

## Clusterlösungen für Windows-NT/2000

### Auf Nummer Sicher

Cluster-Systeme für Windows-NT/2000 sind mittlerweile in großer Zahl und Vielfalt auf dem Markt. So gibt es neben Lösungen, die ein breites Spektrum von Einsatzgebieten abdecken auch einige sehr auf spezielle Einsatzgebiete fokussierte Anwendungen, wie das Load-Balancing.

#### VON DIRK PELZER

Die Industrie unterscheidet im wesentlichen vier etablierte Cluster-Technologien. Es handelt sich dabei um Performance-, Parallel-, Failover- und Loadbalancing-Cluster. Performance-Cluster skalieren bezüglich der Anzahl von Maschinen in die Breite und sorgen für eine gegenüber einem Einzelsystem stark verbesserte Rechenleistung etwa bei naturwissenschaftlichen Anwendungen. Failover-Cluster hingegen bestehen in der Regel aus zwei Knoten und sorgen primär dafür, dass die Verfügbarkeit einer Anwendung beziehungsweise eines Dienstes sichergestellt ist. Performance-Steigerungen zählen hingegen eher sekundär zu den Tugenden der Failover-Cluster und sind dann gegebenenfalls im Rahmen eines statischen Load-Balancing zu finden. Parallel- und Load-Balancing-Cluster hingegen nehmen eine Doppelrolle ein, denn sie sorgen sowohl für Ausfallsicherheit, als auch einen erhöhten Durchsatz zum Beispiel bei Web-Servern. Parallel-Cluster zählen hierbei zu den technisch aufwendigen Systemen und sind in der Regel nur für spezialisierte Aufgaben, wie etwa Datenbanken oder Dateisysteme einsetzbar. Load-Balancing-Cluster dienen im wesentlichen dem Zweck, eine Anwendung wie beispielsweise aus dem Web-Server-Bereich clientseitig über eine (virtuelle) IP-Adresse adressierbar zu machen. Client-Systeme adressieren diese virtuelle IP-Adresse und der Load-Balancing-Cluster leitet die eingehenden Anfragen gemäß einem Algorithmus an die verschiedenen physikalischen Systeme zur Verarbeitung weiter.

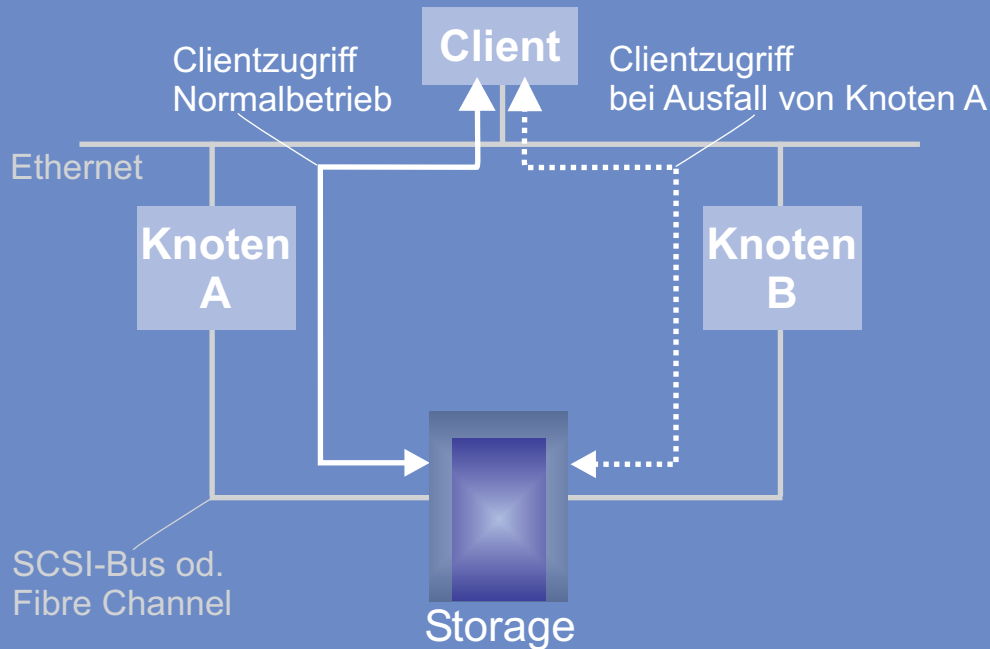
#### Failover-Cluster

Failover-Cluster sind die im Windows-NT/2000-Umfeld am besten verstandene und verbreitetste Technologie. Nahezu jeder Hersteller von Hochverfügbarkeits-Software hat ein entsprechendes Pro-

