

Empalis – European Mainframe Academy
24. Juni 2010

The Future of the Mainframe

Prof. Dr.-Ing. Wilhelm G. Spruth
Institut für Informatik, Universität Leipzig,
Wilhelm Schickard Institut für Informatik, Universität Tübingen

spruth@informatik.uni-leipzig.de
spruth@informatik.uni-tuebingen.de

**Universität
Ulm
16. Juli 1986**



Die wichtigsten Gründe für die Zukunft des Mainframes

1. **Investment in existierende Anwendungen**
2. **“Meets a market need”**
3. **Führende (leading edge) Technologie**

**“Rip and Rewrite”
is a high-risk, low-reward proposition**

ovum report, Oktober 2005

Meets a market need

Wir werden auch in Zukunft Rechner brauchen, die über Eigenschaften verfügen wie

- **Verfügbarkeit,**
- **Sicherheit,**
- **hohe I/O Datenraten,**
- **Hohe Transaktionsleistungen,**
- **langfristige Kompatibilität,**
- **Management komplexer Umgebungen.**

In den letzten fast 50 Jahren ging das am besten mit Mainframes. Mit Commodity Products wie mit PCs war und ist es nicht erreichbar.

Warum sollte sich das in der Zukunft ändern ? Welche neuen Erkenntnisse sollen das möglich machen ?

G. Amdahl
G.A. Blaauw
F.P. Brooks

B.O. Evans

/360 Architecture

April 7, 1964

- **8 Bit Byte**
- **Main Store Byte Addressing**
- **General Purpose Register**
- **Supervisor/Problem State (Kernel/User State)**
- **I/O Channel**
- **Extended Lifetime** – strictly upwards and downwards compatibility over a line of models

Was ist seit 1964 passiert ?

Viele Anstrengungen, eine bessere Computer Architektur zu erfinden

- **B5000**
- **VAX**
- **HP Precision**
- **MIPS**
- **Itanium**
- **many others**

Mit dem heutigen Wissen: Was hätten Amdahl, Blaauw and Brooks anders entscheiden sollen in 1964 ?

The S/360 Secret

The development of the S/360 is an unbelievable event. It is something that just should not have happened.

Information technology has been developing at an extremely fast pace. There are very few developments which were not obsoleted by newer developments after a few years. Thus it is understandable that anything that is older than a few years is questioned as to its obsolescence.

With one exception: the S/360 architecture. The S/360 architecture was introduced in 1964. Nobody has been able to improve the basic design during the following nearly 50 years!

Lektüre für den Nachttisch

Eine Beschreibung der Ereignisse, die zu der Ankündigung der S/360 im April 1964 führten, ist verfügbar in 2 Aufsätzen der Zeitschrift Fortune:

<http://www.informatik.uni-leipzig.de/cs/Literature/History/FiveMillGamble1.pdf>

<http://www.informatik.uni-leipzig.de/cs/Literature/History/RockyRoad1.pdf>

sowie in einem Extrakt der Lebenserinnerungen von Bob O. Evans;

<http://www.informatik.uni-leipzig.de/cs/Literature/History/boevans.pdf>

System z and z/OS unique Characteristics

Architecture

- Hardware key protection
- Channel Subsystem
- LPAR
- IRD
- Sysplex
- Coupling Facility

Availability and Reliability

- Redundancy
- Recovery Unit (RU)
- Smart memory card architecture
- Support Element
- I/O adapter card
- Software stability
- GDPS

- Job Entry – Automated Job Scheduling
- WLM

Supervisor

- Supervisor Features
- Supervisor Characteristics
- Symmetric Multiprocessing

Input/Output (I/O)

- Control Units
- I/O Scheduling
- Connection Path Management
- NUMA L2 cache
- DMA into L2 Cache

Security

- Hardware key protection
- Cryptography support
- Master Key
- Tamper proof Crypto cards
- z/OS Security Management
- z/OS Authorized Program Facility

Etwa 40 Mainframe Eigenschaften sind auf anderen Plattformen nicht verfügbar. Was existiert auf anderen Plattformen, das es nicht auf Mainframes gibt ?

