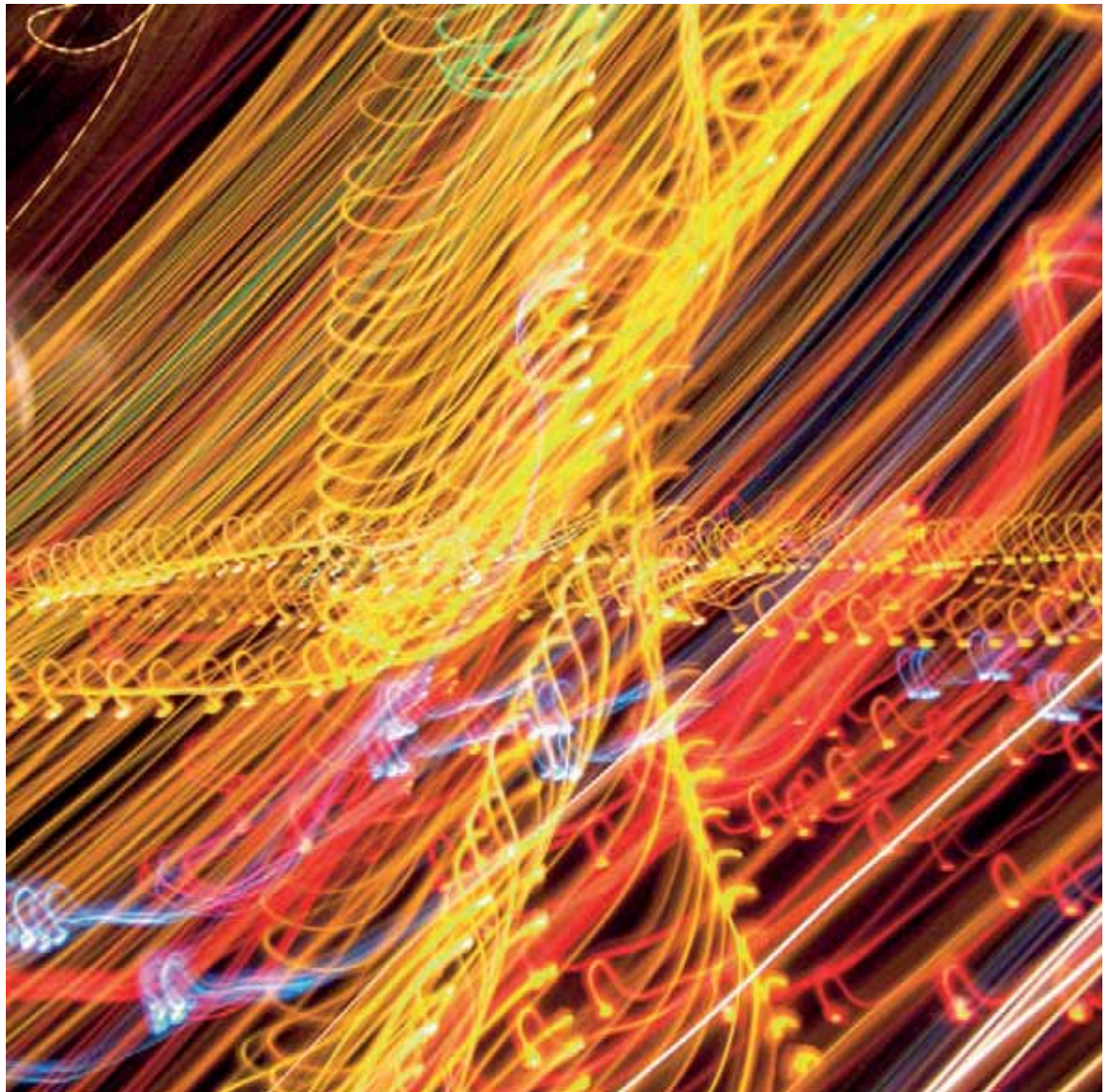


# Middleware für Ambient Intelligence

A. Buchmann/M. Mühlhäuser/N. Suri

Die Middleware ist die zentrale Software eines Aml-Systems und bietet den Anwendungen Basisdienste an. Diese umfassen Kontext-, Informations-, Mobilitäts-, Ereignis- und Interaktionsmanagement. Die Middleware abstrahiert die Heterogenität des Systems, bietet standardisierte Schnittstellen an und vermittelt zwischen (semantisch) heterogenen Diensten und Komponenten. Die Größe sowie die autonome Funktion eines Aml-basierten Systems erfordert quantifizierbare Dienstgüte und Selbstverwaltung ohne zentrale Kontrollinstanzen.

