

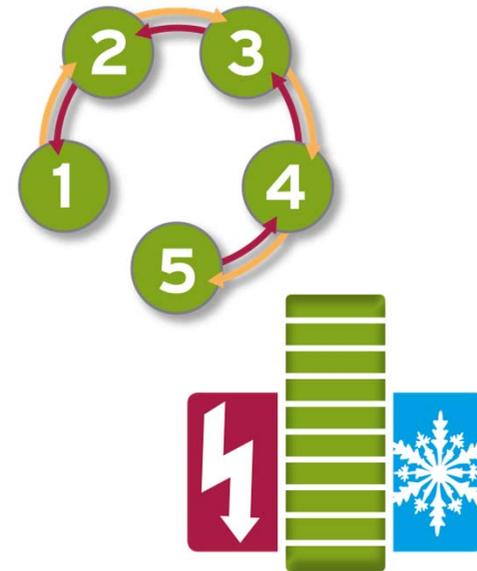
Data Center Ausfallsicherheit



Optimierung mittels Analytik

Ein Beitrag von

Dipl.-Ing. Uwe Müller
Geschäftsführender Gesellschafter
InfraOpt® GmbH



www.infraopt.eu

Agenda • 20. Februar 2018 • Hanau

Stand der Normung

- Die Rechenzentrumsnorm DIN EN 50600
- Ausblick auf die kommende Edition 2

Weshalb analytische Verfahren

- Vergleich zu qualitativen/quantitative Verfahren
- Etablierte Kennzahlen der RZ-Analytik

Analytik mittels InfraOpt

- Prozess der Modellierung und Analyse
- Anwendungsbeispiele und Bewertung

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

EN 50600-2-2, -2-3 Ed. 2: Ausblick

- 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 VK3 ein Pfad mit redundanten USV
- **Keine SPoF** in der **VK4**, gilt auch für EN 50600-2-3
- **Vollständige Wartbarkeit** im laufenden Betrieb ab **VK3**

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!

Resilienz (resilience)

Synonym für:

Belastbarkeit

Widerstandsfähigkeit

Stabilität

Elastizität

Ausfallsicherheit (DIN EN 50600)



„... **Fähigkeit** von technischen Systemen, bei Störungen bzw. Teil-Ausfällen **nicht** vollständig **zu versagen** ...“
(Wikipedia)

Weshalb Analytik? – Mein RZ ist doch zertifiziert!

1. **Verfügbarkeit** und **Ausfallsicherheit** (resilience) sind nicht unabhängig voneinander.
2. **Die Zuverlässigkeit** eines Data Center verringert sich mit 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 VK 1 ... 4	Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, 1 – und 2 – Fehlertoleranz, SPoF, DPoF, SPoRA, DPoRA Verfügbarkeitsklasse 1 ... 4
Kennzahlen	<input checked="" type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> Ja
Optimierung	<input checked="" type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> Ja
Investitionsplanung	<input checked="" type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> Ja
SLA-Validierung	<input checked="" type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> Ja
BIM-Integration	<input checked="" type="checkbox"/> nein	Perspektivisch möglich

Kennzahlen der Verlässlichkeit

Zuverlässigkeit $R(t) = e^{-t/MTBF}$

- Merkmal für die Wahrscheinlichkeit, dass das RZ die Funktion erfüllt
- Berücksichtigt eine konstante Ausfallrate bei exponentieller Verteilungsfunktion im Verlauf der Zeit

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

- Berechnete Verfügbarkeit auf Grundlage der eingesetzten Komponenten und Systeme, bei „idealer“ Wartung und Instandsetzung

