

# **Standort 2050 - klimarobust & extremwetterresistent –**

**Seminar am 30.10.2018 in München**

**Vortrag: Herr Jens Kühne, Universitätsklinikum Leipzig AÖR**

## **Blackout: Gerüstet für extremwetterbedingte Stromausfälle**

**Sicherheitsstromversorgung im Krankenhaus  
am Beispiel des Universitätsklinikums Leipzig**



## Jens Kühne

Abteilungsleiter Technisches Servicezentrum  
Bereich 5, Planung und technische Gebäudeverwaltung  
Universitätsklinikum Leipzig AöR

Liebigstraße 18, Haus B  
04103 Leipzig

Tel.: 0341 97 19300

[jens.kuehne@medizin.uni-leipzig.de](mailto:jens.kuehne@medizin.uni-leipzig.de)

[www.uniklinik-leipzig.de](http://www.uniklinik-leipzig.de)

# **Blackout: Gerüstet für extremwetterbedingte Stromausfälle (?)**

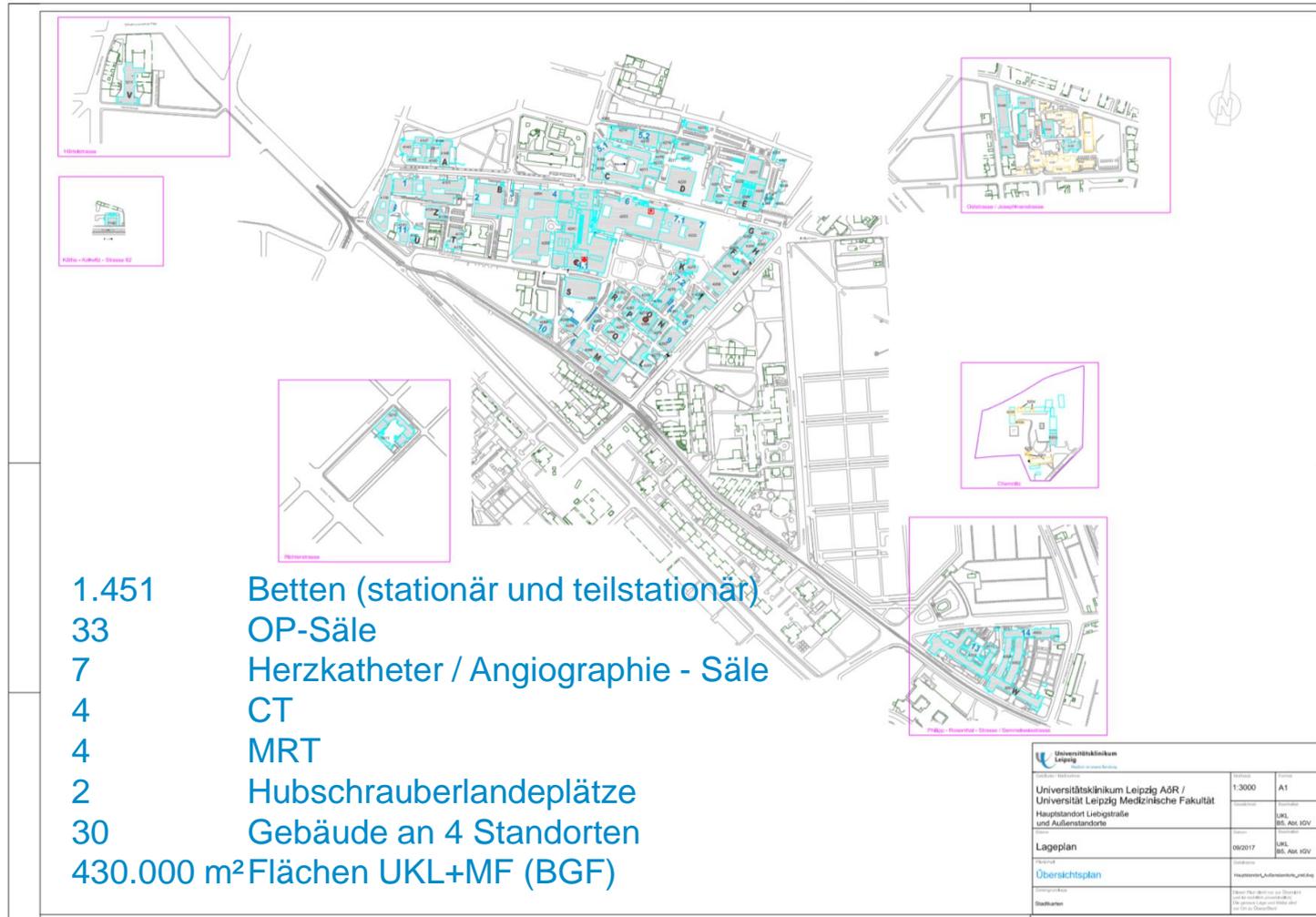
## **Bedeutung und Anforderungen einer sicheren Krankenhaus-Stromversorgung**

## **Stromversorgungskonzept der Universitätsklinik Leipzig: Externe Stromversorgung, Notstrom, USV & Eigenerzeugung**

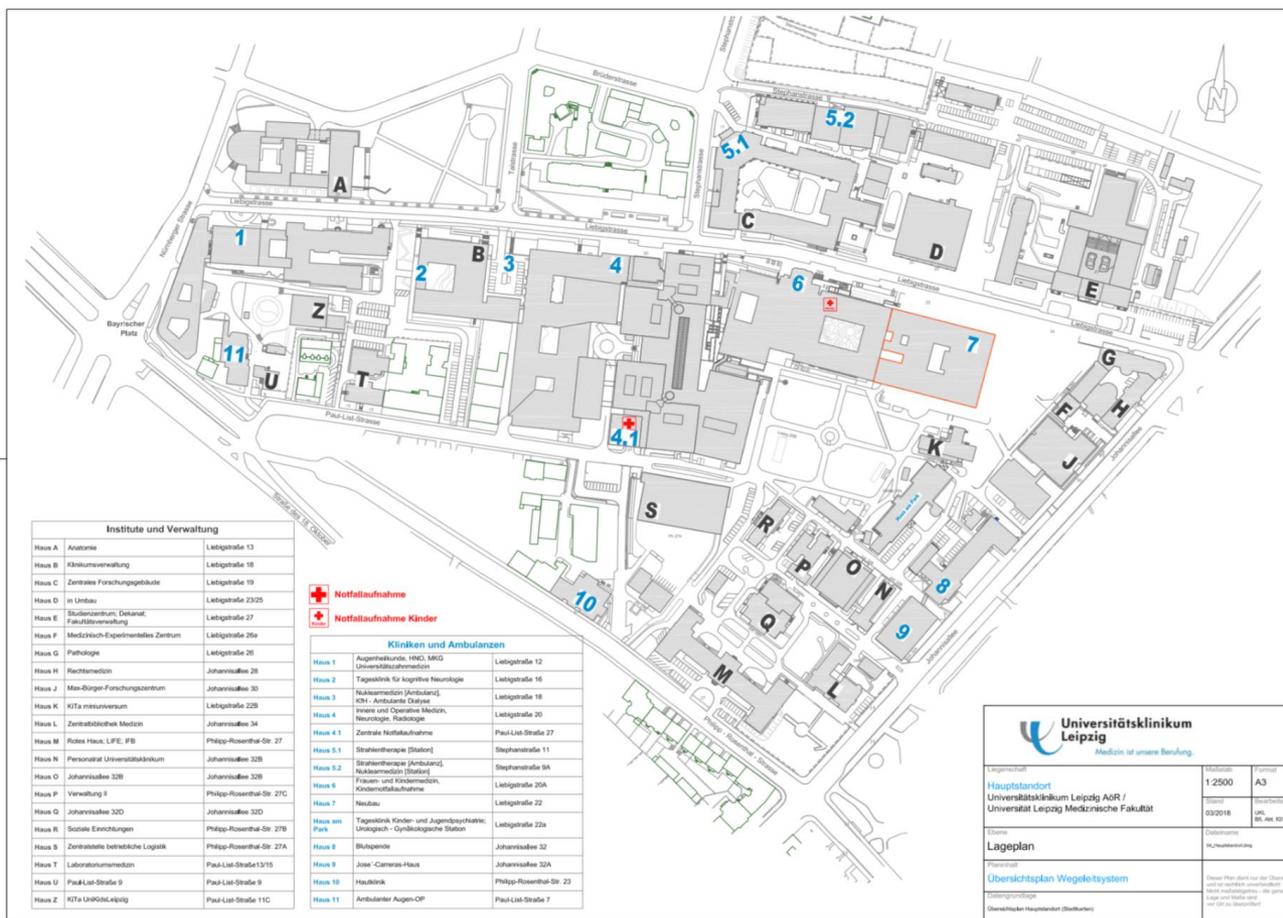
## Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät in Leipzig