**Middleware for Ambient Intelligence**  
*Middleware is the central software layer of any Aml system and provides basic services to the applications. These comprise context, information, mobility, event, and interaction management. The middleware abstracts the system's heterogeneity, offers standard interfaces and mediates between (semantically) heterogeneous services and components. The size and the autonomous behaviour of any Aml system require quantifiable quality of service and self-X properties without central control.*



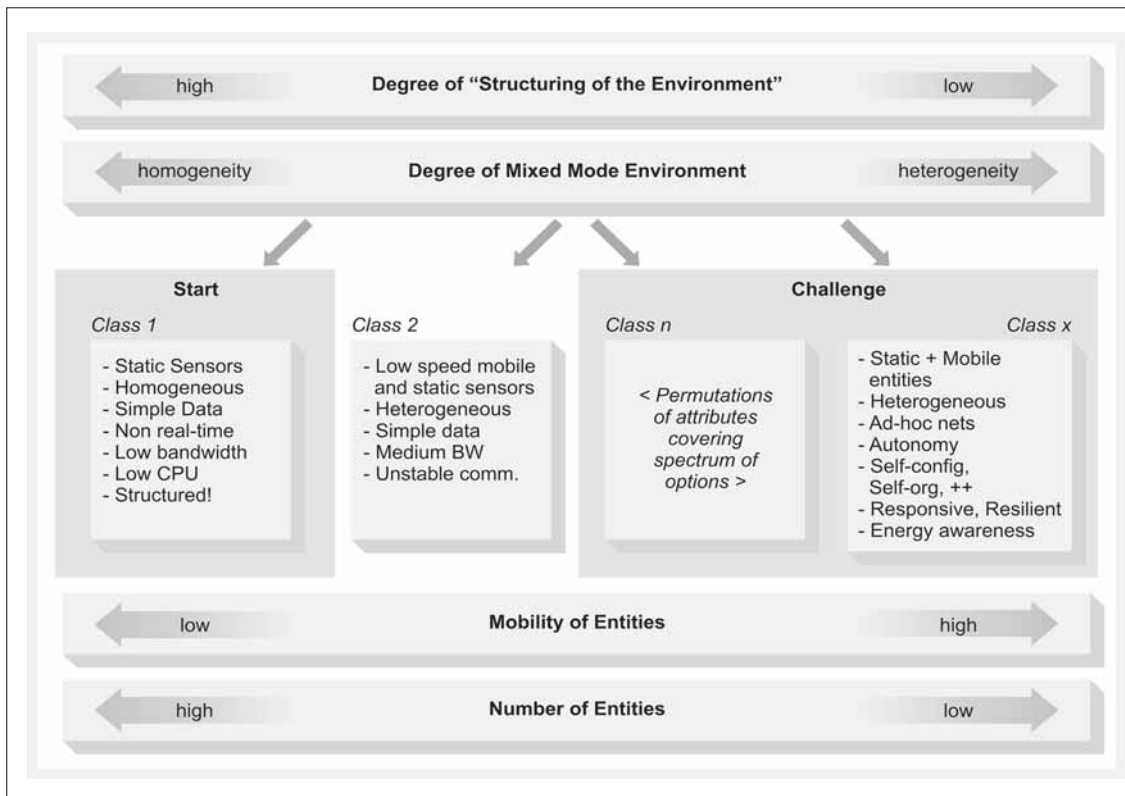


Abb. 1  
Spektrum der Eigenschaften einer Aml-Umgebung  
The spectrum of Aml environments

