

Oracle Whitepaper  
Mai 2010

# Speicherinfrastruktur der nächsten Generation mit Enterprise Flash- Technologie

Überblick .....	1
Mit Flash-Technologie gegen den Engpass zwischen CPU und Speicher .....	2
Enterprise-SSDs (Solid State Devices).....	3
Hohe Performance .....	3
Geringer Stromverbrauch.....	4
Extrem niedrige Kosten pro GB und IOPS .....	4
Größere Zuverlässigkeit als bei Festplattenlaufwerken .....	4
Erstellung einer neuen Speicher-Tier.....	5
Zwischenspeicherung und Hybrid-Speicherpool .....	5
Weitere Verwendungszwecke für Flash-Geräte.....	6
Integration auf Basis offener Standards.....	6
Flexible Anpassung an Anwendungsanforderungen.....	6
Rosige Aussichten für Flash-Technologie.....	7
Schlussfolgerung.....	8

## Überblick

Unternehmen setzen heute für den Zugriff auf Services, Anwendungen und Daten zunehmend auf Rechenzentren. Mit steigender Nachfrage und immer komplexeren Anwendungen muss die Infrastruktur des Rechenzentrums gewaltige Kapazitäten bereitstellen und einen schnellen Informationszugriff gewährleisten, um mit den aktuellen Geschäftsprioritäten Schritt zu halten. Die Speicherkapazität lässt sich durch eine Erweiterung der Infrastruktur in Form von zusätzlichen Festplattenlaufwerken und Arrays ohne Weiteres ausbauen. Leider erzielen die Geräte mit der höchsten Kapazität nicht die erforderliche I/O-Performance, um die Verarbeitungssysteme mit den nötigen Daten zu versorgen – und treiben die Speicherinfrastrukturkosten insgesamt in die Höhe.

Mithilfe von Enterprise Flash-Technologie lassen sich dagegen potenziell drastische Verbesserungen bei den Betriebskosten und der Performance der Speicherinfrastruktur realisieren. Flash-Technologie, deren Ursprünge bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts zurückreichen, ermöglicht den Einsatz von kostengünstigem, stabilem Arbeitsspeicher, der elektrisch gelöscht und neu programmiert werden kann. Dank jüngster technologischer Fortschritte hat sich der Verwendungszweck der Flash-Technologie inzwischen deutlich erweitert und bietet Unternehmen eine überzeugende Speicheralternative zur Abstimmung der I/O-Performance von System und Speicher.

## Mit Flash-Technologie gegen den Engpass zwischen CPU und Speicher

Der Flaschenhals zwischen CPU und Speicher bremst Anwendungen und Services – ein Trend, der sich mit der wachsenden Schere zwischen Systemperformance und Plattenkapazität Jahr für Jahr weiter verschärft. Tatsächlich sind die heute im Unternehmen eingesetzten Server bereits häufig in der Lage, Hunderttausende I/O-Operationen pro Sekunde (IOPS) zu generieren, während die verfügbaren Festplattenlaufwerke insgesamt oft nicht mehr als einige Tausend IOPS bewältigen können. Dieses Ungleichgewicht zwischen Systemen und Festplatten sowie der durch Speicheradapter entstehende I/O-Engpass bewirken den Verlust von CPU-Zyklen, während auf den Abschluss der I/O-Operationen gewartet werden muss. Davon werden sowohl der Systemdurchsatz als auch die Anwendungsleistung in Mitleidenschaft gezogen.

IT-Manager versuchen in der Regel, den Durchsatz über zusätzliche externe Geräte und DRAM (Dynamic Random Access Memory) zu beschleunigen. (Mehr DRAM erlaubt Systemen die Speicherung von Arbeitssets im Memory und trägt so zur Vermeidung von Plattenlatenzen bei, während zusätzliche Plattenspindeln den Durchsatz durch die parallele Ausführung von I/O-Operationen verbessern können). Die Konsequenz solcher Maßnahmen ist jedoch eine kostspielige Infrastruktur, die schwer zu verwalten ist und steigende Durchsatzanforderungen nicht zuverlässig bewältigen kann. Zum Glück steht mit der Flash-Technologie eine zwecktaugliche Alternative zur Verfügung.

