

Clustering

Hochverfügbarkeitslösungen mit Windows Server 2003

Christian Zahler

Arten von Cluster-Technologien

Microsoft verwendet den Begriff „Cluster“ für drei völlig unterschiedliche Technologien:

- **Server-Cluster:** Darunter versteht man den eigentlichen Cluster-Dienst (clussvc), der ein Quorum Device voraussetzt und Failover-Möglichkeit bietet.

- **NLB-Cluster:** Diese Technologie wird hier vorgestellt und beruht auf einem Netzwerk-treiber nlb.exe.

- **Komponentenlastenausgleich-Cluster:** Nicht Bestandteil von Windows Server 2003, muss extra im Rahmen des MS Application Centers erworben werden.

Es ist nicht möglich, Server- und NLB-Cluster-Technologien auf ein und demselben PC zu verwenden!

Cluster-technologie

Netzwerklastenausgleich-Cluster (Network Load Balancing oder NLB)

Servercluster

Komponentenlastenausgleich-Cluster (Component Load Balancing oder CLB)

Verfügbar in

Microsoft® Windows® Server 2003, Web Edition; Microsoft® Windows® Server 2003, Standard Edition; Microsoft® Windows® Server 2003, Enterprise Edition und Microsoft® Windows® Server 2003, Datacenter Edition

Windows Server 2003, Enterprise Edition und Windows Server 2003, Datacenter Edition

Microsoft Application Center 2000

Maximale Anzahl von Knoten

32

8

12

Anwendung

Lastenausgleich des Transmission Control Protocol (TCP)- und User Datagram Protocol (UDP)-Datenverkehrs

Failover und Failback von Anwendungen

Einzelner Verwaltungs- und Konfigurationspunkt für Webfarmen

Spezielle Hardware erforderlich?

Nein

Ja

Nein

Übliche Einsatzmöglichkeiten

Webserver, Microsoft Internet Security and Acceleration (ISA) Server, virtuelle private Netzwerke, Windows Media™-Server, Mobile Information Server, Terminaldienste

MS SQL Server, MS Exchange Server, Datei- und Druckserver, Message Queuing

Webfarmen

Statusbehaftet oder statusfrei?

Statusfrei

Statusbehaftet

Statusfrei

Netzwerklastenausgleich (Network Load Balancing, NLB)

Der Netzwerklastenausgleichsdienst erhöht die Verfügbarkeit und Skalierbarkeit von Internetserveranwendungen für Web-, FTP-, Firewall-, Proxy-, VPN- und andere unternehmenswichtige Server. Ein einzelner Server unter Windows bietet nur eine eingeschränkte Zuverlässigkeit, und die Leistung kann nicht umfassend skaliert werden. Durch den Zusammenschluss der Ressourcen von zwei oder mehr Computern unter einem Betriebssystem der Windows Server 2003-Produktfamilie zu einem Cluster erhalten Sie die Zuverlässigkeit und Leistung, die für Webserver und andere unternehmenswichtige Server benötigt werden.

Die folgende Abbildung zeigt zwei miteinander verbundene Netzwerklastenausgleich-Cluster. Der erste Cluster besteht aus zwei Hosts, der zweite Cluster aus vier Hosts:

Auf jedem Host wird je eine Kopie der benötigten Serveranwendungen ausgeführt (beispielsweise für einen Webserver, FTP-Server und Telnetserver). Der Netzwerklastenausgleich verteilt eingehende Clientanforderungen auf die Hosts im Cluster. Das Lastgewicht, das von den einzelnen Hosts getragen werden soll, kann nach Bedarf konfiguriert werden. Bei erhöhter Arbeitslast können Sie außerdem weitere Hosts dynamisch zum Cluster hinzufügen. Darüber hinaus können Sie den gesamten Datenfluss an einen einzelnen, dedizierten Host weiterleiten lassen (Standardhost).

Durch den Netzwerklastenausgleich können alle Computer im Cluster über denselben Satz von Cluster-IP-Adressen angesprochen werden. Gleichzeitig bleiben die eindeutigen dedizierten IP-Adressen der Computer erhalten.

Bei Anwendungen, für die ein Lastenausgleich erfolgt, wird die Last automatisch auf die noch funktionierenden Computer verteilt, wenn ein Host ausfällt oder offline geschaltet wird. Bei Anwendungen mit einem einzelnen Server wird der Datenfluss auf einen bestimmten Host umgeleitet. Wenn ein Computer ausfällt oder unerwartet offline geschaltet wird, werden aktive Verbindungen zu dem ausgefallenen oder offline geschalteten Server getrennt. Wenn Sie jedoch einen Host absichtlich herunterfahren, können Sie den Befehl Ausgleich beenden verwenden, um alle aktiven Verbindungen zu bedienen, bevor Sie den Computer offline schalten. In beiden Fällen kann der offline geschaltete Computer dem Cluster später wieder transparent beitreten und einen entsprechenden Anteil an der Arbeitslast übernehmen.

