

A collage of four small images: top-left shows people working at computers; top-right shows a server rack; bottom-left shows a woman's face; bottom-right shows a person working at a desk.

Verfügbarkeit und Redundanzkonzepte



Der Kursteilnehmer

- kann den **Begriff „Verfügbarkeit“** mit eigenen Worten beschreiben
- kann den **Begriff „Five Nines“** richtig zuordnen
- kann die **Konzepte „N“, „N+1“ und „2N“** erklären und graphisch darstellen
- hat den **Unterschied** zwischen **serieller und paralleler Redundanz** verstanden und kann die Auswirkung auf die Verfügbarkeit mit eigenen Worten erklären

Verfügbarkeit und Redundanzkonzepte

- 1 Definitionen von Verfügbarkeit
- 2 Redundanz-Systeme
- 3 Redundanzbeispiele Kälte- und Lüftungstechnik
- 4 Redundanzbeispiele Energieversorgung

Gruppenarbeit

Was ist Verfügbarkeit

Wer definiert Verfügbarkeit?

Wie messen wir Verfügbarkeit?



Verfügbarkeit “A” in Prozent zur Gesamtzeit:

$$A = \frac{t_{up}}{t_{up} + t_{down}}$$

Verfügbarkeit A	Übliche Referenz	Ausfallzeit (auf einer Basis von 8 760 h im Jahr)
90 %	1x9	36,5 Tage
99 %	2x9	3,65 Tage
99,9 % (3x9)	3x9	8,76 h
99,99 % (4x9)	4x9	52,6 min
99,999 % (5x9)	5x9	5,3 min
99,9999 % (6x9)	6x9	31,5 s

Das stellt eine sehr technisch/akademische Sicht auf die Verfügbarkeit dar!

100%ige Verfügbarkeit gibt es in der Praxis nicht!

Ein System ist verfügbar, wenn der Nutzer die Anwendungen des Systems vereinbarungsgemäß nutzen kann!



Wie kann die Verfügbarkeit verbessert werden?

- Bessere Qualität der Systeme / Sub-Systeme => MTBF
MTBF = Mean Time Between Failures => mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen für reparierbare Einheiten
- Verbesserung der Reparaturfreundlichkeit => MTTR
MTTR = Mean Time To Repair => die mittlere Reparaturzeit nach einem Ausfall eines Systems
- Einbau von Redundanzen
 - Parallele Redundanz
 - *Serielle Redundanz (=> macht wenig Sinn)*

Die Verfügbarkeit von Systemen wird bestimmt durch die Verfügbarkeit der einzelnen Komponenten und die Art ihrer Verbindung.

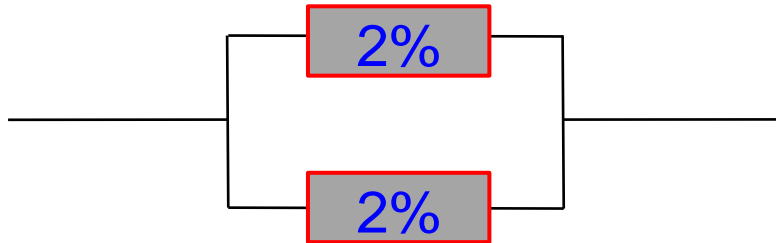
Annahme:

Die Komponente A hat eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 2% und die Komponente B ebenso.



$$0,02 + 0,02 = 0,04$$

=> **Verfügbarkeit 96%**



$$1 - (0,02 \times 0,02) = 1 - 0,0004$$

=> **Verfügbarkeit 99,96%**

Systeme

RZ

Sub-Systeme

Strom
Klima
Netzwerk

Komponenten

Trafo
Generator
Verteilung
USV
PDU

Chiller
Pumpe
Rohre
ULK
CRAC

Router
Switch
Patchfeld
.

