

Fragestellung: Wie viele CPU Kerne sollte eine VM unter Virtualbox zugewiesen bekommen?

## Umgebung

Getestet wurde auf einem Linux-System mit voller invis-Server Installation, auf dem eine virtuelle Maschine betrieben wurde. Es wurden zwei Testreihen mit unterschiedlichen CPU-Architekturen durchgeführt:

### Hardware-Ausstattung Grundsystem „Hyperthreading“:

- CPU: Intel Atom C2758 2,40GHz
- RAM: 16GB DDR3
- Betriebssystem: openSUSE 13.1 64Bit

Der Prozessor verwendet Intels Hyperthreading, d.h. er verfügt lediglich über 4 reale Prozessorkerne, die dem Betriebssystem aber als 8 virtuelle Kerne zur Verfügung gestellt werden.

### Ausstattung der virtuellen Maschine „Hyperthreading“:

- RAM: 6GB
- Betriebssystem: Windows 7 Professional 64Bit

Die VM ist zuvor der Samba Domäne des invis-Servers beigetreten, die nachfolgenden Benchmarks wurden als Domänen-Administrator ausgeführt (spielt natürlich keine Rolle).

Auf dem System wurde vor den Benchmarks eine MS SQL Server 2008 SP3 Installation durchgeführt. Die zugehörigen Dienste liefen im Hintergrund. Eine Datenbank gab es noch nicht.

### Hardware-Ausstattung Grundsystem „physische Kerne“:

- CPU: AMD Opteron 6134 2,30GHz
- RAM: 8GB DDR3
- Betriebssystem: openSUSE 13.1 64Bit

### Ausstattung der virtuellen Maschine „physische Kerne“:

- RAM: 3GB
- Betriebssystem: Windows 7 Professional 64Bit

Die VM ist zuvor der Samba Domäne des invis-Servers beigetreten, die nachfolgenden Benchmarks wurden als Domänen-Administrator ausgeführt.

Es laufen keine weiteren Dienste.

## Benchmark Test

Ziel des Tests war, einzig die ideale Anzahl an Kernen für die VM zu ermitteln. Entsprechend wurde nur ein CPU Benchmark durchgeführt. Zum Einsatz kam die Software „Geekbench 3“ im „tryout“ Modus, was bedeutet, dass nur 32Bit Benchmarks durchgeführt werden konnten.

Getestet wurde von 1 bis 8 Kernen.

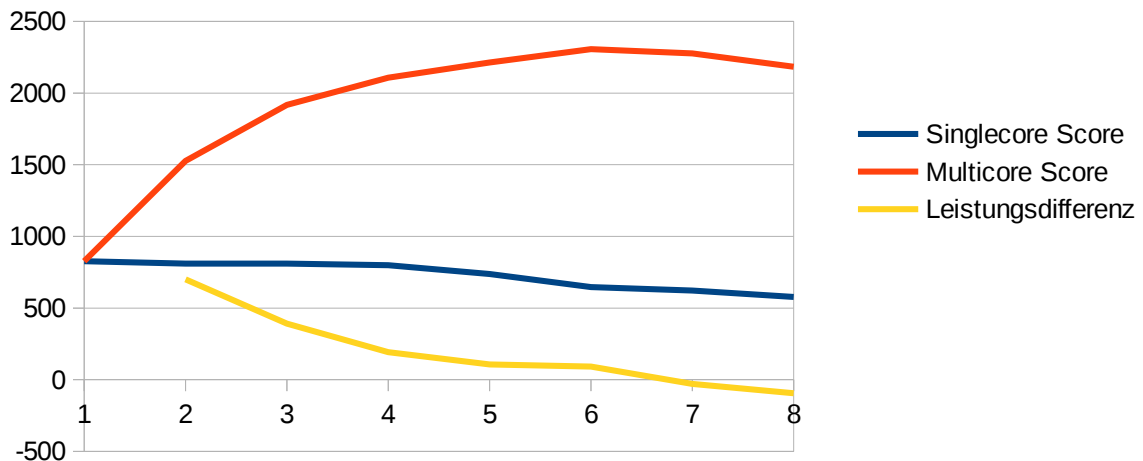
**Der Test dient natürlich nicht als Vergleichstest nach dem Motto „Intel vs. AMD“, dazu sind die eingesetzten Systeme zu unterschiedlich.**