7	Departments
35	Kliniken, Abteilungen, Sektionen und Institute
4.062/ 1.562	Mitarbeiter: UKL/MF
55.755	Patienten stationär + teilst. p. a. – Fallzahl
372.477	Patienten ambulant p.a. – Fallzahl
32.000	Notfallpatienten
405 Mio. €	Umsatz UKL (2016)

# Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät in Leipzig Überblick Einrichtungen



# Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät in Leipzig Hauptstandort Campus Liebigstraße



## Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät in Leipzig

### Stromversorgung extern, Mittelspannung 10kV (45GWh p.a. / 7,5MW)

- 4 Mittelspannungsringe
- 19 MS-Schaltanlagen und Trafostationen
- 17 Netzersatzanlagen - Notstromdieselaggregate  
(gesamt 8,9MW, 89m<sup>3</sup> Diesel)

### Wärmeversorgung extern, Fernwärme (45MWh p.a.)

- 13 Wärme-Übergabe-Stationen

### Kälteversorgung intern, elektrische Erzeugung (8GWh p.a.)

- 4 Kältezentralen

## Blackout:

Gerüstet für extremwetterbedingte

**LANGANHALTENDE**

Stromausfälle ?

Sicherheitsstromversorgung im Krankenhaus –

**kritische, vorrangig zu versorgende Infrastruktur!**

**Teil der Lösung?**

# Sicherheitsstromversorgung im Krankenhaus

## Sicht der Mediziner

- keine Einschränkungen der medizinischen Versorgung
- Technische/ wirtschaftliche Prämissen nachgeordnet
- hohe Technisierung der Medizin schafft Ansprüche
- Nutzeranforderung: **Vollbetrieb, unterbrechungsfrei**

# Sicherheitsstromversorgung im Krankenhaus

erfordert Abwägung von

realer Risiken



**Black Out**

Energiewende

gesetzlicher Forderungen

DIN VDE 0100 Teil 710

**SV-Versorgung, separat, <15s, 24h**



Nutzeranforderungen

Vollbetrieb, unterbrechungsfrei

technischer Machbarkeit

Platz, Statik, ELT, Umwelt, Optik

wirtschaftlicher Aspekte



Baukosten, Betrieb



# Bedeutung einer sicheren Stromversorgung

## Reale Risiken: Black Out

Zitat aus Technikfolgenabschätzung (TA)

Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften –

am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung

Deutscher Bundestag Drucksache 17/5672



„Als **Lebensadern** hochtechnisierter Industrienationen gelten ihre Infrastrukturen wie sichere **Energieversorgung**, funktionierende Wasserver- und Abwasserentsorgung, leistungsfähige Verkehrsträger und Transportwege sowie eine jederzeit zugängliche Informations- und Telekommunikationstechnik. Deshalb beauftragte der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) zu untersuchen, wie sich ein **langandauernder und großflächiger Stromausfall** auf besonders kritische Infrastrukturen wie z. B. Trinkwasser, Abwasser, IuK-Systeme, Finanz- und **Gesundheitsdienstleistungen** auswirken könnte, insbesondere im Fall eines Kaskadeneffekts über Länder und nationale Grenzen hinweg.“

# Bedeutung einer sicheren Stromversorgung

Zitat aus Technikfolgenabschätzung (TA)

Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften –

am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung

Deutscher Bundestag Drucksache 17/5672

„Die Analysen des TAB zeigen, dass **die Folgen eines solchen Stromausfalls einer nationalen Katastrophe zumindest nahekommen** könnten. Es bedürfte einer Mobilisierung aller internen und externen Kräfte des Bevölkerungsschutzes, um die Auswirkungen zumindest zu mildern.“

Wohin flüchten Menschen im Krisenfall, wo hoffen sie auf letzte Hilfe (medizinische Versorgung oder einfach nur Strom und Wärme)?

## Krankenhaus!

## Bedeutung einer sicheren Stromversorgung

Zitat aus Technikfolgenabschätzung (TA)

Gefährdung und Verletzbarkeit

am Bei

Im Rahmen der jungen und sicherlich noch länger andauernden Suche nach Antworten auf die Frage

„Wie schalten wir nach dem Black-Out den Strom wieder ein?“  
wird immer häufiger darauf hingewiesen, dass mit **72 Stunden Durchhaltevermögen** geplant werden sollte.

... Menschen im Krisenfall, wo hoffen sie auf letzte Hilfe (medizinische Versorgung oder einfach nur Strom und Wärme)?

# Krankenhaus!

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Wofür:

Intensivmedizin

Operationsabteilung

andere Eingriffsräume

- Herzkatheter

- Angiologie

Radiologie

- CT

- MRT

- Röntgen

Strahlentherapie

Sicherheitsbeleuchtung

Rechenzentren, IT

Landeplätze

Normalstation

Küche

Apotheke

Verwaltung

Aufzüge

Logistik

RLT

Wasser

Kälte

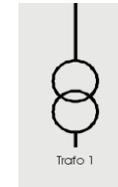
Wärme

Sterilisation

Löschanlage

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Externe Stromversorgung



**Primärversorgung:** Hoch- bzw. Mittelspannung des örtlichen Netzbetreibers

Versorgungssicherheit (extern) hängt ab von

- der Qualität der örtlichen Versorgungsanlagen
- der Verfügbarkeit des europaweiten Energieverbundes

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Externe Stromversorgung



**Starkstromanlagen im Krankenhaus und  
medizinisch genutzten Räumen  
DIN VDE 0100-710**

**Höchstspannung**                      **220 kV ... 700 kV**

**Hochspannung**                      **60 kV ... 110 kV**

**Mittelspannung**                      **3.000 V ... 30 kV**

**Niederspannung**                      **< 1.000 V**



**400 V AC (Leiter-Leiter)**

**230 V AC (Leiter-Neutralleiter)**

# Stromversorgung im Krankenhaus

## USV

USV / BSV: Unterbrechungsfreie / Besondere Stromversorgung  
Bedarfsgerecht für Patientensicherheit, Geräteschutz, IT, u.a.

z.B. 1,5 kVA..20 kVA

OP – Licht – Gerät (UZ <0,5s, Autonomie 3h)



OP – Licht Gerät



Serverraum

Arbeitsplatz

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Eigenerzeugung

Windkraft



vs.



Photovoltaik: Mittelverwendung?  
Technische Lösungen?

Kraft-Wärme-Kopplung ... s.u.

