

Praktikum Computer Systems Analysis und Benchmarking|
WS 97/98

Auswirkungen der Harddisk-Performance auf die Gesamt-Performance eines Systems

Professor:

Prof. Thomas Stricker
Institut für Computersysteme
ETH Zentrum / RZ H14
CH-8092 Zürich
Tel.: 01 / 632 73 16
thomas.striker@inf.ethz.ch

Assistent

Christian Kurmann
Institut für Computersysteme
ETH Zentrum / RZ H16
CH-8092 Zürich
Tel.: 01 / 632 73 17
kurmann@inf.ethz.ch

Verfasser:

Adrian Berger
Knüslistr. 1
8004 Zürich
Tel.: 01 / 401 50 69
aberger@iic.ethz.ch

Carlo Spelgatti
Leigrubenstrasse 11
8805 Richterswil
Tel.: 01 / 784 34 46
cspegat@iic.ethz.ch

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| ZIEL | 3 |
| EINFÜHRUNG | 3 |
| WORKLOAD-BESCHREIBUNG | 3 |
| WINSTONE | 3 |
| <i>WinBench</i> | 4 |
| SYSTEM-BESCHREIBUNG | 6 |
| TEST-RECHNER | 6 |
| FESTPLATTEN | 6 |
| PARAMETER UND FAKTOREN | 6 |
| PARAMETER | 6 |
| FAKTOREN..... | 7 |
| AUSWERTUNGEN | 8 |
| WINBENCH 97 | 8 |
| WINSTONE | 14 |
| LITERATURANGABEN | 15 |

Ziel

Das Ziel der Arbeit ist herauszufinden, inwiefern und wie stark Anwendungsprogramme von der Harddisk-Performance abhängig sind, bzw. wie sich eine höhere Harddisk-Performance auf die Performance von Applikationen und Gesamtsystem auswirkt. Mit diesem Wissen können wir dann so in System-Upgrades investieren, dass wir ein möglichst gutes Kosten / Leistungsverhältnis erreichen.

Bisher wurde stets gesagt, dass eine höhere Harddisk-Performance vorteilhaft sei, jedoch wurde nie mit Zahlen belegt, wie gross dieser Nutzen sei. Deshalb nahmen wir uns vor, diese Lücke zu schliessen oder gegebenenfalls aufzuzeigen, weshalb es keine Faustregel (wie in anderen Bereichen) geben kann

Einführung

Diese Arbeit entstand im Rahmen der Vorlesung „Computer System Analysis and Benchmarking“. Teil dieser Veranstaltung ist eine Praktikumsarbeit (Umfang etwa 15 h/Pers.), deren Ziel es ist, die "Vorlesungstheorie in die Praxis umzusetzen, indem verschiedene PC-Systeme sowie deren Komponenten mit entsprechenden Benchmarks ausgemessen und die Resultate gegenübergestellt werden."

Da die Prozessorleistung schneller zunimmt als die Leistung der Festplatten, ist vorauszusehen, dass Festplattensysteme einmal den Flaschenhals von Gesamtsystemen werden. Deshalb ist es von zunehmendem Interesse zu wissen, ob es sich lohnt High-End Festplatten wie die Cheetah als RAID (Redundant Array of Independent Disks) zu schalten, und somit die Harddisk-Leistung nochmals zu erhöhen. Hier wollen wir jedoch nicht RAID-Systeme untersuchen, sondern nur den Einfluss der Leistung einzelner Festplatten auf die Gesamtperformance des Systems. Dies ist ein erster Schritt, um abzuschätzen, was RAID-Systeme mit Hochleistungsfestplatten für Performance-Verbesserungen bringen könnten.

Wir untersuchen ein System, an dem drei verschiedene Festplatten (2x SCSI, 1xIDE) angeschlossen sind. Zuerst führen wir mittels WinBench einen synthetischen Disk-Benchmark durch, um die (theoretische) Performance der Drives zu testen. Anschliessend testeten wir die Applikations-Benchmarksuite WinStone, um den tatsächlichen Nutzen für den Enduser zu eruieren.

Workload-Beschreibung

Um eine relevante Aussage machen zu können, benötigten wir eine Testsuite, die es uns erlaubt, sowohl Low-Level Messungen des Harddisk-Subsystems als auch Applikations-Benchmarks durchzuführen. Es lag auf der Hand, die Suite WinBench und WinStone aus dem Hause ZiffDavis zu verwenden, da dies die einzige Testsuite war, die beides anbot und deren Funktionalität genau für solche Paarvergleiche (HighEnd-LowLevel) ausgelegt ist.

WinStone

Die Suite WinStone ist eine skriptgesteuerte Applikations-Benchmark: WinStone misst die Zeit, welche die verschiedenen Programme zur Ausführung der Skripte, welche typische Aktionen eines Benutzers simulieren, benötigen. Die Zeit zum Laden der jeweiligen Applikationen wird dabei nicht mitgerechnet.

WinStone besteht aus einem Business-Benchmark (Business WinStone) und einem HighEnd Benchmark (HighEnd WinStone), bestehend aus weit verbreiteten Applikationen.

Die *Business WinStone Benchmark* Suite enthält folgende für den täglichen Gebrauch typische Applikationen:

- Geschäftsgrafik / Desktop Publishing
 - PageMaker 6.0
 - CorelDRAW! 6.0
 - PowerPoint 7.0
- Datenbank
 - Paradox 7.0
 - Access 7.0
- Textverarbeitung / Tabellenkalkulation
 - Excel 7.0
 - Word 7.0
 - Word Pro 7.0

Die *HighEnd WinStone Benchmark* Suite enthält die folgenden Applikationen, die hohe Anforderungen an die Ressourcen stellen.

