

Früher oder später wird jeder Administrator mit der Frage konfrontiert werden, warum ein Server nicht mehr die Leistung bringt, die man von ihm erwartet, oder die er vielleicht noch vor sechs Monaten hatte. In einem solchen Fall ist wichtig, eine schnelle und fundierte Ursachenforschung zu betreiben, um kurzfristig eine kostengünstige Lösung zu finden, die das Problem beseitigt.

#### VON DIRK PELZER

Hier ist zunächst wichtig sich zu vergegenwärtigen, was sich an den Rahmenbedingungen geändert hat. Sind möglicherweise viele neue Benutzer oder Anwendungen hinzugekommen, die den Server stärker belasten, so kann man sich überlegen, einen Teil der zusätzlichen Belastung auf andere Systeme auszulagern. Ist das nicht möglich oder erwünscht, muß man daran gehen, mit geeigneten Hilfsmitteln die Engpässe zu ermitteln, die zur Leistungsverringerung geführt haben.

Bei den meisten Betriebssystemen finden sich mehr oder weniger gute Hilfsmittel zur Ermittlung von Systemengpässen. So gibt es auch unter Windows-NT ein entsprechendes Werkzeug, mit dem sich relative klare Aussagen über Auslastung und Engpässe eines Systems machen lassen. Es handelt sich hierbei um den Performance-Monitor, der über eine auf den ersten Blick unscheinbare graphische Benutzerschnittstelle sehr gute Anhaltspunkte geben kann.

#### Performance-Messung bestehender Systeme

Wenn ein vorhandenes NT-System schwache Performance zeigt, so lassen sich hierfür in der Regel vier Ursachen ausmachen:

- Zu wenig Speicher,
- zu langsamer Prozessor,
- zu langsame Platten,
- überlastetes Netzwerk oder Netzwerk-Komponenten.

Während die ersten drei Ursachen noch relativ einfach ermittelt werden können, stellt das Thema Netzwerk-Performance sehr hohe Anforderungen, was die Kenntnis von Netzwerk-Protokollen, Betriebssystemen, sowie aktiven und passiven Netzwerk-Komponenten angeht. Da an dieser Stelle

nur unzureichend darauf eingegangen werden könnte, wurde auf eine Betrachtung bewußt verzichtet. Es ist jedoch geplant, das Thema zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen dieser Serie aufzugreifen und darzustellen.

