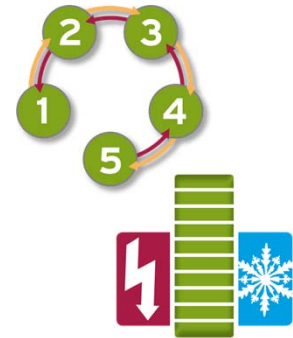


Analyse und Optimierung der Ausfallsicherheit von Rechenzentren

Uwe Müller





DIN EN 50600	VK 1	VK 2	VK 3	VK 4	VK 4 erw.
Verfügbarkeit	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	
DIN EN 50600-2-2 Stromversorgung	keine Redundanz	Komponenten Redundanz	Instandsetzung im lfd. Betrieb	Fehlertoleranz (Transferschalter)	
Ausfallsicherheit (resiliency) durch Versorgungspfade	Einer, N	Einer, N+1	Mehrere, 2N	Mehrere, 2N	
Herabgesetzte Ausfallsicherheit	-	-	-	relevant	
DIN EN 50600-2-3 Regelung d. Umgebungsbed.	-	keine Ausfallsicherheit	Komponenten Redundanz	Instandsetzung im laufenden Betrieb	
Ausfallsicherheit (resiliency) durch Versorgungspfade	-	Einer, N	Einer, N+1	Einer, N+1	Mehrere, 2N
Herabgesetzte Ausfallsicherheit	-	-	-	relevant (abh. von Stromversorgung)	

Quellen: DIN EN 50600-1 2013, DIN EN 50600-2-2 2014, DIN EN 50600-2-3 2015



Ausblicke: **EN 50600-2-2 Ed.2** und **EN 50600-2-3 Ed.2**

- Erscheinen ist Anfang 2019 zu erwarten
- Strikte Trennung zwischen **Versorgung** (Supply) und **Verteilung** (Distribution)
- Entfall von uneindeutigen Bezeichnungen ($N+1$, $2N$) zugunsten von **Versorgungspfaden**
- Zulassen von **asymmetrischen Infrastrukturen**, bspw. in der VK 3 ein Pfad mit redundanten USV-Anlagen
- **Keine SPoF** in der **VK 4** zulässig, gilt auch für EN 50600-2-3
- **Vollständige Wartbarkeit** im laufenden Betrieb ab **VK 3**



Ausblick: EN 50600-1 Ed. 2, Annex A: Verfügbarkeit

Verfügbarkeit (Availability):

$$A = \frac{(\textit{Betrachtungszeit} - \textit{Ausfallzeit})}{\textit{Betrachtungszeit}}$$

Verfügbarkeit in %:

$$A = \frac{(\textit{Betrachtungszeit} - \textit{Ausfallzeit})}{\textit{Betrachtungszeit}} * 100 \%$$

Die Zeitspannen können nur **für Data Center** ermittelt werden, die sich bereits **im Betrieb** befinden!



Weshalb Analytik? – Mein RZ ist doch zertifiziert!

1. **Verfügbarkeit** und **Ausfallsicherheit** (resilience) sind nicht unabhängig voneinander.
2. **Die Zuverlässigkeit** eines Data Center verringert im Laufe der Zeit, denn es unterliegt der **Alterung**.
3. **Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit** und **Fehlertoleranz** können berechnet werden!

**„Was man nicht messen kann,
kann man nicht lenken.“**

Peter F. Drucker (Ökonom, *1909 Wien; †2005 Claremont)



	Rechenzentrumszertifizierung	Analytik der Ausfallsicherheit
Bewertungsprinzip der Infrastruktur	Qualitativ: Checklisten bzw. Kriterienkataloge	Quantitativ: Berechnung von Kennzahlen
Anbieter	Uptime Institut, TÜV Nord/Süd/Rheinland/Hessen, BSI, eco, ...	InfraOpt GmbH ...
Ergebnis	Tier I ... IV oder Level I ... IV (+) oder Kategorie I ... IV oder 1 ... 5 Stars oder Verfügbarkeitsklasse 1 ... 4	Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, 1 – und 2 – Fehlertoleranz, SPoF, DPoF, SPoRA, DPoRA Verfügbarkeitsklasse 1 ... 4
Kennzahlen	☒ nein	☑ Ja
Optimierung	☒ nein	☑ Ja
Investitionsplanung	☒ nein	☑ Ja
SLA-Validierung	☒ nein	☑ Ja
BIM-Integration	☒ nein	Perspektivisch möglich