Fast jeder Anwender ist heute in irgendeiner Form mit den im Handel allgemein verfügbaren Flash-Geräten vertraut – angefangen von den in MP3-Playern, Mobiltelefonen und Digitalkameras üblichen Speicherkarten, auf denen Musiktitel, Fotos und andere digitale Informationen abgelegt werden, bis hin zu transportablen USB-Laufwerken, die beim Backup und der Datenübertragung zwischen Computern zum Einsatz kommen. Flash-Lösungen kombinieren robuste Datenintegrität, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit mit Spitzenperformance und innovativen Leistungsmerkmalen zu einer völlig neuen Klasse von Speichergeräten.

## Enterprise-SSDs (Solid State Devices)

Festkörperlaufwerke, so genannte SSDs, auf Basis von Flash-Technologie etablieren sich zunehmend als neue Speicheroption auf Unternehmensniveau. Mit schneller Lese- und Schreibperformance, einem attraktiven Preispunkt und extrem niedrigem Stromverbrauch könnten Flash-basierte Geräte die Branche schon in naher Zukunft revolutionieren.

### Hohe Performance

Der Datenfluss zu den Systemen ist für die Gesamtperformance des Rechenzentrums von entscheidender Bedeutung. Flash-Technologie erlaubt den Abschluss von Operationen in Mikrosekunden und ist damit hinsichtlich Zugriffsdauer zwischen Festplattenlaufwerken (Millisekunden) und Random Access Memory (Nanosekunden) anzusiedeln. Da die Flash-Technologie ohne bewegliche Teile auskommt, entfallen die Suchzeiten und rotationsbedingten Latenzen herkömmlicher Festplattenlaufwerke. Das hat zur Folge, dass der Durchsatz beim Datentransfer auf und von SSD-Medien schneller erfolgen kann als bei elektromechanischen Festplattenlaufwerken – Enterprise-SSDs erzielen hier einen Wert von mehreren Zehntausend IOPS gegenüber Festplattenlaufwerken mit Hunderten IOPS (siehe Abb. 1). Anders als beim DRAM müssen Enterprise-SSDs die zwischengespeicherten Daten nicht erneut laden, sodass Services schneller fortgesetzt werden können.

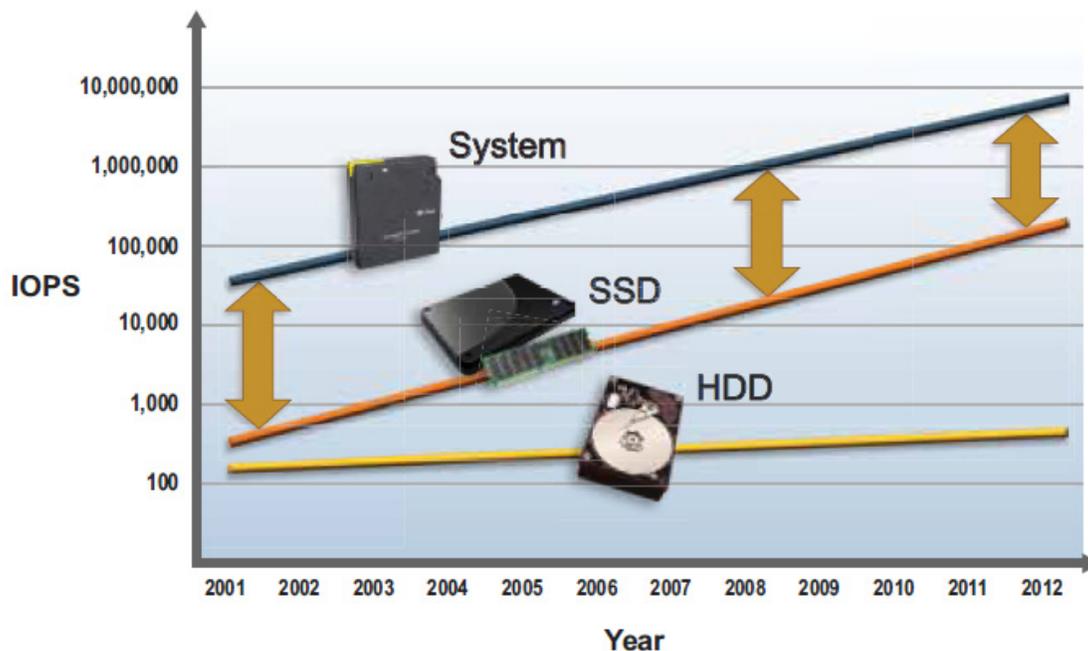


Abb. 1. Enterprise-SSDs werden dem Systembedarf durch eine höhere Performance gerecht.

