

FORSCHUNGS FORUM

PADERBORN



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

13-2010



PADERBORNER WISSENSCHAFTSMAGAZIN

- Direct Manufacturing
- Expertenwissen in Sekunden
- Zuverlässigere IT-Dienste
- Raum und Kunst
- Datenautobahn der Zukunft
- Transformationen der Antike

IMPRESSUM

Herausgeber
Prof. Dr. Nikolaus Risch
Präsident der Universität Paderborn

Konzeption und Redaktion
Ramona Wiesner
Leiterin des Referats Hochschulmarketing
und Universitätszeitschrift
Warburger Str. 100, 33098 Paderborn
05251 60-2553, -3880
wiesner@zv.uni-paderborn.de
www.uni-paderborn.de/hochschulmarketing

Frauke Döll, Volontärin
frauke.doell@upb.de

ForschungsForum Paderborn (ffp) im Internet
www.uni-paderborn.de/ffp

Wissenschaftlicher Beirat
Prof. Dr. techn. Gitta Domik
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter
Prof. Dr. phil. Stephan Müller
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer
Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann
Prof. Dr. rer. nat. Artur Zrenner

Drucklegung
Februar 2010

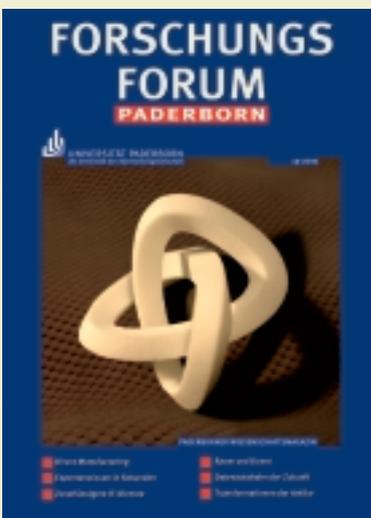
ISSN (Print) 1435-3709

Layout
PADA Werbeagentur
Heierswall 2, 33098 Paderborn

Anzeigenverwaltung
PADA Marketingverlag
Heierswall 2, 33098 Paderborn
05251 527577

Auflage
5 000

Titel



Aus Pulver formt ein Laserschichtweise kompakte Bauteile aus Kunststoff oder Metall mit fast beliebiger Gestalt. Das dargestellte Kunstobjekt *Trefoil* kann als „mathematische Kunst“ verstanden werden: Die Form lässt sich mathematisch beschreiben, die „Endlosschleife“ kann jedoch auch als Kunstobjekt oder philosophisches Anschauungsobjekt verstanden werden. Solch eine Geometrie wäre mit klassischen Produktionsverfahren kaum herstellbar. Lesen Sie dazu den Beitrag „Direct Manufacturing durch additive Fertigung“ von Prof. Dr.-Ing Hans-Joachim Schmid ab Seite 48.

Foto: Montage/DMRC/PADA-Werbeagentur

Editorial



Ramona Wiesner
Leiterin des Referats Hochschulmarketing und Universitätszeitschrift

Liebe Leserinnen und Leser,
die antike römische Literarkultur hat durch die Jahrhunderte nichts von ihrer Faszination verloren. Zwar hat die Forschung grundsätzliche Linien bereits ausgelotet, doch das Verständnis der griechisch-römischen Antike und ihrer literarischen Zeugnisse hat sich in den vergangenen Jahrzehnten gewandelt. Das zeigt sich vor allem in der Lyrik und Lyrikforschung. Literatur- und kulturwissenschaftliche Neuinterpretationen antiker Lyrik lösen die älteren philologischen Herangehensweisen ab, und in der Gegenwartslyrik setzen sich prominente deutschsprachige Vertreter mit antiker Literatur und Poetik auseinander, wie z. B. Durs Grünbein oder Heiner Müller. Lesen Sie mehr dazu ab Seite 6.

Im Gegensatz zur Beständigkeit der Antike zeigen sich beim Thema Übergewicht starke Veränderungen innerhalb einer Generation. Die gesellschaftlichen Verhältnisse verführen heute zu einem bequemen Lebensstil. Alarmierender Trend: Seit den 1990er Jahren steigt die Zahl übergewichtiger oder adipöser Kinder. Im Rahmen der „Paderborner Adipositas Prävention und Intervention“ (PAPI) erarbeitet das Department Sport & Gesundheit seit 2006 innovative Maßnahmen zur Adipositasprävention bei Kindern. Dieses erfolgreiche Projekt wird nun teilweise bis 2011 fortgesetzt.

Wie sich für unterschiedliche Alters- und Zielgruppen dauerhaft gesundheitsfördernde Lebensbedingungen schaffen lassen, zeigen wir ab Seite 18.

Die Welt wird komplexer, immer häufiger ist sofort verfügbares Expertenwissen gefragt. Möglich macht dies ein sogenannter „Remote Field Assistent“. Dank dieses tragbaren Computersystems können z. B. Wartungstechniker weltweit Kontakt mit einem Experten im Back-Office aufnehmen und Probleme in Echtzeit klären. Dies geschieht durch eine faszinierende Mensch-Technik-Interaktion: Virtuelle Objekte werden in reale, von einer Videokamera bereitgestellte Szenen eingefügt, sodass sie das reale Bild ergänzen. Das Paderborner C-LAB entwickelte ein RFA-System, das robust genug ist für den industriellen Einsatz und sich intuitiv und weitgehend sprachunabhängig bedienen lässt. Technische Details und mögliche Anwendungen entdecken Sie ab Seite 24.

