

DECUS München Symposium

26. DECUS Symposium 2003

Vortrag

1N03: Grundlagen für die Definition von Hochverfügbarkeit

Inhalt:

Wir machen Datenverarbeitung beschreibt die konsequente Definition der Sichtweise wie Hochverfügbarkeit zu erreichen ist. Nicht die Wiederherstellung der Rechenleistung ist der kritische Pfad in der Wiederanlaufzeit, sondern die Bereitstellung der Daten. Im Vortrag werden die Grundlagen beschrieben Single-Server, Cluster und Datensynchronisation. Es werden Wiederanlaufzeiten 99,999% Verfügbarkeit berechnet und bewertet. Welche Verfahren kann ich anwenden um die Wiederanlaufzeit zu verkürzen?

Ulrich Kleineaschoff

T-Systems
Fachgebietsleiter
Service Line Computing & Desktop Services
Hausanschrift: Wolbecker Str. 268, 48155 Münster
Postanschrift: Postfach 76 05, 48041 Münster
Telefon: (02 51)39 77-2803
Telefax: (021 51)36 60 72 63
E-Mail: ulrich.kleineaschoff@t-systems.com
Internet: <http://www.t-systems.de>

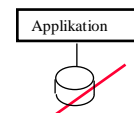
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleineaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 1.

Agenda

Themen

- ✓ Datensicherheit
- ✓ Applikationsstart
- ✓ Hochverfügbarkeit
- ✓ Verfahren und Prozesse
- ✓ Unterscheidung zwischen System- und Applikationsverfügbarkeit
- ✓ Berechnung der Verfügbarkeit
- ✓ Definition von Systemklassen



...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleineaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 2.

Hochverfügbarkeit / K-Fall Vorsorge

Absicherung eines Geschäftsprozesses

Einleitung:

In ITIL werden für HA und K-Fall die Begriffe Availability- und Continuity-Management verwendet.

Availability-Management

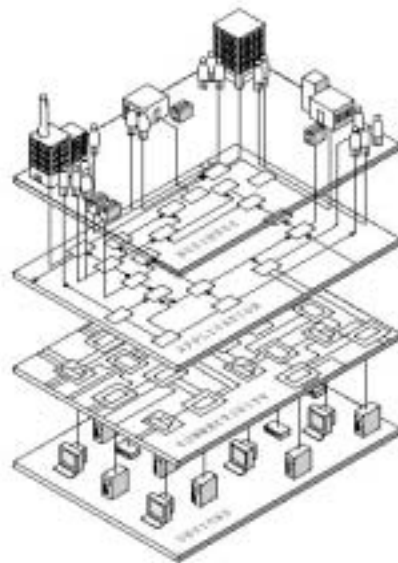
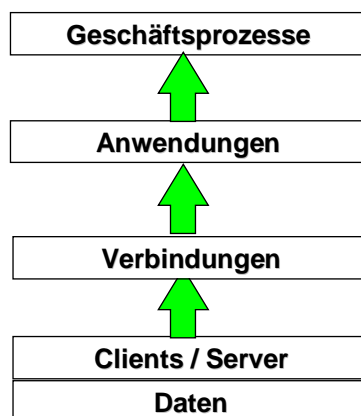
Optimierung der Verfügbarkeit der IT-Services und der IT-Komponenten, mit dem Ziel, die Geschäftsprozesse bestmöglich zu unterstützen.

Continuity-Management plant die erforderlichen Mechanismen zur Wiederherstellung der IT-Services nach einem Eventualfall innerhalb eines festgelegten Zeitraumes.

...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 3.

Absicherung eines Geschäftsprozesses

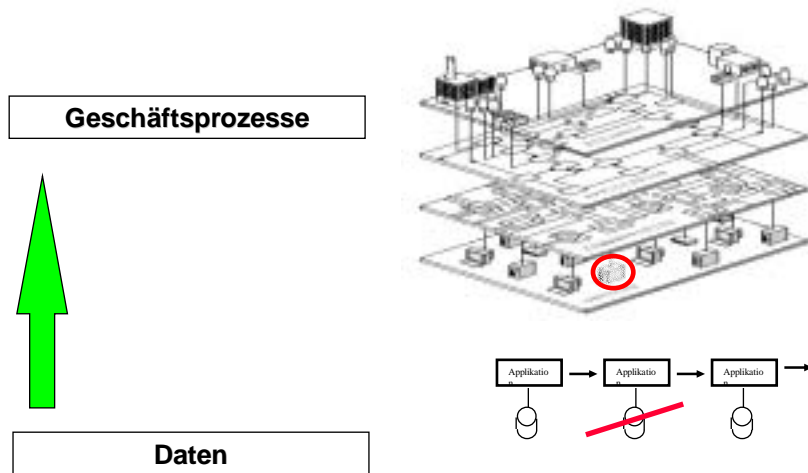


...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 4.

Absicherung eines Geschäftsprozesses

Das wichtigste sind die Unternehmensdaten

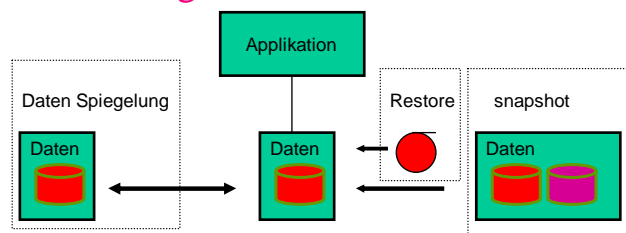


...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 5.

Absicherung eines Geschäftsprozesses

Absicherung der Daten



Applikationsfügbarkeit: -> Fehlergrenzen

Der Verlust von Daten kann nur durch Recover der Daten behoben werden oder Neuerzeugung.