Kennzahlen der Ausfallsicherheit: **Verlässlichkeit**

Zuverlässigkeit $R(t) = e^{-t/MTBF}$

- Merkmal für die Wahrscheinlichkeit, dass das RZ die Funktion erfüllt
- Berücksichtigt die Ausfallrate von Komponenten im Verlauf der Zeit

Inhärente Verfügbarkeit $A_i = MTBF / (MTBF + MTTR)$

- Berechnete Verfügbarkeit auf Grundlage der eingesetzten Komponenten und Systeme

Operationale Verfügbarkeit $A_o = MTBM / (MTBM + MDT)$

- Berechnete Verfügbarkeit, berücksichtigt Wartungen, Umbauten, Elementarereignisse, Fehlhandlungen, tatsächliche Liefer- und Reparaturzeiten usw.



Kennzahlen der Ausfallsicherheit: **Fehlertoleranz**

Single Point of Failure: $|SPoF| = N$

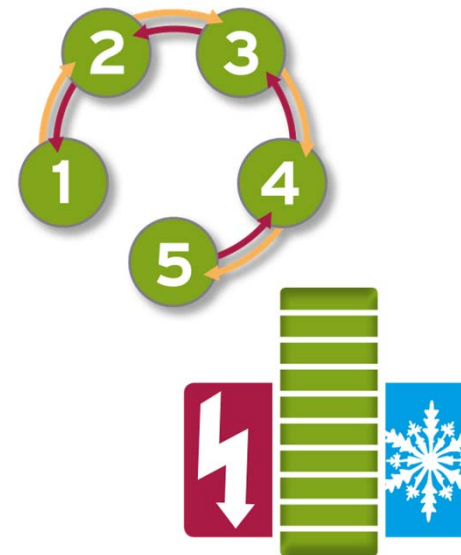
- Anzahl der 1-Fehlerpunkte, durch welche die DCI ausfallen kann
- Analytische Bestimmung der Verfügbarkeitsklassen nach EN 50600-2-2 „Stromversorgung“ und EN 50600-2-3 „Regelung der Umgebungsbedingungen“

Double Point of Failure: $|DPoF| = \binom{N}{k}; k = 2$

- Anzahl der 2-Fehlerkombinationen, durch welche die DCI ausfallen kann
- Vorhersage, wie die DCI im Fall von geplanten oder ungeplanten Fehlerereignissen reagiert
- Bestimmung des „herabgesetzten Ausfallsicherungsgrades“ gemäß EN 50600-2-2



