

 **jahre FZI**
WELTEN VERBINDEN.

FESTSCHRIFT „30 JAHRE FZI“

INHALTSVERZEICHNIS

Das FZI: Wofür wir stehen

Vorwort des Vorstands	6
Vorwort der Herausgeber.....	8

Wie wir dafür stehen: Fachübergreifend. Zukunftsweisend. Industrienah.

Forschungsprojekte mit der Wirtschaft: Zukunftsträchtig und gesellschaftsnah	17
FZI Living Labs: Fachübergreifendes Wissen aus dem Haus heraus.....	25
Netzwerke: Gemeinsam sind wir noch stärker	31
FZI-Alumni: Technologietransfer über Köpfe	37
Ausgründung: Von kleinen Anfängen zum Erfolgsmodell.....	43

Schwerpunkthemen: Von der erfolgreichen Vergangenheit in eine fordernde Zukunft

Software Engineering: Mit Software Komplexität beherrschen	53
IT-Sicherheit: Sicherheit ist eine permanente Aufgabe	59
Gesundheit und Alter: Technische Helfer erleichtern den Alltag	65
Energie und Mobilität: Nachhaltige Flexibilität beginnt jetzt.....	71
Eingebettete Systeme: Die Rechner sind unsichtbar geworden	77
Semantik und Big Data: Wissen, was die Daten hergeben	83
Industrie 4.0: Der anpassbare Produktionsprozess – alles spricht miteinander	91

Bilanz: Fakten und Zahlen

Kuratoriumsvorsitzende von 1985 bis 2014	98
Kuratoren 1985 bis 2014	99
Der FZI-Vorstand 1985 bis 2014	102
FZI-Haushalt von 2004 bis 2013	103
Forschungsbereiche und -gruppen 1984 bis 2014	104
Unsere Mitarbeiter und Direktoren 1984 bis 2013.....	106
Dissertationen 1988 bis 2013	107
Ausgründungen 1983 bis 2014.....	108
Auszug Ausgründungen.....	109
Der Vorstand des Förderverein FZI e. V. seit 1985.....	110
Über das FZI	111
Widmung	112
Die Herausgeber	114
Impressum	115

 **jahre FZI**
WELTEN VERBINDEN.

DAS FZI

WOFÜR WIR STEHEN

VORWORT DES VORSTANDS

Die Entscheidung vor 30 Jahren eine Forschungseinrichtung für angewandte Informatik einzurichten, als bewusste Maßnahme zur Förderung der mittelständischen Wirtschaft in Baden-Württemberg, zeigt rückwirkend einen besonderen Weitblick. Was damals bestenfalls nur in kühnen Zukunftsvisionen angedacht wurde, ist heute leicht erfahrbare Realität und zeugt von einer stürmischen Entwicklung: die Informatik durchdringt und prägt in jeder Hinsicht unseren privaten wie beruflichen Alltag wie keine andere technische Entwicklung der letzten Jahrzehnte. Das reicht beispielsweise von der Pflege von Kontakten in sozialen Netzwerken über die Mobilkommunikation bis hin zu neuen medizinischen Verfahren oder zu Sicherheitsfunktionen und Assistenzsystemen bei Fahrzeugen. Insofern ist das FZI heute nicht nur durch die enge Zusammenarbeit mit der IKT-Industrie geprägt, sondern auch wichtiger Partner von Unternehmen und Verbänden so gut wie jeder Anwendungsbranche, vom Dienstleister bis hin zum produzierenden Gewerbe.

Für diesen Weitblick über die zukünftige Rolle der Informatik gebührt den Gründern und frühen Wegbegleitern Dank und Anerkennung: den Professoren der damaligen Universität Karlsruhe Klaus Bender, Gerhard Goos, Hans Grabowski, Gerhard Krüger, Peter C. Lockemann, Ulrich Rembold, Detlef Schmid, Gerhard Schweizer, Werner Zorn, aber auch dem damaligen Universitätskanzler Gerhard Selmayr und frühen Förderern wie Gunther Schroff und, last but not least, Ministerpräsidenten Lothar Späth.

Zu den ständigen Wegbegleitern des FZI gehören neben den Universitätsrektoren und KIT-Präsidenten auch die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister der Stadt Karlsruhe sowie die Kuratorinnen und Kuratoren und die Kuratoriumsvorsitzenden, Ministerialdirigenten des Ministeriums für Wirtschaft und Finanzen Herr Munz, Herr Tschermak von Seysenegg und Herr Leßnerkraus, die alle ganz maßgeblich das FZI in den letzten 30 Jahren gefördert haben und damit zu dem gemacht haben, was es heute ist.

Braucht man heute noch ein FZI? Aber ja! Die Informatik hat in den vergangenen 30 Jahren riesige Sprünge gemacht und mit ihr und dank ihr ebenso unsere Wirtschaft und Gesellschaft. Schon jetzt spielt die Informatik nicht mehr nur die Rolle als Automatisierungstechnologie oder als Instrument zur Wertsteigerung durch IT-realisierte Zusatzfunktionalität. Heute ist erkennbar, dass Informatik der unabdingbare Lösungsgeber für gesellschaftliche Herausforderungen sein muss: Szenarien für eine moderne Energieversorgung nach der Energiewende sind ebenso nur mit Informatik denkbar, wie neue Mobilitätskonzepte oder der Umgang mit der alternden Gesellschaft. Wirtschaftlich ist die IT-Kompetenz einer Firma zunehmend der entscheidend wichtigste Faktor für den Markterfolg ihrer Produkte. Dies gilt ganz klar auch für Nicht-IT-Produkte wie Autos und Flugzeuge, Maschinen und Anlagen oder Uhren und Kameras.

Ein Ende ist nicht abzusehen. Doch sollte man den Weg nicht blindlings gehen. Es bedarf einer wissenschaftlichen Durchdringung der neuen Entwicklungen, um Potenziale voll auszuschöpfen und am Wege lauende Gefahren zu meiden.

Mitten in der IT-Region Karlsruhe hat das FZI im April 2012 auf über 2.500 Quadratmetern eine neuartige Forschungsumgebung eröffnet, die branchen- und anwendungsfeldübergreifend für Forschung und Entwicklung zur Verfügung steht: das FZI House of Living Labs.



Kurz gesagt: das alte Thema der Informatik – der systematische Umgang mit Komplexität – ist immer noch eine Herausforderung; allerdings für Systeme, die in ihrer Vernetzung und Einpassung in vielschichtige Anwendungen alles bisher gekannte deutlich übertreffen werden. Gerade die Anforderungen an die IT-Sicherheit werden ganz entscheidend für die erhoffte Einsatzfähigkeit von IT in diesem Szenarien sein.

Das FZI ist durch seine Interdisziplinarität sowie die engen Bezüge zur Grundlagenforschung am KIT einerseits und zur Anwendung in der industriellen Praxis andererseits für diese Herausforderungen ideal

gewappnet. Die sich bereits abzeichnenden Entwicklungen zu einem House of IT gemeinsam mit dem Cyberforum, das Tech-Center A-Drive zum autonomen Fahren sowie die Errichtung eines Landeszentrums für IT-Sicherheit für den Mittelstand am FZI nehmen pars-pro-toto die Entwicklung der nächsten Jahre schon vorweg.

Es ist also vieles in Bewegung am FZI und so soll es auch in der Zukunft bleiben. Unverändert bleibt unser Ziel, der mittelständischen Wirtschaft in Baden-Württemberg ein zuverlässiger und wegweisender Partner in Forschung und Entwicklung zu sein.

VORWORT DER HERAUSGEBER

„Lothar Späth hat in seiner Amtszeit wichtige Impulse gesetzt, um unser Land zukunftsfähig zu halten, beispielsweise durch die Gründung des Forschungszentrums Informatik“ – so würdigt Baden-Württembergs Ministerpräsident Winfried Kretschmann in seiner Regierungserklärung vom 15.10.2014 die Arbeit eines seiner Vorgänger im Amt. 2014 – das ist 30 Jahre, nachdem Lothar Späth die Gründung des FZI aktiv unterstützte. Klingt ganz so, als habe das FZI nicht nur die damaligen Erwartungen erfüllt, sondern als ob das Land Baden-Württemberg mehr denn je auf das FZI und dessen Potenzial setzt, die Zukunft aktiv mit zu gestalten.

Die Erwartungen an das FZI? Die Anwendungsfelder der Informatik stärker zu explorieren und die Informatik damit stärker in die Wirtschaft zu tragen! 1984, als das FZI gegründet wurde, bestand dringender Handlungsbedarf für ein Forschungs- und Transferzentrum für Informatik und IT-Anwendungen. Gefördert durch das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg wurde das FZI zunächst in der Universität Karlsruhe eingerichtet – auch vor dem Hintergrund einer schon damals bundesweit führenden Informatikfakultät. Am 1.1.1985 folgte dann der Schritt in die Selbständigkeit. Die Welt – gerade auch die der Informatik – hat sich seither dramatisch geändert. Das FZI hat sich dem Wandel stets erfolgreich gestellt und ihn oft auch mitgestaltet. Was immer blieb, waren bewährte Grundsätze, nach denen das FZI verfuhr.

Das Potenzial von Informatik früh erkannt – und eingesetzt!

Ein Grundsatz war und ist die Anwendungsorientierung. Anfangs kamen die Anwendungen, zu denen das FZI forschte, aus dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und der Softwarekonstruktion. Neben neuen Methoden für den Entwurfs- und Konstruktionsprozess von Maschinen und Schaltkreisen trat sehr bald der „unsichtbare“ Rechnereinsatz durch die Digitalisierung von Steuerungs- und Überwachungsaufgaben in den Vordergrund. Diese Aufgaben wurden bisher analog oder von Hand durchgeführt. Ein schon damals augenfälliges Beispiel war das Flugzeug, das im Bereich der Schallgeschwindigkeit und darüber der genauen Kontrolle der Luftströmung und der Turbulenz an den Flügeln bedarf. Eine solche Kontrolle erfordert eine Reaktionsgeschwindigkeit, die der Pilot von Hand nicht erreichen kann – ein Rechner schon. Auch bei der Überwachung der Produktion von Werkstücken am Fließband geht es oftmals um Reaktionsgeschwindigkeiten im Mikrosekundenbereich, noch dazu wiederholbar mit gleichbleibender Präzision. In anderen Fällen, wie zum Beispiel bei Steuerungsaufgaben in der Automobiltechnik oder in der Medizin, kommen Genauigkeit und ermüdungsfreier Langzeiteinsatz als signifikante Aufgaben hinzu.

Heute, 30 Jahre später, sind viele dieser Anwendungen fester Bestandteil des Alltags. So springt als Beispiel das Automobil mit seinem wachsenden Wertschöpfungsanteil von informatischen Produkten und Dienstleistungen ins Auge – mancher spricht da schon von rollenden Rechenzentren. Euphorische Beobachter sehen sogar bereits – zumindest metaphorisch – Google und Apple als Automobilhersteller. Aber auch

Schon immer ein Technologiebegeistertes Land: Baden-Württembergs Ministerpräsident Lothar Späth (m.) bei der Eröffnung des FZI.



die Energiewende ist ohne Informatik schlechterdings unvorstellbar. Smart Metering und Smart Grid sind nur zwei der Schlagworte, die das Zusammenwachsen von Energieerzeugung, -transport und -verbrauch unter den sich verändernden Vorzeichen wie dezentraler und fluktuierender Erzeugung sowie erzeugungsabhängigen Verbrauchs von Energie charakterisieren. Ebenso wenig wird man das Gesundheitswesen angesichts der demografischen Entwicklung ohne den Einsatz von Informatik auf dem heutigen hohen Niveau

halten können. Unter dem Schlagwort Industrie 4.0 soll durch eine flexible und oft auch weltweit verteilte Fertigung bei unverändert hoher Qualität die globale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas gesteigert werden. Und nicht zu vergessen: All diese Anwendungen verlangen danach, dass die technischen Modelle mit wirtschaftswissenschaftlichen Modellen, etwa Markt- und Geschäftsmodellen, abgeglichen werden.

Die Tücke steckt im Detail

Ein weiterer Grundsatz war und ist Denken in Systemen. Hinter all den genannten Entwicklungen stehen hochkomplexe Systeme, in denen Mikroprozessoren und Software mit ingenieurmäßig konstruierten, auf vielfältigen physikalischen Prinzipien beruhenden Komponenten zusammenspielen und mit einer facettenreichen und dynamischen Umwelt zusammenwirken müssen. Das bedarf stetiger Fortschritte bei der Softwarekonstruktion, den Systemarchitekturen und der Erfassung von Daten jenseits ihres syntaktischen Aufbaus. All diese Welten beobachten sich gegenseitig über Sensoren aller Art. Mit zur größten Herausforderung zählen das einwandfreie Funktionieren solcher Systeme und die Fehlerbehandlung, gerade auch weil häufig Menschenleben davon abhängen. Der Mensch fällt als Korrektiv meist aus, da der Einsatz von Informatik in vielen Fällen unsichtbar und dem Benutzer gar nicht bekannt ist. Fehlverhalten wird oft erst zeitverzögert erkannt, so dass etwa zur Rückverfolgung von Fehlern ausgewählte Sensordaten über längere Zeiträume aufbewahrt werden müssen.

Welten verbinden durch gelebte Interdisziplinarität

Ein entscheidender Grundsatz ist die fachübergreifende Zusammenarbeit. All die Fortschritte gibt es nur, wenn unterschiedliche Disziplinen wie Informatik, Maschinenbau, Elektrotechnik, Wirtschaftswissenschaften oder Medizin zusammenwachsen. Freilich ist das nicht nur eine Frage von Technologien, sondern mehr noch eine Frage von Menschen. Wissenschaftler müssen dazu trotz ganz unterschiedlicher Denkweisen, Theoriefundamenten und Sprachregelungen zusammenfinden. Fachübergreifende Zusammenarbeit oder neudeutsch Interdisziplinarität ist also unausweichlich. Und das geschieht am besten, wenn man mit seinem Problem ganz zwanglos über den Flur oder in die Kaffecke zum Kollegen gehen kann. Gelebte

Interdisziplinarität braucht kurze Wege und Wissen um die Denkwelt der Kollegen aus anderen Branchen. Und sie kann gefördert werden, indem man die Beteiligten unter einem Dach zusammenbringt.

Anwendungsorientierung durch gelebte fachübergreifende Zusammenarbeit stand schon bei der Gründung des FZI vor 30 Jahren Pate. Nicht nur kamen die Begründer aus allen Bereichen der Informatik, auch Maschinenbauer und Elektrotechniker gehörten bereits dazu. Nach und nach kamen weitere Professoren dazu, auch hier nicht wenige davon aus der Elektrotechnik, dem Maschinenbau und den Wirtschaftswissenschaften, die bereits häufig interdisziplinäre Erfahrungen mit dem Gesundheitswesen, dem Verkehrswesen oder der Logistik mitbrachten. Und auch heute noch kommen nur rund die Hälfte der Direktoren des FZI aus der Informatik und ein Viertel aus den Wirtschaftswissenschaften, in das letzte Viertel teilen sich Elektrotechniker und Maschinenbauer.

Auch das gemeinsame Dach – im wörtlichen Sinn – gab es von Anfang an. Das war sicher ein Glücksfall, der es dem FZI erlaubt hat, von Anfang an die fachübergreifende Zusammenarbeit zu erlernen, einzuüben und in wachsendem Maß dann auch zu praktizieren. Nachträglich betrachtet war es aber auch ein Glücksfall, dass sich im Jahr 1984 acht Professoren fanden, welche die Ziele des FZI mit Idealismus verfolgten und dem FZI auch an die 20 Jahre lang die Treue hielten.

Über Stock und über Steine – das Ziel stets vor Augen

Rückblickend auf 30 Jahre Erfolgsgeschichte mag es scheinen, dass das FZI ein Selbstläufer war. Doch auch eine noch so erfolgreiche Entwicklung verläuft nicht immer geradlinig. Der Beginn Mitte der 80er war durchaus verheißungsvoll, denn er fiel in eine Zeit, in der die Industrie – gerade im Maschinenbau

und der Elektrotechnik – noch große Forschungslabore mit lang laufenden Projekten betrieb, die gerne mit der Wissenschaft zusammenarbeiteten. Diese stabile Auftragslage hat maßgeblich zum raschen Aufbau des FZI beigetragen, stets unter dem Motto „Informatik für die industrielle Produktion“.

Die Wirtschaftskrise 1992 bereitete diesem Idyll ein jähes Ende. Robust erwiesen sich zu jener Zeit vor allem mittelständische Unternehmen. Diese in ihrer

Innovationsfähigkeit zu stärken, entsprach nicht nur den Erwartungen des Landes Baden-Württemberg an das FZI, sondern versprach auch einen lohnenden Markt für das FZI. Eigentlich kein leichtes Unterfangen für Wissenschaftler! Doch meisterte das FZI es recht schnell, sich den Gegebenheiten anzupassen und sich in Denkweise und Sprache dem Mittelstand anzunähern, um dessen Ansprüchen und Bedürfnissen als Partner gerecht zu werden. Kamen 1990 gerade einmal 25 % der Direktaufträge von KMU, waren

Die zukunftsweisende Positionierung des FZI, heute, nach 30 Jahren, erfüllt mich mit Freude und Stolz. Wer dies für eine Selbstverständlichkeit hält, verkennt das Spannungsfeld der konkurrierenden Interessen: Professoren und Wissenschaftler engagieren sich, um primär gute Wissenschaft zu machen, die überdurchschnittliche Quote erfolgreicher Promotionen bestätigen das. Wissenschaft und die akademische Welt passen jedoch kaum zum wirtschaftlicheren Wettbewerb im Markt. Quantifizierbarer monetärer Erfolg und genialer Erkenntnisgewinn sind nur schwer vereinbar. Die politische Empfehlung, näher an den Markt heran zu rücken, würde genau denen – KMU, Ingenieurbüros und Freelancern – die das FZI fördern sollten, unfaire Konkurrenz machen. Ein Forschungsinstitut, das gemeinnützig ist und sein will, aber mehr als 80 % seines Haushalts im Markt einwerben muss, bewegt sich auf dünnem Eis. Das FZI hat all diese Herausforderungen gemeistert. Es betreibt hochwertige Wissenschaft, Technologie-Transfer über Köpfe und Projekte. Das FZI ist ein gefragter Partner der Industrie, national als auch international, und ist ein verlässlicher Partner der Politik auf dem Weg in die IKT-Zukunft.

Michael Flor
Hauptamtlicher Vorstand
des FZI bis September 2014



Das Geheimnis des Erfolgs – die Direktoren des FZI selber haben sehr frühzeitig erkannt, dass eine Führung des Hauses in diesem Spannungsfeld nur unter Berücksichtigung sowohl der akademischen als auch der wirtschaftlichen Aspekte erfolgreich sein kann, und haben ihren Vorstand um einen gleichberechtigten Kaufmann erweitert.

Diese Kombination ist äußerst fragil und es bedarf des Engagements, des Willens und der Konsensfähigkeit aller Beteiligten, um auf dem schmalen Grat zwischen akademischer Freiheit, wirtschaftlichen Notwendigkeiten und politischen Wünschen weiterhin auf Erfolgskurs zu bleiben.

es um das Jahr 2000 bereits über 60 %! 88 % aller Auftraggeber erbrachten in dieser Zeit etwa 50 % des Auftragsvolumens – diese Zahlen verdeutlichen den nun erforderlichen Akquiseaufwand. Dieser in seinen Forderungen sehr heterogene Kundenkreis verlangte auch nach einer sehr breiten und weniger ausdifferenzierten Technologiebasis – eine Aufgabe, der das FZI unter anderem durch den Gewinn neuer Professoren begegnen konnte.

Neu aufgestellt und gestärkt aus der Krise

Mit dem Platzen der Dotcom-Blase fand auch diese Periode ein Ende. Dieses Mal waren auch die mittelständischen Unternehmen von der Krise betroffen. Für das FZI bot diese Situation einen guten Grund zur Neubesinnung! Die Umorganisation in nur mehr vier, jetzt von mehreren Professoren kollegial geführte Forschungsbereiche mit klarer technologischer Ausrichtung, sowie die Konzentration auf besonders zukunftsreiche Anwendungsfelder sorgten für eine schlagkräftige und flexible Struktur und ein klares Leistungsprofil. Somit war der Grundstein für das bald wieder einsetzende Wachstum gelegt.

Etwa zeitgleich entwickelte sich eine – nachträglich betrachtet – zündende Idee: Ein Wettbewerb im Hause um die besten Themen für die zukünftige strategische Forschung. Aus den eingereichten Themen entstanden in den nachfolgenden Jahren mit tatkräftiger Unterstützung des Landes eine Reihe von Living Labs: Labore, in denen die FZI-Wissenschaftler und ihre Kunden neue Ideen rasch umsetzen und erproben können. Stellvertretend seien Labore für mobile IT, smartMobility, smartHome einschließlich Ambient Assisted Living, smartEnergy, Service-Robotik, Automotive oder neuerdings smartSecurity genannt. Klar, dass die bisherigen Räumlichkeiten nicht mehr genügten. Als bald bezog das FZI ein weiteres Gebäude, das FZI House of Living Labs. In diesem konnten die

Labore zusammengeführt werden. Die Anerkennung von außen ließ nicht lange auf sich warten. So wurde das FZI Mitinitiator und anerkanntes Mitglied zweier Spitzencluster, des vier Bundesländer (Hessen, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und das Saarland) vereinigenden Software-Clusters mit Schwerpunkt auf Unternehmenssoftware sowie des Spitzenclusters Elektromobilität Süd-West zur Umsetzung der Vision einer leistungsfähigen und schadstoffarmen Mobilität. Auch als eines von 12 unabhängigen Forschungsinstituten in der Innovationsallianz Baden-Württemberg innBW versteht sich das FZI als Bindeglied zwischen den Welten der Wissenschaft und Wirtschaft Baden-Württembergs. Mit einer Außenstelle in Berlin zeigt das FZI zudem seit mehreren Jahren auch Flagge am Ort wichtiger technologischer Entscheidungen.

Das Erfolgsrezept? Die Mischung macht's!

Es sind viele Zutaten, die das Erfolgsrezept von inzwischen 30 Jahren FZI ausmachen. Da ist das Wissen um die neueste Informatikforschung und zugleich das Wissen darum, was die Wirtschaft in der nahen Zukunft braucht. Da ist der immerwährende Kreislauf, der die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse in Lösungen für die Anwendungen umsetzt und der zugleich offene Fragen bei der Umsetzung wieder in wissenschaftliche Fragestellungen zurückführt. Treibriemen für diesen Kreislauf ist die Zugehörigkeit der Direktoren zum FZI und zur akademischen Welt. Da ist die Offenheit für neue technische Stoßrichtungen verbunden mit der Offenheit für die Aufnahme von neuen Direktoren und Mitarbeitern mit der notwendigen Fachkompetenz. Und da ist die explizite Anwendungsorientierung, die durch eine erfolgreich gelebte fachübergreifende Zusammenarbeit tatkräftig gefördert wird.

Von diesen Zutaten profitiert gerade die Wirtschaft in Baden-Württemberg und darüber hinaus. Das lässt

sich gut durch Zahlen belegen: 2013 starteten am FZI 117 neue Projekte, davon kamen 76 Aufträge direkt von der Wirtschaft, in den anderen 41 Projekten kommt eine öffentliche Förderung hinzu.

Die Wirtschaft zieht aber noch einen ganz anderen Nutzen aus dem FZI: dem Wissens- und Kompetenztransfer über Köpfe. Das FZI sieht sich als besonders wirkungsvolle Durchgangsstation auf dem Karriereweg junger Wissenschaftler. Während seiner im Schnitt fünf Jahre am FZI promoviert der Mitarbeiter nicht nur: er lernt fachübergreifendes Zusammenwirken, weil er mit vielen Kollegen enge Tuchfühlung hat; er versteht die Bedeutung eines Qualitätsmanagements zur Wahrung der Kontinuität der Prozesse, gerade angesichts der Personaldynamik im Hause; und

er wächst schrittweise in immer mehr Projekt- und Personalverantwortung hinein. Damit werden die Mitarbeiter von der Industrie beehrte und umworbene Experten in vielfältigen Gebieten der Technik und zu Führungskräften für anspruchsvolle Leitungsaufgaben – dies übrigens immer häufiger auch im eigenen Unternehmen.

Stets an der wissenschaftlichen Front der Informatik zu stehen, beständig die industrielle Nutzbarkeit der Forschungsergebnisse im Auge zu behalten, fachübergreifend zu denken und zu handeln und dabei immer die Heranbildung von in Technologie und Management bewanderten Fachkräften im Auge zu behalten – dieses Erfolgsrezept muss und wird das FZI auch in den kommenden Jahrzehnten begleiten.

Die erste E-Mail Deutschlands wurde an der damaligen Universität Karlsruhe (TH) empfangen. Kurz darauf gründeten die Universität Karlsruhe (TH) und das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg das heutige FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie.

Seit mittlerweile 30 Jahren prägen Professorinnen und Professoren von vier Fakultäten des KIT anwendungsnahe Forschung am FZI und festigen damit auch maßgeblich den Standort Karlsruhe als IT-Region. Die im Jahr 2014 erschienene Studie der EU-Kommission bestätigt dies und ordnet Karlsruhe auf dem vierten Platz unter den europaweit 1.000 wichtigsten Regionen in Sachen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ein.

Prof. Dr. Holger Hanselka
Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie



Das belegt, dass das FZI nicht nur verlässlicher Partner des KIT, sondern auch der Wirtschaft ist. Ein gemeinsames Projekt des FZI gemeinsam mit dem KIT und der Wibu-Systems AG wurde beispielsweise gerade erst mit dem Deutschen IT-Sicherheitspreis ausgezeichnet.

Zum runden Geburtstag wünsche ich im Namen des gesamten KIT-Präsidiums alles Gute und freue mich auf die weitere erfolgreiche Zusammenarbeit!

 **jahre FZI**
WELTEN VERBINDEN.



WIE WIR DAFÜR STEHEN

FACHÜBERGREIFEND.

ZUKUNFTSWEISEND.

INDUSTRIENAH.



Forschungsprojekte mit der Wirtschaft

ZUKUNFTSTRÄCHTIG UND GESELLSCHAFTSNAH

Ist Forschung gleich Forschung? Nein, es gibt viele Wege, wie Forschung betrieben werden kann und wird: Von reiner Theorieentwicklung über Laborexperimente bis hin zu Versuchen im Feld; von erkenntnisorientierter Grundlagenarbeit bis hin zu Forschungsk Kooperation mit der Wirtschaft – die Bandbreite ist groß. Die am FZI betriebene Forschung zeichnet sich durch ihre Nähe zur praktischen Anwendbarkeit aus – Theorie, Labor und Feldversuche können dabei auf dem Weg liegen. FZI-Forschung erfolgt denn auch vorrangig im Rahmen von Projekten gemeinsam mit der Wirtschaft – sei es in Form von Direktaufträgen durch Unternehmen oder von Verbundprojekten, bei denen die öffentliche Hand Projektkonsortien aus mehreren Unternehmen und mehreren Forschungseinrichtungen fördert. Forschung am FZI ist somit primär auf industrielle Nutzbarkeit und praktische Umsetzung ausgerichtet – wo es noch der Grundlagenforschung bedarf, geschieht dies an den universitären Instituten der beteiligten Direktoren.

Auch praxisnahe Forschung kann hohen wissenschaftlichen Ansprüchen genügen und muss dies auch nach dem Verständnis des FZI. Ein FZI-typisches Forschungsprojekt zeichnet sich üblicherweise durch die Entwicklung neuer Methoden und ihre (prototypische) Realisierung aus. Auch die Anpassung existierender Methoden an aktuelle Anwendungsfelder und vor allem an neue Anwendungsanforderungen ist häufig Bestandteil der vom FZI betriebenen Forschung. Mit diesem Anspruch an sich selbst setzt sich das FZI von mancher am Know-how-Transfer-Markt tätigen Institution ab. Und nur diese wissenschaftliche Ausrichtung der Projekte ermöglicht auch die Weiterqualifizierung unserer Mitarbeiter durch die Promotion, welche ein wesentliches Merkmal der Forschungsarbeit am FZI darstellt.

In vielen Fällen ergeben sich aus dem permanenten Dialog von FZI und Partnerunternehmen weitere Projektideen in den unterschiedlichsten Kontexten. Sei es auf gemeinsamen Veranstaltungen mit dem Förderverein des FZI, beim regelmäßigen bilateralen Gedankenaustausch oder auf Fachtagungen und Kongressen – die FZI-Forschung hat stets den Finger am Puls der Zeit. Durch diesen Austausch erhalten auch unsere Forschungspartner aus der Wirtschaft aus erster Hand Einblick in die neuesten Entwicklungen sowie Hinweise auf aussichtsreiche Wachstumschancen.

30 Jahre erfolgreiche Existenz belegen, dass das FZI mit dieser Forschungsstrategie sehr gut fährt. Mit trockenen Statistiken ließe sich das an dieser Stelle leicht untermauern. Anschaulicher sind aber eine Reihe konkreter Beispiele ...

Technologien aus dem FZI – in den 80ern entwickelt, heute noch gefragt

Ende der 80er-Jahre lag ein fachlicher Schwerpunkt auf der Kommunikation für die Fabrik und dort insbesondere der PROFIBUS-Entwicklung. Über mehrere Jahre erfolgte diese unter Federführung des FZI in Kooperation mit zahlreichen Firmen der Automatisierungstechnik. Im Jahr 1990 mündete die Kooperation in einer DIN-Norm und dem Aufbau des PROFIBUS-Zentrums, welches über viele Jahre Hersteller und Anwender am FZI zusammenführte.

Über 20 Jahre später griff das FZI das PROFIBUS-Thema wieder auf – und ist seit kurzem akkreditiertes Kompetenzzentrum und Testlabor für den Kommunikationsstandard PROFIBUS der PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). Ein gelungenes Beispiel für die Nachhaltigkeit von Informatik-Themen und -Entwicklungen!

In den 90er Jahren entwickelten sich unter anderem Umwelt-Informationssysteme zu einem markanten Anwendungsfeld des FZI. Dabei spielte die Kooperation mit Behörden wie der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) eine zentrale Rolle. Gemeinsam konnten Umweltinformationen aus verschiedenen Quellen integriert und Politik, Wirtschaft und Behörden sowie den Bürgern leicht zugänglich gemacht werden. Mit der Verwendung von WWW-Standards und Middleware-Lösungen zur Integration heterogener Datenbestände war das FZI auch technologisch an vorderster Front. Die Arbeiten führten 1997 zur Ausgründung des Unternehmens Disy Informationssysteme. Auch aktuell ist Disy Kooperationspartner in einem Big-Data-Projekt, das innovative Methoden für die Analyse und Entscheidungsfindung im Umweltbereich entwickeln wird.