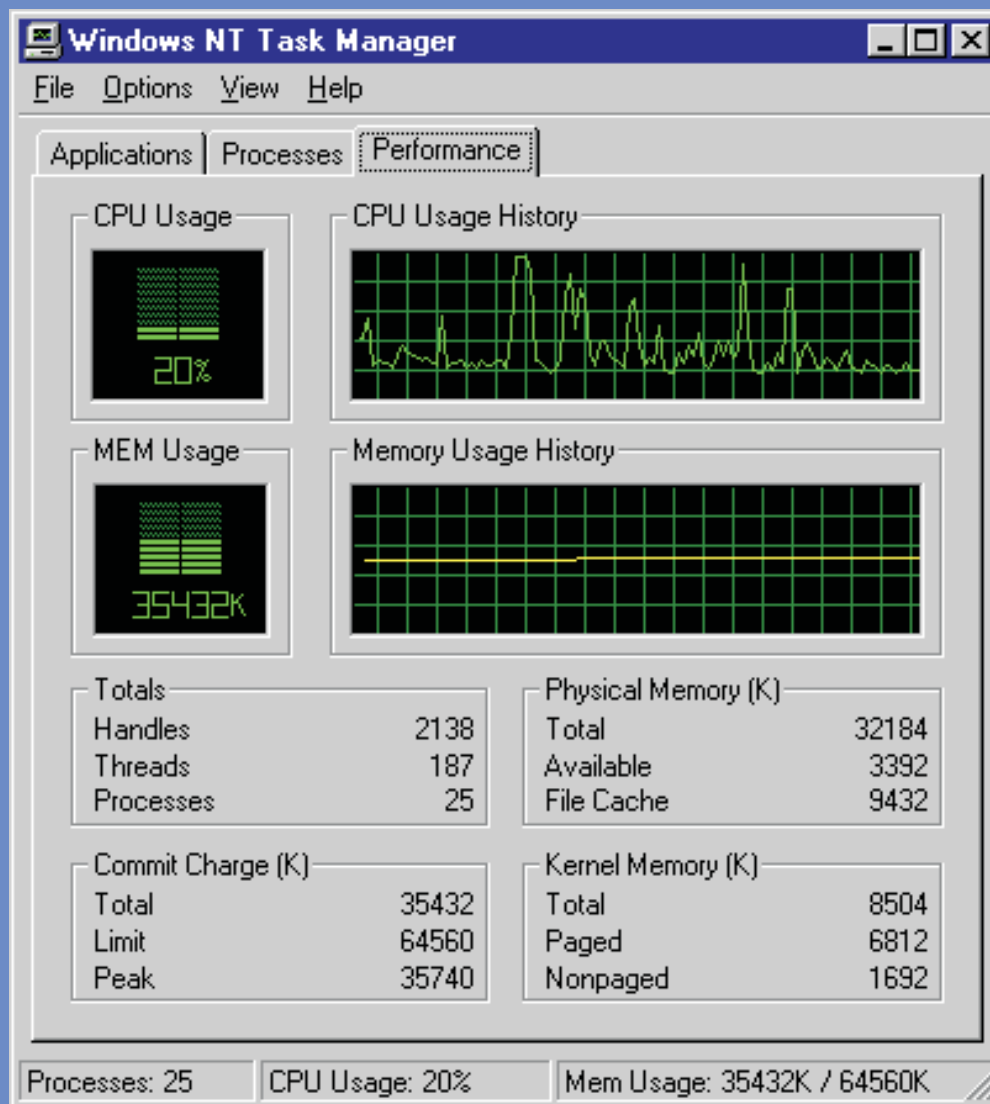
#### Speichermangel

Allgemein kann man sagen, daß ein NT-System dann zu wenig Speicher hat, wenn die auf dem Rechner laufenden Prozesse und Anwendungen mehr Speicher benötigen, als physikalisch vorhanden ist. Wenn dieser Fall eintritt, beginnt das Betriebssystem mit der Auslagerung von physikalischen Speicherbereichen auf die Festplatte, dem sogenannten »Paging«. Da auch modernste Plattenspeicher immer noch Zugriffszeiten haben, die etwa einhunderttausend mal langsamer sind, als die durchschnittlicher Speicherbausteine, ist die Folge des Pgings ein unter Umständen dramatischer Leistungseinbruch. Wenn also Speichermangel bei einem System diagnostiziert wird, gibt es zwei Möglichkeiten, diesem abzuhelpfen. Die erste und simpelste ist es, dem Rechner zusätzlichen Speicher zur Verfügung zu stellen. Sollte dies aus welchen Gründen auch immer nicht möglich sein, so muß der Speicherverbrauch reduziert werden. Dies kann man zum Beispiel erreichen, wenn man die Zahl der Anwender, die auf einen Server zugreifen reduziert, oder aber Funktionen, wie WINS, DHCP, oder Anwendungen wie ein SNA-Gateway auf ein anderes Serversystem auslagert.