System z and z/OS unique Characteristics

Wilhelm G. Spruth

**WSI Technical Report
WSI-2010-03**

Version 1.1, April 27, 2010

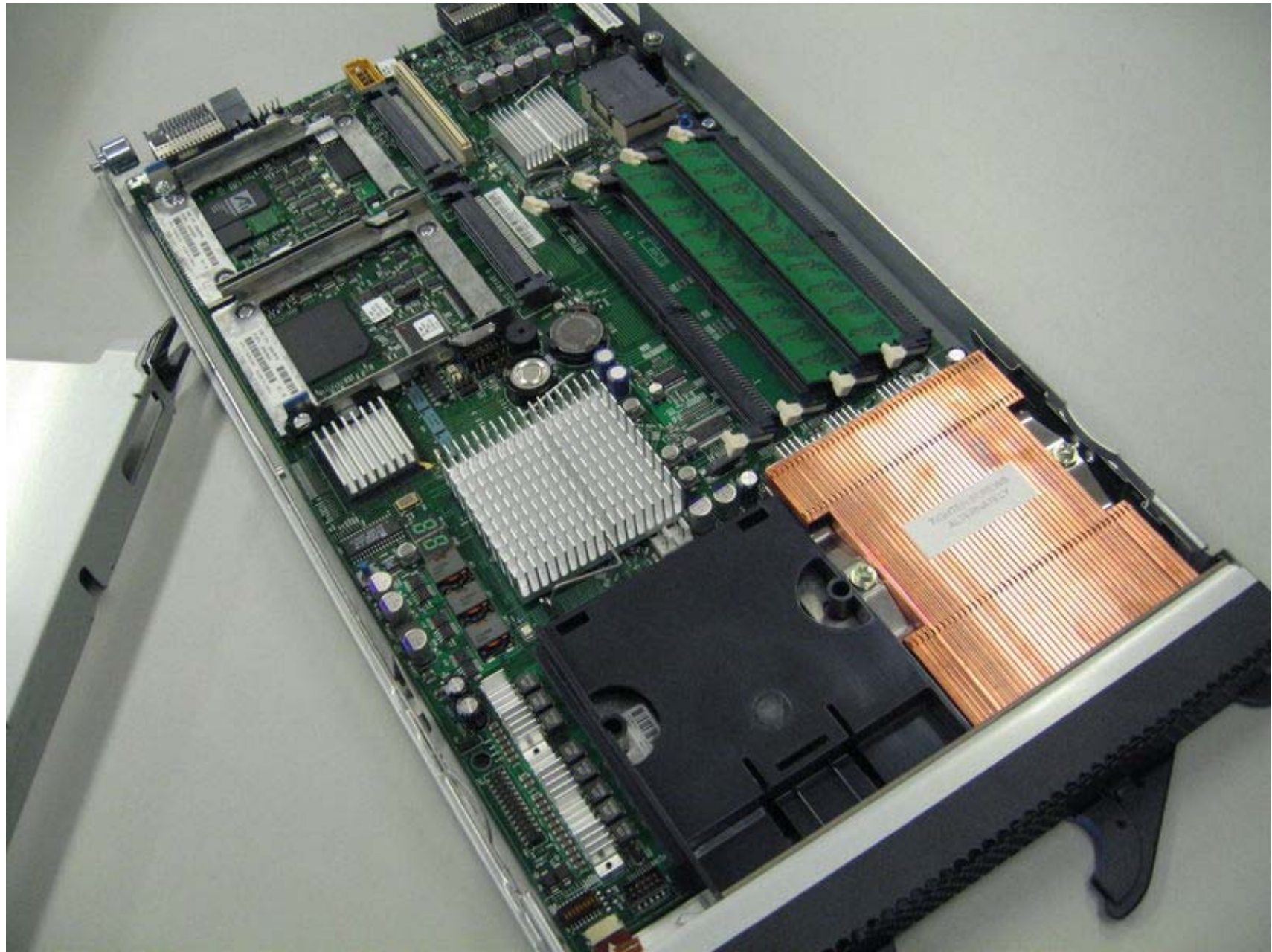
**Wilhelm Schickard Institut für Informatik, Universität Tübingen,
Technical Report WSI-2010-03, ISSN 0946-3852, April 2010.**

http://tobias-lib.uni-tuebingen.de/frontdoor.php?source_opus=4710

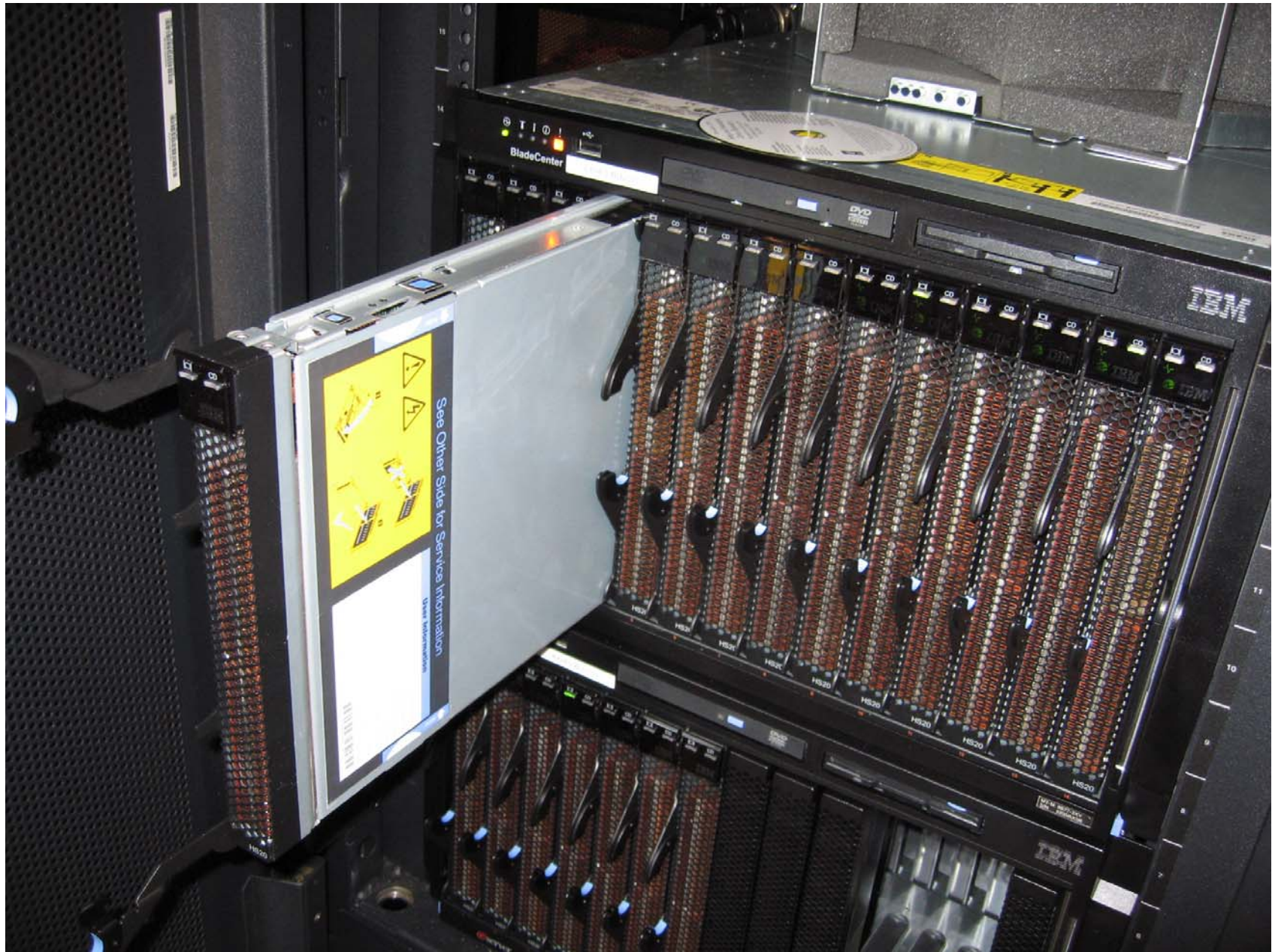
Blick in die Zukunft

In der Zukunft werden wir 4 unterschiedliche Rechner-Plattformen sehen :