Es gibt drei Möglichkeiten:

- Restore von Tape (Backupband).
- Recover über einen Spiegel (snapshot).
- redundante Datenhaltung in einem zweiten Speicherturm (Spiegelung) hotstandby.

Achtung: Bei allen Verfahren wird auf einen alten Datenbestand zurückgegriffen, was einen Datenverlust bedeutet. Je älter die Daten, je höher der Datenverlust.

Tape ~ x Tage.

Snapshot ~ x Std.

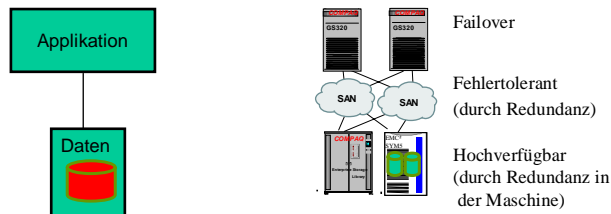
Spiegel ~ x Minuten (je nach Synchronisationsverfahren sogar gleich Null)

...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 6.

Verfügbarkeit

Unterteilung in Applikations- und Serververfügbarkeit.



Bei der Definition der Verfügbarkeit sollte unterschieden werden zwischen der Applikations- und Serververfügbarkeit.

Die **Applikationsverfügbarkeit** wird im Wesentlichen durch die Datenverfügbarkeit bestimmt. Die physikalische Datenverfügbarkeit reicht nicht aus, die Daten müssen auch **logisch intakt** sein. Auch logische Fehler in der Applikation können nur schwer bzw. nicht durch Systemtechnik abgefangen werden.

Die **Serververfügbarkeit** wird durch die Technologie der HW und SW (OS) bestimmt. Die HW kann redundant ausgelegt werden und die SW kann durch Failoverfahren z.B. Cluster erhöht werden.

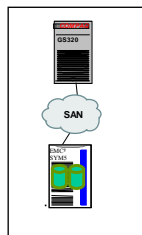
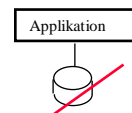
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 7.

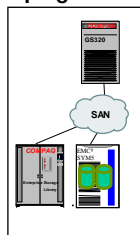
Wir machen Datenverarbeitung

Wie gehe ich mit den Daten um?

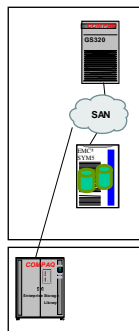
- Hochverfügbare Datenhaltung.
- Daten auf zweitem Medium halten.
- Daten spiegeln



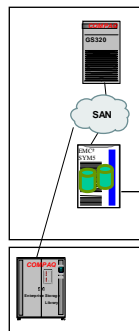
Spiegelung
der Daten im
Speicherturm
RAID



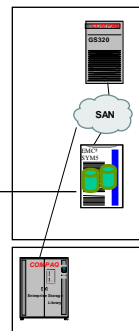
Daten auf
Tape sichern



Daten werden
in zwei
Räumen
gehalten



Daten werden
am zweiten
Standort
gespiegelt

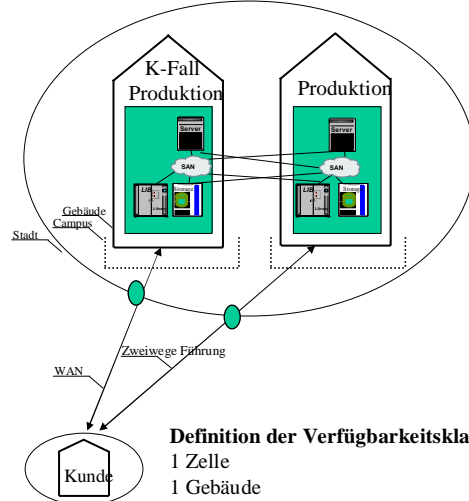


...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 8.

Standort Konzept Rechenzentrum

verteilte Produktion und K-Fall



Definition der Verfügbarkeitsklasse

- 1 Zelle
- 1 Gebäude
- 1 Campus
- 1 Stadt

...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 9.

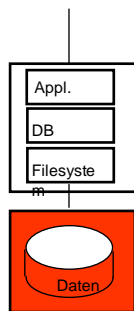
Datensicherheit

Datensicherheit ist das höchste Ziel der Verfügbarkeit

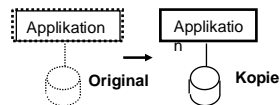
Der Verlust der Produktionsdaten kann durch Bildung von Redundanzen in der HW verringert werden, in letzter Konsequenz ist der Einsatz einer Hotstandby DB erforderlich.

Datensynchronisation:

Ziel: **lose gekoppelt, zeitnah**



- Systemlayer
- Applikation
- Middleware
- BS/Filesystem
- HW/Disk



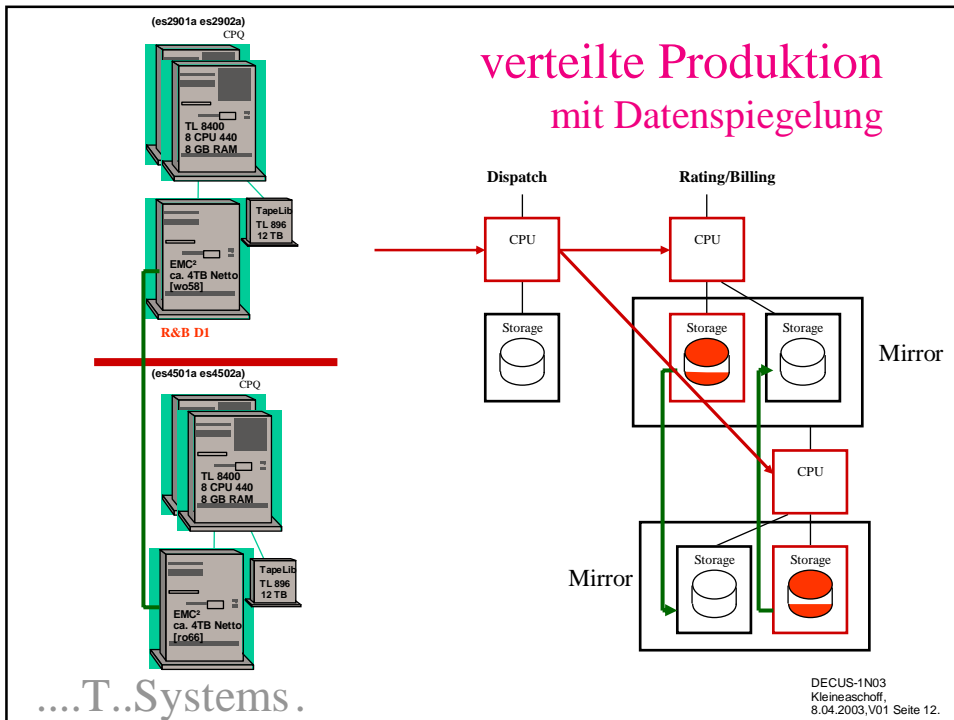
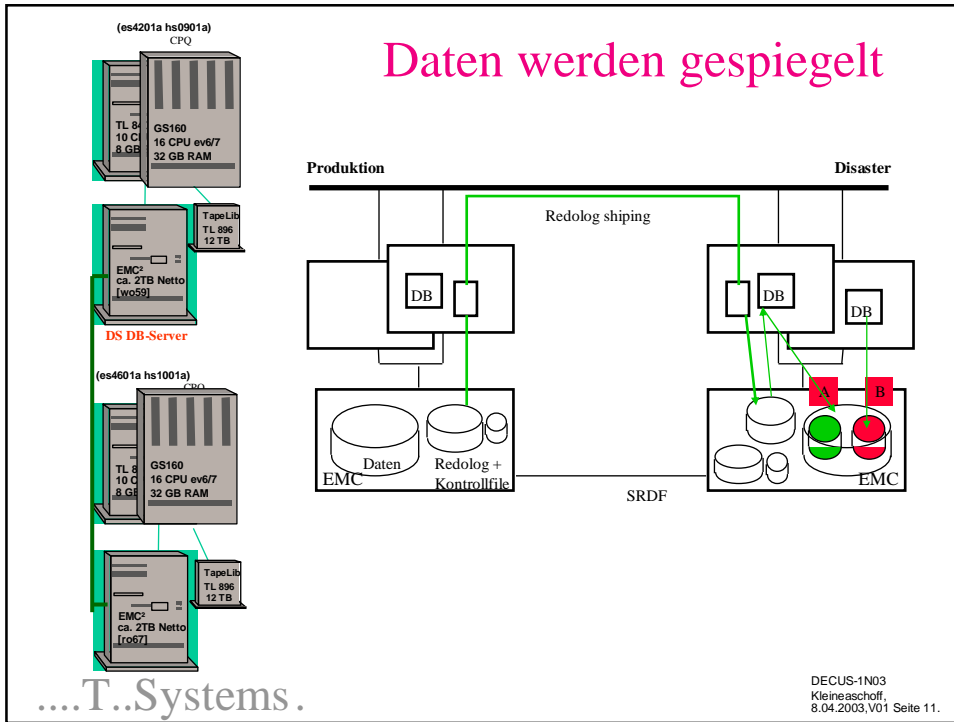
Datensynchronisation Verfahren

- RPC...
- DB redolog transfer, DCE..
- Filetransfer Ftp ..
- Disk kopy (SRDF)..

Je höher das Systemlayer für den Transport um so höher ist die Transaktionssicherheit des Transfers.

...T..Systems.

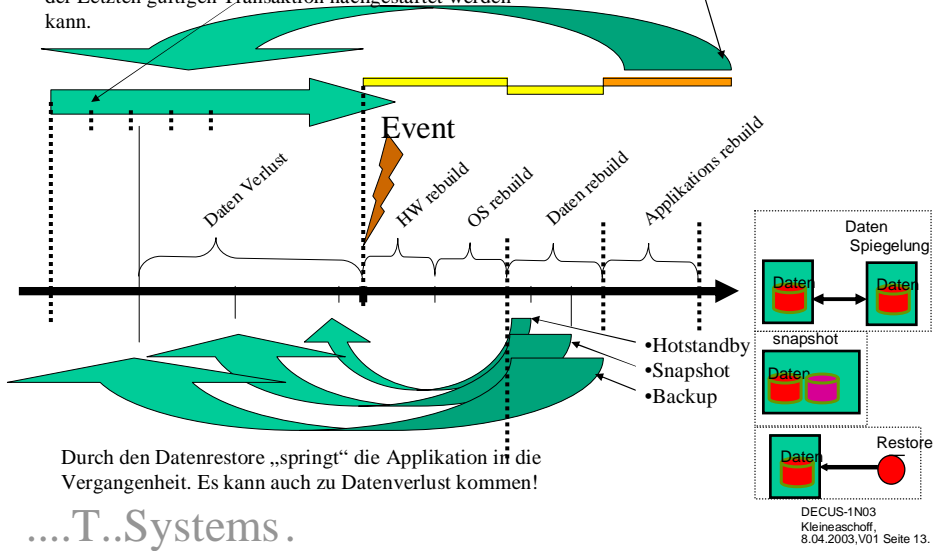
DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 10.



