

---

# Services in Internet-fähigen Fahrzeugen

MARIANO CILIA, PEER HASSELMEYER, PROF. ALEJANDRO BUCHMANN PH.D.



Die Konvergenz von Internet, Multimedia, drahtloser Kommunikation und Automobilelektronik eröffnet eine breite Palette neuer Telematikanwendungen. Systeme im Fahrzeug beschränken sich nicht mehr auf die Elektronik an Bord und können heute auf ein breites Angebot an vernetzten Diensten zurückgreifen.

Als Leitmotiv dient uns ein Szenario, in dem Fahrzeuge, Personen und Gegenstände eine Webpräsenz haben [1]. In diesem Szenario können die individuellen Präferenzen in Portalen gespeichert und anwendungsübergreifend genutzt werden. Die persönlichen Präferenzen dienen z. B. Einstellung von Sitzen, Spiegeln und Instrumenten. Bei Einsatz der hier vorgeschlagenen Infrastruktur können die Präferenzen nicht nur

im eigenen Fahrzeug verwendet werden, sondern auch in anderen, etwa einem beliebigen Mietwagen. Es sind aber nicht nur die Einstellungen, die zentral verfügbar werden, sondern auch personalisierte Web-Dienste, die nahtlos in die gewohnte Umgebung integriert werden. So kann man sich auf dem Weg ins Büro e-Mails vorlesen lassen oder seine Lieblingsmusik hören, ohne dafür einen Berg CDs im Auto mitzuschleppen. Sollte am Fahrzeug ein Defekt auftreten, kann dieser gleich an die Werkstatt gemeldet werden. Abhängig vom Problem, dem eigenen Terminkalender und der Nähe zur Werkstatt, kann automatisch ein Termin für die Reparatur vereinbart werden. Das Navigationsgerät führt einen sicher in die Werkstatt, wo die Diagnosedaten schon vorliegen und ein Leihwagen (der natürlich alle Einstellungen schon übernommen hat) wartet (siehe Bild 1).

In diesem Beitrag beschreiben wir eine Fallstudie, in der eine dienstbasierte aktive Komponente genutzt wird, um ein Fahrzeug über den Aufruf von Web-Diensten zu personalisieren. Wir beschreiben die aktive Komponente, die selbst in Form von un-

abhängigen Diensten realisiert wurde. Zu letzteren gehören ein Ereignisdienst, ein Notifikationsdienst, ein Dienst zur Auswertung von Bedingungen und ein Aktionsdienst. Diese internen Dienste koordinieren den Aufruf von externen Web-Diensten. Die Integration der zugrundeliegenden Informationen wird über ein semantisches Datenmodell und die dazugehörigen Ontologien realisiert.

Wir beschreiben zunächst das Szenario und die realisierten Dienste, um dann die technischen Anforderungen zusammenzufassen, die sich daraus für die Infrastruktur ergeben. Wir skizzieren die Umsetzung, die in Kooperation mit Hewlett-Packard durchgeführt wurde, und geben einen Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten.

## Services in Internet-enabled vehicles

Service-based architectures allow the flexible composition of individual services to form useful applications. A prerequisite is the existence of a service that accepts event notifications, forwards them to the correct recipients, and invokes required actions. We developed such a distributed ECA (event-condition-action) service and tested it in different environments. One of the most interesting service-based applications is the Internet-enabled car. We assume that every car and every driver has its own web presence, a virtual representation in the services world. Based on this abstraction, we developed a prototype that allows personalization and integration of vehicle features and external web services. An example is the "briefing service" that reads e-mails to the driver, allows appointment scheduling, presents personalized news, etc. The same service-based infrastructure is used to send vehicle diagnostics to repair shops, to use the GPS position for navigation purposes and localized traffic reports, and to recommend a gas station depending on a combination of the fuel level, the GPS position and the driver's preferences.

In this article, we describe the implemented application as well as some properties of the distributed ECA service.

## Das Szenario

Die Dienste, die in diesem Projekt prototypisch entwickelt wurden, lassen sich in drei Kategorien aufteilen: fahrzeugspezifische Dienste, Briefing- und Komfortdienste und lokationsspezifische Dienste.