- Applikations-Entwicklung
 - Visual C++ 4.1
- Bildbearbeitung
 - Photoshop 3.0.5
 - Picture Publisher 6.0
- CAD / 3-D
 - Microstation 95
 - PV-WAVE 6.0
 - AVS 3.0

Das Resultat, angegeben in WinMark, ist bezüglich eines Referenzwertes 10.0 normiert, welcher mit dem untenstehenden System erreicht wurde. Die Resultate der einzelnen Tests sind bezüglich eines Referenzwertes 1.0 normiert.

| | Gateway 2000 4Dx2-66V |
|---------------------|--|
| Prozessor | Intel 486DX2, 66MHz |
| Betriebssystem | Windows 95, Enhanced Mode with Paging |
| Speicher | 16 MB |
| Level-1 Cache | 8 KB |
| Level-2 Cache | 64 KB |
| Virtueller Speicher | 64 bis 96 MB |
| Grafik-Karte | ATI Graphix Ultra Pro, 1024x768x16, 1MB VRAM |
| IDE-Kontroller | On Board |
| Festplatte | Western Digital Caviar 2250 |

Leider ist die HighEnd WinStone Suite, in dem uns zur Verfügung stehenden Exemplar, nicht enthalten, so dass wir uns notgedrungen auf den Business-Bereich beschränken müssen.

WinBench

Die Suite WinBench ist eine synthetische Benchmark, welche die Performance von Subsystemen (Graphik, Disk, Prozessor, Speicher, CD-ROM) unabhängig von Einflüssen anderer Systemen misst. Des weiteren beschränken wir uns an dieser Stelle auf die Disk-Tests.

Die Disk-Tests von WinStone lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Der erste Teil besteht aus dem Simulieren der beim Applikations-Tests WinStone (Business und HighEnd!) typischerweise registrierten Harddisk-Aktivitäten. Der zweite Teil besteht aus diversen sequentiellen und zufälligen Lese- und Schreibzugriffen auf die Harddisk, sowie einem CPU-Utilization Test. Die einzelnen Resultate der Tests, mit Ausnahme des CPU-Utilization Tests, werden in 1000 Bytes/s angegeben.

Wie bereits schon erwähnt, simuliert WinBench die Applikations-Benchmark WinStone, wobei folgende Test durchgeführt werden:

- **Disk WinMark:** Dieser Test simuliert die registrierten Harddisk-Aktivitäten der WinStone-Suite als ganzes (Business und HighEnd), indem er auf verschiedenste Files und Directories zugreift und diese entsprechend manipuliert.
- **Business Disk WinMark:** Simuliert die Diskoperationen, der in der WinStone Business-Suite registrierten Harddisk-Aktivitäten, bestehend aus den drei Tests Datenbank, Publishing und Textverarbeitung / Tabellenkalkulation.
- **HighEnd Disk Winmark:** Simuliert die Diskoperationen, der in der WinStone HighEnd-Suite registrierten Harddisk-Aktivitäten, bestehend aus Tests aller sechs Applikationen.

Die **syntetischen Disktests** bestehen aus folgenden Zugriffen auf ein 90MB File:

- Disk/Read, CPU Utilization (Resultat wird in Prozent angegeben)
- Disk/Read, Sequential 200, 512, 2048, 4096 Bytes Blockgröße
- Disk/Read, Random 200, 512, 2048, 4096 Bytes Blockgröße

- Disk/Write, CPU Utilization (Resultat wird in Prozent angegeben)
- Disk/Write, Sequential 200, 512, 2048, 4096 Bytes Blockgröße
- Disk/Write, Random 200, 512, 2048, 4096 Bytes Blockgröße

Die synthetischen Tests stellen also ein Full Factorial Design dar, mit den drei Faktoren Operation (Lesen / Schreiben), Zugriffsart (sequentiell/random) und Blockgröße (200, 512, 2048, 4096 Bytes). Dies ergibt insgesamt $2 \cdot 2 \cdot 4 = 16$ Tests. Diese Test geben einen Einblick in die Leistungs-Charakteristik des Systems, indem die Abhängigkeiten dieser drei Faktoren aufgezeigt werden. Damit können wir den Arbeitsbereich des Systems bestimmen mit optimaler Leistung.

System-Beschreibung

Im folgenden wollen wir kurz den Test-Rechner beschreiben, auf dem wir unsere Messungen durchführten. Anschliessend listen wir die wichtigsten technischen Daten der zu vergleichenden Festplatten auf.

Test-Rechner

| | Dell System OptiPlex GXpro 200USD Enhanced [Del96] |
|---------------------|---|
| Prozessor | Intel Pentium Pro 200 MHz, Step 9 Features fbffh |
| Betriebssystem | Windows NT 4.0 Service Pack 3, Build 1381, Uniprocessor Free |
| Speicher | 64 MB EDO |
| Level-1 Cache | 16 KB |
| Level-2 Cache | 256 KB |
| Virtueller Speicher | 64 bis 96 MB |
| Grafik-Karte | Matrox Power Graphics Accelerator, MGA-2064W B4 R2, DAC: TI TVP3026 (220MHz), 4 MB DRAM |
| EIDE-Kontroller | On Board, bis PIO-Mode 4, inkl. DMA |
| SCSI-Kontroller | Adaptec AHA-2940 Ultra Wide SCSI, Bios V. 1.03 [Ada96] |

Festplatten

Zum Vergleich stehen die beiden SCSI-Festplatten Cheetah (ST-34501) und Hawk 4 (15230N) von Seagate sowie eine EIDE-Festplatte Caviar (AC33100H) von Western Digital.