Überblick über die Konfiguration des Netzwerklastenausgleichs

Der Netzwerklastenausgleich wird als Windows-Netzwerktreiber ausgeführt. Die Vorgänge sind für den TCP/IP-Netzwerkstapel transparent. Die folgende Abbildung zeigt die Beziehung zwischen dem Netzwerklastenausgleich und anderen Softwarekomponenten in einer typischen Konfiguration auf einem Host für den Netzwerklastenausgleich:

Funktionsweise des Netzwerklastenausgleichs

Der Netzwerklastenausgleich sorgt für hohe Verfügbarkeit und Skalierbarkeit von Servern. Hierzu wird ein Cluster aus zwei oder mehr zusammenarbeitenden Hostcomputern eingesetzt. Die Internetclients greifen über eine einzelne IP-Adresse oder einen Satz von Adressen auf den Cluster zu. Aus Sicht der Clients unterscheidet sich der Cluster nicht von einem einzelnen Server. Bei den Serveranwendungen ist nicht ersichtlich, dass sie in einem Cluster ausgeführt werden. Es bestehen allerdings erhebliche Unterschiede zwischen einem Cluster für den Netzwerklastenausgleich und einem einzelnen Host, auf dem eine einzige Serveranwendung ausgeführt wird: Der Cluster steht den Clients normalerweise auch dann noch zur Verfügung, wenn ein Clusterhost ausfällt. Darüber hinaus kann der Cluster schneller auf Clientanforderungen reagieren als ein einzelner Host.

Wenn ein Host ausfällt oder offline geschaltet wird, leitet der Netzwerklastenausgleich den eingehenden Netzwerkverkehr an betriebsfähige Clusterhosts um. Auf diese Weise wird stets hohe Verfügbarkeit gewährleistet. Die vorhandenen Verbindungen zum offline geschalteten Host gehen verloren; der Internetdienst ist jedoch weiterhin verfügbar. In den meisten Fällen (beispielsweise bei Webservern) versucht die Clientsoftware automatisch, die unterbrochenen Verbindungen wiederherzustellen. Für den Client treten daher nur wenige Sekunden Verzögerung beim Erhalt einer Antwort auf.

Zur Skalierung der Leistung verteilt der Netzwerklastenausgleich den eingehenden Netzwerkverkehr auf eine oder mehrere virtuelle IP-Adressen (die Cluster-IP-Adressen), die dem Cluster für den Netzwerklastenausgleich zugewiesen sind. Die Hosts im Cluster können daher gleichzeitig auf verschiedene Clientanforderungen antworten (auch auf mehrere Anforderungen von einem einzelnen Client). Ein Webbrowser kann beispielsweise die verschiedenen Bilder auf einer einzelnen Webseite von unterschiedlichen Hosts in einem Netzwerklastenausgleich-Cluster beziehen. Auf diese Weise wird die Verarbeitung beschleunigt und die Antwortzeit verkürzt.

Mithilfe des Netzwerklastenausgleichs können alle Clusterhosts eines Subnetzes den

eingehenden Netzwerkverkehr für die Cluster-IP-Adressen gleichzeitig erkennen. Auf jedem Clusterhost fungiert der Treiber für den Netzwerklastenausgleich als Filter zwischen dem Treiber für den Clusteradapter und dem TCP/IP-Stapel, so dass der Netzwerkverkehr auf die Hosts verteilt wird.

Der Netzwerklastenausgleich verwendet einen vollständig verteilten Algorithmus, der den Clusterhosts die eingehenden Clientanforderungen anhand der IP-Adresse und des Ports statistisch zuordnet. Für diesen Vorgang muss keine Kommunikation zwischen den Hosts erfolgen. Beim Empfang eines eingehenden Pakets nehmen alle Hosts gleichzeitig diese Zuordnung vor, um so zu ermitteln, welcher Host das Paket zu bearbeiten hat. Die Zuordnung bleibt so lange unverändert, bis die Anzahl der Clusterhosts geändert wird. Der Filteralgorithmus des Netzwerklastenausgleichs ist bei der Paketverarbeitung erheblich effizienter als zentralisierte Anwendungen für den Lastenausgleich, bei denen die Pakete geändert und erneut übertragen werden müssen.