Middleware ist eine verteilte Software-Schicht zwischen dem (Netzwerk)-Betriebssystem und den Anwendungen, die die Heterogenität der verteilten Umgebung abstrahiert und gemeinsame Schnittstellen und Basisdienste zur Verfügung stellt. Diese Basisdienste reichen von synchronen und asynchronen Invokationsmechanismen, über Namensdienste, Eventdienste bis zu Persistenz, Transaktionen und Sicherheit. In der Middleware wird die Systemarchitektur umgesetzt. In einer AmI-Umgebung fällt daher der Middleware eine besonders kritische Rolle zu, da diese Schicht die extreme Heterogenität und Dynamik, die für AmI typisch sind, ausgleichen, maskieren und, wo nötig, durch zusätzliche Funktionalität kompensieren muss [1,2,3,4].

## Das Aml-Middleware-Spektrum

Typisch für AmI-Umgebungen sind die Heterogenität, Mobilität und die extrem hohe Anzahl an sich dynamisch vernetzenden, allgegenwärtigen Komponenten. Abb. 1 schematisiert das Spektrum der AmI-Umgebungen, in denen ressourcenarme mit ressourcenreichen Knoten in vielen möglichen Konstellationen interagieren. An diesen Konstellationen wird intensiv geforscht und es gibt auch interessante Lösungsansätze für Protokolle und Middleware. Erschwerend gegenüber den existierenden, punktuellen Ansätzen sind in einer integrierten AmI-Umgebung die Vielfalt an Szenarien und deren unterschiedliche Anforderungen. Die Middleware muss diese Vielfalt abdecken und die hohe Heterogenität und Mobilität bewältigen.

## Die Dienste der Aml-Middleware

Die AmI-Middleware stellt ein breites Spektrum an Basisfunktionalität bereit. Eine vereinfachende Übersicht findet man in Abb. 2. Sie umfasst:

- **Kontextmanagement**
  - Lokations- und Präsenzdienst
  - Profil- und Intentionsmanagement
- **Eventmanagement**
  - Ereignisdetektion
  - Ereigniskomposition
- **Mobilitätsmanagement**
  - Konnektivitätsdienst
  - Replikations- und Weiterleitungsdienst
- **Interaktionsmanagement**
  - Notifikationsdienst
  - Synchroner und asynchroner Invokationsmechanismen
- **Daten- und Informationsmanagement**
  - Repository
  - Persistenzdienst
  - Transaktionsdienst
- **Interoperabilitätsmanagement**
  - Konnektoren
  - Dienstermittlung und -vermittlung
  - Dienstkonfiguration
  - Ontologiedienst und semantische Mediation
- **Zuverlässigkeits- und Sicherheitsmanagement**
  - Sicherheitsdienst
  - Interaktionsdienste mit kontrollierbarer Dienstgüte
- **Self-X-Funktionalität**
  - Selbstheilung
  - Selbstkonfiguration
  - Selbstschutz

## Kontextmanagement

Ein wesentliches Merkmal von AmI ist die Ausrichtung auf die Intension des Menschen. Deshalb soll ein AmI-System auch proaktiv sein und die Intension des Nutzers erkennen können. Dazu ist Kontextwissen notwendig. Die Middleware muss kontextsensitiv sein und die notwendige Infrastruktur für die Kontext-





Abb. 2  
Die Dienste an einer Aml-Middleware  
Services provided by the Aml Middleware

erkennung und das Kontextmanagement bereitstellen. Kontext reicht von der einfachen Präsenzerkennung, über Profilbeschreibung und -verwaltung bis zum Lernen von Verhaltensmustern, um daran die Intension des menschlichen Benutzers zu erkennen [5].