dukt in seinem Portfolio. Failover-Cluster dienen primär dem Zweck, Anwendungen oder Dienste ausfallsicher auszulegen und so dafür zu sorgen, dass Client-Systeme ohne Unterbrechung beispielsweise auf eine Datenbank zugreifen können. Der typische Failover-Cluster besteht aus zwei Knoten, wobei einer aktiv ist und Client-Anfragen bearbeitet, während der zweite den aktiven überwacht und bei einem Ausfall dessen Funktionen übernimmt. Failover-Cluster bieten je nach Anwendung auch eine eingeschränkte Skalierbarkeit. Allerdings nicht in dem Sinne, wie sie etwa bei einem Parallel-Cluster zu finden ist, sondern dergestalt, dass beide Knoten eines Failover-Clusters jeweils einen Dienst zur Verfügung stellen und beim Ausfall eines Knotens der Überlebende die IP-Adresse und den Dienst des anderen mit übernimmt. So wäre beispielsweise eine Konfiguration denkbar, bei der ein Clusterknoten eine Datenbank DB1 bereitstellt und der andere eine Datenbank DB2 (Active/Active-Betrieb). Beim Ausfall eines Knotens übernimmt der zweite die Dienste des anderen und stellt beide Datenbanken gleichzeitig bereit.

Failover-Cluster arbeiten entweder mit gemeinsam genutzten Speicher oder alternativ mit Datenreplikation. Im ersten Fall benötigt der jeweils aktive Knoten exklusiven Zugriff auf den gemeinsamen Speicher (Shared-Nothing). Somit sind auch die Daten nur einmal auf dem Plattenspeicher vorhanden, auf den über SCSI oder Fibre-Channel von beiden Knoten aus zugegriffen werden kann. Die Reservierung der Platten des aktiven Knotens erfolgt mit einem SCSI-Reserve-Kommando. Der andere Knoten hat während dieser Zeit keinen Zugriff auf den reservierten Speicher, kann also die Daten weder direkt lesen noch verändern, wodurch deren Konsistenz sicher gestellt ist. Der Vorteil der Lösung besteht darin, dass bei einem Ausfall des aktiven Knotens der andere sehr schnell eine Übernahme der Daten und des Dienstes durchführen kann.

## Clusterlösungen für Windows-NT/2000



Failover-Cluster mit Shared-Storage

Insbesondere stehen bei Datenbank-Clustern auch alle Log-Files, die der ausgefallene Server geführt hat sofort zur Verfügung, so dass der gegebenenfalls sofort Rollback- oder Rollforward-Aktionen ausführen kann, um Transaktions-Sicherheit zu gewährleisten.

Andererseits besteht bei Shared-Nothing-Clustern das Risiko, dass es bei einer Übernahme des Speicherplatzes vom aktiven Knoten auf den anderen eine Korruption des Dateisystems auftritt. Diese muss je nach Schweregrad behoben werden, um späterem Datenverlust vorzubeugen. Während des Reparaturvorganges des Dateisystems stehen die darauf gespeicherten Daten nicht zur Verfügung. Reparaturen des Dateisystems können sich unter Umständen über Stunden und bei sehr großen Dateisystem und großen Beschädigungen unter Umständen über Tage hinweg ziehen.

Der Speicher stellt somit beim Failover-Cluster einen Single-Point-of-Failure (SPOF) dar, denn Reparatur- und Restorezeiten des Storage bestimmen die Ausfallzeit des Gesamtsystems, wenn das Speichersubsystem ausfallen sollte. Abhilfe kann der

Systemverwalter dadurch erreichen, dass er die auf dem Storage-Subsystem gespeicherten Daten redundant vorhält, indem er sie auf ein weiteres spiegelt. Nur so lässt sich im Fall der Fälle ein schneller Disaster-Recovery realisieren. Nahezu alle Hersteller großer Speichersysteme, wie IBM, EMC oder Compaq bieten für ihre Produkte schnelle und zuverlässige Mechanismen an, eine entsprechende Replikation erlauben. Diese Vorgehensweise hat zwar ihren Preis, kann sich jedoch abhängig von der zu sichernden Anwendungen bereits durch einen vermiedenen Ausfall amortisieren.