Bauteile

Schalter
Batterie

Sensor
Ventil

Kabel
Stecker

Tabelle 1 – Verfügbarkeitsklassen und Beispielausführungen

	Verfügbarkeitsklasse 1	Verfügbarkeitsklasse 2	Verfügbarkeitsklasse 3	Verfügbarkeitsklasse 4
Verfügbarkeit der Gesamtheit aller Infrastrukturen	Gering	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Definition der Stromversorgung (siehe EN 50600-2-2)	Einzelpfad zu den Primärverteilungseinrichtungen – Eine Quelle	Einzelpfad zu den Primärverteilungseinrichtungen – Redundante Quellen	Mehrere Pfade zu den Primärverteilungseinrichtungen – Redundante Quellen	Mehrere Pfade zu den Primärverteilungseinrichtungen – Mehrere Quellen
Definition der Stromverteilung (siehe EN 50600-2-2)	Einzelpfad	Einzelpfad mit Redundanz	Mehrere Pfade – Lösung für Instandsetzung im laufenden Betrieb	Mehrere Pfade – Fehlertolerant außer während der Instandhaltung
Definition der Regelung der Umgebungsbedingungen (siehe EN 50600-2-3)	Einzelpfad	Einzelpfad mit Redundanz	Mehrere Pfade – Lösung für Instandsetzung im laufenden Betrieb	Mehrere Pfade – Fehlertolerant außer während der Instandhaltung
Definition der Telekommunikationsverkabelung (siehe EN 50600-2-4)	Einzelpfad – direkte Verbindungen oder fest installierte Infrastruktur mit einer Zugangsnetzverbindung	Einzelpfad – fest installierte Infrastruktur mit mehreren Zugangsnetzverbindungen	Mehrere Pfade – fest installierte Infrastruktur mit unterschiedlichen Kabelwegen mit mehreren Zugangsnetzverbindungen	Mehrere Pfade – fest installierte Infrastruktur mit unterschiedlichen Kabelwegen und redundant ausgelegten Verteilerbereichen und mehreren Zugangsnetzverbindungen

Tabelle B.1 – Zusammenfassung der Verfügbarkeitsklassifikation

Element	Verfügbarkeitsklasse			
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
EN 50600-2-2, Stromversorgung				
Verfügbarkeit	Gering	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Redundante Quellen	Nein	Ja	Ja	Ja
Vor Ausfall der Quelle geschützt	Nein	Ja	Ja	Ja
Redundanter Pfad zur Primärverteilung	Nein	Nein	Ja	Ja
Vor Ausfall des Pfades geschützt	Nein	Nein	Ja	Ja
Bereichsbildung	Nein	Nein	Nein	Ja
Vor Ausfall einzelner Geräte geschützt	Nein	Ja	Ja	Ja
Lastbetrieb während der Instandhaltung	Nein	Nein ¹⁾	Ja	Ja
Fehlertolerant	Nein	Nein	Ja ²⁾	Ja
EN 50600-2-2, Stromverteilung				
Verfügbarkeit	Gering	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Redundante Pfade	Nein	Nein	Ja	Ja
Vor Ausfall des Pfades geschützt	Nein	Nein	Ja	Ja
Bereichsbildung	Nein	Nein	Nein	Ja
Vor Ausfall einzelner Geräte geschützt	Nein	Ja	Ja	Ja
Lastbetrieb während der Instandhaltung	Nein	Nein ¹⁾	Ja	Ja
Fehlertolerant	Nein	Nein	Nein	Ja ²⁾
EN 50600-2-3, Regelung der Umgebungsbedingungen				
Verfügbarkeit	Gering	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Redundante Quelle	Nein	Nein	Ja	Ja
Redundante Pfade	Nein	Nein	Ja	Ja
Vor Ausfall des Pfades geschützt	Nein	Nein	Ja	Ja
Bereichsbildung	Nein	Nein	Nein	Ja
Vor Ausfall einzelner Geräte geschützt	Nein	Ja	Ja	Ja
Lastbetrieb während der Instandhaltung	Nein	Nein ¹⁾	Ja	Ja
Fehlertolerant	Nein	Nein	Nein	Ja ²⁾

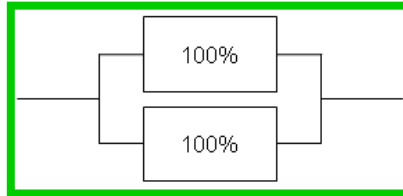
¹⁾ Abhängig von dem von der Instandhaltung betroffenen Gerät.

²⁾ Außer während der Instandhaltung.