## Ergebnisse

Anzahl Kerne	Hyperthreading CPU		Nur physische Kerne	
	Singlecore Score	Multicore Score	Singlecore Score	Multicore Score
1	827	827	1111	1114
2	810	1526	1159	2181
3	810	1917	1160	3092
4	799	2108	1160	4021
5	737	2214	1144	4840
6	647	2306	1123	5648
7	622	2277	1141	6373
8	577	2183	1121	7148

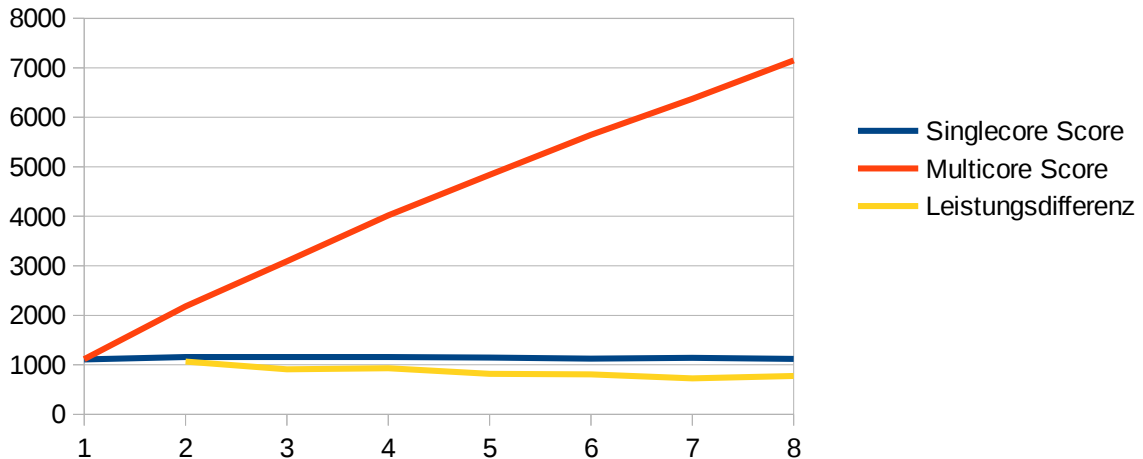
### Hyperthreading CPU

Intel Atom C2758 2,4GHz



## CPU mit 8 physischen Kernen

AMD Opteron 6134 2,3Ghz



### Ergebnis „Hyperthreading“

Auf den ersten Blick zeigt sich, dass die Rechenleistung bezogen auf einen einzelnen Kern nicht konstant ist, sondern über die gesamte Messstrecke kontinuierlich abfällt. Im Bereich 1 bis 4 Kerne ist der Abfall der Leistung pro Kern relativ gering, bei mehr als 4 Kernen fällt sie deutlicher ab.

Ursächlich hierfür ist das Hyperthreading, es stehen einfach nur 4 physikalische Kerne zur Verfügung. Hyperthreading dient grundsätzlich der besseren Auslastung von Prozessoren, indem schon auf Hardware-Ebene simultanes Multithreading vorgenommen wird. Es werden Lücken in den Verarbeitungsketten der einzelnen Kerne mit Aufgaben aus anderen Ketten gefüllt. Diese Technik scheint für virtualisierte Maschinen ihre Vorteile zu verlieren.

Es zeigt sich, dass die Gesamtleistung des Systems bei 6 Kernen ihr Optimum hat. Bezieht man allerdings die Belastung des Host-Systems ein, ergibt sich ein deutliches Bild.

Ab dem Überschreiten der Anzahl der physikalischen vorhandenen Prozessorkerne steigt die Belastung des Host-Systems drastisch an.

Als Vergleichswert dienen hier die Load-Average Werte wie sie etwa von „htop“ angegeben werden:

Load Average Werte	VM hat 4 Kerne	VM hat 8 Kerne	VM abgeschaltet
5 Minuten	1,2	2,4	0,05
10 Minuten	1,2	2,3	0,05
15 Minuten	1,4	2,3	0,2

Die Werte wurden bewusst zu einem Zeitpunkt aufgenommen, an dem weder ein Benutzer an der VM angemeldet war, noch ein Benchmark Test lief.