| | Cheetah [Che97] | Hawk 4 [Haw95] | Caviar [Cav98] |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Kapazität | 4.55 GB | 4.294 GB | 3.166 GB |
| Umdrehungen pro Minute | 10033 U/min | 5411 U/min | 5200 U/min |
| Cache | 512 KB | 512 KB | 128 KB |
| Mittlere Zugriffszeit (rd / wr) | 7.7 / 8.7 ms | 10.4 / 11.4 ms | 12 ms |
| Interface | Ultra Wide SCSI | SCSI-2 Fast | EIDE |
| Dateisystem | NTFS | NTFS | FAT |
| Partitionsgrösse | 2 GB | 1 GB | 1 GB |

Parameter und Faktoren

Unter Parametern verstehen wir Gössen, welche das Resultat der Leistungsmessung (Performance Evaluation) beeinflussen. Parameter halten wir, im Gegensatz zu Faktoren, während der Messung stabil. Die Faktoren variieren wir absichtlich, um so ihren Einfluss auf das Messresultat zu ermitteln. Für die Analyse der Messresultate ist eine Liste aller Parameter unumgänglich. Die Messresultate können nur zusammen mit allen Einflussfaktoren korrekt analysiert und interpretiert werden. Da Messungen oft die Grundlage für wichtige Entscheidungen sind, sollte diesem Punkt also besondere Beachtung geschenkt werden.

Parameter

Parameter werden unterteilt in Hardware- und Software-Parameter, die im allgemeinen unter verschiedenen Installationen des Systems nicht stark variieren. Workload-Parameter sollten jedoch das Benutzerverhalten charakterisieren, welches natürlich sehr stark variieren kann.

1) System-Parameter

a) Hardware

- i) Prozessor
- ii) Speicher
- iii) Festplatte
- iv) Festplatten-Kontroller
- v) Bus-System
- vi) Cache

b) Software

- i) Betriebssystem (inkl. Softwarecache, Dateisystem, Speicherverwaltung usw.)
- ii) parallel laufende Prozesse

2) Workload-Parameter

a) Benchmark-Typ

- i) WinBench97
 - (1) Operation
 - (2) Zugriffsart
 - (3) Blockgrösse
 - (4) Benutzer-Typ
 - (5) Benutzer-Profil
- ii) WinStone97
 - (1) Benutzer-Profil

Faktoren

Faktoren sind diejenigen Parameter, die während der Leistungsmessung variiert werden. Ihre diskreten Werte nennt man Levels. Die einzelnen Levels sind in Klammern hinter den Faktoren angegeben. Die System-Parameter halten wir bis auf Festplatte, Kontroller und Dateisystem, stabil. Stark variieren tun wir hingegen die Workload-Faktoren.

1) System-Faktoren|

a) Hardware

- i) Festplatte (Cheetah / Hawk 4 / Caviar)
- ii) Festplatten-Kontroller (AHA 2940UW / EIDE)

b) Software

- i) Dateisystem (NTFS / FAT)

2) Workload-Faktoren

a) Benchmark-Typ (WinBench97 / WinStone97)

i) WinBench97

- (1) Operation (lesen / schreiben)
- (2) Zugriffsart (random / sequentiell)
- (3) Blockgrösse (200 Bytes, 512 Bytes, 2048 Bytes, 4096 Bytes)
- (4) Benutzer-Typ (Business / High-End)
- (5) Benutzer-Profil (Datenbankanwendungen / Bildverarbeitung und Desktop-Publishing / Textverarbeitung und Tabellenkalkulation / CAD und 3D / Engineering, Applikationsentwicklung / Mix)

ii) WinStone97

- (1) Benutzer-Profil (Datenbank-Anwendungen / Textverarbeitung und Tabellenkalkulation / Geschäftsgrafik und Desktop-Publishing / Mix)

Auswertungen

WinBench 97

Abbildung 1 bis Abbildung 4 zeigen die Resultate der synthetischen Benchmarks von WinBench 97. Wir können die folgenden qualitativen Aussagen machen:

1. Je grösser die Blockgrösse bei zufälligen Disk-Zugriffen ist, desto höher der gemessene Durchsatz.
2. Bei sequentiellen Disk-Zugriffen hat die Blockgrösse fast keinen Einfluss auf den gemessenen Durchsatz. Ausnahme bildet hier das sequentielle Schreiben von 4096 Byte Blöcken, das fast doppelt so schnell ist, wie andere Blockgrössen. Dies könnte mit dem NTFS-Dateisystem von Windows NT zusammenhängen, welches Blöcke einer minimalen Grösse von 4096 Byte verwaltet. Soll ein Block von 512 Bytes geschrieben werden, so werden trotzdem im Minimum 4096 Bytes auf die Disk geschrieben. Beim Lesen tritt dieser Effekt nicht auf, da wir beim Lesen eines 512 Byte Blockes in jedem Fall mindestens 4096 Bytes lesen. Lesen wir nun den nächsten 512 Byte Block, so ist dieser schon im Cache und wir brauchen keinen neuen Diskzugriff. Wir haben hier bei kleineren Blockgrössen als 4096 Bytes also ungefähr die gleiche Disk-Performance wie bei 4096 Byte Blöcken.
3. Sequentielle Lese- oder Schreiboperationen sind viel schneller als zufällige. Was ja zu erwarten ist, da der Kopf nicht neu positioniert werden muss und somit die Zugriffszeit entfällt.
4. Weiter interessant ist, dass beim Lesen ein viel höherer Durchsatz erzielt wird, als beim Schreiben. Dieses Phänomen ist uns unerklärlich. Vergleichsmessungen aus [CT97] ergaben hier Widersprüche: Lese- und Schreiboperationen sind in etwa gleich schnell.
5. Die Hochleistungsfestplatte Cheetah ist bei allen Tests im Durchschnitt mehr als doppelt so schnell, wie die Hawk 4, welche der Caviar auch noch um einige Dutzend Prozente überlegen ist. Da dies jedoch reine Disk-Benchmarks sind, hat man nur beim Starten von Programmen oder Disk intensiven Applikationen einen entsprechenden Leistungsgewinn. Den entsprechenden Leistungsgewinn für das Arbeiten mit Standard-Software ist weiter unten bei den Applikations-Benchmarks beschrieben.