### Fahrzeugspezifische Dienste

Diagnosedienste sind für Fahrer, Werkstatt und Hersteller wichtig. Die Diagnosedaten werden direkt vom Datenbus im Auto abgegriffen, lokal gefiltert und an das Portal weitergereicht, wo sie interpretiert werden. Je nach Art des Fehlers kann eine Warnung für den Fahrer an das Fahrzeug zurück gefunkt werden oder gleich ein Workflow angestoßen werden, der einen Termin in der Werkstatt bucht und die Adresse der Werkstatt an das Navigationsgerät weiterreicht. Von besonderer Bedeutung sind die Diagnosedaten auch für die Hersteller, die sonst nur bruchstückhafte Informationen von den Vertragswerkstätten erhalten. Durch das direkte Abgreifen der Daten kann auch der

gesamte Kontext, in dem ein Fehler aufgetreten ist, z. B. Drehzahl, Geschwindigkeit und Temperatur, zuverlässig durch Data Mining Methoden ausgewertet werden.

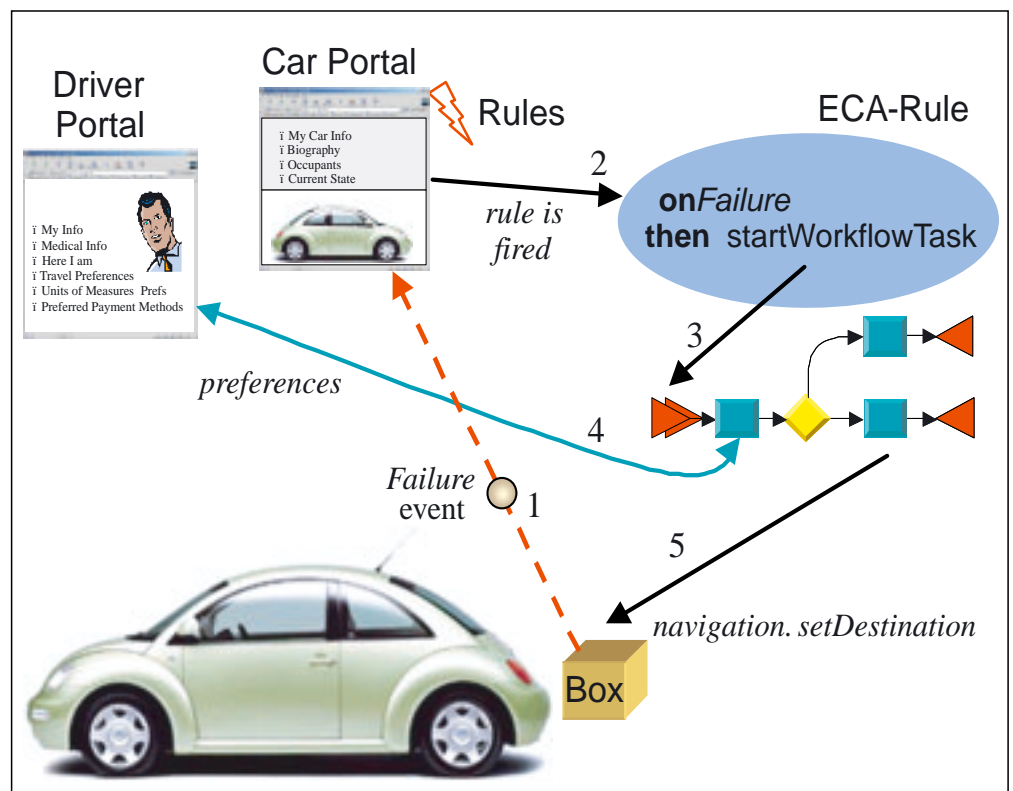
Aber nicht nur Fehler sind von Bedeutung, sondern auch Routine-wartung und Tanken. Hier kann die Integration der Präferenzen des Fahrers und der Anforderungen des Fahrzeugs ausgenutzt werden. Zum Beispiel kann das Navigationsgerät den Fahrer zur nächsten Tankstelle lotsen, bei der er Treuepunkte sammelt oder monatlich abrechnet.

Eine dritte Kategorie von fahrzeugspezifischen Diensten sind die Personalisierungsdienste. Diese gehen über die bekannten Einstellungen (Sitze, Spiegel) hinaus und können das Instrumentendisplay auf die Präferenzen des Fahrers abstimmen. Die Palette der Möglichkeiten reicht von Sprache und Maßeinheiten bis zur farbigen Gestaltung des Displays bei Farbenblindheit.