Verteilung des Datenflusses im Cluster

Mit dem Netzwerklastenausgleich steuern Sie die Verteilung des TCP- und UDP-Verkehrs von den Internetclients zu ausgewählten Hosts in einem Cluster. Nach erfolgter Konfiguration des Netzwerklastenausgleichs werden eingehende Clientanforderungen an die Cluster-IP-Adressen von allen Hosts im Cluster empfangen. Der Netzwerklastenausgleich filtert die eingehenden Datagramme mit den angegebenen TCP- und UDP-Ports und leitet sie erst dann an das TCP/IP-Protokoll weiter. Der Netzwerklastenausgleich verwaltet das TCP- und das UDP-Protokoll von TCP/IP. Die Vorgänge werden hierbei für jeden Port einzeln gesteuert.

Im Multicastmodus kann der Netzwerklastenausgleich bei aktivierter IGMP-Unterstützung (Internet Group Management-Protokoll) eine Überflutung von Switchports vermeiden. Der Netzwerklastenausgleich steuert lediglich den TCP- und den UDP-Verkehr für die angegebenen Ports sowie IGMP-Verkehr im Multicastmodus; anderer IP-Verkehr wird nicht verarbeitet. Andere IP-Protokolle (z. B. ICMP oder ARP) werden nicht gefiltert (abgesehen von den nachstehend beschriebenen Ausnahmen). Beachten Sie, dass Sie bei bestimmten Point-to-Point-TCP/IP-Anwendungen (z. B. ping) mit doppelten Antworten rechnen müssen, wenn Sie die IP-Adresse des Clusters verwenden. Um dieses Verhalten zu vermeiden, können Sie die betreffenden Anwendungen bei Bedarf die dedizierte IP-Adresse der einzelnen Hosts verwenden lassen.

Zusammenführung

Zur Koordinierung ihrer Vorgänge tauschen die Netzwerklastenausgleich-Hosts in regelmäßigen Abständen Takte im Cluster aus. Durch IP-Multicasting können die Hosts den Status des Clusters überwachen. Wird der Clusterstatus geändert (beispielsweise durch Ausfall eines Hosts, Entfernen eines Hosts aus dem Cluster oder Beitritt eines Hosts zum Cluster), leitet der Netzwerklastenausgleich die so genannte Zusammenführung ein. Bei diesem Vorgang tauschen die Hosts eine begrenzte Anzahl von Meldungen aus, um einen neuen, konsistenten Clusterstatus

zu erzielen und den Host mit der höchsten Hostpriorität als neuen Standardhost festzulegen. Wenn alle Clusterhosts eine Einigung über den richtigen neuen Status des Clusters erzielt haben, wird die Beendigung der Zusammenführung im Windows-Ereignisprotokoll festgehalten. Dieser Vorgang dauert normalerweise weniger als 10 Sekunden.

Während der Zusammenführung verarbeiten die übrigen Hosts weiterhin den eingehenden Netzwerkverkehr. Die Clientanforderungen an betriebsfähige Hosts sind nicht betroffen. Nach Abschluss der Zusammenführung wird der Verkehr, der an den ausgefallenen Host gerichtet ist, auf die verbleibenden Hosts verteilt. Beim Lastenausgleich wird der Verkehr unter den verbleibenden Hosts neu partitioniert, um den bestmöglichen Lastenausgleich für bestimmte TCP- oder UDP-Anschlüsse erzielen zu können.

Ein Host, der zum Cluster hinzugefügt wird, kann nach erfolgter Zusammenführung einen entsprechenden Anteil am Datenfluss mit Lastenausgleich übernehmen. Eine Erweiterung des Clusters wirkt sich nicht auf die laufenden Clustervorgänge aus. Die Erweiterung erfolgt sowohl für die Internetclients als auch für die Serveranwendungen transparent. Unter Umständen wirkt sich dieser Vorgang jedoch auf Clientsitzungen aus, die sich über mehrere TCP-Verbindungen erstrecken, wenn die Clientaffinität angegeben wurde; in diesem Fall werden die Clients zwischen den Verbindungen möglicherweise anderen Clusterhosts zugeordnet.

Beim Netzwerklastenausgleich gilt ein Host im Cluster als uneingeschränkt betriebsfähig, solange der Host Takte mit anderen Clusterhosts austauscht. Erhalten die anderen Hosts über mehrere ausgetauschte Takte hinweg keine Antwort von einem Clustermitglied, wird automatisch die Zusammenführung eingeleitet, um die Arbeitslast des ausgefallenen Hosts neu zu verteilen.

Sie können sowohl den Zeitraum für den Nachrichtenaustausch als auch die Anzahl der fehlenden Nachrichten angeben, die zur Auslösung der Zusammenführung erforderlich sein sollen. Die Standardeinstellungen betragen 1.000 Millisekunden (1 Sekunde) bzw. fünf fehlende Nachrichten. In der Regel müssen Sie diese Parameter nicht ändern; sie können daher nicht im Dialogfeld Netzwerklastenausgleich-Eigenschaften konfiguriert werden. Es ist jedoch möglich, die Parameter nach Bedarf manuell in der Registrierung zu ändern.