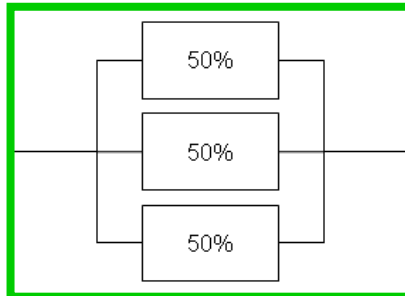
N



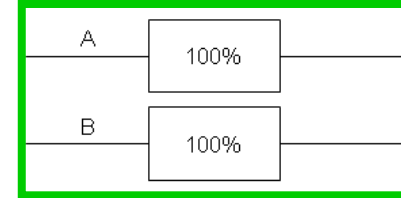
N+1



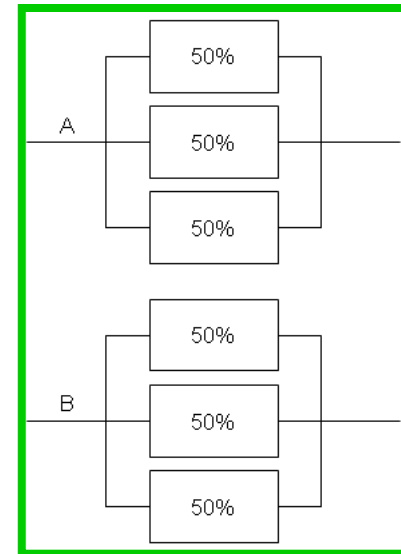
N+1



2N



2(N+1)



<u>Stufen</u>	<u>Bedeutung + Beispiel</u>
N	keine Redundanz im Pfad + keine redundanten Komponenten z.B. 1 EVU-Einspeisung versorgt über einen Transformator mit einer Schaltanlage ein IT-Equipment über eine USV
N+1	keine Redundanz im Pfad + parallelredundante Komponenten z.B. 1 x EVU-Einspeisung, 1 x Transformator mit gekoppelter NEA, 1 x NSHV N+1 x USV (N=benötigte Anzahl)
N+2	keine Redundanz im Pfad + redundante Komponenten auch bei Wartung z.B. 1 x EVU-Einspeisung, N+1 Transformatoren mit gekoppelter NEA, N+2 x USV
2 N	redundante Pfade + keine redundanten Komponenten z.B. doppelte EVU-Einspeisung mit jeweils einem Transformator
2 N +1	redundante Pfade + teilredundante Komponenten z.B. doppelte EVU-Einspeisung mit jeweils einem Transformator und einem weiteren zuzuordnenden Transformator (Aushelfer)
2 (N+1)	redundante Pfade + redundante Komponenten z.B. durchgängige Zweigleisigkeit der Energieversorgung von der redundanten, räumlichgetrennten Transformatorstation über 2 Stränge mit N+1 USV-Anlagen über jeweils 2 Verteilerschränke bis zum IT-Equipment mit 2 Netzteilen