1. **Embedded Systems** Handy, Palmtop, RFID, Kühlschrank IP Adresse, Computer eingebettet in den menschlichen Körper (Vorbild Herzschrittmacher)
2. **Personal Computer Laptop** Büro, Heim Computer für Mail, Korrespondenz und Urlaubsfotos, **Blade Erweiterung**
3. **Game Computer** X-Box, Sony, Nintendo, High Performance Computer (HPC) mit **Blades**
4. **Mainframe** bietet Funktionen, die auf anderen Plattformen nicht verfügbar sind: I/O Performance, Verfügbarkeit, Sicherheit zusätzliche Kosten und Entwicklungsaufwand.....



IBM Blade for Intel-, PowerPC- und Cell



IBM BladeCenter



IBM BlueGene

Blick in die Zukunft

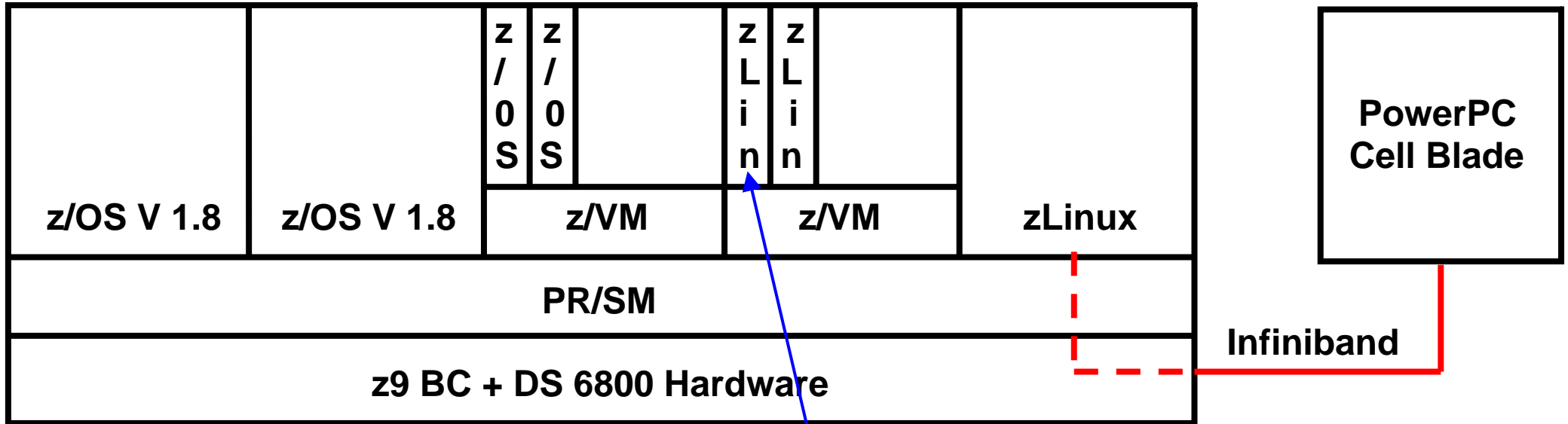
In der Zukunft werden wir 4 unterschiedliche Rechner-Plattformen sehen :

1. **Embedded Systems** Handy, Palmtop, RFID, Kühlschrank IP Adresse, Computer eingebettet in den menschlichen Körper (Vorbild Herzschrittmacher)
2. **Personal Computer Laptop** Büro, Heim Computer für Mail, Korrespondenz und Urlaubsfotos, **Blade Erweiterung**
3. **Game Computer** X-Box, Sony, Nintendo, High Performance Computer (HPC) mit **Blades**
4. **Mainframe** bietet Funktionen, die auf anderen Plattformen nicht verfügbar sind: I/O Performance, Verfügbarkeit, Sicherheit zusätzliche Kosten und Entwicklungsaufwand.....