Wichtige Funktionen beim Netzwerklastenausgleich

Skalierbarkeit

- Bei Anforderungen nach einzelnen TCP/IP-Diensten über den Cluster erfolgt ein Lastenausgleich.
- Es werden bis zu 32 Computer in einem einzigen Cluster unterstützt.
- Bei mehreren Clientanforderungen erfolgt ein Lastenausgleich über die Hosts im Cluster. Die Anforderungen können von demselben oder von mehreren Clients stammen.
- Durch die Implementierung mit Pipeline-Verarbeitung erzielen Sie hohe Leistungen und geringen Aufwand.

● Anmerkung: Beim Empfang von Paketen überlappt die Pipeline-Verarbeitung des Netzwerklastenausgleichs die Lieferung von eingehenden Paketen an TCP/IP sowie den Empfang weiterer Pakete durch den NDIS-Treiber. Auf diese Weise wird die Verarbeitungsgeschwindigkeit insgesamt erhöht und die Wartezeit verringert: Das erste Paket wird mit TCP/IP verarbeitet, während der NDIS-Treiber das nachfolgende Paket empfängt. Darüber hinaus wird der Aufwand für die Koordinierung der Vorgänge von TCP/IP und NDIS-Treiber vermindert. Häufig entfällt außerdem die zusätzliche Kopie der Paketdaten im Speicher. Beim Senden von Paketen kann der Netzwerklastenausgleich den Durchsatz steigern, die Wartezeit verkürzen und den Aufwand vermindern. Hierzu wird die Anzahl der Pakete erhöht, die TCP/IP pro NDIS-Anruf senden kann. Zur Erzielung dieser Leistungssteigerungen wird ein Pool von Paketpuffern und Deskriptoren zugewiesen und verwaltet; mit diesem Pool werden die Aktionen von TCP/IP und NDIS-Treiber überlappt.

Hohe Verfügbarkeit

- Ausgefallene oder offline geschaltete Computer werden automatisch erkannt und wiederhergestellt.
- Die Netzwerklast wird nach dem Hinzufügen oder Entfernen von Hosts automatisch umverteilt.
- Die Wiederherstellung und Neuverteilung der Arbeitslast erfolgt innerhalb von 10 Sekunden.

Verwaltung

- Mithilfe des Netzwerklastenausgleich-Managers können Sie über einen einzelnen Computer mehrere Netzwerklastenausgleich-Cluster und die zugehörigen Clusterhosts verwalten und konfigurieren.
- Mithilfe von Portverwaltungsregeln können Sie das Lastenausgleichsverhalten eines einzelnen IP-Ports oder einer Gruppe von Ports festlegen.
- Wenn Sie dieselbe Lastenausgleich-Servergruppe für mehrere Anwendungen oder Websites einsetzen, können Sie durch die Verwendung virtueller Cluster für jede Website andere Portregeln definieren (auf der Grundlage der virtuellen IP-Zieladresse).
- Mithilfe optionaler Einzelhostregeln können Sie alle Clientanforderungen an einen einzelnen Host weiterleiten. Der Netzwerklastenausgleich dient hierbei praktisch als Werkzeug zum Weiterleiten von Clientanforderungen zu einem bestimmten Host mit speziellen Anwendungen.
- Sie können unerwünschten Netzwerkzugriff auf bestimmte IP-Anschlüsse unterbinden.
- Sie können auf den Clusterhosts die IGMP-Unterstützung (Internet Group Management-Protokoll) aktivieren, um die Switchüberflutung beim Betrieb im Multicastmodus zu kontrollieren.
- Der Netzwerklastenausgleich zeichnet alle Vorgänge und Änderungen im Cluster im Windows-Ereignisprotokoll auf.
- Mithilfe von Shellbefehlen oder Skripts können Sie die Vorgänge beim Netzwerklastenausgleich über einen Remotenetzwerkkomputer unter Windows starten, beenden

und steuern.