## Geringer Stromverbrauch

Mit steigenden Energiekosten hat sich der Stromverbrauch zum dominierenden Faktor bei größeren Hardwareanschaffungen entwickelt. Festplattenlaufwerke verschlingen beim Antrieb des Motors und Rotieren der Medien beträchtliche Mengen an Strom. Der Einsatz von effizientem Flash-Speicher ohne Motor und andere mechanische Teile führt auf der anderen Seite dazu, dass Enterprise-SSDs nur einen Bruchteil des Strombedarfs herkömmlicher Festplattenlaufwerke aufweisen. Tatsächlich verbrauchen Enterprise-SSDs bei Untätigkeit nur 5 Prozent so viel Strom wie Festplattenlaufwerke bzw. 15 Prozent bei der Ausführung von Operationen.

## Extrem niedrige Kosten pro GB und IOPS

Im schwierigen aktuellen Konjunkturklima ist eine kosteneffektive Speicherinfrastruktur besonders hoch zu bewerten. Zwar sind die Kosten pro Gigabyte bei Flash-Geräten höher als bei einem vergleichbaren Festplattenlaufwerk, doch verringern sich die Kosten für Flash-Speicher von Jahr zu Jahr erheblich. Hinzu kommt, dass sich die relativen Kosten pro verfügbares GB und IOPS im Laufe der Zeit immer weiter reduzieren, da die Stromkosten steigen und die Flash-Speicherkosten fallen. So liegen die Kosten für Festplattenlaufwerke beispielsweise bei ca. 1,25 USD/IOPS gegenüber nur 0,02 USD/IOPS für Enterprise-SSDs.

Während Festplattenlaufwerke nur im angeschalteten Zustand verfügbar sind, zeichnet der geringe Stromverbrauch Enterprise-SSDs als intelligente Alternative zur Senkung der Betriebskosten im Rechenzentrum aus. Zwar kostet ein Gigabyte an mechanischer Festplatte weniger als ein GB Flash-Speicher, doch sind die Kosten pro GB eines Flash-Geräts außerordentlich gering, wenn man bedenkt, dass der Flash-Speicher der Festplattenspeicherung allein im Volumen des Lese- und Schreibzugriffs bei Daten deutlich überlegen ist.

## Größere Zuverlässigkeit als bei Festplattenlaufwerken

Während die Funktionalität von Enterprise-SSDs der herkömmlicher Festplattenlaufwerke ähnelt, ist ihre Zuverlässigkeit deutlich größer. Beide Optionen unterstützen zur Sicherung einer maximalen Datenintegrität die Defektblockverwaltung (Bad Block Management), eine gleichmäßige Abnutzungsverteilung (Wear Leveling) und Fehlerkorrektur-Codes.

Anders als Festplattenlaufwerke, die zum Antrieb der Magnetmedien einen Motor benötigen und zur Durchführung von Operationen einen beweglichen Lese-/Schreibkopf verwenden, enthalten Enterprise-SSDs jedoch keine beweglichen Teile – die Daten werden auf integrierten Halbleiterspeicherbausteinen gespeichert, die äußerst erschütterungs- und vibrationsfest sind. Darüber hinaus weisen Enterprise-SSDs eine größere Betriebstemperatur- und -vibrationsspanne auf als Festplattenlaufwerke und erzielen deutlich bessere Werte bei der mittleren Ausfallzeit (Mean Time Between Failure, MTBF), nämlich ca. 2,0 Mio. Stunden gegenüber 1,2 Mio. Stunden.

## Erstellung einer neuen Speicher-Tier

Anwendungen auf Mehrkern-Servern mit mehreren Sockeln werden heute zunehmend durch langsame Speichersysteme gebremst und behindert. Dank technologischer Fortschritte können Speichergeräte heute auf neuartige Weise zur Abstimmung von Systemen und Speicher sowie zur Erstellung optimierter Lösungen eingesetzt werden. Zwar bieten Festplattenlaufwerke die nötige Kapazität zur Verarbeitung großer I/O-Mengen, doch sind sie dabei auffallend langsam. Enterprise-SSDs gewährleisten auf der anderen Seite den erforderlichen I/O-Durchsatz, können die nötige Kapazität aber nicht zu wettbewerbsfähigen Preispunkten bereitstellen.