Um das Thema Computertechnologie geht es auch ab Seite 30. Wettervorhersagen, Strömungsanalysen oder physikalische Experimente haben eines gemeinsam: Sie erfordern aufwändige Simulationen, Rechnungen und Auswertungen, die sich häufig nur noch per Grid-Computing ausführen lassen. Dafür stellen IT-Provider eine global verteilte Infrastruktur von Rechen- und Speicherressourcen zur Verfügung. Das A & O ist dabei absolute Zuverlässigkeit. Im AssessGrid-Projekt entwickelte das Paderborn Center for Parallel Computing Methoden zur Vorhersage von Fehlerwahrscheinlichkeiten. Damit lassen sich Risiken exakt einschätzen, das Vertrauen in die Sicherheit und Stabilität der angebotenen IT-Dienste wächst.

Eine interessante Lektüre wünscht
Ihre Ramona Wiesner

Seite 6

Transformationen der Antike

Rezeptionsformen der griechisch-römischen Literarkultur in der Moderne: Übersetzungen – Adaptionen – Umschreibungen

Dr. phil. Stefan Elit

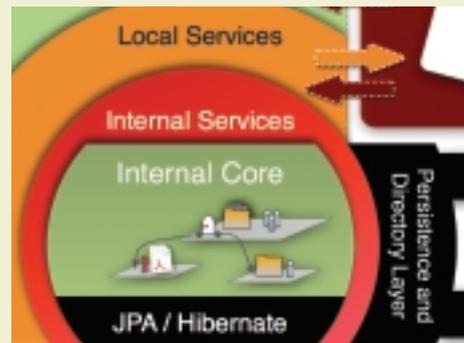


Seite 10

Computerunterstützte koaktive Wissensarbeit

Verstehen und Wissen setzen soziale Interaktion voraus

Prof. Dr. Reinhard Keil, Dipl.-Inform. Dominik Niehus,
Dr. Harald Selke, Dipl.-Inform. Jonas Schulte



Seite 18

PAPI – Paderborner Adipositas

Prävention und Intervention

„Unbeschwertes Aufwachsen“ der Kinder in Stadt und Kreis Paderborn

Prof. Dr. Helmut Hesecker, Prof. Dr. Wolf Dietrich Brettschneider,
Prof. Dr. Hans Peter Brandl-Bredenbeck



Seite 24

Den Profi in der Tasche

„Remote Field Assistant“

Expertenwissen weltweit verfügbar innerhalb von Sekunden

Dipl.-Ing. Gerhard Schulz, Dr. Christian Reimann

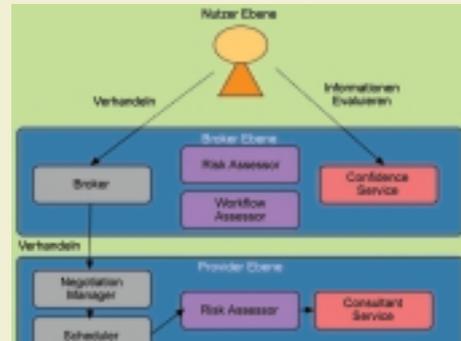


Seite 30

Weniger Fehler und Risiken durch Grid-Computing

Wie man unzuverlässige IT-Dienste zuverlässig macht

Jun.-Prof. Dr.-Ing. André Brinkmann, Dr. Dominic Battre,
Dipl.-Inform. Georg Birkenheuer, Prof. Dr. Odej Kao, Dr. Kerstin Voß

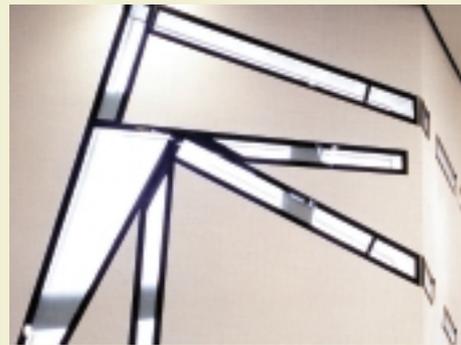


Seite 36

RaumErleben und RaumFormen in der Kunst

Wahrnehmung und Transformation von Raum in Malerei,
Bildhauerei und Museumsarchitektur

Prof. Dr. Sabiene Autsch, Prof. Dr. Sara Hornäk

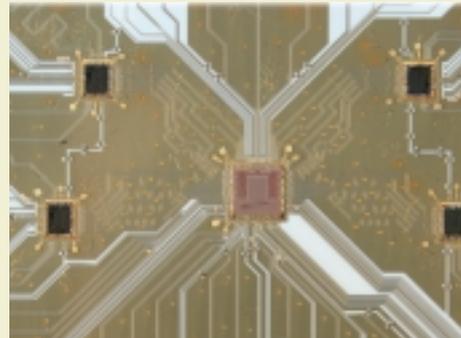


Seite 42

Beschleunigung für die Datenautobahn der Zukunft

Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen für die
Professoren Reinhold Noé (CeOPP) und Ulrich Rückert (HNI)

Prof. Dr. Reinhold Noé, Prof. Dr. Ulrich Rückert



Seite 48

Direct Manufacturing durch additive Fertigung

Oder wie ein Laser aus Pulver Bauteile wachsen lässt

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmid





Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

Vorwort

Lieber Leserinnen und Leser,

bereits zum zehnten Mal richtete das Bundesministerium für Bildung und Forschung zusammen mit der Initiative Wissenschaft im Dialog 2009 das Wissenschaftsjahr aus. Nachdem in den letzten Jahren der Fokus auf verschiedene Wissenschaftsdisziplinen gerichtet wurde, eröffnete das Wissenschaftsjahr „Forschungsexpedition Deutschland“ Möglichkeiten einer Reise – mit dem Reiseziel Forschung.

Die Wissenschaftsjahre sollen im Wesentlichen dazu beitragen, die Öffentlichkeit für Wissenschaft und Forschung zu sensibilisieren und zu begeistern, sich einzulassen und Fragen zu stellen. Denn Forschen heißt fragen. Woran wird gerade geforscht? Was sind die neusten Entdeckungen? Wie beeinflussen diese unser Leben? Auf diese Fragen wollte das Wissenschaftsjahr 2009 Antworten geben – sicht- und erlebbare Antworten.