WinBench® 97 Version 1.0

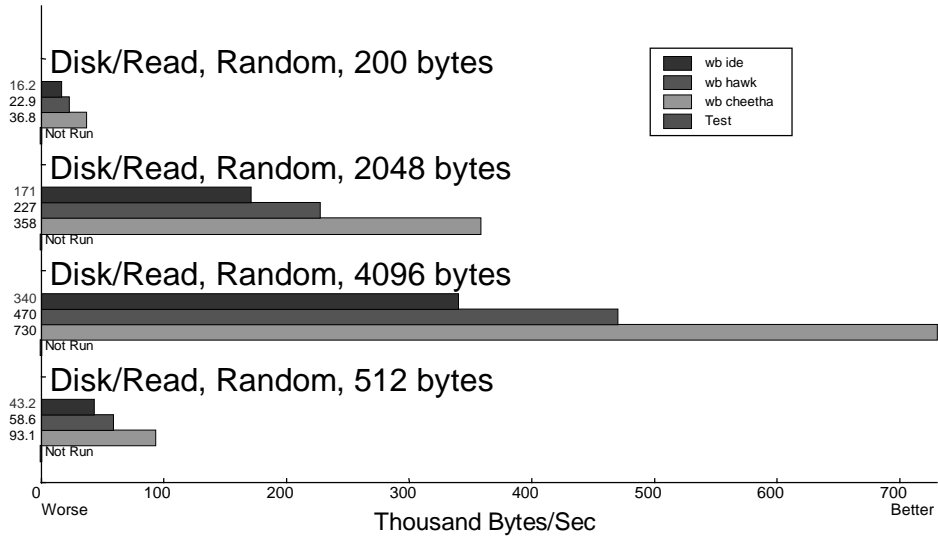


Abbildung 1: WinBench 97, Disk-Read, Random

WinBench® 97 Version 1.0

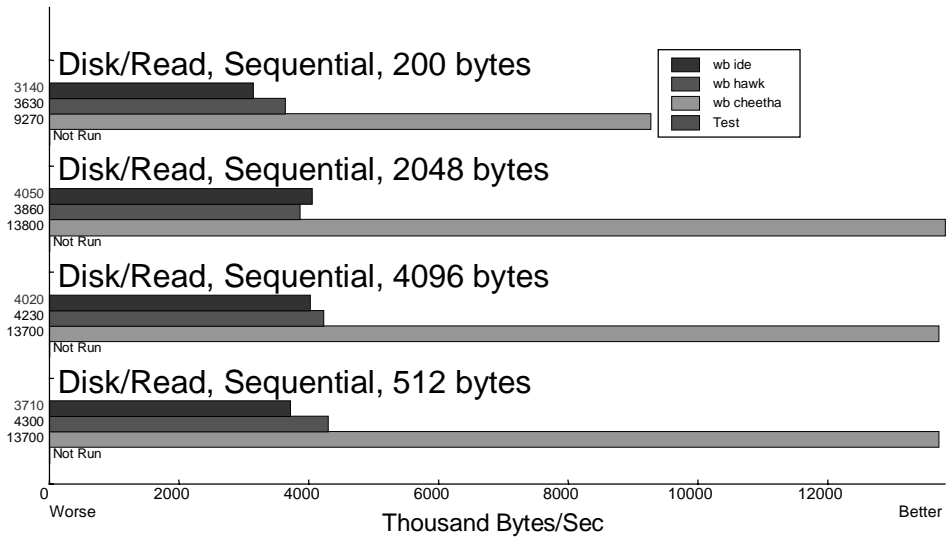


Abbildung 2: WinBench 97, Disk-Read, Sequential

WinBench® 97 Version 1.0

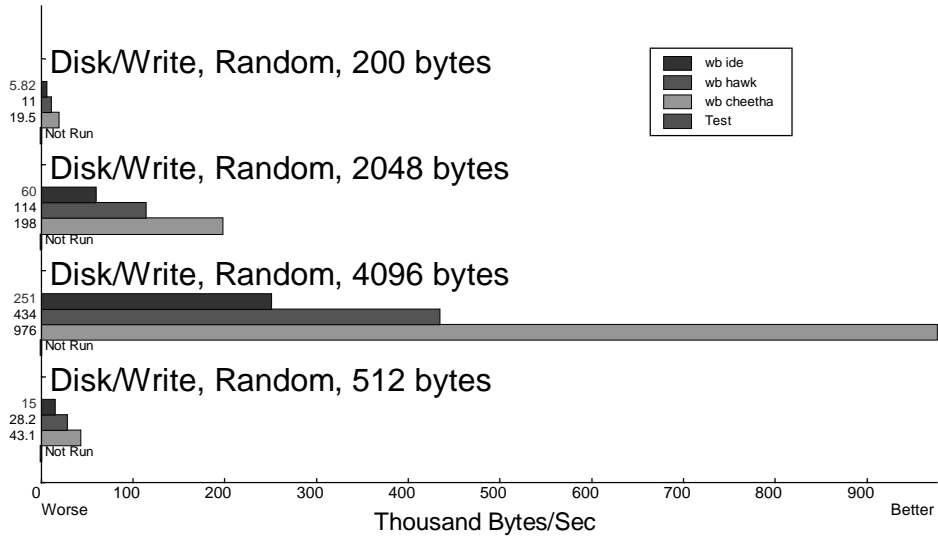


Abbildung 3: WinBench 97, Disk-Write, Random

WinBench® 97 Version 1.0

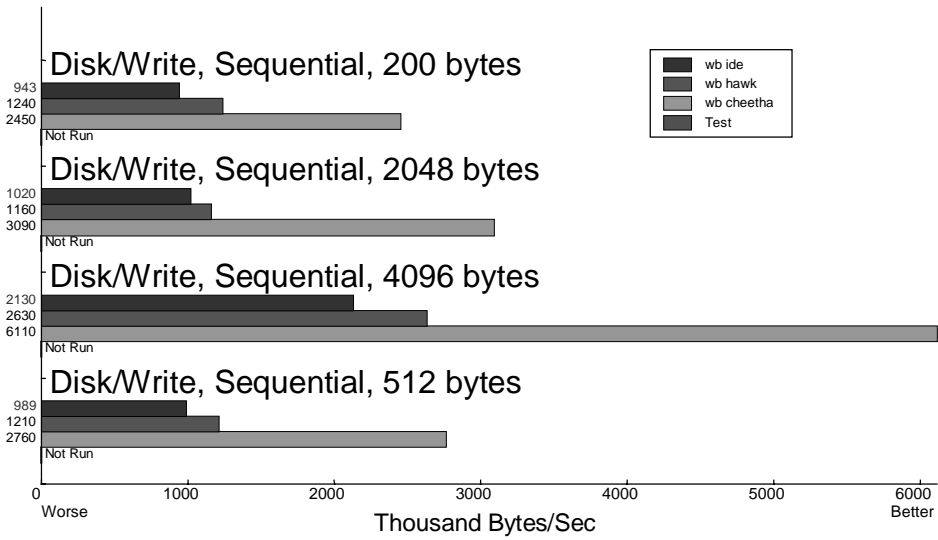


Abbildung 4: WinBench 97, Disk-Write, Sequential

WinBench® 97 Version 1.0

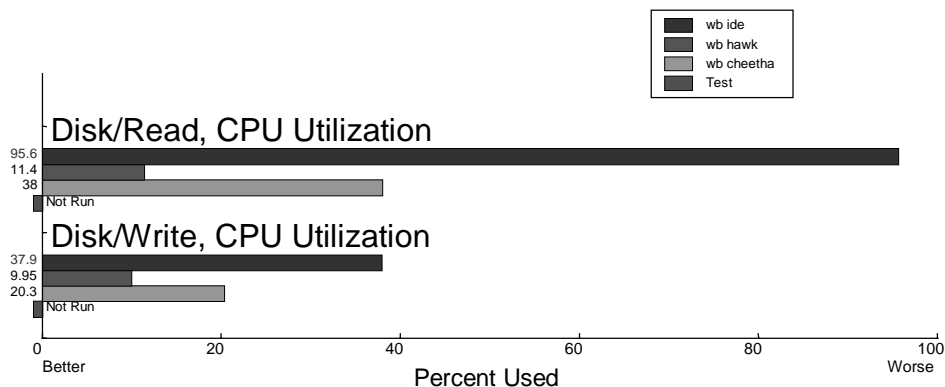


Abbildung 5: WinBench 97, CPU-Utilization

Auffallend bei Abbildung 5 ist der markante Unterschied zwischen den SCSI Festplatten und der IDE Festplatte: Die mehr als doppelt so schnelle Cheetah belastet die CPU durchschnittlich 56% weniger als die IDE-Platte Caviar und dies trotz DMA und Busmastering des IDE-Systems. Im Vergleich zur Hawk 4, die ähnlich schnell ist wie die IDE Festplatte Caviar, ist der Unterschied in der CPU Belastung noch markanter: durchschnittlich 66.8% für die Caviar und nur gerade 10.7% für die Hawk 4. Der Unterschied in