



Bundesamt
für Sicherheit in der
Informationstechnik



Band M, Kapitel 4: Cluster

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
Postfach 20 03 63
53133 Bonn

Tel.: +49 22899 9582-0

E-Mail: Hochverfuegbarkeit@bsi.bund.de

Internet: <https://www.bsi.bund.de>

© Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Cluster.....	5
1.1	Lastverteilung.....	6
1.2	Gruppierungsarten.....	6
1.3	Topologien und Arbitration.....	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Maßnahmenkatalog Cluster: Lastverteilung.....	6
Tabelle 1-2: Maßnahmenkatalog Cluster: Gruppierungsarten.....	8
Tabelle 1-3: Maßnahmenkatalog Cluster: Topologien und Arbitration.....	11

1 Cluster

Die nachfolgenden Maßnahmenkataloge beschreiben Maßnahmen im Sinne von Verfahren und Lösungen für die Realisierung hoch verfügbarer Cluster als Bündelung gleichartiger IT-Systeme innerhalb eines hoch verfügbaren IT-Verbundes. Die Subdomänen:

- Lastverteilung
- Gruppierungsarten
- Topologien und Arbitration
- Ressourcenverteilung

Formulieren wesentliche Aspekte und Prinzipien für das Design HV-gerechter Clusterarchitekturen.

1.1 Lastverteilung

Nr.	Maßnahmen				
VM.4.1	<p>Realisierung eines Hochverfügbarkeits-Cluster</p> <p>Zur Realisierung eines Hochverfügbarkeits-Clusters auf der Basis eines Lastverteilungs-Clusters werden zwei oder je nach Verfügbarkeitsanforderungen mehrere funktional gleichartige IT-Systeme aufgebaut. Neben der eigentlichen Wirkfunktion verfügt ein Cluster in seiner Gesamtheit über zusätzliche Arbitrierungsfunktionen, die die Synchronisation der Einzelsysteme sicherstellen. Angesprochen wird ein Cluster i. d. R. über die Adresse der Arbitrier-Einheit. Lastverteilungs-Clusters sind besonders geeignet, wenn eine hohe Verfügbarkeit für einen Dienst bei Gewährleistung einer Mindestdienstgüte erreicht werden muss. Ein solcher Cluster realisiert Redundanz bei guter Skalierbarkeit und vermeidet SPoFs bei minimaler Aktivierungszeit der Redundanz.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Beschaffung Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	Spof Skalierungsfaktor Aktivierungszeit	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster)

Tabelle 1-1: Maßnahmenkatalog Cluster: Lastverteilung

1.2 Gruppierungsarten

Nr.	Maßnahmen				
VM.4.2	<p>Gruppierung als N-in-1 Cluster</p> <p>Für die Realisierung eines N-in-1 Cluster werden N logische Einheiten auf einer physikalischen Einheit kombiniert. Die Art der logischen Einheit differiert je nach Anwendungsfall. Es kann sich dabei um eine vollständige Betriebssystem-Instanz handeln, wie sie etwa bei Hardwarevirtualisierungen anzutreffen ist. Es kann sich aber auch lediglich um die mehrfache Ausführung einzelner Dienste auf einer Instanz wie bei Webserver-Farmen handeln. Ein N-in-1 Cluster verfügt zwar über funktionale, aber nicht über strukturelle Redundanz.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Beschaffung Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1
VM.4.3	<p>Gruppierung als 1-in-M Cluster</p> <p>Eine logische Einheit wird auf M verschiedene Hardwareeinheiten verteilt, so dass bei Einzelsystemausfällen strukturelle Redundanz vorhanden ist.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Beschaffung Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1

Nr.	Maßnahmen				
VM.4.4	Gruppierung als N-in-M Cluster N logische Einheiten werden auf M physikalischen Einheiten kombiniert, so dass diese Clustervariante in der Lage ist, unterschiedliche logische Einheiten auf mehrere physikalische Einheiten zu verteilen und sowohl strukturelle als auch funktionale Redundanz zu realisieren.				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Beschaffung Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster)
VM.4.5	Einsatz von Grid-Computing Das Grid-Computing bildet eine Sonderform des Clusters, in dem eine große Zahl von lose gekoppelten, in der Regel heterogenen Systemen, für verteilte Aufgaben eingesetzt wird. Aufgrund der losen Kopplung sowie der geographischen und funktionalen Diversität bietet diese Architektur im HV-Umfeld eine hohe Robustheit gegenüber äußeren Störeinflüssen.				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Betrieb Notfallvorsorge	Redundanz Skalierbarkeit Autonomie Robustheit	Kopplungsgrad Diversität	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Naturkatastrophen Sabotage, Manipulation	HVK (Cluster)