Schon früh dem Internet der Dinge auf der Spur

Heute spricht man vom „Internet der Dinge“, vor kurzem noch vom „allgegenwärtigen Computer“. Beiden gemeinsam ist, dass in physische Systeme eingebettete Rechner- und Speicherchips ihnen eine gewisse Intelligenz verleihen. Mit diesen eingebetteten Systemen beschäftigt sich das FZI schon seit den 90er-Jahren, und dies schwerpunktmäßig mit der Entwurfsseite. Es galt und gilt, Methoden zu entwickeln, die einen durchgängigen rechnergestützten Entwurf eingebetteter System ermöglichen und schon in frühen Phasen der Systementwicklung eine Überprüfung wesentlicher Systemeigenschaften erlauben.

Zwei Beispiele mögen dies illustrieren. Wohl bekannt und auch persönlich erlebbar ist, dass die Zahl der Steuerrechner im Automobil drastisch zunimmt – und dies inzwischen auch bei der unteren Preisklasse, nachdem die Premiumklasse den Vorreiter machte. Am FZI entstand dazu das Werkzeug PREEvision für die Beschreibung und Optimierung der Elektrik/Elektronik-Architekturen in Kraftfahrzeugen, dies in enger Kooperation mit der Daimler AG. Es ist heute weltweit bei Automobilherstellern und Zulieferern im Einsatz. Methoden und Werkzeuge wurden von dem ausgegründeten Unternehmen aqintos GmbH (inzwischen zu Vector Informatik GmbH gehörig) weitergeführt.

Auch auf dem Gebiet der industriellen Messtechnik und der kontinuierlichen Erfassung von Vitalparametern des menschlichen Körpers hat das FZI die Entwicklung von Hardware und Software für eingebettete Systeme bis zu Serienprototypen vorangetrieben. Daraus ergab sich inzwischen die erfolgreiche Ausgründung von mittlerweile fünf Firmen mit über 60 Mitarbeitern (Elovis GmbH, Movisens GmbH, Nubedian GmbH, Corevolution GmbH, easierLife GmbH).

Rund um das Internet der Dinge nehmen Fragen der Sicherheit eine ganz neue Dimension an – dies auch für das FZI. Jüngste Auszeichnung erfuhren FZI und KIT gemeinsam mit dem Partner Wibu-Systems AG mit dem ersten Platz beim 5. Deutschen IT-Sicherheitspreis der Horst Görtz Stiftung für das innovative Sicherheitsverfahren Blurry Box®.

Software und Wissensmanagement – stets als Fundament verstanden

Seit jeher spielen der Entwurf und die Wartung bzw. Sanierung komplexer Softwaresysteme eine wichtige Rolle in den Kooperationsprojekten des FZI. Das be-

gann mit Methoden und Werkzeugen für die Analyse existierende Softwaresysteme und deren Bewertung mit Metriken, um darauf basierend dann die Software in eine flexible und wartbare Zielstruktur zu überführen. Diese Arbeiten werden bis heute kontinuierlich, bspw. im KoPL-Projekt für die Produktlinienkonsolidierung, weitergeführt und schwerpunktmäßig auf die durchgängige Betrachtung von Systemeigenschaften, insbesondere schon in frühen Entwurfsphasen, ausgerichtet. Dabei spielt der Aspekt der Vertrauenswürdigkeit der Qualitätseigenschaften einer Software (bspw. Zuverlässigkeit, Rechtzeitigkeit, Ressourcennutzung, Sicherheit) eine zentrale Rolle. Die Entwicklungen mündeten in den seit 2007 am FZI weiterentwickelten Palladio-Ansatz zur Softwarearchitekturanalyse.

Ein Leben ohne IT ist zwar möglich, aber zunehmend beschwerlich. An diesem Trend ist das FZI nicht ganz unschuldig – im Gegenteil: Unser Leben hat sich durch IT und das FZI in den vergangenen drei Jahrzehnten radikal verändert.

Als Querschnittstechnologie dockt IT an zahlreiche Wissenschaftsbereiche an. In diesem Zusammenhang steht das FZI für einen einzigartigen Technologietransfer. Permanent entstehen aus Ergebnissen in der Forschung Innovationen für den Alltag.

Davon profitiert die CAS Software AG gleich doppelt: Zur Erfolgsgeschichte der CAS Software gehört es, dass bisher über zehn PostDocs ihren Weg zu Führungspositionen bei CAS gefunden haben und die Entwicklung einzigartiger Lösungen gestalten.

Martin Hubschneider
Vorstandsvorsitzender,
CAS Software AG



Das FZI ist zweifellos am Puls der Zeit: Das zeigt aktuell zum Beispiel das neue Security-Kompetenzzentrum. Eine der nächsten Themen der Forscher und Forscherinnen wird sein, die digitale Souveränität Europas voranzutreiben und den Wandel zu digitalen Unternehmen zu unterstützen.

Wir wünschen dem FZI und allen Partnerfirmen aus dem Förderverein auch in Zukunft spannende Aufgaben und inspirierende Erkenntnisse.

Auch die Forschung im Kontext semantischer Technologien hat eine lange Tradition am FZI. Bereits in den 90er Jahren entwickelte sich dieser Forschungszweig zunächst in der damaligen Datenbankgruppe und ab 2001 durch den Aufbau der Forschungsgruppe Wissensmanagement. Mit diesem Forschungsschwerpunkt konnte sich das FZI als eines der international anerkannten Forschungsinstitute in diesem Themenbereich etablieren. Eine der bedeutendsten Aktivitäten war die Mitarbeit des FZI im Leuchtturmprojekt THESEUS (2007 bis 2012), bei dem das FZI einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung von Basistechnologien für Ontologie-Management leistete. Auch ak-

tuell werden semantische Technologien, insbesondere verknüpft mit Web 2.0-Methoden, als Basistechnologien in einer Vielzahl von Kooperationsprojekten mit der Industrie verwendet, z. B. durch den Einsatz vom Semantic MediaWiki.

Mit der Zukunft auf Augenhöhe – in der Cloud, im Auto, im Alter

Der Erfolg des FZI beruhte immer darauf, frühzeitig die neuen Themenfelder zu identifizieren, zu erforschen und auszugestalten, die nicht nur für die Wett-

„Die Technik von heute ist das Brot von morgen – die Wissenschaft von heute ist die Technik von morgen.“
Richard von Weizsäcker

Auch 1&1, als technologisch getriebener Internet-Service-Provider, baut auf die Technik von morgen. Das FZI ist hierfür ein essentieller Partner. Vor dem Hintergrund einer starken Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren gratuliere ich dem FZI zu 30 erfolgreichen Jahren Technologietransfer.

Zusammenarbeit mit dem FZI bedeutet für uns insbesondere „Wissenstransfer über Köpfe“. Die gute universitäre Anbindung des FZI hilft uns, uns einer exzellent ausgebildeten Zielgruppe als attraktiver Arbeit- und Chancengeber zu präsentieren. Sie ermöglicht uns umgekehrt auch die wissenschaftliche Integration unserer bestehenden Mitarbeiter am FZI. In der Praxis trägt das mit dem FZI aufgebaute Technologie-Know-how dazu bei, unsere Kunden besser zu

Dr. Gunter Eberling

Bereichsleiter Kundenmanagement Hosting,
1&1 Internet AG



verstehen und dadurch immer bessere Services anbieten zu können.

Die Kooperation über Personen und konkrete Projektergebnisse hinaus findet eine Plattform im Rahmen der seit 2001 bestehenden Mitgliedschaft von 1&1 im Förderverein des FZI.

Ich wünsche dem FZI für die Zukunft viele spannende Forschungsfragen und freue mich auf die weitere Zusammenarbeit.

bewerbsfähigkeit von Unternehmen, sondern vor allem auch für die Gesellschaft von zentraler Bedeutung sind. Das muss auch so für die Zukunft gelten.

So wird das Thema Cloud Computing seit 2008 am FZI sowohl methodisch in der Forschung als auch in innovativen Anwendungen systematisch weiterentwickelt. Fragestellungen waren und sind die Sicherstellung von Qualitätseigenschaften wie sie typischerweise in einem SLA (Service Level Agreement) festgelegt werden, sowie Fragen rund um das Thema Datenschutz und Interoperabilität. In einem seiner größten Industrieprojekte half das FZI den Deutsche Telekom Laboratories vier Jahre lang dabei, das Thema Cloud Computing im Konzern Deutsche Telekom zu verankern. Über die Projektlaufzeit wurden zwei Studien

in Zusammenarbeit mit weiteren Projektpartnern wie Intel erstellt, die international große Beachtung fanden. Außerdem wurden zwei vom FZI erarbeitete Projektergebnisse direkt von den Geschäftseinheiten der Deutschen Telekom in Produkte umgesetzt.

Auch die Themen Fahrerassistenz und autonomes Fahren als für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie wichtiges Forschungs- und Entwicklungsgebiet verlangt nach einer schnellen Überführung von Erkenntnissen der Grundlagenforschung in Produktbeiträge. Sie werden am FZI aktuell in einer ganzen Reihe von Kooperationsprojekten mit der Industrie bearbeitet. Stellvertretend sei hier die Zusammenarbeit der Daimler AG, des FZI und des KIT genannt, die einen Meilenstein im autonomen Fahren

Ferdinand Redtenbacher, Professor am Polytechnikum Karlsruhe und Begründer des wissenschaftlichen Maschinenbaus, schrieb: „Die Mathematik ist kein Luxus, man kann mit derselben in dem Maschinenbau etwas leisten, vorausgesetzt, dass man vom Praktischen was versteht und genau weiß, was fürs Leben notwendig ist.“

Wissenschaft praxistauglich zu machen und in der Anwendungspraxis mit wissenschaftlicher Durchdringung Verbesserungen zu erwirken ist beste Karlsruher Forschungstradition. In dieser Tradition steht das FZI seit 30 Jahren.

andrena profitiert davon. Wir haben gemeinsam Lösungen für die mittelständische Industrie entwickelt. Wir haben ge-

Matthias Grund
Gründer und Vorstand,
andrena objects ag



meinsam geforscht zur Qualitätsmessung von Software, zur Verbindung von modellgetriebener Entwicklung mit Agilität. Know-how Träger aus dem FZI unterstützen unsere Innovationen. Gemeinsam mit FZI-Experten organisieren wir Foren des Austauschs wie den Karlsruher Entwicklertag. Das FZI ist für den Karlsruher IT-Mittelstand ein wichtiger Standortfaktor.

setzen konnte. Im September 2013 konnten die Forscher eine Mercedes-Benz S-Klasse autonom entlang der historischen Bertha-Benz-Route von Mannheim nach Pforzheim schicken. Während bisher autonomes Fahren auf aufwändigen Sensorsystemen wie Laserscannern beruhte und hochgenaue Satellitenortung benötigte, konnte in diesem Projekt autonomes Fahren erstmals mit seriennahen kamera- und radarbasierten Sensorsystemen realisiert werden. Dafür, dass das Fahrzeug auf die von seinen Sensoren gelieferten Daten angemessen reagiert, sorgt ein Verfahren zur Trajektorienplanung, das Daimler, KIT und FZI zusammen erarbeiteten. Schon heute können aus der gemeinsamen Forschung vom FZI und seinen Partnern Fahrerassistenzfunktionen abgeleitet werden, die den Komfort und die Sicherheit unseres Straßenverkehrs erhöhen.

Das FZI ist einer der Vorreiter bei der Entwicklung und praktischen Erprobung smarter Umgebungen, um älteren Personen ein längeres Verbleiben in ihrer vertrauten Wohnumgebung zu ermöglichen (Ambient Assisted Living/AAL). Wesentliches Merkmal der Arbeiten am FZI ist die integrierte Betrachtung technischer, organisatorischer und menschlicher Aspekte, um Lösungen zu entwickeln, die Akzeptanz bei den Beteiligten finden. So erzielte das FZI bspw. mit dem FZI Living Lab Ambient Assisted Living große Erfolge: Das Sozialministerium Baden-Württemberg beauftragte das FZI mit dem Aufbau und Betrieb einer rollenden Ausstellung, die seit 2012 im deutschsprachigen Raum tourt. Das BMBF beauftragte die Entwicklung einer nationalen Referenzdatenbank. Mit dem Wirtschaftsministerium rief das FZI die Initiative „Smart Home & Living“ ins Leben und entwarf eine Agenda für die zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsansätze im Land. Im EU-Projekt UniversAAL beteiligte sich das FZI erfolgreich mit an der Entwicklung europaweiter Referenzarchitekturen für AAL-Systeme. Derzeit sind bereits eine Vielzahl an Wohnungen und Pflegeheimen in Deutschland mit

diversen technischen Assistenzsystemen des FZI und deren Spin-Offs ausgestattet, die eine sicherere und komfortablere Umgebung bieten.

Eine Zukunft voller Energie

Auch im Anwendungsfeld Energie setzt das FZI Themenschwerpunkte wie bspw. den Fokus auf IKT-Aspekte bei der Umsetzung der Energiewende. Das FZI House of Living Labs demonstriert dabei in einzigartiger Weise das Zusammenspiel von dezentraler Energieerzeugung, Gebäude-Energiemanagement und intelligentem Lademanagement von Elektrofahrzeugen. Die FZI Living Labs smartEnergy und smartHome/AAL zeigen gleichzeitig die Potenziale der Verbindung von thermisch/elektrischem Energiemanagement mit Hausautomatisierung und speziell mit den vielfältigen Diensten des Ambient Assisted Living. Diese Labs liefern die Basis für mehrere Kooperationen mit der Industrie, beispielsweise mit der E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH, einem Unternehmen für die Steuerung von Haushaltsgeräten, sowie mit Firmen wie der ABB AG oder der BMW AG. Auch bei der erfolgreichen Etablierung des Spitzenclusters Elektromobilität Süd-West, an dessen Projekten das FZI intensiv beteiligt ist, waren diese Labs ein wichtiger Baustein.

Viele Profiteure – und das soll so bleiben!

30 Jahre erfolgreiche Forschungszusammenarbeit zwischen dem FZI und der Wirtschaft, illustriert an einigen ausgewählten Themenfeldern und Projekten, waren nur möglich, weil das FZI stets Kontinuität in den Forschungs- und Entwicklungsthemen mit dem Aufgreifen und Gestalten neuer Themenfelder zu kombinieren wusste. Gewonnen haben unsere Industriepartner, weil wir unsere Themen an ihren Bedürfnissen ausgerichtet haben und auf die Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit geachtet haben.



Gewonnen hat aber auch das FZI, dessen Arbeiten ist stets hohen wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht werden sollen. Technologietransfer darf deshalb keine Einbahnstraße sein. In der Informatik und in den Ingenieurwissenschaften kommen die spannendsten Ideen für die Forschung oft aus der industriellen Praxis, vor allem dann, wenn sie auf hartnäckige technische Widerstände stoßen, die nicht so einfach mit pragmatischen Lösungen zu überwinden sind, sondern erst einmal einer wissenschaftlichen Durchdringung bedürfen. Letztlich ist es dieser Kreislauf von der Wissenschaft in die Praxis und von dort zurück in die Wissenschaft, der das Geheimnis des Erfolges des FZI ausmacht.

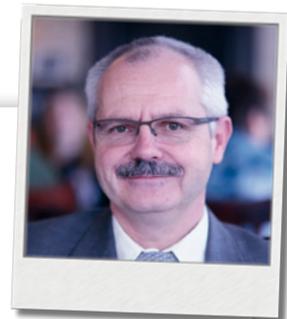
Gewonnen hat schließlich auch die universitäre Welt und besonders auch die akademische Lehre, mit denen das FZI eng verzahnt ist. Doktoranden am FZI und an den universitären Lehrstühlen, Bachelor- und Master-Studenten mit ihren Abschlussarbeiten und ganz allgemein Studierende sind nur zu begierig, sich neuen und herausfordernden Fragestellungen zu widmen. Und wenn die Ergebnisse dann Nutzen bei den Partnern aus der Wirtschaft beweisen, ist das Erfolgserlebnis komplett!

„One of the reasons why the expression „software industry“ can be so misleading is that a major analogy with manufacturing fails to hold: in software, it is often the poor quality of the „product“ that makes it so expensive to make! In programming, nothing is cheaper than not introducing the bugs in the first place.“
EW Dijkstra - Beyond calculation, 1997 - Springer

In den langen Jahren der Zusammenarbeit mit dem FZI hat die ABB Forschung in vielen bilateralen oder öffentlich geförderten Projekten die „software industry“-Aspekte der unternehmensweiten Systemarchitekturen und Eingebetteten Systeme zum beidseitigen Nutzen bearbeitet. Praxisnah, durch die vielen Industriekontakte des FZI, wissenschaftlich an der Spitze der Informatik, durch die Verflechtung mit den

Dr. Christian Zeidler

Department Manager „Industrial Software and Applications“, ABB
Forschungszentrum Deutschland



KIT-Informatiklehrstühlen, sind Lösung und Erkenntnisse erarbeitet und unmittelbar in ABB Produkten eingesetzt worden. Dabei haben wir jenseits der reinen Informatik Felder der Elektronik, Gebäudeautomation und Logistik bearbeitet. In all den Facetten haben wir erfolgreich viele Anwendungsdomänen und die Informatikkompetenz des FZI nachhaltig genutzt. Dies wird eindrucklich in der über 20-jährigen kontinuierlichen Arbeitsbeziehung dokumentiert.



FZI Living Labs

FACHÜBERGREIFENDES WISSEN AUS DEM HAUS HERAUS

Fachübergreifende Zusammenarbeit ist ein immanentes Markenzeichen des FZI – heute und auch schon in den letzten 30 Jahren. Für die Wirtschaft – ob innerhalb des Unternehmens oder über Unternehmensgrenzen hinweg – ist solche Zusammenarbeit heute schiere Notwendigkeit, will man größere Innovationssprünge leisten. Doch wie schafft es das FZI, seine Interdisziplinarität so darzubieten, dass sie für seine Partner aus der Wirtschaft greifbar und nutzbar wird? Ein probates Mittel sind natürlich immer Verbundvorhaben, in denen die unterschiedlichsten Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit unterschiedlichen Gruppen aus dem FZI zusammenwirken. Solche Vorhaben sind in der Regel jedoch mittel- oder gar langfristig angelegt. Für den schnellen anwendungsorientierten Erfolg hat das FZI für sich ein neues Instrument geschaffen: das FZI House of Living Labs (HoLL).

Unter seinem Dach vereinigt das HoLL aktuell acht Labore, die allesamt Systemlösungen propagieren, also Lösungen, die ohne das Zusammenwirken mehrerer Disziplinen nicht denkbar sind. Die Labore des HoLL sind auf partizipative Forschungsprojekte ausgelegt, in denen Wissenschaftler aus dem FZI gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft und Gesellschaft Innovationen schon kurzfristig entwickeln, überprüfen und demonstrieren können – daher auch der Name „Living Labs“.

Der Grundstein – die Installation erster Labore

Partizipative Forschung ist für das FZI an sich nichts Neues: Die Anfänge reichen 25 Jahre zurück. Beginnend um 1990 wurden erste Labore am FZI installiert, in denen die gemeinsame Forschung gelebt wurde und in denen neue Technologien, Anwender und Anwendungsumgebungen den Mittelpunkt der gemeinsamen Entwicklung von Innovation bildeten. Kerngedanke der Forschungs- und Demonstrationslabore war neben der praktischen Demonstration und Nutzung von

Ergebnissen und Prototypen die Einbeziehung von Kooperationspartnern in die Forschungs- und Entwicklungsprozesse. So wurde insbesondere den KMU durch das FZI der direkte Zugang zu neuen Technologien und somit deren unmittelbares, praktisches Erfahrung ermöglicht. Damit besaß das FZI vorausschauend die richtigen Konzepte für den im Laufe der 90-er Jahre aufkommenden Trend: ein zunehmend steigender Anteil von IT an den Gesamtentwicklungstätigkeiten in unterschiedlichen Anwendungsbereichen, wie etwa in der industriellen Automation oder im Automotive-Sektor, und damit auch ein zunehmender Bedarf an fachübergreifendem Denken.

Allerdings waren die Labore damals doch noch eher technologieorientiert. Um einige der Labore zu nennen: Mit dem Software-Labor bot das FZI den Anwendern aus der mittelständischen Industrie Verfahren und Werkzeuge in den Bereichen Software-Konstruktion, Datenbanken und Mehrwertnetze und -dienste an. Das Computer-Aided-Technologie-Labor bot Einblicke in die Realisierung von durchgängigen CAD/CAM-Verfahrensketten, die vom CAD-Modell bis zur



Living Labs gestern: Das PROFIBUS-Labor 1990 – schon damals Anlaufstelle für alles, was Rang und Namen in der Fabrikautomatisierung hatte.

Steuerung von Werkzeugmaschinen reichten. Zur Entwicklung anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen stand am FZI das ASICS-Entwurfslabor zur Verfügung, in dem vollständige Entwurfsabläufe von der technologieunabhängigen Schaltungsspezifikation bis zur Implementierung in unterschiedliche Zieltechnologien ermöglicht wurden. Und im KI-Labor und -Demonstrationszentrum konnten sich kleinere und mittlere Unternehmen bei der Einführung von Techniken rund um die Künstliche Intelligenz in ihr Unternehmen beraten und schulen lassen.

Lange noch bevor Industrie 4.0 in aller Munde war, eröffnete das FZI das PROFIBUS-Zentrum, ein realitätsnahes Multivendor-Testfeld, das KMU als Grundlage für Praxistests diente und in dem Geräte und Werkzeuge im Bereich der intelligenten, feldbusfähigen Automatisierungskomponenten weiterentwickelt

wurden. In damals einmaliger Weise brachte das FZI Hersteller und Anwender zu einem fruchtbaren Dialog zusammen.

Von der Technologie- zur Anwendungsorientierung, von der Technologiesicht zur Systemsicht

Anfang der 2000er Jahre wurde die wachsende Rolle der Informatik als Querschnittsdisziplin immer markanter. Anwendungsprobleme rückten in den Vordergrund, ihre Lösungen verlangten nach multidisziplinären Ansätzen – und auch die Partner des FZI kamen vermehrt aus Anwenderbranchen. Diesem Wandel folgten die Labore. Nach und nach wurden die früheren Labore erweitert, ersetzt und ergänzt. Im April 2012 wurden sie schließlich unter dem Dach des FZI House of Living Labs zusammengeführt.

Living Labs heute: Das PROFIBUS-Testlabor als Teil des Labors smartAutomation – noch näher an der modernen Technologie, noch näher am Mittelstand.



Zuallererst möchte ich dem FZI im Namen der PROFIBUS Nutzerorganisation (PNO) die allerbesten Glückwünsche zum 30-jährigen erfolgreichem Wirken auf dem „wissenschaftlichen Markt“ der Informatik und Informationstechnik überbringen. Seit Beginn arbeitet das FZI an unseren Themen aktiv mit. So wurde als Vertrauensbeweis bereits in 1994 in dem früheren Forschungsbereich Mikrorechner-technik ein PROFIBUS-Testlabor der PNO eingerichtet – bei dem ich damals als FZI'ler mitwirken durfte –, welches in 2013 beim Forschungsbereich ESS wieder aktiviert wurde. Die industrielle Kommunikation ist ein Schlüsselthema in der Industrieautomation und wird zum Enabler für Automatisierungssysteme der Generation „Industrie 4.0“. Embedded Systeme steuern die automatisierte Produktion aus,

Dr. Peter Wenzel
Geschäftsführer, PROFIBUS
Nutzerorganisation e.V.



und kooperieren dabei mit Hilfe von Kommunikationssystemen wie PROFIBUS und PROFINET. Dies sind Themen die uns, die PNO, mit dem FZI seit langem verbinden. Mit der Einrichtung der Living Labs am FZI besteht nun ein noch größeres Potenzial, die fruchtbare Zusammenarbeit zu intensivieren und so den technischen Fortschritt in Richtung smartAutomation mit zu treiben.

Mit dem HoLL stellt das FZI seinen Partnern eine neuartige Forschungsumgebung zur Verfügung, die auf über 2.500 qm mitten in der IT-Region Karlsruhe die Innovationsschmiede für den baden-württembergischen Mittelstand verkörpert.

Im HoLL wird der Forschungsansatz der Living Labs als Mittel zur partizipativen Forschung mit Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft praktiziert und wesentlich erweitert: Der fachübergreifende Technologietransfer wird über Domänengrenzen hinweg gelebt. Innovationen, die vornehmlich an den Schnittstellen der Disziplinen (z. B. Automotive, Energie, Automation, Service Robotics, Ambient Assisted Living etc.) entstehen, können durch den domänenübergreifenden Austausch der im HoLL arbeitenden Experten vereinfacht identifiziert werden. Neue Informatik-Anwendungen werden hier von Forscherinnen und Forschern des FZI gemeinsam mit Partnern entwickelt, erprobt und zur Marktreife geführt. Die innovative Umgebung unterstützt sie in ihrer anwendungsorientierten Forschung, Evaluation und Entwicklung durch modernste technische Ausstattung mit mobilen und stationären Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Spitzentechnologie der Domänen Mobilität, Gesundheitswesen, Energie, Automatisierung und Gebäudetechnik.

Acht Living Labs – unsere Gesellschaft in die Zukunft begleitend

Derzeit betreibt das FZI acht Living Labs:

- smartAutomation
- Service Robotics
- smartEnergy
- smartHome/AAL
- mobileIT/mobileBusiness
- smartSecurity
- smartMobility
- Automotive

Das FZI Living Lab smartAutomation ist sozusagen die Neuauflage des PROFIBUS-Zentrums. Dort wird neben der PROFIBUS-Zertifizierung die Weiterentwicklung einer Vielzahl vernetzter Lösungen für die industrielle Automatisierung inklusive der eingebetteten Sicherheit der Systeme vorangetrieben.

Eine lange Historie hat die Service-Robotik, in der schon immer Technologien für verschiedene Anwendungen erforscht, entworfen und gebaut wurden, so z. B. Miniaturroboter zur Inneninspektion von Rohrleitungen oder mobile Roboter für die Transportautomatisierung. Das FZI entwickelte diese hochkomplexen Technologien kontinuierlich in Eigenarbeit und in intensiver Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Kooperationspartnern weiter und transferierte die Ergebnisse erfolgreich in die industrielle Praxis.

Die Erfolge waren und sind beeindruckend. Die autonomen Laufmaschinen, heute in der fünften Generation, wurden fit gemacht für die Exploration in komplexen Umgebungen wie beispielsweise nach einer Naturkatastrophe. Teilautonome Systeme erhielten Einzug in die Pipeline- und Kanalinpektion. Die fahrerlosen Transportsysteme des FZI wurden in der Krankenhaus-Intralogistik eingesetzt, FZI-Manipulationssysteme werden für Weltallanwendungen vorbereitet und die adaptiven mobilen Service-Roboter sind gegenwärtig flexible industrielle Helfer oder dienen künftig als Assistenzroboter im Alltag. Mit dem ersten ARMAR-Roboter (2001) oder dem autonomen Smart (2004) setzte das FZI aber auch in Kooperation mit dem KIT den Grundstein für neue Forschungsrichtungen im Bereich Humanoide Roboter und Kognitive Automobile.

Zu unseren jüngsten Kindern zählt das smartEnergy-Labor. Sein Anwendungsfeld spiegelt in idealer Weise die interdisziplinäre Arbeitsweise am FZI wider: Zur Erarbeitung tragfähiger Lösungen ist die Zusammen-

arbeit einer Vielzahl von Disziplinen notwendig, da nur so praxistaugliche Methoden und Anwendungen entwickelt werden können. Das Labor demonstriert dabei in einzigartiger Weise das Zusammenspiel von dezentraler Energieerzeugung, Gebäude-Energiemanagement und intelligentem Lademanagement von Elektrofahrzeugen. Dort arbeitet beispielsweise ein Hersteller von weißer Ware gemeinsam mit dem FZI daran, Haushaltsgeräte herstellerunabhängig in ein intelligentes Gebäude-Energiemanagement-System einzubinden, um die Vision eines „Smart Home“ ohne proprietäre Vernetzungstechniken einzelner Anbieter Wirklichkeit werden zu lassen. Vor allem kümmern wir uns mit diesem Labor aber um das Energiemanagement in Bürogebäuden.

Auch schon eine gewisse Tradition hat unser FZI Living Lab smartHome/AAL. Mit ihm gelingt der Technologie- und Wissenstransfer nicht nur in die Industrie oder in die Wissenschaft, mit diesem Labor ist unsere Anwendungsforschung längst auch in der Gesellschaft angekommen. So wurde jüngst im Rahmen eines Projekts mit dem Sozialministerium Baden-Württemberg eine mobile Modellwohnung konzipiert. Ausgerüstet mit bereits am Markt erhältlichen und – oftmals am FZI entwickelten – technischen Assistenzlösungen fährt die rollende Ausstellung quer durch Deutschland und klärt über die Potenziale neuer Pflorgetechnik, Produkte, Dienstleistungsangebote und Lösungen auf. So sollen bei der Bevölkerung und insbesondere auch bei Fachkräften im Gesundheitswesen Berührungsängste abgebaut werden.

Seit mehr als zwei Jahren arbeiten Mitarbeiter der E.G.O.-Gruppe und des FZI sehr erfolgreich an der Verbindung von intelligenten Hausgeräten mit dem integrierten Energiemanagementsystem von Gebäuden. Die vorhandene Infrastruktur des „FZI Living Labs smart Energy“ im „FZI House of Living Labs“ stellt für die intensive Kooperation eine wesentliche Basis dar.

Insbesondere ermöglicht es den Entwicklern der E.G.O.-Gruppe und des FZI gemeinsam, unterschiedliche Szenarien zur Integration von Komponenten in einem innovativen Umfeld zu erproben. Die verwendeten Technologien werden schließlich im Rahmen der gemeinsamen Forschungsarbei-

Martin Wagner

Vice President Innovation/
Research & Development,
E.G.O. Elektro-Gerätebau
GmbH



ten kontinuierlich den Anforderungen angepasst. So fließen die Erkenntnisse aus der Forschung direkt in die Praxis – ein gutes Beispiel einer praxisnahen und schnittstellenübergreifenden Forschung.



Living Labs – alltagsnah die Zukunft mitgestalten

Man darf die Labore nicht nur isoliert betrachten. Viele Probleme brauchen Lösungen aus mehr als einem Labor. So zeigen die FZI Living Labs smartEnergy und smartHome/AAL beide die Potenziale der Verbindung von thermisch/elektrischem Energiemanagement mit Hausautomatisierung und speziell mit den vielfältigen Diensten des Ambient Assisted Living, aber auch für die weiteren Labore smartMobility, smartSecurity oder Automotive.

Das Alleinstellungsmerkmal des FZI House of Living Labs ist die Möglichkeit, über mehrere der acht verschiedenen Living Labs hinweg vollständige Abläufe des alltäglichen Lebens abzubilden. Durch diese Abbildung der Lebens- und Arbeitswelt des 21. Jahrhunderts werden domänenübergreifende Dialogsituationen geschaffen, welche die Generierung von Innovationen wesentlich unterstützen.