Applikationsstart

Erst nach dem Datenrestore kann die Applikation starten, Bzw. Abhängig von der Applikation, kann erst ab der Letzten gültigen Transaktion nachgestartet werden kann.

Erst nach Stunden erreicht man der Verarbeitungsstand X-Stunden vor dem Event!

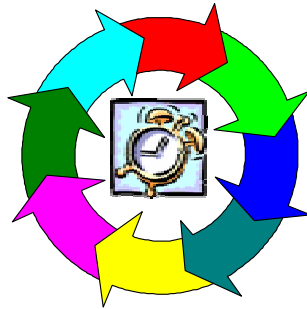
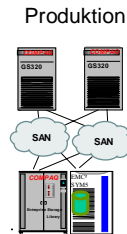


....T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 13.

Hochverfügbarkeit

Unser Ziel ist, 24 Stunden 7 Tage in der Woche 356 Tage im Jahr (24h/7d), also rund um die Uhr Datenverarbeitung für den Kunden sicherzustellen.



....T..Systems.

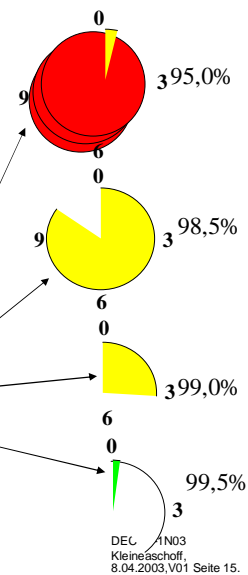
DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 14.

Verfügbarkeitszeiten

Im SLA sind die Verfügbarkeitszeiten eine wichtige Grundlage um die Anforderung der Systemarchitektur zu bestimmen.

Summe der Verfügbarkeitszeiten pro Jahr						
Stunden	Minuten	Tage	Minuten/Jahr	Minuten	Stunden	Pro Monat
24	60	365	525600	0	8760	0
Verfügbarkeit						
90			473040	52560	876	3,04 -Tage
95			499320	26280	438	1,52
98,5			517716	7884	131,4	10,95 -Stunden
99			520344	5256	87,6	7,3
99,5			522972	2628	43,8	3,65
99,95			525337,2	262,8	4,38	21,9 -Minuten
99,99			525547,44	52,56	0,876	4,38
99,999			525594,744	5,256	0,0876	0,438
100			525600	0	0	0

Ausfall pro Monat



....T..Systems.

Wiederanlaufzeit

• Hochverfügbar ist nicht gleich fehlertolerant, es kann auch Fehler geben.

• Fehler bedeutet Wiederanlauf und damit ist die Wiederanlaufstrategie ein kritischer Punkt in einer Server-Konfiguration und in den Betriebsabläufen.
 $Verfügbarkeitszeiten = 100\% - \text{Summe alle Wiederanlaufzeiten}$

- Im SLA ist z.B. die Verfügbarkeit von 98,5% vereinbart, das bedeutet 10,95 Stunden Ausfall pro Monat, aber die **Wiederanlaufzeit** fordert, daß das System innerhalb von 2 Stunden wieder online sein muß.
- Damit ist die **Wiederanlaufzeit** der kritischste Wert im SLA.



....T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 16.

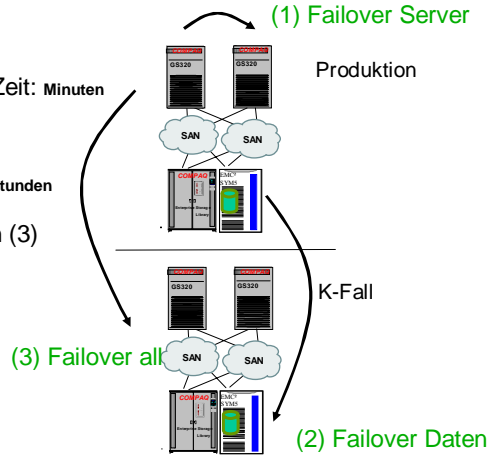
Wiederanlauf Strategie

Lösungsweg:

Schneller Wiederanlauf durch Redundanz und Failover.

Failover Verfahren:

- ↓ HA Schwenk beim Server Verlust (1) Zeit: Minuten
- ↓ Automatischer Failover
- ↓ > Ausweich und K-Fall Schwenk Zeit: Stunden
 - ↓ Bei Datenverlust (2)
 - ↓ Verlust der gesamten Produktion (3)
- ↓ Schwenk wird manuell initiiert



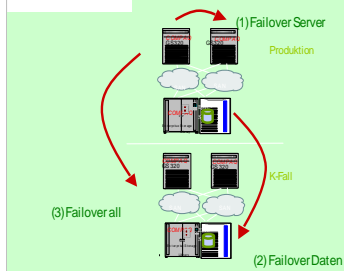
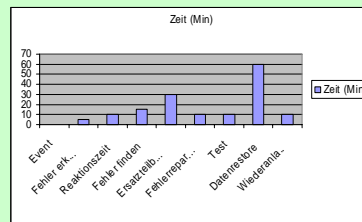
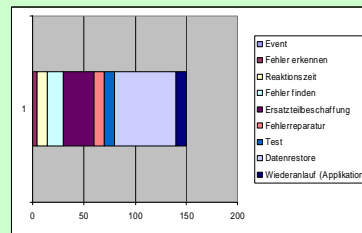
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 17.