Zur Ermittlung, ob ein Speichermangel vorliegt, gibt es neben dem bereits erwähnten Performance Monitor noch eine Reihe weitere Werkzeuge, die Aufschluß über die Speicherauslastung geben. Wenn man mit NT 4.0 arbeitet und den Verdacht hegt, daß es einem System an Speicher mangelt, empfiehlt es sich, zunächst den Windows-NT Task Manger aufzurufen. Man kann dies entweder, indem man in der Taskleiste die rechte Maustaste drückt und dann den

Task Manager aufruft, oder indem man die Tastenkombination Strg-Alt-Entf drückt. Wenn man sich im Register »Performance« die unterhalb der graphischen Darstellungen angezeigten Werte betrachtet, sollte man zunächst einen Blick auf die Abschnitte »Commit Charge« und »Physical Memory« werfen. Das Ergebnis von Physical Memory Total abzüglich Commit Charge Total stellt den noch freien physikalischen Speicher dar. Sollte dieses Ergebnis deutlich negativ sein, so kann man davon ausgehen, daß das System Speicher auslagern muß. Wenn sich dieser Wert auch über einen längeren Zeitraum nicht zum

Positiven verändert, ist dies ein Zeichen für Speichermangel. Im Register »Processes« des Task Managers kann man sich ansehen, welche Prozesse wieviel physikalischen Speicher für sich beanspruchen. Durch einen Klick auf die Spalte »Mem Usage« kann man sich die Prozesse nach Speicherverbrauch sortiert anzeigen lassen und so schnell einen Überblick über die »Speicherfresser« gewinnen. Anschließend kann darangehen zu versuchen, ob man durch Abschaltung oder Auslagerung besonders speicherintensiver Prozesse eine Verbesserung erreichen kann.



Mit Hilfe des Task Managers lassen sich einfache Leistungsanalysen durchführen

Wenn man das Problem genauer und professioneller angehen möchte, um Aussagen zu erhalten, die auch über einen längeren Zeitraum hinweg ermittelt wurden, muß man den Performance Monitor einsetzen, der sich in der Programmgruppe der »Administrative Tools« befindet. Dort sollte man sich aus dem Objekt »Memory« (Speicher) die »Counter« (Zähler) »Pages/ sec«, »Available Bytes«, »Committed Bytes«, »Cache Faults/ sec« und »Page Faults/ sec« über einen längeren Zeitraum während der täglichen Arbeitszeit aufzeichnen und auswerten.

Committed Bytes zeigt an, wieviel Speicher den laufenden Prozessen vom Betriebssystem tatsächlich zur Verfügung gestellt (committed) wurde. Wenn dieser Wert größer ist, als der Hauptspeicher, kann es sein, daß es zur Auslagerung von Speicherseiten kommt, da nicht allen aktiven Prozessen ausreichend physikalischer Speicher zur Verfügung steht. Um diese Vermutung zu erhärten, sollte man sich zusätzlich die Counter Pages/ sec, Page Faults/ sec und Cache Faults/ sec mit ansehen. Wenn der Durchschnittswert der Pages/ sec größer als 10 ist und Page Faults/ sec größer als Cache Faults/ sec, dann kann man davon ausgehen, daß das System zu sehr mit der Auslagerung von Speicherseiten beschäftigt ist und somit Speicher fehlt. Allerdings soll nochmals betont werden, daß man diese Messungen über einen längeren Zeitraum durchführen muß, um wirklich eine Aussage treffen zu können, die den tatsächlichen Gegebenheiten entspricht. So kann es durchaus sein, daß die genannten Werte sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem sehr kritischen Zustand befinden. Dies muß jedoch nicht zwangsläufig heißen, daß ein System an Speichermangel leidet, wenn sich die Werte zu 99 Prozent der übrigen Zeit in einem erträglichen Rahmen bewegen.

Wieviel Speicher sollte nun dem System zusätzlich zur Verfügung gestellt werden, wenn Speichermangel diagnostiziert wurde? Hier läßt sich nur eine Faustformel angeben, die sich in der Praxis jedoch ganz gut bewährt hat:

*Zusätzlicher Speicher = Summe der Größe aller Auslagerungsdateien*

*\* Maximale Auslastung der Auslagerungsdateien*

Die Summe der Größe aller Auslagerungsdateien läßt sich ermitteln, indem man sich unter Control Panel \System \Performance den Eintrag »Total Paging File Size for all Disk Volumes« ansieht. Die maximale Auslastung der Auslagerungsdateien ermittelt man über den Performance Monitor über den Counter »% Usage« des Objekts »Paging File«. Als »Instance« sollte man »\_Total« angeben, um eine Gesamtauslastung zu erhalten.