Typischer Vertreter der Failover-Cluster mit gemeinsam genutzten Speicher ist der Microsoft Cluster Server (MCS), der sowohl unter NT 4.0, als auch Windows-2000 verfügbar ist. Die mit der Enterprise Edition von Windows-NT gelieferte Version unterstützt dabei ebenso wie die in unter Windows-2000 Advanced Server vorhandene Version maximal zwei Knoten. Erst mit Windows 2000 Data Center ist der Systemverwalter in der Lage, einen Cluster mit maximal vier Knoten aufzubauen. Microsoft liefert mit dem Cluster-Server Unterstützung für die meisten hauseigenen Applika-

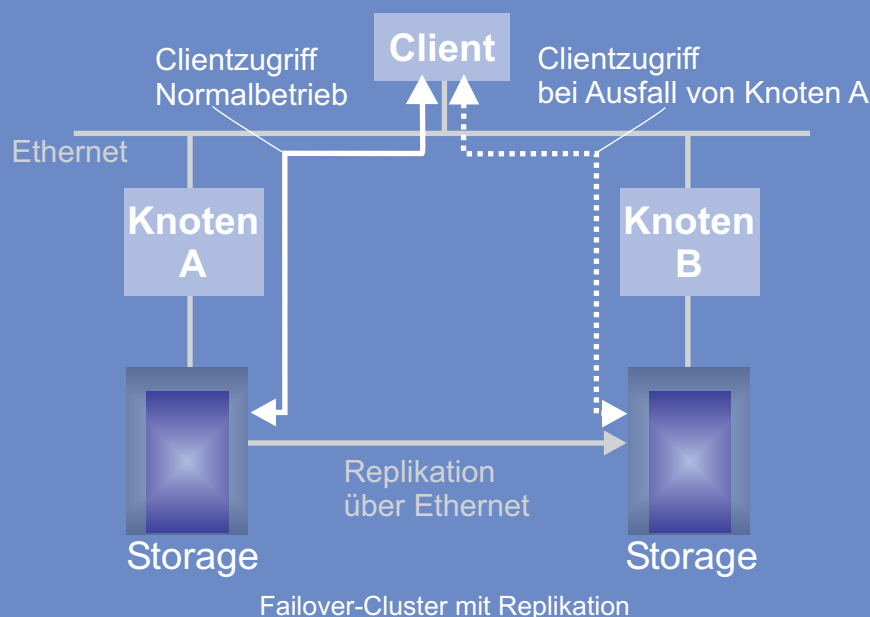
## Clusterlösungen für Windows-NT/2000

tionen, also zum Beispiel Exchange oder MS SQL, aber auch für Datei- und Druckdienste. Daneben bietet der Microsoft Cluster Server noch eine generische Unterstützung für beliebige Applikationen. Voraussetzung für ein Clustering solcher allgemeinen Anwendungen ist jedoch, dass für diese keine oder nur eine Replikation von Registry-Informationen notwendig ist. Leider verfügt der Microsoft-Cluster-Server auch nicht über ein Scripting-Interface, über das sich anwendungsspezifische Aktionen, die bei einem Failover notwendig werden, steuern ließen. Wer an dieser Stelle Anpassungsbedarf hat, muss den Weg über die Programmierung geeigneter DLLs gehen. Verschiedene Hersteller, wie beispielsweise Oracle oder Veritas haben sich dies zunutze gemacht und den Cluster-Server entsprechend ihren Vorstellungen modifiziert. So bietet Oracle eine Erweiterung namens Failsafe, mit der Oracle-Datenbanken unter zu Hilfeahme des MCS ausfallsicher ausgelegt werden können. Veritas hat mit ClusterX eine für den Unternehmens Einsatz optimierte Oberfläche für den Microsoft Cluster Server gestrickt, die zudem noch Features, wie Reporting und dynamisches Load-Balancing ermöglicht. Andere Hersteller, die Failover-Cluster für NT und Windows-2000 bieten, sind Legato mit dem CoStandby-Server, Octopus und dem Legato Cluster. Alle drei Produkte verfügen über ein Scripting-Interface, das individuelle Anpassungen an das Failover-Verhalten erlaubt. Die Skalier-

barkeit beginnt bei zwei Knoten und endet beim Legato Cluster bei theoretisch unendlich vielen. Für den Legato Cluster und den CoStandby-Server bietet der Hersteller fertige Module und Skripten an, um Standardprodukte von Microsoft oder auch eine Oracle-Datenbank ausfallsicher auszulegen. Ein weiterer Vertreter der Shared-Nothing-Cluster-Fraktion ist Veritas, deren Cluster-Produkt jedoch zunächst nur für Windows-NT verfügbar ist. Mit einer Windows-2000-Version ist aber Mitte 2001 zu rechnen. Auch der Veritas-Cluster bietet ein Skript-schnittstelle und Unterstützung für Standardapplikationen.