Offline / Wiederanlaufzeit

Offline und Wiederanlaufzeiten

Ereignis	Zeit (Min)									
Event	0									
Fehler erkennen	5	Failover (1) automatischer Schwenk HA								
Reaktionszeit	10									
Fehler finden	15	Failover (3) K-Fall Schwenk								
Ersatzteilbeschaffung	30									
Fehlerreparatur	10									
Test	10									
Datenrestore	60	Failover(2,3) K-Fall Schwenk								
Wiederanlauf (Applikation)	10									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prozent</th> <th>Offline Zeit in Stunden / Jahr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100,00%</td> <td>525600</td> </tr> <tr> <td>Offlinezeit</td> <td>150 99,97% 525450</td> </tr> <tr> <td>Offlinezeit (Stunden)</td> <td>2,50</td> </tr> </tbody> </table>			Prozent	Offline Zeit in Stunden / Jahr	100,00%	525600	Offlinezeit	150 99,97% 525450	Offlinezeit (Stunden)	2,50
Prozent	Offline Zeit in Stunden / Jahr									
100,00%	525600									
Offlinezeit	150 99,97% 525450									
Offlinezeit (Stunden)	2,50									



...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 18.

Wiederanlauf Strategie

Lösungsweg:

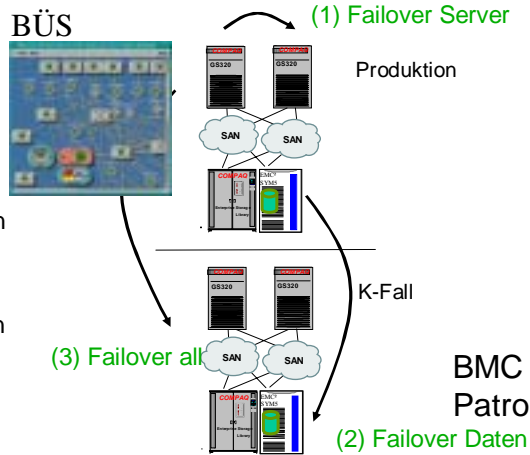
Schneller Wiederanlauf durch BÜS und Prozesse.

Failover Verfahren:

↓ Die Failoververfahren sind nur schnell, wenn der Fehler automatisch erkannt wird. Dies wird durch eine durchgängige Betriebsüberwachung (BÜS) sichergestellt.

↓ K-Fall-Schwenk kann nur sicher und schnell umgesetzt werden, wenn das Personal geschult und die Prozesse definiert sind.

↓ Die Prozesse und Abläufe werden regelmäßig angewendet, im Rahmen von geplanten Ausweichschwenk bei Wartungs- und Inbetriebnahmearbeiten.

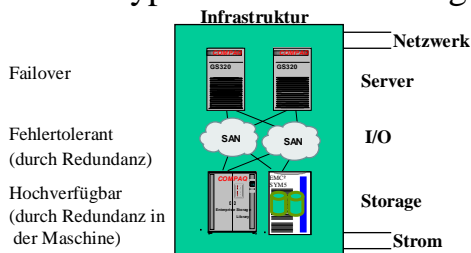


....T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 19.

Verfügbarkeit

Fehlertypen und Absicherungslösungen



Serververfügbarkeit: -> Fehlergrenzen „K-Fall“

Der Ausfall von Infrastruktur kann durch den Server nicht abgefangen werden.

Redundante Anbindung der Stromversorgung und Netzwerkanschlüsse werden von den Servern unterstützt und verringern die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers und erhöhen damit die Verfügbarkeit.

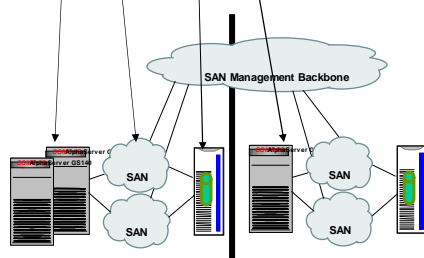
Fehler wie Klima, Feuer und der Totalausfall von Strom und Netzwerk sind nur durch ein Ausweichsystem (K-Fall) abzufangen.

....T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 20.

Verfügbarkeitslösungen Lösungen versus Kosten

- Fehlertolerant (durch Redundanz)
- Failover
- Ausweich K-Fall
- Ersetzen/ Reparieren



kleine Offlinezeiten Kosten

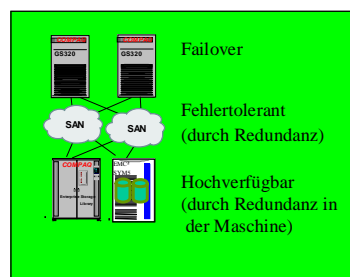
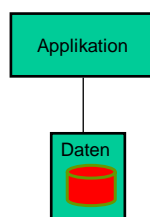


große Offlinezeiten niedrige Kosten

...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 21.

Verfügbarkeit Serververfügbarkeit Berechnung



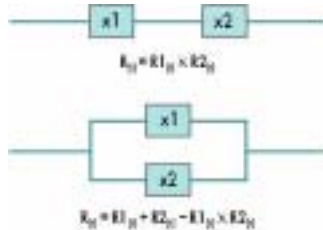
Die **Serververfügbarkeit** wird durch die Technologie der HW und SW (OS) bestimmt. Die HW kann redundant ausgelegt werden und die SW kann durch Failoververfahren z.B. Cluster erhöht werden.

...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 22.

Grundlagen: Definition und Berechnung Verfügbarkeit

Erhöhung der Verfügbarkeit durch Redundanz



Failover
(durch Redundanz)



Fehlertolerant
(durch Redundanz)



Hochverfügbar
(durch Redundanz in der Maschine)



Redundanz verbirgt Fehler

Vorrechnen: Die mathematischen Modelle zeigen die Vorteile einer Erhöhung der Zuverlässigkeit $R_{(t)}$ durch den Einsatz von paralleler, redundanter Auslegung von wesentlichen Komponenten eines DV-Systems (Abb. 1).