Der optimale Ansatz besteht daher in einer Kombination der jeweiligen Stärken beider Technologien. Flash-Geräte können in einer neuen Speicherhierarchie in unterstützender Funktion neben Festplattenlaufwerken platziert und zur Speicherung von häufig abgerufenen Daten genutzt werden, um so die negativen Auswirkungen der Plattenlatenzen zu minimieren und die Anwendungsperformance zu verbessern. Beim Einsatz von Flash-Speicher greifen Anwendungen auf Daten zu, die auf einer Kombination aus Enterprise-SSDs und Festplattenlaufwerken gespeichert sind, was insgesamt zu einem ausgeglicheneren I/O-Durchsatz führt (siehe Abb. 2).

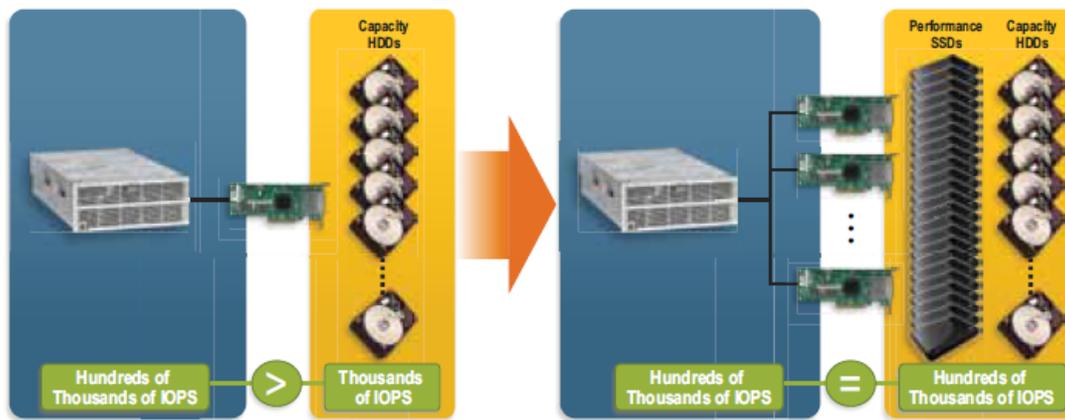


Abb. 2: Flash-Technologie ergänzt die vorhandene Speicherinfrastruktur und trägt zu einer besseren Erfüllung der Systemanforderungen bei.

## Zwischenspeicherung und Hybrid-Speicherpool

Die Einbindung von Flash-Geräten als Platten-Cache in die Speicherhierarchie kann einen deutlichen Performancegewinn bei I/O-intensiven Arbeitslasten bewirken, ohne dass dafür Anwendungsänderungen nötig sind. In einer solchen Umgebung werden Flash-Geräte zur Speicherung der aktiv verwendeten Daten genutzt, sodass die gesamte Speicherinfrastruktur den Anwendungen so schnell erscheint wie ein Flash-Speicher.

Mit der entsprechenden Hardware- und Softwaretechnologie lassen sich Platten-Caches auch über die physischen Einschränkungen eines Einzelgeräts hinaus erweitern. Dazu werden Flash-Geräte zu einem einzelnen großen Festplatten-Cache zusammengefasst, der häufig abgerufene Daten speichert und somit (durch den Wegfall kleiner Updates) die Festplattenlaufwerke entlastet.

Durch die saubere Trennung von Enterprise-SSDs zur Verarbeitung der CPU-I/O und Festplattenlaufwerken zur Speicherung großer Datensets ermöglicht ein solcher Hybrid-Speicherpool Organisationen beträchtliche Performancesteigerungen ohne Kapazitätseinbußen.

### Weitere Verwendungszwecke für Flash-Geräte

- Flash-Geräte können auch in anderer Weise dazu genutzt werden, die Performance von Rechenzentren zu verbessern und Betriebskosten zu senken. Der Einsatz von Flash-Geräten als Bootdisketten-Ersatz spart Platz und Strom.
- Ersetzung zeitaufwändiger Zugriffsprotokolle durch effizientere Speicher-zu-Speicher-Transfers und Skalierung auf mehrere Millionen IOPS

### Integration auf Basis offener Standards

Zur Bewältigung des explosionsartigen Anstiegs an digitalen Daten und den damit verbundenen Budgetzwängen sehen sich Unternehmen verstärkt nach flexibleren und kostenwirksameren Speicherarchitekturen um. Jahrelang verwendeten Unternehmen in erster Linie in sich geschlossene, proprietäre und kostspielige Server und Speichersysteme.