Forscherinnen und Forscher überwinden täglich Grenzen des Bekannten und können mit ihren Erkenntnissen den Weg für die Zukunft bereiten. Das Thema „Forschungsexpedition Deutschland“ stellt diesen Pioniergeist der Forschung in den Mittelpunkt: Fragen heißt Forschen – Forschen heißt Entdecken – Entdecken bedeutet die Schaffung von Neuem durch neue Erkenntnisse.

Dem Motto des Wissenschaftsjahres 2009 Rechnung tragend, waren alle dazu eingeladen, auf Forschungsexpedition zu gehen. Durch mobile Wissenschaftsstandorte – etwa der Ausstellungszug „Expedition Zukunft“, die MS Wissenschaft oder die Wissenschaftstrucks des BMBF und der Science Truck der Fraunhofer Gesellschaft – ergab sich an vielen Orten bundesweit die Möglichkeit, Einblicke in die Errungenschaften von Wissenschaft und Forschung zu nehmen. Besonders in diesem Jubiläumsjahr – 60 Jahre Gründung der BRD und 20 Jahre Mauerfall – zeigte das Wissenschaftsjahr 2009, wie allgegenwärtig und umfassend Wissenschaft und Forschung unseren Alltag prägen und unsere Zukunft gestalten.

Mit einer Entdeckungsreise in die Forscherlandschaft ergeben sich auch am Wissenschaftsstandort Paderborn Einblicke in vielfältige Wissenschaftsbereiche, deren Innovationen oftmals insbesondere durch die Verknüpfung miteinander funktionieren. Mit der Vision von der Durchdringung vieler Disziplinen durch informationstechnologische Aspekte stellt sich die Universität Paderborn der Herausforderung, stetig die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung der Informationsgesellschaft voranzutreiben, sie kritisch zu begleiten und gleichzeitig den Blick für die beständigen Werte unserer Kultur zu öffnen und so die sich in der Informations- oder Wissensgesellschaft bietenden Chancen zu nutzen.

Erst durch eine starke Vernetzung von verschiedenen Wissenschaftsbereichen wird die Möglichkeit eröffnet, sich auf eine Forschungsexpedition zu begeben, auf der z. B. so spannende Themen wie die „Beschleunigung für die Datenautobahn der Zukunft“ zu entdecken sind – ein Forschungsthema, für das die beiden Paderborner Professoren Reinhold Noé und Ulrich Rückert in der Kategorie Innovation mit dem in 2008 zum ersten Mal ausgelobten und mit 100 000 Euro dotierten Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen ausgezeichnet wurden.

Eine Forschungsexpedition bedeutet, die Errungenschaften der Vergangenheit mit ihrem Einfluss auf die Gegenwart zu entdecken, wie sie etwa im Heinz Nixdorf Museumsforum gezeigt und auf deren Basis die Visionen von morgen greifbar werden – Visionen, wie sie im neu gegründeten Direct Manufacturing Research Center (DMRC) zu finden sind, wo das Potenzial der Direct Manufacturing Technologien sowie die Vision der Rapid Manufacturing Plattform genutzt und weiterentwickelt werden.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Spaß auf der Forschungsexpedition, die Sie auf den kommenden Seiten des neuen „ForschungsForums Paderborn“ erleben werden.

Wilhelm Schäfer

Vizepräsident für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchts

Transformationen der Antike

Rezeptionsformen der griechisch-römischen Literarkultur in der Moderne: Übersetzungen – Adaptionen – Umschreibungen

Dr. phil. Stefan Elit

Die antike römische Literarkultur hat fast kontinuierlich fortgelebt, von der Spätantike über das Mittelalter bis in die Frühe Neuzeit und ist auch in der Moderne präsent. Freilich hat es signifikante Veränderungen in der Rezeptionsgeschichte gegeben, so bekanntermaßen durch die Renaissance, aber etwa auch durch die deutlich verstärkte Wahrnehmung und Hochschätzung der „ursprünglicheren“ altgriechischen Sprache, Literatur und Kunst ab der Mitte des 18. Jahrhunderts (J. J. Winckelmann und andere). Die grundsätzlichen Linien und die Hauptwege dieses großen Stroms in der europäischen Kulturgeschichte vom 15. bis zum 20. Jahrhundert hat die Forschung in den vergangenen Jahrzehnten bereits ausgelotet. Viele spannende Felder und Einzelphänomene bedürfen jedoch noch immer der genaueren Analyse, so etwa die eigentümliche Verquickung von Antikenbewunderung und nationaler Selbstbehauptung im Deutschland der Frühen Neuzeit (in Humanistenkreisen wie auch bei Vertretern späterer Zeit, etwa F. G. Klopstock). Dazu kommt das „Nachwachsen“ einer Rezeption der Antike in der neuesten Literatur, an der im deutschsprachigen Raum in den letzten Jahrzehnten z. B. der Dramatiker und Lyriker Heiner Müller, der Lyriker und Prosaist Uwe Kolbe oder das Multitalent Durs Grünbein teilhatten.



Abb. 1: Durs Grünbein (*1962, Foto: © Jürgen Bauer).

In einem beeindruckenden Essay hat Durs Grünbein erst vor wenigen Jahren zu bestimmen versucht, welche Bedeutung der griechisch-römischen Literarkultur für Europa bis heute zukommt. Sein ein wenig pathetisches Fazit lautet:

„[D]ie antike Literatur steht insgesamt für das Nichttriviale, das Nichtbanale sprachlicher Reflexion. Nur so läßt die enorme Nachwirkung auf alle späteren Geistesrichtungen sich verstehen. Sie ist das Compendium all der unlösbaren



Dr. phil. Stefan Elit ist Akademischer Rat am Institut für Germanistik und Vergleichende Literaturwissenschaft, Fach Neuere deutsche Literaturwissenschaft. Einen Schwerpunkt seiner Forschungen bildet die (deutschsprachige) literarische Rezeption der griechisch-römischen Antike zwischen Spätrenaissance und Gegenwart.