Angenommen, ein Datenbank- oder Fileserver besitzt eine wahrscheinliche Zuverlässigkeit ($R_{(t)}$) von 0,93 (25 Tage im Jahr außer Betrieb), so bietet eine Parallelanordnung zweier identischer Server (x1 und x2) innerhalb eines Clusterverbundes eine maximale Zuverlässigkeit von:

$$R_{(t)} = R_{x1(t)} + R_{x2(t)} - (R_{x1(t)} \times R_{x2(t)})$$

$$R_{(t)} = 0,93 + 0,93 - 0,865 = 0,9951$$

Dies entspricht einer gesamten Zuverlässigkeit von 99,51 % - 1 Tag und 3 Stunden funktionsunfähig.

Quelle IX 11/00 Seite 116

...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 23.

Grundlagen: Definition und Berechnung Verfügbarkeit

Verfügbarkeit setzt sich aus der Serienschaltung aller Verfügbarkeiten zusammen.



War etwa das Netzwerk einen Tag im Jahr außer Betrieb, sinkt dessen Verfügbarkeit auf $R_n = 0,9972$. Hinzukommen geschätzte Ausfallzeiten durch menschliches Versagen von ebenfalls einem Tag ($R_m = 0,9972$). Waren Stromversorgung und Kühlaggregate rund 3 Stunden gestört, erreicht $R_e 0,99966$. Sind Datenbank- und Fileserver durch Wartung und Fehler 48 Stunden außer Betrieb gewesen, liegt R_s bei 0,9945 - die DV bot eine Verfügbarkeit von 98,445 %.

$$R = 0,9945 \times 0,9958 \times 0,9972 \times 0,9972 \times 0,99966 = 0,98445$$

Dem Unternehmen gingen 135,84 Stunden in einem Jahr durch Ausfälle der DV verloren.

Quelle IX 11/00 Seite 116

...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003.V01 Seite 24.

Grundlagen: Definition und Berechnung Verfügbarkeit
Boolesches Modell rein Boolesch VDI 4008 Blatt 2

Zuverlässigkeitsblockdiagramm	Zuverlässigkeitsfunktion R	Bemerkungen
	$R_{Sys} = R_1$	Einzelement, für $\lambda(t) = \lambda$ $R_1(t) = e^{-\lambda t}$
	$R_{Sys} = \prod_{i=1}^n R_i$	Serienschaltung $R_{Sys} = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)t}$
	$R_{Sys} = R_1 + R_2 - R_1 \cdot R_2$	Parallelschaltung $R_{Sys} = e^{-\lambda_1 t} + e^{-\lambda_2 t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}$
	$R_{Sys} = \sum_{i=k}^n \binom{n}{i} \cdot R^i \cdot (1-R)^{n-i}$	Redundanz k aus n wenn $k=1 \rightarrow$ Parallelschaltung, sonst gilt: $R_{Sys} = 1 - \prod_{i=1}^n (1-R_i)$
	$R_{Sys} = (R_1 R_2 + R_3 R_4 R_5 - R_1 R_2 R_3 R_4 R_5) \cdot R_6 R_7$	Serien-/Parallelschaltung
	$R_{Sys} = R_5 \cdot (R_1 + R_2 - R_1 R_2) \cdot (R_3 + R_4 - R_3 R_4) + (1 - R_5) \cdot (R_1 R_2 + R_3 R_4 - R_1 R_2 R_3 R_4)$	Brückenschaltung mit Zweigverbindung

Vorausgesetzte Zuverlässigkeit für typische Strukturen unter der Annahme: nicht reparierbar bis zum Systemausfall

Quelle: Dr.-Ing. Hubert Becker http://home.t-online.de/home/boecker2/log3_1_4.htm

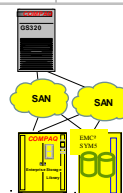
...T..Systems.

DECUS-1N03
 Kleinaschoff,
 8.04.2003,V01 Seite 25.

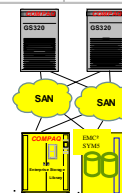
Grundlagen: Definition und Berechnung Verfügbarkeit
 Berechnung Verfügbarkeit Single Server/Cluster

Server	Server A
98,5	0,985
	0,985

Server	Server A	Server B
99,9775	0,9998	0,985
	0,985	0,985



Server
 I/O
 Storage



Server
 I/O
 Storage

HAV in % h/Jahr	Ausfallzeiten
99,0	84,0
99,5	44,0
99,9	8,5
99,95	4,4
99,99	1,0
99,999	0,085 (5 min)

Formel

$$R_{(t)} = R_{x1(t)} + R_{x2(t)} - (R_{x1(t)} \times R_{x2(t)})$$

$$R_{(t)} = \text{ServerA} + \text{ServerB} - (\text{ServerA} \times \text{ServerB})$$

Quelle IX 11/00 Seite 116

...T..Systems.

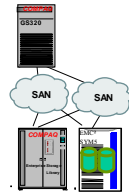
DECUS-1N03
 Kleinaschoff,
 8.04.2003,V01 Seite 26.