Reale Anwendungsumgebungen, ausgestattet mit neuester Software- und Hardwaretechnik und durchgehend vernetzt, exzellentes wissenschaftliches Know-how, Methodensets, Technologieportfolio, Partnernetzwerke und Akzeptanzprüfung mit Technologieanwendern – das sind die Stichworte zu den strategischen F&E- Partnerschaften, die das FZI mit den FZI Living Labs Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen anbietet.

Das FZI und KUKA verbindet eine langjährige, erfolgreiche Zusammenarbeit im Bereich der Robotik, insbesondere der mobilen Manipulation. Die Technologieentwicklung der KUKA beschäftigt sich mit neuen Technologietrends und dem Technologietransfer aus der Forschung in die Industrie. Das FZI ist ein idealer Gegenpart und ermöglicht es, die Wertungskette von der universitären Forschung in Richtung Produktisierung zu schließen. Hierzu dienen sowohl öffentlich geförderte Projekte auf europäischer oder Bundesebene als auch bilaterale, von KUKA finanzierte Industrieprojekte.

Mit dem FZI Living Lab bietet das FZI eine hervorragende Infrastruktur, Platz und Ausstattung, um anspruchsvolle

Uwe Zimmermann

Projektmanager,
KUKA Laboratories GmbH



Robotiklösungen erarbeiten und erproben zu können, gerade auch abseits der klassischen Industrierobotik. Darüber hinaus schätzen wir die Kompetenz und das Engagement der Mitarbeiter, mit denen wir durch über Jahre gewachsene persönliche Kontakte sehr gut zusammenarbeiten.



Netzwerke

GEMEINSAM SIND WIR NOCH STÄRKER

Das FZI ist vor dreißig Jahren als Forschungs- und Transfereinrichtung für Informations- und Kommunikationstechnologien in Baden-Württemberg gegründet worden. Transfer bedarf aber, um es neudeutsch zu formulieren, eines lebendigen Ökosystems. Zum Ökosystem gehören natürlich die Empfänger der Transferleistungen, die mit ihrem Wissen um den Markt und dessen Bedürfnisse wieder in das FZI zurückwirken, und Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen, mit den das FZI in guter akademischer Tradition in ständigem Wissens- und Erfahrungsaustausch steht. Dazu zählen ebenso die Gründerszene der Region, die das FZI mit fördern soll, andere Transfereinrichtungen mit vergleichbaren Aufgaben und auch Problemen oder industrielle Konsortien, mit denen man erst gemeinsam ehrgeizige Forschungs- und Entwicklungsaufgaben meistern kann. Die Pflege dieses Ökosystems liegt dem FZI sehr am Herzen.

Vom Projekt zum Innovationspartner

Das FZI ist seit seiner Gründung eng mit der Universität, dem heutigen Karlsruher Institut für Technologie (KIT), verbunden. An der damaligen Universität ins Leben gerufen, wurde das FZI von dort zum 1. Januar 1985 in die Selbstständigkeit entlassen. Seitdem ist das FZI als Innovationspartner des KIT im Bereich IT personell über einen Großteil seiner Direktoren eng mit der Einrichtung verzahnt. Durch neue Kooperationsformen mit Forschungspartnern aus der Wirtschaft wie Shared Professorships und Shared Research Groups, also Professuren oder Forschungsgruppen die gemeinsam von Industriepartner, KIT und FZI finanziert werden, wird das Zusammenspiel zwischen angewandter Forschung, Forschungstransfer und Lehre noch einmal deutlich intensiviert. Zu den eher klassischen Kooperationsformen gehören die rund 15 Promotionen pro Jahr, die aus Forschungsarbeiten am FZI hervorgehen, und die zahlreichen Abschlussarbeiten von Studierenden des KIT, die von Mitarbeitern des FZI betreut werden.

Gelebte Partnerschaften in Wirtschaft, Innovation und Transfer

Transfer über Köpfe, ein ständig wachsendes Alumni-Netzwerk, an die 40 Spin-Offs und eine Vielzahl von langjährigen Kooperationen mit Industriepartnern tragen zur Vernetzung des FZI bei. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Förderverein FZI Karlsruhe e.V., der aktuell ca. 90 Mitglieder zählt. Der Verein dient den Mitgliedern und den Wissenschaftlern des FZI als Plattform für einen intensiven Wissensaustausch zu methodischen, technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen rund um Innovationen mit Informatik. Der intensive Dialog mit den Fördervereinsmitgliedern ist bei der Bestimmung langfristiger, für die Praxis herausfordernder Fragestellungen ein sehr wichtiges Instrument und schafft kontinuierlich neue Impulse und wertvolle Innovationsideen. Unter den Mitgliedern sind zahlreiche starke IKT-Unternehmen aus der TechnologieRegion Karlsruhe.



Gleich von Anfang vernetzt mit der Wirtschaft: Gründungsveranstaltung des Fördervereins FZI unter dem erfolgreichen Unternehmer und langjährigen Förderer von FZI und Universität Gunther Schroff.

Als Gründungsmitglied des CyberForum e. V. ist das FZI eng mit dem inzwischen über 1000 Mitgliedern größten Hightech-IT-Netzwerk Deutschlands verbunden. Im Mittelpunkt der Aktivitäten des CyberForum e.V. steht der Austausch von Erfahrungen, Wissen, von Kontakten und Ideen. Neben zahlreichen gemeinsamen Initiativen haben FZI und CyberForum e.V. die Digitale Agenda 2020+ des Landes Baden-Württemberg entscheidend mitgestaltet und engagieren sich im ForwardIT-Prozess des Landes für die Umsetzung der Empfehlungen der Digitalen Agenda. Durch die gelebte Innovationspartnerschaft zwischen FZI und CyberForum e.V. sowie den im Rahmen des ForwardIT-Prozesses geplanten gemeinsamen Projekten wollen beide Partner den Grundstein zur Schaffung eines modularen IKT-Kompetenzzentrums zur nachhaltigen Stärkung der IKT-Branche in Baden-Württemberg legen und die interdisziplinäre Vernetzung innovativer Unternehmen und Forschungseinrichtungen vorantreiben.

Als IKT-Forschungsspitze in Baden-Württemberg ist das FZI als Mitglied in der Innovationsallianz innBW vertreten. Gemeinsam steht hier mit den zwölf außeruniversitären, wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen Baden-Württembergs ein Netzwerk von über 1100 hochqualifizierten Wissenschaftlern in den wichtigen Zukunftsfeldern Gesundheit und Pflege, nachhaltige Mobilität, Energie und Umwelttechnologie sowie Information und Kommunikation zur Verfügung. Mit rund 2.500 Forschungsprojekten stellen die Institute der innBW einen Leuchtturm an Innovation und Technologietransfer dar. Gemeinsam mit dem Ministerium für Finanzen und Wirtschaft des Landes Baden-Württemberg engagiert sich das FZI mit den weiteren Mitgliedsinstituten insbesondere für den Transfer von Spitzenforschung in die mittelständische Wirtschaft des Landes und trägt so entscheidend zur Zukunftssicherung des Wirtschaftsstandortes Baden-Württemberg bei.

Vernetzung auf kurzem Wege:
Universität, Fraunhofer IOSB,
CyberForum, Technologiefabrik
Karlsruhe und FZI in unmittelbarer
Nachbarschaft



Ich gratuliere den Gründern, Begleitern und MitarbeiterInnen des FZI zu ihrem Jubiläum. In den letzten 30 Jahren ist eine herausragende Forschungstransferinstitution mit deutschlandweiter Bedeutung entstanden, darauf können alle stolz sein.

Als Gründungsmitglied des CyberForum ist das FZI seit Jahren eng mit uns verbunden und für den IT-Standort Karlsruhe und Baden-Württemberg eine essenziell wichtige Einrichtung. In den letzten Jahren haben wir unsere Zusammenarbeit erfolgreich intensiviert und dadurch sehr wichtige Projekte für Baden-Württemberg, wie den Software-Cluster im Spitzenclusterwettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, gewinnen können.

David Hermanns
Geschäftsführer,
CyberForum e.V.



Für die Zukunft wird das FZI gemeinsam mit dem CyberForum eine in Deutschland einmalige enge Kooperation zwischen Technologietransferinstitution und mittelständischer IT-Wirtschaft aufbauen: mit der Gründung des House of IT des Landes Baden-Württemberg, das wichtige Impulse für den IT- und Gründerstandort leisten wird.

TechnologieRegion Karlsruhe (TRK) ist das FZI mit sechs führenden lokalen Einrichtungen, dem KIT, der Hochschule Karlsruhe, den Fraunhofer-Instituten für Chemische Technologie, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung und für System und Innovationsforschung sowie der IHK Karlsruhe und somit mit insgesamt mehr als 4000 Experten aus der Wissenschaft vernetzt. Ziel der Innovationsallianz TRK ist es, insbesondere kleinen und mittelgroßen Unternehmen aus der TechnologieRegion Karlsruhe über einen gemeinsamen Ansprechpartner bei der IHK Karlsruhe den Zugang zu Fachleuten aus Wissenschaft und Forschung zu vereinfachen.

Durch gemeinsame lokale und regionale Projekte kann so das FZI seine Kompetenzen immer wieder auch in seiner Heimatregion unter Beweis stellen. Dabei helfen auch persönliche Kontakte wie etwa beim Verein Angewandte Informatik Karlsruhe e.V., dem Freundeskreis der Fakultät für Informatik am KIT e.V., dem Verein der Karlsruher Software-Ingenieure e.V. und dem Automotive Engineering Network Südwest e.V..

Das FZI Forschungszentrum Informatik zeichnet sich durch ein herausragendes Engagement in zukunftsweisenden Fragen der Elektromobilität aus. Das System Elektromobilität basiert auf der Konvergenz der Branchen Automobil, Energie und Informations- und Kommunikationstechnologie. Die Mobilität der Zukunft ist autonom, elektrisch und vernetzt. Die damit verbundenen Herausforderungen sind ohne das Innovationsfeld IKT nicht zu lösen. Als Partner im Spitzencluster Elektromobilität Süd-West leistet das FZI einen wichtigen Beitrag zur Industrialisierung der Elektromobilität. Die Leitung des Innovationsfelds IKT liegt dort in sehr guten Händen. Darüber hinaus bietet das FZI motivierten Nachwuchskräften die Möglichkeit, sich an der Schnittstelle von IKT und Elektromobilität für zukünftige Aufgaben zu qualifizieren.

Franz Loogen

Geschäftsführer der e-mobil BW GmbH, Leiter des Cluster-managements des Spitzenclusters Elektromobilität Süd-West



Ich bin stolz, mit dem FZI einen vertrauensvollen Partner an der Seite zu haben, der mit Ehrgeiz und Weitsicht in viele Projekte zum Thema Mobilität der Zukunft eingebunden ist und dabei außerordentlich wertvolles Know-how sowie viel persönliches Engagement einbringt.

Herzlichen Glückwunsch zum 30-jährigen Bestehen, alles Gute für die Zukunft und auf eine weiterhin erfolgreiche Zusammenarbeit!



Auch auf nationaler Ebene ein gefragter Partner

National und international ist das FZI in vielen Organisationen und Verbänden vertreten. Stellvertretend seien hier die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE), der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) und das World Wide Web Consortium (W3C) genannt. Durch die Mitarbeit in Arbeitskreisen und durch Vorträge und Präsentationen auf Konferenzen, Veranstaltungen und Messen stellt das FZI seine Forschungsergebnisse und Kompetenzen auch regelmäßig einem breiten Publikum vor. Durch die Aktivitäten der Außenstelle des FZI in der Bundeshauptstadt Berlin werden die wichtigen Kontakte zu deutschlandweit agierenden Organisationen und Verbänden kontinuierlich ausgebaut und der Austausch mit den für die Arbeit des FZI bedeutenden Ressorts der Bundesregierung intensiviert.

Die letzten 30 Jahre ist das FZI beeindruckend gewachsen. Mit den Anwendungsfelder Wissen und Informationsdienste, Software-Entwicklung, Produktion und Logistik, Gesundheitswesen, Energie, Automation und Robotik, Mobilität und dem einzigartigen House of Living Labs ist das FZI mit 21 Forschungsfeldern bestens aufgestellt für die interdisziplinären Aufgaben, die uns heute herausfordern.

Seit 1984 begleitet der Förderverein das FZI mit seinem Netzwerk von Mitgliedsunternehmen. Deren Anforderungen lenken zukunftssträchtig Forschung und wissenschaftliche Fragestellungen im FZI. Dies eröffnet Synergien und globale Chancen für unsere Unternehmen, deren Mitarbeiter und die Region. Das House of Living Labs bietet neben Forschung

Oliver Winzenried

Vorstand der Wibu-Systems AG und Vorstand des Fördervereins FZI e. V.



und Entwicklung auch Evaluation in „real-life“ Szenarien und Sichtbarkeit.

Die Menschen am FZI mit ihrem Einsatz und den richtigen Strategien können stolz sein. Ich danke ihnen und wünsche ihnen und dem FZI für die Zukunft alles Gute. Herzlichen Glückwunsch zum Jubiläum!



FZI-Alumni

TECHNOLOGIETRANSFER ÜBER KÖPFE

Wie lockt man herausragende Absolventen als Mitarbeiter in das FZI? Zunächst einmal, indem man ihnen gute Chancen für eine Promotion einräumt und dies mit spannenden Themen, die fachübergreifend im Schnittpunkt von Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften liegen. Dann, indem man ihnen eine Tätigkeit verspricht, die Eigenforschung, Verbundforschung und direkte Auftragsforschung verbindet, ihnen die Kooperation mit der Universität, der Großforschung und mit kleinen, mittelständischen und großen Firmen ermöglicht und die Anwendungsorientierung ins Zentrum ihrer Arbeiten rückt – kurz: indem sie am ureigenen Auftrag an das FZI, dem erfolgreichen Technologietransfer, mitwirken. Und schließlich, indem man ihnen eine Karriere bietet, die sie für Führungspositionen in Wirtschaft und Wissenschaft befähigt.

Vom Wissenschaftler zur Führungskraft

Wie löst das FZI das Versprechen ein? Und wie profitiert die Wirtschaft hiervon? Die jungen, wissenschaftlichen Mitarbeiter am FZI wachsen durch projektorientierte Teamarbeit ganz selbstverständlich in die fachübergreifende und anwendungsorientierte Sichtweise hinein und leben und erleben ihre Mittlerrolle im Technologietransfer als eine spannende, aber zeitlich befristete Aufgabe. Ganz bewusst hat sich das FZI dafür entschieden, wissenschaftliche Mitarbeiter nur mit zeitlich befristeten Verträgen einzustellen. Wissens- und Kompetenztransfer geschieht am besten über Köpfe – und so sieht sich das FZI sozusagen als Durchlauferhitzer für junge Wissenschaftler, die sich nach Abschluss ihres Studiums im Rahmen einer Promotion oder in anspruchsvollen Forschungs- und Entwicklungsprojekten noch weiter qualifizieren möchten.

Viele unserer Mitarbeiter lernen in ihren durchschnittlich 5 Jahren bis zur Promotion nicht nur das

fundierte wissenschaftliche Arbeiten kennen, sondern auch was es heißt, in interdisziplinären Teams unter großem Zeitdruck und stringenter Qualitätssicherung herausfordernde Projekte erfolgreich abzuschließen. Schon nach relativ kurzer Zeit wachsen sie dann auch in Projekt- und Budgetverantwortung hinein. Nach einigen Jahren sind sie so mit ihren erworbenen Fähigkeiten in der Industrie begehrt und heiß umworben.

Führung erlernen am FZI

Was hier über wissenschaftliche Mitarbeiter gesagt wurde, gilt in besonderem Maße für unsere Führungskräfte, die Abteilungsleiter und Bereichsleiter. Das FZI hat sich entschlossen, auch die wissenschaftlichen Führungskräfte nach ihrer Promotion nur mit zeitlich befristeten Verträgen auszustatten und so den Technologietransfer über Köpfe auch auf diese Führungsebene auszudehnen. Abteilungsleiter und Bereichsleiter sind die Verantwortlichen für erfolgreiche Tagesarbeit. Die Direktoren am FZI geben in Abstimmung mit

Abteilungs- und Bereichsleiter die strategische Ausrichtung der Forschungsbereiche vor, sie betreuen die Promotionsarbeiten vor Ort und engagieren sich in der wissenschaftlichen und gesellschaftspolitischen Außenwirkung des FZI.

Die Tagesarbeit, ein Großteil der Projektakquise, die Projektplanung und die erfolgreiche Projektdurchführung, die Personal- und die Budgetplanung liegen weitgehend in der Verantwortung der Abteilungs- und

Bereichsleiter. Sie sind unverzichtbare Stützen des FZI und das gewollte Ausscheiden aus dem FZI stellt jedes Mal einen großen Verlust für das FZI dar. Auf der anderen Seite sind sie auf Grund ihrer hohen wissenschaftlichen Qualifikation und ihrer mehrjährigen Managementkompetenz umworbene Experten in vielfältigen Bereichen der Technik und zu Leitungsaufgaben in der Wirtschaft oder in anderen Forschungseinrichtungen prädestiniert.

Blicke ich auf meine Zeit am FZI zurück, so fallen mir drei Dinge ein: das selbstbestimmte Arbeiten, die bis dahin nie erlebte konstruktive Zusammenarbeit im Team und der immense Druck, den ich mir selbst auferlegt habe, weil ich in der vorgegebenen Zeit auch promovieren wollte. Die erste Begegnung mit internationalen Forschern verdanke ich ebenfalls dem FZI. Unvergessen bleibt meine erste Reise nach Chicago, wo wir auf einer Datenbankkonferenz unsere Software sogar live demonstrieren konnten.

Hat mich diese Zeit auf meine berufliche Karriere vorbereitet? Ja, und zwar in mehrfacher Hinsicht: Ich habe gelernt, wie wichtig es ist, ein konkretes Ziel vor Augen zu haben. Ich habe erlebt, dass ein Team viel mehr erreichen kann als die Summe seiner Mitglieder. Und ich habe die Erkenntnis gewonnen, dass wir als Informatiker immer wieder aufs Neue aufgefordert sind, Übersetzungsarbeit zu leisten.

Dr. Simone Rehm
IT-Leiterin, TRUMPF
GmbH +Co. KG



Dieser Übersetzungsaufgabe habe ich mich in den Folgejahren gewidmet. Nach Stationen in der Pharmaindustrie und in einem Medienunternehmen verantworte ich heute beim Maschinenbauunternehmen TRUMPF weltweit die IT und Sorge gemeinsam mit meinem Team für eine optimale IT-Unterstützung der gesamten Geschäftsprozesse. Ich profitiere von einer guten Vernetzung mit meinen ehemaligen FZI-Kollegen und pflege engen Kontakt zum FZI von heute.

Erfolgreich in der Forschung – tonangebend in der Industrie

Kann man denn nun auch belegen, dass dieses Personalentwicklungskonzept sein Versprechen an die Mitarbeiter und an die Wirtschaft erfüllt? Der Kürze wegen werden wir die Beispiele auf zwei Forschungsbereiche beschränken. Nehmen wir als erstes den Forschungsbereich Embedded Systems and Sensors Engineering (ESS). Seit der Gründung des Bereiches 1993 sind nahezu alle Abteilungs- und Bereichsleiter

nach ihrem Ausscheiden aus dem FZI schon in kurzer Zeit in verantwortliche Positionen in der Industrie vorgerückt. Der für ESS von Beginn an wichtige Anwendungsbereich Automobil-Elektrik/Elektronik und die enge Kooperation mit Automobilherstellern und Zulieferern hat dazu geführt, dass die Herren Jürgen Bortolazzi, Stefan Schmerler und Eric Sax schon seit Jahren als Entwicklungsleiter maßgebend die Hardware- und Software-Architekturen der Steuergeräte in der Automobilindustrie, nicht nur auf nationaler sondern auch auf internationaler Ebene mitbestim-

Nach meinem Studium war ich neun Jahre am FZI, habe die Chance zur Promotion wahrgenommen und bereits nach wenigen Jahren Budget- und Führungsverantwortung ausgeübt. In dieser Zeit habe ich eine ungeheure Breite an Themen bearbeitet. Nie wieder war ich so branchenübergreifend von der Automobilindustrie, über Produktionstechnik bis hin zu Videodatenverarbeitung unterwegs und nie wieder habe ich so ein Engagement und einen Einsatz für Sachthemen unter Mitarbeitern erlebt.

Mit nationalen und internationalen Projektpartnern haben meine Kollegen und ich zusammengearbeitet und unser Spektrum auf allen Gebieten hat sich stets erweitert. Sehr früh habe ich dadurch eigenverantwortlich arbeiten dürfen, Projektergebnisse selbst vorgestellt und mich an den besten innerhalb und außerhalb des FZI messen dürfen. All das war eine wunderbare Basis später in der Industrie meinen Weg zu gehen.

Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Leiter Entwicklung Elektrik/
Elektronik, Daimler Buses
(jetzt KIT)



Anfangs wurde die Zeit am FZI gar nicht so honoriert, wie ich mir das erhofft hatte. Aber mit dem Rüstzeug der am FZI erlangten Fähigkeiten wurde ich bei meinem folgenden Arbeitgeber, dem Daimler Konzern, binnen acht Jahren 3-mal auf die nächste Führungsebene befördert. Natürlich gehört da viel Glück dazu.

Aber die Mischung aus kreativen Geist und jugendlicher Dynamik, gepaart mit einer gesunden Portion Selbstvertrauen und die Fähigkeit, über Bereichsgrenzen hinweg zu denken, habe ich am FZI gelernt und mir stets bewahrt. Letztlich hat das meine Karriere ungemein befördert. Herzlichen Dank dafür.

men. Yankin Tanurhan ist in den USA bei Synopsys Inc. als Vice President verantwortlich für die Entwicklung von rechnergestützten Entwurfswerkzeugen und Entwicklungsdienstleistungen für anwendungsspezifische integrierte Schaltungen unter Einsatz von IP-Bibliotheken (Intellectual Property). Markus Kühl hat zusammen mit einem Kollegen die Firma Aquintos GmbH (heute Vector Informatik GmbH) aus dem FZI ausgegründet, das Werkzeug PREEvision findet heute weltweit Einsatz zur Modellierung und Optimierung von Elektrik/Elektronik-Architekturen im Automobil.

Unser zweites Beispiel ist der Bereich Software Engineering. Für ihn ist charakteristisch, dass Mitarbeiter den Weg in die Führungsebene gefunden haben, ohne

immer durch eine Abteilungsleitung gegangen zu sein. Frau Dr. Rehm war mehrere Jahre IT-Leiterin beim Südwestfunk bzw. Südwestrundfunk, bevor sie 2001 als IT-Leiterin weltweit verantwortlich für die IT bei der Trumpf GmbH & Co KG wurde. Herr Dr. Melcher entschied sich statt für die Abteilungsleitung für ein mittelständisches Softwareunternehmen, die CAS Software AG, in der er heute Mitglied der Geschäftsführung ist. Zur selben Firma verschlug es Herrn Dr. Genßler, der heute einen Geschäftsbereich leitet. Dass Abteilungsleitung auch zum Erfolg im Ausland führen kann, demonstriert Dr. Trifu, der nach seiner FZI-Tätigkeit in sein Heimatland Rumänien zurück ging und zusammen mit zwei Kollegen vom FZI in Temesvar die Softwarefirma Intooitus gründete.

Ich war bis März 2003 im Forschungszentrum Informatik als Abteilungsleiter der Gruppe IDS beschäftigt und habe zum 1. April 2003 den Ruf als C4-Professor im Fachbereich Informatik der TU Kaiserslautern angenommen.

Die Zeit im FZI war für mich eine hervorragende Vorbereitung auf meine jetzige Tätigkeit. Vor allem die Akquise von Forschungsprojekten, die Leitung und Organisation von Forschungsteams und der effiziente Einsatz von Forschungsmitteln gehörten zu den täglichen Aufgaben im FZI und haben mich befähigt sehr schnell eine sehr leistungsfähige neue Forschungsgruppe aufzubauen.

Durch die enge Verzahnung des FZI mit der Universität Karlsruhe war ich auch regelmäßig im Lehrbetrieb eingebunden. Ohne dieses Mitwirken in der Lehre hätte ich kei-

Prof. Dr. Karsten Berns

Fachbereich Informatik, Arbeitsgruppe Robotersysteme, Technische Universität Kaiserslautern



ne Möglichkeit gehabt, meine jetzige Position als Professor auszufüllen. Auch die damals entstandenen Netzwerke im Bereich der Wissenschaft und Industrie waren in der Aufbauphase meiner jetzigen Gruppe sehr nützlich und bestehen noch heute.

Wissenstransfer als Kreislauf verstehen und leben

Das FZI versteht freilich Technologietransfer nicht als Einbahnstraße aus der Forschung in die Industrie, sondern nimmt über den ständigen Austausch mit der Industrie aus ihr Impulse auf und spielt sie in die Lehre und Forschung zurück. Personen spielen dabei eine unersetzliche Rolle. Häufig geschieht dies dadurch, dass die führenden Mitarbeiter des FZI ihre Praxis-

erfahrungen durch Rufe an Universitäten und Hochschulen direkt in die akademische Welt zurück tragen. Aus allen Forschungsbereichen sind so Professoren und Professorinnen hervorgegangen – inzwischen die stolze Zahl von aktuell 53 Professuren.

Genauso wichtig und häufig ist, dass sich die ehemaligen FZI-Mitarbeiter dem FZI stets verbunden fühlen und ihre Erfahrungen aus der industriellen Praxis als

Direkt im Anschluss meiner Tätigkeit am FZI stieg ich im Mai 2003 als Führungskraft bei der Bosch Gruppe in Stuttgart als Leiter des Business Intelligence Kompetenzzentrums im Querschnittsbereich Informationstechnik ein. Für einen großen deutschen Konzern wie der Bosch Gruppe war es zu diesem Zeitpunkt eher ungewöhnlich einen externen und gleichzeitig mit 30 Jahren noch recht jungen Mitarbeiter direkt als Führungskraft einzustellen. Der erfolgreiche Aufbau und die Leitung der Forschungsgruppe Wissensmanagement am FZI wurde von Seiten der Bosch-Verantwortlichen als überzeugende Berufserfahrung mit Führungsverantwortung bewertet.

Im Jahre 2006 wechselte ich zur SAP nach Walldorf, arbeitete in der Produktstrategieabteilung der Technologieplattform und wurde dann Vice President Produktmanagement für das Produktportfolio „User Interaction“. Im Rahmen meiner Tätigkeit bei der SAP konnte ich insbesondere von meinen Erfahrungen am FZI bei der Koordination großer europäischer Forschungs- und Entwicklungsprojekte profitieren. Die räumlich verteilte Softwareentwicklung in multikulturellen Teams stellt auch heute noch große Softwarehersteller vor

Prof. Dr. Alexander Mädche
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik IV, Universität
Mannheim



zahlreiche Herausforderungen. Konkrete Erfahrungen, wie man sie beispielsweise in EU-Projekten machen kann, sind hierfür sehr wertvoll.

Im Rahmen meiner Tätigkeit am FZI konnte ich praxisrelevante Erfahrungen und Forschung gut in Einklang bringen und habe nach meiner Promotion als Leiter der Forschungsgruppe zahlreiche Publikationen veröffentlicht. Dies wurde auch zu einem späteren Zeitpunkt honoriert, im Jahr 2009 nahm ich den Ruf der Universität Mannheim auf einen Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik an und arbeite seitdem wieder in der Wissenschaft. Auch hier profitiere ich noch heute im Rahmen von Forschungsk Kooperationen mit der Praxis am Institut für Enterprise Systems von meinen Erfahrungen ehemaliger FZI-Projekte.



Lehrbeauftragte am KIT an die Studierenden weitergeben. So kehren beispielsweise aus dem Bereich ESS die Herren Bortolazzi, Schmerler und Sax zu diesem Zweck regelmäßig in die Fächerstadt zurück. Für Eric Sax schließt sich der Kreis in besonderem Maße, er hat zum Wintersemester 2014/2015 einen Ruf an das KIT an die Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik angenommen und kehrt zugleich – nunmehr als Direktor – an das FZI zurück.

Am Ende profitieren alle Seiten – Wirtschaft, FZI und die jungen Wissenschaftler. Studierende, Absolventen, Doktoranden tragen fortwährend neueste Impulse ins FZI. Zugleich gewinnen sie selbst durch die hochqualitative Forschung und insbesondere durch die intensive Zusammenarbeit mit unseren Partnern aus Industrie und Wissenschaft wertvolle Einblicke in aktuelle Herausforderungen, und sie erhalten so wertvolle Erfahrung für zukünftige Forschungs-, Entwicklungs- und auch Führungsaufgaben. Und die Wirtschaft zieht ihren Nutzen aus dem lebendigen Technologietransfer über Köpfe. Das soll auch in Zukunft so bleiben!

Als ich meine Promotion abschloss, wusste ich noch nicht, welchen Karriereweg ich mal einschlagen würde. Die Tätigkeit als Bereichsleiter am FZI war dabei geradezu ideal: Durch die einmalige Nähe sowohl zur akademischen Welt als auch zur Industrie konnte ich Führungserfahrung sammeln, ohne auf wissenschaftliches Arbeiten verzichten zu müssen. Auch wenn ich dann letztlich eine Professur angetreten habe, bin ich auch der Praxis nahe geblieben: Gemeinsam mit zwei Mitarbeitern habe ich ein Softwareunternehmen als Spin-Off gegründet. Dieses bildet heute einen Teil meiner beruflichen Arbeit, der ebenso spannend und abwechslungsreich ist wie die Arbeit in Forschung und Lehre.

Für meine jetzige Tätigkeit schätze ich vor allem die Erfahrung, im interdisziplinären und internationalen Umfeld

Prof. Dr.-Ing. Christophe Kunze
Studiendekan Angewandte
Gesundheitswissenschaften,
Hochschule Furtwangen



einer großen industrienahen Forschungseinrichtung gearbeitet zu haben. So fällt es mir heute leicht, die Perspektiven anderer fachlicher Disziplinen oder von Praxisakteuren nachzuvollziehen – ein unschätzbare Vorteil in einem so vielfältigen Anwendungsfeld wie Assistiven Technologien.



Ausgründung

VON KLEINEN ANFÄNGEN ZUM ERFOLGSMODELL

Unternehmensgründungen aus dem Forschungsbereich, aus der Universität heraus – vor 30 Jahren war das noch ein Unding, heute ist es ein erwünschtes Prozedere und in aller Munde! Ein Wandel, der sich sehr schön auch am FZI ablesen lässt. Anfangs sah das FZI nämlich seine Aufgabe eher darin, neugegründeten Firmen mit fachlichem Rat zur Seite zu stehen, als selbst auf Ausgründungen zu setzen. Heute sieht das FZI in Ausgründungen ein wesentliches Instrument des Technologietransfers und ist ein erfolgreicher Inkubator für Jungunternehmer.