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

Sicherheitsstromversorgung (SV) im Krankenhaus nur mit  
**Notstromdieselaggregat**



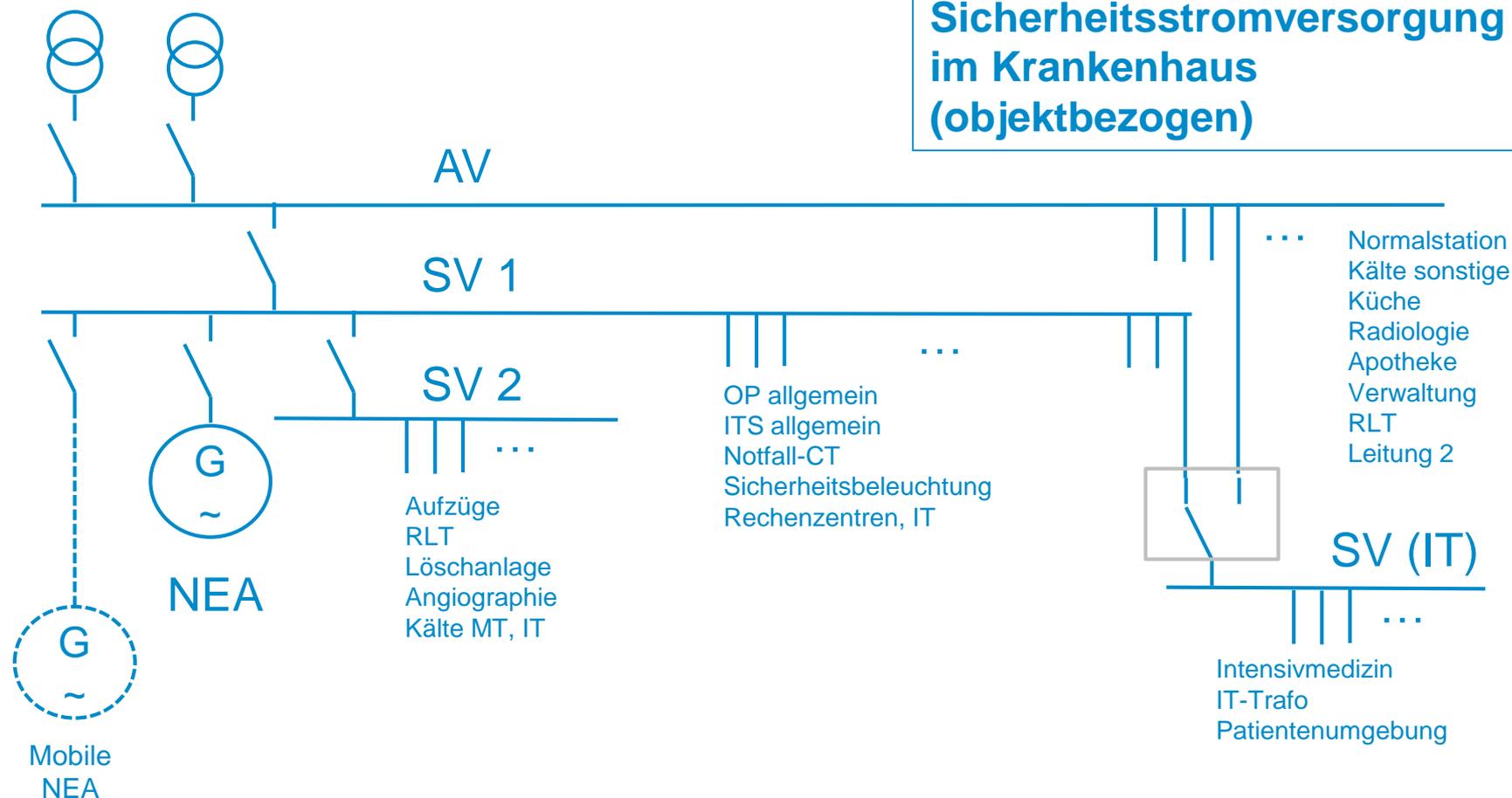
Warum Diesel?

- Selbstzünder vs. Ottomotor
- Kraftstoffvorrat = Verfügbarkeit / Autonomiezeit vs. Erdgas
- Unabhängig von anderen technischen Systemen vs. BHKW