der CPU Belastung der beiden SCSI Platten Cheetah und Hawk 4 widerspiegelt in etwa die Leistungsdifferenz der beiden Laufwerke: je mehr Daten verarbeitet werden, desto höher auch die CPU Belastung.

Ebenso erstaunlich ist die Tatsache, dass eine IDE-Harddisk beim Lesen 96% der CPU Zeit eines nicht langsamen Pentium Pro 200 Systems verschwendet. Dies spricht eindeutig gegen das IDE-Harddisk Bussystem in einer Multitasking-Umgebung!

WinBench® 97 Version 1.0

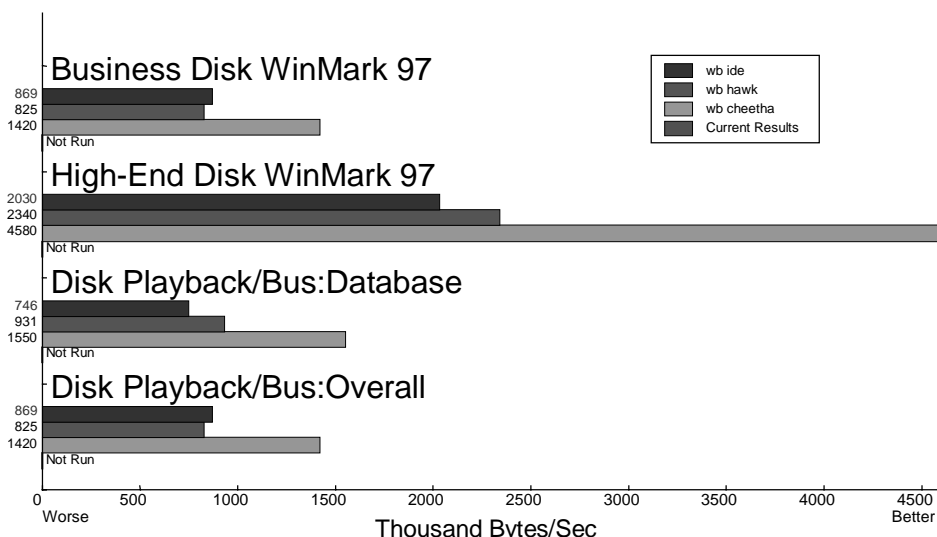


Abbildung 6: WinBench 97, Business und High-End Disk WinMark und Business Disk PlaybackTests

Bemerkenswert ist die grosse Differenz zwischen den beiden Applikation-Emulations-Tests: Beim Business Disk WinMark 97 ist das schnellste Laufwerk (Cheetah) um den Faktor 1.63 mal schneller als das nächstbeste Laufwerk (IDE Platte), während beim High-End Disk WinMark sich die zwei schnellsten Laufwerke (Cheetah und Hawk) um den Faktor 1.96 unterscheiden. Ebenso sind die absoluten Werte des High-End Test durchschnittlich 3 Mal höher als jene des Business Tests(3000 zu 1038 Bytes/s).