Bessere Zeiten für Gründer

Wer vor 35 Jahren aus seinem Universitätsinstitut heraus ein Unternehmen gründen wollte, wurde von der Universitätsleitung und auch von Seiten der Ministerien mit Argusaugen beobachtet; man sah die Gefahr, dass sich Universitätsprofessoren mit in der Universität erarbeiteten Kenntnissen und Produkten die privaten Taschen füllen könnten. Dass man mit solchen Aktivitäten auch der deutschen Wirtschaft einen großen Dienst erweisen könnte – diese Erkenntnis begann sich erst langsam durchzusetzen. Da schien es zunächst ein besserer Weg, den Wissenstransfer von der Universität in die Wirtschaft über die Gründung einer der Universität Karlsruhe nahestehenden Einrichtung wie dem FZI zu fördern.

Doch begann die Gründerszene sich ab 1985 grundlegend zu wandeln. So konnten etwa ab 1985 bei der Gründung von Spin-Offs die im Rahmen von Projekten innerhalb der Universität erzielten Ergebnisse und Produkte offiziell durch Kooperationsverträge aus dem universitären Bereich in das neugegründete Unternehmen übertragen und so einer möglichen Vermarktung zugänglich gemacht werden. Im Jahr 1995 konnte man den Wissenschaftsminister mit der Zahl der Start-Ups beeindrucken und 1997 gab es dann

erstmalig diverse informierende Veranstaltungen zum Thema Existenzgründung, veranstaltet sowohl von der Universität Karlsruhe und ifex, dem Informationszentrum für Existenzgründungen beim Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, als auch von weiteren Institutionen, die einzeln oder gemeinsam weitere Seminare und Workshops zu diesem Thema anboten. Im selben Jahr wurde in der Region das CyberForum als Hightech-Gründerschmiede ins Leben gerufen.

Im Jahr 1998 erfolgte der Wettbewerb „EXIST – Existenzgründer aus Hochschulen“ des BMBF, aus dem die Karlsruher Initiative KEIM (der Karlsruher Existenzgründungs-Impuls e.V.) als einer der Gewinner hervorging. In dieser Funktion wurden zwischen 1998 und 2004 insgesamt 510 Gründungsvorhaben betreut und ca. 180 Unternehmensgründungen unterstützt. Ebenfalls 1998 gewann die Universität Karlsruhe im Wettbewerb der SAP AG eine der Stiftungsprofessuren für das Wissens- und Praxisgebiet „Entrepreneurship“. Seit Mai 2008 betreibt das KIT das CIE Centrum für Innovation und Entrepreneurship, das als Leuchtturmprojekt – zunächst drei Jahre lang vom BMWi gefördert – den Gründergeist an der Universität Karlsruhe erfolgreich voranbringen und zu mehr erfolgreichen Gründungen in der TechnologieRegion Karlsruhe führen soll.

Die Bilanz des FZI: knapp 40 Ausgründungen und mehr als 500 geschaffene Arbeitsplätze

Kann das FZI bei all diesen Gelegenheiten noch etwas zur Gründerszene beitragen? Es kann – bildet es doch Mitarbeiter aus, die über viele Erfahrungen in der Projektabwicklung, in den Anwendungen der Informatik und in der Zusammenarbeit mit der Industrie verfügen! Und da hilft dann, dass von Anbeginn an etliche seiner Direktoren über Gründungserfahrung verfügten. Die ersten Gründungswilligen aus dem Universitätsumfeld fanden damals im FZI einen Partner, der mit Fachwissen und Erfahrungswerten unterstützen konnte. Ein Beispiel hierfür ist die DSC Design Systems Consult GmbH, die heute unter dem Namen DSC Software AG mit etwa 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern als Spezialist für Product-Lifecycle-Management und Komplettdienstleister rund um SAP PLM tätig ist. Mit der im Jahr 1985 aus der Universität heraus gegründete INOVIS GmbH & Co KG, welche später von der US-amerikanischen Harbinger Corporation gekauft wurde, war das FZI eng verbunden.

Freilich sah das FZI lange Zeit seine Aufgabe mehr im Wissenstransfer über Projekte und Köpfe als in einer Belebung der Gründerszene – und der Erfolg schien ihm dabei auch Recht zu geben. Trotzdem gab es bis 2002 immerhin 15 Ausgründungen aus dem FZI.

Danach war sozusagen der Bann gebrochen – wohl auch, weil das FZI jetzt auch Ausgründungen als wesentliches Instrument des Technologietransfers sah. Ab 2003 erhöhte sich die Taktrate auf jährlich etwa zwei bis vier, so dass inzwischen insgesamt ca. 40 Unternehmen unterschiedlicher Größenordnung und unterschiedlicher Ausrichtung, entsprechend der vielfältigen Forschungsgebiete im FZI, ausgegründet wurden. Diese Unternehmen haben inzwischen über 500 Arbeitsplätze in der TechnologieRegion Karlsruhe geschaffen.



Der Stolz spricht aus ihren Augen: Dr. Thomas King (r.) und Hans-Jörg Happel (l.) von audriga nach Überreichen des Gründerpreises im Rahmen von „IKT Innovativ“. Die Gründeridee? audriga hilft beim Umzug der Daten.

Das Spin-Off des FZI: erfolgversprechend und ausgezeichnet, ...

Für viele Spin-Offs am FZI bildet die Innovationsstärke den Grundstein für eine erfolgreiche Entwicklung ihres Unternehmens. So wurden viele Ausgründungen für ihre Geschäftsmodelle in entsprechenden Wettbewerben ausgezeichnet (in alphabetischer Reihenfolge):

- audriga – Unterstützung von Anwendern beim Umzug von Groupware-Daten (eMail, Kontakte, Dateien, ...): Gründerpreis „IKT Innovativ“ des BMWi; Hosting & Service Provider Award Kategorie „Application Services“ für den Cloud-Dienst

umzug.de beim Hosting & Service Provider Summit 2012 in Frankfurt a.M.; Award 2012 als „Best Start-Up“ bei der EuroCloud Conference Köln 2012

- **avenyou** – Plattform für Onlineshopping: Finalist in der Kategorie „Best Concept“ des CyberChampions Award 2013/14 des CyberForum; Finalteilnehmer der Smart Mobile Awards der Fachmesse Communication World
- **honestly** – ermöglicht nicht-öffentliches ehrliches Feedback von Kunden zu Unternehmen über Smartphones: Gewinner des CyberChampions Award des CyberForum in der Kategorie „NewComer“ 2012/13

- **nubedian** – entwickelt Produkte für das Sozial- und Gesundheitswesen: erhält einen von sechs Hauptpreisen beim Gründerwettbewerb „IKT innovativ“ des BMWi, übergeben auf der CeBIT 2012

Eine weitere Ausgründung verdient Erwähnung: Restube. Offensichtlich wirkt das FZI auch anregend auf unsere studentischen Mitarbeiter. Einige unter ihnen gründeten fernab von der Informatik ein Unternehmen, das ein Sicherheitsbackup für Schwimmer, Surfer sowie Wasser-Outdoor-Fans bietet und damit unter die Finalisten beim Gründerwettbewerb der Zeitschrift Wirtschaftswoche, beim James Dyson Award 2012 und beim Brand New Award der

Für das FZI habe ich mich damals bewusst im Hinblick auf die Option einer späteren Ausgründung entschieden. Zu meiner Überraschung fand ich dann zwar einen starken Praxisbezug, aber keine besonders ausgeprägte Gründungskultur vor – trotz einiger erfolgreicher Ausgründungen. Umso mehr freut es mich, dass in jüngster Zeit immer mehr Kollegen den Weg in die Selbständigkeit wagen.

Folgerichtig ist das allemal: Umfeld und Struktur des FZI bieten enorme Möglichkeiten, die auch international konkurrenzfähig sind. Besonders das komplexe und anspruchsvolle Umfeld aus Forschungsbereichen, Universitäten und Praxispartnern bietet viele Anknüpfungspunkte.

Hans-Jörg Happel
Geschäftsführer der
audriga GmbH



Auch die handwerklichen Fähigkeiten kommen am FZI nicht zu kurz: Forschungsanträge unterscheiden sich gar nicht so sehr von Businessplänen – vom Herausarbeiten der Neuartigkeit bis hin zum „related work“. Am FZI lernt man darüber hinaus, Pläne in reale Ergebnisse umzusetzen.



Auch eine preisverdächtige Idee: Der Familie stets die Gewissheit geben, dass es älteren oder gesundheitlich beeinträchtigten Angehörigen gut geht. Die Ausgründung easierLife (hier Sebastian Chiriac und Natalie Röhl) macht es dank vernetzter Geräte möglich.

ISPO 2013 kam, Gewinner des ISPO GOLD AWARD 2014, des CyberOne Award 2014 von bwcon in der Kategorie „Start-Up“ und des CyberChampions Award des CyberForum in der Kategorie „NewComer“ 2013/14 wurde.

... ein internationaler und umsatzstarker Arbeitgeber

Viele Ausgründungen entwickeln sich auch international erfolgreich. So hat intooitus seinen Sitz in Temesvar in Rumänien und aicas beispielsweise hat neben dem Büro in Deutschland auch Büros in Frankreich und den USA.

Einige konnten im Laufe der Jahre eine beeindruckende Größe erreichen und – wenn sie nicht aufgekauft wurden – nachhaltig etablieren, so wie die bereits oben erwähnte DSC Software AG, oder die disy GmbH samt seinem Spin-Off lindenbaum GmbH mit etwa 75 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.

Fünf Gründe für gelungene Gründungen

Nach einer relativ langsamen Anlaufphase hat sich also, wie man sieht, eine lebhafte und erfolgreiche Gründerszene am FZI herausgebildet. Das hat mehrere Gründe! Zum einen geht es um Ideen: Die Ideen, die zu einer Gründung führen, kommen in der Regel aus anwendungsnahen Projekten mit Partnern aus Wirtschaft und Industrie. Das FZI trat vor 30 Jahren an, um durch Informatik-Anwendungsforschung zum Technologietransfer beizutragen. Durch die Kontakte mit diesen externen Partnern werden die jungen Forscherinnen und Forscher in die Lage versetzt, zu erkennen, was in der Praxis benötigt wird oder auch nur gut gebraucht werden könnte – so entstehen gute Gründungsideen.

Auch die Finanzierung zählt: Investoren, die eine Gründung bereits in einem solchen Anfangsstadium, nur aufgrund einer Idee, unterstützen, sind am FZI eher selten. Hier spielen speziell auf Gründungen ausgerichtete Förderprogramme eine wichtige Rolle: EXIST des BMWi und Junge Innovatoren des Landes Baden-Württemberg. Beide Programme setzen eine wissenschaftliche Einrichtung als Inkubator und Unterstützer voraus; diese Rolle kann das FZI, manchmal auch in Kooperation mit dem KIT, übernehmen.

Und natürlich gibt das FZI gerne Starthilfe, indem es seine jungen Gründer bei der Antragstellung für Starthilfen unterstützt. Wichtiger ist aber für so manchen Gründer, dass das FZI während der ersten Monate die Nutzung von Räumen und technischer Infrastruktur

erlaubt und auch ein Coaching durch Direktoren und qualifizierte Mitarbeiter als Mentoren anbietet.

Der Rechtsrahmen: Wenn die Ausgründung auf wissenschaftliche Ergebnisse aus Projekten des FZI zurückgreift, überträgt das FZI die zur Verwertung notwendigen Rechte.

Und zu guter Letzt – die Öffentlichkeitsarbeit: Während und nach der Gründung ist die Außendarstellung des Spin-Offs ebenfalls ein relevanter Faktor zum Erfolg. Hierbei kann das FZI ebenfalls unterstützen und zur Sichtbarkeit der jungen Unternehmen beitragen, indem es diese in die eigene Öffentlichkeitsarbeit integriert: durch Pressemitteilungen, durch Aufnahme in Berichte oder durch Einbindung in Messe-Auftritte.

Geboren wurde die Idee zur Ausgründung im Rahmen eines Industrieforschungsprojektes mit der Daimler AG, welches im Jahr 2003 am FZI gestartet wurde. Die Marktrelevanz des damaligen Forschungsfeldes Elektrik/Elektronik-Architektur im Themengebiet „Durchgängige Entwicklungsmethoden“ (Fachbereich ESS) wurde sehr früh erkannt, da mit dem Industriepartner Daimler AG bereits ein erster Anwender konkret an der Kommerzialisierung der Forschungsergebnisse Interesse bekundet hatte.

Die Unterstützung durch das FZI hat erheblich dazu beigetragen, dass wir uns in der Vor- und Gründungsphase maßgeblich auf die Entwicklung und Ausgestaltung der Produktinhalte konzentrieren und so überhaupt den Schritt in das eigene Unternehmen wagen konnten.

Markus Kühl

Gründer der aqintos GmbH
(heute Vector Informatik GmbH)



Das FZI bietet im Rahmen der industrieorientierten Forschung mit den Industriepartnern eine hervorragende Ausgangsbasis für solide Ausgründungen und ist am Puls der Zeit, wenn es darum geht, neue Forschungsinhalte in konkrete Arbeitsplätze in der Region Karlsruhe oder überregional zu überführen.



Gemeinsam erfolgreich

Mit all diesen Gegebenheiten und Aktivitäten bietet das FZI ein ausgezeichnetes Umfeld für Ausgründungen. Dabei wird es zusätzlich durch das CyberForum und das KIT, insbesondere das CIE, unterstützt. Dank guter Zusammenarbeit hat sich ein regelrechtes Gründer-Ökosystem für die Region Karlsruhe gebildet!

Ein zweites Ökosystem mit Beteiligung des FZI ist die vor etwa 3 Jahren gegründete „Technologie- und Gründerzentrum Walldorf Stiftung GmbH“, auch „innoWerft“ genannt, mit Sitz in Walldorf. Zu ihren Gesellschaftern gehören neben dem FZI (für das MFW Baden-Württemberg) die Stadt Walldorf und die SAP. Die innoWerft unterstützt Firmengründungen sowohl in betriebswirtschaftlicher wie in technischer Sicht.



Gründern gründen helfen: Das FZI bringt seine Erfahrungen in das Technologie- und Gründerzentrum (TGZ) Walldorf, auch „innoWerft“ genannt, ein.

 **jahre FZI**
WELTEN VERBINDEN.



SCHWERPUNKTTHEMEN

**VON DER ERFOLGREICHEN
VERGANGENHEIT IN EINE
FORDERNDE ZUKUNFT**



Software Engineering

MIT SOFTWARE KOMPLEXITÄT BEHERRSCHEN

Bei der Hardware-Entwicklung regiert immer noch Moores Gesetz, wonach sich die Integrationsdichte, gemessen etwa in der Anzahl der Transistoren pro Flächeneinheit, alle 18 Monate verdoppelt. Dies beschert der Software-Entwicklung schnellere Prozessoren, größere Speicher und Möglichkeiten zur Parallelisierung durch immer mehr Rechnerkerne pro Chip. Das Resultat sind immer umfangreichere Datenbestände und immer größere Programme. So hatte der Kern des Betriebssystems Linux 1994 einen Umfang von 165.000 Quellzeilen, während der heutige Kern aus Teilsystemen mit über 16 Millionen Quellzeilen besteht und natürlich auch eine entsprechende Mehrleistung bietet. Diese Mehrleistung wurde durch eine dramatisch steigende Anzahl von Mitarbeitern des Open-Source-Projekts Linux ermöglicht.

Software-Technik heute und morgen

Umfang und Komplexität eines Software-Projekts steigen mit der Anzahl der beteiligten Mitarbeiter und der Verfügbarkeit von Werkzeugen zur Generierung von Systemen. Die Software-Technik setzt sich zur Aufgabe, mit ingenieurmäßigen Methoden und fortschrittlichen Werkzeugen der aktuellen Komplexität immer eine Nasenlänge voraus zu sein. Zahlreiche Projekte beweisen, dass sich das FZI über die vergangenen 30 Jahre dieser Aufgabe mit Erfolg gestellt hat.

- Reduktion des Entwicklungsaufwands durch Konstruktion wiederverwendbarer Software-Module. Dies war das mehrjährige, industriefinanzierte Hauptprojekt in den Anfangsjahren.
- DAMOKLES/Unibase, STONE, 1984-93. Integrierte verteilte Entwicklungsumgebung mit Versionierung, integrierter Dokumentation, Variantenbildung/Konfigurationsverwaltung und Übersetzern
- LASER, KorSo, GrapSp, 1986-1994. Erhöhung des Abstraktionsgrads von Systemspezifikationen über das Niveau von Programmiersprachen hinaus. Dies war ein wesentliches Ziel des Projekts Fertigungszelle, in dem eine Metallpresse einschließlich der automatischen Zu- und Abführung des zu pressenden Werkstücks zu spezifizieren war. Die Fertigungszelle wurde als Modell in Fischertechnik gebaut und konnte auf einem PC simuliert werden. Das Modell wurde auch in der Industrie verwendet und diente jahrelang national und international als Referenzaufgabe für Spezifikationen von kleinen Echtzeitsystemen. Insgesamt entstanden 36 Spezifikationen nicht nur am FZI und in Europa, sondern auch in den USA und Australien.
- Analyse von Altsystemen, um sie unter Einsatz objektorientierter Entwurfsverfahren fortentwickeln zu können. Die Bedeutung liegt darin, dass die meisten Software-Projekte nicht auf der grünen Wiese starten, sondern ein schon vorhandenes Altsystem an neue Aufgaben und Ausführungsumgebungen adaptieren.



Software zum Anfassen – für Entwickler und Kunden gleichermaßen: Das Modell einer Fertigungszelle in Fischer-Technik diente jahrelang national und international als Referenzmodell für die Spezifikation kleinerer Echtzeitsysteme.

- COMPOST, 1996-2001. Erstes funktionierendes Meta-Programmiersystem (invasive Komponentenintegration), Grundlage und Verständnis für viele heutige Entwicklungen der modellgetriebenen Software-Entwicklung.
- HIDOORS, 2002-2005. Aus dem EU-Projekt ging die Echtzeit-Java-VM „JamaicaVM“ hervor, die in der Lage ist, CPU-Zeit und Speicherbedarf verlässlich zu begrenzen. „JamaicaVM“ ist mittlerweile ein Produkt des FZI-Spin-Off AICAS, auf dem u.a. die „JamaicaCAR“ App-Plattform für Infotainmentsysteme im Auto basiert.
- PALLADIO, 2006-2011. Erster Software-Architektursimulator, der Performanz- und Zuverlässigkeitsmetriken eines Software-Systems durch Simulation der Software-Architektur vorhersagt. Durch Entwicklungen am FZI mittlerweile in Software-Entwicklungsprozessen in verschiedenen Firmen integriert.

Neben diesen eher technikgetriebenen Projekten widmet sich das FZI auch Software-Themen, die von den Geschäftsprozessen her kommen und daraus technische Lösungen herleiten. Stellvertretend sei erwähnt

- HORUS, 2005-heute, Petrinetz-basierte Werkzeuge und Methoden zur Geschäftsprozessmodellierung und -analyse, entstand u.a. aus dem Werkzeug „Income2010“ und wird seit Mitte der 2000er am FZI mit entwickelt; heute als kommerzielle und akademische Version des Spins-Offs PROMATIS Software GmbH als „Horus Enterprise“.

Software-Technik stellt sich den Herausforderungen

Software ist der unabdingbare und ganz entscheidende Anteil bei der Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen wie Energieversorgung, Mobilität, Gesundheitswesen etc. Das Neue dabei ist, dass auch für bisher IT-ferne Unternehmen ihre Software-Kompe-

tenz der wesentliche Wettbewerbsfaktor wird. Für die Software-Technik als Disziplin zeichnen sich folgende Stränge der Weiterentwicklung ab:

- Für den Primärmarkt der Software-Entwickler selbst: Hier liefern neue Methoden und Werkzeuge Antworten für die Bewältigung zunehmend komplexerer Projekte. Kennzeichnend sind höhere Automatisierungsgrade und fortwährend neue Treiber wie bspw. mobile omnipräsente Endgeräte mit Rechenleistungen früherer Desktopgeräte oder überall vernetzte Internetknoten. Zukünftige Herausforderungen ergeben sich nicht zuletzt aus dem Anspruch, lebenszyklusübergreifendes Denken vom Entwurf bis zum evolvierenden System vollumfänglich zu beherrschen. Darüber können Auswirkungen von der Software bis zum Geschäftsprozess und umgekehrt gemeistert werden.
- Durchschlagende Hardware-Aspekte wie Multi-Core-Architekturen und Virtualisierungskonzepte müssen auch in der Software berücksichtigt werden. Schichtungen immer weiterer Abstraktionsebenen machen von Zeit zu Zeit tiefe Durchgriffe bis auf die Hardware hinunter notwendig. Die Software-Technik muss sich entsprechend der zusätzlichen technischen Komplexität stellen, um überzeugende und wettbewerbsrelevante Lösungen für Szenarien wie „zukünftige Industrie“ (Cyber-Physische-Systeme) zu liefern.
- Die zukünftige Software-Technik muss auch 1 Milliarde LOC beherrschen, muss diese integriert mit ihrer Anwendungsumgebung betrachten und die ingenieurmäßig konstruierten Systeme verlässlich weiterentwickeln.
- Für Nutzerdomänen: Software-Technik ist Methoden- und Werkzeugzulieferer für Anwendungsdomänen. Dazu werden Methoden und Fähigkeiten nicht auf Software selbst sondern bspw. Robotik-

systeme übertragen. Fähigkeiten umfassen u.a. Abstraktionen, Systemerfassung, Strukturierung und Lösungssystemarchitekturen.

- Mehr Professionalisierung: Aus der individualgetriebenen Software-Entwicklung werden qualitätsgesicherte und zunehmend strukturierte Prozesse mit Merkmalen des Ingenieurwesens. Standards und Normen prägen die von außen wahrnehmbaren Schritte. Gleichwohl bleiben die schnelle Verfügbarkeit von De-Facto-Standards durch neue Technologien und kurze Lebenszyklen eine fortwährende Herausforderung.

Dies sind interessanterweise die „Evergreens“ der Software-Technik, was aber eigentlich auch wenig verblüffend ist: Die Anforderung an die Software-Technik, Verfahren bereitzustellen, mit denen man effizient verlässliche Software herstellen kann, verschärft sich ungemein.

Software-Technik wird multidisziplinär

Die Zukunft der Software-Technik liegt aber nicht nur in immer größeren Projekten. Software-Technik dringt immer tiefer in Anwendungsdomänen ein. Sie übernimmt zentrale Aufgaben bei multi-disziplinären Projekten für mechatronische Systeme, Cyber-Physische-Systeme, Industrie 4.0, Energienetze der Zukunft, Mobilitätskonzepte, für das Gesundheitswesen oder zukünftiges Leben und Arbeiten.

Ein gegenseitiges Verständnis von Domänenexperten und Software-Technikern wird vertieft notwendig, um Lösungen mit ausreichender Vernetzungstiefe erreichen zu können. Gleichzeitig wird moderne Software-Technik in der Lage sein, technische Komplexität noch besser zu verstecken und damit die Lösungserstellung für Domänenexperten weiter zu vereinfachen. Dabei spielen einfach bedienbare Benutzeroberflächen, Ab-

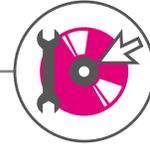


Software-Technik ist Gruppenarbeit. Und Software-Technik beginnt mit Abstraktionen, hier mit der ersten Diskussion einer Systemarchitektur. Software-Technik verlangt Anschaulichkeit, Grafiken sind daher das Mittel der Wahl.

straktion, Kapselung und hohe Automatisierung eine entscheidende Rolle. Es bietet sich zunehmend die Chance für einen fruchtbaren Methodenaustausch zwischen der Software-Technik und den bereits etablierten Ingenieurdisziplinen. Dabei kann die Software-Technik viel von Anderen übernehmen, wie beispielsweise die systematische Berücksichtigung späterer Lebenszyklusphasen (wie insbesondere der Installation und des Betriebs). Aber die Software-Technik kann auch anderen Disziplinen Einiges bieten, wie beispielsweise das Denken in Abstraktionen oder die Modellierung in Sichten sowie deren Konsistenzhaltung. Dabei werden die Rollen der Software-Techniker unweigerlich vielfältiger und drehen sich zunehmend um die Modellierung, Integration und Konsistenzhaltung von Systemen. In allen Fällen ist die Software-

Technik zentral für die Erreichung einer hohen Integration von Teilsichten z. B. auf mechanische Bauteile mit der Softwarearchitektur und zu unterstützenden Geschäftsprozessen. Zunehmend komplexe Systeme lassen sich nur über die Berücksichtigung und Integration aller Teilsichten fehlerfrei konstruieren. Der Aufwand für die Konsistenzhaltung ist nur (software-) technisch handhabbar.

Auf der dafür nötigen Analyseseite bleibt die Entwicklung von Simulationen und die Kopplung von Simulatoren für verschiedene Domänen (z. B. Mechanik, Elektronik, Software, Benutzerinteraktion) eine wichtige Aufgabe, beispielsweise für ingenieurmäßig fundierte Entwurfsentscheidungen.



Datensicherheit – der gesellschaftlichen Bedeutung Rechnung tragen

Datenschutz und Datensicherheit müssen elementar in der Software verankert werden. Durch die zunehmende Durchdringung von Software im Alltag und nahezu vollständige Erfassung aller Lebensvorgänge werden Software-Techniker auch in die Beantwortung ethischer Fragen mit hinzu gezogen werden. Neue Sicherheitslösungen werden dabei das Gegengewicht zu omnipräsenter Datenverarbeitung bilden müssen, um das Vertrauen in Technik zu erhalten.

Gut aufgestellt für zukünftige Herausforderungen ...

Die Software-Technik ist am FZI gut für die Zukunft aufgestellt. Das FZI verfügt durch seine Anlage als interdisziplinäre Forschungseinrichtung über umfangreiche Erfahrung mit interdisziplinären Projekten. Dazu gesellen sich jahrzehntelange Erfahrungen in Simulationen, der Modellierung auf verschiedenen Ebenen (Geschäftsprozesse, Architektur, Quellcode) und mobilen Anwendungen.

Dank der langen Tradition, die bspw. Direktor Goos seit den 80er Jahren in der systematischen ingenieurmäßigen Software-Konstruktion prägt, lassen sich diese Erfahrungen auf andere Domänen übertragen. Ebenso lernt die Software-Technik von anderen Disziplinen und überträgt Lösungen und Methoden auf die Software.

...denn Komplexität und Anspruch steigen weiter!

Angesichts der immensen Größe heutiger Softwaresysteme, der ständigen Weiterentwicklung der Hardware, der immer engeren Verzahnung mit den Anwendungen, dem Wunsch nach Sicherheit und Unverletzlichkeit oder der Begrenzung des Energiebedarfs kann Software-Technik heute nur die Ansprüche erfüllen, wenn die Software-Ingenieure lebenszyklusübergreifendes Denken vom Entwurf bis zum evolvierenden System vollumfänglich beherrschen.

Das FZI freut sich auf diese Herausforderung und will auch in der Zukunft weiterhin ganz vorne bei der Lösung dabei sein.



IT-Sicherheit

SICHERHEIT IST EINE PERMANENTE AUFGABE

Gerade erst ging es durch die Medien: Das FZI wird Kompetenzzentrum des Landes für IKT-Sicherheit. Damit soll vor allem dem Mittelstand, der sich mit Sicherheitsmaßnahmen derzeit noch schwer tut, eine qualifizierte Anlaufstelle geboten werden. Nicht zu Unrecht, wird man sagen, denn nur kurze Zeit danach erhielt das FZI zusammen mit dem KIT und der WIBU-Systems AG mit dem gemeinsam entwickelten Sicherheitsverfahren Blurry Box® den ersten Platz beim 5. Deutschen IT-Sicherheitspreis der Horst Görtz Stiftung. Bei diesem System wird nicht das Schutzverfahren selbst geheim gehalten, sondern nur ein austauschbarer Schlüssel. Damit wird ein höheres Schutzniveau gegenüber unerlaubter Vervielfältigung, Manipulation, Industriespionage und -sabotage erreicht.

Sicherheit – nur interdisziplinär lösbar

Heute spielt das Thema IT-Sicherheit für das FZI eine zentrale Rolle. Sicherheit hat zwei Aspekte, deren technische Realisierungsalternativen sich mitunter erheblich gegenseitig beeinflussen und für die es bisher noch keine Lösungen für eine gemeinsame, abgestimmte und durchgängige Betrachtung gibt: Security als Mittel gegen böswillige Angriffe und Safety als Mittel gegen Fehlhandlungen. Systeme müssen aber auch robust gegenüber potenziellen Schwächen werden, die entweder durch menschliche Fehler in der Entwicklung, während des Betriebs oder durch den technischen Fortschritt entstehen.

Als Querschnittsthema profitiert IT-Sicherheit von der konsequenten und engen Zusammenarbeit von FZI-Wissenschaftlern unterschiedlicher Gebiete und von der interdisziplinären Struktur des FZI mit 22 Direktoren aus unterschiedlichen Fachgebieten. Damit kann das FZI auf einer beeindruckenden Vielfalt von Anwendungsdomänen tätig sein: Cloud Computing, Industrie 4.0, Cyber-Physikalische Systeme (CPS),

Medizintechnik, Gebäudeautomatisierung, Fahrerassistenz und (teil-)autonomes Fahren sowie Energieversorgung. Für all diese Domänen entwickelt das FZI angepasste Sicherheitslösungen.

Auch profitiert das FZI von seiner Beteiligung am nationalen Kompetenzzentrum für Angewandte SicherheitsTEchnoLogie (KASTEL), einem von bundesweit nur drei vom BMBF eingerichteten Zentren. In KASTEL forscht das FZI seit 2011 zusammen mit den Partnern KIT und Fraunhofer IOSB am Beispiel von drei unterschiedlichen Prototypen an der Entwicklung sicherer Anwendungen in einem durchgängigen Prozess. Und schließlich entstand mit Unterstützung des Landes Baden-Württemberg 2013 das FZI Living Lab smartSecurity, das die Sicherheitsforschung am FZI bündelt. Ein Ziel dieses Living Lab ist es, die am FZI entstandenen und entstehenden für unterschiedliche Domänen angepassten Sicherheitslösungen in das FZI House of Living Labs (HoLL) zu integrieren und zu demonstrieren.



Castel del Monte in den italienischen Abruzzen – Wahrzeichen des Kompetenzzentrums für angewandte Sicherheitstechnologie (KASTEL). Das Bauwerk war intern so ausgelegt, dass Angreifer keine Chance hatten, bis ins Innerste vorzudringen.