InfraOpt **Analyseprozess** in fünf Schritten



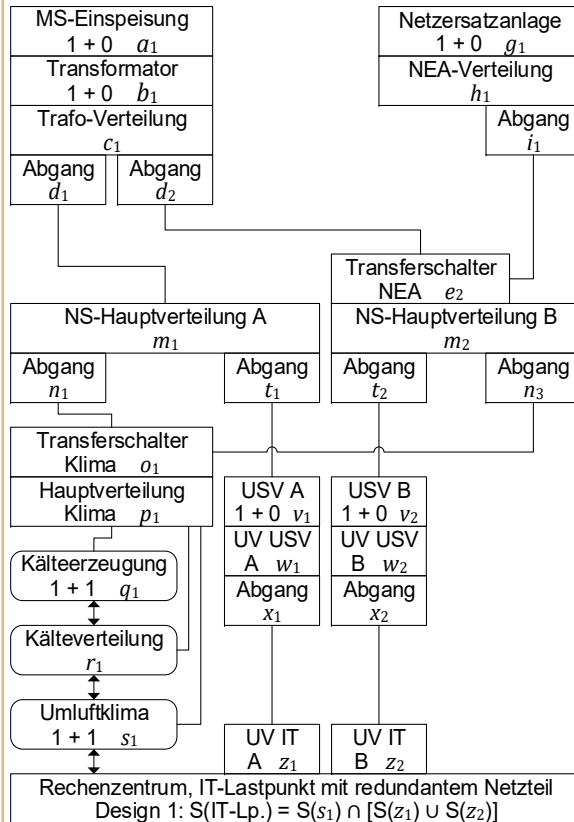
www.infraopt.eu

Praxiserprob: Automotive, Colocation, Industrie, Telekommunikation ...