Grundlagen: Definition und Berechnung Verfügbarkeit

Berechnung Server + I/O + Storage

%	Summe	Server	I/O	Storage
98,3916599	0,9839	0,985	0,9999	0,999

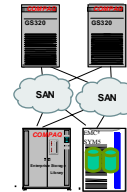
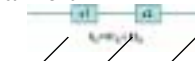
%	Summe	Server	I/O	Storage
99,870032	0,9987	0,9998	0,9999	0,999



Server

I/O

Storage



Server

I/O

Storage

HAV in % h/Jahr	Ausfallzeiten
99,0	84,0
99,5	44,0
99,9	8,5
99,95	4,4
99,99	1,0
99,999	0,085 (5 min)

Formel

$$R_{(t)} = R_{x1(t)} * R_{x2(t)}$$

$$R_{(t)} = \text{Server} * \text{I/O} * \text{Storage}$$

Quelle IX 11/00 Seite 116

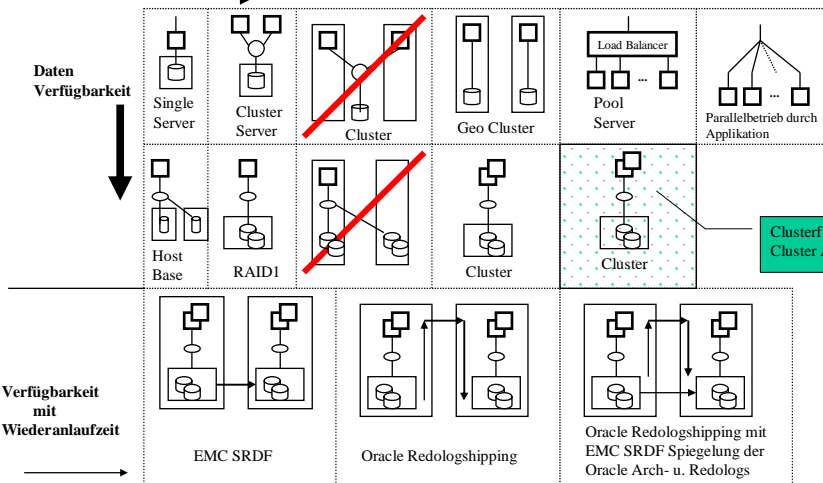
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 27.

Grundlagen: Definition Systemklassen

Server Verfügbarkeit →

Daten Verfügbarkeit ↓

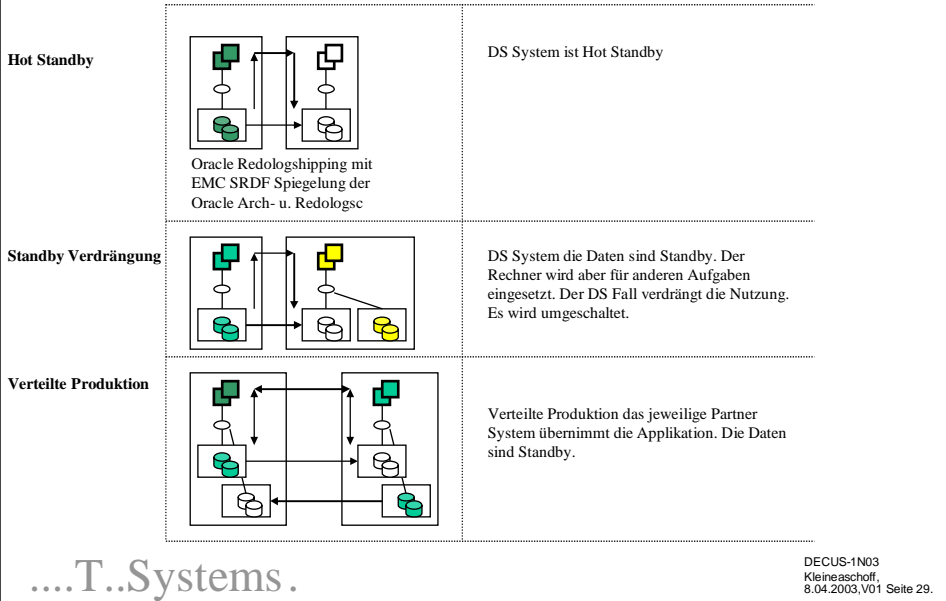


Verfügbarkeit mit Wiederanlaufzeit →

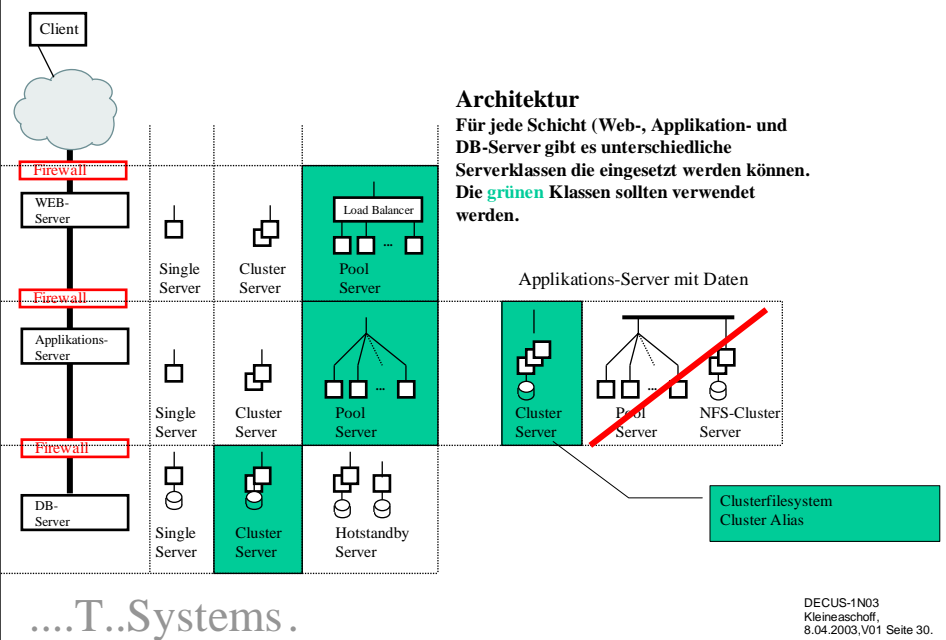
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 28.