Sicherheit – von Anfang an zu bedenken

Die Auszeichnungen ändern leider noch nichts daran, dass Angriffssicherheit – trotz der jüngsten Affären – noch immer ein eher unterschätztes Problem ist, vielleicht auch wegen der damit verbundenen Kosten. Und dies, obwohl die Informatik immer stärker alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft durchdringt und der Anteil der Informatik an der Wertschöpfung rapide steigt. Diverse Beispiele finden sich auch in anderen Beiträgen dieser Schrift, etwa zu Industrie 4.0 (autonome Produktion), Energieversorgung (Smart Grid) oder Mobilität (Automobilkommunikation). Sicherheit kann man leider auch nicht einfach ergänzen, wenn einem der Sinn danach steht – ganz im Gegenteil muss die Sicherheit von IT-Systemen von Anbeginn an als essentieller Bestandteil von Systemen bedacht

werden. Auf der anderen Seite machen Sicherheitslösungen bestimmte Anwendungen überhaupt erst möglich. Beispiele hierfür sind sichere Datenspeicherung beim Cloud-Computing oder auch direkte Anonymisierung von Videodaten im AAL-Umfeld.

So neu ist aber das Sicherheitsthema gar nicht – generell nicht und nicht für das FZI. So erstellte das FZI beispielsweise bereits im Jahr 2002 eine Studie über die „Sicherheit für die Top-Level Domain .de durch Secure DNS“ für das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Auch schon in den 90er-Jahren beschäftigte sich eine Gruppe am FZI mit Sicherheitsarchitekturen für verteilte Systeme und mit Verfahren zur Hinterlegung kryptographischer Schlüssel. Später beispielsweise wurden im Projekt SecSPS innovative Schutzmechanismen für Software im industriellen

Umfeld realisiert, die es erlaubten, Software in Steuerungsanlagen vor Manipulation und Diebstahl zu schützen. Neuerdings wurde ein Verfahren für die transparente und sichere Speicherung und Bearbeitung sensibler Daten einer Geschäftsanwendung in der Cloud entwickelt, um so von den Vorteilen des Cloud-Computing profitieren zu können.

Sicherheit erfordert eine ganzheitliche Sichtweise

Für seine herausragende Arbeit im Bereich Sicherheit wurde das FZI auch früher schon ausgezeichnet. So erhielt im Jahr 2011 das FZI zusammen mit der WIBU-Systems AG den „Sicherheitspreis Baden-Württemberg zum Schutz gegen Produktpiraterie“ für eine Produktschutzlösung für die Fertigung – sicherlich ein wichtiger Aspekt von Industrie 4.0. Hierbei wurden erstmals Softwareschutzverfahren aus dem PC-Umfeld auf den Bereich der Produktion übertragen, um den Anforderungen des Anlagen- und Maschinenbaus nach einem durchgängigen Schutz vor den Gefahren der Produktpiraterie entsprechen zu können. Der jüngste Erfolg ist das erwähnte, mit dem deutschen IT-Sicherheitspreis ausgezeichnete und am FZI mitentwickelte BlurryBox®-Verfahren für die Absicherung von Systemen mittels manipulationssicherer Hardware.

Seine Erfolge verdankt das FZI nicht zuletzt damit seiner fachübergreifenden und ganzheitlichen Vorgehensweise für die IT-Sicherheit. Unser Ziel sind Methoden und Werkzeuge, die für die Entwicklung und den Betrieb sicherer IKT-Systeme über deren gesamten Lebenszyklus hinweg diesem Vorgehen Rechnung tragen. Dabei betrachten wir Systeme schon auf der Architekturebene, um den Einfluss fehlerhafter oder kompromittierter Komponenten offensichtlich zu machen. Neben Kryptographie- und Verifikationsverfahren an sicheren Protokollen liegt ein Schwerpunkt auf IT-Sicherheitsmanagement und Anwendungssicher-

heit. Ein Beispiel ist ein Gateway für Smart-Home-Umgebungen, welches selbst dann den Schutz der Privatsphäre der Bewohner gewährleistet, wenn einzelne Geräte dies nicht tun. Im Bereich Mobilität geht es um die Bewältigung von Sicherheitsrisiken, die zu Fehlfunktionen, Verkehrskollaps und sogar erheblicher Gefährdung von Leib und Leben führen können. Der Absicherung der Industrieautomatisierung im Kontext von Industrie 4.0 dienen Schutzmechanismen für den korrekten, vertraulichen und sicheren Betrieb eines eingebetteten Echtzeit-Betriebssystems in einer offenen Internetumgebung.

Sicherheit fordert den Mittelstand – wir helfen!

Mit dem zuvor erwähnten Landeszentrum für anwendungsnahe IKT-Sicherheit wird das FZI über seine traditionelle Aufgabe des Forschungs- und Technologietransfers hinaus zusätzlich den Mittelstand in Baden-Württemberg durch weitere Dienstleistungen unterstützen, mit sicheren IT-Lösungen versorgen und will den Innovationsstandort Baden-Württemberg vor Hackern und Spähattacken schützen. Das FZI wird beispielsweise aktuelle Sicherheitsinformationen für den Mittelstand erstellen und aufbereiten. Kleine und mittelständische Unternehmen sollen gegenüber möglichen Bedrohungen sensibilisiert werden. Im Fokus unserer Forschung stehen deshalb immer die Verständlichkeit, Nachvollziehbarkeit, Nutzbarkeit und Ökonomie der Lösungen. Man denke dazu nur an die immer weiter verbreiteten cloudbasierten Unternehmenssoftwareangebote, bei denen es selten nachvollziehbar ist, welches Sicherheitsniveau ein Service bietet und ob die eingesetzten Maßnahmen wirksam sind, um Daten auch gegen Angriffe von innen zu schützen. Auch ist der Einsatz von Sicherheitslösungen für Unternehmen oftmals kompliziert, da für sie häufig nicht kalkulierbar ist, welche (finanziellen) Risiken durch welche Sicherheitsinvestitionen gemindert werden.

Durch ein Sicherheits-Testlabor am FZI können Lösungen und Produkte sowie bestehende Infrastruktur „auf Herz und Nieren“ getestet werden. Dabei sollen sowohl der aktuelle Stand der Technik als auch der Stand der Wissenschaft berücksichtigt werden und beispielsweise aufgrund gefundener Schwachstellen auch Optimierungspotenziale im Entwicklungsprozess identifiziert werden. Darüber hinaus sollen für den Mittelstand angepasste Lösungen bereitgestellt werden und mittelständische Unternehmen mit ihren Sicherheitsherausforderungen zielgerichtet mit Anbietern für Lösungen zusammengebracht werden. Dadurch wird der Mittelstand in die Lage versetzt, bewährte Sicherheitslösungen einzusetzen, ohne das dafür notwendige und oft kostspielige Know-how selbst aufbauen zu müssen.

Sicherheit – stets aufs Neue gerüstet sein

Dieser Aufgabe wird das Landeszentrum freilich auf längere Sicht nur nachkommen können, wenn das FZI selbst den Stand der Wissenschaft und Technik in der IT-Sicherheit voranbringt. Dazu muss das FZI in starkem Maße auch strategische Forschung betreiben. An anspruchsvollen Themen mangelt es nicht. IT-Sicherheit (genauer Security) kann man als eine Art Wettrüsten verstehen, in der Angreifer und Verteidiger sich jeweils einen Vorsprung zu verschaffen versuchen, tatsächlich aber der Angreifer durch seine Unberechenbarkeit oft im Vorteil ist. Die Verteidigungslinie muss daher sein, eine gewisse Resistenz gegenüber unvorhersehbaren Sicherheitslücken aufzubauen. Ein Beispiel für ein gegenüber Sicherheitslücken resistentes System ist der auf der CeBit 2014 gezeigte Firewall-Prototyp, der selbst dann noch sicher ist, wenn sich eine Komponente aktiv bösartig verhält.

Wie immer in Systemen bestimmt das schwächste Glied in der Kette die Gesamtsicherheit eines IT-Systems, sei es Security oder Safety. Und wie es so schön heißt, befindet sich das schwächste Glied „zwischen Stuhl und Tastatur“. Gestärkt werden kann dieses Glied nur, indem für menschliche Benutzer die Handhabung der Sicherheitsmaßnahmen einfach gehalten wird – Benutzbarkeit (oder im Fachjargon „Usability“) wird damit zur unerlässlichen Forderung. Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen ist aber nicht nur eine Frage der Akzeptanz durch Benutzer, sondern auch durch die Unternehmensführung, vor allem im Mittelstand. Dazu braucht es eine Werkzeugunterstützung bei der Analyse, Bewertung und Optimierung der Sicherheit von IT-Infrastruktur, Produkten und Lösungen, um längerfristig die Kosten für IT-Sicherheit und auch die Entwicklungszeit senken zu können. Und letztlich muss ein angepasster Entwicklungsprozess zum Erreichen von Sicherheit immer auch den Schutz von Leib und Leben im Auge behalten.

Dank dieser Kombination von Information über aktuelle Bedrohungen und Lösungen, Entwicklung von Lösungen für neuartige Produkte und Fragestellungen und strategischer Forschung für grundlegende Herausforderungen kann das FZI Unternehmen und Einrichtungen aller Größe in Baden-Württemberg und darüber hinaus für bestehende und zukünftige Herausforderungen in der IT-Sicherheit rüsten. Durch das Zentrum für IKT-Sicherheit sowie durch die enge Kooperation mit dem KIT über KASTEL ist das FZI für kommende wissenschaftliche sowie anwendungsnahe Forschungs- und Entwicklungsfragestellungen bestens aufgestellt.



IT-Sicherheit vor 25 Jahren:
Ein Blick zurück, mit welchen
Mitteln seinerzeit Sicherheit
umzusetzen war – auch damals
schon am FZI mit Erfolg!



Gesundheit und Alter

TECHNISCHE HELFER ERLEICHTERN DEN ALLTAG

Demografischer Wandel, steigende Kosten, medizinischer Fortschritt und Fachkräftemangel stellen das deutsche Gesundheitswesen seit über 20 Jahren vor immer neue Herausforderungen. Mit der Erkenntnis, dass ein Großteil der Arbeitsprozesse in Krankenhäusern, Pflegeheimen, Arztpraxen etc. stark wissensbasiert ist und sich auf den Informationsaustausch zwischen allen Gesundheitsdienstleistern verlassen muss, hielt auch die Informationstechnik Einzug in das Gesundheitswesen. Das FZI war frühzeitig mit dabei. Es setzte von Anfang an auf seine interdisziplinäre anwendungsorientierte Forschung, um den besonderen Herausforderungen des Gesundheitswesens Rechnung zu tragen und für erfolgreiche Innovationen zu sorgen.

Schneller Datenzugriff – schnelle Hilfe

Begonnen hatten die FZI-Aktivitäten mit der Elektronischen Patientenakte oder auch Gesundheitsakte (engl. electronic health record). Sie ist eine digitale Datenbank, in der die Krankengeschichte, Diagnosen, Behandlungsdaten, Medikamente, Allergien und medizinisch relevante Daten wie bspw. Röntgenbilder oder EKG Verläufe von Patienten abgespeichert werden. Diese Daten können dann einfach über einen PC, ein Tablet oder auch ein Smartphone (damals noch als PDA bezeichnet) abgerufen werden.

Obwohl von unbestreitbarem Nutzen, blieb die Patientenakte in der Öffentlichkeit umstritten. Krankenhäusern konnte mit den erarbeiteten Lösungen aber frühzeitig geholfen werden. Oft müssen dort die Daten in Sekundenschnelle greifbar sein. Das gelingt auch im stationären Bereich nur mit mobiler Informationstechnik. So erarbeiteten Mitarbeiter des FZI beispielsweise ein technisches Konzept für das Städtische Klinikum Karlsruhe für den Einsatz von mobilen Geräten in deren stationären Bereichen.

Verbesserte Vorsorge dank persönlichem Gesundheitsmanagement

Es ist dann ein naheliegender Schritt zu drahtlos vernetzten Vitalsensoren wie z. B. Blutdruckmessern, Blutzuckersensoren oder. Unter der Bezeichnung „persönliches Gesundheitsmanagement“ rückte so das FZI den Patienten bzw. den Bürger selbst bereits 2007 – vor dem Boom von Apps und tragbarer Sensorik (Wearables) – ins Zentrum seiner Forschungsaktivitäten. Für den Nutzer wurden die Daten auf dem PC so aufbereitet, dass Trends und Risiko-Scores bspw. für Herz-Kreislauf-Erkrankungen leicht ablesbar waren.

Mit mobiler Sensorik wird regelmäßiges Monitoring möglich. Für Patienten mit Multipler Sklerose konnte das FZI zeigen, wie mit mobiler Sensorik (Beschleunigungssensor) die Bewertung der Mobilität von Patienten im Alltag möglich ist, womit Veränderungen des Krankheitsverlaufs schon früh vor dem nächsten Kontrollbesuch beim betreuenden Mediziner erkannt werden können.



Rollender Technologietransfer: Die mobile Modell-Wohnung des FZI demonstriert technische Systeme und Organisationslösungen für Pflege und Betreuung von Menschen im Alter und bei chronischen Erkrankungen. Große Nachfrage besteht bei Pflegemessen oder städtischen Aufklärungskampagnen.

Für das Gesundheitsmanagement von Menschen mit COPD (chronische Lungenobstruktion) entwickelte das FZI ein Verfahren, um rechtzeitig eine gefährdende Situation identifizieren und ihr entgegenwirken zu können – ohne regelmäßig vor Ort beim Arzt sein zu müssen. Der Arzt kann so regelmäßig die Daten des Patienten überprüfen, Feedback geben, jederzeit für Fragen bereit stehen und ist bereits vor der Visite über die letzten Vorgänge informiert.

Unauffällige EKGs? Messungen ohne elektrischen Kontakt? Das ist die Gegenwart!

Besonders unaufdringlich lässt sich Monitoring mit textilintegrierter Elektronik bewerkstelligen. Beispiele sind textilintegrierte EKG-Messsysteme, die am Körper getragen werden, aber auch ambient integrierte Systeme, die eine belastungsfreie Messung ermöglichen, beispielsweise im Autositz oder am Schreibtisch. Auch am Körper tragbare Aktoren, z. B. textilintegrierte Defibrillatoren, wurden untersucht und entwickelt. Gemeinsamer Gedanke aller Projekte war dabei die Nutzbarmachung klinischer Geräte in der Alltagsumgebung, um Vitaldaten in beliebigen Kontexten zu erfassen. Glanzstück dieser Projekte war ein kapazitives, in einen Autositz integriertes EKG, das eine Messung während der Fahrt ohne elektrischen Kontakt durch die Kleidung hindurch erlaubte.

Jede Minute zählt: Bei der Versorgung von Herzinfarkt- und Schlaganfallpatienten lässt sich dank IT-Unterstützung der Prozess der Anamnese und der Aufnahme im Krankenhaus teilweise schon in den Transport verlegen. Das in den preisgekrönten Projekten CardioAngel und StrokeAngel entwickelte Pad wird heute von einer Firma vertrieben und ist im Regelbetrieb im Einsatz.



Echtzeitkommunikation steigert die Heilungschancen

Wer Daten neuartig erfassen kann, sollte vor den Prozessen nicht Halt machen. Ein frühes Beispiel ist das gemeinsam mit der Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe und dem Rhön-Klinikum für den Schlaganfall entwickelte Nachsorgekonzept („Stroke Manager“) zur Betreuung nach der Entlassung aus dem Krankenhaus bzw. der Rehabilitation. Das Modell geht nach erfolgreicher zweijähriger Testphase im Jahr 2014 in den Regelbetrieb.

Noch weiter geht ANGELsystems, eine mobile telemedizinische Anwendung für den Austausch zwischen Rettungsdienst und Krankenhaus. Ursprünglich für die akute Schlaganfallversorgung entwickelt, ist heute mit dem System eine elektronische Voranmeldung von Notfallpatienten direkt aus dem Rettungswagen

in die Klinik möglich. Der Arzt im Krankenhaus kann sich somit noch vor Eintreffen des Patienten ein vollständiges Bild von ihm verschaffen und die Vorbereitungen im Krankenhaus bereits parallel zur Anfahrt des Rettungswagens starten. Gemeinsam mit Ärzten und Rettungsdiensten konnte das FZI nachweisen, dass das System die Heilungschancen der Patienten steigert und gleichzeitig Fehler in der Kommunikation zwischen Rettungsdienst und Krankenhaus reduziert. Seit 2011 wurde das System auch auf alle anderen im Rettungsdienst auftretenden Indikationen erweitert und ist derzeit in zehn Regionen in Deutschland im Einsatz.

Im Bereich der Notfallmedizin und Katastrophenschutz untersuchte das FZI in mehreren Projekten die Möglichkeiten zur Prozessunterstützung bei Großschadensereignissen, so genannten Massenanfällen

von Verletzten oder Erkrankten. In der Frühphase der rettungsdienstlichen und medizinischen Versorgung fehlt bei solchen Ereignissen zunächst der Überblick über die Anzahl der Betroffenen und das individuelle Ausmaß der Verletzungen bzw. Erkrankungen. Auch hier ermöglichen tragbare Sensorik und autonome Sensornetze eine Beschleunigung der Rettungsprozesse und eine zügige Rückkehr zur Individualversorgung.

Innovationen mit Wirtschaftlichkeit vereinen – ohne den Menschen zu vergessen

Für technologiegestützte Innovationen reicht es nicht mehr aus, „nur“ die Qualität der Versorgung zu verbessern. Vielmehr muss mit einer Innovation auch gleichzeitig ein ökonomischer Vorteil entstehen, um aufgrund der Kostendeckelung im Gesundheitswesen Erfolge auf dem Markt zu verzeichnen. Daher widmete sich das FZI auch der Frage, wie die Einsatzmöglichkeiten von Informationstechnik im Gesundheitswesen gemessen und bewertet werden können. Für den zuvor erwähnten Einsatz von mobilen Geräten im stationären Bereich am Städtische Klinikum Karlsruhe ließ sich beispielsweise ein Return on Investment von über 800 % nachweisen.

Diese Arbeiten setzte das FZI in weiteren Projekten bis zum heutigen Zeitpunkt fort. Unter anderem untersuchte das FZI gemeinsam mit dem Institut für Technikfolgenabschätzung (ITAS) des KIT anhand von zwei Fallbeispielen, wie Innovationen in der Informationstechnik erfolgreich im Gesundheitswesen etabliert werden können. Deutlich wurde bei diesem Projekt, dass nach wie vor zahlreiche strukturelle Barrieren für Innovationen bestehen, wie beispielsweise die finanzielle Regulierung des Gesundheitsmarktes, Unklarheiten beim Datenschutz, fehlende Akzeptanz und ein notwendiger fundierter Nachweis des medizinischen Nutzens.

Besondere Außenwirkung erzielte und erzielt noch heute das FZI mit Lösungen, die ältere Menschen in ihrem Alltag so unterstützen, dass sie möglichst lange in ihrer gewohnten häuslichen Umgebung verbleiben können (Alltagsunterstützende Assistenzlösungen AAL). Zahlreiche dieser Innovationen trugen erfolgreich zur wirtschaftlichen Verwertung von Partnerunternehmen bei. In den BMBF-Projekten VitaBIT und EasyCare wurde beispielsweise eine offene Plattform zu Pflegedokumentation, -beratung und -monitoring entwickelt, die in Ausgründungen (Nubedian GmbH, EasierLife GmbH) und in zahlreiche Installationen mündete. Mit zahlreichen weiteren Unternehmen aus Gebäudesicherheit, Smart Home und Ortungssystemen wurden erfolgreiche Kooperationen aufgebaut, die in Produktinnovationen mündeten.

Nicht nur die Technik, auch die Dienstleistung zählt

Zeitgleich zur Entwicklung informationstechnologischer Lösungen hat sich auch gezeigt, dass im Gesundheitswesen neben der Produktinnovation auch Dienstleistungsinnovationen von großer Bedeutung sind. Die Technik alleine benötigt in vielen Fällen eine betreuende Unterstützung durch Pflegedienste und/oder Ärzte, so dass sich auch die Frage stellt, wie technikorientierte Dienstleistungen entwickelt und bewertet werden können. Am FZI hat sich hier ein Team gebildet, das in den Projekten VitaBIT, EasyCare und INSPIRE sowohl die sozio-technischen als auch die gesundheitsökonomischen Aspekte beleuchtet, um innovative Dienstleistungen für den Bereich der Pflege und Medizin zu entwickeln, welche sich auch erfolgreich auf dem Markt etablieren lassen. Erfolgreich bedeutet, dass die Dienstleistungen effizient und effektiv organisiert sind, positiv von den betreuten Personen (den Kunden) wahrgenommen werden und auch trotz der starken Regulierung im Gesundheitsmarkt finanzierbar sind.

Senioren in der häuslichen Umgebung, wenn auch nicht ganz ohne Technikunterstützung: Ein Blick in das FZI Living Lab smartHome/AAL, das unter anderem der Erforschung und Erprobung von Alltagshilfen für Senioren dient.



Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Forschungsarbeiten arbeitet das FZI derzeit mit Pflegediensten und Medizinern daran, geeignete Dienstleistungen im Detail auszuarbeiten, geeignete technologische Produkte auszuwählen und in Feldtests die Akzeptanz, Qualität und Effizienz zu messen und zu bewerten. Beispielsweise wird in Karlsruhe eine Feldstudie zur „Rundum-die-Uhr-betreut“-Dienstleistung der Diakonie Sozialstation Karlsruhe durchgeführt, bei der über zwei Jahre ausgewählte Technologien und Dienstleistungen getestet werden.

Ein wegweisendes Labor auf Tour

Für Forschung und Entwicklung im Bereich häuslicher Assistenzsysteme hat sich das FZI im Jahr 2007 das FZI Living Lab smartHome/AAL eingerichtet. Dieses Living Lab stellt eine reale 3-Zimmerwohnung mit Küche und Bad dar, welche voll ausgestattet ist mit innovativen Sensorsystemen und technischen Assistenzsystemen. In dieser Wohnung demonstriert das FZI, wie Entwicklungen mit industriellen Produkten zu einem funktionierenden Gesamtsystem Smart Home/AAL integriert werden. Das Living Lab nutzt das FZI für alle Phasen eines Projektes, u.a. für Ideenfindung und Anforderungsanalyse mit den Anwendern zum Beginn, für technische Konzeption und



Entwicklung sowie zur Integration unterschiedlicher Komponenten von Herstellern bis zum Testen und Bewerten. Beispielsweise untersucht das FZI im Auftrag der Evangelischen Heimstiftung Baden-Württemberg, dem größten Pflegeunternehmen Süddeutschlands, den Einsatz von Technik für unterschiedliche Pflegeszenarien. Ausgewählte Vertreter der Zielgruppen (u.a. Pflegebedürftige, Angehörige, Ärzte, Pflegekräfte) testeten im Labor die unterschiedlichen Szenarien und teilten direkt ihre Rückmeldung zu den eingesetzten Prototypen mit. Die Analysten und Entwickler des FZI und das Innovationsmanagement der Evangelischen Heimstiftung integrierten das Feedback in die weitere Gestaltung des neuen Dienstleistungsportfolios ihres Service Center Pflege.

Aufbauend auf den Erfahrungen mit ihrem Living Lab hat das FZI im Auftrag des Sozialministeriums die rollende Ausstellung „Wegweiser Alter und Technik“ entwickelt, die seit 2012 durch Deutschland „tourt“ und über Einsatzmöglichkeiten von Technik in der Pflege und im häuslichen Umfeld informiert. Ergänzend bietet das FZI über das Portal www.wegweiseralterundtechnik.de umfassende Informationen zu Einsatzmöglichkeiten und Produkten an. Seit 2013 begleitet das FZI hierzu auch den Aufbau und Betrieb von 22 Beratungsstellen in Deutschland, welche im Förderprogramm „Besser Leben im Alter durch Technik“ entstehen, um neben einer umfassenden Information auch Konzepte für Beratung und Wissensmanagement mitzuentwickeln.

Das Gesundheitswesen ganzheitlich betrachten – eine logistische Meisterleistung

Aktuell werden die Aktivitäten im Gesundheitsbereich auch immer stärker mit der Logistik-Abteilung des FZI verzahnt. So begleitet das FZI als externer Partner zurzeit einen Krankenhausneubau, der die bisher auf ein Stadtgebiet verteilten Standorte zusammenführt. Dabei müssen insbesondere zukünftige räumliche Gegebenheiten mit medizinischen und organisatorischen Prozessabläufen abgestimmt werden. Das FZI unterstützt dieses Ziel mit simulationsbasierten Analysen. Darüber hinaus entwickelt die Logistik-Abteilung Dienstplanungskomponenten im Bereich der ambulanten Pflege. Termine mit Pflegepatienten müssen zeitlich und personell mit den Qualifikationen des verfügbaren Pflegepersonals abgestimmt werden.

Angesichts der bisherigen Erfolge, der langjährigen Erfahrung, der vielen Transfers der Ergebnisse in die Praxis und des hohen Ansehens, das das FZI genießt, bleibt das Gesundheitswesen auch in absehbarer Zukunft ein zentrales Arbeitsfeld des FZI.



Energie und Mobilität

NACHHALTIGE FLEXIBILITÄT BEGINNT JETZT

Wer heute über die Zukunft von Mobilität und Energie spricht, denkt vor allem an den Konflikt zwischen dem Schutz unserer natürlichen Ressourcen auf der einen Seite und dem Erhalt der Lebensqualität und der Wirtschaftskraft auf der anderen. Wenn das FZI sich mit Mobilität und Energie beschäftigt, sieht es die unzähligen wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen, die schon immer bestanden, sich aber mit dem Begriff der Energiewende tief in das öffentliche Bewusstsein eingegraben haben. Und es sieht auch, dass man beide – Mobilität und Energie – nicht mehr isoliert voneinander betrachten kann. So überrascht auch kaum, dass das FZI von Anbeginn an diverse Projekte rund um Mobilität und Energie begleitet hat und dies auch heute tut.

Mobilität – ein Motor des Fortschritts

Ohne Mobilität wäre die heutige Welt nicht die, die sie ist. Moderne Mobilität bildet die Basis des Wohlstands und trägt direkt zur Lebensqualität bei. Dabei denken die meisten Menschen bei Mobilität zunächst an individuelle Mobilität. Sie verbinden sie eng mit der Freiheit bei ihrer Lebensgestaltung. Und sie empfinden als ältere Menschen den Verlust ihrer Fahrfähigkeit und das daraus resultierende Angewiesensein auf den oft unzureichenden öffentlichen Personenverkehr oder die Unterstützung durch soziale Dienste häufig als einschneidende Zäsur.

Indirekt sind die Menschen aber auch Nutznießer der Mobilität, mit der die Wirtschaftsgüter weltweit ausgetauscht und im Zuge einer weltweiten Vernetzung Lieferketten aufgebaut werden. Und selbst innerhalb der Produktionsstätten spielt der Transport der Bauteile an den Ort ihrer Verwendung eine zentrale Rolle.

Auf der Kehrseite fordert Mobilität jedoch einen hohen Preis in Form von Verkehrsunfällen mit zahlreichen Verletzten und Getöteten, Umweltbelastung

durch Lärm und Abgase, Ressourcenverbrauch durch Verkehrsträger sowie Produktiv- und Freizeitverluste durch Staus.

Künstliche Intelligenz – der Schlüssel zur autonomen Mobilität

Nicht unbedingt überraschend hat daher das Thema „Mobilität“ am FZI eine lange Tradition. Ausgangspunkt war beispielsweise die Robotik, die mit der Entwicklung alltagstauglicher Bildverarbeitungstechnik sowie Steuerungs- und Sensorsystemen begann und schon Ende der 80-er Jahre zur Konstruktion autonomer Transportroboter für Güterverteilzentren führte. Anwendungen fanden sich beispielsweise in Container-Umschlagssystemen am Flughafen Frankfurt und Seehafen Rotterdam und später in der Intralogistik in Krankenhäusern weltweit. Über viele Jahre stellten diese Systeme nicht nur ein Alleinstellungsmerkmal für das FZI dar, sondern liefern wertvolle Grundlagen für die Realisierung intelligenter Fahrzeuge. So nahm ab 1988 das FZI am EUREKA-Projekt PROMETHEUS teil, in dem viele bis heute wichtige Grund-



Das FZI geht mit gutem Beispiel voran: Mit dem installierten Solarpanel auf dem Dach wird nicht nur die Selbstversorgung des FZI House of Living Labs unterstützt, das FZI kann auch vielfältige Forschungsfragen angehen und Tests fahren.

lagen für Fahrerassistenzsysteme und automatisches Fahren gelegt wurden. In vielseitigen Forschungsprojekten, maßgeblich in Zusammenarbeit mit Automobilherstellern, Zulieferern und dem KIT, wurden die Forschungserkenntnisse anschließend kontinuierlich ausgebaut. Auch die Nutzung Künstlicher Intelligenz, insbesondere der Agententechnik, in wissensbasierten Verkehrsleitsystemen war ebenfalls Bestandteil von FZI-Forschungsprojekten.

Fahren ohne Fahrer – das ist längst Realität

Man kann sich unschwer vorstellen, wie in all diesen Bereichen durch automatisches Fahren die Wirtschaftlichkeit erhöht und Fehlverhalten reduziert werden kann. Hier liegt denn auch einer der aktuellen Forschungsschwerpunkte am FZI. Bis heute zählt das

FZI mit inzwischen drei automatisch fahrenden Erprobungsfahrzeugen zur internationalen Weltspitze in diesem Bereich. Die Fahrzeuge und Technologien werden beständig von den verschiedenen Arbeitsgruppen gemeinsam ausgebaut. Innovative Fahrfunktionen, wie automatisches Parken, dreidimensionales Umgebungssehen für automatisches Fahren, Situationsverstehen und Planen erfuhren auf internationalen Fachkonferenzen reges Interesse und hielten Einzug in die Vorentwicklung.

Das jüngste FZI-Fahrzeug, „Bertha1“, befuhr im August 2013 automatisch die Bertha-Benz-Gedächtnisroute. Bertha1 war damit nicht nur das erste Fahrzeug, das eine so anspruchsvolle Route durch öffentlichen Straßenraum über Landstraßen, Dörfer und durch mehrere Städte automatisch bewältigte. In Zusammenarbeit mit unserem Automobilkunden konnte in

Das Energy Management Panel dient der Steuerung und Transparenz der Energieflüsse im FZI House of Living Labs.



diesem Projekt auch das erste automatische Fahrzeug vorgestellt werden, das nur mit Seriensensorik und preiswerter Videosensorik auskommt, und somit einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur Marktfähigkeit bewältigt hat.

Energie – immer verfügbar, immer da? Smart Grids machen es möglich ...

Man mag über die Energiewende unterschiedlicher Meinung sein, sie hat aber zahllose wissenschaftliche Herausforderungen aufgezeigt und Aktivitäten und Ideen losgetreten. Der mit der Energiewende angestrebte zügige Umstieg auf erneuerbare Energiequellen führt neben der Notwendigkeit der Energieeinsparung zu einer Reihe von weiteren Herausforderungen.