Benutzerfreundlichkeit

- Der Netzwerklastenausgleich wird als Standard-Netzwerktreiberkomponente für Windows installiert.
- Für die Aktivierung und Ausführung des Netzwerklastenausgleichs sind keine Hardwareänderungen erforderlich.
- Mithilfe des Netzwerklastenausgleich-Managers können Sie von einem einzigen lokalen oder Remotecomputer neue Netzwerklastenausgleich-Cluster erstellen sowie die Cluster und alle Clusterhosts konfigurieren und verwalten. Im Idealfall sollten Sie einen zweiten Netzwerkadapter verwenden, wenn Sie den Cluster von einem lokalen Computer verwalten.
- Der Netzwerklastenausgleich sorgt dafür, dass Clients über einen einzelnen logischen Internetnamen und eine virtuelle IP-Adresse (die so genannte Cluster-IP-Adresse) auf den Cluster zugreifen können; gleichzeitig werden die individuellen Namen der einzelnen Computer beibehalten. Der Netzwerklastenausgleich lässt mehrere virtuelle IP-Adressen für mehrfach vernetzte Server zu (bei virtuellen Clustern können die Server jedoch auch mehrere virtuelle IP-Adressen besitzen, ohne mehrfach vernetzt zu sein).
- Der Netzwerklastenausgleich kann an mehrere Netzwerkadapter gebunden werden, wodurch Sie mehrere unabhängige Cluster auf jedem Host konfigurieren können. Die Unterstützung mehrerer Netzwerkadapter und die Verwendung virtueller Cluster unterscheiden sich insofern, als bei virtuellen Clustern mehrere Cluster auf einem einzelnen Netzwerkadapter konfiguriert werden können.
- Für die Ausführung in einem Netzwerklastenausgleich-Cluster sind keine Änderungen an Serveranwendungen erforderlich.
- Der Netzwerklastenausgleich kann so konfiguriert werden, dass ein ausgefallener Clusterhost nach Wiederaufnahme des Onlinebetriebs automatisch wieder zum Cluster hinzugefügt wird. Der hinzugefügte Host ist dann in der Lage, neue Serveranforderungen von Clients zu verarbeiten.
- Sie können Computer zu Wartungszwecken offline schalten, ohne dass die Clustervorgänge auf den anderen Hosts unterbrochen werden.

Praxis

- Öffnen Sie den Netzwerklastenausgleich-Manager.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Netzwerklastenausgleich-Cluster, und klicken Sie dann auf Neuer Cluster.
 - Geben Sie die IP-Adresse des Clusters sowie weitere Informationen zum Cluster ein, und klicken Sie dann auf Weiter.
 - Fügen Sie gegebenenfalls weitere virtuelle IP-Adressen hinzu, die von diesem Cluster verwendet werden, indem Sie auf Hinzufügen klicken, die virtuelle IP-Adresse und Informationen zur Subnetzmaske eingeben und dann auf OK klicken. Wiederholen Sie diesen Vorgang für jede weitere virtuelle IP-Adresse, und klicken Sie dann auf Weiter.
 - Fügen Sie bei Bedarf entsprechende Portregeln hinzu, und klicken Sie dann auf Weiter.

Um eine optimale Steuerung verschiedener TCP/IP-Verkehrstypen zu erreichen, können Sie mithilfe von Portregeln festlegen, auf welche Weise der Clusternetzwerkverkehr für die einzelnen Ports verarbeitet werden soll. Das Verfahren zur Verarbeitung des Netzwerkverkehrs für einen Port wird als Filterungsmodus bezeichnet. Die folgenden Filterungsmodi stehen zur Auswahl: Mehrfachhost, Einzelhost und Deaktiviert.

● **Mehrfachhost:** Dieser Parameter gibt an, dass mehrere Hosts in dem Cluster den Netzwerkverkehr für die zugehörige Portregel verarbeiten. Durch das Verteilen der Netzwerklast auf mehrere Hosts gewährleistet dieser Filterungsmodus die Skalierbarkeit der Leistung und sorgt für Fehlertoleranz. Sie können angeben, dass die Netzwerklast gleichmäßig auf die Hosts verteilt wird, oder dass jeder Host eine bestimmte Last verarbeitet.

Wenn Sie den Filterungsmodus „Mehrfachhost“ gewählt haben, können Sie die „Affinität“ konfigurieren, das bedeutet, eine von drei Optionen für die Clientzugehörigkeit auswählen: Keine, Einfach oder Klasse C. Mit Einfach und Klasse C stellen Sie sicher, dass der gesamte Netzwerkverkehr von einem bestimmten Client stets an denselben Clusterhost weitergeleitet wird. Damit der Netzwerklastenausgleich IP-Fragmente ordnungsgemäß verarbeiten kann, sollten Sie bei der Auswahl der Protokolleinstellung UDP bzw. Beide nicht die Option Keine verwenden.

● **Einzelhost:** Dieser Parameter gibt an, dass Netzwerkverkehr für die zugehörige Portregel gemäß der angegebenen Behandlungspriorität von einem einzigen Host im Cluster verarbeitet wird. Dieser Filterungsmodus gewährleistet portspezifische Fehlertoleranz bei der Verarbeitung von Netzwerkverkehr.

● **Diesen Portbereich deaktivieren:** Dieser Parameter gibt an, dass der gesamte Netzwerkverkehr für die zugehörige Portregel blockiert wird. In diesem Fall filtert der Treiber für den Netzwerklastenausgleich alle entsprechenden Netzwerkpakete oder Datagramme. Mithilfe dieses Filterungsmodus können Sie Netzwerkverkehr sperren, der an einen bestimmten Portbereich gerichtet ist.