Fragen, der Quell aller Aporien, die uns bis heute in Atem halten. Sie ist der etymologische Nährboden unserer Sprachen, die ursprüngliche Kategoriensammlung, der Gründungsakt hinter den kulturellen Routinen. Auf [diesem] Boden zeigt sich in sich [...] der Grundriß. Es ist, wohlge-merkt, nicht der eines einzelnen zufälligen Hauses, sondern der einer ganzen Stadt, in der wir bis heute zu Hause sind [...].“

(Aus: Durs Grünbein, Zwischen Antike und X, in: Mythen in nachmythischer Zeit. Die Antike in der deutschsprachigen Literatur der Gegenwart, hg. v. Bernd Seidensticker u. Martin Vöhler, Berlin, New York 2002, S. 97-100, hier S. 100.)

Um im Bild zu bleiben: Wir kennen diesen Grundriß, und die Ausmaße der Stadt scheinen zumindest in Fachkreisen heutzutage auch bekannt zu sein. Aber welche einzelnen Straßen, Häuser und Plätze im Laufe der Zeit noch belebt geblieben sind, wo überbaut und umgestaltet worden ist, dem hat etwa eine kulturwissenschaftliche Literaturwissenschaft noch vielfach weiter nachzugehen.

Die Erforschung der literarischen Antikerezeption: historische Übersetzungen

Ein Beitrag hierzu wurde seit den 1990er Jahren etwa am Philologischen Seminar der Universität Bonn geleistet, wo Prof. Dr. Heinz Gerd Ingenkamp und ein Kreis von Nachwuchsforschern sich der Rezeptionsform der Übersetzung antiker Literatur in verschiedene neuere Sprachen gewidmet haben. In den Blick genommen wurden dabei Übersetzungen durch Schriftsteller, die mit ihrer Translationsarbeit zugleich (eigene) dichtungstheoretische Zwecke verfolgt und so eine pointierte Neuinterpretation der antiken Vorlagen geleistet haben. Zu nennen sind hier zuallererst die



Abb. 2: Friedrich Gottlieb Klopstock (1724-1803, Gemälde v. J. Juel, 1779).

Ausgabe von und Untersuchungen zu Schillers Euripides- und Vergil-Übersetzungen durch H. G. Ingenkamp, sodann die von ihm betreuten Dissertationen von Susanne Gippert („Joseph Addison's Ovid. An Adaptation of the Metamorphoses in the Augustan Age of English Literature“, 2003), Ute Wetzels („Catulle francisé. Untersuchungen zu französischen Catullübersetzungen des 17. und 18. Jahrhunderts“, 2002) oder Stefan Elit (siehe unten), die sämtlich in der von H. G. Ingenkamp begründeten und bis 2007 herausgegebenen Reihe „Die Antike und ihr Weiterleben“ veröffentlicht worden sind (verlegt im Verlag Gardez!).

Zum Beispiel F. G. Klopstock: Sprachpatriotismus und Übersetzungswettstreit

Stefan Elits Dissertationsschrift „Die beste aller möglichen Sprachen der Poesie. Klopstocks wettstreitende Übersetzungen lateinischer und griechischer Literatur“ (2002) ging dem sprachpatriotischen Denken und Schreiben eines der historisch bedeutendsten deutschen Schriftsteller, Friedrich Gottlieb Klopstock, sowie dessen Verhältnis zu den antiken Klassikern nach. Die Studie beschäftigte sich mit einem Übersetzungsunternehmen, das Klopstock in seiner späten Poetik („Grammatische Gespräche“, 1794) in Szene gesetzt hatte: Klopstock übersetzte dort klassische antike Literatur, um seine deutschen Fassungen als poetisch besser zu erweisen, und zwar sowohl gegenüber Übersetzungen in andere moderne Nationalsprachen als auch gegenüber den Originalen selbst. Es handelte sich also um ein Unternehmen, das auf besondere Weise internationale sprachpatriotische Aspekte und eine wettstreitende Rezeption der Antike in sich vereinigte. Wie genau dies funktionieren konnte,

verfolgte diese Arbeit, indem sie zum einen den Übersetzungen philologisch genau nachging und zum anderen den kulturellen Horizont des Unternehmens rekonstruierte. Bei aller Eigenwilligkeit konnte dabei neben den zeitgenössischen Kulturstreits (die sogenannten „querelles“) schließlich vor allem das leibniz'sche Universalsprachenkonzept zur Erklärung dieses Vorhabens, die beste aller möglichen Sprachen der Poesie zu erweisen, herangezogen werden. Nicht zuletzt aber ließ sich anhand dieses kulturpatriotischen Übersetzungsunternehmens auch eine grundsätzliche Signatur der literarischen Diskussion im Vorfeld des eigentlichen deutschen Nationalismus erkennen.

Weitere Studien von Stefan Elit in den Folgejahren dienten der weiteren Verortung Klopstocks in der antikischen Kultur seiner Zeit. Im Kontext seiner Einführung in die deutschsprachige Lyrik vom 16. bis 21. Jahrhundert („Lyrik. Gattungsgeschichte, Formen, Analysetechniken“, 2008) konnte er sich zudem anhand einer literarischen Gattung auch dem Phänomen der Einflüsse der Antike auf literarische Texte etwa vom bedeutenden Späthumanisten Martin Opitz (1597-1639) bis hin zu dem bereits erwähnten Durs Grünbein widmen.

Antike – Lyrik – Heute?