Akademische Forschung

IBM Entwicklungen

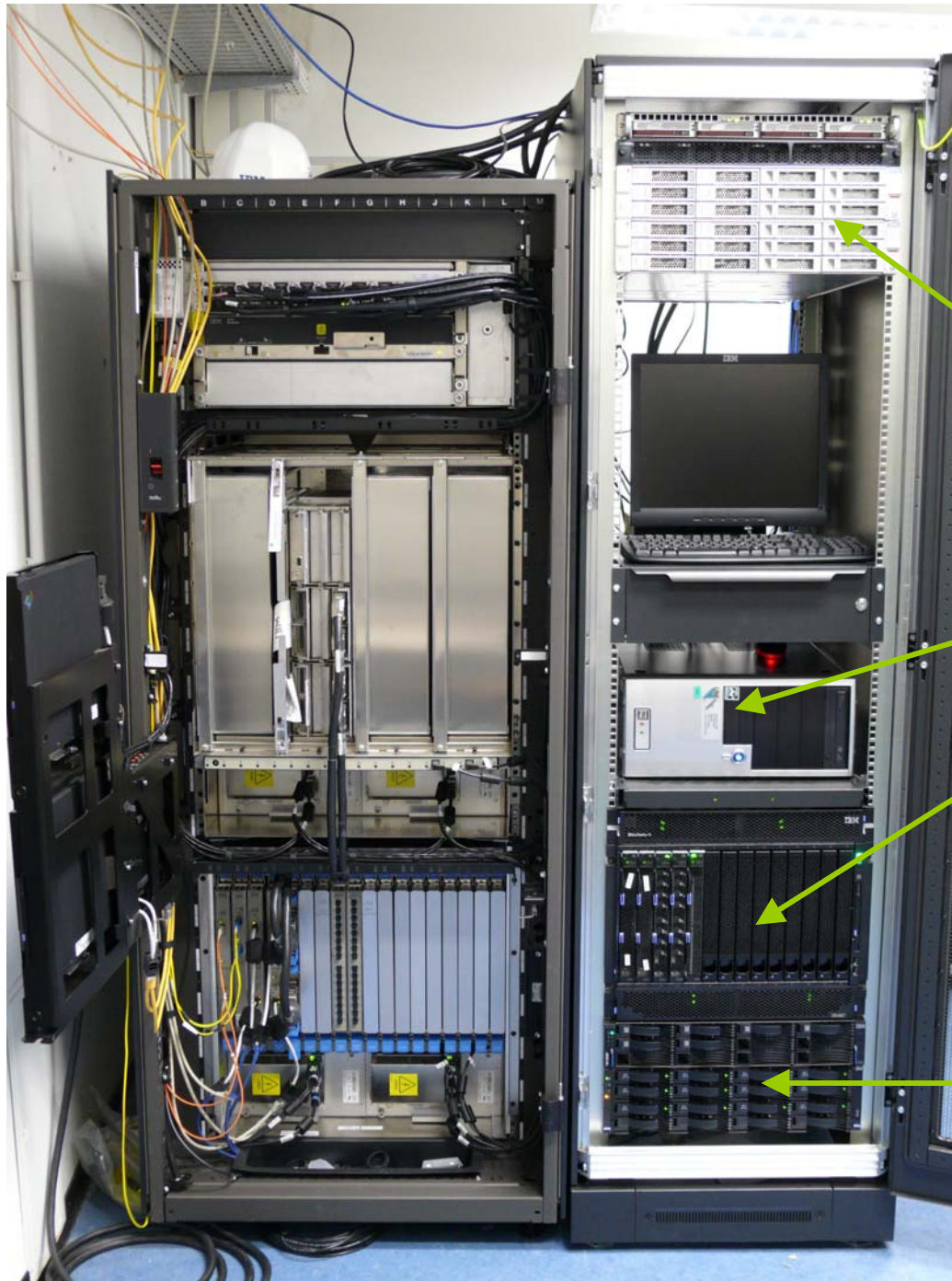
Hobbit.cs 134.2.205.54 LPAR #1	frodo 134.2.14.211 LPAR #2	legolas 134.2.14.213 LPAR #3	gandalf 134.2.14.212 LPAR #4	bilbo 134.2.14.215 LPAR #5	merry/pippin 134.2.14.216/217 BladeCenter
---	---	---	---	---	--



gimli, 134.2.14.214, Internet Router

Rechner – Konfiguration Hobbit.cs.uni-tuebingen.de

ausschließliche Nutzung für studentische Ausbildung und akademische Forschung und Entwicklung



**Experimentelle z9 BC
Uni Tübingen**

Nvidia Tester

Intel PC

**Blade Center mit
Cell Blades und PowerPC**

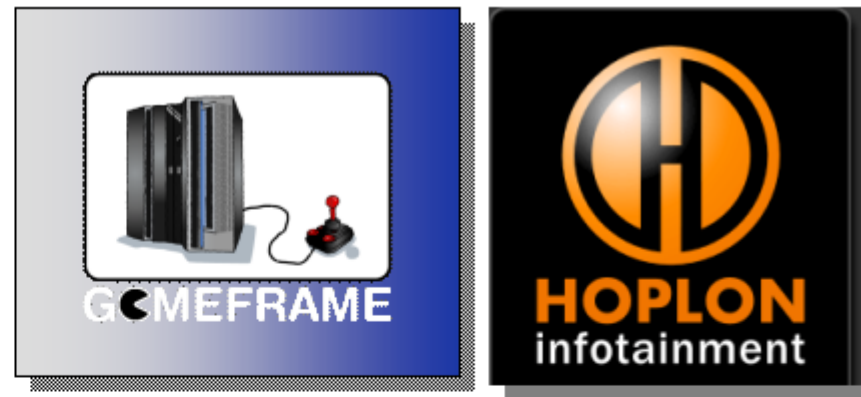
Infiniband Anschluss

**(nicht gezeigt:
FPGA Anschluss)**

**DS 6800 Speichereinheit
Ficon**

■ Projekt „*Gameframe*“:

- Kooperation von **IBM** mit Spieleentwickler **Hoplon**



■ Neue Generation virtueller Internetwelten

- „*Massive Social Game*“ = Hunderttausende Spieler online Beispiel World of Warcraft
- Hohe Anforderungen an effizientem I/O und Rechenleistung
→ **System z9 + Cell/B.E.**



Sem arma

sammee

Sistema: Sistema Solar Local: Espaço Saldo: 7000

System z – Ready for a new mission?