Erstaunlicherweise messen wir beim Business-Test trotz der durchschnittlich höheren Performance (gemäss den syntetischen Tests) der SCSI-Platte Hawk die etwas besseren Werte bei der IDE-Platte Caviar. Dagegen korrelieren die Ergebnisse des High-End Tests wieder mit jenen der synthetischen Tests.

PS.: Die beiden Balkendiagramme "Business Disk WinMark 97" und "DiskPlayback/Bus: Overall" sowie "Business High-End WinMark 97" und "DiskPlayback/HE: Overall" (siehe Abbildung 8: WinBench 97, High-End Disk-Playback Tests) stellen jeweils das exakt gleiche Ergebnis bzw. die gleiche Messung dar.

WinBench® 97 Version 1.0

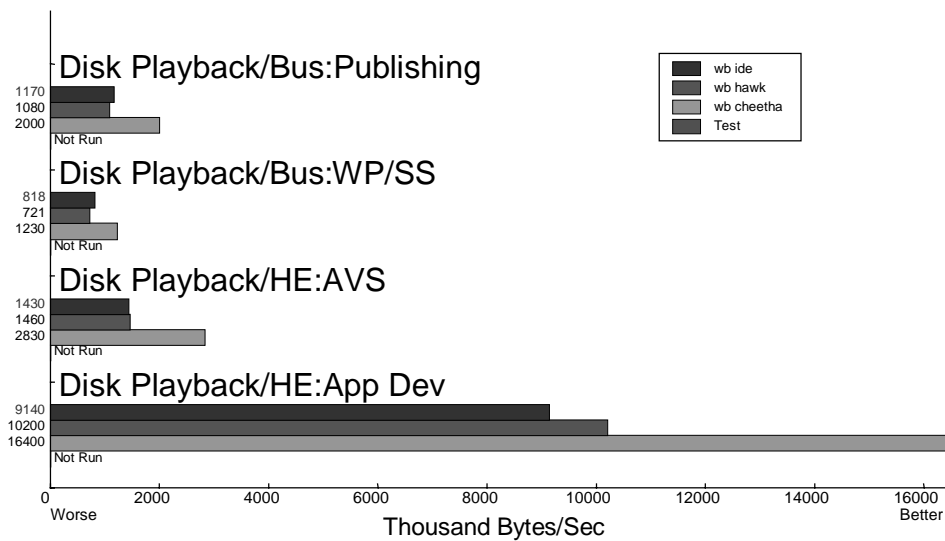


Abbildung 7: WinBench 97, Buisness und High-End Disk-Playback Tests

Bei den Einzeltests der Business WinStone Suite (Disk Playback/Bus: Database, Publishing und WP/SS) fällt auf, dass zwar die grösste Differenz (Faktor) beim Publishing-Test gemessen wird, jedoch die grössten absoluten Werte beim Database-Test vorkommen. Durch die recht grosse Differenz der Werte zwischen dem Database und den restlichen Test wird dieser Messung wahrscheinlich den grössten Einfluss auf das Gesamtergebnis haben.