So wie offene Systeme die groß angelegte Datenverarbeitung durch bezahlbare Architekturen von Grund auf verändert haben, revolutioniert die Innovation und Wahlfreiheit offener Standards derzeit das Datenmanagement. Mit integrierten Hardware- und Softwareplattformen auf Basis offener Standards bietet Oracle kreative Technologien zur schnelleren Entwicklung und Bereitstellung neuer Speichersysteme.

Oracle ermöglicht erstmals den Einsatz modernster Speichersysteme mit hundertprozentig offenen Architekturen und versetzt Unternehmen damit in die Lage, die Wahl ihrer Hardware- und Softwarekomponenten exakt auf ihre jeweiligen Geschäftsanforderungen abzustimmen.

### Flexible Anpassung an Anwendungsanforderungen

Im Gegensatz zu herkömmlichen Speicherimplementierungen bietet eine Umgebung auf Basis der Oracle Speichersysteme mit Unterstützung offener Standards Unternehmen vollständige Flexibilität und Wahlfreiheit bei der Zusammenstellung und maximalen Nutzung ihrer Datenverarbeitungs- und Speicherkomponenten – einschließlich Festplattenlaufwerken und der neuen Flash-Geräte. So lassen sich Benutzer- und Anwendungsanforderungen unterstützen und jede neue Geschäftsanforderung berücksichtigen.

Daraus ergeben sich neue Chancen für Unternehmen aller Branchen. Umgebungen aus den Bereichen Finanzen, Web 2.0, Green IT, HPC (High-Performance Computing) und Virtualisierung können bei der Einstellung auf künftiges Wachstum, der Verwaltung der Speicher-I/O-Bandbreite und der Ausräumung von Latenzen von Systemen auf Basis offener Standards profitieren. Eine Systemkonsolidierung zahlt sich zudem in Form einer verbesserten Ressourcenauslastung und um bis zu 90 Prozent verringerter Speicherkosten aus.

## Rosige Aussichten für Flash-Technologie

Geräte auf Basis der Flash-Technologie dürften beachtliche Verbesserungen hinsichtlich Anwendungsperformance und Antwortzeit bewirken. Gleichzeitig nehmen sie weniger Platz im Rechenzentrum in Anspruch und verbrauchen weniger Energie – all das zu einem Bruchteil der Kosten einer Festplattenlaufwerkspeicherung.

Mit der fortschreitenden Weiterentwicklung und Verbreitung der Flash-Technologie ist eine Reihe signifikanter Trends zu erwarten.

- Mitbedingt durch positive Skaleneffekte verlagern sich Flash-Geräte mit höherer Kapazität (ab 2 TB) wie das Oracle Sun Storage F5100 Flash Array zunehmend von Verbraucheranwendungen ins Rechenzentrum.
- Die Zuverlässigkeit von Enterprise-SSDs auf Basis von Flash-Technologie ist entsprechenden Festplattenlaufwerken bereits heute um das Zweifache überlegen. Dieser Trend dürfte sich in den kommenden Jahren noch weiter verstärken.
- Anspruchsvolle High-Performance-Arbeitslasten wie OLTP, die eine geringe I/O-Latenz voraussetzen, werden zunehmend über Flash-Technologie anstelle von Festplattenlaufwerken verarbeitet werden, um deren Performanceengpässe auszuschließen. Dies zeigt sich bereits an den neuen TPC- und SPC-Benchmarks des Sun Storage F5100 Flash Arrays.
- Mit zunehmendem Einzug der Flash-Technologie in die Speicherinfrastruktur dürfte sich der Hauptschwerpunkt der Enterprise-Festplattenlaufwerke vom Performanceaspekt auf die Bereitstellung massiver Kapazitäten verlagern.
- Mit der fortschreitenden Etablierung der Flash-Technologie im Rechenzentrum kann das Anwendungsdesign angepasst werden, um die Vorteile der Technologie direkt zu nutzen. Alternativ können innovative Ansätze wie Hybrid-Speicherpools weiterentwickelt werden, die auf einer Kombination aus Oracle Sun Systemen, dem Betriebssystem Oracle Solaris, dem Dateisystem Oracle Solaris ZFS und anderer fortschrittlicher Software wie der Smart Flash Cache-Technologie aus Oracle Database 11g R2 basieren.
- Durch Einbindung von SSDs, Oracle Sun Storage 7210 und Sun Storage 7410 können Systeme mithilfe des in Oracle Solaris ZFS verfügbaren Hybrid-Speicherpools neue Maßstäbe in der Performance setzen.
- Mit den 32-GB-SSDs, die bereits im Lieferumfang der Server-Familien Oracle Sun SPARC Enterprise T5000, Sun Fire X4000 und Sun Blade 6000 enthalten sind, löst Oracle das Versprechen ein, Flash-Speicher so reibungslos wie möglich zu integrieren und hoch performante, verbrauchsarme Allzweck-Speichersysteme, Server und Lösungen zu liefern, mit denen sich jede darauf ausgeführte Software beschleunigen lässt.