#### Beispiel:

Wenn die Größe des Auslagerungsdatei 70 MB und die maximale % Usage des Paging Files 40 % beträgt, so sollten dem System 28 MB mehr Speicher zur Verfügung gestellt werden, um eine Auslagerung von Speicherseiten weitestgehend zu verhindern.

Mit der Erhöhung des Hauptspeichers ist es jedoch in der Regel nicht getan. Ja es könnte sogar passieren, daß durch das Hinzufügen von Hauptspeicher die Prozessor-Performance leidet, wenn nicht gleichzeitig der Second-Level-Cache erhöht wird. Die Ursache dafür liegt darin, daß der Second-Level-Cache nun einen größeren Speicherbereich abbilden muß, was in der Regel zu schlechteren Treffer-Raten im Cache führt. Die meisten Hersteller geben Empfehlungen, für welchen Hauptspeicher-ausbau wieviel Second-Level-Cache notwendig ist.

Ein Problem, das im Zusammenhang mit vermeintlichem Speichermangel diagnostiziert werden kann, ist das Speicherleck (Memory Leak). Das Phänomen des Speicherlecks tritt in der Regel schleichend auf und äußert sich augenscheinlich darin, daß ein System im Lauf der Zeit immer langsamer wird, obwohl sich an den Rahmenbedingungen, wie Anzahl der Benutzer, eingesetzte Serveranwendungen, etc. nichts geändert hat. Rebooten läßt das Problem scheinbar verschwinden, jedoch tritt es nach einigen Tagen erneut auf. Erste Hinweise auf ein Memory Leak lassen sich im NT System-Event Log finden. Dort stehen dann häufig bei der Source SRV, der NT Server-Komponente einer oder mehrere der folgende Einträge:

**2001:** *The server was unable to perform an operation due to a shortage of available resources.*

**2016:** *The server was unable to allocate virtual memory.*

**2020:** *The server was unable to allocate from the system paged pool because the pool was empty.*

Im Performance Monitor kann diesen Effekt entdecken, wenn man sich die beiden Memory-Counter »Committed Bytes« und »Commit Limit« betrachtet. Wenn der Wert für Commit Bytes das Commit Limit erreicht und das Page File seine maximale Größe erreicht hat, stehen weder im physikalischen Speicher noch in der Auslagerungsdatei Speicherseiten zur Verfügung. Um herauszufinden, welcher Prozeß das Memory Leak verursacht, muß man sich im Performance Monitor den Counter »Pool Paged Bytes« jedes einzelnen Prozesses ansehen. Wenn die Pool Paged Bytes für einen bestimmten Prozeß über einen längeren Zeitraum hinweg permanent ansteigen und nicht wieder absinken, kann man davon ausgehen, den Verursacher des Speicherlecks gefunden zu haben.