## Failover-Cluster mit Replikation

Im Gegensatz zu Failover-Clustern mit Shared-Storage werden die Daten bei Clustern, die mit Replikation arbeiten von vornherein doppelt vorgehalten. Der bei Failover-Clustern mit Shared-Storage vorhandene Single-Point-of-Failure des Plattensubsystems entfällt somit. Zudem lassen sich Probleme mit korrupten Filesystemen weitgehend ausschließen, da sich die Daten auf zwei unterschiedlichen Plattensubsystemen mit getrennten Filesystemen befinden und eine gleichzeitige Korruption beider Filesysteme als unwahrscheinlich anzusehen ist.



## Clusterlösungen für Windows-NT/2000

Der Einsatz von Replikation bietet sich an, wenn sehr hohe Anforderungen an ein schnelles Disaster-Recovery bestehen, da der Administrator durch die redundante Datenspeicherung auf einen langsamen Restore-Vorgang von einem Bandlaufwerk verzichten kann. Zudem gehen etwaige Reparaturzeiten für den Plattenspeicher nicht in die Ausfallzeit ein. Der Replikationsvorgang erfolgt dabei entweder synchron oder asynchron. Bei synchroner Replikation gilt eine Transaktion erst dann als abgeschlossen, wenn sie von allen an der Replikation beteiligten Systemen als abgeschlossen bestätigt wurde. Ist das nicht der Fall, findet ein Rollback der Transaktion statt. Dies zieht eine in der Regel geringe Beeinträchtigungen der Performance nach sich, speziell dann, wenn die Plattenspeicher über eine größere Distanz miteinander verbunden sind. Bei der asynchronen Replikation muss nur das primäre System die Transaktion bestätigen. Alle anderen Systeme werden zu einem späteren Zeitpunkt aktualisiert. Das hat zur Folge, dass bei der asynchronen Replikation unter Umständen Transaktionen verloren gehen können. Wenn höchste Datensicherheit gewährleistet sein soll, ist somit die synchrone Replikation erforderlich.

In allen Fällen kann entweder eine firmware- oder treiberbasierte Lösung im Betriebssystem selbst zum Einsatz kommen. Der Vorteil des firmware-basierten Ansatzes besteht dabei darin, dass der Replikationsmechanismus nicht auf Problematiken wie offene Dateien Rücksicht nehmen muss, da alle Aktionen auf Blocklevel-Ebene vonstatten gehen. Die Vorgehensweise ist analog der eines RAID-1-Systems mit dem Unterschied, dass die Spiegelung sich nicht über zwei einzelne Festplatten erstreckt, sondern über zwei Speichersubsysteme. Ein Vorteil dieser Maßnahme ist, dass die Daten mit Fibre-Channel- oder SCSI-Bus-Geschwindigkeit auf alle beteiligten Subsysteme transferiert werden, was gegenüber einer auf Ethernet basierenden Lösung einen erheblichen Geschwindigkeitsvorteil mit sich bringt. Dafür gestaltet sich bei der firmware-basierten Lösung eine Rücksynchronisation nach dem Ausfall des primären Subsystems häufig kompliziert und muss meist sehr sorgfältig mit Skripten implementiert und getestet werden. Auch das Problem der Korruption des Dateisystems kann nicht vollständig

ausgeschlossen werden, da ja beide Subsysteme parallel beschrieben werden. Somit ist die Wahrscheinlichkeit, dass auch beide Subsysteme von einer Korruption des Dateisystems betroffen sind, sehr hoch.

Im Betriebssystem verankerte treiberbasierte Lösungen speichern die zu replizierenden Daten in der Regel in Warteschlangen und übertragen deren Inhalte dann über Ethernet zu einem weiteren Subsystem. Existierende Lösungen sind häufig so gestaltet, dass sie nur ganze Dateien, nicht aber Dateiänderungen replizieren können. Dies ist insbesondere bei großen Datenbanken nicht sinnvoll. Zudem muss eine Datenbank jedes Mal vor einer Replikation in einen konsistenten Zustand versetzt werden, da die replizierten Daten sonst nicht brauchbar wären. Treiberbasierte Lösungen arbeiten in der Regel nur asynchron, da sonst die Performance nicht ausreichend wäre. Sie eignen sich somit primär für den Einsatz bei File-Servern.