# Stromversorgung im Krankenhaus

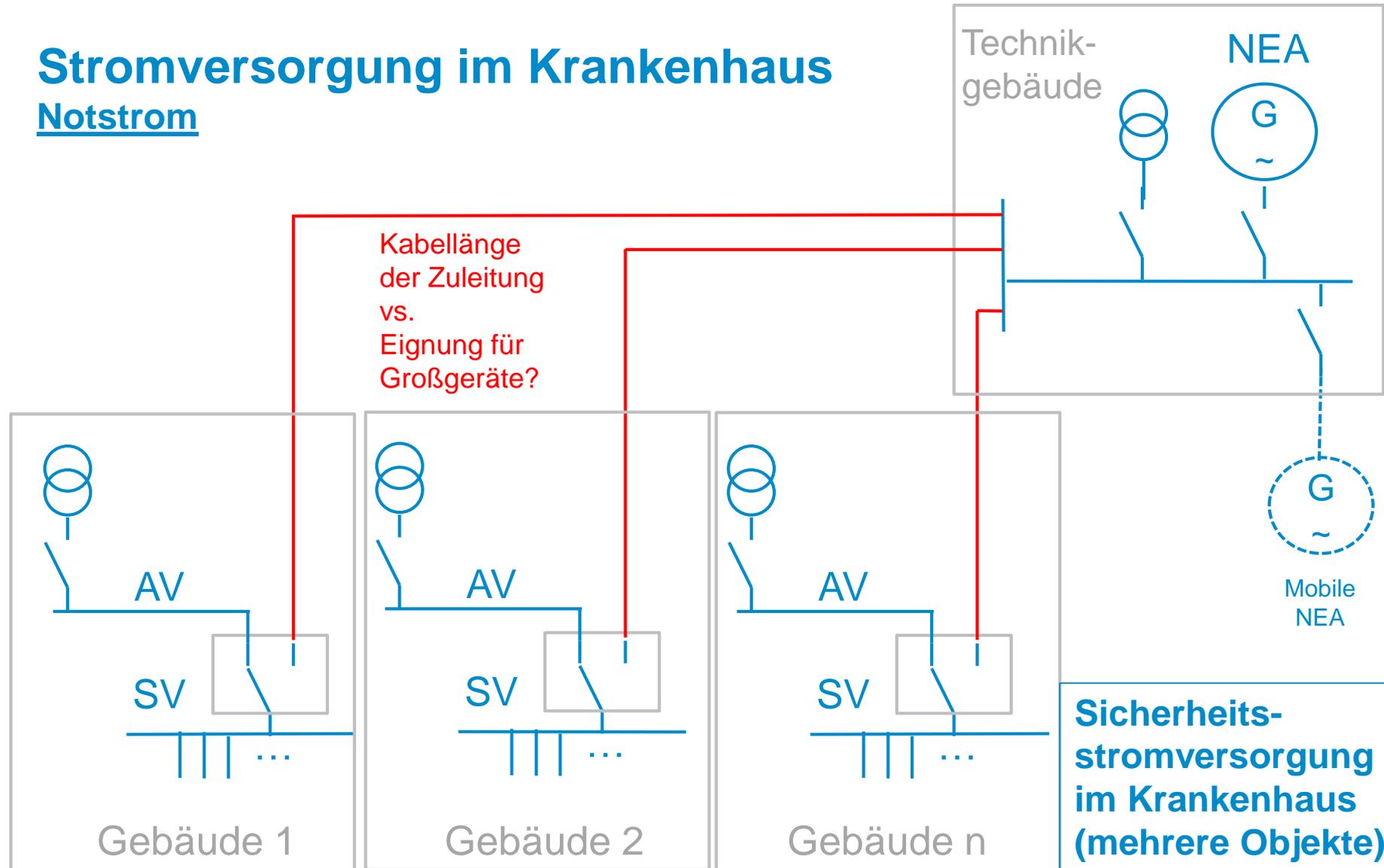
## Notstrom

### Sicherheitsstromversorgung im Krankenhaus (objektbezogen)



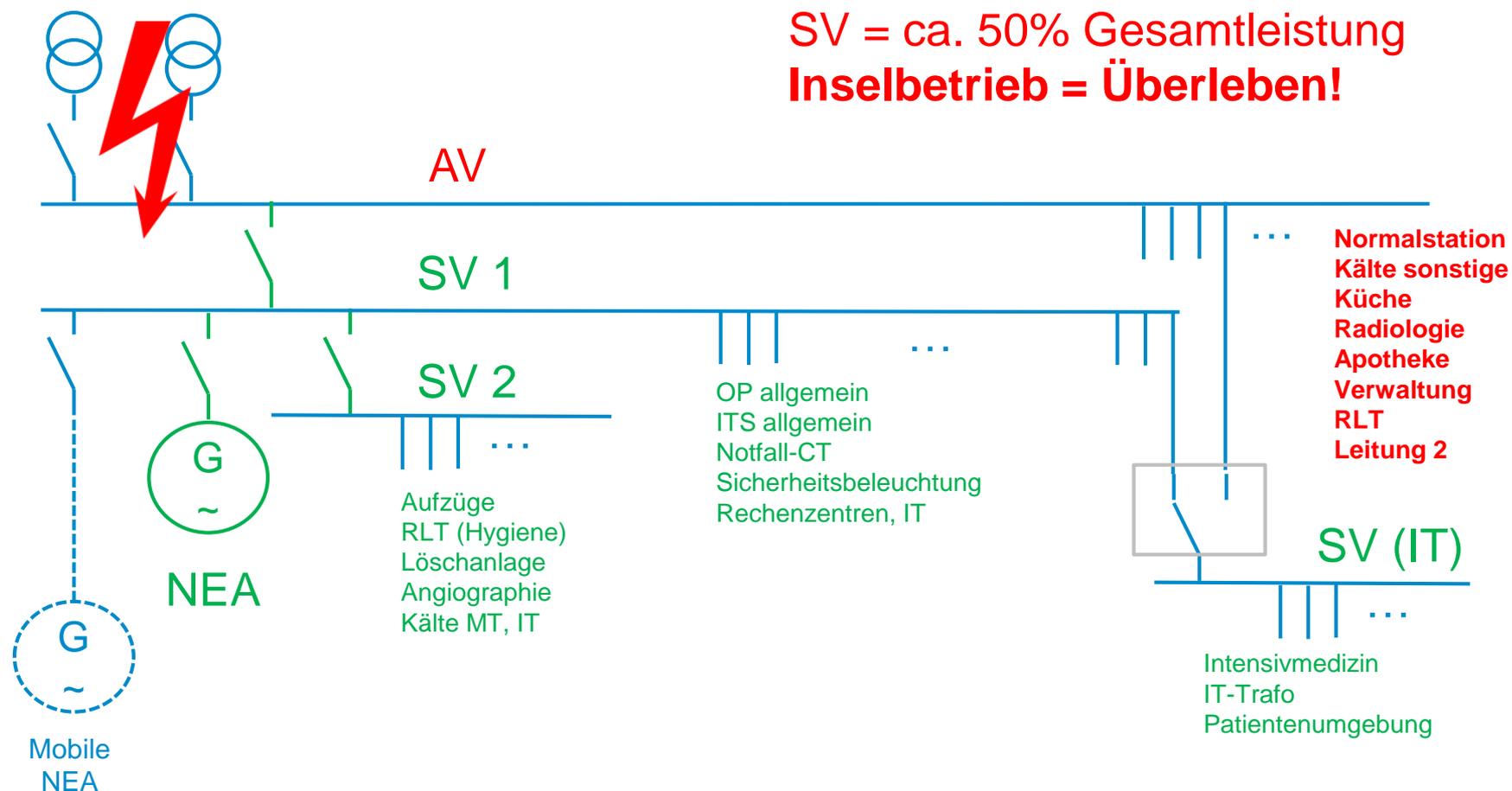
# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom



# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom



# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

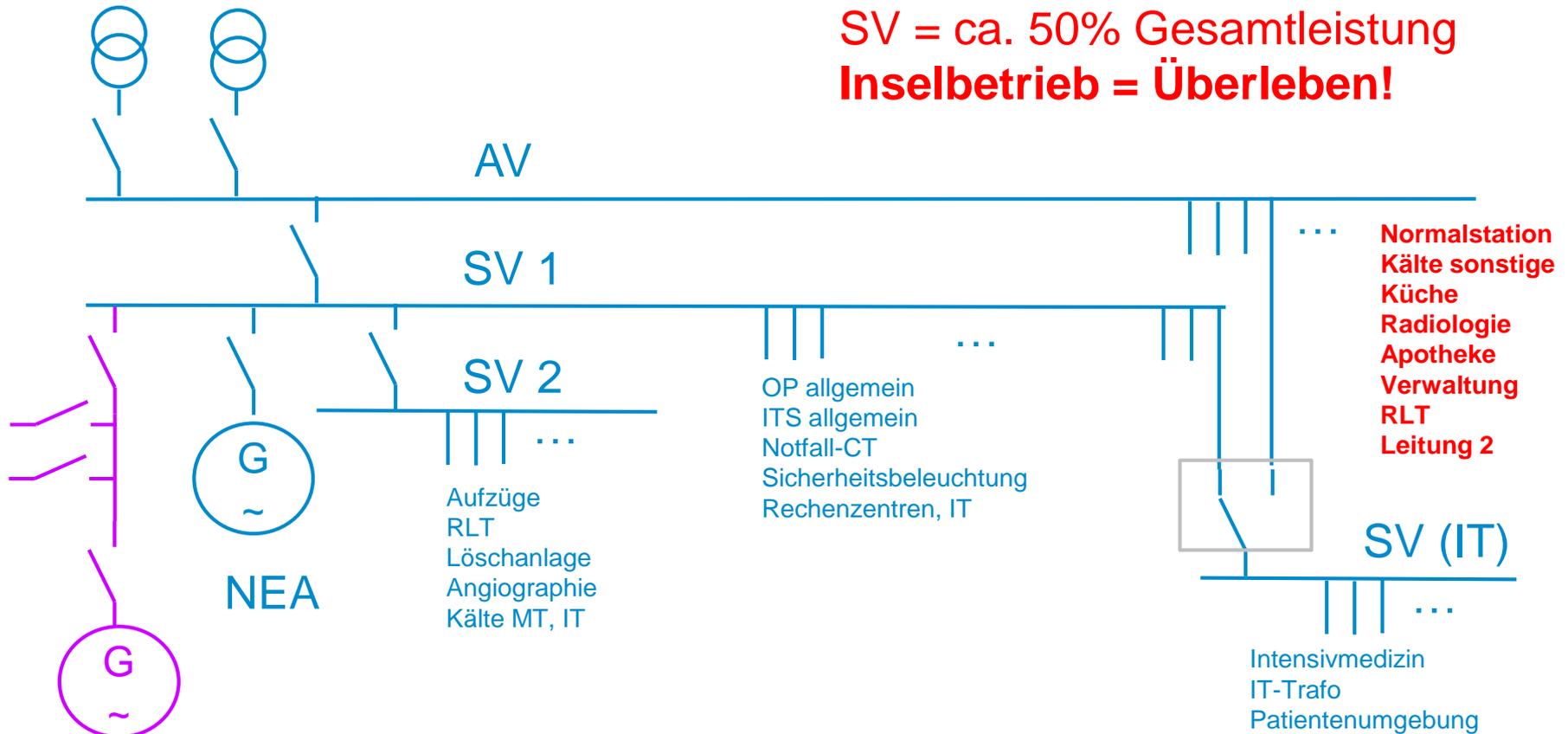
Status der Verfügbarkeit wichtiger Ressourcen bei Ausfall der Stromversorgung  
**beispielhaft Abhängigkeit von externer Versorgung bei Ausfall >24h**

Voraussetzung	Stromausfall der/des:											
	Landesnetztes			Umspannwerk			Mittelspannungsnetz			Einzelne AV-Einspeisung		
Ausfalldauer	2h	24h	48h	2h	24h	48h	2h	24h	48h	2h	24h	48h
Einrichtung 1 (z.B. OP)	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Yellow
Einrichtung 2	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Yellow
Technik 1 (z.B. Telefon)	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Yellow
Technik 2	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Versorgung 1	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Versorgung 2 (z.B. Küche)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Infrastruktur	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Service 1	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Service 2	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Medium 1 (z.B. Wasser)	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Medien 2	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