#### Prozessor-Performance

Der nächste Abschnitt beschäftigt sich mit der Prozessor-Performance eines Systems. Die Leistung eines Prozessors in Form von abgearbeiteten Instruktionen pro Sekunde hängt neben dem Takt von verschiedenen anderen Faktoren, wie der Größe des L1-Caches, dem verwendeten Befehlsatz (RISC oder CISC) und weiteren ab. Die Frage ob ein bestimmter Prozessor für eine bestimmte Anwendungsfall ausreichend schnell ist, läßt ebensowenig abschließend beantworten, wie die Frage, ob der Speicherausbau ausreichend ist. Die Belastung eines oder mehrerer Prozessoren unter Windows-NT hängt vom geplanten Einsatzzweck des Servers und der Art der eingesetzten Anwendungen ab. Die Prozessorbelastung eines reinen File- und Print-Servers wird in der Regel niedriger ausfallen, als die eines SQL-Servers. Wie sehr eine Anwendung den Prozessor belastet hängt davon ab, wie sie programmiert ist. Moderne für Windows-NT geschriebene Programme verwenden in der Regel die Möglichkeiten der Threadprogrammierung und des Wartens auf bestimmte Ereignisse. Programme, die im Sinne eines Multitasking-Systems schlecht geschrieben sind, verwenden häufig sogenanntes »Busy-Waiting« zum Beispiel in Form einer Endlos-Schleife, die immer wieder durchlaufen wird, bis ein Ereignis eintritt. Solche Anwendungen können eine Prozessorbelastung hervorrufen, die sich in der Größenordnung von 100 Prozent ansiedelt.

Um eine Tendenz zur Prozessorauslastung eines Systems zu erhalten, kann man sich zunächst wieder des Task Managers bedienen. Unter Performance \CPU Usage History kann man sich einen schnellen Überblick über die CPU-Auslastung verschaffen. Eine Prozessorbelastung, die über einen längeren Zeitraum unter 80 Prozent liegt, kann als normal bezeichnet werden. Alles was darüber liegt, läßt darauf schließen, daß entweder eine oder mehrere Anwendungen das System blockieren oder eben der Prozessor zu langsam ist. Unter »Processes« kann man sich dann im Task Manager ansehen, welcher Prozeß wieviel CPU-Belastung erzeugt und wieviel Prozessorzeit von jedem einzelnen Prozeß in Anspruch genommen worden ist. Über »End Process« kann man schließlich eine Anwendung, die über gebühlich viel Prozessorzeit beansprucht und dadurch möglicherweise das restliche System lahmlegt zwangsweise beenden.

Das genannte Verfahren zur Prozessorauslastung ist nur geeignet sporadische, kurzfristig auftretende Probleme zu diagnostizieren und zu beheben. Für Trendanalysen, die folgenschwerere Maßnahmen nach sich ziehen, wie zum Beispiel die Erweiterung eines bestehenden Einzelprozessor-Systems zu einem Mehrprozessor-System, sind wieder längere Messungen mit dem Performance-Monitor erforderlich. Im Prinzip sind bei der Analyse über den Performance Monitor die selben Werte zu betrachten, wie im Task Manager. Es handelt sich hierbei um folgende Counter des Objekts System:

- % Total Processor Time,
- System Calls / sec

sowie um den Zähler »Interrupts/ sec« des Objekts »Processor«. Zu beachten ist, daß ein System je nach Anzahl der Prozessoren mehrere Instanzen haben kann. Um also die Gesamtzahl der Interrupts/ sec zu erhalten, müssen sämtliche Instanzen aufgezeichnet werden. Wenn der Verdacht besteht, daß eine oder mehrere Anwendungen den Prozessor zu stark beanspruchen, sollte man zusätzlich noch beim Objekt »Process« die »% Processor Time« der suspekten Prozesse mit aufzeichnen lassen, um eine Korrelation zwischen Gesamtbelastung des Systems und Belastung durch einzelne Komponenten zu ermitteln. Wenn der Zähler % Total