Darüber hinaus können Sie festlegen, dass der Filterungsmodus für einen bestimmten numerischen Portbereich gelten soll. Hierzu definieren Sie eine Portregel mit den entsprechenden Konfigurationsparametern für den Filterungsmodus. Die Portregeln umfassen die folgenden Konfigurationsparameter:

- Die virtuelle IP-Adresse, auf die die Regel angewandt werden soll.
- TCP- oder UDP-Portbereich, auf den die Regel angewandt werden soll.
- Protokolle, für die die Regel gelten soll (TCP und/oder UDP).
- Filterungsmodus, mit dem definiert wird, auf welche Weise der Datenfluss im angegebenen Portbereich bei den festgelegten Protokollen verarbeitet werden soll.

Wichtig

- Die Anzahl und die Typen der Regeln müssen bei jedem Host im Cluster identisch sein.
- Wenn ein Host dem Cluster beiträgt, der nicht dieselbe Anzahl von Regeln wie die Hosts im Cluster aufweist, wird der betreffende Host nicht in den Cluster aufgenommen. Der Datenfluss wird wie bisher durch die

Clusterhosts verarbeitet. Im Windows-Ereignisprotokoll wird ein Eintrag festgehalten. In diesem Fall ermitteln Sie anhand des Ereignisprotokolls, bei welchem Host eine abweichende Regelanzahl vorliegt. Beheben Sie den Konflikt, und starten Sie den Netzwerklastenausgleich auf dem Host neu.

● Die Regeln für die einzelnen Hosts im Cluster müssen identische Cluster-IP-Adressen, Portbereiche, Protokolltypen und Filterungsmodi enthalten.

● Wenn eine inkonsistente Regel bei den Clusterhosts festgestellt wird, nimmt der Netzwerklastenausgleich einen Eintrag im Windows-Ereignisprotokoll vor. In diesem Fall ermitteln Sie anhand des Ereignisprotokolls, bei welchem Host der Fehler aufgetreten ist und welche Regel das Problem verursacht hat. Beheben Sie das Problem, und starten Sie den Netzwerklastenausgleich auf dem Host neu.

● Wenn Sie den Netzwerklastenausgleich für den Lastenausgleich von VPN-Verkehr wie PPTP/GRE und IPSEC/L2TP verwenden möchten, müssen Sie die Regeln für die Ports, die den VPN-Verkehr verarbeiten (TCP-Port 1723 bei PPTP und UDP-Port 500 bei IPSEC), so konfigurieren, dass als Wert für die Affinität entweder Einfach oder Klasse C festgelegt ist.

4. Geben Sie den Namen eines Hosts ein, der Mitglied des Clusters ist, und klicken Sie auf Verbinden. Nachdem Sie auf Verbinden geklickt haben, werden die auf dem angegebenen Host verfügbaren Netzwerkadapter im unteren Bereich des Dialogfeldes aufgelistet. Klicken Sie auf den Netzwerkadapter, den Sie für den Netzwerklastenausgleich verwenden möchten, und klicken Sie dann auf Weiter. Die auf diesem Netzwerkadapter konfigurierte IP-Adresse wird als dedizierte IP-Adresse für diesen Host verwendet.

Wichtig: Wenn Sie auf einem Computer mit einem einzelnen Netzwerkadapter arbeiten, der mit dem Netzwerklastenausgleich im Unicastmodus verbunden ist, können Sie den Netzwerklastenausgleich-Manager auf diesem Computer nicht zum Konfigurieren und Verwalten anderer Hosts verwenden, da auf einem einzelnen Netzwerkadapter im Unicastmodus keine Kommunikation zwischen Hosts erfolgen kann. Allerdings können Sie mit Computern außerhalb des Clusters kommunizieren.

5. Konfigurieren Sie die übrigen Hostparameter, und klicken Sie anschließend auf Fertig stellen.

6. Fügen Sie gegebenenfalls weitere Hosts hinzu.

Bei den Eigenschaften der Einzelhosts lässt sich das „Lastgewicht“ eintragen, wenn der Lastenausgleich nicht für alle Knoten gleich konfiguriert werden soll.

Wichtig: Um sicherzustellen, dass der Netzwerklastenausgleich-Manager aktuelle Hostinformationen anzeigt, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Cluster und klicken dann auf Aktualisieren. Dieser Schritt ist erforderlich, da die vom Netzwerklastenausgleich-Manager angezeigten Hosteigenschaften eine Kopie der Hosteigenschaften sind, die bei der letzten Verbindung des Netzwerklastenausgleich-Manager mit diesem Host konfiguriert waren. Wenn Sie auf Aktualisieren klicken, stellt der Netzwerklastenausgleich-Manager eine neue Verbindung mit dem Cluster her und zeigt die

aktualisierten Informationen an.