Bei 8 Kernen für die VM zeigte das Grundsystem eine durchschnittliche Prozessorauslas-

tion von über 30% auf allen 8 Kernen, während in der VM mehr oder weniger 0% Prozessorauslastung angezeigt wurde.

Leider zeigt Geekbench nicht die für den Test verstrichene Zeit an. Es hat sich gezeigt, dass trotz höherer Rechenleistung bei 6 Kernen bezogen auf 4 Kerne, der Test insgesamt deutlich länger lief. Das könnte ein Indiz dafür sein, dass einzelne laufende Prozesse auf die Zuweisung von Rechenzeit zunehmend länger warten müssen, wenn die Anzahl der physikalisch vorhandenen Kerne überschritten wird.

## Ergebnis „physische Kerne“

Eine CPU mit ausschließlich physischen Kernen zeigt ein gänzlich anderes Verhalten. Hier nimmt die Leistung der VM fast linear mit jedem weiteren Kern zu. Demgegenüber steigt zwar die Belastung des unter der VM liegenden Hostsystems kontinuierlich an, allerdings nicht in dem Maße wie im Falle der Hyperthreading CPU. Das für den Test genutzte System kam auch mit 8 Kernen für die VM nie in einen Bereich, der das Gesamtsystem in die Knie gezwungen hätte. Allerdings sei hier noch auf die extremen Leistungsunterschiede der beiden Testsysteme hingewiesen, die einen direkten Vergleich nicht zulassen. Die eingesetzte Opteron AMD CPU hatte zu jeder Zeit noch Luft nach oben. Es zeigt sich lediglich ein sehr geringes Abflachen der Leistungskurve.

Die Singlecore Leistung bleibt im Unterschied zum Hyperthreading System über die gesamte Messstrecke nahezu konstant. Die auftretenden Schwankungen liegen vermutlich darin begründet, dass die hier genutzte recht leistungsfähige Server-CPU während des Benchmarks noch genug Luft hatte die Taktfrequenzen der einzelnen Kerne immer wieder bis auf 800MHz herunter zu takten. Die maximal möglichen 2,3GHz wurden immer nur kurzzeitig ausgereizt.

Einzig der Singelcore Wert bei nur einem aktiven Kern für die VM fällt negativ auf. Sie liegt teils deutlich unter den weiteren Werten. Ein Blick mit „*htop*“ auf die Auslastung des Hostsystems liefert die wahrscheinlichen Begründung. Die von der VM verursachte Last wurde immer wieder von einem zum nächsten Kern weiter gereicht. Durch diesen Vorgang entstehen „Wartezeiten“ die sich aus Sicht der VM in einer vermeintlich schlechteren CPU-Performance darstellt. Untermauert wird die Vermutung dadurch, dass der gesamte Benchmark-Test ca. 1 Minute länger dauerte als bei allen anderen Messungen.

## Fazit

Wird das Gesamtsystem betrachtet zeigt sich, dass eine VM System maximal über die Anzahl der physikalisch tatsächlich vorhandenen Kerne verfügen sollte. Auch wenn der VM mit weiteren Kernen (Hyperthreading vorausgesetzt) noch geringfügig mehr Leistung abgerungen werden kann, geht dies jedoch stark zu Lasten des Host-Systems.

Die Leistungsdifferenzkurve macht die Architektur-bedingten Unterschiede am deutlichsten. Während bei lediglich physischen Kernen die Gesamt-CPU-Leistung der VM, wenn auch leicht abflachend, kontinuierlich zunimmt, nimmt sie bei einem Hyperthreading-System bei Überschreiten der Anzahl physisch vorhandener Kerne sogar irgendwann ab.

Ohne dynamisches Anpassen der CPU-Taktfrequenz dürften sich die Benchmark-Ergebnisse im Falle der leistungsstarken Server-CPU noch ein gutes Stück verbessern, das selbstverständlich zu Lasten des Energieverbrauchs.

Ein Test mit mehreren virtuellen Maschinen steht noch aus. Es steht aber zu vermuten, dass in einem solchen Fall die Anzahl der physikalisch vorhandenen Kerne nicht durch die Summe der Kerne über alle VMs überschritten werden sollte.