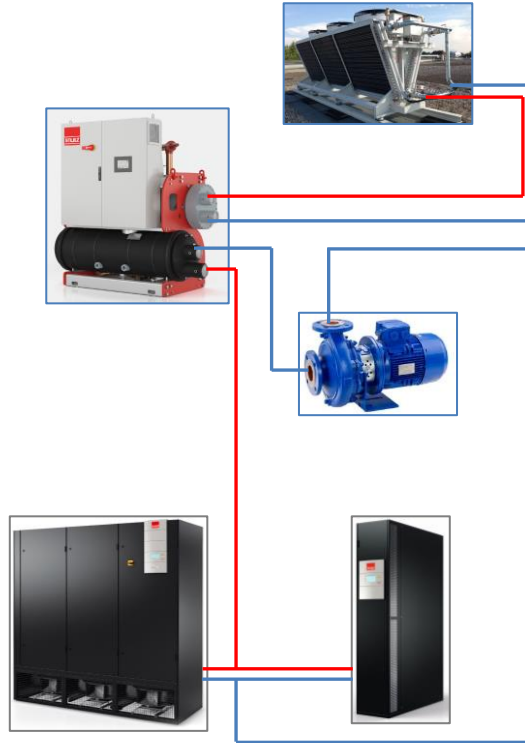
N

Rückkühler

Kältemaschine /
Kaltwassersatz
inkl. Wärmetauscher

Pumpen

Umluftkühlgeräte /
Reihen Kühlgeräte



- Jeder Anlagenfehler führt zum Ausfall des Gesamtsystems



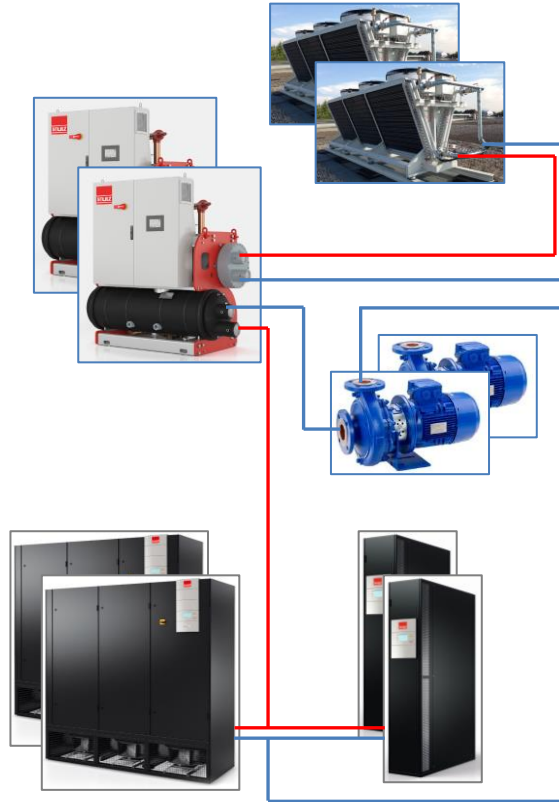
N+1

Rückkühler

Kältemaschine /
Kaltwassersatz
inkl. Wärmetauscher

Pumpen

Umluftkühlgeräte /
Reihen Kühlgeräte



- Das Gesamtsystem ist **nicht** fehlertolerant
- Der Fehler einer Komponente führt nicht zwingend zum Ausfall des Gesamtsystems
- Zu bestimmten Wartungsarbeiten muss das System abgeschaltet werden

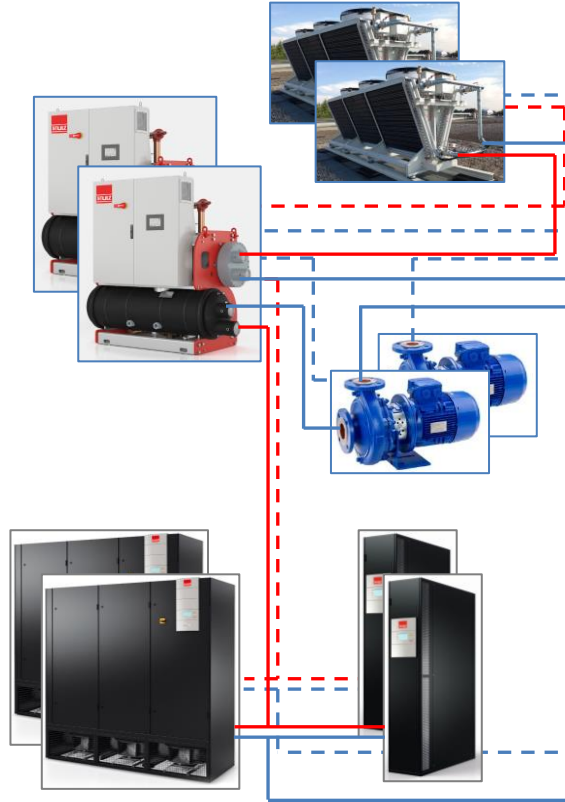
N+1(+ Ersatzwege)

Rückkühler

Kältemaschine /
Kaltwassersatz
inkl. Wärmetauscher

Pumpen

Umluftkühlgeräte /
Reihen Kühlgeräte



- Das Gesamtsystem ist **nicht** fehlertolerant
- Der Fehler einer Komponente führt nicht zwingend zum Ausfall des Gesamtsystems
- Zu Wartungsarbeiten muss das System **nicht** abgeschaltet werden