Hinweise

- Um den Netzwerklastenausgleich-Manager verwenden zu können, müssen Sie Mitglied der Gruppe Administratoren auf dem zu konfigurierenden Host sein, oder die erforderlichen Berechtigungen müssen Ihnen übertragen worden sein. Aus Gründen der Sicherheit wird empfohlen, Ausführen als zum Ausführen dieses Verfahrens zu verwenden. Wenn Sie einen Cluster oder Host mit dem Netzwerklastenausgleich-Manager von einem Computer aus konfigurieren, der nicht zum Cluster gehört, müssen Sie auf diesem Computer nicht Mitglied der Gruppe Administratoren sein.

- Öffnen Sie zum Starten des Netzwerklastenausgleich-Managers die Eingabeaufforderung. Geben Sie im Befehlsfenster NLBMgr ein, und drücken Sie die EINGABETASTE.

- Wenn Sie zum Aktivieren des Netzwerklastenausgleichs nicht den Netzwerklastenausgleich-Manager verwenden, müssen Sie die IP-Adresse des Clusters manuell zu den TCP/IP-Einstellungen jedes Hosts hinzufügen.

- Zum Installieren und Konfigurieren des Netzwerklastenausgleichs müssen Sie ein Konto verwenden, das auf jedem Host der Gruppe "Administratoren" angehört. Wenn Sie beim Installieren und Konfigurieren der einzelnen Hosts kein Konto der Gruppe Administratoren verwenden, werden Sie aufgefordert, die Anmeldeinformationen für ein derartiges Konto anzugeben. Sie können ein Konto einrichten, das vom Netzwerklastenausgleich-Manager standardmäßig verwendet wird, indem Sie im Netzwerklastenausgleich-Manager im Menü Optionen auf Anmeldeinformationen klicken. Es wird empfohlen, dieses Konto für keine anderen Aufgaben zu verwenden. Stellen Sie sicher, dass das Kennwort für das Konto gültig bleibt. (Folgen Sie, was die Erneuerung von Kennwörtern betrifft, den Richtlinien Ihres Unternehmens.)

- Wenn Sie weitere Hosts hinzufügen, erben diese Hosts automatisch die Clusterportregeln des zuerst angegebenen Hosts.

- Wenn die Clients beim Netzwerklastenausgleich über einen Router auf den Cluster zugreifen sollen, muss der Router die folgenden Anforderungen erfüllen:

- o Der Router muss eine dynamische ARP-Antwort (Address Resolution Protocol) akzeptieren können, die der Unicast-IP-Adresse ihre Unicast-MAC-Adresse (Media Access Control) zuordnet.

- o Im Multicastmodus muss der Router eine ARP-Antwort akzeptieren, die eine MAC-Adresse in den Nutzdaten der ARP-Struktur enthält. Wenn der Router diese Anforderungen nicht erfüllt, können Sie einen statischen ARP-Eintrag im Router anlegen. Bei bestimmten Routern ist ein statischer ARP-Eintrag erforderlich; diese Router bieten keine Unterstützung für die Auflösung von Unicast-IP-Adressen in Multicast-MAC-Adressen.

- Die bei diesem Vorgang festgelegten Parameter werden in der Registrierung jedes Hosts gespeichert.

- Der Netzwerklastenausgleich unterstützt

auch eine unbeaufsichtigte Installation.

- Suchen Sie bei der Installation des Netzwerklastenausgleichs nicht nach einer Setupanwendung (beispielsweise Setup.exe). Eine solche Anwendung ist nicht vorhanden. Der Treiber für den Netzwerklastenausgleich wird als Standardnetzwerktreiber für Windows installiert.

Anhalten, Starten, Pausieren und Fortsetzen des NLB-Treibers:

```
nlb.exe /stop  
nlb.exe /start  
nlb.exe /suspend  
nlb.exe /resume
```

Windows Clustering

Unter einem Cluster versteht man einen Rechnerverbund, der nach außen hin als Einheit auftritt.

Voraussetzung:

Betriebssystem

Anzahl der Knoten

Windows 2000 Advanced Server

2

Windows 2000 Datacenter Server

4

Windows Server 2003, Enterprise Edition oder Windows Server 2003, Datacenter Edition

8

- Shared Nothing-Prinzip: Alle Windows-Cluster arbeiten nach diesem Modell. Das bedeutet, dass keine Daten „gemeinsam“ verwaltet werden; sogar das Quorum Device wird zu einem gegebenen Zeitpunkt immer von einem der Knotenrechner „betreut“.

