungen
- Dann sind **regionale Wertschöpfung** und **Akzeptanz, Systemeffizienz, Klimaneutralität** und **Resilienz** erreichbar



Vielen Dank.

Prof. Dr. Bernd Hirschl  
IÖW – Institut für ökologische  
Wirtschaftsforschung, Berlin  
und  
BTU Cottbus-Senftenberg

2.3.2020

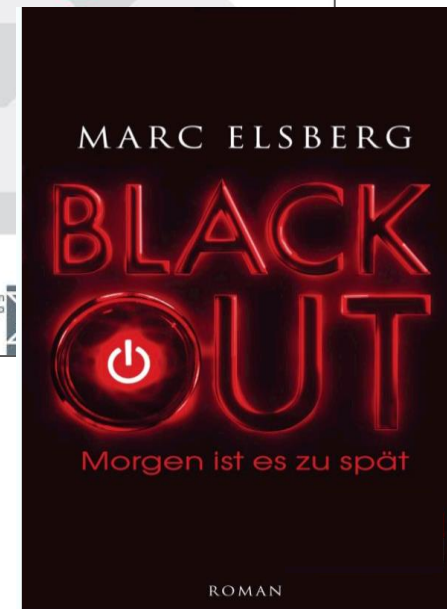
Back-up



# Das größte Risiko: ein langanhaltender, großflächiger Blackout



- **Ein langanhaltender großflächiger Blackout betrifft ALLE anderen Infrastrukturen & KRITIS, für die es nach heutigem Stand nur unzureichende Notversorgungslösungen gibt**
  - Z.B. Krankenhäuser, Trink- und Abwasserversorgung, Nahrungsmittelversorgung, Gewährung von Sicherheit und Schutz wichtiger Einrichtungen und der Bevölkerung etc.
- **Ein langanhaltender großflächiger blackout stellt damit eine gravierende Gefahr für den gesellschaftlichen Zusammenhalt – für die menschliche Zivilisation an sich dar - und ist daher zwingend zu vermeiden**
- **Zwischenfazit**
  - Digitale Energiesysteme sind inhärent verwundbar - und können nicht vollständig geschützt werden
  - Zentrale und dezentrale – digitale - Energiesysteme sind gleichermaßen verwundbar
    - Gründe: zentrale Elemente auch in dezentralen Systemen, human factor etc.
  - Vor diesem Hintergrund sollte die Erhöhung der Resilienz digitaler Energiesysteme höchste Priorität haben



Quelle: Projekt „Strom-Resilienz“ von IÖW / Uni Bremen

# Das Konzept der Resilienz für ein digitales Energiesystem



- **Resilienz ist im allg. definierbar als**
  - „die Fähigkeit eines Systems, seine Funktionsfähigkeit unter Belastungen aufrechtzuerhalten beziehungsweise kurzfristig wiederherzustellen“ (ESYS 2017)
- **Notwendig (aber nicht hinreichend): IT-Sicherheit & Cyber-Abwehr (Prävention)**
  - Akteure: staatliche Behörden, Wirtschaft, Bürger
  - Grundbedingungen: Datenschutz und -sicherheit, Datensouveränität und – sparsamkeit
  - Erforderlich: aktuelle und wirksame Schutzsoftware - und Nutzer, die sie einsetzen (Bildung / Aufklärung), IT-OT-Trennung, ...
- **Für den Fall eines großflächigen Blackouts durch Hackerangriffe ist jedoch der Fall zu befürchten, dass eine kurzfristige Wiederherstellung des (heutigen) Gesamtsystems nicht möglich ist**
- **Vorhandene Notversorgungssysteme reichen – je nach KRITIS – für wenige Stunden oder Tage (idR Dieselaggregate)**
- **im Krisenfall ist eine lokale/ regionale (Mindest-)Versorgung unabhängig vom übergeordneten Netz zu gewährleisten! (Inselnetzfähigkeit)**

# Lösungsansätze für Resilienz eines digitalen Stromsystems



- **dezentralen Ausbau Erneuerbarer Energien in allen Regionen / Verteilnetzen konsequent vorantreiben (nicht: „günstigste“ Standorte)**
  - mehr Regionalstrommodelle, (gemeinschaftlichen) Eigenverbrauch, Zellulare Ansätze, ... als Ausschreibungen
- **Eher kurz- als mittelfristig EE-Mindestversorgung in allen Städten / Kommunen / Verteilnetzen sicherstellen**
  - Insb. PV-Anlagen mit ausreichend Speicherkapazitäten, Stadt-Umland-Konzepte (Verteilnetzkopplung bzw. -Rekonfiguration)
  - Im Krisenfall vorrangig KRITIS-Versorgung
  - Lokale / Zellulare „Inselnetzfähigkeit“ im Schwarzfall (Blackout)
- **Nicht alles muss „durchdigitalisiert“ werden**
  - Weniger ist mehr, z.B. Steuerung per Netzfrequenz statt digitaler Datenimpulse
- **Resilienz als zusätzliches (ökonomisches!) Argument für massiven dezentralen EE-Ausbau**
  - Zusätzlich zu: Klimaschutz, lokaler Wertschöpfung, Akzeptanz, ...