### Briefing- und Komfortdienste

Der Briefingdienst ermöglicht eine nahtlose Integration der

Bild 1. Fahrzeugszenario Auto Scenario



Büroumgebung in das Fahrzeug. Er beinhaltet zur Zeit die Übertragung von (geschäftlicher) e-Mail, die auf Wunsch durch eine Text-to-Voice Transformation dem Fahrer vorgelesen wird, und einen Kalenderabgleich zwischen dem elektronischen Kalender im Büro und dem im PDA im Fahrzeug. Weitere Dienste, die im Briefingdienst zusammengefasst werden, sind personalisierte Nachrichten und Informationen, zum Beispiel portfolio-spezifische Börsenkurse und Sportnachrichten.

Zu den Komfortdiensten gehört das Herunterladen und Abspielen von Musik nach vorgegebenen Präferenzen im Benutzerprofil. Bei mehreren Fahrgästen können die Profile aller Fahrgäste abgeglichen werden, um eine allgemein verträgliche Auswahl zu treffen. Der Musikdienst wurde stellvertretend für eine ganze Reihe in Zukunft möglicher Infotainmentdienste realisiert.

#### **Lokationsbasierte Dienste**

Lokationsbasierte Dienste nutzen die Positionsinformation aus dem GPS-System an Bord und instanziiieren vorhandene Dienste in Abhängigkeit der Position des Fahrzeugs. Es wurden zwei lokationsbasierte Dienste stellvertretend realisiert: das automatische Herunterladen von Wörterbüchern und Währungsumrechner bei Überschreiten einer Landesgrenze und ein lokationsabhängiger Restaurantführer. Der Restaurantführer kombiniert wiederum die persönlichen Präferenzen aus dem Fahrerportal (und im Falle von anderen Fahrgästen auch deren Präferenzen) mit der verfügbaren Information über Restaurants, deren Öffnungszeiten, etc. Natürlich ist auch hier wieder eine Verknüpfung mit dem Navigationsgerät möglich.

## **Anforderungen an die Infrastruktur**

Aus dem oben beschriebenen Szenario lassen sich eine Reihe grundsätzlicher Anforderungen an die Infrastruktur ableiten:

- **Datenheterogenität:** Es ist bekannt, dass Daten aus unterschiedlichen Quellen nur dann sinngerecht interpretiert werden können, wenn genügend Kontextinformation existiert. Deshalb werden Daten durch Metadaten, d.h. beschreibende Daten über die eigentlichen Daten, erweitert.
- **Ereigniserkennung:** Ereignisse müssen erkannt und an interessierte Komponenten weitergeleitet werden. Das bedeutet, dass einerseits elementare Ereignisse erkannt, diese aber auch mit anderen Ereignissen kombiniert und dann weitergeleitet werden müssen. Oft ist ein einzelnes Ereignis (z.B. eine abnormale Messung) nicht von Bedeutung, das wiederholte Auftreten ist es jedoch. Ebenso ist die Komposition der Ereignisse Datum und Uhrzeit mit dem Ereignis Fahreridentifikation der Auslöser des Briefingdienstes, wenn sich der Fahrer an einem Werktag zwischen 8:00 und 9:00 Uhr auf dem Weg ins Büro befindet.
- **Aktive Funktionalität:** In kontextsensitiven Anwendungen ist die Erkennung der Umgebung und die Reaktion darauf wesentlich. Die aktive Funktionalität besteht aus einem Regelmechanismus, über den interessante Ereignisse, Zusatzbedingungen und die entsprechenden (Re)aktionen explizit beschrieben und ausgelöst werden können. Der Regelmechanismus dient auch zur Koordination von anderen Diensten.

- **Dienstinvokation:** Dienstbasierte Systeme müssen mit Diensten, die von externen Drittanbietern bereit gestellt werden, interagieren können. Die Schnittstellen, die ein Hersteller mit fahrzeuginternen Komponenten verwendet, sind dabei andere als die Schnittstellen, die für generische Web-Dienste verwendet werden. Interne Dienste werden deshalb über proprietäre Schnittstellen abgerufen, Koordinationsdienste und Programmschnittstellen werden über Java und J2EE realisiert, während externe Web-Dienste über XML und WSDL beschrieben und über UDDI und SOAP aufgerufen werden.
- **Profilmanagement:** Profilverwaltung beinhaltet zwei wesentliche Aspekte: die verständliche Beschreibung der Kontextinformation und die Vertraulichkeit der gespeicherten Präferenzen.
- **Kommunikation:** Es müssen zwei Kommunikationsnetze zur Verfügung stehen: einerseits das fahrzeuginterne Netz für die Kommunikation der stationären und mobilen Komponenten im PKW und andererseits eine fahrzeugexterne Kommunikation zwischen Fahrzeug und externen Servern. Im externen Netz müssen Roaming (das Finden eines passenden Netzes) und Resuming (das nahtlose Laden von Information selbst bei zeitweise unterbrochener Kommunikation) gelöst werden.