Zur Vertiefung der Erforschung der Antikerezeption gerade in der neueren und neuesten deutschsprachigen Lyrik fand



Abb. 3: Plakat der Tagung.

sodann im März 2009 im Hotel Campus Lounge Paderborn unter der Leitung von Stefan Elit, Kai Bremer (Uni Gießen) und Friederike Reents (Uni Heidelberg) ein interdisziplinärer Tagungsworkshop mit dem thematischen Fokus „Antike – Lyrik – Heute: Griechisch-römische Antike und deutschsprachige Lyrik der Gegenwart“ statt. Neben einer Reihe von wissenschaftlichen Vorträgen zur Literatur der Antike und ihrer Rezeption in deutschsprachiger Lyrik des 20. und 21. Jahrhunderts bot die Tagung zwei öffentliche Abendveranstaltungen, die auf sehr gute Resonanz stießen.

Die Tagung zeigte, dass das Verständnis der griechisch-römischen Antike und ihrer literarischen Zeugnisse sich im Sinne neuerer literaturwissenschaftlicher Perspektiven auf die antiken Texte und ihre poetologischen Kontexte in den vergangenen Jahrzehnten erneut gewandelt hat. Dies gilt sowohl für den wissenschaftlichen Bereich als auch für die literarische Rezeption. Dieser Wandel lässt sich besonders im Bereich der Lyrik bzw. Lyrikforschung festmachen: Auf der Seite der Altphilologie lösen literatur- und kulturwissenschaftliche Neuinterpretationen antiker Lyrik, zuerst aus dem anglo-amerikanischen Raum, die älteren philologischen, in Teilen immer noch recht positivistischen oder auch biographistischen Herangehensweisen ab, und auf der Seite der Gegenwartslyrik setzen sich prominente deutschsprachige Vertreter seit Anfang der 1990er Jahre verschiedentlich mit antiker Literatur und Poetik auseinander und suchen auch die Diskussion mit renommierten Altphilologen.

Um diesen Wandel genauer auszuloten, fand im Rahmen des Tagungsworkshops eine im engeren Sinne interdisziplinäre Auseinandersetzung zwischen Altphilologie und germanistischer Literaturwissenschaft statt. An ihr nahmen Nachwuchswissenschaftler und etablierte Forscher teil sowie fortgeschrittene Literaturstudierende der Universität Paderborn, die die Veranstaltung innovativ als Forschungsseminar im Anschluss an Stefan Elits Hauptseminar „Literarische Antikerezeption: Lyrik 1600-2000“ im Wintersemester 2008/2009 nutzten.

Die Konfrontation der antiken Gattung mit heutigen Pendanten diente einem fruchtbaren Vergleich und dem wechselseitigen besseren Verständnis von lyrischen Formen und Ausdrucksweisen. Denn im Austausch wurden antikes Gattungsverständnis aus neuerer literaturwissenschaftlicher Sicht und lyrische Antikerezeption so miteinander konfrontiert, dass Bezüge, aber auch poetische Differenzen klar hervortraten.

In einem ersten Teil der Tagung gaben Vertreter der Altphilologie ein Bild von aktuellen Interpretationsansätzen für antike Lyrik. Mit dieser Bestandsaufnahme wurde ein differenzierter Umgang mit antiker Lyrik mithilfe von Methoden moderner und gegenwärtiger Literaturwissenschaft angeregt, um die literarisch teils hochkomplexen Formen der Gattung, etwa von der frühgriechischen Lyrik einer Sappho (um 600 v. Chr.) bis zur artifiziellen lateinischen Versdichtung eines Horaz (65-8 v. Chr.), zu forcieren. Die Grundlegung altphilologischer Gattungskenntnisse bildete zugleich eine Basis, von der aus auch neuere deutsche Lyrik besser zu verstehen sein sollte.

In einem zweiten Teil stellten Literaturwissenschaftler der Germanistik neuere und neueste Lyrik vor, die die griechisch-römische Antike produktiv im Heute rezipiert. Ausgehend von bedeutenden Vertretern der deutschsprachigen klassischen Moderne wie Rainer Maria Rilke (1875-1926) oder Gottfried Benn (1886-1956), widmete sich die Tagung in mehreren Einzelstudien intensiv deutschsprachiger Lyrik, die sich in den letzten Jahrzehnten wieder verstärkt auf die Antike und zumal deren lyrische Formen und Inhalte zurückbezogen hat, wie dies etwa im lyrischen Werk von Heiner Müller (1929-1995), Thomas Kling (1957-2005), Durs Grünbein (*1962) oder Raoul Schrott (*1964) festzustellen ist. Ein wichtiger Aspekt für die Einordnung und Bewertung der neuesten Lyrik bestand hier in der Frage nach sogenannter „Professionalität“, bzw. „Dilettantismus“ als möglichen Arbeitspositionen: In welchem Austausch standen und stehen etwa die Genannten mit der antiken Philologie? Inwiefern unterwirft sich die literarische Auseinandersetzung mit der Antike hier einem Primat der Wissenschaft? Man denke etwa an Raoul Schrotts „Erfindung der Poesie“ (1997) oder an seine jüngsten umstrittenen Arbeiten wie „Homers Heimat. Der Kampf um Troia und seine realen Hintergründe“ (2008). Zudem warf die Frage die Nachfrage auf, welche Positionen und Gegenstände derzeit auf besonderes Interesse in der literarischen Rezeption treffen: Zum einen scheint dies das Interesse an den großen Namen des Kanons der Weltliteratur zu sein, andererseits aber ist die Orientierung besonders an der kaiserzeitlichen römischen Literatur etwa bei Durs Grünbein bemerkenswert, die hier als durchaus zwiespältiges kulturelles und gesellschaftliches Paradigma für die eigene Zeit eingesetzt erscheint.