### Verbesserte Lösung



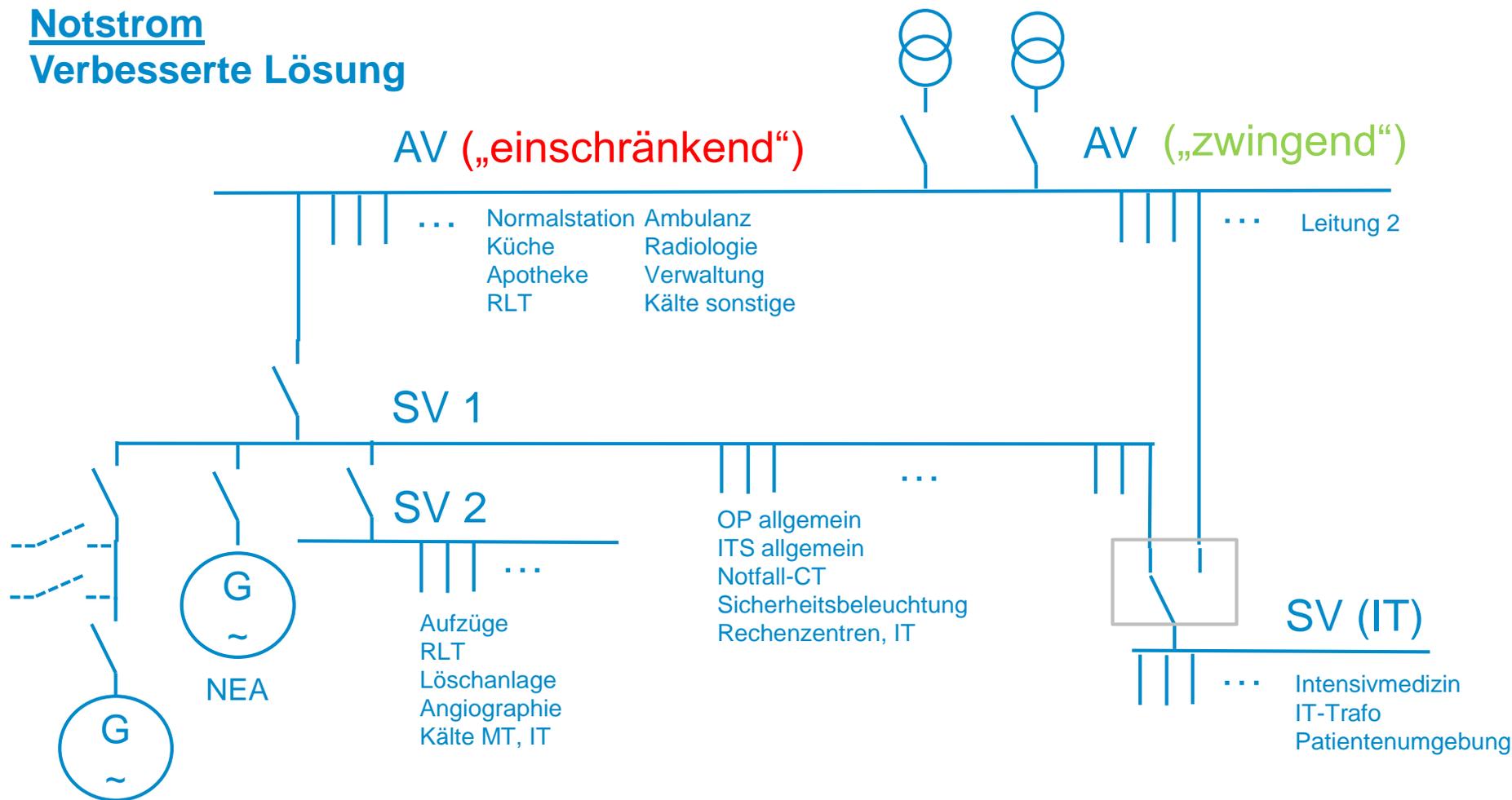
SV = ca. 50% Gesamtleistung  
**Inselbetrieb = Überleben!**