## **Realisierte Infrastruktur**

Die Anforderung, heterogene Daten zu interpretieren, wird durch die Nutzung eines semantischen Datenmodells und den dazugehörigen Ontologien erfüllt. Wir nutzen das an der TUD entwickelte MIX Modell [2], ein selbstbeschreibendes Objekt-

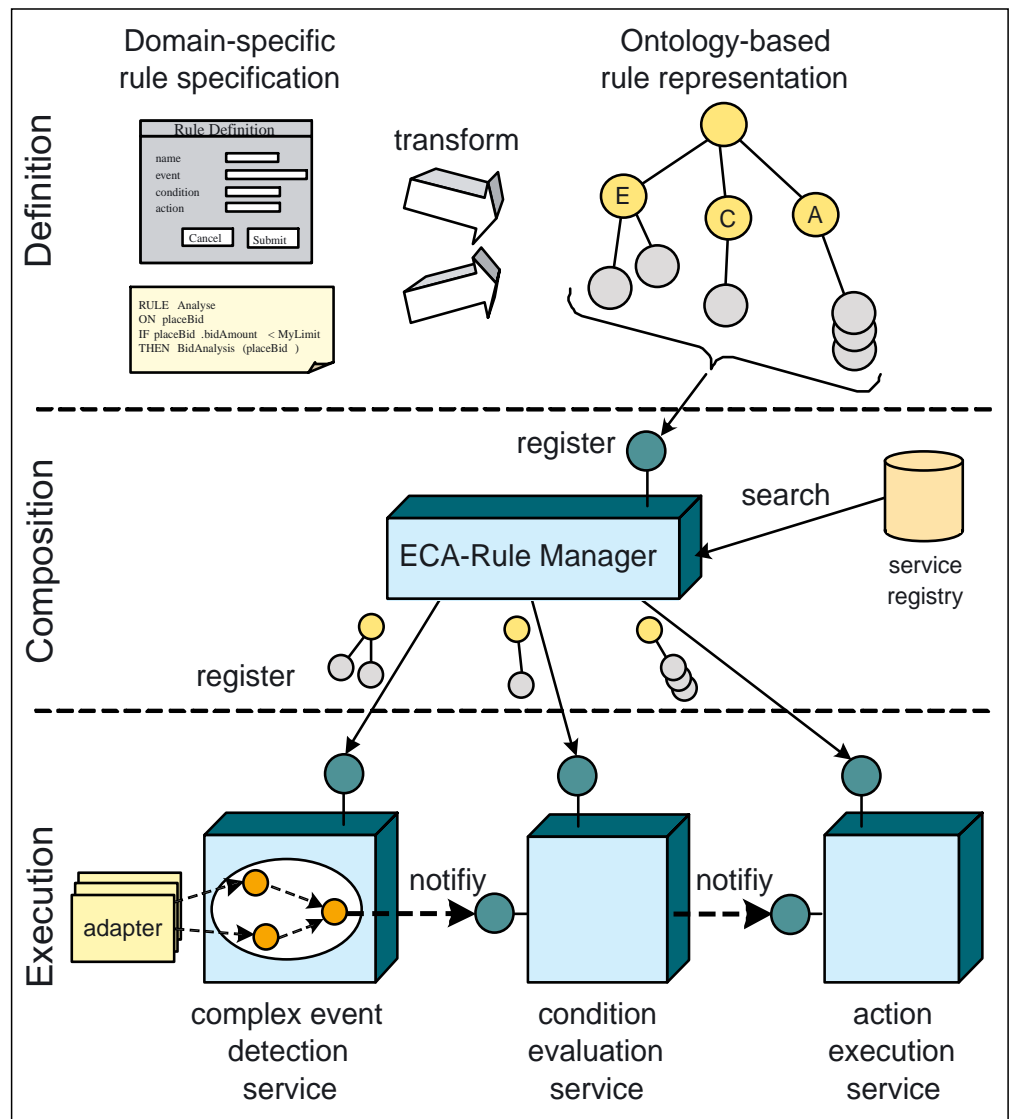


modell, das für die Daten- und Kontextbeschreibung eingesetzt wird. Web-basierte Daten haben nur in den seltensten Fällen eine explizite Struktur und Semantik. Deshalb wird mit Hilfe von Metadaten die Semantik explizit in Form eines Kontextes dargestellt. MIX bietet auch Konvertierungsfunktionen, um die Daten von einem Kontext in einen anderen zu übersetzen. Die Metadaten beziehen sich auf Begriffe, die in Ontologien definiert sind.