Processor Time ständig in der Nähe oder auf 100 Prozent steht, ist dies ein recht sicheres Indiz dafür, daß der oder die Prozessoren nicht leistungsfähig genug sind, um die anstehenden Aufgabe zu verarbeiten. Wenn zusätzlich der Counter Interrupts / sec ständig einen Wert von über 1000 aufweist und der Zähler System Calls / sec vergleichsweise gering ist, ist dies ein Indiz dafür, daß Ein-/Ausgabegeräte wie Platten-Controller oder Netzwerk-Karten den Prozessor zu sehr beanspruchen. Wenn dies der Fall ist, so kann man, um den Prozessor zu entlasten, daran gehen, diese möglicherweise älteren ISA- oder EISA-Komponenten durch moderne bus-masterfähige PCI-Produkte zu ersetzen, vorausgesetzt es handelt sich um ein PCI-System. Auf jeden Fall sollte man 8-Bit-Karten durch modernere 16-Bit-Produkte ersetzen und darauf achten, daß diese DMA-Unterstützung bieten. Ein Upgrade des Prozessors bringt in der Regel signifikant nur etwas, wenn es sich bei dem System um einen Applikations-Server, wie beispielsweise ein SNA-Gateway handelt. Bei einem Mehrprozessor-System kann auch die Aufrüstung mit zusätzlichen CPUs in Erwägung gezogen werden. Wenn man bei Mehrprozessor-Systemen vor der Wahl steht, zusätzliche Prozessoren oder schnellere Prozessoren einzusetzen, so sollte man bedenken, daß für einen reinen File- und Print-Server ein Prozessor-Upgrade in aller Regel mehr Leistung bringt, als ein zusätzlicher Prozessor gleichen Typs. In einen SQL-Server hingegen wird ein zusätzlicher Prozessor vom Typ des bereits vorhandenen spürbare Verbesserungen mit sich bringen.

Sollten die gezeigten Maßnahmen nicht möglich sein oder zum gewünschten Ergebnis führen, so bleibt nur, das System insgesamt durch Auslagerung von Diensten auf andere Server zu entlasten oder die Anschaffung eines moderneren Rechners in Erwägung zu ziehen.

#### Festplatten-Performance

Die Performance der Massenspeicher trägt zu einem sehr großen Teil zur Gesamtleistung eines Systems bei. Der schnellste Prozessor und größte Speicher sind beinahe nutzlos, wenn bei einem Fileserver die Plattenperformance ungenügend ist.

Die Leistung einer Festplatte hängt ähnlich wie die eines Prozessors auch wieder von vielen Faktoren wie Drehzahl, Zugriffszeiten, Cachegröße und weiteren ab. Für größere Server kommen aufgrund des erhöhten Platzbedarfs ohnehin nur SCSI-Plattensysteme mit vier und mehr Gigabyte pro Platte in Betracht, für die es sehr leistungsfähige Controller gibt, die auch beispielsweise auch Hardware-RAID unterstützen. Ultra-Wide-SCSI-Controller verkraften bis zu 16 Geräte an einem Bus und schaffen eine Datentransferrate von 40 MB/s. Eine solche Transferrate wird eine derzeit erhältliche einzelne Platte zwar niemals erreichen, jedoch kann es durch asynchrone Zugriffe bei mehreren Platten dazu kommen, daß diese Bandbreite durchaus genutzt werden kann. Wer den Einsatz eines RAID-Systems plant sollte auf jeden Fall einer Hardware-Lösung den Vorzug vor der softwaremäßigen NT-Lösung geben, da zum einen die Hardware um Größenordnungen schneller ist und zum anderen Hot-Plug-Plattensubsysteme eingesetzt werden können, die einen Plattentausch im laufenden Betrieb gestatten.