Tabelle 1-2: Maßnahmenkatalog Cluster: Gruppierungsarten

1.3 Topologien und Arbitration

Nr.	Maßnahmen				
VM.4.6	<p>Errichtung eines Shared-Memory-Cluster</p> <p>Bei einem Shared-Memory-Cluster wird der Gesamtverbund aus einem Multiprozessor-System gebildet. Je nach Variation bieten derartige Systeme unterschiedliche Leistungsmerkmale, deren wesentliche Kenngrößen die Anzahl der parallelen CPUs und die einfache Austauschbarkeit von Teilkomponenten durch Ersatzkomponenten im laufenden Betrieb sind.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Beschaffung Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster)
VM.4.7	<p>Einsatz von active-active Paar-Cluster</p> <p>Ein Paar-Cluster besteht aus zwei (oder prinzipiell auch mehreren) Einzel-Systemen, die quasi gleichwertig sind. Ein active-active betriebenes System zeichnet sich dadurch aus, dass beide Elemente gleichzeitig produktiv arbeiten.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Implementierung	Redundanz	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster)

Nr.	Maßnahmen				
VM.4.8	Einsatz von active-passive Paar-Cluster				
	Ein Paar-Cluster besteht aus zwei (oder prinzipiell auch mehreren) Einzel-Systemen, die quasi gleichwertig sind. Die active-passive-Betriebsart zeichnet sich dadurch aus, dass immer nur ein System zu einem Zeitpunkt produktiv arbeitet, was im Fehlerfall zu einer höheren Aktivierungszeit der Redundanz führen kann.				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
Planung und Konzeption Implementierung	Redundanz	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1	
VM.4.9	Einsatz von vermaschten Cluster				
	Beim vermaschten Cluster handelt es sich um ein teil- oder vollvermaschtes Netz, das nur für spezielle parallelisierbare Anwendungen eingesetzt werden kann. Auf den Cluster kann typischerweise nur über gesonderte APIs (Programmierschnittstellen) zugegriffen werden. Durch die Vermaschung werden ein verbesserter Durchsatz sowie eine erhöhte Zuverlässigkeit erreicht.				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
Planung und Konzeption Implementierung	Redundanz	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1	

<i>Nr.</i>	<i>Maßnahmen</i>				
VM.4.10	Einsatz von Baum-Cluster mit Dispatcher				
	Der Baum-Cluster besteht aus einer zweistufigen Baumstruktur, bei der immer eine zusätzliche Komponente notwendig ist, nämlich der Dispatcher. Diese erste Stufe sorgt für die Verteilung der Daten oder Aufträge an die einzelnen operativen Cluster-Elemente. Die Dispatcher-Stufe muss ebenfalls redundant ausgelegt werden um einen SPoF innerhalb der Clusterarchitektur zu vermeiden.				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
Planung und Konzeption Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	Spof Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1	
VM.4.11	Einsatz von vermaschten Cluster				
Beim vermaschten Cluster handelt es sich um ein teil- oder vollvermaschtes Netz, das nur für spezielle parallelisierbare Anwendungen eingesetzt werden kann. Auf den Cluster kann typischerweise nur über gesonderte APIs (Programmierschnittstellen) zugegriffen werden. Durch die Vermaschung werden ein verbesserter Durchsatz sowie eine erhöhte Zuverlässigkeit erreicht.					
Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis	

Nr.	Maßnahmen				
	Planung und Konzeption Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1.1
VM.4.12	<p>Loadbalancer als Dispatcher</p> <p>Ein Loadbalancer muss derart als Dispatcher eingesetzt werden, dass er die Verteilung der Daten oder Aufträge auf die einzelnen Knoten durchführt. Er muss hierbei Sessions gleichmäßig verteilen und auf die Auslastung der Knoten reagieren.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1

<i>Nr.</i>	<i>Maßnahmen</i>				
VM.4.13	<p>Einsatz eines Bus-Cluster</p> <p>Typischerweise übernimmt ein System am Bus die Arbitration der Cluster-Kommunikation. Da ein System das primäre System ist, werden die Daten von diesem System angenommen und auf die übrigen Systeme, die die so genannten sekundären Systeme sind, verteilt. Der Verteilvorgang erfolgt gegebenenfalls durch erneutes Senden der Nutzdaten über den gemeinsamen Bus.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Implementierung	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1

<i>Nr.</i>	<i>Maßnahmen</i>				
VM.4.14	<p>Einsatz von Content Switching</p> <p>In Ergänzung zum Einsatz von Load-Balancern (in der Regel Layer 2-3) sowie zu deren Erweiterung kann ein Content-Switching auf den Layern 4-7 innerhalb eines Clusters erfolgen. Dies erlaubt eine auf den Inhalt basierte Lastverteilung innerhalb des Clusters, die insbesondere für Webserver eingesetzt werden kann.</p>				
	Umsetzungsphase	Prinzip	Kriterien	wirkt gegen	Querverweis
	Planung und Konzeption Implementierung Betrieb	Redundanz Skalierbarkeit	SpoF Skalierungsfaktor Aktivierungszeit Synchronisation Arbitration	Menschliches Versagen Technische Ermüdung Fehler in Hard- oder Software Geplante Ausfallzeiten	HVK (Cluster) 1.1

Tabelle 1-3: Maßnahmenkatalog Cluster: Topologien und Arbitration