<http://www.taikodom.com/home>

Dialogo

Combate

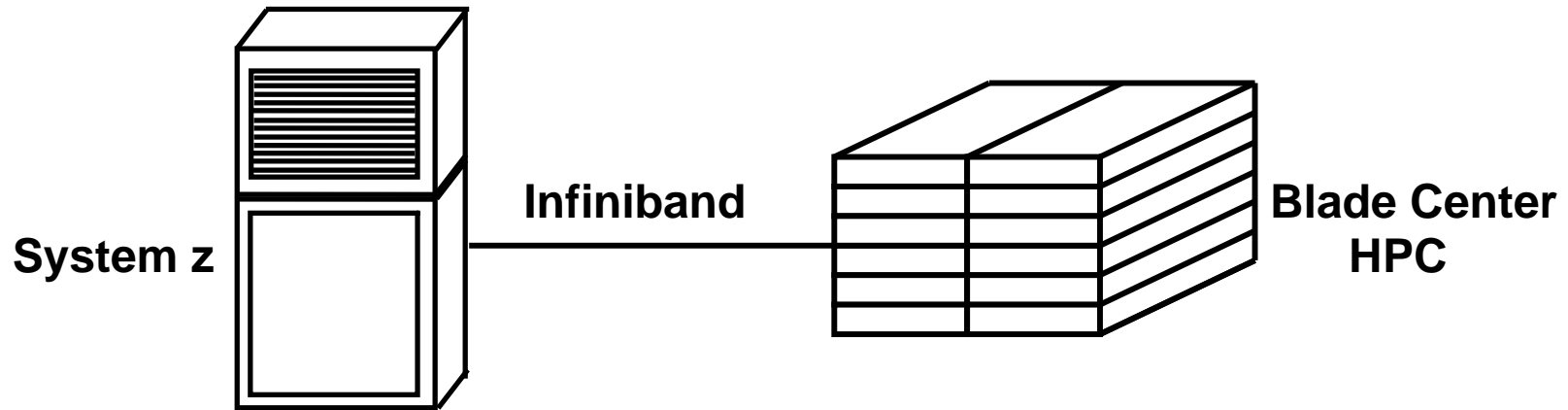
Status

100 m/s

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

L E I G P





Laufende oder geplante Projekte

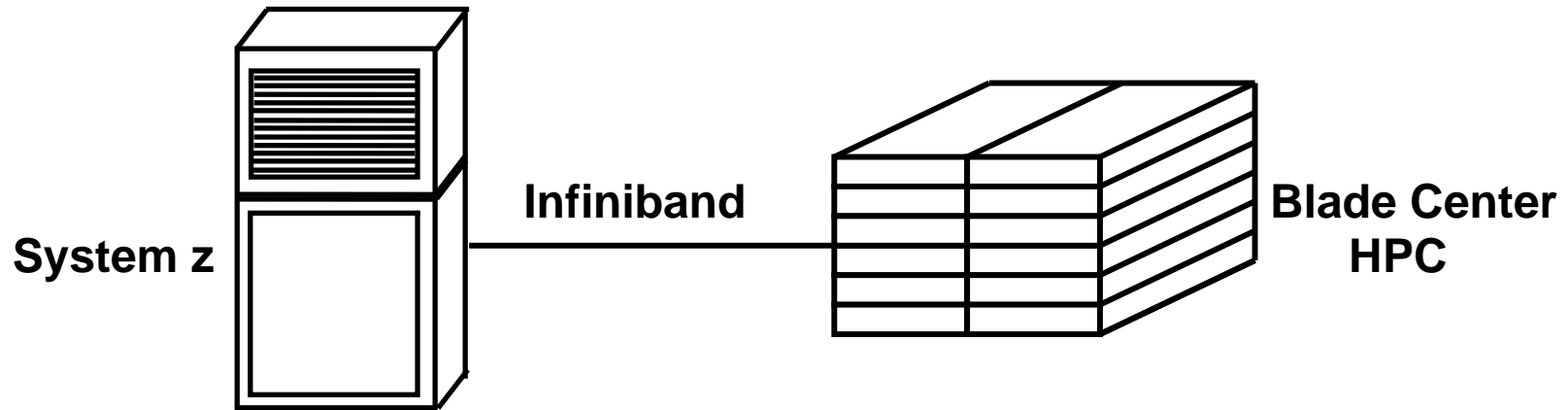
(Availability, Daten I/O, Transaktionen)

Derzeitig untersuchen wir in Zusammenarbeit mit den IBM-Entwicklungslaboratorien in Böblingen den Einsatz für mathematische Modelle der Risikoanalyse, z.B. bei Banken und Versicherungen. Für eine Versicherungsanwendung wurde ein hybrider Prototyp entwickelt, der Berechnungen über Infiniband an Blades ausgelagert und damit die Berechnungen beschleunigt. Dabei wird der Rechenkern für die nutzende Applikation transparent ausgelagert, wobei Methoden zur rudimentären Lastverteilung und Ausfallsicherheit integriert sind.

Thomas Grosser, Alexander C. Schmid, Markus Deuling, Hoang-Nam Nguyen, Wolfgang Rosenstiel: Off-loading Compute Intensive Tasks for Insurance Products Using a Just-in-Time Compiler on a Hybrid System. CASCON'09, Proceedings of the 2009 conference of the center for advanced studies on collaborative research, Nov. 2009.

Stücklistenverwaltung

Kooperationsprojekt mit Daimler AG Werk Sindelfingen in der Diskussions- und Planungsphase. Gegenstand ist die derzeit sehr arbeitsaufwendige Stücklistenverarbeitung in der PKW- Fertigung im Werk Sindelfingen. Gewünscht ist eine Individualisierung von Stücklisten für einzelne PKWs durch die Auslagerung des verarbeitungsintensiven Teils der Stücklistenverarbeitung auf einen BladeCenter Cluster mit PowerPC-Mikroprozessoren, welches über Infiniband an ein Mainframe angeschlossen ist.



Work Load Management

Entwicklung von Ressourcen-Management-Verfahren für eine heterogene HPC-Konfiguration mit der Fähigkeit zur Erschließung hoher Datenmengen und Datentransferleistungen. Die Dienstleistung des zu entwickelnden Ressourcen-Managers (RM) im heterogenen Verbund besteht darin, die Eigenschaften des z/OS-Workload-Managers allen Verbundmitgliedern zugänglich zu machen. Dieser soll, angelehnt an den z/OS-Workload-Manager, vollständig auf den Einsatz von vorgefertigten Regeln und fest einzustellenden Parametern verzichten.