WinBench® 97 Version 1.0

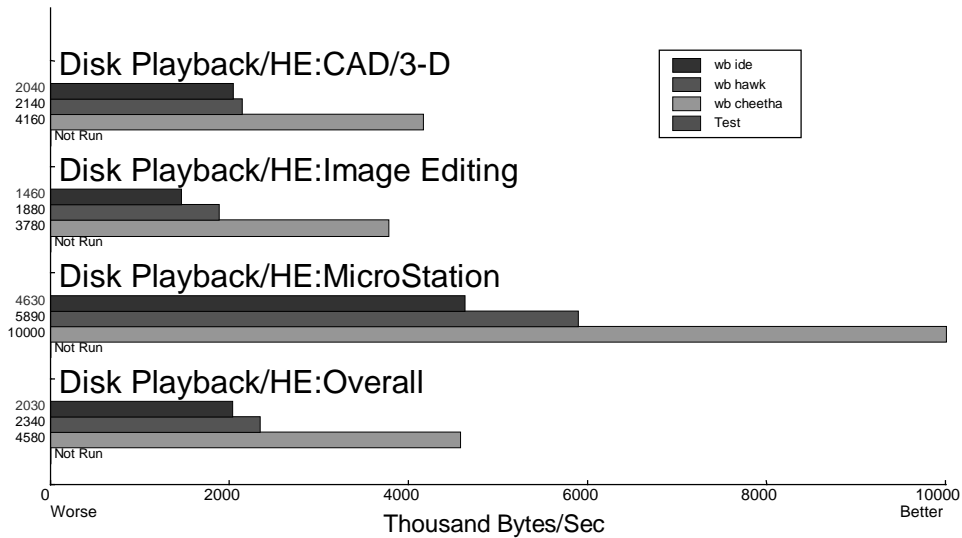


Abbildung 8: WinBench 97, High-End Disk-Playback Tests

WinBench® 97 Version 1.0

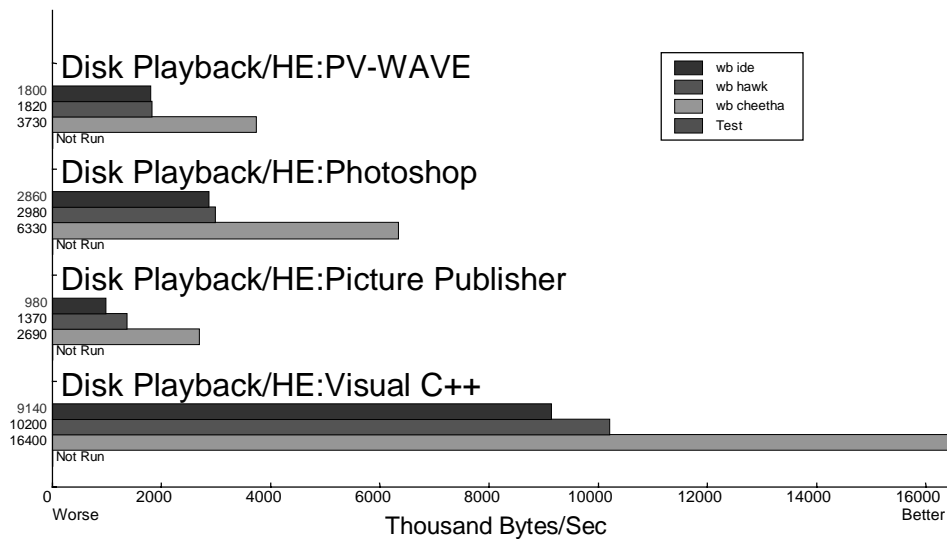


Abbildung 9: WinBench 97, High-End Disk-Playback Tests

Folgende Anmerkungen zu den Abbildungen 7 – 9: Wie aufgrund der Workload-Beschreibung zu erwarten war ist in den High-End Test die mittlere Belastung der Festplatte um ein vielfaches grösser als bei den Business-Tests, so dass die durchschnittliche Performance aller Laufwerke gemittelt 3x höher ausfällt. Das schnellste Laufwerk konnte im Verhältnis zum nächstbesten den Vorsprung um 20% ausbauen.

Es ist erstaunlich, dass die SCSI-Festplatte HAWK unter höheren Belastungen eine um 15 % bessere Performance erreicht als das in den Business-Test um 5% schnellere IDE-Laufwerk. Eine mögliche Erklärung liegt in der höheren Prozessorbelastung des IDE-Harddisk-Bussystems, welche nun wegen der gleichzeitigen Belastung durch die ressourcen-beanspruchende High-End Applikation zum limitierenden Faktor wird. Ein weiterer Faktor ist der grössere Cache der SCSI-Platte: Bei grossen Datenmengen schreibt bzw. liest das Laufwerk sehr oft sequentiell, was zur Folge hat, dass das Laufwerk mit grösserem Cache eine höhere Hitrate erreicht.

WinStone

WinStone® 97 Version 1.0

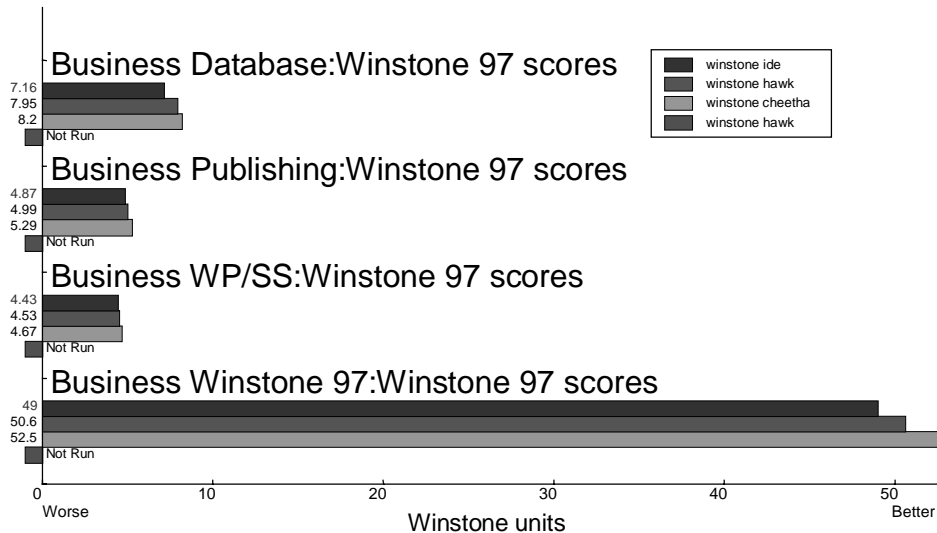


Abbildung 10: WinStone 97, Buissness Scores

Die Ergebnisse der Business WinStone Suite fallen im Vergleich mit den synthetischen Tests ernüchternd aus: Zwischen den Systemen gibt es jeweils einen Unterschied von ungefähr 2 Punkten, die etwa 4% entsprechen. Wie gross das die Messfehler ist, können wir leider nicht sagen, weil das Handbuch des WinStone Benchmarks über dieses Thema keine Angaben enthält. Wir glauben jedoch, dass die von uns gemessenen Differenzen wenn dann nur ganz knapp oberhalb des Messfehlers liegen.

Von Interesse wären zum Vergleich die Ergebnisse des High-End Applikationstest gewesen: Aufgrund der Ergebnisse des High-End Disk-Emulationstests liegt die Vermutung nahe, dass hier die Differenzen klar oberhalb der Messfehler zu liegen kämen, aber leider war dieser Test nicht vorhanden.