Diese hängen insbesondere mit der stark fluktuierenden und nur begrenzt steuerbaren Energieeinspeisung ins Stromnetz, mit der Unsicherheit bei der Vorhersage des Stromangebots und mit der flächendeckenden Dezentralität bei Stromerzeugung und Einspeisung ins Niederspannungsnetz zusammen. Der ständig notwendige Ausgleich zwischen Energieangebot und -nachfrage erfordert eine bestmögliche Flexibilisierung des Angebots und der Nachfrage in allen Sektoren der Wirtschaft.

Lösungen für das intelligente Energiemanagement sind immer auch im Kontext neuer Konzepte für Mobilität, Produktion oder intelligenter Arbeits- und Lebensräume zu sehen. Informations- und Kommunikationstechnologien spielen dabei eine zentrale Rolle.



Der Zukunft dicht auf den Fersen: In 10 Jahren – so die Prognose – muss man nur noch ans Steuer, wenn man denn will. Co-Car, kurz für Cognitive Car, ist ein autonomes Fahrzeug des FZI mit Straßenzulassung und dient der Erprobung von automatisierten Fahrfunktionen. Übrigens ist es auch in das Energiemanagement des FZI House of Living Labs einbezogen.

Das Haus von morgen – intelligent, energieeffizient und im Labor erprobt

Das FZI hat sich früh diesen Herausforderungen gestellt und in enger Kooperation mit industriellen Partnern den notwendigen Umbau des Energiesystems durch die Entwicklung und Erprobung adäquater Konzepte für das Energiemanagement der Zukunft unterstützt, beispielsweise in Projekten, in denen die Verbesserung der Energieeffizienz im Vordergrund stand (so ab 2009 im Projekt „KEHL – Kontrollierte-Energie-Haushalts-Lösungen“). Gestützt auf diese Erfahrungen schaffte das FZI für sein FZI House of Living Labs (HoLL) eine entsprechende Infrastruktur. Diese besteht aus einem in das Gebäude integrierten Microgrid mit Stromerzeugung durch Solarzellen und Blockheizkraftwerk (BHKW), Wärme- und Kälteerzeugung durch BHKW und Adsorptionskältemaschi-

ne, Speicher für Strom, Wärme und Kälte und Verbrauchern wie Haushaltsgeräten, Klimatisierung und Energieverbrauchern im Büro.

Aktuell werden im FZI Living Lab smartEnergy Haus- und Gebäudeenergiemanagementsysteme weiterentwickelt und evaluiert, die einerseits transparent über die aktuelle Energiesituation informieren, andererseits den Nutzern intuitive Schnittstellen für die Spezifikation von Präferenzen und Freiheitsgraden für den Energieeinsatz bieten und schließlich das so erschlossene Flexibilisierungspotenzial bestmöglich zur Stabilisierung der Energienetze ausschöpfen. Die FZI Living Labs smartEnergy und smartHome/AAL zeigen gleichzeitig die Potenziale der Verbindung von thermisch/elektrischem Energiemanagement mit Hausautomatisierung und speziell mit den vielfältigen Diensten des Ambient Assisted Living.



Die Infrastruktur des HoLL ist denn auch entscheidend für intensive Kooperationen mit einschlägigen Partnern (KMU und auch größere Unternehmen), in denen neue Konzepte und Technologien entstehen bzw. die Energiemanagementsysteme an die Anforderungen unterschiedlicher industrieller Szenarien angepasst werden.

Diese Infrastruktur in Verbindung mit der am FZI entstandenen Kompetenz bezüglich der Technologien für das Energiesystem der Zukunft trug entscheidend dazu bei, dass das FZI assoziierter Partner des neuen Helmholtz-Forschungsprogramms „Speicher und vernetzte Infrastrukturen“ geworden ist. Von dieser aktiven Zusammenarbeit mit dem KIT auch im Großforschungsbereich erwarten wir uns wichtige zusätzliche Impulse für unsere Forschung und Entwicklung.

Elektromobilität – Innovationen an der Schnittstelle von Energie und Mobilität

Neue Konzepte für Mobilität sind heute untrennbar mit intelligentem Energiemanagement verbunden. Auch das ist nicht neu für das FZI. So startete schon im Jahr 2011 im FZI das strategische Projekt „eMobility & eEnergy – Intelligente Koordination in Smart Grids und eMobility-Netzwerken“. Inzwischen adressiert ein wesentlicher Teil der strategischen Forschung am FZI die Herausforderungen und Chancen der Elektromobilität.

Das verbindende Thema in allen Projekten ist die bestmögliche informationstechnische Unterstützung einer energieeffizienten Mobilität und einer hoch flexiblen Integration der mobilen Energiespeicher in das intelligente Energiesystem unter Berücksichtigung der Präferenzen der Benutzer. Überzeugend demonstriert unser FZI House of Living Labs, mit seiner dezentraler Energieerzeugung, dem Gebäude-Energiemanagement und dem eingebundenen intelligentem Lade-

management von Elektrofahrzeugen bereits heute die Innovation an der Schnittstelle der Domänen.

Best Practice im Ländle – und darüber hinaus

Demzufolge ist das FZI auch maßgeblich am Spitzencluster „Elektromobilität Süd-West: Road to Global Market“ beteiligt – insbesondere durch die Federführung im Innovationsfeld „Information und Kommunikation“ und durch die Forschung an intermodalen e-Mobilitätskonzepten und deren Management. Aber auch die Integration von Elektromobilität in sog. Smart Grids, die Reichweitenerhöhung durch effiziente Navigation oder in Kombination mit automatisiertem Fahren in der Realisierung neuer Konzepte für automatisiertes Parken und Laden stehen im Fokus der Anwendungsforschung. Auch die kürzlich gestarteten Projekte der zweiten Phase des Spitzenclusters hat das FZI maßgeblich mitgestaltet. Schwerpunkte darin sind die integrierte Betrachtung verfügbarer Stromerzeuger, Speicher und Verbraucher zur Ladesteuerung von Elektrofahrzeugen in regionalen Energiesystemen, die Optimierung der Bedarfsplanung und der Nutzung von Elektromobilität im alltäglichen Leben sowie die Erforschung und Aufbau eines Elektrofahrzeuges mit innovativen Komponenten zur Steigerung der Performance.

Das Themenfeld „Mobilität und Energie“ wird das FZI noch auf viele Jahre beschäftigen. So wird das FZI im Rahmen der Forward-IT-Initiative des Landes Baden-Württemberg ab 2015 gemeinsam mit führenden Partnern aus den Automotive-, Energie- und IKT-Branchen an der Umsetzung einer effizienten, vernetzten, automatisierten und sicheren Mobilität wesentlich beteiligt sein.



Eingebettete Systeme

DIE RECHNER SIND UNSICHTBAR GEWORDEN

Wir bewegen uns heute in der Nach-PC-Ära. Die Aussage mag etwas verwundern, nutzen wir doch jeden Tag Computer, überall! Aber der allergrößte Teil der Computer tut heute Dienst in technischen Geräten wie dem Auto, dem Mobiltelefon, dem Fernseher, dem medizinischen Apparat, ohne sich explizit als solche erkennen zu geben. Man spricht daher gerne auch vom „Disappearing Computer“. Rein technisch betrachtet ist es nicht nur der Rechner selbst, der sich hinter der Fassade all dieser nützlichen Geräte verbirgt, sondern auch die Sensoren und Aktoren, mit denen er mit der realen Umwelt in Wechselwirkung steht, und die Datenübertragungseinrichtungen, mit denen er mit anderen Rechnern kommunizieren kann. Aus dieser Warte spricht man dann von „Eingebetteten Systemen“. So manches moderne Schlagwort sieht Eingebettete Systeme im Mittelpunkt, etwa „Cyber-Physisches System“ (CPS), wenn es um die Einheit aus Eingebettetem System und technischer Umgebung geht, „Internet der Dinge“ oder „Internet of Things“, wenn die Vernetzung der Eingebetteten Systeme betont werden soll.

Im Auto, beim Arzt, beim Shopping – umgeben von Eingebetteten Systemen

Schlagworte sind immer ein Indiz dafür, dass man ein enormes wirtschaftliches Potenzial gepaart mit wissenschaftlichen Herausforderungen vermutet. Mehr als 90 % aller Mikrocomputer und Mikrocontroller finden heute in Eingebetteten Systemen Verwendung, nur knapp zehn Prozent werden im klassischen Rechnerbereich eingesetzt. Zudem ist das Wachstum in diesem Bereich weit stärker als in der klassischen Computerdomäne. Das hängt vor allem mit dem Eindringen Eingebetteter Systeme in immer mehr Anwendungen zusammen. Die Systeme sorgen für die Informationsverarbeitung in Produkten wie Autos, Robotern, Mobiltelefonen, in der Fabrikautomation, der Medizinelektronik bis hin zur Geldkarte oder dem maschinenlesbaren Ausweis. Die Einsatzmöglichkeiten Eingebetteter Systeme zielen also immer auf spezielle Anwendungen ab und betreffen als

Branchen in Deutschland z. B. die Automobilindustrie, den Maschinenbau, die Luft- und Raumfahrt, den öffentlichen Verkehr, die Telekommunikation sowie die Medizin von der Patientenversorgung bis zu den Geräteherstellern. Auch die Konsumelektronik ist ein weites Anwendungsgebiet Eingebetteter Systeme.

Herausforderungen wie für das FZI gemacht

Der automatisierte Entwurf von Schaltkreisen, wie er ja auch Mikrocomputern und Mikrocontrollern zugrunde liegt, hat am FZI eine lange Tradition. Schon zu Zeiten der Gründung des FZI wurde Software entwickelt, mit der letztlich das Layout auf dem Chip bestimmt und die Korrektheit der Schaltung nachgewiesen wurde. Neben der Entwicklung der an Komplexität zunehmenden Hardware liegt heute die zusätzliche Herausforderung bei der Entwicklung der Software. Dabei stellt neben dem zunehmenden

Funktionsumfang auch der steigende Umfang der sogenannten nichtfunktionalen Anforderungen eine große Herausforderung dar. Diese nichtfunktionalen Anforderungen betreffen beispielsweise die Sicherheit und Zuverlässigkeit, welche für den Einsatz in sicherheitskritischen Systemen, wie z. B. beim automatischen Fahren, immer relevanter werden. Dazu zählen aber auch das Streben nach verbesserter Ressourceneffizienz Eingebetteter Systeme durch steigenden Kostendruck oder steigende Anforderungen hinsichtlich des Energieverbrauchs. Hinzu kommen in vielen Anwendungsgebieten (z. B. Verkehr, Raumfahrt, Industrie, Medizin) noch Echtzeitanforderungen in allen Betriebssituationen.

Die große Stärke des FZI liegt in der Gestaltung und Unterstützung der Entwurfsprozesse. Hier hatte das FZI schon immer die Nase vorne, und das soll natürlich auch so bleiben. Die zunehmende Komplexität Eingebetteter Systeme, hohe Qualitätsanforderungen sowie die strengen Time-to-Market-Zwänge schaffen dabei fortwährend neue Herausforderungen für den Entwurfsprozess. Dabei wird erwartet, dass die genannten nichtfunktionalen Anforderungen einschließlich Echtzeitanforderungen in allen Betriebsituationen erfüllt sind. Deren Überprüfung stellt besondere Ansprüche an Verifikation und Validierung von Modellen und Entwicklungsprozessen. Ein iterativer und inkrementeller Ansatz für die Software- und Hardware-Entwicklung, welcher sich durch frühe Validierung und Verifizierung auszeichnet, stellt eine vielversprechende Lösung dar, wenn es darum geht, sowohl die Gesamtkosten als auch die Zeit bis zur Marktreife einer Entwicklung für die Systemprüfung und das Redesign möglichst gering zu halten.

Ein Entwurfsablauf macht Schule

Eine konsequente Verfolgung des modellbasierten Top-Down-Entwurfs, bei dem die ersten Entschei-

dungen aufgrund einer abstrakten Modellierung und Bewertung mit möglichst geringem Aufwand, aber dennoch höchstmöglicher Genauigkeit getroffen werden können, macht die wichtigen Innovationen des FZI in den letzten 30 Jahren aus. Im modellbasierten Top-Down-Entwurfsablauf wird der Entwurf mit immer mehr Implementierungsdetails angereichert und auf jeder Stufe die Einhaltung der nichtfunktionalen Anforderungen, die einen wichtigen Teil der Spezifikation bilden, überprüft. Einen entscheidenden Fortschritt, der diesen Entwurfsablauf ermöglicht, bilden sogenannte virtuelle Prototypen, mit denen sowohl das Eingebettete System selbst als auch seine Umgebung im Rahmen einer abstrakt beginnenden und sich immer stärker verfeinernden Simulation einer ständigen Überprüfung unterworfen werden.

Ein weiterer Schwerpunkt, der aufgrund von sicherheitskritischen Funktionen immer wichtiger wird, betrifft die Untersuchung und Verbesserung der Zuverlässigkeit der Halbleiterschaltkreise selbst. Hier müssen aufgrund der ständig abnehmenden Strukturgrößen auch neue Anforderungen hinsichtlich der Modellierung von Alterungseffekten oder Umgebungseinflüssen, die sich beispielsweise durch unterschiedliche Einsatztemperaturen ergeben, berücksichtigt werden.

Durch virtuelle Simulation hin zum besten Prototypen

Immer wieder müssen Stresstests den Entwurfsprozess begleiten, etwa wenn es darum geht, einen Automobilhersteller mit dem Lieferanten der Halbleiterschaltkreise zusammenzubringen, um bereits in einer frühen Entwurfsphase sogenannte Mission-Profils auf Seiten des Automobilherstellers zu definieren und auf Seiten des Halbleiterherstellers durch eine Simulation zu überprüfen. Stresstests in virtueller Prototypenumgebung zu integrieren, stellt hier eine ganz besondere Herausforderung dar. SystemC und Transaction-Level-Modeling werden eingesetzt, um



Überwachung mit besten Absichten: Sensoren im Autositz messen die Vitalfunktionen des Fahrers und schlagen bei Auffälligkeiten wie zum Beispiel im Falle eines Herzinfarkts Alarm.



verteilte Eingebettete Systeme unter verschiedenen Einsatzbedingungen zu simulieren, um damit nicht-funktionale Parameter wie etwa das Zeitverhalten oder einen Leistungsverbrauch bis hin zur Zuverlässigkeit bewerten zu können. Dies hat den Vorteil, bereits in einer frühen Phase mit möglichst geringem Bewertungsaufwand unter einer großen Vielzahl von Entwurfsalternativen die Beste zu finden, welche dann im anschließenden Entwurfsprozess bis hin zum realen Prototyp verfeinert wird.

Besondere Anforderungen betreffen dabei die Simulation der Software, deren Zeitverhalten möglichst abstrakt bewertet werden muss, ohne dass die reale Hardware bereits vorliegt. Cache-Effekte oder moderne Out-of-Order-Execution-Konzepte so zu berücksichtigen, dass die Simulation ausreichend genaue Ergebnisse erzeugt, ist eine große Herausforderung. Eine besondere Problematik ergibt sich hierbei durch den

zunehmenden Einsatz von Multi- und Many-Core-Systemen, bei denen auch die Aufteilung der Software auf die verschiedenen Cores eine neue Entwurfsherausforderung darstellt.

Das Rückgrat des Internet der Dinge – CPS in der Anwendung

Eingebettete Systeme entfalten ihren Nutzen als Bestandteil von Cyber-Physikalischen Systemen. Schon lang bevor dieser Begriff aufkam, hat das FZI hier fortschrittliche Lösungen entwickelt. So erforscht das FZI schon seit vielen Jahren Hardwareplattformen einschließlich mikrosystemtechnischer Sensorik und Aktuatorik sowie die Software für mess-, steuer- und regelungstechnische Funktionen eingebetteter Systeme bis zu Demonstratoren und Serienprototypen. Hauptanwendungsfelder sind unter anderem die me-

dizinische Informationstechnik und die Automatisierungstechnik.

Eine besonders hervorzuhebende Entwicklung ist das Programmsystem PREEvision zur Beschreibung und Optimierung der Elektrik/Elektronik-Architektur eines Automobils, das inzwischen über die FZI-Ausgründung Aquintos (inzwischen zu Vector Informatik GmbH gehörig) in die Praxis wanderte. Es ist bei großen Automobilherstellern und Zulieferern weltweit im Einsatz. Aktuell wird die methodische Unterstützung der ISO-Norm 26262 für sicherheitsrelevante elektrische/elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen in PREEvision über alle Beschreibungsebenen (Feature-Function-Networks, Logical Architecture, System Software Architecture, Implementation, Hardware Component Architecture, Electrical Circuit, Wiring Harness, Geometrical Topology) hinweg erforscht.

Im Anwendungsfeld Automobilelektronik konnte weltweit erstmals eine FPGA-basierte Rechnerplattform realisiert werden, die während des Betriebes ohne Unterbrechung in ihrer Hardwarearchitektur dynamisch rekonfiguriert werden kann. Diese Arbeiten führten auch zu einem inzwischen kommerziell erhältlichen Hardware-in-the-Loop-Testsystem für die Steuergeräte-Integration und zur Entwicklung einer neuen Generation von heterogenen Multi-Core-System-on-Chip-Architekturen. Ebenfalls auf FPGA basierend wurde ein System entwickelt, das zur Authentifizierung des Nachrichtenverkehrs bei der zukünftigen Kommunikation zwischen Fahrzeugen oder zwischen Fahrzeug und Infrastruktur (car2x) dient. Jede Nachricht wird mit einer Signatur und einem Zertifikat versehen, die beim Empfänger verifiziert werden. Mit über 2900 Verifikationen pro Sekunde mit ECDSA-256 (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) wurde 2011 ein neuer Weltrekord aufgestellt.

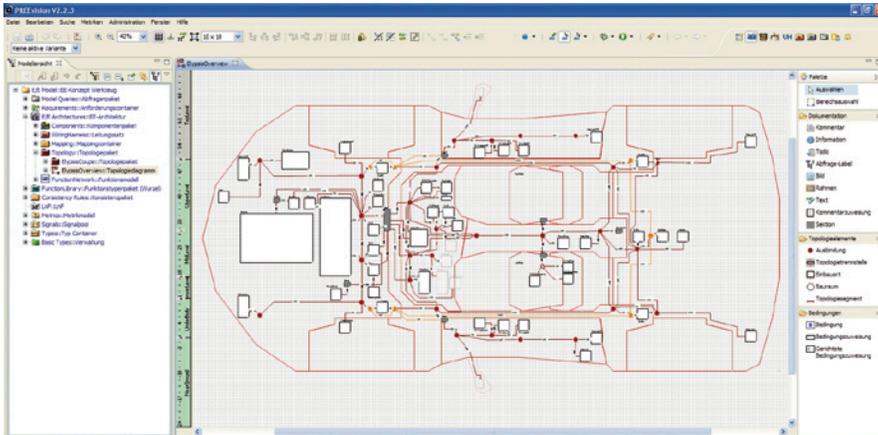
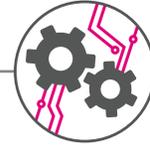
E-Mobilität und autonomes Fahren – die Zukunft der Fortbewegung

In die unmittelbare Zukunft weisen Arbeiten, die mit dem automatischen Fahren mit seinen enormen Sicherheitsanforderungen zu tun haben und ohne Eingebettete Systeme nicht vorstellbar sind. Hierfür ist die Gesamtsystemsimulation, mit der insbesondere auch die Robustheit nachgewiesen werden soll, von besonderer Bedeutung. Neueste Arbeiten betreffen die Sensorsimulation, um beispielsweise auch die Einflüsse von Regen, Schnee, Nebel etc. und deren Auswirkungen auf fortschrittliche Fahrassistentenfunktionen zu berücksichtigen. Ähnliches gilt auch für viele Komfortfunktionen.

Ganz besonders wird der Bereich der Eingebetteten Systeme in Elektrofahrzeugen zunehmen. Da verwundert es auch nicht, dass im Automobilbereich die Mechanik ihre Funktion als Treiber weitgehend verloren hat, denn mittlerweile machen Eingebettete Systeme mehr als 90 % der Innovationen im Bereich der Autos aus, die heutzutage kommunizierende Sensoren und Aktuatoren, komplexe heterogene Busarchitekturen mit über hundert Steuergeräten und mehr als 10 Gigabytes Eingebetteter Software umfassen. Viele der Arbeiten des FZI beschäftigen sich in diesem Zusammenhang mit der Energieeffizienz vollelektrischer und hybrider Kraftfahrzeuge.

Dank Eingebetteter Systeme in eine gesunde Zukunft

Ein weites Anwendungsfeld bietet auch die Medizinische Informationstechnik. Das FZI ist seit vielen Jahren höchst erfolgreich in der Entwicklung von eingebetteten Systemen zur industriellen Messtechnik und zur Überwachung von Vitalparametern des Menschen mittels in Kleidung integrierter Elektronik. Die Systeme werden in Kooperation mit Unternehmen bis zu Serienprototypen entwickelt. Schon 2001 wurden im



Mehr als die Hälfte der Wertschöpfung im Automobil steckt in der Elektronik – die Qualität des Entwurfs entscheidet wesentlich über Anschaffungspreis und Betriebskosten. Mit Preevision lässt sich die Elektrik/Elektronik-Architektur eines Automobils beschreiben und optimieren – hier ein Screenshot.

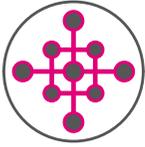
Rahmen des BMBF-Verbundprojektes PHMON (Personal Health Monitoring) innovative Konzepte für das Gesundheits- und Fitnessmonitoring entwickelt. Daraus hat sich die erfolgreiche Ausgründung von inzwischen 5 Firmen mit über 60 Mitarbeitern entwickelt: die Elovix GmbH (Systeme zur hochgenauen berührungslosen Längen- und Geschwindigkeitsmessungen mittels Laser Doppler Velocimeter), Movisens GmbH (Mobile psychophysiologische Messgeräte zum persönlichen Gesundheitsmanagement), Nubedian GmbH (Software und Dienstleistungen für das Sozial- und Gesundheitswesen in Krankenhäusern und Pflegestützpunkten), Corevolution GmbH (am Körper tragbare Sensoren für medizinische Anwendungen), easierLife GmbH (funkbasierte Sensorik im „Smart Home“ für Anwendungen im Bereich Ambient Assisted Living).

Das FZI bleibt neugierig

Langweilig kann es dem FZI kaum werden, wenn sich das Wachstum im IT-Bereich so ungebrochen wie bisher fortsetzt und dieses sich vorrangig im Bereich der

Cyber-Physischen Systeme abspielt. Die Herausforderungen liegen einmal auf der technologischen Ebene, für den sich das FZI mit seinen Entwurfswerkzeugen bestens gerüstet sieht. Sicherheit und Robustheit von Systemen können nur so gut sein wie dies die Schaltkreisebene zusichern kann, und für diese Garantien muss der Entwurfsprozess gerüstet sein. Die Digitalisierung der Gesellschaft wird durch einen enormen Ressourcenverbrauch erkauft, der Entwurf muss daher auch danach trachten, die Energieeffizienz der Schaltkreise drastisch zu steigern.

Zum zweiten liegen die Herausforderungen auf der Seite dessen, was man aus der Technologie macht, also auf der auf ihr aufbauenden Wertschöpfung im industriellen Sektor, in der Verwaltung und im Konsumbereich. Grenzen werden nur durch die eigene Phantasie, das eigene Wissen um Technologien und Anwendungen und das Entwickeln geeigneter Geschäftsmodelle und -prozesse gesetzt. Mit seiner stets jungen Mannschaft und seinem fachübergreifenden Kooperationsmodell wird das FZI diese Grenzen weit nach außen schieben.



Semantik und Big Data

WISSEN, WAS DIE DATEN HERGEBEN

„Big Data“ bezeichnet Daten-Mengen, die zu groß, oder zu komplex sind, oder sich zu schnell ändern, um sie mit den bisher üblichen Methoden der Datenverarbeitung auszuwerten. Die Herausforderungen an die nun gefragten Methoden werden somit gerne in den „4 Vs“ zusammengefasst: Volume (Skalierbarkeit auf riesige Datenbestände), Velocity (zeitkontinuierlicher Zufluss der Daten und zeitnahe Auswertung), Variety (Daten stammen aus vielen, heterogenen Quellen), Veracity (Wahrhaftigkeit der Daten). Üblich ist deshalb, mit „Big Data“ gleichzeitig diese Daten und den Komplex der Technologien zu erfassen, die zum Sammeln und Auswerten dieser Daten verwendet werden. Es wird wenig überraschen, dass sich das FZI des Themas zentral annimmt – nicht zuletzt wegen seiner stark wachsenden Bedeutung für Wirtschaft und Verwaltung.

Big Data braucht Semantik

Big Data beschreibt das Zusammenspiel von Methoden, um aus sehr großen, inhomogenen und teilweise unstrukturierten Datenmengen Erkenntnisse zu gewinnen und diese für Planungs- und Steuerungsaufgaben einsetzbar zu machen. Eher technisch gesehen haben die Methoden die Aufgabe, aus aktuellen oder historischen Daten Muster herauszuarbeiten, auf deren Grundlage Hypothesen aufgestellt und Schlussfolgerungen für die Zukunft gezogen werden können – daher auch der Begriff „Predictive Analytics“. Predictive Analytics beinhaltet eine Vielfalt an statistischen Methoden, die von der Problemmodellierung über Datenreduktionstechniken, maschinelles Lernen, Wissensentdeckung in Datenbanken (data mining), Cluster- und Regressionsanalysen, Klassifikationstechniken bis hin zu Zeitreihenanalysen reichen. Ein wichtiges Feld ist auch das Erkennen von sog. Ausreißern, also Ergebnissen oder Ereignissen, die aus der Norm herausfallen.

Bevor man aber überhaupt mit Analysen beginnen kann, müssen die Daten verstanden werden, ihre Qualität muss geklärt werden, gegebenenfalls müssen sie bereinigt werden, fehlende, fehlerhafte oder irreführende Werte müssen ergänzt, korrigiert oder beseitigt werden, und Relevantes muss von Unbedeutendem getrennt werden. Dieses Verständnis zu entwickeln, und zwar so, dass es einer maschinellen Interpretation und automatischen Weiterverarbeitung zugänglich wird, ist die Domäne der semantischen Technologien. Hierbei sind Methoden zur Modellierung von aufzudeckenden Zusammenhängen, gerade auch in Informationen aus unterschiedlichen Quellen, von zentraler Bedeutung. Verständnis kann sich aber zwangsläufig nur für eine bestimmte Anwendungsdomäne entwickeln, und nur dort beweisen semantische Technologien ihre Stärke.



Wissen um den Aufbau der zukünftigen Infrastruktur für Elektrofahrzeuge – nur so lassen sich die ehrgeizigen Ziel der Bundesregierung erreichen. Dank der Erfassung von Betriebsdaten können Schlüsse für eine optimierte Netzfürung gezogen werden – Big Data für die Energiewende!

Am Anfang stand Semantik

Schon in den 90er Jahren hat das FZI im Rahmen seiner Datenbankanwendungen im Umweltbereich erste semantische Technologien in Form der Metadatenverwaltung und -auswertung entwickelt. Zu einem Schwerpunkt wurde das Thema dann seit dem Jahr 2000. Heute besitzt das FZI eine weithin anerkannte Kompetenz in semantischen Technologien und in der Auswertung großer, oft nur gering strukturierter Datenbestände.

Zentral für semantische Technologien ist das Ontologiemanagement. Höhepunkt jüngerer Vorhaben war das bislang größte IKT-Forschungsprogramm des BMWi, THESEUS (Neue Technologien für das Inter-

net der Dienste). Ziel war es, neuartige Technologien in mehreren Anwendungsfeldern zum Einsatz zu bringen und damit einen Mehrwert für die beteiligten Wertungspartner in den unterschiedlichen Branchen zu erzielen. Rund 30 Industriepartner beteiligten sich an THESEUS, darunter auch kleinere Unternehmen. Mit der Leitung des Arbeitspakets „Ontologiemanagement“ spielte das FZI eine entscheidende Rolle in der Entwicklung und Bereitstellung von semantischen Technologien für insgesamt sechs Anwendungsfälle. Im Rahmen des Projekts entwickelte das FZI unter anderem skalierbare Lösungen (Volume) zur Speicherung und Integration semantischer Daten (Variety), sowie zum robusten Einsatz von automatischen Schlussfolgerungsdiensten (Veracity). Ergebnis war eine Infrastruktur zur einfachen Adaption auf ver-

schiedene Anwendungsfelder. Ein Anwendungsbeispiel für den Transfer der Lösungen des FZI ist die Unterstützung von Ärzten bei der Klassifikation von Befunden anhand von Merkmalen in radiologischen Bilddokumenten.

Von Big Data zu Smart Data

Erst mit dem Wissen um die Anwendungen und damit erst durch die interdisziplinäre Betrachtung von Problem und Daten wird Big Data auch zu Smart Data – also zu einsetzbarem Wissen. Am FZI sind die Einsatzbereiche für Big Data inzwischen breit gestreut und reichen vom Autonomen Fahren über die Industrieautomatisierung (Industrie 4.0), die Entscheidungsunterstützung und -automatisierung bei komplexen betrieblichen Planungsaufgaben und die Koordination von Angebot und Nachfrage in zunehmend dezentralisierten Stromnetzen bis hin zur Unterstützung von Senioren, so dass diese länger in ihren gewohnten Umgebungen leben können. Einige Einsatzbereiche betrachten wir etwas näher.

Mit Smart Data im Unternehmen planen

Im Bereich der betrieblichen Entscheidungsunterstützung befasst sich das FZI mit verschiedenen Fragestellungen, unter anderem damit, wie die Qualität von Prognosen im Unternehmen mittels fortgeschrittener Verfahren zur Analyse großer Mengen an historischen und aktuellen Prognose- und Ist-Daten systematisch verbessert werden kann. So werden beispielsweise in großen Konzernen für die unternehmensweite Planung sehr große Mengen an Prognosen für ganz unterschiedliche Kennzahlen herangezogen. Exakte Prognosen wären zwar die Grundlage für eine robuste Unternehmensplanung, eine offene Frage ist aber, welche Prognosen durch welche Maßnahmen überhaupt verbessert werden können.

Hierzu rief das FZI gemeinsam mit dem KIT und der Bayer AG 2011 die Forschungsgruppe Corporate Services and Systems ins Leben. In dieser werden zum einen, gemeinsam mit dem Corporate Financial Controlling der Bayer AG, intensiv die kausalen und statistischen Zusammenhänge in Unternehmensfinanzplanungen untersucht. Basierend auf der Analyse von Millionen von historischen und aktuellen Prognosen von Tochterfirmen weltweit aus verschiedenen Branchen – und zugehörigen Ex-Post-Fehlern – werden systematische, komplexe Fehlermuster identifiziert. Damit werden dann aktuelle Prognosen automatisiert korrigiert noch bevor sie in die Planung einfließen. Hierdurch kann die ohnehin hohe Prognosegüte bei der Bayer AG weiter verbessert werden. Zum anderen werden Ansätze entwickelt, um Experteneinschätzungen und statistische Prognosen optimal zu kombinieren, bzw. aus den Daten zu lernen, in welchen Situationen welche Visualisierungstechniken und Entscheidungsoptionen einem Experten angeboten werden sollten, um ihn bei seinen Prognosen bestmöglich zu unterstützen. Hier geht es letztlich um die spannende Frage nach der idealen Kooperation von Menschen mit Expertenwissen, die mit den Massendaten überfordert sind und mathematisch/statistischen Modellen, die ausschließlich mit Hilfe historischer Massen-Daten und formalisierter Kontextinformationen entscheiden.