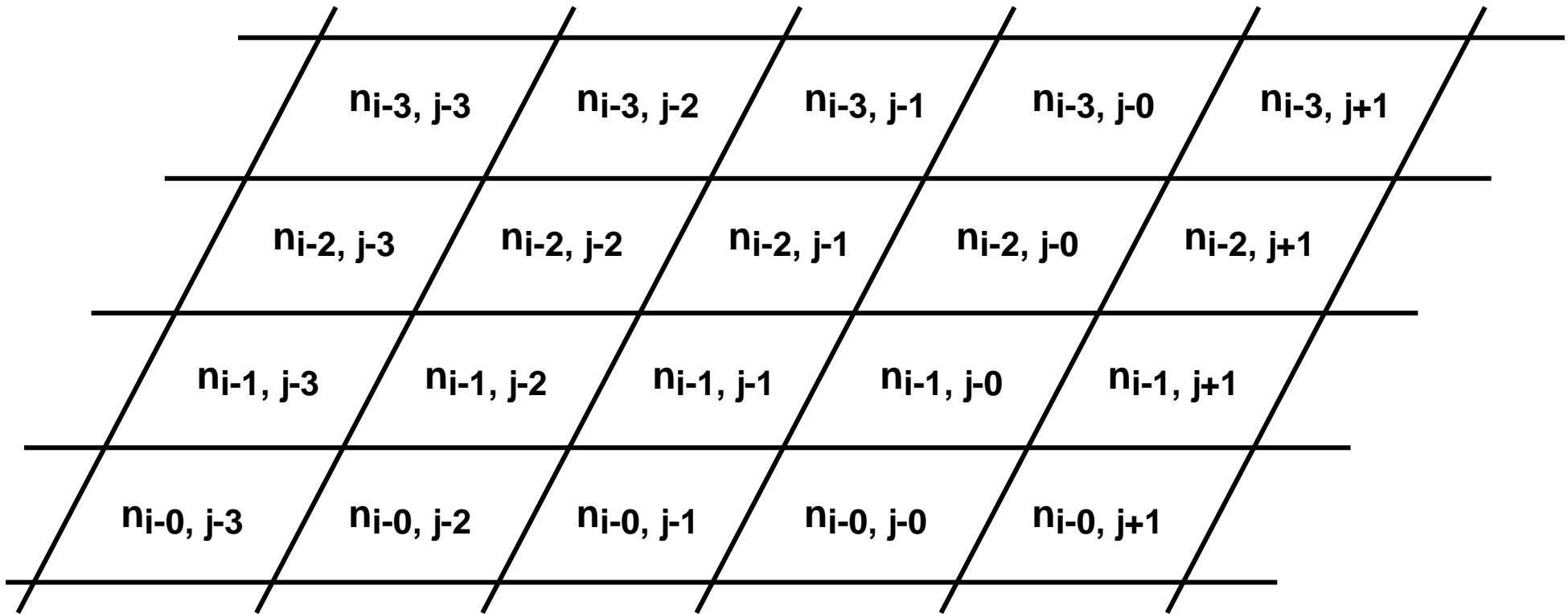
In unserem Vorhaben geht es darum, die Betriebsmittel des Cluster-Verbundes auf eine virtuelle "System z"-Hardware abzubilden und diese vom WLM durch eine Schnittstelle (Plugin) zum RM verwalten zu lassen. Damit ergibt sich die Möglichkeit für den WLM, die Lastverteilung der Betriebsmittel nicht nur für den Mainframe, sondern auch für die Cluster durchzuführen.

Seismische Modellierung für die Suche nach Öl

Der Bereich der seismischen Modellierung verwendet daten- und rechenintensive Algorithmen, um für die Suche nach Öl aus den Rohdaten eines seismischen Experiments ein sinnvolles geologisches Abbild des Untergrundes zu erhalten. Die Technische Informatik der Universität Tübingen erforscht derzeit im Zusammenschluss mit dem Informatics Center der Federal University of Pernambuco (Brasilien) die effiziente Umsetzung der seismischen Modellierung in heterogenen Hardware-Umgebungen. Bei den dabei zugrunde liegenden Algorithmen ist das hohe Datenvolumen problematisch. In erfahrungsgemäßen Szenarien benötigen die Daten pro Experiment bis zu vielen 100 TByte und hohen Datenraten.

Einsatz von FPGAs

S.H. Gray, J. Etgen, J. Dellinger, and D. Whitmore. Seismic migration problems and solutions. *Geophysics*, 66(5):1622–1640, 2001.



Geographische oder Meteorologischen Anwendungen

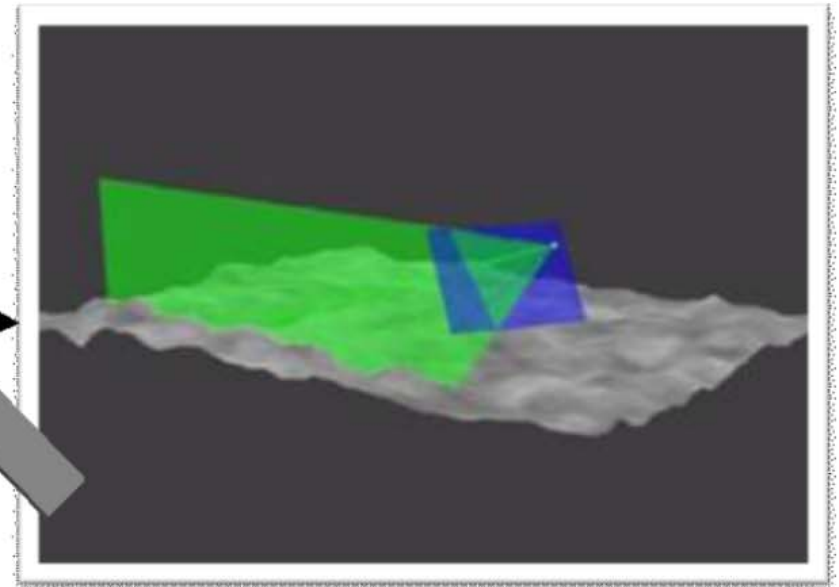
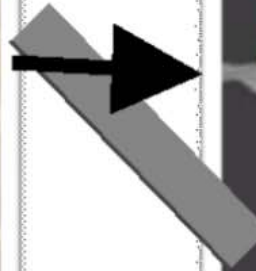
Je 1 Rechner pro Knoten. Rand-Ausgleich über die Coupling Facility.