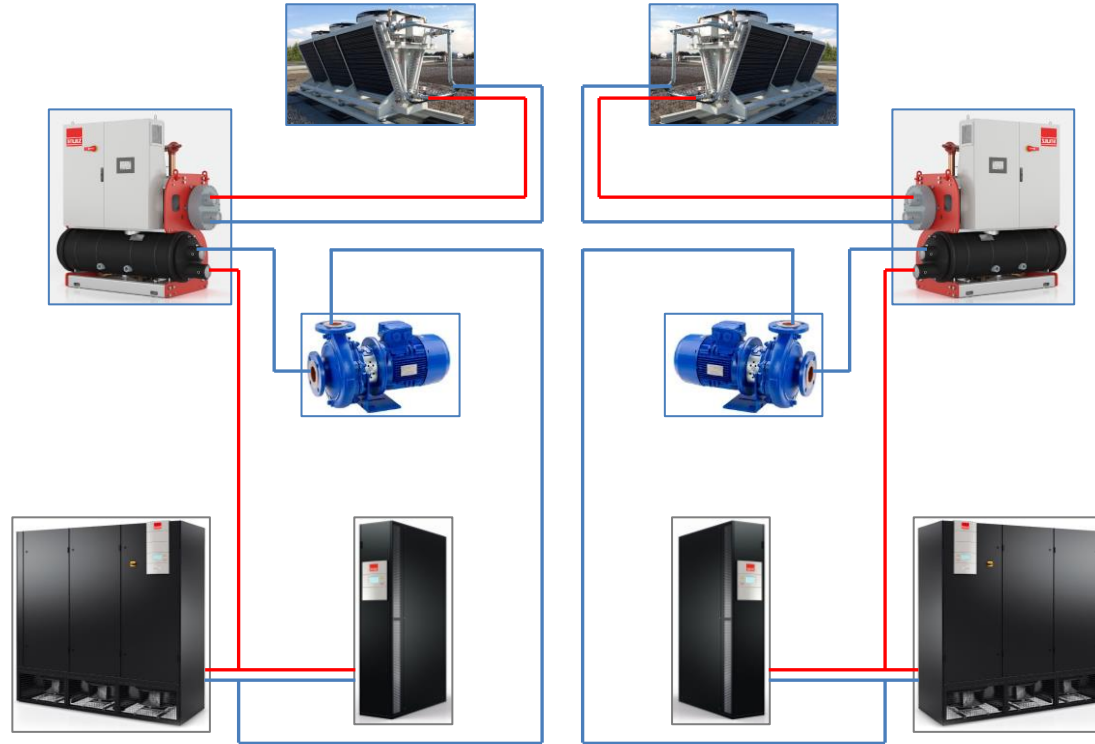
2N

Rückkühler

Kältemaschine /
Kaltwassersatz
inkl. Wärmetauscher

Pumpen

Umluftkühlgeräte /
Reihenkühlgeräte



- Fehlertolerant
- Ein Fehler darf nicht zum Ausfall des Gesamtsystems führen

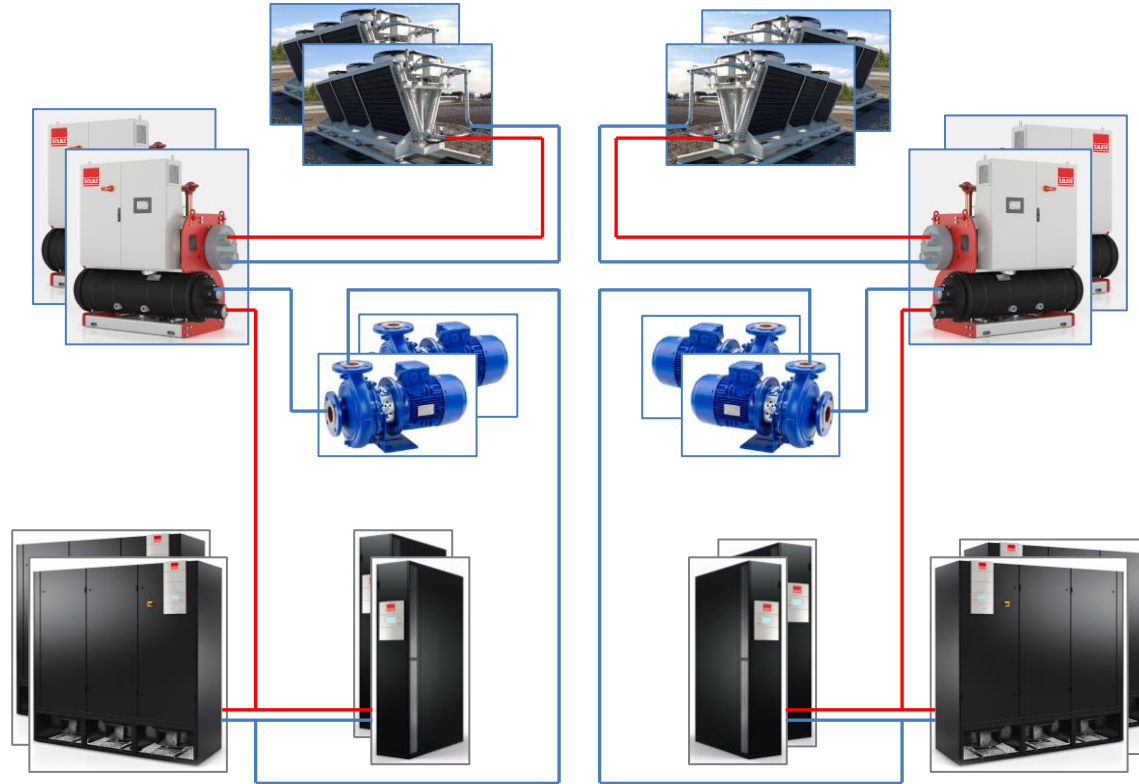
2(N+1)