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

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

Kennzahlen der Fehlertoleranz

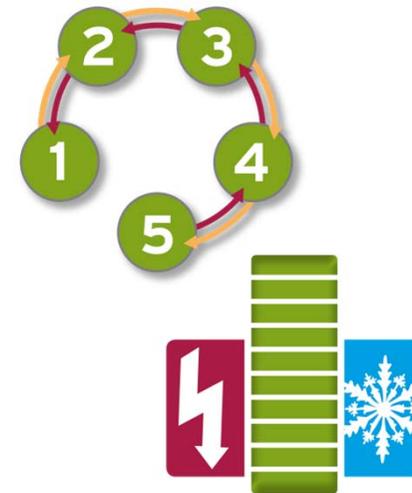
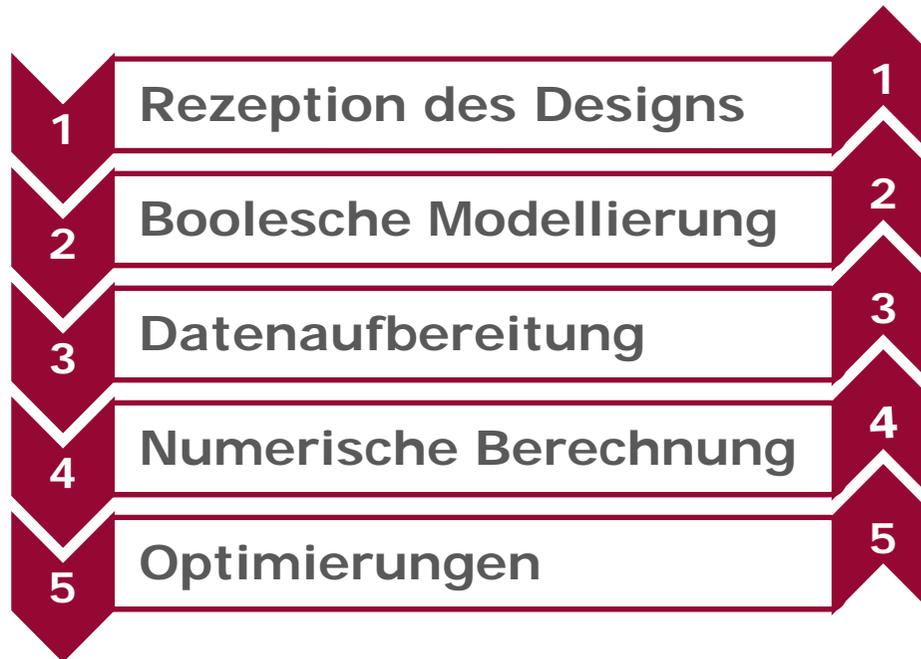
Single Point of Failure: $|SPoF| = N$

- 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

Analyseprozess in fünf Schritten



Praxiserprobt: Automotive, Colocation, Industrie, Telekommunikation ...

Data Center Infrastructure (DCI)

Notwendige Teilsysteme der DCI:

- Power Distribution – Stromversorgung EN 50600-2-2
- Environmental Control – Regelung der Umgebungsbedingungen EN 50600-2-3

Systemerfolg S eines Lastpunktes (z.B. Servers):

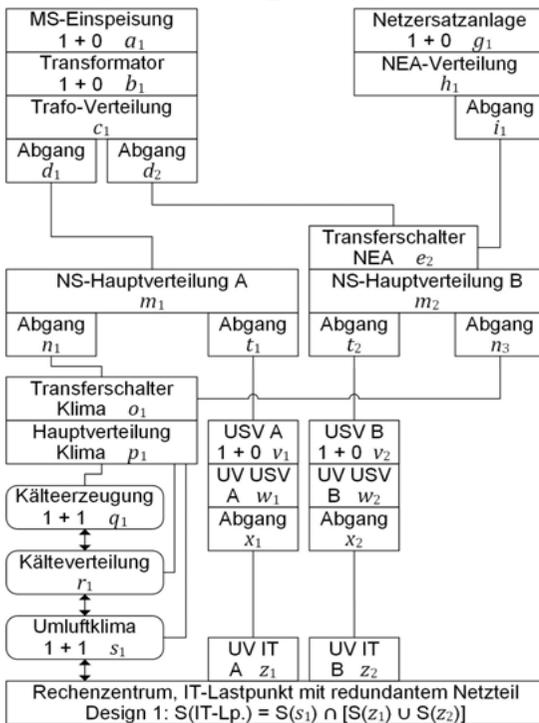
- $S(\text{Loadpoint}) = S(\text{Power}) \wedge S(\text{Environmental Control})$
- Ein Erfolgspfad beschreibt genau eine notwendige, minimale, ununterbrochene Funktionskette zum Lastpunkt
- Redundanzen bzw. Transferschalter dienen zur Vermehrung Erfolgspfade

Prinzip der Modellierung mittels InfraOpt:

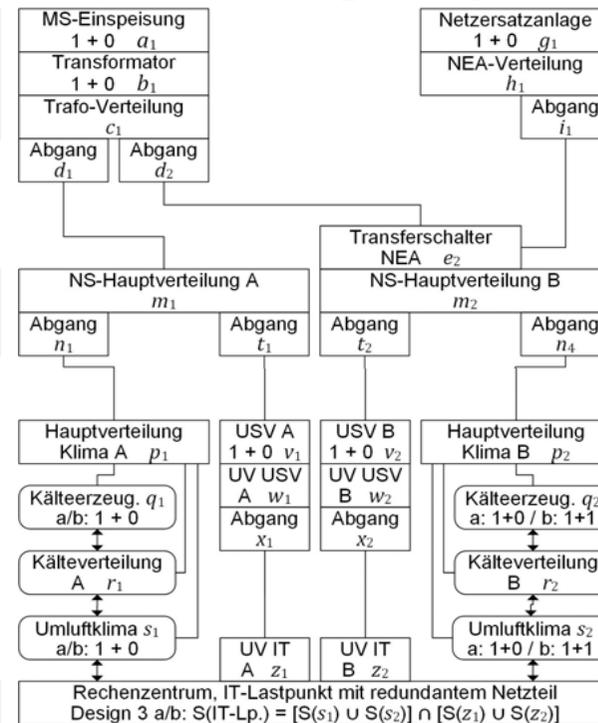
- Boolesche Algebra mit Disjunktstellung der Erfolgspfade gemäß EN 61078:2006
- Berechnung der Kennzahlen $R(t)$, A_i , A_o ; vollständige Simulation $SPoF$, $DPoF$