Geographische oder Meteorologischen Anwendungen

Durch die verbesserten Möglichkeiten zur sicheren und effizienten gemeinsamen Nutzung von Daten innerhalb eines Sysplex entfällt die bisher für eine effiziente Parallelisierung notwendige relativ strikte Aufteilung der Daten auf die verschiedenen Rechner. Es können Prozesse erzeugt werden, die auf verschiedenen Rechnern laufen, jedoch gleichzeitig auch auf die von der CF verwalteten Daten zugreifen. Zusätzlich können solche Daten ausgelagert werden, die zwischen den Prozessen aufteilbar sind. Stehen nun wichtige Funktionen der CF zusätzlich für andere Rechner innerhalb des heterogenen Clusters zur Verfügung, besteht die interessante Möglichkeit, Prozesse zu schaffen, die auf unterschiedlichen Rechnern arbeiten und trotzdem datenmäßig relativ eng gekoppelt sind.

Beispiele sind parallele Algorithmen im Bereich der geographischen oder meteorologischen Anwendungen. Typischerweise wird der zugrundeliegende Raum in Raumstücke aufgeteilt, so dass jeder Prozessor die Berechnungen eines Raumstücks durchführt. Zur Vermeidung von unerwünschten Randfehlern sind Nachrichtenaustausche zwischen Prozessoren der benachbarten Raumstücke notwendig. Mittels der Funktionalitäten der CF lassen sich die Berechnungen an den Rändern solcher Raumstücke wesentlich effizienter durchführen.

In einem ersten Schritt erfolgt die Modellierung auf einem virtuellen Sysplex mit einer Coupling Facility,

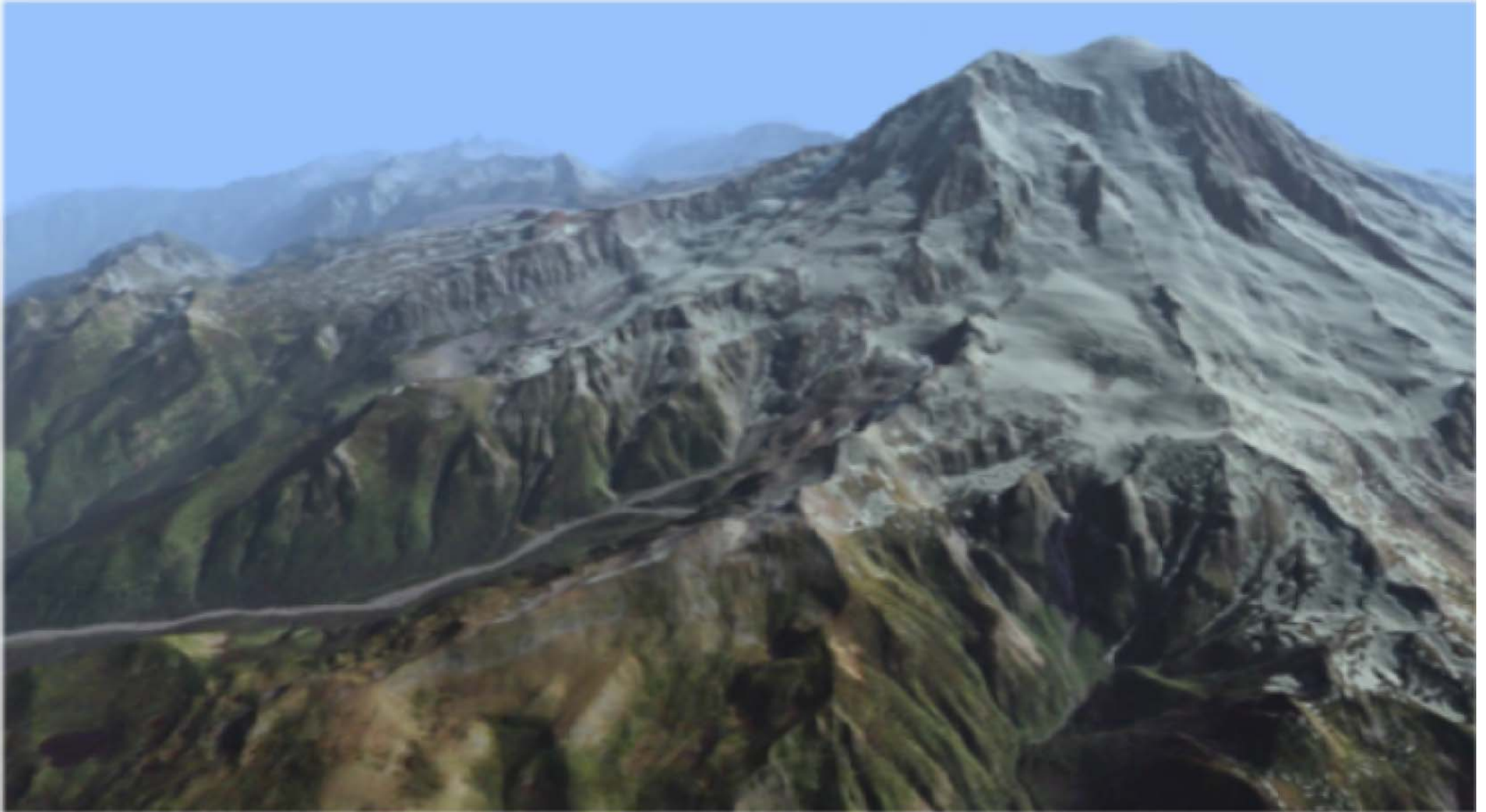


3D-Darstellung einer Landschaft
Ray-Casting Algorithmus

Basierend auf Höhendaten und
Satellitenfotos
→ Virtueller Überflug einer Landschaft



Ausgangsdaten für die Bilderstellung sind Satellitenaufnahmen und Radar-Höhenmessungen, ebenfalls durch Satelliten.