Rückkühler

Kältemaschine /
Kaltwassersatz
inkl. Wärmetauscher

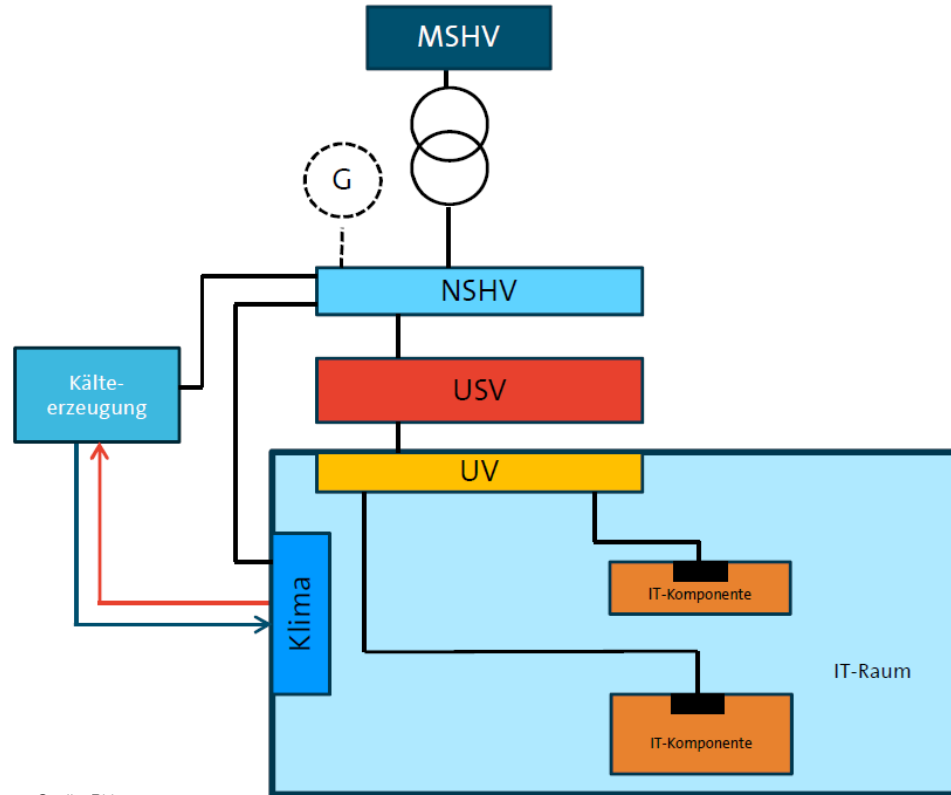
Pumpen

Umluftkühlgeräte /
Reihenkühlgeräte



- Fehlertolerant
- Ein Fehler darf nicht zum Ausfall des Gesamtsystems führen

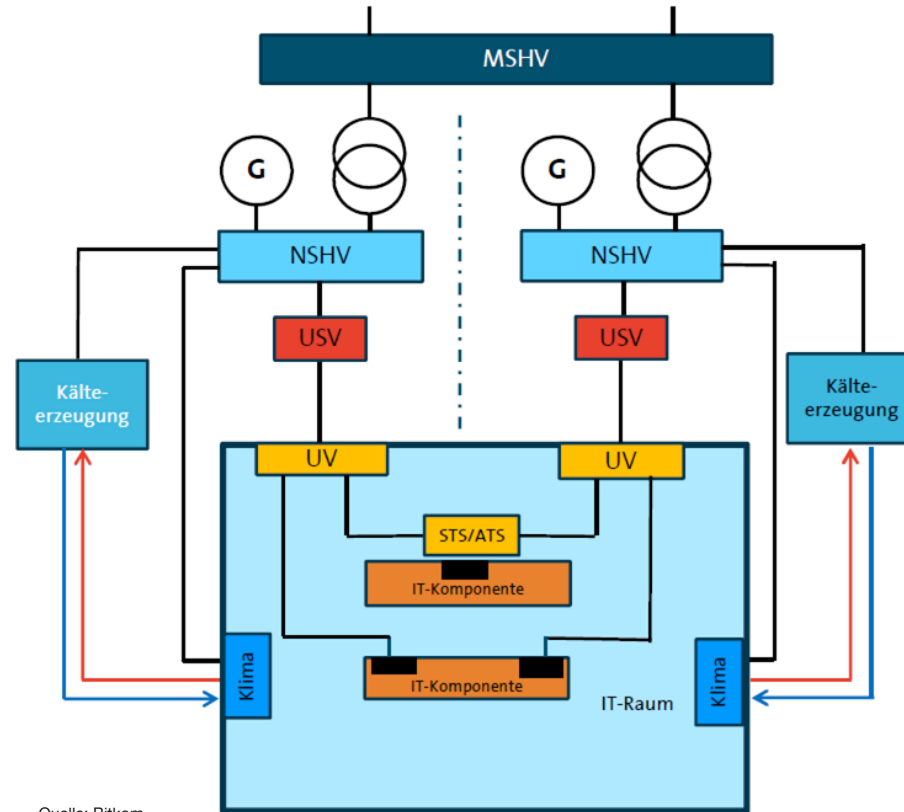
N



Quelle: Bitkom

[illegible]