Die Ontologien sind in drei Abstraktionsebenen organisiert: Auf der untersten Ebene dient die Ontologie zur Beschreibung der physikalischen Darstellung, z.B. der Darstellung von Zeichen und Zahlen. Auf der mittleren Ebene deckt die Ontologie die Begriffe der Infrastruktur ab. Hier werden Ereignisse und deren Semantik definiert, die Zeitbegriffe, die Formate und Bedeutung von Nachrichten, etc. Die dritte Ontologieebene bezieht sich auf die Anwendung. Hier werden die anwendungsspezifischen Begriffe definiert. Diese Begriffe beziehen sich auf Navigation, Kalenderabstimmung, Musikkategorien, etc.

Der Notifikationsdienst basiert auf dem Publish/Subscribe Prinzip. Ereignisse werden von den Quellen veröffentlicht ohne zu wissen, wer diese Ereignisse konsumiert. Interessenten registrieren sich für bestimmte Ereignisse und werden von einem Vermittler benachrichtigt, wenn ein Ereignis aufgetreten ist. Ereignisse von unterschiedlichen Quellen werden über Adapter konvertiert und mit Hilfe der Ontologien in allgemeinverständliche Begriffe und Formate übersetzt.

Die aktive Funktionalität wird mit Hilfe von Event-Condition-Action (ECA) Regeln realisiert. Diese Funktionalität wurde wie-



derum durch komponierbare Dienste implementiert. Dadurch lassen sich beliebige Ereignisdetektoren definieren und Regeln mit und ohne Bedingungsauwertung leicht definieren. Die Definition und Ausführung der ECA Regeln wird in Bild 2 schematisch dargestellt. Die Basisdienste der aktiven Funktionalität wurden mit Hilfe eines J2EE Frameworks realisiert und kommunizieren mit Hilfe des Notifikationsdienstes. Für die Nutzung von externer Web-Diensten wurden Plug-ins definiert, die auch die notwendige Kontextinformation speichern, um die externen Daten korrekt zu interpretieren. Die Regeln können über eine allgemeine Web-Schnittstelle definiert, aktiviert und deaktiviert werden.

Die fahrzeugexterne Kommunikation mit Roaming und Resuming wurde von Hewlett-Packard und Oracle gelöst. Wir haben uns auf die prototypische Realisierung der Dienste auf der von uns definierten Infrastruktur konzentriert [3]. Für nähere Informationen über die Infrastruktur siehe [4].

## Ausblick

Automobilhersteller bieten in zunehmendem Maße Dienste und Internetanschluss im Fahrzeug an. Bisher wurden die Dienste jedoch isoliert oder als geschlossene Systeme, wie etwa das Navigationssystem, realisiert. Die hier vorgestellte Infrastruktur und der darauf aufbauende Prototyp integrieren beliebige externe Dienste, die als

Bild 2. Schema des aktiven Funktionalitätsdienst. Overview of the active functionality service.

Web-Dienste verfügbar sind, mit traditionellen Applikationen und den fahrzeuginternen Diensten.

Die aktive Komponente konsumiert die Ereignisse, die im Fahrzeug erzeugt werden, greift diese ab und leitet sie an den Hersteller, die Werkstatt und den Fahrer in unterschiedlicher Aufbereitung weiter. Diese Ereignisse können auch zur Auslösung von Workflows dienen. Diese Dienste sind heute direkt realisierbar. Komplexere Dienste wie die Konfiguration der Instrumente können nur über die Hersteller realisiert werden. Die Integration von persönlicher Umgebung im Fahrzeug ist heute auch mit der hier vorgestellten Plattform realisierbar.

Zwei wichtige Aspekte für die Akzeptanz von Internet-basierten Diensten im Fahrzeug sind einerseits die Kosten und andererseits die Vertraulichkeit der persönlichen Profile. Gegenwärtig werden verschiedene Kostenmodelle untersucht, bei denen unterschiedliche Dienste entweder vom Hersteller bezahlt werden, Fahrer abonniert oder auf Basis der individuellen Nutzung bezahlt werden. Dazu müssen noch mehr interessante Dienste im Web bereitgestellt werden, für die die Nutzer bereit sind zu zahlen. Ebenfalls ungeklärt sind die Kostenmodelle für die Kommunikation, insbesondere wenn die Hersteller große Datenmengen für die eigene Auswertung übertragen möchten.