Uwe Kolbe: Orpheus verwirrt

Ich komme von den Frauen her.
 Erst ein Gefühl auf der Zunge,
 später sortier ich die Wörter.
 Ich komm komm gewöhnlich wirr
 von Frauen her, Frau ohne Zahl.
 Wir tauschten nicht die Namen
 im Dunkeln, in Höhlen, im Wald.
 Ich komm komm komm her her her.
 Ich fragte noch, suchte noch, litt,
 doch gab es nur Schnurren, und schnitt
 dem Lehrling das Stammeln ab.
 Ich komm von den Frauen mit Fallbeilschenkeln.
 Von Angst komm komm komm ich her,
 von Frauen, bis heute die Angst.
 Klein war ich, groß wurd ich,
 stumm hätt ich, stammele aber,
 sein müssen, komm Zarter.
 Wenn das ein Geständnis wär,
 ein heilendes von der Leber,

doch gibt es das nicht, ich geh
geh geh mit den Wörtern zu Frauen,
geh mit dem durchscheinenden Rock
hinein in den lauschenden Wald.

(Aus: Uwe Kolbe: Vineta. Gedichte, Frankfurt/Main 1998, S. 47.)

Das wissenschaftliche Programm ergänzend fanden zwei öffentliche Abendlesungen statt. Zum einen las der Schriftsteller Uwe Kolbe aus seiner Lyrik und Prosa, in der sich über mittlerweile drei Jahrzehnte hin zahlreiche Reflexe auf antike Themen und Figuren finden (ein kleines Beispiel für Kolbes kunstvoll-leger Umspielen eines antiken Mythos siehe im voranstehenden Gedicht). Kolbe stand darüber hinaus für eine Diskussion zur Verfügung, bei der er hochreflexiv und humorvoll-gelassen zugleich über seine Zeitzugehörigkeit für die späte DDR-Literatur sowie über die Hintergründe und Motivationen seiner Bezugnahmen auf die griechisch-römische Antike Auskunft gab. Zum anderen rezitierten im Studio Klingelgasse der Westfälischen Kammerspiele Paderborn drei Schauspieler in eindrucklicher Weise Gedichte etwa von Sappho, Catull, Rilke und Grünbein und gaben so einer breiteren Öffentlichkeit Einblicke in antike und antikisch-moderne Lyrik, die auf der Tagung von besonderem Interesse war. Die Tagung wurde unterstützt von der Fakultät für Kulturwissenschaften der Universität Paderborn, der Universitätsgesellschaft Paderborn und der Sparkasse Paderborn. Ihre Beiträge werden im Frühjahr 2010 in der seit 2008 von Stefan Elit herausgegebenen Reihe „Die Antike und ihr Weiterleben“ publiziert werden.

Weitere Perspektiven und Forschungsvorhaben

Historische Studien, die sich etwa literarisch ambitionierten Übersetzungen und freieren Adaptionen antiker Texte widmen, sind das eine Feld, auf das sich der Bonn-Paderborner Forschungsbereich weiterhin begeben wird und aus dem heraus weitere Bände für die genannte Reihe zu akquirieren sind. Dafür sind sowohl im Bereich des wissenschaftlichen Nachwuchses vor Ort neue Studien anzuregen als auch Monographien und Sammelwerke von anderen Forschungsstandorten einzuwerben.

Ein anderes Feld stellt die weitere Beschäftigung mit neuerer und neuester Literatur dar, die die griechisch-römische Antike rezipiert. Auch hier sind erneut Interessenten vor Ort wie auch auswärtige Wissenschaftler einzubinden. Nächstliegendes Vorhaben in Fortsetzung des resümierten Tagungsworkshops zur Lyrik soll eine Auseinandersetzung mit den jüngsten Entwicklungen in einer anderen Großgattung sein. Hier bietet sich insbesondere die Epik an, und zwar durchaus im alten Sinn der „erzählenden Versdichtung“, denn in Grenzen kann auch hier von einem Wiederaufleben der antiken Muster gesprochen werden: Namentlich die umstrittene Schrott'sche Homerübersetzung von 2008 wie auch weitere Neuübersetzungen antiker Epen wären hier von Interesse. Aber auch einzelne Versepen von bedeutenden Gegenwartsautoren ließen sich nennen, so Christoph

Ransmayrs „Der fliegende Berg“ (2006) oder die essayistisch-historischen Versdichtungen Durs Grünbeins („Vom Schnee oder Descartes in Deutschland“, 2003, und „Porzellan. Poem vom Untergang meiner Stadt“, 2005).

Literatur

ARCHIV FÜR ANTIKEREZEPTION IN DER DEUTSCHSPRACHIGEN LITERATUR NACH 1945 [DATENBANK DES PROJEKTS ARCHIV FÜR ANTIKEREZEPTION AN DER FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN. LEITUNG: BERND SEIDENSTICKER; URL: [HTTP://WWW.ANTIKEREZEPTION.FU-BERLIN.DE](http://www.antikerezeption.fu-berlin.de)].

„AUF KLASSISCHEM BODEN BEGEISTERT“. ANTIKE-REZEPTIONEN IN DER DEUTSCHEN LITERATUR. Festschrift für Jochen Schmidt zum 65. Geburtstag, hg. v. Olaf Hildebrand u. Thomas Pittrof, Freiburg/Breisgau 2004 (Rombach Wissenschaften. Paradeigmata 1).

ANTIKE – LYRIK – HEUTE. GRIECHISCH-RÖMISCHES ALTERTUM IN GEDICHTEN VON DER MODERNE BIS ZUR GEGENWART, hg. v. Stefan Elit, Kai Bremer und Friederike Reents, Remscheid [erscheint 2010] (Die Antike und ihr Weiterleben 7).

ELIT, STEFAN: KLOPSTOCK ZWISCHEN ANTIKE U. MODERNE. „KLASSISCHE“ VORBILDER U. SELBSTKANONISIERUNG, IN: AKTEN DES XI. GERMANISTENKONGRESSES PARIS 2005. „GERMANISTIK IM KONFLIKT DER KULTUREN“, hg. v. Jean-Marie Valentin unter Mitarb. v. Laurent Gauthier, Bd. 11: Klassiken, Klassizismen, Klassizität, betreut v. Roland Krebs, Krzysztof Lipinski u. Wilhelm Vosskamp [...], Bern u.a. 2008 (Jahrbuch für Internationale Germanistik. A: Kongressberichte 87), S. 39-43.