Grundlagen: Wirtschaftliche Zweitnutzung der Disaster Recover Rechner



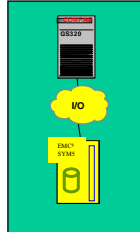
Grundlagen: WEB Server Architektur



Definition und Berechnung Verfügbarkeit

Berechnung Verfügbarkeit: Single Server + I/O + Storage

Summe %	Summe	Server A	I/O	Storage
93,56564	0,9357	0,985	0,9999	0,95



Server
I/O
Storage (kein RAID1)

HAV in %	Ausfallzeiten h/Jahr
99,0	84,0
99,5	44,0
99,9	8,5
99,95	4,4
99,99	1,0
99,999	0,085 (5 min)

Formel

$$R_{(t)ges} = \text{ServerA} * \text{I/O} * \text{Storage}$$

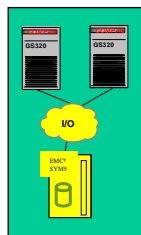
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 31.

Definition und Berechnung Verfügbarkeit

Berechnung Verfügbarkeit: Cluster / I/O / Storage

Summe %	Summe	Server A	Server B	I/O	Storage
94,96913	0,9497	0,985	0,985	0,9999	0,95



Cluster
I/O
Storage (kein RAID1)

HAV in %	Ausfallzeiten h/Jahr
99,0	84,0
99,5	44,0
99,9	8,5
99,95	4,4
99,99	1,0
99,999	0,085 (5 min)

Formel

$$R_{(t)} = R_{x1(t)} + R_{x2(t)} - (R_{x1(t)} \times R_{x2(t)})$$

$$R_{(t)ges} = [\text{ServerA} + \text{ServerB} - (\text{ServerA} \times \text{ServerB})] * \text{I/O} * \text{Storage}$$

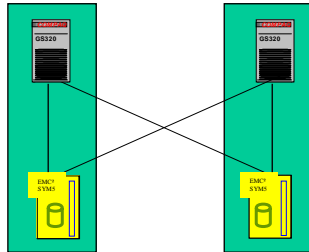
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 32.

Definition und Berechnung Verfügbarkeit

Berechnung Verfügbarkeit: Geo Cluster

Summe %	Summe	Server A	Server B	I/O	Storage A	Storage B
99,96749	0,9997	0,985	0,985	0,9999	0,9997	0,9997



Server

I/O

Storage (kein Raid 1)

HAV in %	Ausfallzeiten h/Jahr
99,0	84,0
99,5	44,0
99,9	8,5
99,95	4,4
99,99	1,0
99,999	0,085 (5 min)

Formel

$$R_{(t)} = R_{x1(t)} + R_{x2(t)} - (R_{x1(t)} \times R_{x2(t)})$$

$$R_{(t)} = \text{ServerA} * \text{I/O} * \text{Storage}$$

$$R_{(t)_{\text{ges}}} = [\text{ServerA} + \text{ServerB} - (\text{ServerA} \times \text{ServerB})] * \text{I/O} *$$

$$[\text{StorageA} + \text{StorageB} - (\text{StorageA} \times \text{StorageB})]$$

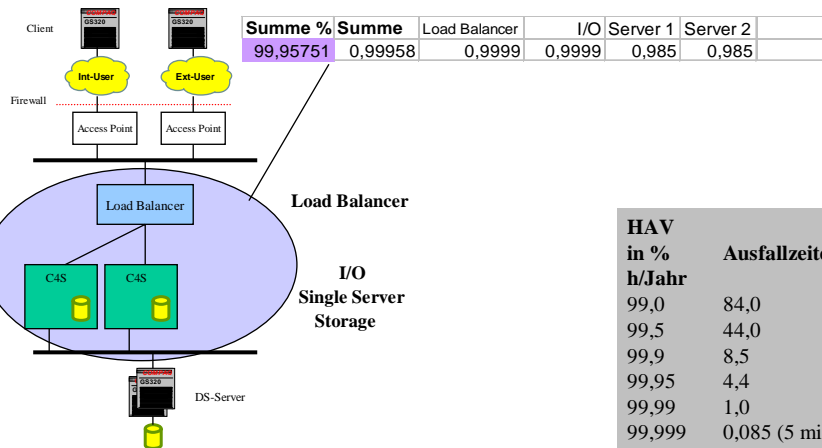
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 33.

Definition und Berechnung Verfügbarkeit

Berechnung Verfügbarkeit: Load Balancer

Summe %	Summe	Load Balancer	I/O	Server 1	Server 2
99,95751	0,99958	0,9999	0,9999	0,985	0,985



HAV in %	Ausfallzeiten h/Jahr
99,0	84,0
99,5	44,0
99,9	8,5
99,95	4,4
99,99	1,0
99,999	0,085 (5 min)

Formel

$$R_{(t)} = \text{Load Balancer} * \text{ServerA} * \text{I/O} * \text{Storage}$$

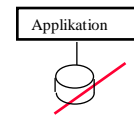
...T..Systems.

DECUS-1N03
Kleinaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 34.

Zusammenfassung

Themen

- ✓ Datensicherheit
- ✓ Applikationsstart
- ✓ Hochverfügbarkeit
- ✓ Verfahren und Prozesse
- ✓ Unterscheidung zwischen System- und Applikationsverfügbarkeit
- ✓ Berechnung der Verfügbarkeit
- ✓ Definition von Systemklassen



....T..Systems.

DECUS-1N03
Kleineaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 35.

Q & A

QUESTIONS
&
ANSWERS

....T..Systems.

DECUS-1N03
Kleineaschoff,
8.04.2003,V01 Seite 36.