NEA als Rückfallebene bei Wartung oder Störung für mehrere Objekte

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

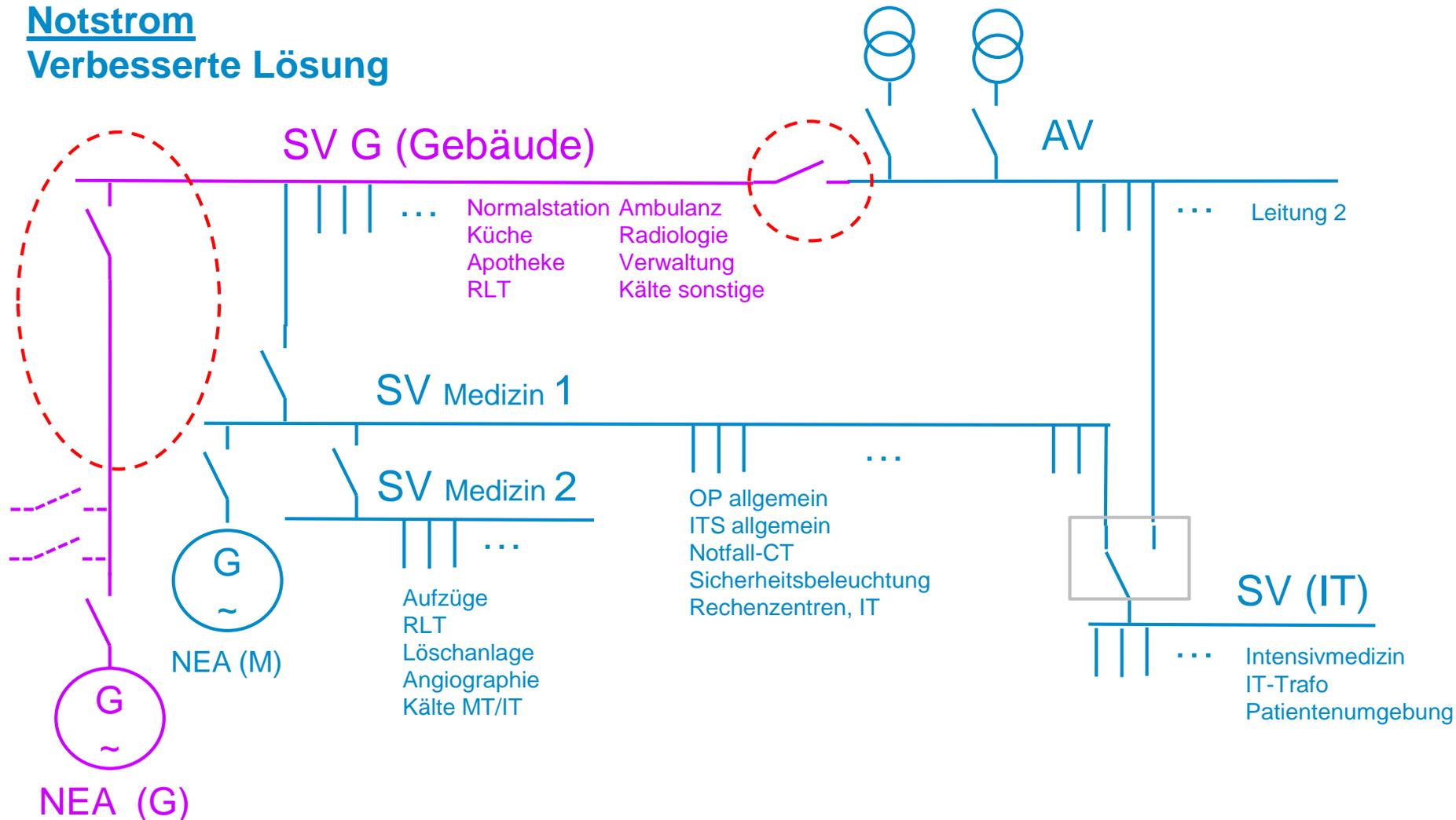
## Verbesserte Lösung



# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

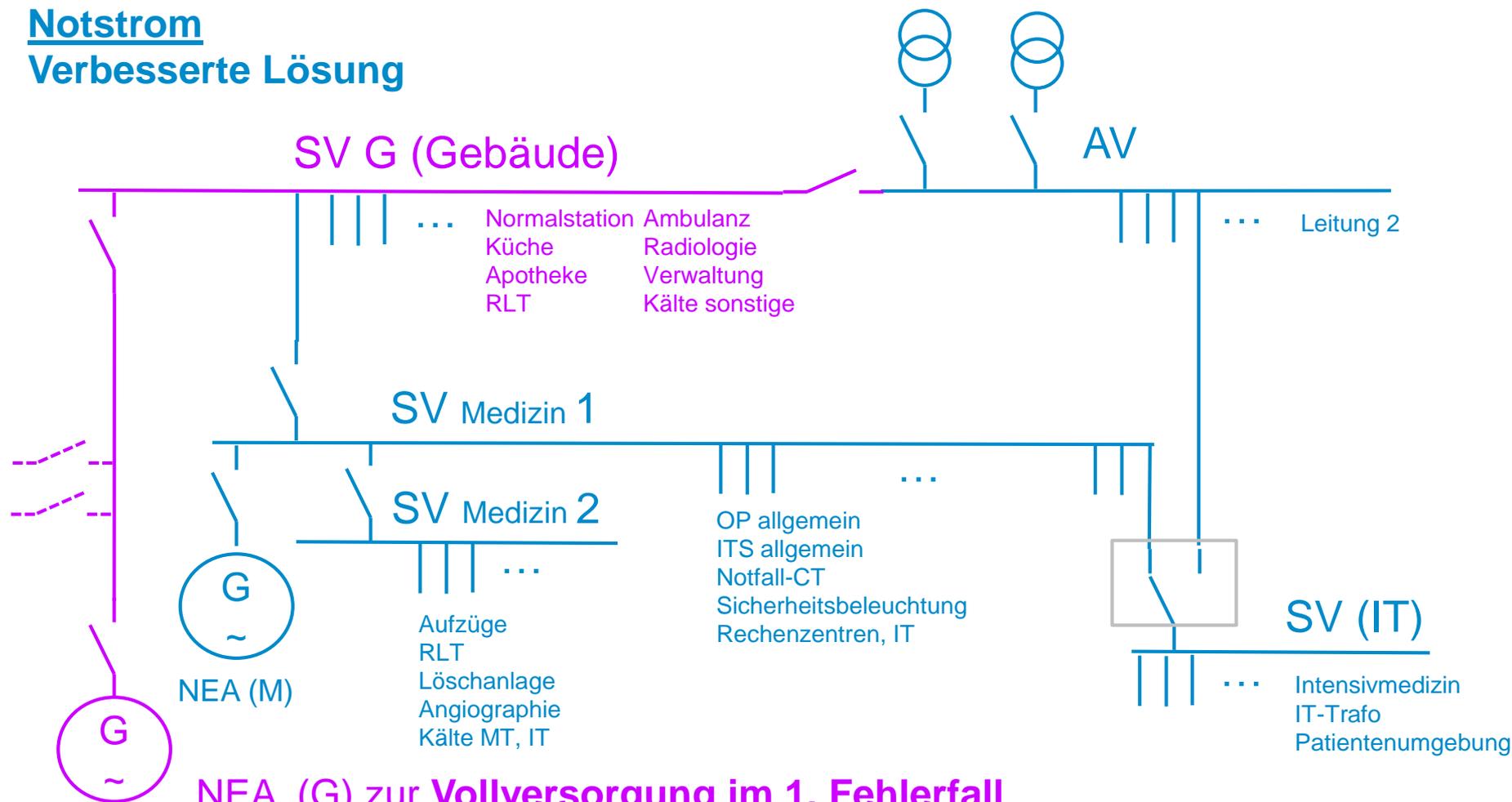
## Verbesserte Lösung



# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

## Verbesserte Lösung

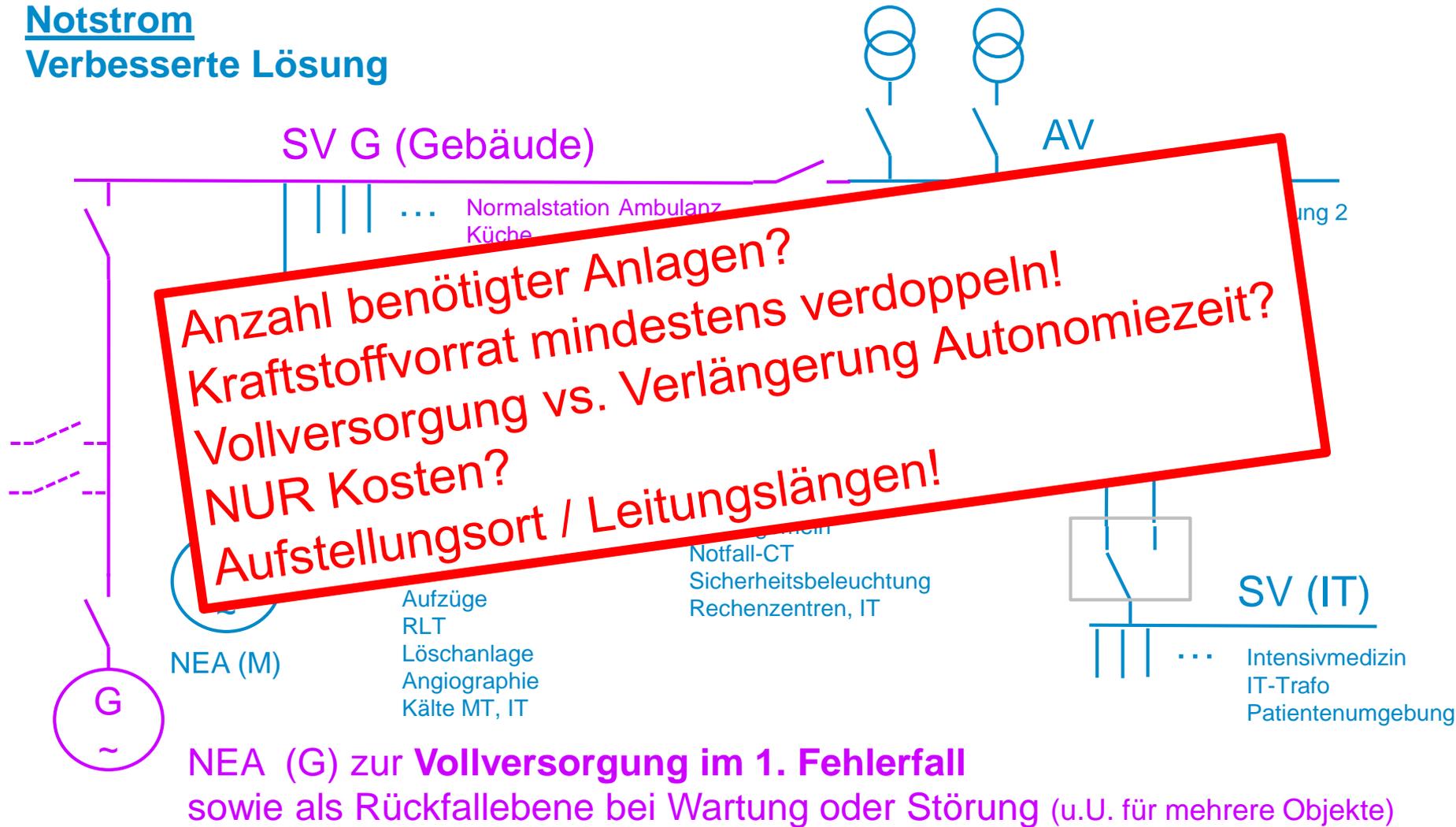


NEA (G) zur **Vollversorgung im 1. Fehlerfall**  
sowie als Rückfallebene bei Wartung oder Störung (u.U. für mehrere Objekte)