### Eventmanagement

AmI-Systeme sind ereignisbasiert, d.h., Veränderungen in der Umgebung lösen entsprechende Reaktionen aus. Ereignisse können vielfältiger Art sein, von einfachen Positionserkennungen oder Zeitereignissen bis zu komplexen Ereignissen, die Tendenzen (z.B. steigende Temperatur) oder Ereignismuster mit besonderer Bedeutung (z.B. Objekte auf Kollisionskurs) darstellen. Entsprechend muss die Middleware Dienste zur Erkennung und Komposition von Ereignissen bereitstellen [6].

### Interaktionsmanagement

Die Teilnehmer einer AmI-Umgebung werden sich untereinander und mit neuen Teilnehmern, die in Reichweite sind und interessante Funktionalität anbieten, spontan vernetzen. Die Middleware muss deshalb Notifikationsdienste anbieten, um Ereignisse der Umgebung an alle interessierten Teilnehmer zu übermitteln. Diese Notifikationsdienste müssen robust sein und Mobilität der Teilnehmer, dynamisches Erscheinen und Verschwinden, sowie unzuverlässige Kommunikation verkraften können. Teilnehmer, die sich in einer Umgebung neu vernetzen, müssen Unterstützungsmechanismen vorfinden, um vorhandene Dienste zu entdecken. AmI-Umgebungen charakterisieren sich durch die Vielfalt der Interaktionen: Einerseits muss ein menschlicher Benutzer gezielt Dienste aufrufen können und eine sofortige (synchrone) Reaktion erhalten, andererseits müssen Vermittlungsdienste (asynchron) mit vorher unbekanntem und spontan erscheinenden und verschwindenden Teilnehmern interagieren [1].

### Mobilitätsmanagement

Das Mobilitätsmanagement muss die Konnektivität zwischen Komponenten und Diensten sicherstellen. Hierfür muss die Middleware eng mit den Netzwerkdiensten kooperieren. Während das Netz für die

Übertragung verantwortlich ist, ist die Middleware für die logische Konnektivität zuständig. Bei mobilen Nutzern, Komponenten und Diensten ist die Weiterleitung von Daten und Diensten von einem Knoten zum nächsten eine notwendige Voraussetzung für die nahtlose Verfügbarkeit. Besonders wichtig ist in mobilen Umgebungen die Verfügbarkeit von Daten zur rechten Zeit am rechten Ort. Dies erfordert die Antizipation von zukünftigen Lokationen, um das nahtlose Handover vorzubereiten und durchzuführen [7].

### Daten- und Informationsmanagement

Das Repository ist die Grundlage für alle Kontextinformationen sowie die Information über die einzelnen Anwendungsdienste. Als Speicherplatz aller Kontext- und Profildaten muss das Repository sicher sein und den Schutz der Privatsphäre garantieren. Unterschiedliche Ansätze kombinieren zentrale Infrastrukturen auf Großrechnern mit mobiler Speicherung auf Kleingeräten, die zu 100% unter der Kontrolle des Benutzers stehen. Das Repository ist aber auch die Informationsquelle für verfügbare Anwendungsdienste sowie deren Abrechnung. Für Abrechnungen, aber auch für alle Dienste, die wichtige Daten übermitteln, z.B. Gesundheitsdaten von Patienten, müssen transaktionale Garantien gegeben werden [1].