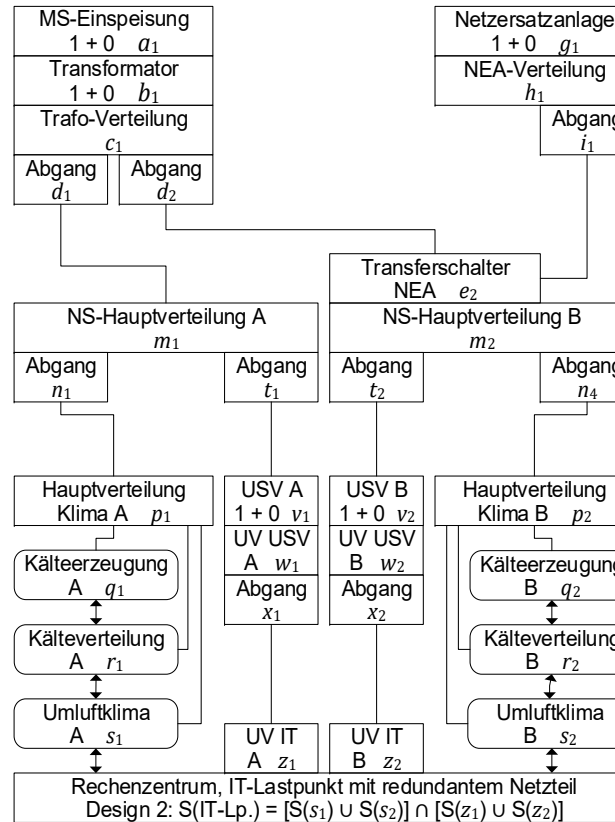


Analyse der Ausfallsicherheit von Designvarianten

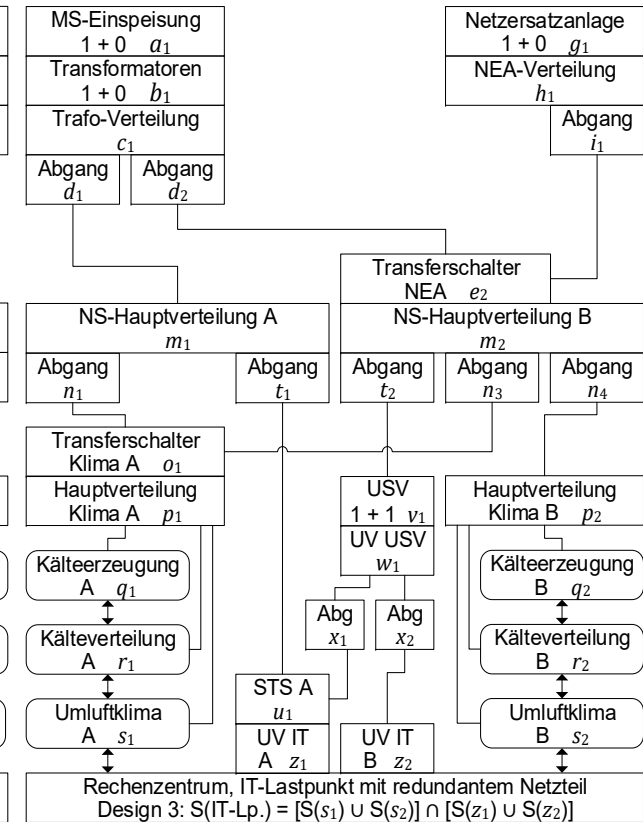
Design 1: $2N_E$ & N_C+1