Typische Vertreter der Gattung sind die bereits genannten Produkte Legato Octopus und CoStandby-Server, denn sie unterstützen sowohl den Failover-Ansatz mit gemeinsam genutzten Platten, als auch die Replikation. Während der CoStandby-Server jedoch auf zwei Knoten spezialisiert ist, ist der Systemverwalter bei Octopus in der Lage, 1-1-, 1-n-, n-1- und mn-Replikationen zu konfigurieren und einen Cluster mit beliebig vielen Knoten aufzubauen. Die Replikation erfolgt bei beiden Produkten asynchron. Für Unternehmen, die partout den Microsoft Cluster Server einsetzen, aber nicht auf Replikation verzichten möchten, bietet Legato ein Add-On für das Microsoft-Produkt an. Die als Legato Mirroring Extension for MCS bezeichnete Software greift dafür tief in die Architektur des Cluster-Server ein und verändert der Microsoft-Cluster auf gemeinsam genutzte Platten zugreift. So wird das bisherige Konzept, Platten mit SCSI-Kommandos nach Bedarf zwischen zwei Cluster-Knoten hin und herzuschieben aufgebrochen. Statt dessen trennte die Legato Mirroring Extension den gemeinsam genutzten Speicher auf und ersetzt ihn durch lokal an den jeweiligen Clusterknoten angeschlossene Platten, deren Inhalte repliziert werden. Auch für diese Lösung gilt, dass die Replikation asynchron

## Clusterlösungen für Windows-NT/2000

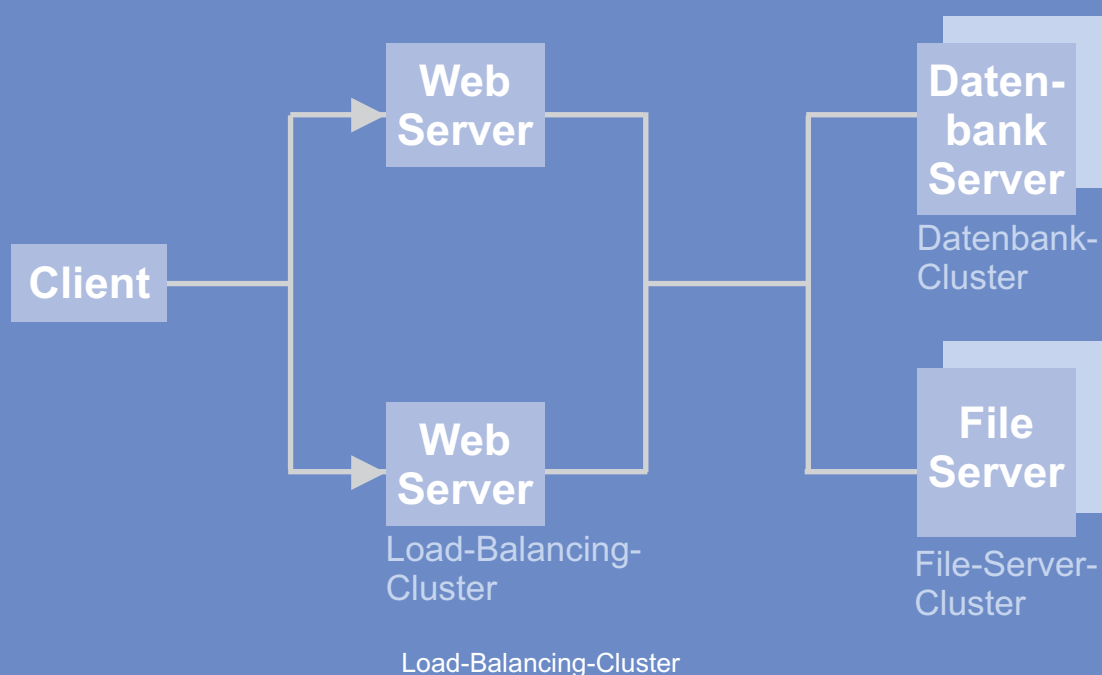
erfolgt und somit nicht gewährleistet werden kann, dass die Platteninhalte an beiden Clusterknoten zu jedem Zeitpunkt identisch sind.