Ohne Smart Data kein Smart Grid

Das FZI untersucht intensiv, wie durch Big-Data-Technologien die Energiewende in Deutschland effizient umgesetzt werden kann. Die zunehmende Dezentralisierung der Stromerzeugungsstrukturen führt dazu, dass allein zentral ausgerichtete Netzföhrungsverfahren zunehmend an ihre Grenzen gelangen. Neben den dezentralen Erzeugern werden zudem flexible Lasten einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung des Stromnetzes und zur Integration volatiler erneuer-



Deutschland hat ein Demografie-Problem – Grund genug, mit Sensorikunterstützung möglichst viel über das Verhalten älterer Mitbürger in Erfahrung zu bringen und daraus auf benötigte soziale, bauliche und verkehrliche Strukturen zu schließen – Big Data für die Bewältigung demografischer Veränderungen.

barer Energieerzeugung leisten müssen. Jede dieser Netzkomponenten fungiert inzwischen auch als Sensor (z. B. über Smart Meter), der mit einer viel höheren Frequenz als bisher üblich seinen Zustand (z. B. aktueller Wirk- und Blindleistungsbezug bzw. Erzeugung, Spannungsband etc.) erfasst und an entsprechend autorisierte Koordinationsinstanzen wie den (Verteil-) Netzbetreiber oder Lieferanten übermittelt. Big Data ermöglicht es, aus dieser neuen Fülle von Informationen relevante Muster und neue Kenngrößen für eine optimierte Netzführung zu ermitteln und diese zur strategischen Planung zu nutzen.

Insbesondere auf der Nachfrageseite kann durch datengetriebene Verfahren eine Aktivierung großer Mengen individueller Lastflexibilitäten kleinster Größe, die bisher nicht wirtschaftlich identifiziert und

genutzt werden konnten, gelingen. Diese Lastflexibilität automatisiert zu erkennen und in ein dezentral ausgerichtetes, ganzheitliches Energiemanagement zu integrieren ist eines der zentralen Forschungsthemen im Anwendungsfeld Markt- und Anreizmechanismen für Smart Grids.

Smart Altern im Smart Home

Technische Assistenzsysteme für die Erleichterung des Lebens im Alter spielen eine immer größere Rolle in einer alternden Gesellschaft. In 100 Haushalten hat das FZI im Rahmen des Projekts optimAAL mit Partnern aus dem Sozial- und Gesundheitswesen untersucht, wie ältere und behinderte Menschen durch sozio-technische Systeme bei der selbstständigen Lebensführung unterstützt werden können. In Wohnungen, in denen über 65-jährige Menschen alleine leben, erfassten Bewegungs- und Kontaktsensoren im Zusammenwirken mit intelligenten Stromzählern und einer Softwareplattform alltägliche Tätigkeiten der Bewohnerinnen und Bewohner, beispielsweise die Regelmäßigkeit des Schlafens. Das Smart-Home-System beeinträchtigt den Alltag der Betroffenen nicht, da es unaufdringlich in der Wohnung arbeitet.

Dabei werden allerdings viele Daten erfasst, denn nur so können Veränderungen im Gesundheitszustand oder Notsituationen rechtzeitig erkannt und Gegenreaktionen eingeleitet werden. Die Big-Data-Ansätze spielen dabei eine große Rolle, um aus den Sensordaten höherwertige Informationen zu erhalten. Methoden der Mustererkennung, Cluster-Analyse und des Machine Learning sind zentrale Analyseansätze.

Schleichende Veränderungen des Gesundheitszustandes einer Person sind von den Menschen in der nahen Umgebung kaum erkennbar. Mit Hilfe von Cluster-Analysen kann der gewohnte Tagesablauf vom Bewohner erfasst werden. Langfristige Abweichungen oder



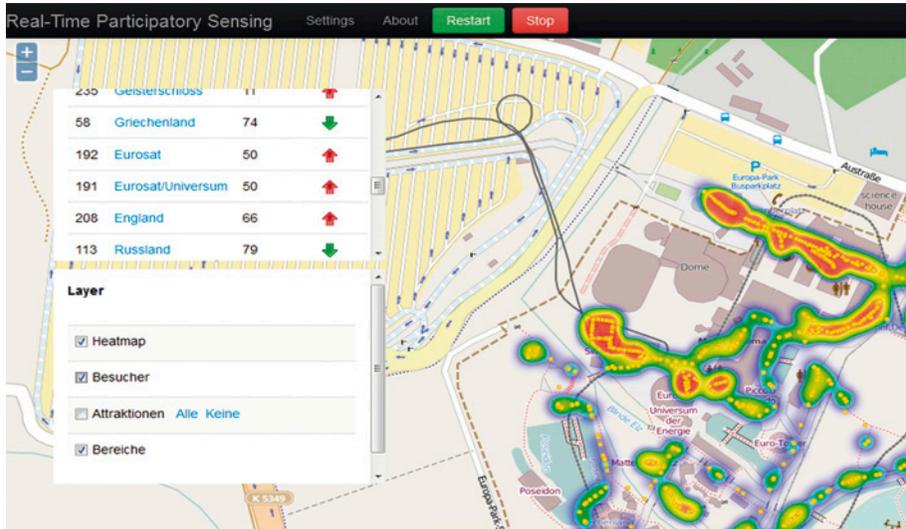
Es wird zu wenig in unsere Verkehrsinfrastruktur investiert – so die allgemeine Klage. Doch wo ist der dringendste Bedarf? Mit der KA-Feedback-App des FZI können Bürgerinnen und Bürger in Karlsruhe z. B. Straßenschäden melden.

Trends im Aktivitätsmuster werden erkannt und können direkt dem Pflegedienst, Ärzten oder Angehörigen mitgeteilt werden. Mit Hilfe von Big-Data-Ansätzen können Probleme damit früher erkannt werden, im Idealfall bevor sie akut werden.

Notsituation können mit Hilfe einer Anomaliedetektion erfasst werden. Hierzu dienen wiederum die normalen Verhaltensmuster als Grundlage. So können Stürze bzw. Inaktivitäten durch kurzfristige Abweichungen erkannt und gemeldet werden. Weitere Analysen sind im Rahmen von Forschungsarbeiten geplant, da die gesamte Informationsfülle der Daten noch nicht genutzt wird.

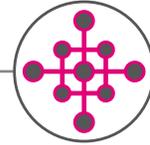
Ereignisse entdecken – schnell reagieren

Die beiden letzten Anwendungsbereiche zeigen sehr schön, wie man aus der Datenanalyse gewonnene Hypothesen dazu nutzen kann, Ereignisse als auffällig zu definieren und dann zu erkennen. Es geht also darum, aus kontinuierlich anfallenden großen Mengen an Daten signifikante Ereignisse herauszufiltern. In einem Projekt (PLAY) erforschte das FZI mit sechs weiteren europäischen Projektpartnern die bessere Echtzeit-Integration von Daten über das Web. Ziel war es, die Echtzeittechnologie der Ereignisverarbeitung aus geschlossenen Datenzentren herauszuholen und für inhomogene Daten sowie eine große Zahl von Nutzern im Web zu öffnen. Entstanden ist eine neue, als Open Source verfügbare Referenzarchitektur für Real-Time Big Data, eine Weiterentwicklung von Webtechnologien.



Großveranstaltungen sind immer auch Gefahrenherde. Besucherströme in einem Vergnügungspark lassen sich auf einer Karte sichtbar machen. Im Notfall können über eine App Hinweise auf nahe und durchlässige Notausgänge gegeben werden, im normalen Betrieb Empfehlungen, wo gerade kurze Warteschlange sind oder wo der Betreiber sein Personal verstärken muss.





gien für die Modellierung von Ereignissen und Anfragen, sowie Technologie zur Kontrolle des Zugriffs auf Echtzeitdaten (Velocity). Semantische Technologien spielten dabei eine wichtige Rolle für den Datenaustausch zwischen inhomogenen Erzeugern und Verbrauchern (Variety). Ein weiteres bedeutsames Ergebnis aus PLAY bildet eine neuartige Architektur, die historische Daten aus mehreren spezialisierten Komponenten zusammen mit Echtzeitdaten gemeinsam anfragbar und kombinierbar macht: Dieser hybride Ansatz hat sich auch über das Projekt hinaus bewährt, vor allem, weil er den Einsatz von verschiedenen, jeweils am besten geeigneten Technologien ermöglicht.

Erfolgreich in die Zukunft

Allen Big-Data-Projekten am FZI ist gemeinsam, dass das FZI in der durch große Datenmengen charakterisierten Zukunft der IKT seine fachübergreifenden Kompetenzen auszuspielen vermag. Diese Stärke wird auch von Außenstehenden so gesehen. Die Bündelung der richtigen Kompetenzen am FZI hat etwa dazu beigetragen, dass in der bis dato wettbewerbsintensivsten Ausschreibung des BMBF das FZI gleich zwei Mal gefördert wird. So startete im letzten Herbst das FZI mit dem Projekt BigPro, und im Frühjahr 2015 läuft das Projekt BigGIS an. In beiden großen Konsortial-Projekten werden Mechanismen zur schnellen und zuverlässigen Verarbeitung sehr großer, heterogener und zum Teil unstrukturierter und unzuverlässiger Daten entwickelt und erprobt. Dabei müssen Data Analytics, die Verarbeitung komplexer Ereignisse, Semantik und die datensensitive mathematische Optimierung zusammenwirken. Anwendungsbereiche sind Produktion und Geoinformationssysteme (GIS). Das FZI ist also ideal aufgestellt, zukünftig eine Vielzahl weiterer innovativer Ideen mit Big Data angehen und umsetzen zu können.



Industrie 4.0

DER ANPASSBARE PRODUKTIONSPROZESS: ALLES SPRICHT MITEINANDER

Ausgangspunkt für die sogenannte vierte industrielle Revolution (besser bekannt unter dem Schlagwort Industrie 4.0) ist eine zunehmende innerbetriebliche Vernetzung von Produktionsressourcen, also zwischen Maschinen, Werkstücken und Prozessen untereinander sowie mit Objekten ihrer Umgebung. In Verbindung mit innovativer Planungs- und Steuerungssoftware sowie neuartigen intelligenten technischen Systemen wird damit ein bisher nicht mögliches Maß an Anpassungsfähigkeit in den Produktionsprozessen realisierbar. Die Herstellung individualisierter Produkte wird dadurch in Bereichen wirtschaftlich möglich, in denen bisher aus Effizienzgründen Massenfertigung vorherrscht. In diesem Zusammenhang wird daher auch von „Smart Factories“ gesprochen. Die Vision ist, dass Produkte einmal ihren eigenen Produktionsprozess steuern werden. Damit ist gemeint, dass aus den individuellen Produkthanforderungen der Produktionsprozess automatisch konfiguriert werden kann und somit Prozesse und Ressourcen zunehmend autonomer und wandlungsfähiger werden.

Nur die industrielle Fertigung zu betrachten ist jedoch zu kurz gedacht. Zu Industrie 4.0 zählt die Wertschöpfung des gesamten Unternehmens insbesondere in einer neuartigen Zusammenarbeit mit Kunden, Lieferanten und Partnern sowie die Logistik durch die direkte Vernetzung von Prozessen (Internet der Dienste) und Ressourcen (Internet der Dinge) und beeinflusst damit letztendlich das gesamte Wirtschaftsleben der Zukunft.

Mit interdisziplinärer Forschung einem umfassenden Ansatz gerecht werden

Industrie 4.0 wird man offensichtlich nur durch einen gesamtheitlichen Ansatz gerecht. Adressiert wird ja sowohl die technische Ebene des Unternehmens mit Sensoren, Aktoren, Netzwerken, Maschinen und (ein-

gebetteten) Softwaresystemen als auch die operative Ebene der Wertschöpfung durch Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Herstellung und Service als auch die Management-Ebene mit Geschäftsprozessen, Organisationsstrukturen und Geschäftsmodellen bzw. Märkten, und schließlich auch die Menschen selbst, sei es als Arbeiter in der Fertigung, als Entscheider im Management oder als Kunde bzw. Auftraggeber.

Gesamtheitliches Vorgehen verlangt nach interdisziplinär angelegter Forschung, und die macht von jeher eine Stärke des FZI aus. Das lässt sich sehr schön an einem bunten Spektrum an Aufgaben illustrieren, die für Industrie 4.0 gelöst werden müssen. Neue Organisationsformen müssen gefunden werden, da bisher zentral gesteuerte und fest strukturierte Hierarchien durch dezentrale, relativ autonome Einheiten ersetzt werden, welche miteinander vernetzt sind. Auch die



Kollege Roboter – künftig werden Menschen und Roboter nebeneinander arbeiten, so dass jeder seine besonderen Stärken in den Produktionsprozess einbringen kann. Noch liegt eine Wegstrecke vor uns, aber im Projekt viEMA baute das FZI gemeinsam mit vier Forschungspartnern schon einmal eine lernende Roboterzelle, die flexibel an Handarbeitsplätzen aushelfen kann, wenn hohe Stückzahlen anfallen.

Planung und Entwicklung von Produkten wird sich grundlegend im Sinne eines Virtual Engineering ändern und über den gesamten Produktlebenszyklus erstrecken müssen, was wiederum die Wertschöpfung an sich verändern wird. Neue Konzepte der Verbindung von Industrieprodukten mit individuellen Services (etwa im Zusammenhang mit der Wartung von Produktionsanlagen auf Basis von Echtzeitdaten) werden zukünftig möglich. Dazu braucht man die Echtzeitanalyse von gemessenen Daten bzw. Datenströmen. Big Data bzw. Predictive Analytics beschleunigen und verbessern Entscheidungsprozesse im Unternehmen und ermöglichen eine schnelle Reaktion auf sich ändernde Rahmenbedingungen, beispielsweise den Austausch eines Bauteils vor dem Eintreten eines Defekts. Akzeptanzfragen und Fragen der Ergonomie im Zusammenhang mit den zukünftigen Schnittstellen zwischen Mensch und Technik sind frühzeitig zu berücksichtigen, um die mit Industrie 4.0 verbundenen

Umwälzungen im Arbeitsleben der Zukunft nicht von vorneherein zum Scheitern zu verurteilen.

Sicherheit als Bedingung – von Anfang an

Industrie 4.0 wird es ohne Sicherheit und Zuverlässigkeit nicht geben – da sind sich die Fachleute einig. Produktionsanlagen der Zukunft sind Cyber-Physikalische Systeme, die sich durch ihre offenen standardisierten Schnittstellen zur Umgebung den sich ändernden Bedingungen anpassen können, gleichzeitig aber ein besonders hohes Potenzial für Angriffe von außen bieten. Schon in der frühen Phase der Produktentwicklung muss deshalb der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt werden und durch eine enge Kopplung zwischen Sach- und Dienstleistungen die Einhaltung von Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanforderungen jederzeit sicherstellt werden.

Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich derzeit auch bei der Standardisierung von Schnittstellen, sowohl auf der technischen, operativen wie auf der organisatorischen Ebene von Industrie 4.0. Eine wichtige Aufgabe stellt in dem Zusammenhang die Zertifizierung von Systemkomponenten im Hinblick auf die Einhaltung von Standards dar.

Industrie 4.0 am FZI: Eine lange Tradition

Industrie 4.0 hat – wenn auch natürlich nicht unter diesem Namen – eine lange Tradition am FZI. Schon bei seiner Gründung trat das FZI mit dem Motto „Informatik für die industrielle Automation“ an. Ziel war damals bereits die Befähigung der industriellen Produktion durch IT.

In Zeiten des CIM (Computer Integrated Manufacturing) demonstrierten Arbeiten zu CAD/CAM-Technologien, Industriekommunikation, intelligenten technische Systemen sowie Datenbanksystemen zukunftsweisende industrietaugliche Realisierungsmöglichkeiten, die den Grundstein heutiger Möglichkeiten der Industrie 4.0 legten. Sehr früh wurde auch die Bedeutung des Informationsmanagements für den Einsatz von Rechnersystemen in der industriellen Produktentstehung erkannt und Lösungen zur Betriebsorganisation dieser Systeme wurden entwickelt. Für die Verzahnung der Konstruktion mit anderen Arbeitsbereichen rückte neben der Entwicklung von CAD/CAM-Referenzmodellen für den Datenaustausch sowie zur Bereitstellung von Teilebibliotheken frühzeitig die automatisierte und modellbasierte Konstruktion und Arbeitsvorbereitung in das Blickfeld. Schon damals wurden diese unter dem Aspekt der Prozessgestaltung und -führung im Sinne eines informationslogistischen Ansatzes betrachtet, um ein fachübergreifendes wie örtlich verteiltes Arbeiten zu ermöglichen.

Industrie 4.0 in der angewandten Forschung: unser PROFIBUS-Labor

Gemeinsam mit 15 Industriepartnern und 5 Forschungspartnern arbeitete das FZI ab 1987 im Projekt „Feldbus“, aus dem 1990 der Standard „PROFIBUS“ (PROcessFIeldBUS) hervorging. Um im Rahmen der Prozessautomatisierung die gängigsten und neuesten PROFIBUS-Produkte in einer Anlage zu integrieren und zu demonstrieren, entstand 1993 das PROFIBUS-Labor: eine Multi-Vendor Anlage mit 50 Geräten von 30 unterschiedlichen Herstellern, das auf diese Weise einen breiten Ausschnitt der am Markt verfügbaren und in der Praxis eingesetzten Automatisierungsgeräte bot. In ihr wurden neue Geräte in praxisnahen Applikationen von FZI-Mitarbeitern getestet. Hieraus entwickelte sich ein firmenneutrales Prüflabor für PROFIBUS-DP Produkte, das 1995 bei der PROFIBUS Nutzerorganisation akkreditiert wurde.

Kürzlich wurden die Arbeiten wieder aufgenommen. Nach der Akkreditierung als PROFIBUS-Kompetenzzentrum im Juli 2012 ist das FZI seit Oktober 2013 auch als PROFIBUS-Testlabor akkreditiert (weltweit gibt es 43 Kompetenzzentren in 23 Ländern und 10 PROFIBUS-Testlabore). Neben der Konformitätsprüfung für neue PROFIBUS-Geräte erforscht das FZI auch Security-Lösungen für Geräte und Netzwerke der Industrieautomatisierung.

Breit aufgestellt für die Zukunft forschend: Industrie 4.0 am FZI heute

Das FZI mit seinen Wissenschaftlern aus vielen unterschiedlichen Disziplinen eignet sich in idealer Weise für gesamtheitliche Forschungsarbeiten zum Thema Industrie 4.0. Das FZI kann auf Kompetenzen aus Maschinenbau, Virtual Engineering, Elektrotechnik, Steuerungstechnik, Kommunikationstechnik, Software-Technik, Robotik, Daten- und Wissensmanage-

ment, Wirtschaftswissenschaften, Market Engineering, Operations Research und Logistik zurückgreifen.

Damit lassen sich integrierte Lösungen aus einer Hand anbieten: Von der Marktanalyse für Verkaufschancen neuer hoch individualisierter Produkte und Dienste, über die Entwicklung betrieblicher und technischer Informationssysteme zur Echtzeitverarbeitung von Produktionsaufträgen, die Erfassung und Analyse von Datenabweichungen aus der Produktion, die direkte Interaktion eingebetteter Systeme mit Menschen, Entwicklung von angepassten schneller rüstbaren Roboterarmen mit eigenen sicheren Steuerungen, autonomen Transportfahrzeugen im Einsatz zwischen frei kombinierbaren Produktionsschritten bis hin zur Optimierung von Logistikketten für die Auslieferung in 24 Stunden. Dazu stellen Sicherheit, Optimierung und Prozessbetrachtungen sowie rechtliche Bewertungen Querschnittsaufgaben dar, die am FZI ebenfalls produktionsprozessübergreifend behandelt werden.

Intelligente Steuerungssysteme und Kooperationen mit KMU – Industrie 4.0 in der Anwendung

Einige laufende Forschungsprojekte illustrieren, wie dieses interdisziplinäre Vorgehen in die Zukunft führt:

- EmbOSYST (Embedded Operating System Security through Integrity, System Management and Trust): Es werden Schutzmechanismen für den korrekten, vertraulichen und sicheren Betrieb eines eingebetteten Echtzeit-Betriebssystems in einer offenen Internetumgebung erforscht und entwickelt. Durch die steigende Vernetzung von Systemen im Sinne von cyberphysikalischen Systemen im Internet der Dinge steigen auch die Sicherheitsanforderungen an die Interaktion. Auf der Basis einer innovativen Hardware-Architektur soll eine speziell zu entwickelnde FPGA-Komponente im Verbund mit einem Flashspeicher und einem Smartcard Chip die Sys-



Industriespionage ist mit die größte Sorge unserer Maschinenbau-Exporteure – gerade weil alles vernetzt ist. Eine FPGA-Komponente im Verbund mit einem Flashspeicher und einem Smartcard-Chip garantiert die Systemintegrität eines eingebetteten Systems über den gesamten Lebenszyklus.

temintegrität eines eingebetteten Systems über den gesamten Lebenszyklus garantieren.

- Effektiv (Effiziente Fehlersimulation mit virtuellen Prototypen zur Qualifikation intelligenter Motion-Control-Systeme in der Industrieautomatisierung): Das Projekt erforscht und entwickelt Methoden zur Fehlereffektsimulation intelligenter Motion-Control-Systeme aus der Industrieautomatisierung. Mit Effektiv werden Systemtests durch den Einsatz virtueller Prototypen frühzeitig durchgeführt, die bisher erst in späten Entwurfsphasen möglich waren. Diese Tests werden zur Bestätigung der korrekten und sicheren Funktion der komplexen und heterogenen Systeme und der auf Ihnen ablaufenden Steuerungssoftware benötigt. Dadurch wird die Sicherheit in Fertigungsanlagen trotz der schnell wachsenden Komplexität dieser Anlagen weiter erhöht.



Noch muss man Robotern beibringen was sie zu tun haben – und das kostet Zeit und Geld! Das FZI will gemeinsam mit zahlreichen Projektpartnern mittels ROS Industrial und „Roboter-Apps“ die Programmierkosten senken und so Robotik mittelstandstauglich machen.



- ReAPP (Wiederverwendbare Roboterapplikationen für flexible Roboteranlagen basierend auf ROS Industrial): Hier verfolgt das FZI das Ziel, semantische Technologien und Beschreibungssprachen in wiederverwendbaren „Roboter-Apps“ für die geplante industrietaugliche Integrationsplattform verfügbar zu machen, um vor allem auch KMU bei der Modellierung, Programmierung und dem Deployment von Roboterapplikationen zu unterstützen.
- SkillPro (Intelligente Steuerung wandlungsfähiger Produktionssysteme mittels fähigkeitsbasierter Ressourcenmodelle): Im Projekt wird ein intelligentes Leit- und Steuerungssystem im Sinne des Plug-and-Produce-Paradigma für wandlungsfähige Produktionssysteme entwickelt. Im Fokus steht die Beherrschung der Komplexität moderner heterogener Cyber-Physikalischer Systeme in der Produktion entlang des gesamten Produktlebenszyklus.

Diese soll durch fähigkeitsbasierte Ressourcenmodelle sowie wissensbasierte Planungs- und Ausführungsmechanismen erreicht werden.

Neben der anwendungsnahen Forschung stellt die Beratung von KMU im Hinblick auf die möglichen Transformationspfade hin zu Industrie 4.0 eine für das FZI zentrale Aufgabe dar. Insbesondere in KMU gibt es, bedingt durch die große Komplexität der Gesamtheit, noch erhebliche Lücken im Wissen über Möglichkeiten und Herausforderungen von Industrie 4.0. Hier kommt unserem FZI House of Living Labs eine zentrale Rolle zu. Forscher und Anwender kommen im HoLL zusammen, um in Laboren gemeinsam neuartige, interdisziplinäre Lösungen umzusetzen und zu evaluieren. Das FZI als Transfereinrichtung leistet damit einen wichtigen Beitrag, um durch Vermittlung neuer Methoden und Technologien Unternehmen auf dem Weg hin zu Industrie 4.0 zu unterstützen.

 **jahre FZI**
WELTEN VERBINDEN.

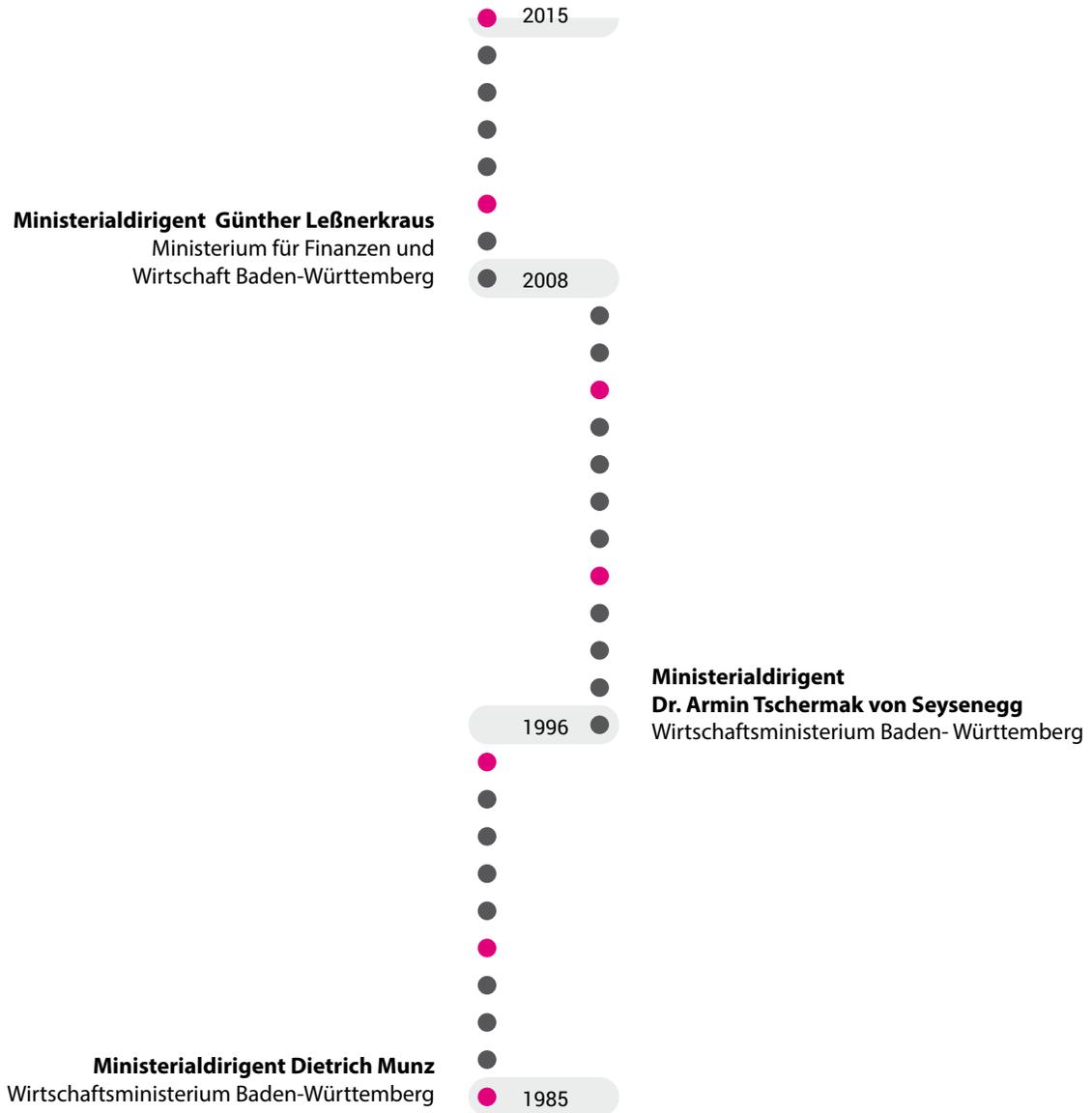
BILANZ

FAKTEN UND ZAHLEN

Alle Angaben ohne Gewähr.