RIEDEL, VOLKER: ANTIKEREZEPTION IN DER DEUTSCHEN LITERATUR VOM RENAISSANCE-HUMANISMUS BIS ZUR GEGENWART. EINE EINFÜHRUNG, STUTTGART, WEIMAR 2000.

TRADITA ET INVENTA. BEITRÄGE ZUR REZEPTION DER ANTIKE, hg. v. Manuel Baumbach, Heidelberg 2000.

Kontakt

Dr. phil. Stefan Elit

Institut für Germanistik und

Vergleichende Literaturwissenschaft

05251 60-2872

elit@mail.upb.de

Homepage des Tagungsworkshops „Antike – Lyrik – Heute“:

<http://kw.uni-paderborn.de/institute-einrichtungen/institut-fuer-germanistik-und-vergleichende-literaturwissenschaft/germanistik/personal/elit/workshopforschungseminar/>

Computerunterstützte koaktive Wissensarbeit

Verstehen und Wissen setzen soziale Interaktion voraus

Prof. Dr. Reinhard Keil, Dipl.-Inform. Dominik Niehus, Dr. Harald Selke, Dipl.-Inform. Jonas Schulte

Der Mensch wird meist als Individuum verstanden, das im Kopf Bedeutungen kreiert und sie durch Artikulation seiner Gedanken externalisiert. Diese Sicht ist insofern unzureichend, als jeder Mensch vor einem bestimmten kulturellen Hintergrund aufwächst und sich durch Erziehung und Bildung zunächst die Welt mit den Zeichen, Instrumenten und Konventionen aneignet, die von seinen Vorfahren als brauchbar erachtet und überliefert wurden. Dieses sozio-symbolische Universum (Elias) ist die mediale Grundlage für unser geistiges Wachstum, das wir natürlich auch fortwährend verändern und bereichern. Lernen und Verstehen sind insofern immer in soziale Prozesse eingebettet. Jedoch erst in den letzten Jahren gewannen kooperationsunterstützende Werkzeuge im Bereich eLearning und Wissensarbeit an Bedeutung. Bekannt wurden vor allem Techniken wie Wikis, Blogs oder Social Software, die unter dem Stichwort Web 2.0 zusammengefasst werden. Die Unterstützung kooperativer Wissensarbeit mithilfe vernetzter Computer ist jedoch auch heute noch weder Selbstverständlichkeit noch Alltag, besitzt aber ein enormes Potenzial. Mehr noch: Wer Unterstützungsfunktionen für kooperative Prozesse gestaltet, legt eine breitere Grundlage für die Zukunft, denn die Unterstützung individueller Arbeitsprozesse kann oftmals als Spezialfall eingeschränkter Kooperation betrachtet werden.

Ein Fachgebiet entsteht

Anfang Dezember 1968 fand in San Francisco im Rahmen der Herbsttagung der „Association of Computing Machinery“ die Demonstration eines Systems statt, das als „computer-based, interactive, multiconsole display system“ vorgestellt wurde. Unter der Leitung von Douglas Engelbart war es am Stanford Research Institute entwickelt worden, um neue Möglichkeiten der Verstärkung des menschlichen Intellekts zu erforschen. Das von ihm vorgestellte System NLS (für oN-Line System) gilt Vielen als Geburtsstunde des interaktiven Computers. Es enthielt nahezu alle Features heutiger Desktop-Computer, wobei die von Engelbart erfundene Maus wohl am bekanntesten ist. Weniger bekannt dürfte die Tatsache sein, dass die Verstärkung menschlicher Wissensarbeit für Engelbart immer auch die Unterstützung kooperativer Arbeit beinhaltete. Neben grundlegenden kommunikativen Funktionen unterstützte das System auch die gemeinsame Arbeit an Dokumenten und das gleichzeitige Betrachten eines Bildschirminhalts von zwei unterschiedlichen Standorten aus. Zwei der vielen Möglichkeiten, die erst in der zwei-



Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil ist seit 1992 Hochschullehrer für das Fachgebiet Informatik und Gesellschaft im Heinz Nixdorf Institut an der Universität Paderborn.

ten Hälfte der 80er Jahre unter der Bezeichnung CSCW (Computer-Supported Cooperative Work) wieder zum Forschungsgegenstand avancierten.

Der Begriff CSCW wurde zum ersten Mal 1984 von Irene Greif und Paul Cashman zur Beschreibung eines interdisziplinären Workshops benutzt. Vier Jahre später gab es eine erste Konferenz und erst Anfang der 1990er Jahre etablierte sich eine europäische Forschungsgemeinschaft unter dieser Bezeichnung. CSCW wird als ein interdisziplinäres Forschungsfeld spezifiziert, das die Prozesse der Zusammenarbeit in Gruppen und deren Unterstützung durch technische Anwendungen zum Gegenstand hat. Dabei werden die technischen Funktionen meist den drei Bereichen Kommunikation, Kooperation und Koordination zugeordnet, wobei es keine universellen Definitionen oder klare Abgrenzungen zwischen diesen Bereichen gibt. In Ergänzung zu den arbeitsbezogenen Aspekten untersucht man unter der Bezeichnung CSCL (Computer-Supported Cooperative Learning) Fragen der Unterstützung kooperativer Lernprozesse. In Bezug auf die Problemstellungen, die letztlich unter diesem weiten Verständnis von CSCW/L erfasst und bearbeitet werden, ergeben sich zwei Schwierigkeiten:

- Zum einen scheint das Fachgebiet zu breit angelegt, wenn man berücksichtigt, dass heute nur in Ausnahmefällen Computer als isolierte Arbeitsgeräte eingesetzt werden und somit nahezu alle Arten von Softwaresystemen in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen als vernetzte Systeme die Kommunikation, Kooperation und Koordination von Menschen unterstützen.
- Zum anderen stellt sich in allen Anwendungsbereichen die Frage nach der hierarchischen Einordnung und Klassifizierung: Sollte also kooperatives Lernen nicht besser als ein