Um die Vertraulichkeit der Profile zu gewährleisten, experimentieren wir mit verschiedenen Verteilungsstrategien, bei denen sensible Daten auf dem PDA des Fahrers gehalten werden und die anonymisierten Profile auf externen Servern. Dadurch kann nur über den PDA, der stets unter der Kontrolle des Fahrers ist, auf das Profil zugegriffen werden.

Schließlich müssen noch Fragen der Performanz und Skalierbarkeit geklärt werden. Diese Fragen werden erst bei der flächendeckenden Einführung von Internetanbindung und Web-Diensten im Fahrzeug akut. Wir müssen jedoch schon jetzt die Effekte von massiven Datenströmen zwischen Millionen von Fahrzeugen und den stationären Servern und möglicherweise auch zwischen Fahrzeugen untereinander betrachten und Modelle entwickeln, mit denen das Verhalten dieser mobilen Systeme vorausgesagt werden kann.

## Referenzen

[1] T. Kindberg et al. People, Places, Things: Web Presence for the Real World. Intl. Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA 2000), Monterey, CA, 2000.

[2] C. Bornhövd and A. Buchmann. A Prototype for Metadata-Based Integration of Internet Sources. Intl. Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE), volume 1626 of LNCS, pages 439–445, Heidelberg, Germany, June 1999. Springer.

[3] M. Cilia, P. Hasselmeyer, and A. Buchmann. Profiling and Internet Connectivity in Automotive Environments. International Conference on Very Large Data Bases (VLDB'02), pages 1071–1074, Hong-Kong, China, August 2002. Morgan-Kaufmann.

[4] M. Cilia. An Active Functionality Service for Open Distributed Heterogeneous Environments. Ph.D. Thesis, Department of Computer Science, Darmstadt University of Technology, Darmstadt, Germany, August 2002.

## Informationen zum Fachgebiet Datenbanken und Verteilte Systeme an der TU Darmstadt

Das Fachgebiet Datenbanken und Verteilte Systeme (DVS) im Fachbereich Informatik befasst sich in Forschung und Lehre mit Informationsmanagement in verteilten Systemen und der dazu erforderlichen Software. Forschungsschwerpunkte des Fachgebiets sind:

- Ereignisbasierte verteilte Systeme
- Semantische Integration von Informationen aus heterogenen Quellen
- Dienstbasierte Architekturen
- Performance, Skalierbarkeit und Verlässlichkeit von Middleware Plattformen
- Integration von Datenbank Systemen mit Middleware Plattformen
- Data Warehousing und Web Warehousing
- Infrastrukturen für e-Commerce

Das Fachgebiet ist an den Graduiertenkollegs „Infrastrukturen für den elektronischen Markt“ und „Systemintegration für ubiquitäres Rechnen in der Informationstechnik“ beteiligt. Prof. Buchmann ist einer der Gründer des ITO (IT Transfer Office).

### Ansprechpartner:

Prof. Alejandro Buchmann, Ph.D.  
Wilhelminenstr. 7  
64283 Darmstadt  
Tel: 0 61 51 / 16-62 28  
Fax: 0 61 51 / 16-62 29  
e-mail: buchmann@informatik.tu-darmstadt.de

## Informationen zum ITO (IT Transfer Office) an der TU Darmstadt

Das ITO ist Teil des Fachbereichs Informatik und stellt ein Bindeglied zwischen Forschung und externen Partnern aus der Industrie dar. Die Expertise des ITO liegt in den folgenden Bereichen:

- Middleware und verteilte Systeme,
- Sicherheitsmechanismen und -konzepte,
- Ubiquitous Computing und
- dienstbasierte Architekturen.

Im Rahmen von Kooperationsprojekten wird an praxgerechten Lösungen und Konzepten gearbeitet, die den Anforderungen moderner Anwendungen und Systeme von heute und morgen gerecht werden.

### Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Markus Schumacher  
Wilhelminenstr. 7  
64283 Darmstadt  
Tel: 0 61 51 / 16-62 17  
Fax: 0 61 51 / 16-62 29  
e-mail: info@ito.tu-darmstadt.de