### Interoperabilitäts-Management

Kaum eine andere Menge von Diensten wird so gefordert in einer AmI-Umgebung wie die Interoperabilitätsdienste. Diese müssen die Heterogenität der Komponenten maskieren und über standardisierte Schnittstellen und Abstraktionen den Anwendungsdiensten die Basisfunktionalität bereitstellen. Das Interoperabilitäts-Management basiert auf Konnektoren und Wrappern, die historisch gewachsene Dienste einkapseln und den oberen Schichten präsentieren [8]. Eine Basisfunktionalität aller dienstbasierten Architekturen ist die Identifikation, Lokalisierung und Vermittlung von Diensten. Diese müssen in heterogenen Umgebungen an die spezifischen Geräte und Umgebungen angepasst werden. Heterogenität erfordert die Unterstützung durch einen Metadaten- bzw. Ontologiedienst. Dieser muss die Begriffe und Daten aus unterschiedlichen Umgebungen und Kontexten auflösen und die entsprechenden Konvertierungs-

Schweißtechnische  
Lehr- und Versuchsanstalt  
Mannheim GmbH



Achtung Förderungsmöglichkeit auch für Studenten bis ins Jahr 2006:

**EU-Fördermaßnahme**

Achtung!: 30% unserer Lehrgangsgebühren werden durch die EU getragen

Ihre Perspektiven für die Zukunft auf dem **deutschen** und **weltweiten** Arbeitsmarkt beginnen bei uns.

*Internationale(r)*  
**Schweißfachingenieur/-in**  
**Tageslehrgang (Mo - Fr)**  
von Februar bis Mai 2007  
und August bis November 2007  
**Wochenendlehrgang (Fr + Sa)**  
von Oktober 2007 bis Juni 2008

**Zugangsvoraussetzung:** Studium mit Diplom-, BSc- oder MSc-Abschluss an BA, FH, TH, Uni. Sonderregelungen zur Anerkennung von Teil 1



Wir informieren Sie gerne  
Internet: <http://www.slv-mannheim.de>  
E-Mail: [info@slv-mannheim.de](mailto:info@slv-mannheim.de)

**Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Mannheim GmbH**  
Käthe-Kollwitz-Straße 19 • 68169 Mannheim • Telefax (0621) 3004-292 • Telefon (0621) 3004-123  
Staatlich anerkannt und akkreditiert als Ausbildungs- und Prüfstelle für Schweißtechnik

funktionen anbieten. Diese Auflösung der semantischen Heterogenität muss nicht nur den Anwendungen zur Verfügung gestellt werden, sondern auch den Notifikationsdiensten [9].

**Zuverlässigkeits- und Sicherheitsmanagement**

Kaum eine Eigenschaft der Middleware erregt die Gemüter so wie der Schutz der Privatsphäre und die Sicherheit des Systems. Die Sicherheit des Systems in all seinen Aspekten wird in einem eigenen Beitrag dieses Heftes beschrieben. Zuverlässigkeit kann als komplementär zu Sicherheit angesehen werden. Wird eine Verletzlichkeit des Systems bewusst ausgebeutet, dann ist dies klar ein Sicherheitsproblem. Wird die gleiche Verletzlichkeit jedoch im normalen Betrieb aktiviert, dann ist dies ein Zuverlässigkeitsproblem. Deshalb müssen Sicherheit und Zuverlässigkeit, sowie andere Aspekte der Dienstgüte, einheitlich behandelt werden.

**Self-X-Funktionalität**

In AmI-basierten Systemen mit Millionen oder Milliarden von Knoten und Diensten kann man keine zentralen Kontrollstrukturen voraussetzen. Deshalb muss das System, je nach Verfügbarkeit der Ressourcen, sich selbst konfigurieren, heilen, optimieren und schützen. Selbst-Konfigurierung bedeutet das Anpassen der Dienste, der Arbeitslast oder des gesamten Systems an die verfügbaren Geräte und deren Ressourcen nach klar definierten

**Die neue Leitz  
PMM-C Infinity  
Vollendete Präzision**

*infinity* 0,3 µm



Die vollendete Präzision für Anforderungen der Nanomesstechnik bei großen Werkstücken