Fakten und Zahlen

KURATORIUMSVORSITZENDE VON 1985 BIS 2014



Fakten und Zahlen

KURATOREN 1985 BIS 2014

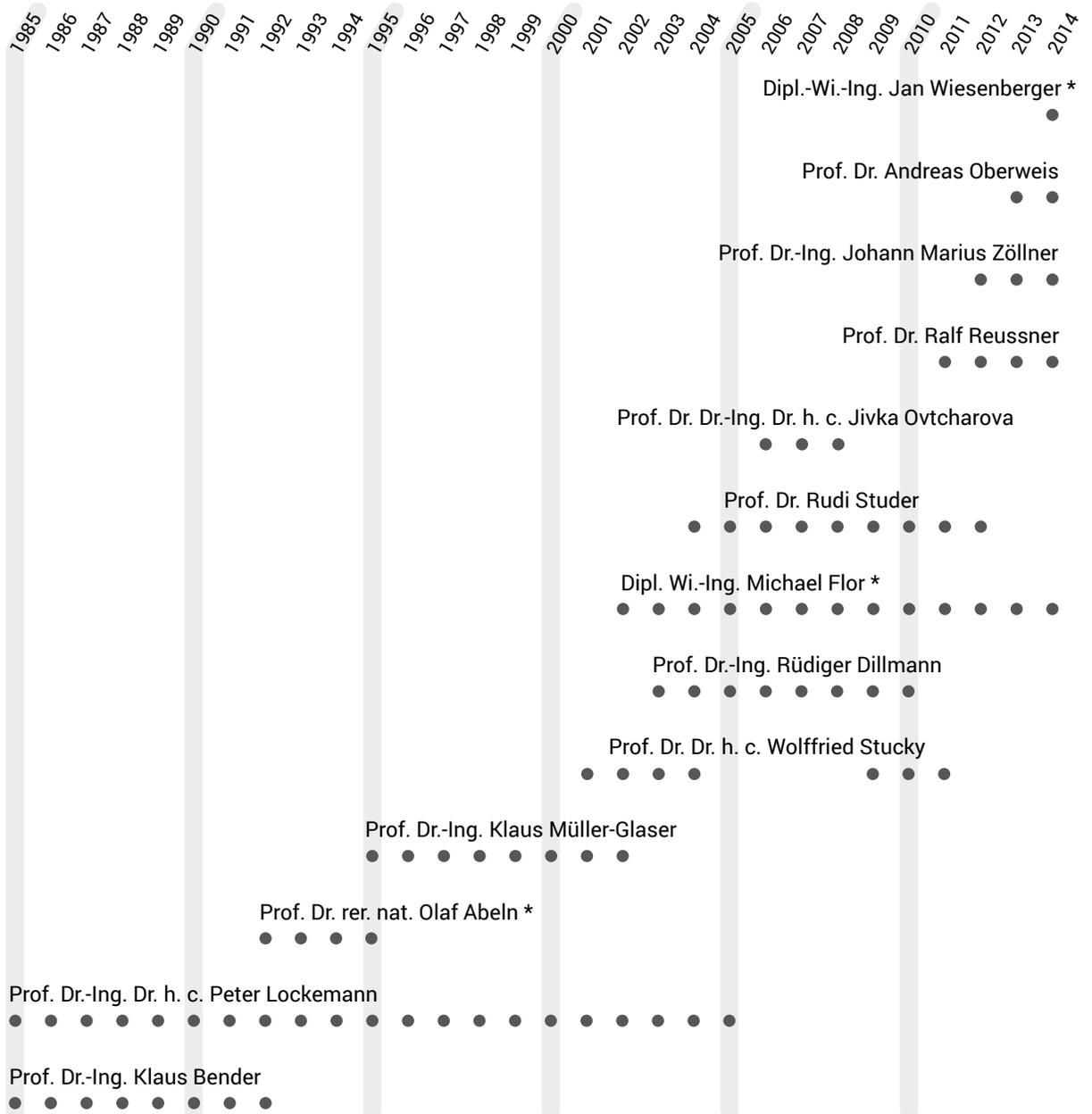
- Prof. Dr. Jürgen Angele, ontoprise GmbH, Karlsruhe (2003–2011)
- Prof. Dr. Hans-Jürgen Appelrath, Universität Oldenburg (2003–2011)
- Prof. Dr. Michael Auer, Steinbeis-Stiftung, Stuttgart (2013–2014)
- Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer, Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung, später Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Karlsruhe (2003–2014)
- Erwin Blohmer, Südwestfunk Baden-Baden (1996–1997)
- Prof. Dr. Susanne Boll-Westermann, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg (2012–2014)
- Prof. Dr.-Ing. Kurt-Volker Boos, ABB Forschungszentrum, Ladenburg (2003–2005)
- Peter Castellaz, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (1999–2005)
- Dr. Klaus Dieterich, Robert Bosch GmbH, Schwieberdingen (2012–2014)
- Prof. em. Dr.-Ing., Dr. h. c. mult., Dr. E. h. mult., Hon.-Prof. mult. Jose Encarnação, Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt (1985–2005)
- Dr. Dietmar Ertmann, Universität Mannheim, Mannheim (1988)
- Prof. Dr. Georg Färber, Mannesmann Kienzle GmbH, PCS und Technische Universität München, München (1985–1993)
- Ltd. Ministerialrätin Dr. Renate Fischer, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (2010–2014)
- Prof. Dr. Heinrich Flegel, Mercedes-Benz AG, später Daimler Chrysler AG, Stuttgart (1991–2005)
- Dr. Jürgen Frick, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (2002–2003)
- Dr.-Ing. Peter Fritz, Forschungszentrum Karlsruhe, später Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe (1999–2012)
- Dr. Wolfgang Gerteis, SAP AG, Karlsruhe (2003–2005)
- Prof. Dr. W. Glatthaar, IBM Deutschland (1994–1995)
- Prof. H. Gleiter, Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe, (1995–1998)
- Dr. G. Groh, Philips Kommunikation, Nürnberg (1985–1990)
- Dr. H. Hammer, Siemens AG, Karlsruhe (1985–1990)
- Prof. Dr. Holger Hanselka, Präsident des Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe (2013–2014)
- Dr. Randolf Hartmann, Ergometric Hartmann GmbH, Karlsruhe (1985–1991)
- Ministerialrat Hecksteden, Ministerium für Wissenschaft und Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart (1993–1995)

-
- Hans-Werner Hector, SAP AG, Walldorf (1991)
 - Prof. Dr. Friedrich W. von Henke, Universität Ulm, Ulm (1994–2002)
 - Claus Henniger, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt (1985–1993)
 - Karl-Heinz Heß, SAP AG, Walldorf (1999–2000)
 - Prof. Dr. Hippler, Universität Karlsruhe, später Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe (2002–2011)
 - Dr. Wilhelm Hohenhinnebusch, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe (1985–1993)
 - Roeland Hoogeveen, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (2003–2010)
 - Prof. Dr. Dr. h. c. Stefan Jähnichen, Fraunhofer FIRST und Technische Universität Berlin, Berlin (2006–2012)
 - Ministerialrat Dr. Rainer Jansen, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn (2008–2010)
 - Dr. Jakob Karszt, ems ePublishing AG, später POET AG, Karlsruhe (2003–2014)
 - Dr.-Ing. Harald Kauer, Pietzsch AG, später Pietzsch GmbH und KIH Kommunikationsindustrie, Ettlingen (1994–1998)
 - Regierungsdirektor Dr. Kernbach, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (1996–1998)
 - H. Klingel, Trumpf GmbH & Co., Ditzingen (1985–1990)
 - Prof. Dr. Klose, Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe (1994)
 - Dr. Ernst-Otto Krämer, Rheinmetall GmbH, Düsseldorf (1991–1994)
 - Prof. Dr. Heinz Kunle, Universität Karlsruhe, Karlsruhe (1985–1994)
 - Ralf Lamberti, Daimler Chrysler AG, Ulm (2006–2011)
 - Ministerialrat Dr. Erasmus Landvogt, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn (2011–2014)
 - Ministerialdirigent Günther Leßnerkraus, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, später Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart (2006–2014)
 - Dr. Caroline Liepert, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (seit 2014)
 - Prof. Dr. Johann Löhn, Regierungsbeauftragter Technologietransfer Baden-Württemberg, später Steinbeis-Stiftung für Wirtschaftsförderung, Stuttgart (1985–2012)
 - Prof. Hans-Peter Mengele, Industrie- und Handelskammer Karlsruhe, Karlsruhe (1997–2014)
 - Ministerialdirigent Dietrich Munz, Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Baden-Württemberg, Stuttgart (1985–1995)
 - Rudolf Nechutniß, J.M. Voith GmbH, Heidenheim (1995–1998)
 - Dr. Winfried Nowak, Industrie- und Handelskammer, Karlsruhe (1985–1997)
 - Dr. Thomas Oestreicher, Krones AG, Neutraubling (2000–2005)
 - Klaus-Dieter Ost, SMO GmbH, Karlsruhe (1992–1993)
 - Dr. Klaus Pasedach, Philips GmbH, später Forschungslabor, Hamburg, und Forschungslaboratorium, Aachen (1985–2002)

-
- Peter Rasper, SAP AG, Walldorf (2012–2014)
 - Dr. Simone Rehm, Südwestrundfunk, Stuttgart, später Trumpf GmbH & Co. KG, Ditzingen (1998–2014)
 - Bernd Roland, ProRadix AG, Walldorf (1999–2002)
 - Gert Rudolph, InterConnect GmbH, Karlsruhe (1994–2002)
 - Dr. Joachim Schaper, SAP AG, Walldorf und Karlsruhe (2001–2003)
 - Dr. Franz Schmaderer, ABB Forschungszentrum, Ladenburg (2006–2009)
 - Prof. Dr. Manfred Schneider, Universität Karlsruhe, Karlsruhe (2001)
 - Ralf Schneider, ISB Institut für Software-Entwicklung und EDV-Beratung AG, Karlsruhe (2012–2014)
 - Harald Schöpp, HARMAN/BECKER Automotive Systems, Karlsbad, später SMSC Europe GmbH und Johnson Controls Automotive Electronics GmbH und Visteon Electronics Deutschland GmbH, Karlsruhe (2006–2014)
 - Gunther Schroff, Secomp Electronic Components GmbH, Karlsruhe (1985–1993)
 - Rudolf Schulze, VDI-Verlag, Düsseldorf (1994–1996)
 - Dr.-Ing. Heinz Seufert, Dr.-Ing. Seufert GmbH, Karlsruhe (1985–1998)
 - Prof. Dr. Hartwig Steusloff, Fraunhofer Institut für Informations und Datenverarbeitung, Karlsruhe (1985–2003)
 - Dr. Susann-Annette Storm, Ministerium für Wirtschaft und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (1989–1991)
 - Dr. Orestis Terzidis, SAP AG, Karlsruhe (2006–2011)
 - Ministerialrat Dr. Alexander Tettenborn, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, später Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin (2013–2014)
 - Regierungsdirektor Thurm, Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart (1992–1993)
 - Ministerialdirigent Dr. Armin Tschermak von Seysenegg, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart (1995–2006)
 - Dr. h. c. Dr.-Ing. E. h. Klaus Tschira, SAP AG, Walldorf, später Klaus Tschira Stiftung gGmbH, Heidelberg (1992–2014)
 - Prof. Dr. Eberhard Umbach, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe (2012–2013)
 - Prof. Dr. Dorothea Wagner, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe (2012–2014)
 - Christoph Winterhalter, ABB Forschungszentrum, Ladenburg (2010–2012)
 - Prof. Dr.-Ing. Sigmar Wittig, Universität Karlsruhe, Karlsruhe (1995–2000)
 - Dirk Wittkopp, IBM Deutschland Research & Development GmbH, Böblingen (seit 2014)
 - Alf Henryk Wulf, ALSTOM Deutschland AG, Mannheim (2012–2014)
 - Dr. Jürgen Wüst, Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe (1998–1999)

Fakten und Zahlen

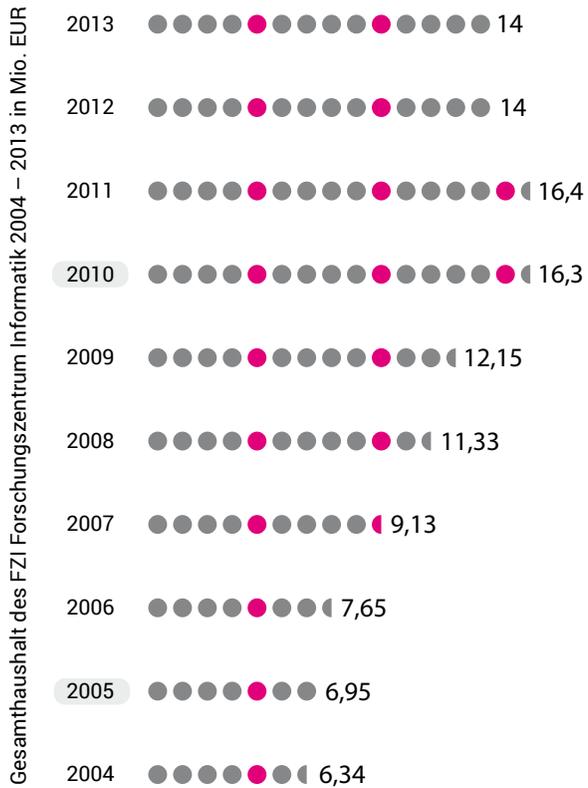
DER FZI-VORSTAND 1985 BIS 2014

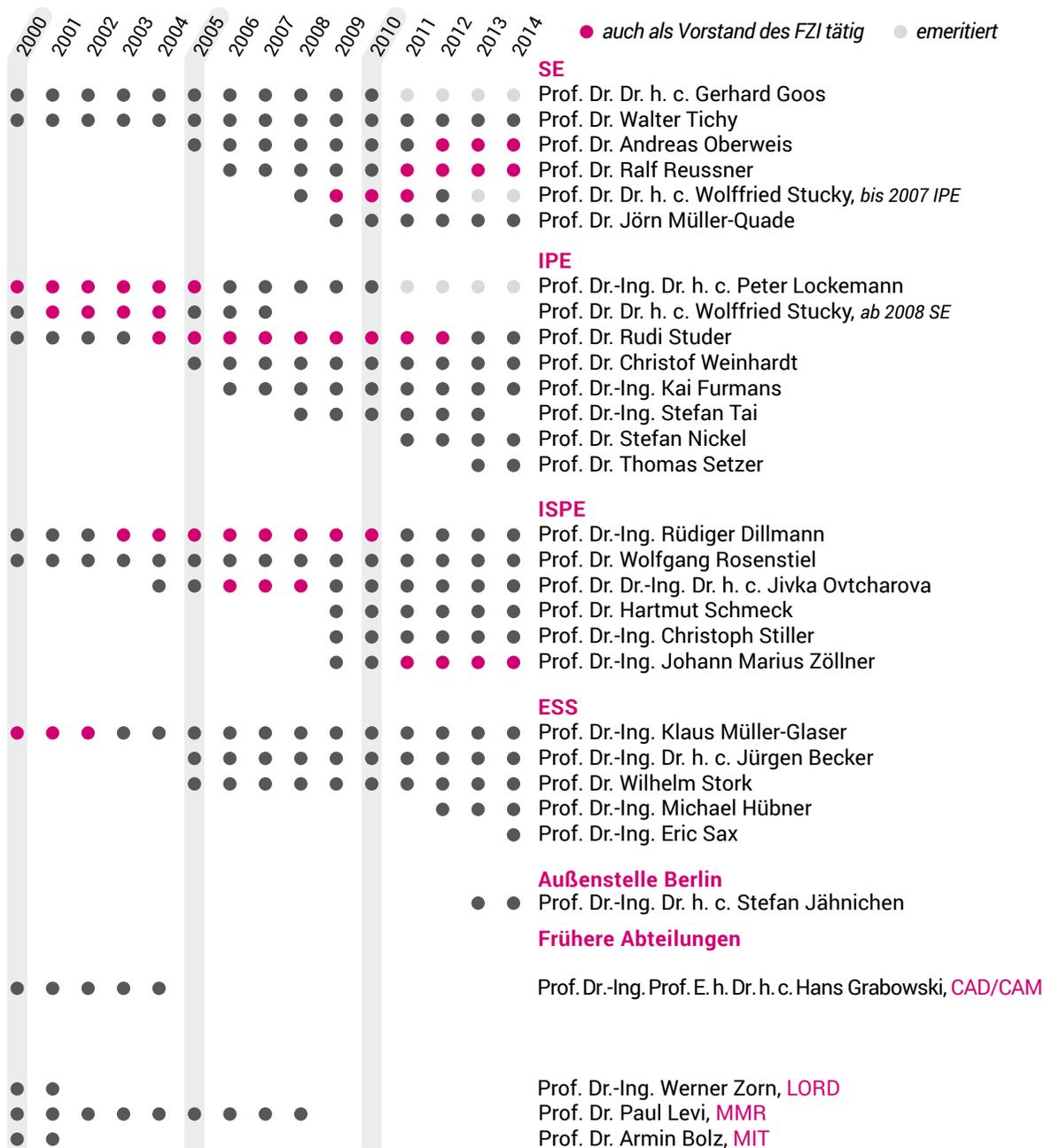


* hauptamtlich

Fakten und Zahlen

FZI-HAUSHALT VON 2004 BIS 2013





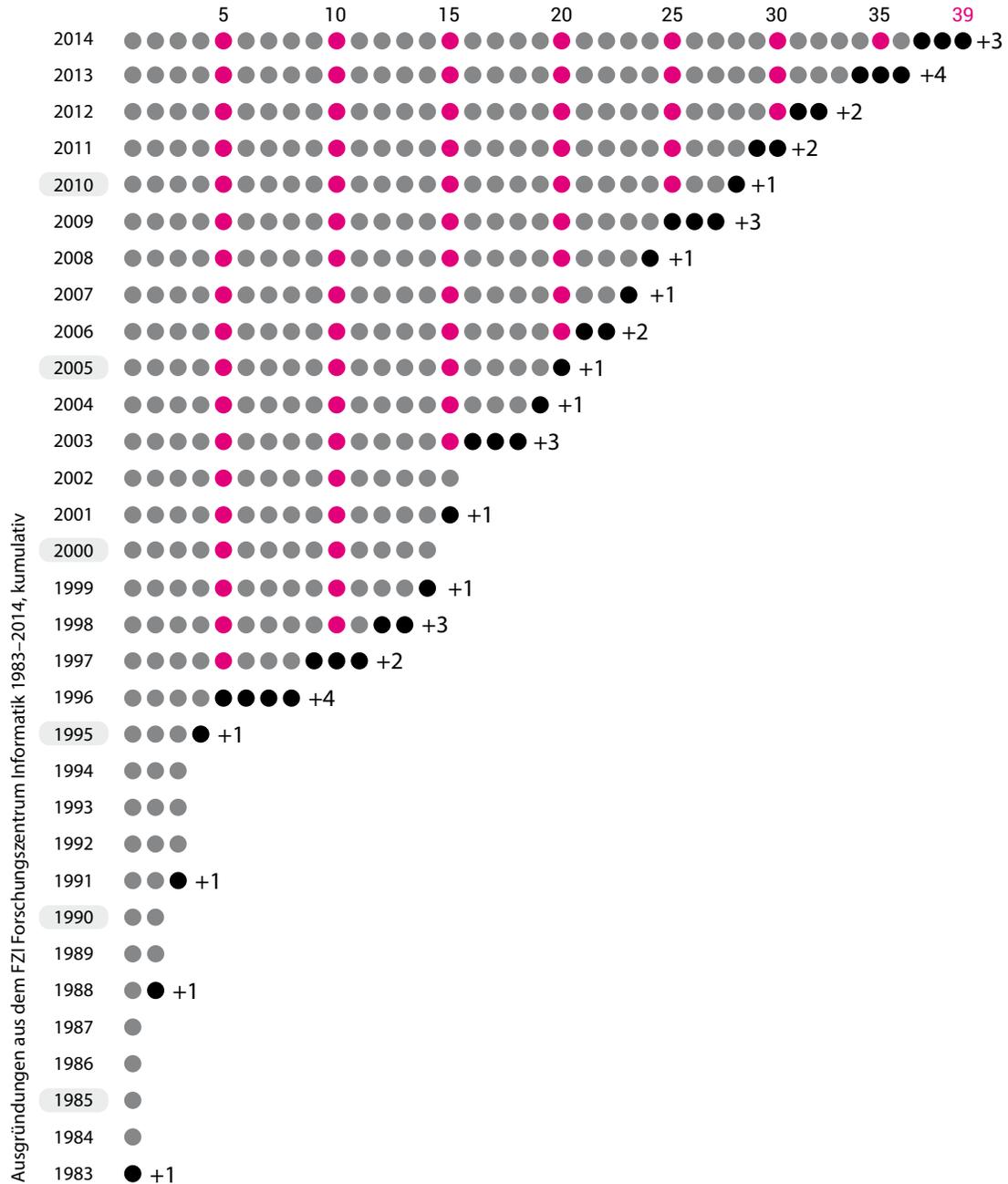
Fakten und Zahlen

UNSERE MITARBEITER UND DIREKTOREN 1984 BIS 2013

	Direktoren	Wissenschaftliche Mitarbeiter	Verwaltung
2013	24	135	36
2012	22	144	29
2011	21	150	30
2010	20	144	25
2009	20	138	21
2008	19	115	22
2007	16	88	21
2006	16	70	21
2005	14	64	21
2004	10	68	21
2003	11	83	21
2002	10	75	20
2001	12	82	22
2000	12	78	22
1999	11	75	20
1998	10	71	22
1997	9	75	22
1996	9	88	25
1995	10	88	22
1994	11	99	23
1993	10	105	24
1992	10	95	24
1991	9	99	24
1990	10	79	25
1989	8	65	25
1988	7	65	20
1987	7	60	15
1986	7	45	12
1985	8	40	12
1984	8	25	12

Fakten und Zahlen

AUSGRÜNDUNGEN 1983 BIS 2014



Fakten und Zahlen

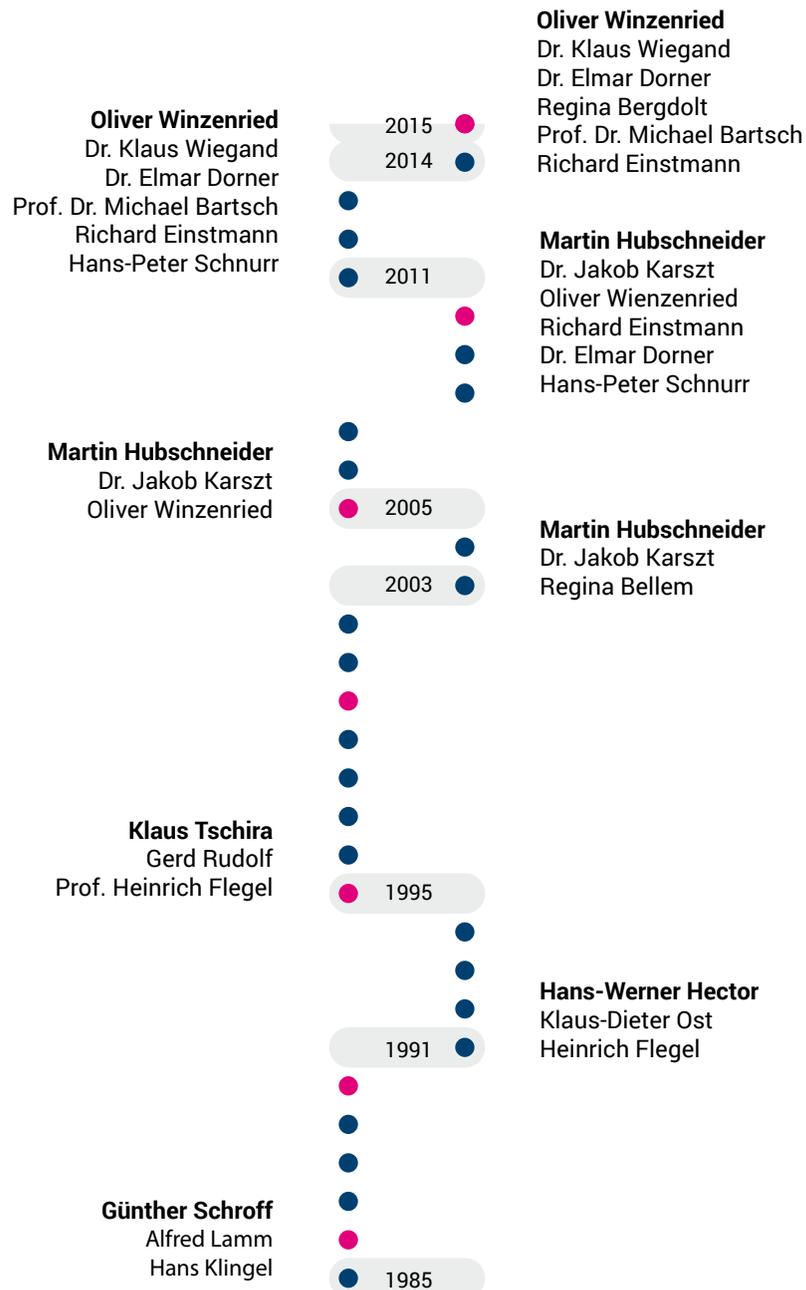
AUSGRÜNDUNGEN

Ein Auszug der FZI-Ausgründungen:

- aicas GmbH
Karlsruhe
- antech - advanced network technologies
Karlsruhe
- aquintos GmbH (jetzt Vector Informatik GmbH)
Karlsruhe
- Atlatec UG
Karlsruhe
- Audials AG
(chemals AG Rapid Solution Software GmbH)
Karlsruhe
- audriga GmbH
Karlsruhe
- avetana GmbH
Karlsruhe
- Avenyou GmbH
Karlsruhe
- BOTTCO – Dr. Bott Consulting
Ötigheim
- Conemis AG
Karlsruhe
- Datalyxt
Karlsruhe
- disy Informationssysteme GmbH
Karlsruhe
- easierLife GmbH
Karlsruhe
- Intensio Software und Consulting GmbH
Karlsruhe
- Internext GmbH
Karlsruhe
- Intooitus s.r.l.
Timisoara, Rumänien
- INOVA Engineering GmbH
Karlsruhe
- Krumedia GmbH
Karlsruhe
- Lindenbaum GmbH
Karlsruhe
- Metrix Internet Design GmbH
Karlsruhe
- nubedian GmbH
Karlsruhe
- Open Experience GmbH
Karlsruhe
- .riess engineering gmbh
Walldorf
- Suna Systems GmbH
Karlsruhe
- Volz Innovation GmbH
Loffenau
- X2E GmbH
Winden

Fakten und Zahlen

DER VORSTAND DES FÖRDERVEREIN FZI E. V. SEIT 1985



Fakten und Zahlen

ÜBER DAS FZI

Das FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie ist eine gemeinnützige Einrichtung für Informatik-Anwendungsforschung und Technologietransfer. Es bringt die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse der Informationstechnologie in Unternehmen und öffentliche Einrichtungen und qualifiziert junge Menschen für eine akademische und wirtschaftliche Karriere oder den Sprung in die Selbstständigkeit.

In Kooperationsprojekten und in direktem Auftrag entwickeln die über 130 wissenschaftlichen Mitarbeiter in Karlsruhe und in der FZI-Außenstelle Berlin für ihre Partner Konzepte für betriebliche Organisationsaufgaben sowie Software- und Systemlösungen und unterstützen bei der Entwicklung von innovativen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsprozessen.

Die Stiftung des bürgerlichen Rechts arbeitet für und mit Unternehmen und öffentlichen Institutionen jeder Größe: Kleinbetriebe und Konzerne, regionale Verwaltungen, Länder, Bund und EU.

Neben Auftragsforschung und wissenschaftlicher Beratung bietet das FZI auch Analysen, Schulungen und Training an – und das mit zertifiziertem Qualitätsmanagement-System nach DIN EN ISO 9001:2008.

Wissenschaftliche Exzellenz und Interdisziplinarität sind in der Organisation verankert: Für den Technologietransfer engagieren sich zur Zeit aktiv am FZI 21 Professoren. Sie erforschen in verschiedenen Disziplinen mit ihren Forschungsgruppen am FZI Informatik und ihre Anwendungen. Als wirtschaftsnahe Forschungseinrichtung erfüllt das FZI somit die Aufgabe einer Schnittstelle zwischen universitärer Forschung und praktischer Anwendung.

Das FZI ist der Innovationspartner im Bereich IT des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) sowie Mitglied der Innovationsallianz innBW und der Innovationsallianz TechnologieRegion Karlsruhe und Partner im Software-Spitzencluster und im Spitzencluster Elektromobilität Süd-West.





Gewidmet allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des FZI

Die Herausgeber



**Prof. Dr. Dr. h. c.
Gerhard Goos,
Direktor emeritus am FZI**

Gerhard Goos ist einer der Gründerväter der Informatik und hat das FZI 30 Jahre als Direktor begleitet. Heute arbeitet er an der Restrukturierung und Sanierung objektorientierter Software. Weitere Forschungsfelder: Übersetzertechnologie und formale Methoden in der Software-Konstruktion. 2014 wurde Gerhard Goos für seine Leistungen in der Informatik mit dem ACM Award ausgezeichnet.



**Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.
Peter Lockemann,
Direktor emeritus am FZI**

Peter Lockemann, Mitgründer und 21 Jahre lang Vorstand des FZI, kümmert sich seit Langem um große, verteilt organisierte, kooperierende Informationssysteme. Derzeit gilt sein besonderes Augenmerk Assistenzsystemen für rüstige Senioren und solche mit altersbedingten Einschränkungen. Unverändert betätigt er sich noch in Projekten, die den Wissens- und Technologietransfer in die Wirtschaft zum Ziel haben. Er hat ebenfalls 30 Jahre lang das FZI als Direktor begleitet.

Das FZI bedankt sich an dieser Stelle herzlich bei allen Beteiligten und insbesondere auch bei den Herausgebern für die Unterstützung und Erstellung dieser Festschrift!

Impressum

Herausgeber

Prof. Dr. Dr. h. c. Gerhard Goos
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Peter Lockemann

Lektorat

Svenja von Bartenwerffer
Johanna Häs, FZI

Layout und Satz

Frieda-Sophie Lammert, FZI

Redaktion

Prof. Dr. Dr. h. c. Gerhard Goos, FZI
Johanna Häs, FZI
Frieda-Sophie Lammert, FZI
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Peter Lockemann, FZI
Ulrike Strauss, FZI
Svenja von Bartenwerffer

FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie

Haid-und-Neu-Str. 10–14
76131 Karlsruhe
www.fzi.de

Vorstand

Prof. Dr. Andreas Oberweis
Prof. Dr. Ralf Reussner
Jan Wiesenberger (V.i.S.d.P.)
Prof. Dr.-Ing. J. Marius Zöllner

Vorsitzender des Kuratoriums

Ministerialdirigent Günther Leßnerkraus

Mit Beiträgen von

Dr. Jürgen Bock, FZI
Prof. Dr. Oliver Bringmann, Eberhard-Karls-Universität
Tübingen
Michael Flor, FZI
Dr. Stefan Hellfeld, FZI
Dr.-Ing. Stephan Heuer, FZI
Dr.-Ing. Martin Hillenbrand, FZI
Matthias Huber, FZI
Dr.-Ing. Klaus Krogmann, FZI
Prof. Dr.-Ing. Klaus Müller-Glaser, FZI
Prof. Dr. Stefan Nickel, FZI
Prof. Dr. Andreas Oberweis, FZI
Prof. Dr. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jivka Ovtcharova, FZI
Dr. Alexander Schuller, FZI
Dr. Asarnusch Rashid, FZI
Prof. Dr. Ralf Reussner, FZI
Prof. Dr. Wolfgang Rosenstiel, FZI
Prof. Dr. Hartmut Schmeck, FZI
Viktor Schubert, FZI
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller, FZI
Prof. Dr. Wilhelm Stork, FZI
Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfried Stucky, FZI
Prof. Dr. Rudi Studer, FZI
Prof. Dr. Thomas Setzer, FZI
Jan Wiesenberger, FZI
Prof. Dr.-Ing. J. Marius Zöllner, FZI

Bildnachweis

- S. 7, 29, 76, 112 Fotos: Markus Breig
- S. 35 Luftaufnahme: Stadt Karlsruhe, Liegenschaftsamt
- S. 36: IHK
- S. 50: H & B Pressebild Pfeifer
- S. 62: „Castel del Monte Mai08“ von Franz Xaver -
Eigenes Werk. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über
Wikimedia Commons - [http://commons.wikimedia.org/
wiki/File:Castel_del_Monte_Mai08.jpg#mediaviewer/
File:Castel_del_Monte_Mai08.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Castel_del_Monte_Mai08.jpg#mediaviewer/File:Castel_del_Monte_Mai08.jpg)
- S. 74: creotecc
- S. 89: lichtkunst.73 / pixelio.de
- S. 116 Mitarbeiterfotos: FZI, stellvertretend für alle
derzeit 171 Mitarbeiter

Druck

NINO Druck GmbH
Im Altenschemel 21
67435 Neustadt/Weinstr.
www.ninodruck.de



FESTSCHRIFT „30 JAHRE FZI“
anlässlich des 30-jährigen Bestehens des
FZI Forschungszentrum Informatik

Erscheinungstermin: 28. Januar 2015