Analyse der Ausfallsicherheit von Designvarianten

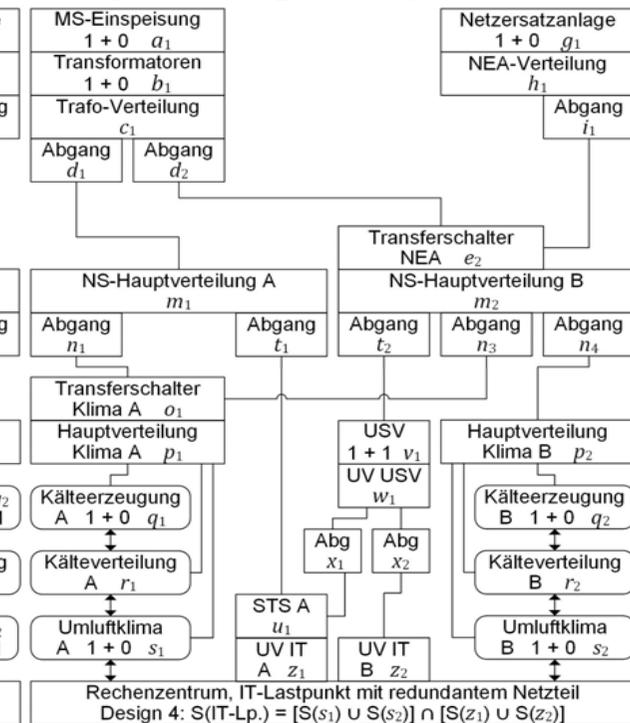
Design 1: $2N_E$ & N_C+1



Design 3 a/b: $2N_E$ & $2N_C$



Design 4: $2N_E$ & $2N_C$

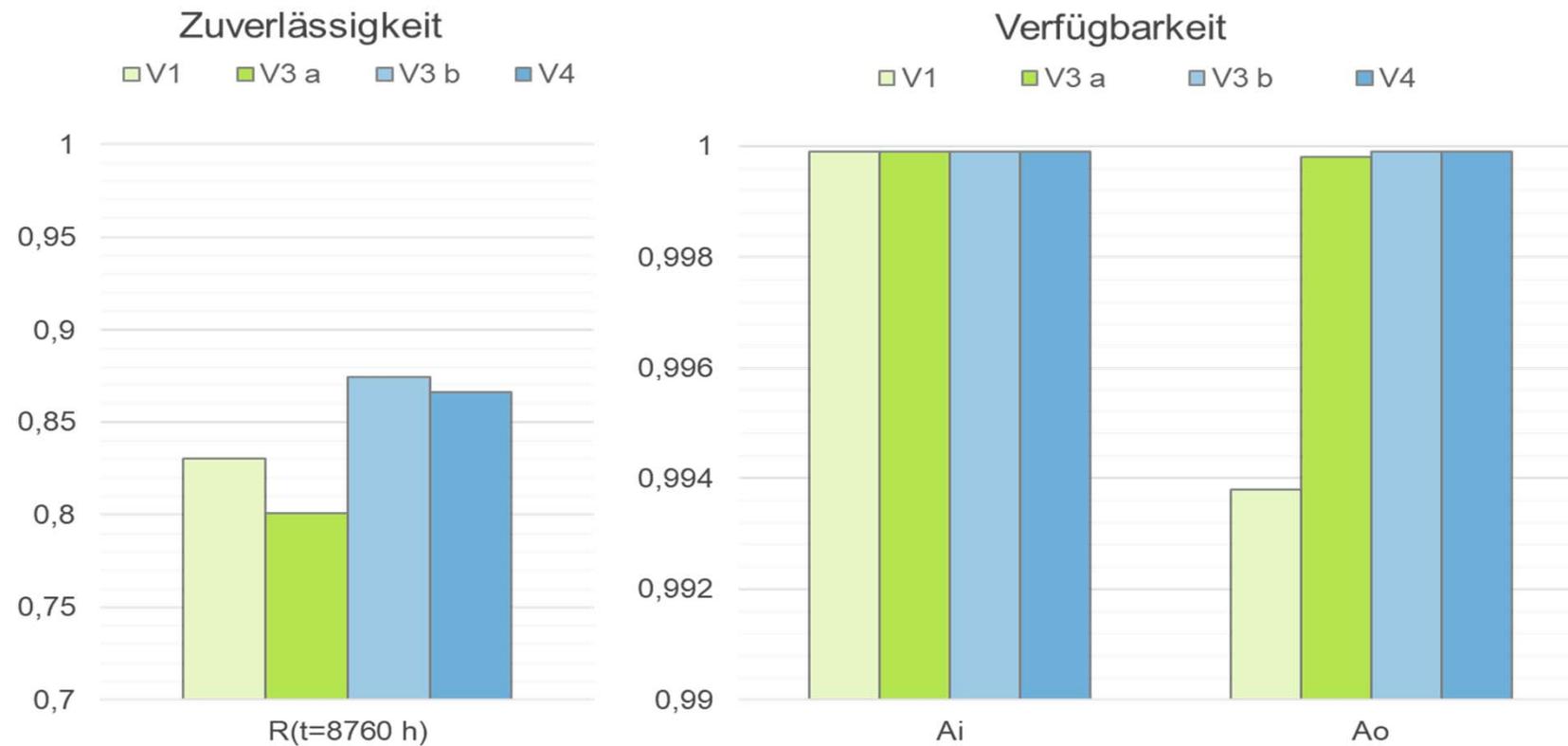


Analyse der **Ausfallsicherheit** von **Designvarianten**

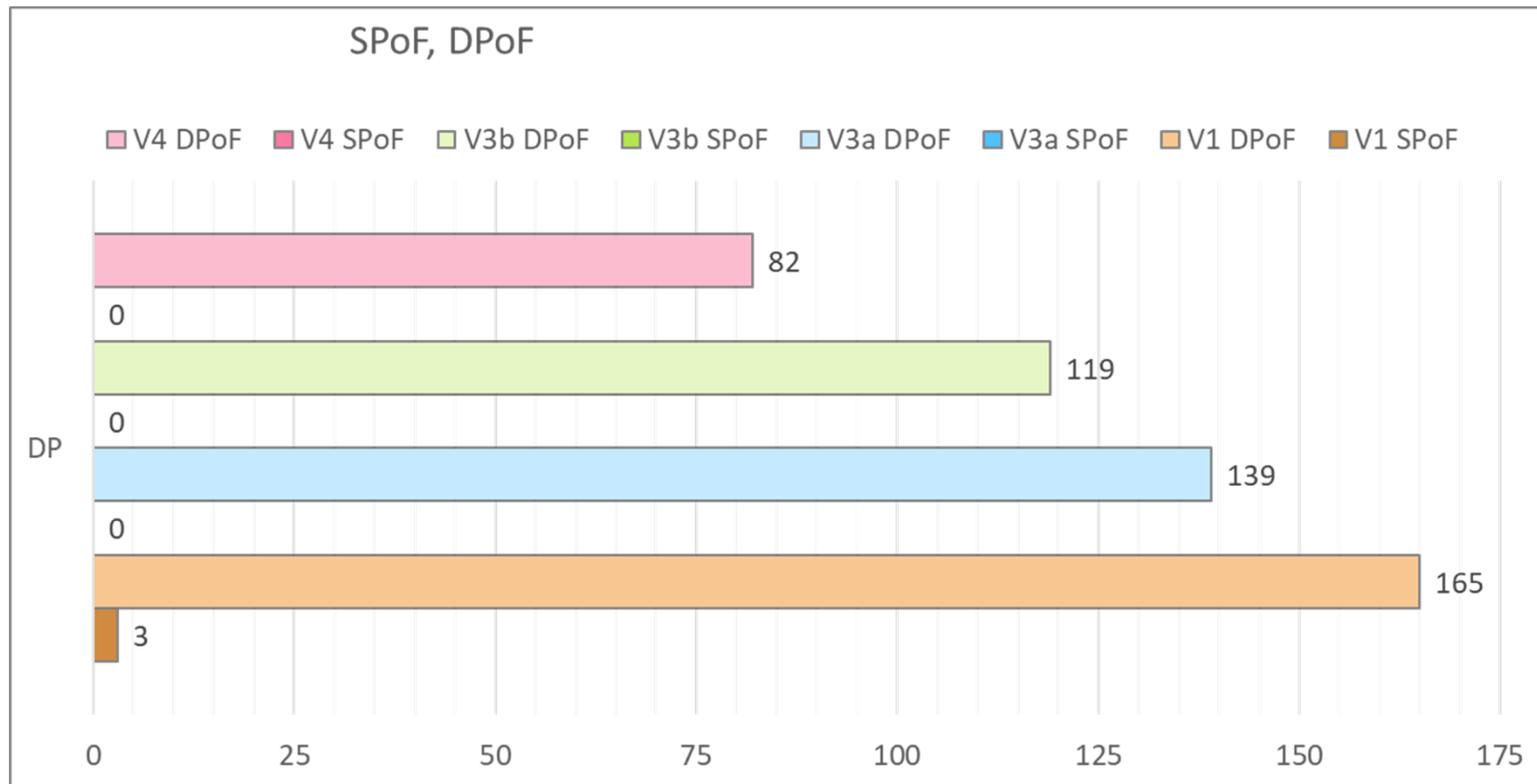
Metrik	Design 1 $2N_E & N_C+1$	Design 3 a $2N_E & 2N_C$	Design 3 b $2N_E & 2N_C$	Design 4 $2N_E & 2N_C$
$N_{k=1}$	28	31	31	32
$N_{k=2}$	378	465	465	496
$R(t=1 \text{ a})$	0,83043	0,80064	0,87492	0,86605
A_i	0,99998	0,99999	0,99999	0,99999
A_o	0,99384	0,99982	0,99987	0,99986
$SPoF$	3	0	0	0
$DPoF$	165	139	119	82

Systeme und Komponenten konsistent, sofern nicht anders bezeichnet.

Optimierung Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit



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