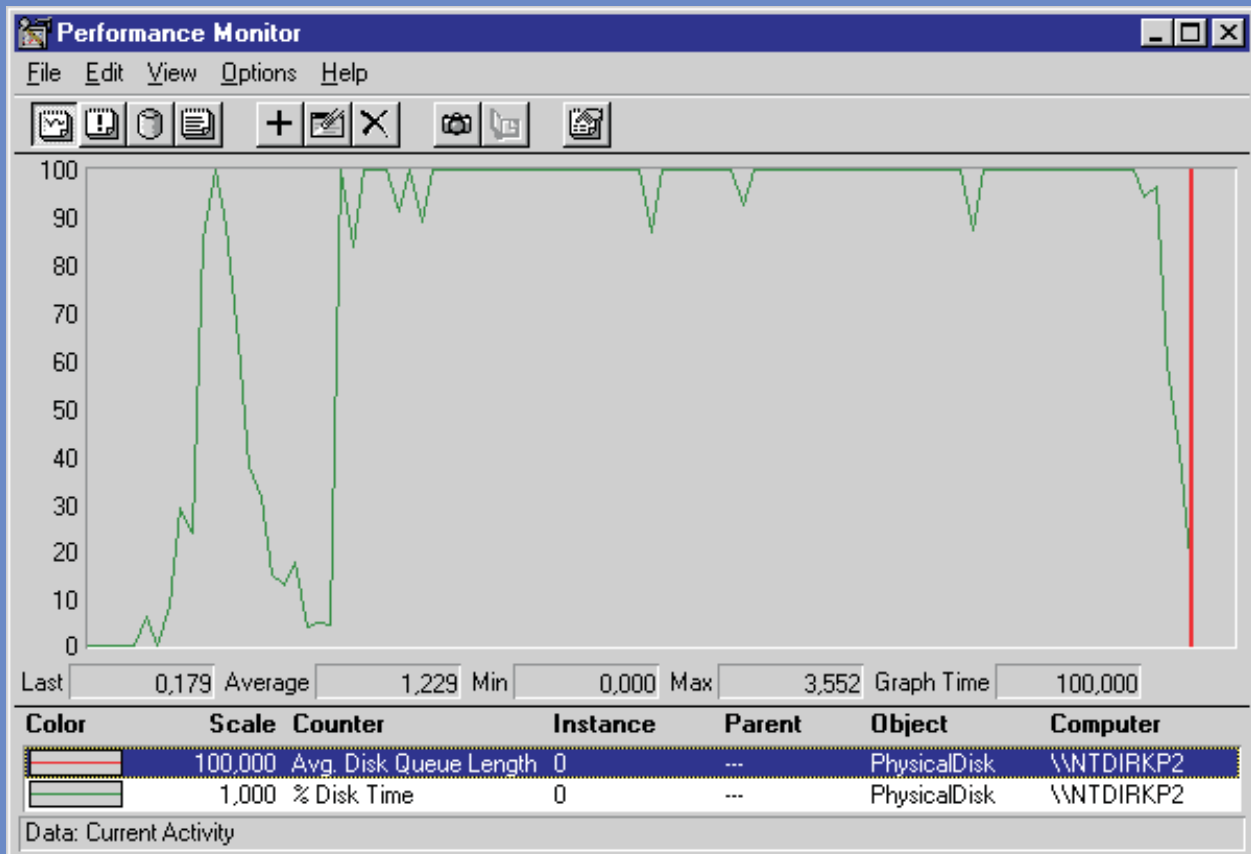
Wer darangehen möchte festzustellen, ob die vorhandenen Platten eines Servers einen Engpaß darstellen, muß sich, wie nicht anders zu erwarten, mit dem Performance Monitor auf die Suche begeben. Bevor man dies tun kann, ist es jedoch erforderlich, die entsprechenden Counter über ein Kommando zu aktivieren und einen Systemneustart durchzuführen. Dazu macht man am einfachsten ein DOS-Eingabefenster auf und tippt das Kommando DISKPERF YE ein. Anschließend muß ein Reboot erfolgen, um die Counter einzuschalten. Der Grund für diese umständliche Prozedur ist historischer Natur. Auf einem System mit i386-Prozessor schlägt sich das Einschalten der Disk-Performance-Counter mit einer um etwa 1,5 Prozent höheren Zugriffszeit nieder. Auf modernen Pentium-Systemen ist eine Zusatzbelastung nicht mehr meßbar.