Ausgangsdaten für die Bild-Erstellung sind Satellitenaufnahmen und Radar-Höhenmessungen, ebenfalls durch Satelliten.

Akademische Forschung

IBM Entwicklungen

Mainframe Entwicklung - Vision der Zukunft

**Keine dramatisches CPU-Performance Wachstum mehr, physikalische Grenzen,
Ablösung der Silizium Technologie durch Nano-Technologie in 10 – 50 Jahren**

Höhere Box Performance durch höheres SMP (n-Way) Wachstum

Fokus auf Beseitigung von Engpässen im Hypervisor, Betriebs-System und Middleware

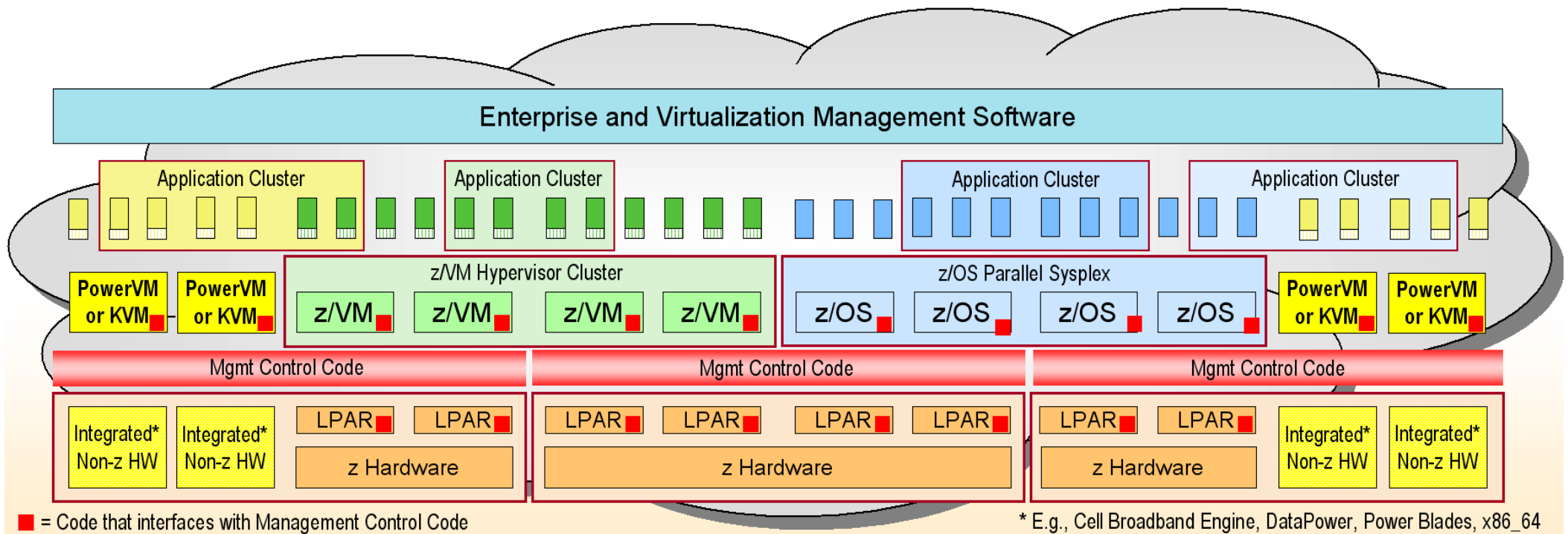
Multi-dimensionales zukünftiges Wachstum:

- **Processor, SMP, Sysplex**
- **Accelerators, specialized Engines**

Evolution des Sysplex und der Coupling Facility in Richtung horizontales Wachstum

**Kein Wechsel in der Mainframe Ausrichtung: RAS, Kompatibilität, Kapazitätswachstum,
Sicherheit, Innovation**

Wir werden Änderungen/Erweiterungen sehen, die wir uns heute noch nicht vorstellen können.



- Engere Integration der Images innerhalb eines zCEC und eines zCEC Clusters.
- Integrationserweiterung für Nicht-z Architektur Plattformen. besonders PowerPC und x86 Blades, aber auch Spezial-Engines wie GPU oder FPGA.
- Federated Hypervisors: z/VM, PowerVM, and KVM (Linux Kernel Virtual Machine), mit einheitlichem Satz von System Management Policies.
- Integriertes Resource Monitoring, Workload Management, Image Management, Availability Management, Failure Management, Energie Management
- Einheitliche WLM, Sicherheit und System Management Interfaces für einen heterogenen Cluster.
- Änderungen bei einer beliebigen Komponente haben keine unbeabsichtigten negativen Konsequenzen für eine andere Komponente.


Zukunftsinvestitionen

IBM investiert jährlich 1,2 Mrd. \$ in die Weiterentwicklung der System z und z/OS Technologie.

Timothy Prickett Morgan: The IBM Mainframe Base, Alive and Kicking. July 10, 2007, <http://www.itjungle.com/big/big071007-story01.html>.

**Universität
ULM
16. Juli,
1986**



A person in a blue uniform is seen from behind, looking at a screen. The screen displays a morning message. To the right of the screen is a small clock.

Good morning !
Today is 17. June 2060
Your **z/OS**
System