### Load-Balancing-Cluster

Die Kategorie der Load-Balancing-Cluster ist eine relativ neue durch die Anforderungen im Internet-Bereich getriebene Technologie. Obwohl vom Ansatz her Ähnlichkeiten zum Performance-Cluster bestehen, verfolgen Load-Balancing-Cluster ein anderes Ziel. Dieses besteht darin, die Last eingehender Client-Zugriffe möglichst optimal auf eine Anzahl vorhandener Applikationsserver in einer Multitier-Architektur zu verteilen. Das Problem bei Load-Balancing-Clustern besteht darin, dass die einzelnen Knoten abgesehen von deren Vorhandensein nichts über die Zustände ihrer benachbarten Systeme wissen. Die mit Load-Balancern geclusterten Anwendungssysteme müssen demzufolge in der Lage sein, unabhängig voneinander zu agieren, so wie dies typischerweise bei Web-Servern und den darauf laufenden Anwendungen der Fall ist. Datenhaltung, Transaktionssicherheit und Locking passiert in solchen Multi-Tier-Umgebungen im Regelfall über nachgeordnete Datenbanksysteme,

die ihrerseits wieder mit Cluster-Software gesichert sind. Aufgrund ihrer Architektur eignen sich Load-Balancing-Cluster demzufolge nicht für Datenbanken oder Dateisysteme, da diese nicht mit voneinander unabhängigen Instanzen auf ein und demselben Datenbestand arbeiten können, wie dies etwa für Web-Server gilt.

Load-Balancing-Software für Windows-NT/2000 ist beispielsweise von Microsoft in Form des Network Load Balancing (NLB) von Microsoft verfügbar. Die Technologie ist Bestandteil der Advanced-Server- und Datacenter-Server-Editionen von Microsoft Windows-2000, ist aber auch für die Enterprise Edition von Windows-NT verfügbar. NLB dient dazu, die Skalierbarkeit und Verfügbarkeit unternehmenskritischer, IP-basierender Dienste, wie Web, Terminal Services, VPN und Streaming Media zu erhöhen. Dazu verteilt der NLB den IP-Verkehr auf mehrere Clusterknoten, indem er eine oder mehrere virtuelle IP-Adressen bereit stellt. Ein NLB-Cluster skaliert derzeit bis maximal 32 Knoten. Eine Erweiterung des Load-Balancing-Ansatzes stellt Microsoft mit Application Center 2000 vor, das die Skalierbarkeit und Verfügbarkeit von auf Windows 2000 basierenden Web-Applikationen erhöhen soll. Insbesondere COM+ und DCOM-Komponenten



## Clusterlösungen für Windows-NT/2000

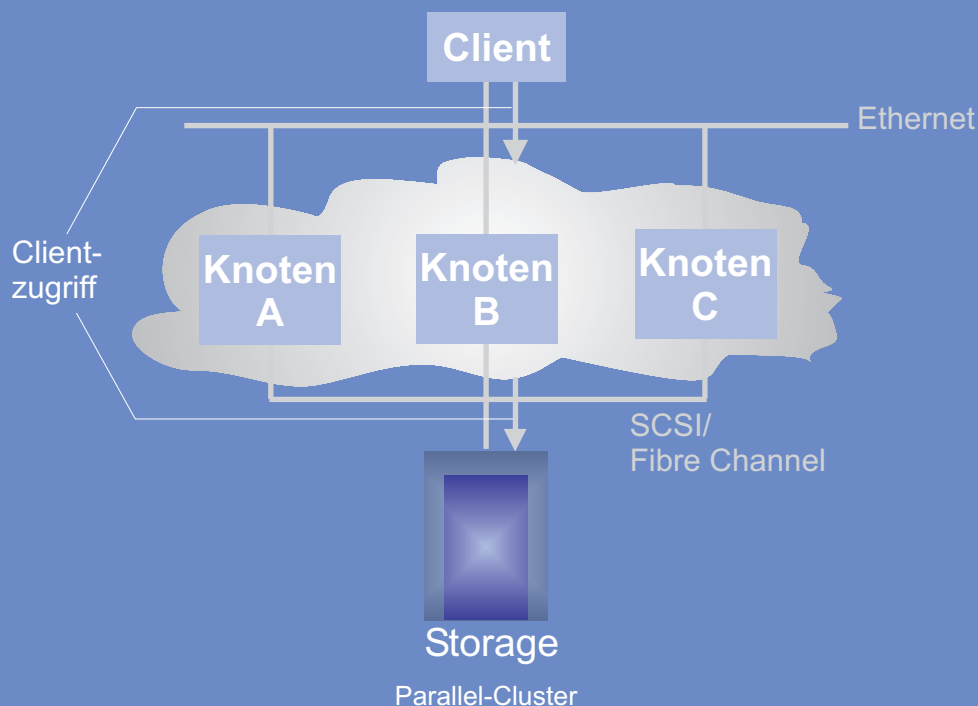
ditionen sollen zudem laut Microsoft ohne Code-Änderung oder Verwendung neuer Programmierschnittstellen (API) lauffähig sein. Das Produkt ist darüber hinaus in der Lage, NLB oder Load-Balancing-Cluster anderer Hersteller einbeziehen, um zusätzlich IP-basierte Lastverteilung zu realisieren. Weiterhin ist eine automatische Synchronisation von Anwendungsinhalten und Konfigurationseinstellungen für konsistenten Zustand aller Maschinen innerhalb des Clusters vorgesehen. Damit lässt sich der Produktionseinsatz von Applikationen, sowie deren Komponenten, Inhalt und Einstellungen automatisieren und von einem Master auf die anderen Knoten replizieren.