Mit < 0,3 µm Treffsicherheit gehört die PMM-C Infinity zu den genauesten Koordinatenmessgeräten ihrer Klasse. Dadurch ist sie besonders geeignet für

- Optik
- Feinmechanik
- Elektronik- und Halbleiterindustrie
- Powertrain
- Luft- und Raumfahrt

 **Hexagon Metrology GmbH**  
Siegmond-Hiepe-Straße 2-12  
35578 Wetzlar  
Tel. 06441 207 0  
Fax 06441 207 122  
[www.leitz-metrology.de](http://www.leitz-metrology.de)



Strategien. Selbst-Heilung beinhaltet die Diagnose aller Komponenten des Systems, deren mögliche Deaktivierung und eine möglichst nahtlose Übergabe der Aufgaben an andere Knoten sowie die Wiederinbetriebnahme von Ressourcen. Selbst-Optimierung bezieht sich auf das Tuning des Systems, während Selbst-Schutz sich mit der Detektion von Bedrohungen und Angriffen sowie den entsprechenden Reaktionen befasst.

**Fazit**

Die Middleware ist die zentrale Software eines AmI-Systems und bietet den Anwendungen Basisdienste an. Diese umfassen Kontext-, Informations-, Mobilitäts-, Ereignis- und Interaktionsmanagement. Die Middleware abstrahiert die Heterogenität des Systems, bietet standardisierte Schnittstellen an und vermittelt zwischen (semantisch) heterogenen Diensten und Komponenten. Die Größe sowie die autonome Funktion eines AmI-basierten Systems erfordert quantifizierbare Dienstgüte und Selbstverwaltung ohne zentrale Kontrollinstanzen.

## Fachgebiet für Zuverlässige und Eingebettete Softwaresysteme

**Neeraj Suri** erlangte seinen Dokortitel an der Universität Massachusetts in Amherst und leitet zurzeit das Fachgebiet für Zuverlässige und Eingebettete Softwaresysteme der Technischen Universität Darmstadt. Seine Forschungsinteressen umfassen Entwurf und Analyse von verteilten und zuverlässigen eingebetteten Softwaresystemen.

Der Schwerpunkt seiner aktuellen Forschungstätigkeiten liegt auf

- (a) Erhöhung der Robustheit von Software- und Betriebssystemen („autonomic dependability & security“),
- (b) Verifikation/Validierung von Protokollen und eingebetteten Systemen und
- (c) „trusted/secure SW/systems by design“.

E-Mail: [suri@informatik.tu-darmstadt.de](mailto:suri@informatik.tu-darmstadt.de)