Trotzdem kann man ein klares Fazit ziehen:

- Bei einem gut ausgebauten System, d.h. ein starker Prozessor und viel Hauptspeicher, spielt die Festplatte beim täglichen Gebrauch typischer Business-Applikationen eine untergeordnete Rolle: Die bearbeiteten Datenmengen passen fast immer in den Arbeitsspeicher, so dass die Harddisk nur beim Laden oder Speichern von Dateien aktiv wird. Das System muss somit fast nie Daten auf die Festplatte auslagern (swapping), was den Einfluss des Laufwerks noch mehr in den Hintergrund rückt. Einzig beim einmaligen (seltenen) Laden der Applikationen oder typischerweise dem System-Start spielt die Performance der Harddisk (in Abhängigkeit des Hauptspeichers) eine zentrale Rolle. Leider werden diese Faktoren bei der Business WinStone Suite vernachlässigt.
- Je grösser die zu bearbeitenden Datenpakete werden, beispielsweise bei der Bildverarbeitung (Rendern qualitativ hochwertiger Bilder), Audio-Nachbearbeitung oder der Applikationsentwicklung, um so mehr hängt die Leistung eines Systems von der Performance der Harddisk ab: Zum einen werden durch ein schnelleres Laufwerk die Daten schneller verfügbar, zum anderen wirkt sich eine höhere Harddiskperformance wegen dem nun (gleichzeitig) auslagernden Betriebssystem positiv auf die Gesamtperformance des Systems auswirken. Ein System kann also in zweifacher Hinsicht von einer hohen Harddisk-Performance profitieren. Nur ist die Frage, ab welchem Punkt diese Faktoren dominant werden? Diesbezüglich ist die Grösse des Hauptspeichers sicherlich ein wichtiger Faktor: Falls dieser so gross ist, dass das System nicht auslagern muss, beschränken sich die Aktivitäten der Harddisk auf das liefern der Daten. Dies impliziert aber nicht, eine schnellere Harddisk lohne sich nicht, nur die Grösse des Hauptspeichers sei wichtig, sondern das Gegenteil trifft zu, unabhängig von der

Grösse des Hauptspeichers: Je grösser die zu verarbeitende Datenmenge ist, desto mehr profitiert ein System von schnellem I/O, weil die Daten schneller der Applikation zur Verarbeitung vorliegen. Man darf nicht vergessen, dass die Grösse des Hauptspeicher u.a. auch eine Kostenfrage ist., was ein kleiner Vergleich verdeutlicht: 1 MB RAM kostet ungefähr SFr. 5.-, 1 MB Harddisk SFr. 0.1.

- Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Harddisk-Bussystem: In einer Multitasking-(Multiuser)-Umgebung hat IDE nichts zu suchen: Man stelle sich nur mal vor, wie ein Programmserver mit IDE-Harddisksubsystem auf eine "Read-Anfrage" einer 1GB grossen Datei reagieren würde? Er wäre lange Zeit nur mit dem Lesen der Datei voll ausgelastet, die anderen Prozesse kämen viel zu kurz, obwohl I/O meist problemlos beiläufig verarbeitet werden kann!

Ein abschliessendes und definitives Ergebnis können wir nicht präsentieren, höchstens Tendenzen aufzeigen und die diversen Parameter einander gegenüberstellen, dies weil uns nebst der Zeit auch die einige Benchmarks zum Vergleich fehlten.

Die Frage, ob sich eine schnellere Harddisk für ein System lohnt, d.h. die Gesamtperformance des Systems merklich davon profitiert, hängt von mehreren, miteinander verknüpften Parametern ab.

- Applikationen und Aufgaben, die mit dem System hauptsächlich erledigt werden: Je mehr I/O Operationen zu erwarten sind, desto mehr lohnt sich eine schnellere Harddisk.
- Grösse des Hauptspeichers: Falls aufgrund der zu erwartenden I/O Aktivitäten mit einem Vergrössern des Hauptspeicher das Auslagern von Daten durch das Betriebssystem stark vermindert wird, lohnt sich viel eher der Kauf von zusätzlichem Hauptspeicher
- Multitasking-Fähigkeit: Wegen der grossen Belastung des Prozessors bei I/O-Operationen mit einem IDE-Harddisk-Bussystem ist dessen Einsatz in einem Server sinnlos: Hier ist eine schnelle SCSI-Harddisk eine absolute Notwendigkeit.
- Kostenfrage: Ein schnelle Festplatte kostet mehr als eine langsamere, aber ist meistens günstiger als ein Vergrössern des Arbeitsspeichers.
- Punkte wie der Komfort einer grossen Harddisk oder die Lärmbelastung durch eine schnelle Festplatte lassen wir bei dieser Betrachtung unberücksichtigt.

Basierend auf diesen Punkten muss nun jeweils individuell entschieden werden, wie gross der zu erwartende Nutzen einer schnellen Festplatte ist und dieser ist den Kosten gegenüberstellen. Die Frage, ob es eine Faustregel geben kann, beantworten wir somit mit einem klaren "Nein."

Literaturangaben

- [Ada96] AHA 2940 Ultra Wide - Data Sheet, Document Number 980233-021 11/96, Adaptec Corp., Internet-Adresse: <http://www.adaptec.com>.
- [Cav98] Hard Drive Specifications for AC33100H, Western Digital Corp., Internet-Adresse: <http://www.wdc.com>.
- [Che97] Specifications for ST-34501W - Data Sheet, Seagate Corp., Internet-Adresse: <http://www.seagate.com>.
- [CT97] CT: Magazin für Computertechnik, 14/97, Heise
- [Del96] Benutzerhandbuch: Dell OptiPlex GXpro-Systeme UBS-erweitert und integriertes 10/100-MB/s Ethernet, DELL 1996.
- [Haw95] Specifications for ST-15230N - Data Sheet, Seagate Corp., Internet-Adresse: <http://www.seagate.com>.
- [Rai91] Rai Jain. The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation and Modeling. John Wiley & Sons, Inc. 1991.