## Parallel-Cluster

Die Aufgabe von Parallel-Clustern besteht ähnlich wie bei den Load-Balancing-Clustern darin, die Skalierbarkeit einer Anwendung zu erhöhen. Durch Hinzufügen zusätzlicher Cluster-Knoten sollen Antwortzeiten verkürzt, Zugriffe beschleunigt und somit die Gesamtperformance einer Anwendung insgesamt verbessert werden. Zusätzlich übernehmen beim Ausfall eines Cluster-Knotens die ver-

bleibenden Systeme die Last des ausgefallenen Rechners

Da bei Parallel-Clustern alle Knoten eines Systems gleichzeitig auf dieselben Ressourcen und hierbei insbesondere den Plattenspeicher (Shared-Storage) zugreifen dürfen, ist bei Parallel-Clustern eine Instanz erforderlich, die Schreibzugriffe auf die gemeinsamen Ressourcen verwaltet und serialisiert. Nur so lassen sich die Daten gegen etwaige Inkonsistenzen schützen. Diese könnten entstehen, wenn derselbe Datensatz von mehr als einem Knoten gleichzeitig verändert wird. Eine als Distributed-Lock-Manager (DLM) bezeichnete Instanz sorgt beim Parallel-Cluster dafür, dass derartige Inkonsistenzen ausgeschlossen sind. Die Notwendigkeit für den Einsatz eines DLM schränkt allerdings die Skalierbarkeit eines Parallel-Clusters ein, da der für die Serialisierung und das Locking benötigte interne Verwaltungsaufwand mit der Zahl der Clusterknoten und der Zahl der Schreibzugriffe stark zunimmt. Zusätzlich sind für die Inter-Cluster-Kommunikation schnelle und leistungsstarke Netzverbindungen erforderlich, um die Menge der auszutauschenden Verwaltungsdaten bewältigen zu können.



## Clusterlösungen für Windows-NT/2000

Parallel-Server skalieren somit am besten für Anwendungen, die hauptsächlich Lesezugriff und Failover-Fähigkeiten benötigen. Hier führt eine größere Anzahl von Knoten auch zu mehr Leistung und besseren Antwortzeiten. Bei schreibintensiven Anwendungen ist es hingegen sinnvoll, die Zahl der Clusterknoten klein zu halten und statt dessen leistungsfähige SMP-Server mit hoher CPU-Leistung einzusetzen, um den durch den DLM verursachten Overhead zu minimieren. Obwohl beim Ausfall eines Parallel-Clusters keine Umschaltvorgänge bezüglich des Plattenspeichers vorkommen, ist mit Verzögerungen zu rechnen, da der DLM etwaige vorhandene Locks eines ausgefallenen Knotens lokalisieren und freigeben muss.

Als kritisch anzusehen ist beim Parallel-Cluster der Shared-Storage, denn dieser stellt einen Single-Point-of-Failure (SPOF) dar, auch wenn alle übrigen Komponenten des Clusters, wie Netzteile, Platten, Netzverbindungen und Fibre-Channel-/SCSI-Verbindungen sowie Controller redundant ausgelegt sind. Falls das Speichersubsystem beispielsweise durch einen Kurschluss als ganzes ausfällt, muss dieses zunächst repariert und anschließend ein Restore durchgeführt werden, was sich je nach Datenmenge über viele Stunden erstrecken kann. Damit ist ein schnelles Disaster Recovery zunächst nicht gewährleistet, kann jedoch mit Hilfe der Replikation der Daten auf ein weiteres Speichersubsystem erreicht werden. Parallel-Cluster sind in der Windows-Welt nicht sonderlich verbreitet. Der Oracle Parallel Server (OPS) als Datenbank-Applikation stellt hierbei den prominentesten Vertreter dieser Gattung dar und läuft unter Windows-NT als auch Windows-2000. Neben Failover-Clustern mit integrierter Replikation besteht natürlich auch die Möglichkeit die Daten asynchron per Skript oder mit einem Tool, wie dem Veritas Storage Replicator von einem System auf ein zweites zu transferieren und eine Cold-Standby-Lösung zu realisieren, bei der allerdings eine manuelle Umschaltung des Storage oder eine Umkonfiguration der Clients notwendig wäre, um den Zugriff zu gewährleisten.