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

## Verbesserte Lösung



## Notstromversorgung im Krankenhaus: mehr als lebenserhaltend?

### Chancen



und



### Risiken

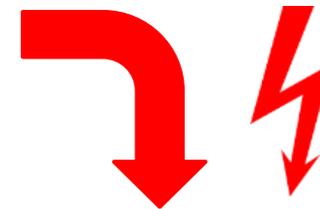
bei der Nutzung  
der **Netzersatzanlage** für andere

Aufgaben als Notstrom (**Spitzenlast**)



**eeX**

# Nutzung der **Netzersatzanlage** für andere Aufgaben als Notstrom (**Spitzenlast**)



## Spitzenlastbetrieb

- Optimierung Leitungsbezug  
(direkt / indirekt)
- Regelleistungsreserve

## SV-Versorgung

- Verfügbarkeit
- Zuverlässigkeit
- **Nachweis im Schadensfall**

# Nutzung der **Netzersatzanlage** für andere Aufgaben als Notstrom (**Spitzenlast**) ?



**27.7.2015:** Monatstest NEA, Parallelbetrieb, Defekt ATL  
Brand Motorenöl, NEA außer Betrieb

# Nutzung der **Netzersatzanlage** für andere Aufgaben als Notstrom (**Spitzenlast**) ?

- **Wie ist eine NEA technisch zu verändern?**
- **Welcher Aufwand in der Betriebsführung ergibt sich?**
- **Wie sicher sind die erhofften positiven Effekte?**
- **Schränkt die zusätzliche Nutzung die Verfügbarkeit ein?**

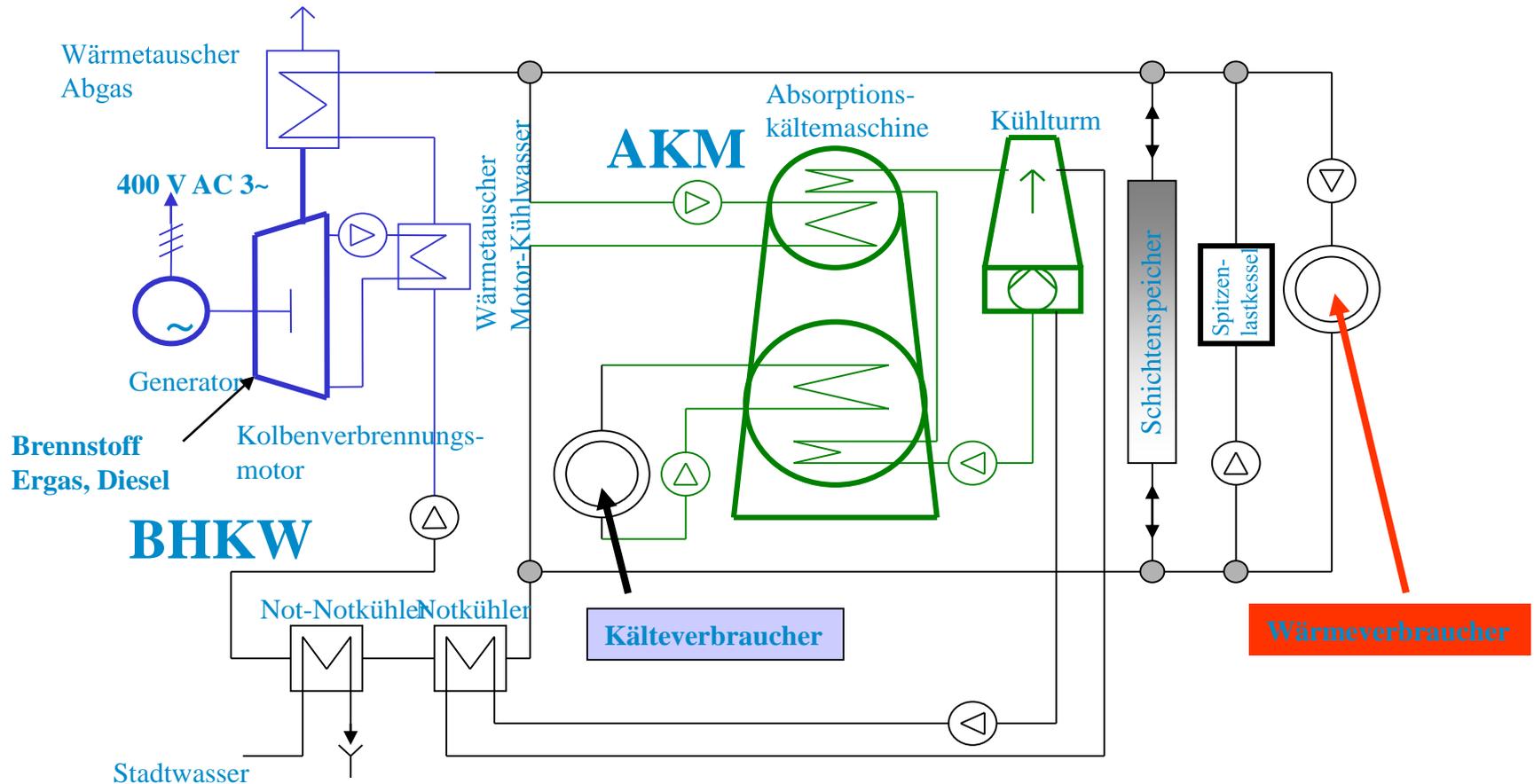
# Nutzung der **Netzersatzanlage** für andere Aufgaben als Notstrom (**Spitzenlast**) ?



**Nur mit besonderer Risikoabwägung!**  
**alternativ**

**Dezentrale Energieversorgung (KWKK) mit  
ergänzender Notstromversorgung**

## Zusätzliche Netzersatz-Versorgungskapazitäten mittels Stromerzeugungsanlagen mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung



## Zusätzliche Netzersatz-Versorgungskapazitäten mittels Stromerzeugungsanlagen mit Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung im Krankenhaus

Stromeigenproduktion erspart teuren Stromeinkauf, steuerliche Vorteile,  
Stromeinspeisung an örtlichen Netzbetreiber bei hohem Wärmebedarf

Dezentrale Energieversorgung ist effizient und umweltschonend (CO<sub>2</sub>) und  
damit für eine Investitionsförderung (z.B. EFRE mit 50..80% Förderquote) gut  
geeignet.

KWK-Einsatz nur dort, wo elektrische und thermische Energie gleichzeitig  
benötigt wird.