Clustermodelle

Man unterscheidet drei Clustermodelle:

- **Servercluster mit einem einzigen Knoten** können mit oder ohne externe Clusterspeichergeräte konfiguriert werden. Für Cluster mit einem einzigen Knoten und ohne externes Clusterspeichergerät wird der lokale Datenträger als Clusterspeichergerät konfiguriert.

- **Servercluster mit einem einzigen Quorumgerät** verfügen über zwei oder mehr Knoten und werden so konfiguriert, dass jeder Knoten an mindestens ein Clusterspeichergerät angeschlossen ist. Die Clusterkonfigurationsdaten werden auf einem einzigen Clusterspeichergerät gespeichert.

- **Hauptknotensatz-Servercluster** verfügen über zwei oder mehr Knoten. Diese Knoten können, müssen jedoch nicht an ein oder mehrere Clusterspeichergeräte angeschlossen sein. Die Clusterkonfigurationsdaten werden auf mehreren Datenträgern im Cluster gespeichert. Mit dem Clusterdienst wird sichergestellt, dass diese Daten auf den unterschiedlichen Datenträgern konsistent sind.

Cluster-Konfigurationen

Netzwerkkonfiguration

Vorausgesetzt werden pro Knoten zwei Netzwerkkarten:

- Öffentliches Netz: unter dieser IP können die Clients mit dem Cluster kommunizieren

- Privates Netz: hier wird der „Heartbeat“ übertragen, das sind Statusinformationen

Datenträgerkonfiguration; Quorum Device

Zentrale Voraussetzung ist ein SCSI-Datenträger für das „Quorum Device“, auf das Log-Files und gemeinsame Daten des Clusters geschrieben werden. Optimalerweise ist das Quorum Device mit Fiber Channel an alle Knoten angebunden.

In der Minimalvariante reicht aber, wenn im Node A-PC eine SCSI-Festplatte eingebaut wird, NTFS-formatiert wird und mit dem Laufwerksbuchstaben Q: konfiguriert wird.

Was wird auf dem Quorum Device gespeichert?

- Log-Dateien

- Gemeinsame Statusdateien des Clusters

Zusätzlich können für Cluster-Daten beliebig viele weitere Festplatten installiert werden.

Erstellen eines Clusters

- Grundsätzlich gibt es für die Erstellung und Verwaltung eines Clusters zwei Tools:

- cluadmin.exe: Grafisches Tool

- cluster.exe: Befehlszeilentool

Im folgenden wird die Erstellung mit dem grafischen Tool gezeigt.

Konzept: Zuerst wird der erste Knoten erzeugt, dann werden weitere Knoten hinzugefügt.

a) Erster Knoten

Bei der Angabe des Clusterdienstkontos wird empfohlen, ein eigenes Benutzerkonto zu erstellen, das **Mitglied der lokalen Administratorgruppen aller Knotenrechner** sein muss.

Weitere Knoten

Der Clusterdienst heißt auch **CLUSVC** und kann im Dienste-Snap-In gestoppt und gestartet werden:

Verwaltung eines Clusters

Hinzufügen einer Ressource

1. Freigegebener Ordner

Mit \\cluster2\daten kann nun eine Verbindung mit der Ressource hergestellt werden.

Failover / Failback-Konfiguration

Standardmäßig übernimmt der zweite Knoten (Node B) bei Ausfall des ersten Knotens eine Gruppe von Ressourcen (*Failover*), bei Wiederinbetriebnahme von Node A kommt es zu einem Rücktransfer (*Failback*) der Gruppe.

Problembehandlung, wenn eine Ressource nicht erfolgreich auf einen anderen Knoten verschoben werden kann:

Alle Besitzer aus der Liste „Mögliche Besitzer“ entfernen, auf denen die Ressource nicht mehr zum Laufen gebracht werden soll:

2. Andere Ressourcen

Es können auch andere Ressourcen als Cluster-Ressourcen konfiguriert werden:

- Anwendungen

- DHCP

- WINS

- Anwendungen

Beispiel: Konfiguration von Winzip als Cluster-Ressource

„Löschen“ eines Clusters

Ein Cluster kann selbst nicht gelöscht werden; es müssen die Knoten einzeln entfernt werden; mit dem Entfernen des letzten Knotes ist auch der Cluster verschwunden.

Problembhebung

1. Diagnose:

`clusdiag.exe` ist ein Diagnoseprogramm, das im Windows 2003 Ressource Kit enthalten ist.

2. Quorum Device-Problem:

Starten Sie den Cluster-Dienst `clussvc` mit der Option `/debug /fixquorum`:

```
clussvc /debug /fixquorum
```

Damit kann der erste Knoten auch gestartet werden, wenn das Quorum-Device nicht initialisiert werden kann.