Design 2: $2N_E$ & $2N_C$



Design 3: $2N_E$ & $2N_C$





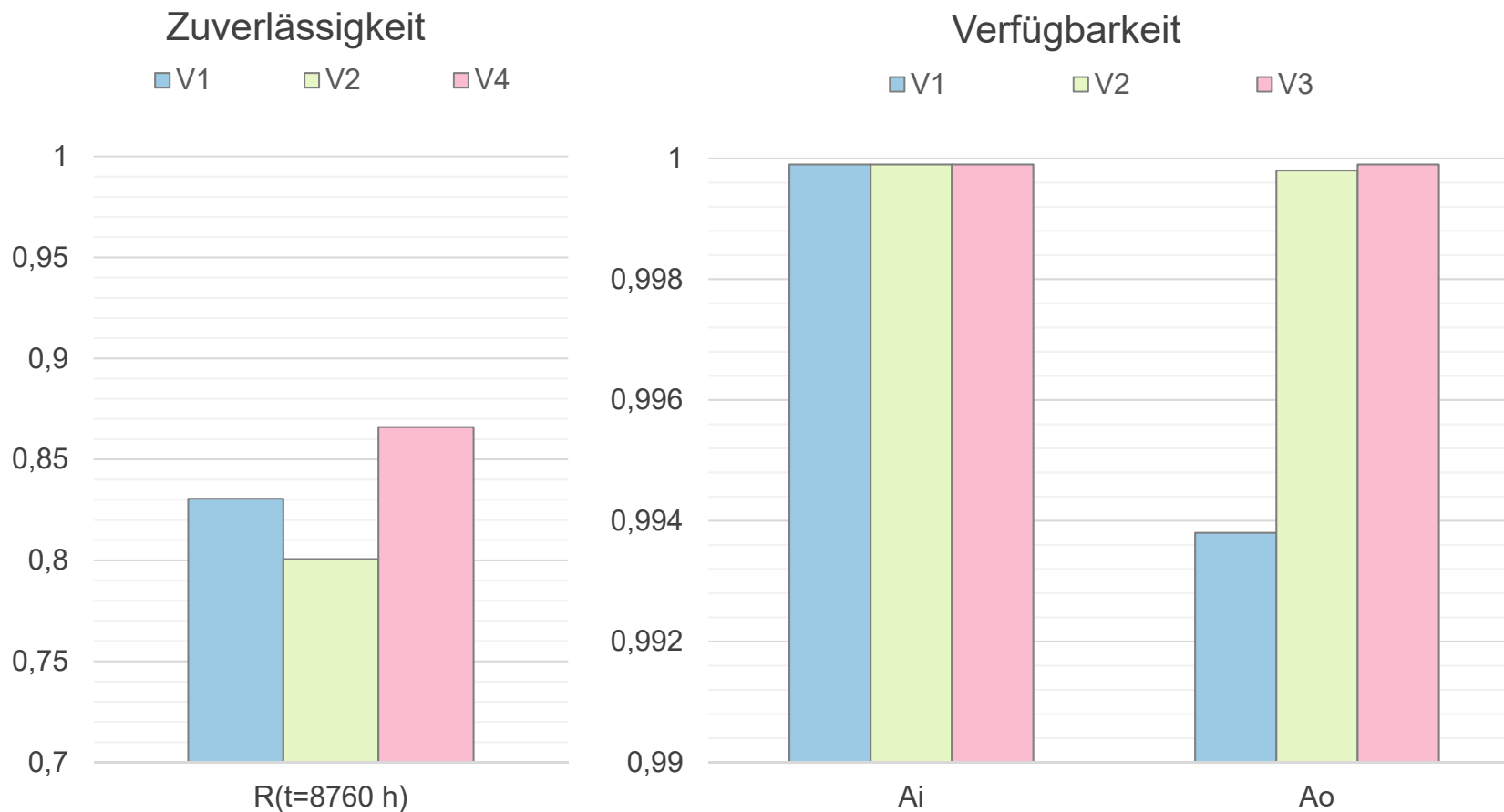
Analyse der Ausfallsicherheit von Designvarianten