Investition in Ihre Zukunft!



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
Regionale Entwicklung
www.efre.brandenburg.de

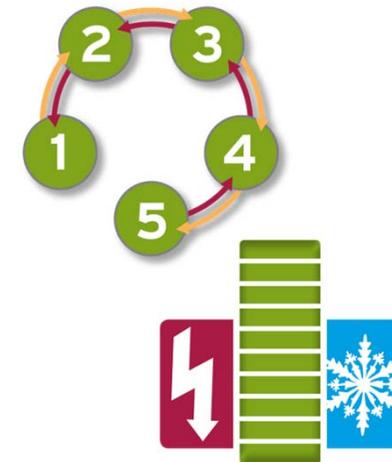
Präventives Risikomanagement für ausfallsichere Data Center

Ich freue mich auf Ihre Fragen.



InfraOpt® GmbH

Dipl.-Ing. Uwe Müller
Geschäftsführender Gesellschafter
Puschkinstr. 23 · D-14943 Luckenwalde
HRB 30023 P · St-Nr. 050/111/03563
www.infraopt.eu · uwe.mueller@infraopt.eu
fon +49 3371 6433-55 · mo +49 172 836 8939



Appendix A - Akronyme

- A_i Inherent availability
- A_o Operational availability
- DCI Data center infrastructure
- $DPoF$ Double point of failure
- EN European standard
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- 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