**Ein Krankenhaus ist der ideale Einsatzort für KWK!**

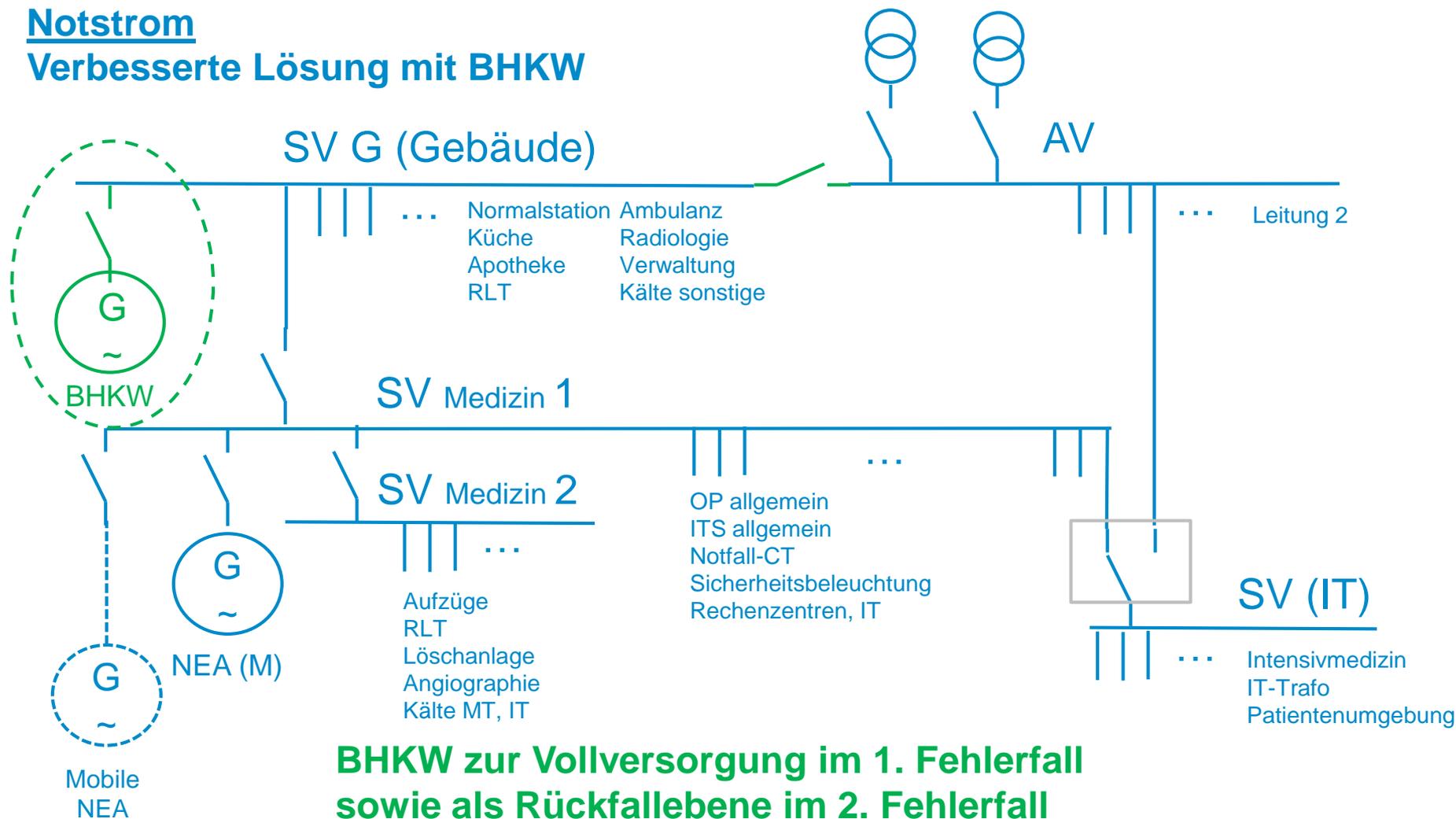
(Strom, Wärme, Dampf, Kälte stets gleichzeitig!)

... sowie: **Inselbetrieb mit BHKW (Notstrom) möglich!**

# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

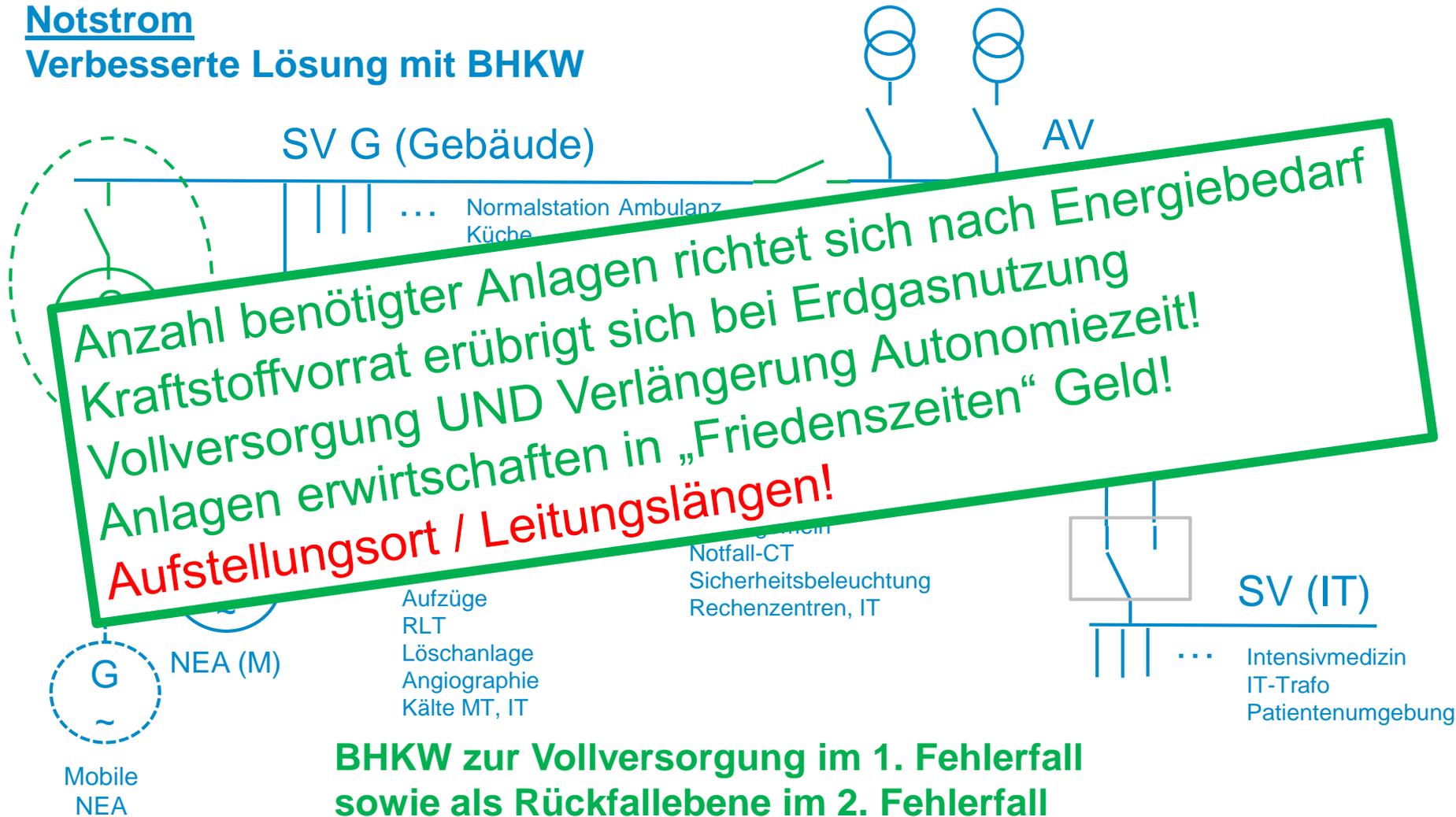
### Verbesserte Lösung mit BHKW



# Stromversorgung im Krankenhaus

## Notstrom

### Verbesserte Lösung mit BHKW



**BHKW zur Vollversorgung im 1. Fehlerfall  
sowie als Rückfallebene im 2. Fehlerfall**

## Blackout:

Gerüstet für extremwetterbedingte

**LANGANHALTENDE**

Stromausfälle ?

Sicherheitsstromversorgung im Krankenhaus –

**kritische, vorrangig zu versorgende Infrastruktur!**

Teil der Lösung?

**Ja!**

Bei hinreichend gesicherter Bereitstellung von Primärenergie (Erdgas) kann ein Krankenhaus mit BHKW-Technik **deutlich länger autark arbeiten (nicht nur überleben)** und maßgeblich dazu beitragen, dass die Gesellschaft **gegen extremwetterbedingte langanhaltende Stromausfälle gut gerüstet ist.**

# DISKUSSION



**Vielen Dank  
Für Ihre  
Aufmerksamkeit**