Folgende Counter des Objects »Physical Disk« sind von Interesse:

- % Disk Time
- Disk Queue Length

Die % Disk Time läßt sich insgesamt über alle Platten (\_Total) oder für jede einzelne aufzeichnen. Bei Systemen mit mehr als einer physikalischen Platte betrachtet man sich zunächst die Gesamtzahl und stellt dann gegebenenfalls fest, welche Platte konkret das Problem darstellt. Wenn sich der

ermittelte Wert für % Disk Time ständig in der Nähe von oder genau bei 100 Prozent bewegt, ist dies ein recht deutliches Indiz für eine überlastete Platte. Wenn zusätzlich noch der Wert für die Disk Queue Length größer als zwei ist, so kann man ziemlich sicher sein, daß die Platte einen Engpaß darstellt.



Die Analyse zeigt, daß zwar die %Disk Time des Rechners relative hoch ist, jedoch bewegt sich der Zähler für Disk Queue Length mit einem Durchschnitt von 1,229 deutlich unter dem Grenzwert von 2

Um dem Problem abzuhelpfen, bieten sich eine Reihe von Möglichkeiten an, die sehr von der Grundkonfiguration eines Systems abhängen. Zunächst einmal sollten alte Controller ausgetauscht und möglichst durch PCI-Geräte oder zumindest durch 16-Bit ISA oder 32-Bit EISA-Komponenten ersetzt werden. Man sollte darauf achten, möglichst keine Geräte mit PIO (Programmed I/O) einzusetzen, da diese den Prozessor höher belasten und so an anderer Stelle wieder Performance kosten. Busmaster-Systeme sind hier auf jeden Fall den PIO-Controllern vorzuziehen. Bei Verwendung mehrerer SCSI-Platten kann man durch den Einbau

zusätzlicher Controller eine Leistungssteigerung erzielen, da dann mehrere Ein-/Ausgabeanforderungen gleichzeitig abgearbeitet werden können. Auf keinen Fall sollten zwei IDE- oder EIDE-Platten gemeinsam an einem Controller betrieben werden, da sich die Platten gegenseitig ausbremsen. Wenn es schon IDE-Platten sein müssen, dann sollte jede ihren eigenen Controller haben. Auch ein ATAPI-CD-ROM sollte keinesfalls gemeinsam mit einer Festplatte an einem (E)IDE-Controller betrieben werden. Bei Verwendung von Software-RAID sollte auf jeden Fall eine Hardwarelösung angestrebt werden. Für größere Systeme mit sehr vielen Platten

empfehlen sich EISA- oder PCI-Ultra-Wide-SCSI-Controller und -Platten, die derzeit den höchsten Datendurchsatz erreichen. Bei der Wahl der Festplatten selbst sollte man sich möglichst nach dem aktuellen Stand der Technik richten, soweit es die vorhandenen Controller zulassen. Hohe Drehzahlen, großer Cache und niedrige Suchzeiten sind Indizien für schnelle Speichermedien. Die einschlägigen Fachblätter führen regelmäßig Vergleichstests durch, in denen aktuelle Laufwerke miteinander verglichen werden. Hier sollte das Beste gerade gut genug sein. Als Dateisystem für große Serverplatten ist auch aus Performancegründen NTFS zu empfehlen, das weniger zur Fragmentierung neigt, als dies mit FAT der Fall ist.

#### Fazit

Die vorgestellten Möglichkeiten zur Performance-messung und Kapazitätserweiterung konnten die komplexe Materie nur oberflächlich streifen. Insbesondere der hochinteressante Bereich des Netzwerks konnte nicht behandelt werden. Es ist jedoch geplant dies in einem späteren Artikel dieser Serie nach zu holen. Wer sich tiefer in die Materie einarbeiten möchte, dem ist als Literatur die Technische Referenz zu Windows-NT zu empfehlen. Dort beschäftigt sich ein eigener mehrere hundert Seiten starker Band mit der Leistungsoptimierung von Windows-NT und führt mit zahlreichen Beispielen in die Praxis ein.

#### 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.