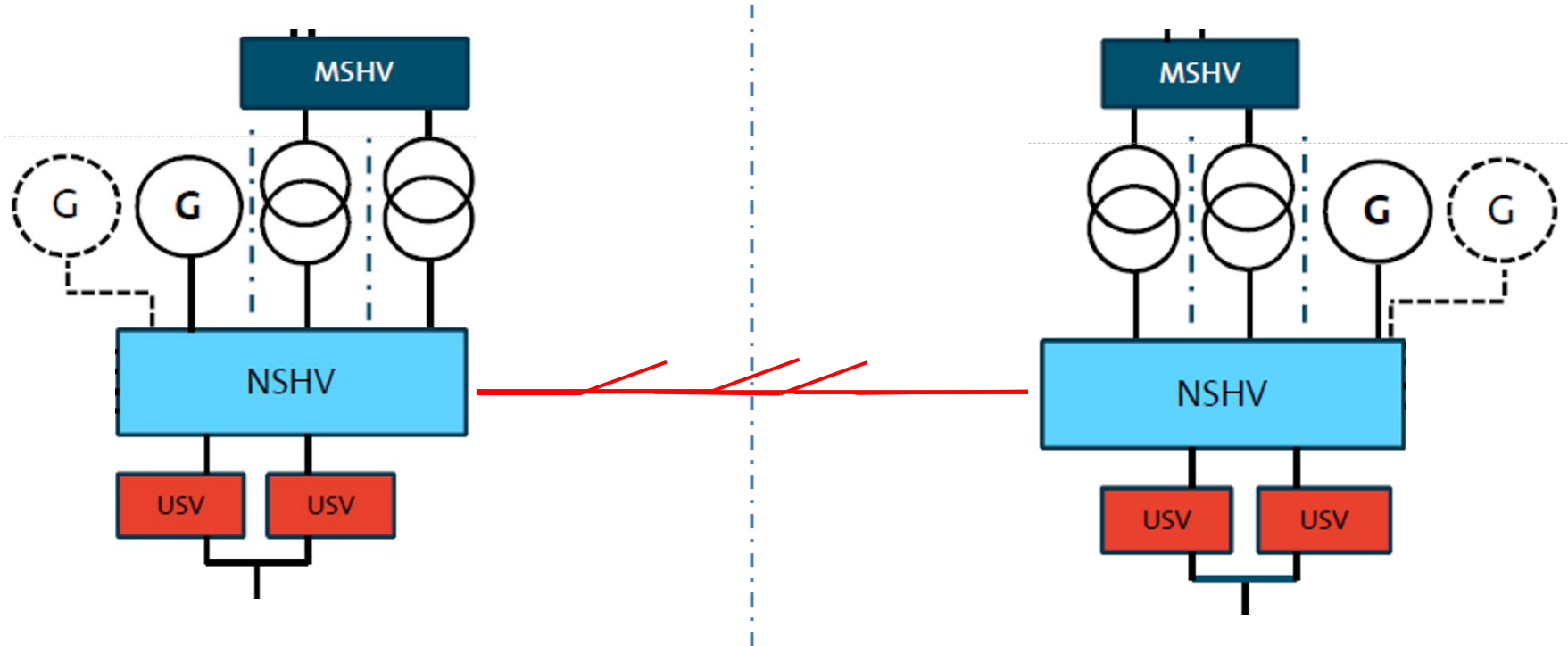
2N



Quelle: Bitkom

Das Diagramm zeigt die Anordnung der IT-Infrastruktur in einem IT-Raum. Im Zentrum befindet sich ein großer blauer Kasten, der den IT-Raum darstellt. Innerhalb dieses Raums sind von oben nach unten folgende Komponenten angeordnet: zwei gelbe UV-Blöcke, ein gelber STS/ATS-Block, ein orangefarbener IT-Komponente-Block und ein weiterer orangefarbener IT-Komponente-Block. Über dem IT-Raum befinden sich zwei identische NSHV-Blöcke (Niederdruckströmventilator). Jeder NSHV-Block ist mit zwei roten USV-Blöcken (Ununterbrechbare Stromversorgung) verbunden. Über den NSHV-Blöcken befinden sich zwei identische MSHV-Blöcke (Mitteldruckströmventilator). Jeder MSHV-Block ist mit zwei Kreisen verbunden, die als G (Geräte) bezeichnet werden. Die Kälteerzeugung erfolgt über zwei identische Kälteerzeugungsanlagen, die an den NSHV-Blöcken angeschlossen sind. Die Kälteerzeugung ist über rote Pfeile mit den UV-Blöcken und über blaue Pfeile mit den IT-Komponenten verbunden. Die Kälteerzeugung ist auch über blaue Pfeile mit den NSHV-Blöcken verbunden. Die Kälteerzeugung ist über blaue Pfeile mit den MSHV-Blöcken verbunden. Die Kälteerzeugung ist über blaue Pfeile mit den IT-Komponenten verbunden. Die Kälteerzeugung ist über blaue Pfeile mit den IT-Komponenten verbunden. Die Kälteerzeugung ist über blaue Pfeile mit den IT-Komponenten verbunden.