## Schlussfolgerung

Daten können im Wettbewerb eine entscheidende Waffe darstellen – allerdings nur dann, wenn sie verfügbar sind und ihre Speicherung bezahlbar ist. Oracle bietet innovative und ausgereifte, zeit- und geldsparende Lösungen für Unternehmen, die sich mithilfe von Technologie neue Chancen erschließen möchten.

Mit einem klaren Bekenntnis zu technologischer Innovation und offenen Standards treibt Oracle die Entwicklung der Speichertechnologie weiter voran. Durch die Einführung der Flash-Technologie und zugehöriger Hardware- und Softwareprodukte unterstützt Oracle Unternehmen bei der Reduzierung von Risiken, Kosten, Komplexität und Bereitstellungsdauer ihrer Multi-Tier-Speicherumgebungen und sorgt so dafür, dass die benötigten Daten zum erforderlichen Zeitpunkt und zu vertretbaren Kosten verfügbar sind.

Nutzen Sie die Vorteile innovativer, schneller, robuster und kostengünstiger Flash-Technologie:

- Weitgehende Umgehung des Engpasses zwischen CPU und Speicher durch eine Speicherhierarchie mit Flash-Technologie wie dem Sun Storage F5100 Flash Array, die neue Maßstäbe in puncto Datenbankperformance setzt. Kombination von Plattenlaufwerken und Flash-Geräten wie Sun Flash Modules in einem integrierten Hybrid-Speicherpool mit Oracle Solaris ZFS für überragende Kapazität und optimierte Performance
- Sofortige Anwendungsbeschleunigung durch Integration von SSDs in Oracle Sun SPARC Enterprise T5000-Server, Sun Fire X4000-Server und Sun Blade 6000 Modulare Systeme
- Vereinfachtes Datenmanagement und gesteigerte Performance durch automatische Datenzuweisung über Oracle Solaris ZFS und die größere Effizienz des Hybrid-Speicherpools mit in die Oracle Sun Storage 7000-Systeme integrierten SSDs



Speicherinfrastruktur der nächsten Generation  
mit Enterprise Flash-Technologie

April 2010

Oracle Corporation  
World Headquarters  
500 Oracle Parkway  
Redwood Shores, CA 94065  
USA

Informationen weltweit:  
Tel.: +1 650 506 7000  
Fax: +1 650 506 7200  
oracle.com



Oracle is committed to developing practices and products that help protect the environment

Copyright © 2009, 2010, Oracle und/oder angeschlossene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument dient lediglich zu Informationszwecken. Die enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Richtigkeit dieses Dokuments kann nicht garantiert werden. Es unterliegt keinen Garantien oder Bedingungen, die mündlich gegeben wurden oder gesetzlich gegeben sind. Es unterliegt keinen Garantien oder Bedingungen hinsichtlich der Marktgängigkeit oder Zweckmäßigkeit. Insbesondere schließen wir jegliche Haftung aus, die sich aus diesem Dokument ergeben könnte. Vertragliche Pflichten können weder direkt noch indirekt aus diesem Dokument abgeleitet werden. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung weder elektronisch noch mechanisch zu irgendeinem Zweck, in irgendeiner Form und auf irgendeine Weise reproduziert oder weitergegeben werden.

Oracle und Java sind eingetragene Marken der Oracle Corporation und/oder ihrer verbundenen Unternehmen. Andere Namen und Bezeichnungen können Marken ihrer jeweiligen Inhaber sein.

AMD, Opteron, das AMD-Logo und das AMD Opteron-Logo sind Marken oder eingetragene Marken von Advanced Micro Devices. Intel und Intel Xeon sind Marken oder eingetragene Marken der Intel Corporation. Alle SPARC Marken werden unter Lizenz verwendet und sind Marken oder eingetragene Marken von SPARC International, Inc. UNIX ist eine eingetragene, über X/Open Company, Ltd. 0410 lizenzierte Marke.

**SOFTWARE. HARDWARE. COMPLETE.**