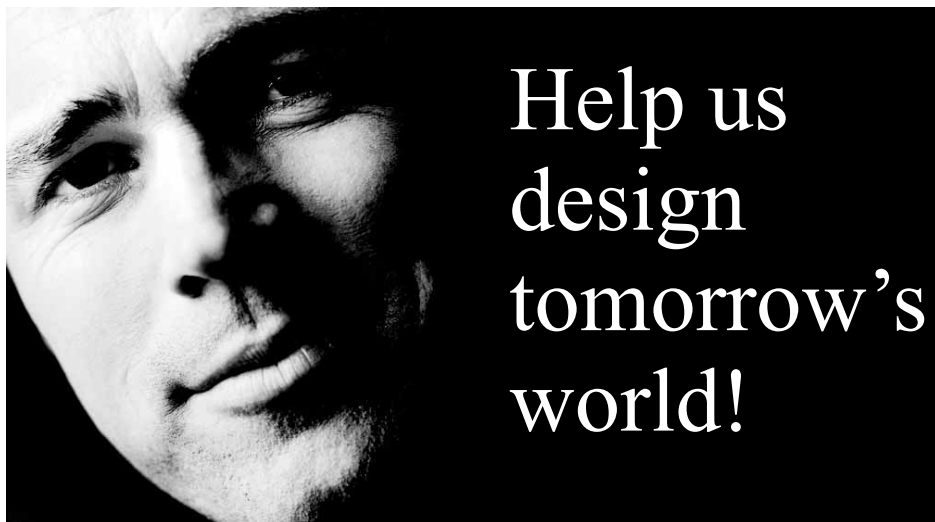
## Literatur

- [1] Buchmann, A., Bornhövd, C., Cilia, M., Fiege, L., Gärtner, F., Liebig, C., Meixner, M., Mühl, G.; „DREAM: Distributed Reliable Event-based Application Management“ Web Dynamics: Adapting to Change in Content, Size, Topology and Use, ISBN 3-540-40676-X, Springer, May 2004
- [2] Bernstein, P.; „Middleware: A Model for Distributed System services“, Communications of the ACM, 38 [2], 1996.
- [3] Roman, M., Hess, C.K., Cerqueira, R., Ranganat, A., Campbell, R.H., Nahrstedt, K.; „Gaia: A Middleware Infrastructure for Active Spaces“, IEEE Pervasive Computing, 1[4], 2002.
- [4] Issarny, V., Sacchetti, D., Tartanoglu, F., Sailhan, F., Chibout, R., Levy, N., Talamona, A.; „Developing Ambient Intelligence Systems: A Solution based on Web Services“, Automated Software Engineering, 12[1], 2005.
- [5] Abowd, G., Ebling, M., Gellersen, H.W.; „Special Issue on Context-Aware Computing“, IEEE Pervasive Computing Journal, Vol. 1, No. 3, 2002.
- [6] Cilia, M., Bornhövd, C., Buchmann, A.; „CREAM: An Infrastructure for Distributed, Heterogeneous Event-based Applications“, IFCIS Conference on Cooperative Information Systems [CoopIS'03], LNCS 2888, Springer, Catania, Italy, November 2003
- [7] Fiege, L., Gärtner, F., Kasten, O., Zeidler, A.; „Supporting Mobility in Content-Based Publish/Subscribe Middleware“, ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference [Middleware 2003], June 2003
- [8] Cilia, M., Bornhövd, C., Buchmann, A.; „Event Handling for the Universal Enterprise“, Information Technology and Management – Special Issue on Universal Enterprise Integration, Vol. 5, No. 1, Kluwer Publisher, January 2005
- [9] Cilia, M., Antollini, M., Bornhövd, C., Buchmann, A.; „Dealing with Heterogeneous Data in Pub/Sub Systems: The Concept-Based Approach“, Intl. Workshop on Distributed Event-Based Systems [DEBS'04], Edinburgh, Scotland, May 2004

**FUJITSU MICROELECTRONICS EUROPE  
CAREER OPPORTUNITIES**

**FUJITSU**

THE POSSIBILITIES ARE INFINITE



Help us  
design  
tomorrow's  
world!

Fujitsu Microelectronics Europe (FME) has been established for more than 26 years. Today we employ 300 people in Europe.

Our engineering teams work closely with our Marketing and Sales divisions to develop and promote state-of-the-art semiconductor devices such as Microcontrollers, Graphics Controllers, ASICs and ASSPs. Furthermore, we supply advanced systems solutions to the automotive, communications, multimedia and industrial markets. Continuous investment in new design and support services enable our European customers bring products to market fast!

Leading-edge technology needs high-caliber people. Our success depends on the quality of these people.

FME is constantly looking for motivated employees to build on its success, and encourages its people to commit to the company's business strategy. In return, we offer career development with all the training resource expected from a global organisation.

Our European headquarters are located in Langen (near Frankfurt/M) and we have plans for further expansion during 2007. With additional operations in Munich, Maidenhead, Paris and Milan, career opportunities are almost infinite across Fujitsu's European organisation!

### ASK FUJITSU

Contact us on +49 (0)61 03 69 00 or visit  
<http://emea.fujitsu.com/microelectronics>