Copyright DCE academy



- ❖ Verfügbarkeit immer aus Sicht des Nutzers betrachten
- ❖ Nur parallele Redundanzen machen Sinn
- ❖ 100% Verfügbarkeit gibt es nicht
- ❖ N+1 kann sehr unterschiedlich aussehen
- ❖ Nur verbauen was auch wirklich nötig ist
- ❖ “Wartung im laufenden Betrieb” kann ”unsinnige” Redundanzen erzeugen



Copyright

- Alle Rechte für die gezeigten und den Teilnehmern überlassenen Schulungsunterlagen gehören der DCE academy sowie den jeweiligen Referenten der DCE academy (soweit durch Quell- und Urheberangaben nichts anders geregelt).
- Die Vervielfältigung und Weitergabe auch in Teilen an Dritte ist nicht gestattet. Ebenso die Abspeicherung und/oder Veröffentlichung in Social Media, Internet oder sonstigen Medien.

Nutzungsrechte

- Der/die Teilnehmer/in der Schulungen erhalten ein personenbezogenes Nutzungsrecht für die in dem gebuchten Kurs vorgestellten und übergebenen Schulungsunterlagen. Das Nutzungsrecht ist nicht übertragbar auf andere Personen, auch nicht innerhalb eines Unternehmens / Organisation.