### Performance-Cluster

Performance-Cluster waren bislang primär eine Domäne von UNIX-Systemen. Number-Crunching-Applikationen und die damit verbundenen Cluster, etwa zur Berechnung von Wetterdaten oder Simulationen für die Automobilindustrie werden in der Regel speziell für jeweiligen Einsatzzweck entworfen. Der Hauptfokus bei dieser Technologie liegt in der Skalierbarkeit. Durch Hinzufügen zusätzlicher Systeme und deren CPUs soll die Rechenleistung verbessert werden. Die Verfügbarkeit eines Dienstes, wie beispielsweise einer Datenbank steht dabei nicht im Vordergrund. Microsoft hat sich in diesem Bereich eher unwohl gefühlt, sieht sich aber wohl mit Windows-2000 mittlerweile in der Lage, auch dieses Segment zu bedienen. So finden auf der Homepage des Herstellers unter <http://www.microsoft.com/windows-2000/hpc> zahlreiche Papiere technischer und nicht-technischer Art, die auf die Eignung von Windows-2000 als Plattform für den prestige-trächtigen Bereich des High-Performance-Computing fokussieren. Bestehende und noch im Entwicklungsstadium befindliche Technologien des Softwareriesen, wie zum Beispiel C#, DCOM, XML oder das ebenfalls auf XML basierende Simple Object Access Protocol (SOAP) sollen dabei die Entwicklung von Anwendungen in diesem Bereich begünstigen. Im letzten Jahr hat es dann auch erstmals ein auf Windows basierender Cluster des National Center for Supercomputing Applications (NCSA) in Liste der Top 500 ([www.top500.org](http://www.top500.org)) der schnellsten Computersysteme geschafft.

### Fazit

Trotz der mittlerweile verfügbaren Vielzahl von Clustersystemen für Windows-NT/2000 ist doch für die Mehrzahl der Einsatzgebiete die Marschrichtung klar. Für die meisten Unternehmen kommt es auf Verfügbarkeit ihrer Anwendung an. Damit liegen sie mit Failover-Clustern in der Regel auf der sicheren Seite. Ergänzt mit Mechanismen wie der Replikation sorgen diese inzwischen für eine gute Verfügbarkeit von Diensten unter Windows-NT/2000. Wichtig ist es hierbei, die richtige Mischung aus Hard- und Soft-

## Clusterlösungen für Windows-NT/2000

ware-Komponenten zu wählen, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Sollen Durchsatz und Verfügbarkeit einer Applikation verbessert werden, so bieten sich dafür die unterschiedliche Load-Balancing-Varianten an. Ein Schattendasein führen hingegen die Parallel- und Performance-Cluster, die von ihrem Einsatzzweck zu spezialisiert sind, um für die breite Masse interessant zu sein.

### Begriffe

**Cluster:** Zwei oder mehr voneinander unabhängige Computersysteme, wobei einer für den anderen im Falle eines Systemausfalls einspringt

**Plattenspiegelung (Disk Mirroring):** Technik, bei der Daten auf zwei Platten gleichzeitig geschrieben werden. Beide Platten speichern und aktualisieren stets dieselben Daten.

**Failover:** Prozess, bei dem ein Cluster-Knoten die IP-Adresse und die Dienste seines ausgefallenen Partners übernimmt

**Knoten:** Computer-System, das Teil einer Clusterkonfiguration ist.

**Redundant Array of Independent Disks (RAID):** Speichertechnologie, bei der zwei oder mehr physikalische Platten zusammenarbeiten, um verschiedene Stufen (RAID-Level) von Fehlertoleranz und Ausfallsicherheit zu realisieren.

**Skalierbarkeit:** Fähigkeit eines Cluster, Knoten hinzuzufügen, um die Leistungsfähigkeit des Clusters zu steigern.

**Single-Point-of-Failure (SPOF):** Jede Komponente in einem Rechnersystem, die nicht redundant ist und bei einem Ausfall das gesamte System in Mitleidenschaft zieht, wird als SPOF bezeichnet.

### Zur Person

DIPL. ING. DIRK PELZER arbeitet als freier Consultant und Journalist in München. Er betreibt ein Storage Labor für verschiedene namhafte Fachzeitschriften. Zudem beschäftigt er sich mit Speichernetzen und Hochverfügbarkeit.