Metrik	Design 1 $2N_E & N_C+1$	Design 2 $2N_E & 2N_C$	Design 3 $2N_E & 2N_C$
$N_{k=1}$	28	31	32
$N_{k=2}$	378	465	496
$R(t=1 \text{ a})$	0,8304	0,8006	0,8660
A_i	0,9999	0,9999	0,9999
A_o	0,9938	0,9998	0,9999
$SPoF$	3	0	0
$DPoF$	165	139	82

Daten der Systeme und Komponenten aller Varianten konsistent

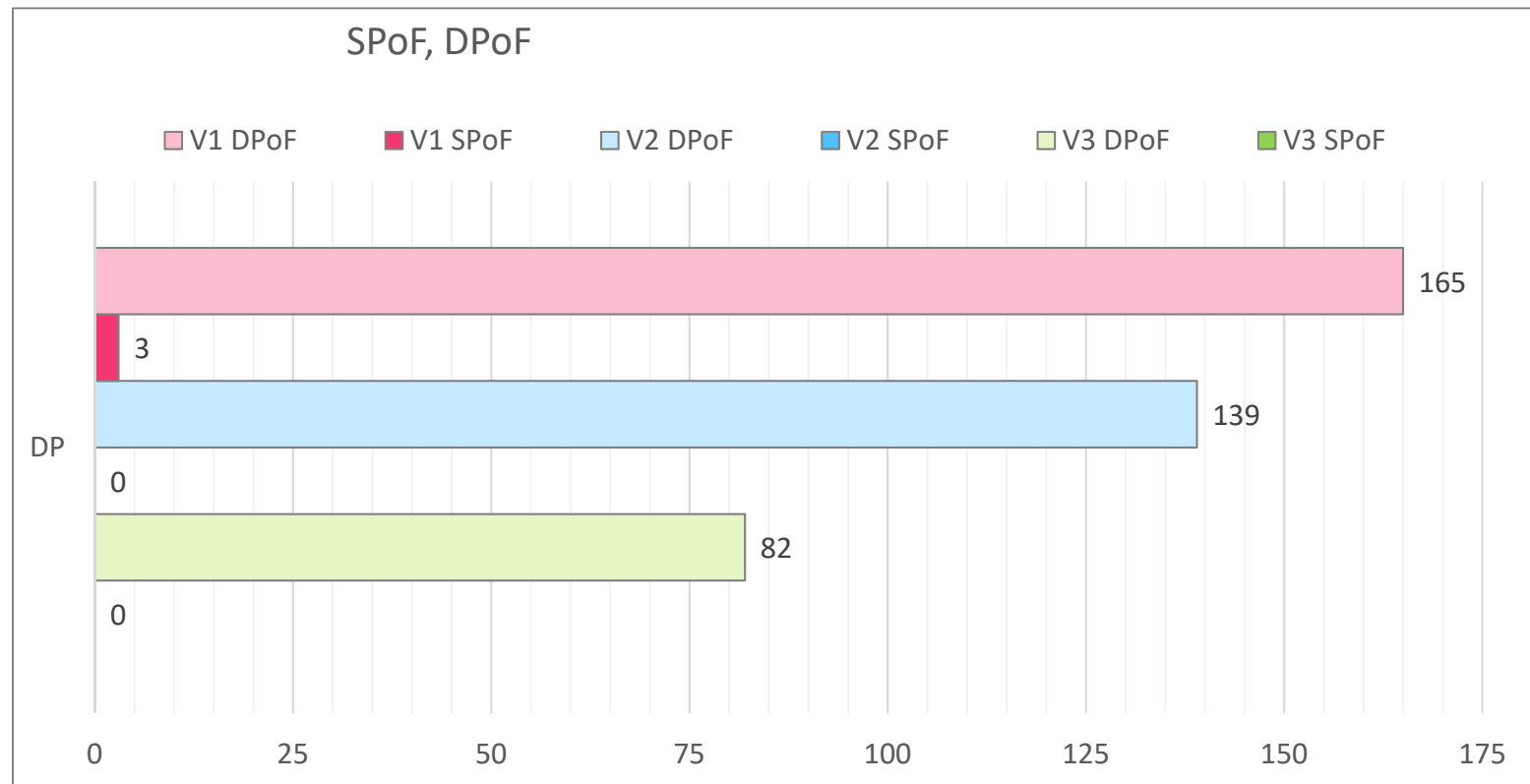


Variantenanalyse: Optimierung Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit





Beispiel: Optimierung der Fehlertoleranz





2009
2011

FuE-Vorhaben: Investitionsbank des Landes Brandenburg; TU Berlin, Prof. Strunz; Uni Potsdam, Prof. Schaub; Ass. Prof. Welzig

2012

IEEE PES ISGT Europa, Publikation: “Integrated Reliability Modeling for Data Center Infrastructures: A Case Study”

2013

Fünf-Stufen-Dienstleistungsprozess
Simulationssoftware InfraOpt64

2014
2016

FuE-Vorhaben: Investitionsbank des Landes Brandenburg;
Technische Universität Berlin, Prof. Strunz

Juni
2017

InfraOpt GmbH: Begutachtung, Analyse, Evaluation und Zertifizierung von technischen Infrastrukturen insbesondere Rechenzentren

Juni
2017

Annahme des **ANTRAG** zur Prüfung der Akkreditierungsfähigkeit von Konformitätsbewertungsprogrammen durch die **DAkKS**

2018

Normierung von Kennzahlen zur Ausfallsicherheit von Rechenzentren



Dipl.-Ing. Uwe Müller
Inhaber und Geschäftsführer

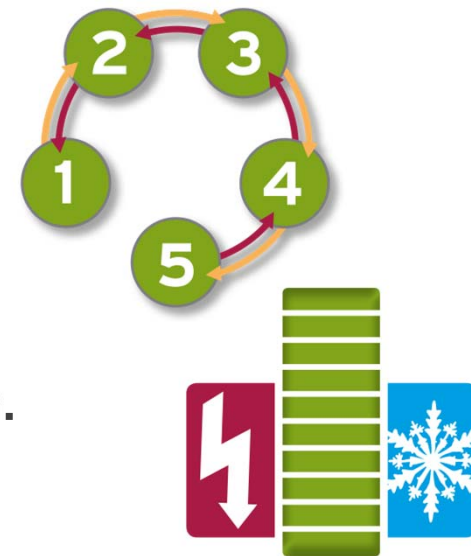
InfraOpt GmbH

Puschkinstr. 23 · 14943 Luckenwalde · Germany
www.infraopt.eu · uwe.mueller@infraopt.eu
Tel: +49 3371 6433-55 · Mob: +49 172 8368 939
Amtsgericht Potsdam HRB 30023

InfraOpt®

**Präventives Risikomanagement für
ausfallsichere Data Center Infrastrukturen.**

Ich freue mich auf Ihre Fragen.





Akronyme

- A_i Inherent availability
- A_o Operational availability
- DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
- DCI Data center infrastructure
- $DPoF$ Double point of failure
- $DPoRA$ Double point of reduced availability
- EN European standard
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ibmu.de Ingenieurgesellschaft für technische Beratung, Medien und Systeme mbH
- MDT Mean downtime
- $MTBF$ Mean time between failure
- $MTBM$ Mean time between maintenance
- $MTTR$ Mean time to repair
- $R(t)$ Reliability
- $SPoF$ Single point of failure
- $SPoRA$ Single point of reduced availability