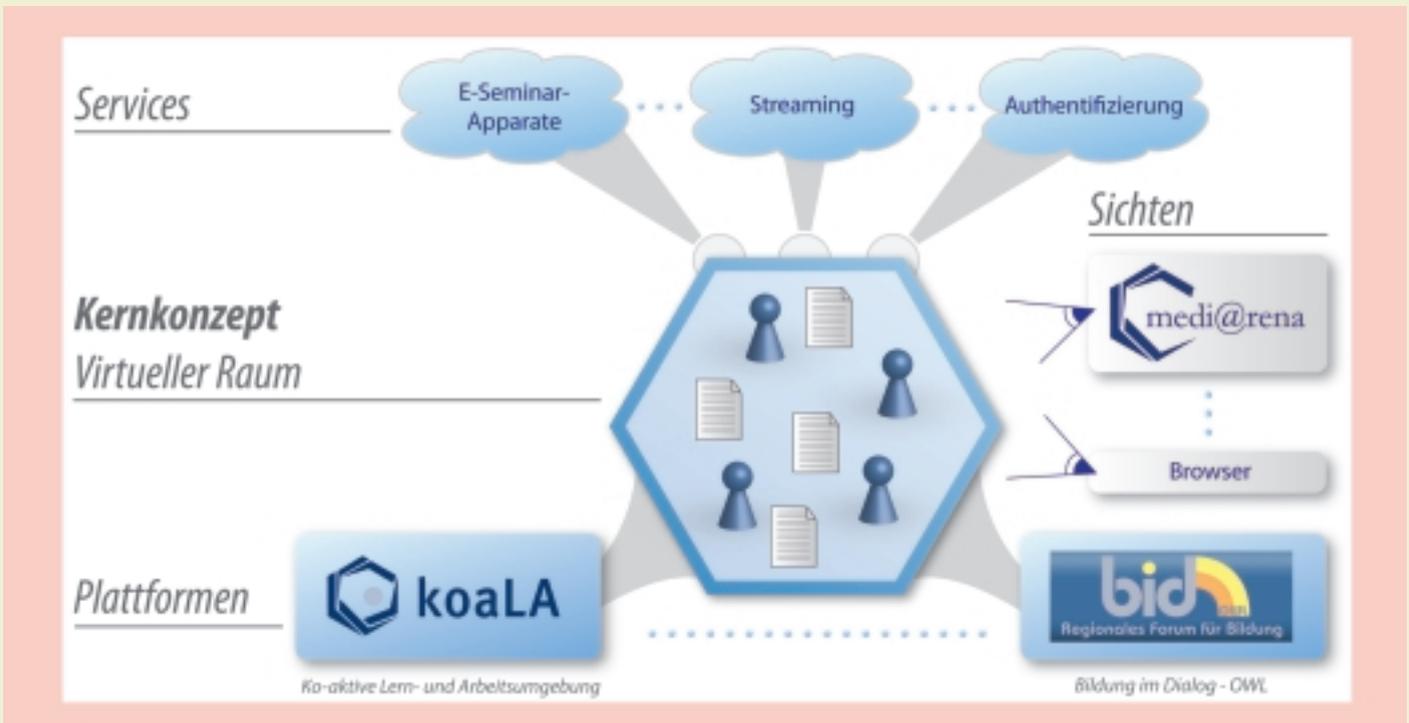


Abb. 1: Der virtuelle Raum als Kernkomponente einer kooperationsunterstützenden Infrastruktur.

Spezialfall des Lernens betrachtet und damit unter eLearning subsumiert werden oder ist Kooperation der Oberbegriff, da jede Form individuellen Lernens letztlich nur Sinn macht, wenn es in soziale Anschlusshandlungen eingebettet ist?

Ein eigenständiges Fachgebiet kann sich unter diesen Randbedingungen nur entfalten, wenn es gelingt, spezifische grundlegende Fragestellungen und technische Lösungen zu identifizieren, die über einzelne Anwendungsfelder und Spezialsysteme hinausreichen. Die Erfolge in der Paderborner Forschung zeigen, dass dies der Fall ist.

Soziale Bewusstheit durch technisch vermittelte Sichtbarkeit

Technisch vermittelte Kommunikation wie z. B. E-Mail ist weder etwas Neues noch ist es im Umfeld der CSCW-Forschung entstanden. Dasselbe lässt sich für Kalender zur Koordination von Gruppen oder Vorgangsbeschreibungen zur Modellierung von Arbeitsabläufen sagen. Was ist dann das Besondere an CSCW-Systemen? Bleibt man auf der Ebene einzelner Anwendungen, lässt sich das Fachgebiet schwerlich präzisieren. Sobald man aber den Nutzungskontext einbezieht, ergibt sich eine völlig neue Perspektive. Solange man lediglich Informationen über gedächtnislose technische Nachrichtenkanäle von einer Person A zu einer anderen Person B überträgt, entsteht kein gemeinsames externes Arbeitsgedächtnis, das es A und B ermöglichen würde, durch wechselseitige Bezugnahme anschlussfähige Handlungen zu generieren oder dieses neuen, später hinzukommenden Dritten zu ermöglichen. Dasselbe gilt für Bearbeitungsvorgänge, bei denen ein Dokument nacheinander von verschiedenen Personen bearbeitet wird. Jede Person sieht nur ihren Teil der Wirklichkeit und bettet sie individuell in ihre persönlichen Wissensstrukturen und Archive ein.

Der Psychologe Michael Tomasello bezeichnet mit dem Begriff „Wir-Intentionalität“ die Fähigkeit des Menschen, sich mit anderen zusammen an kooperativen Aktivitäten mit geteilten Zielen und gemeinsamen Absichten zu beteiligen. Diese soziale Kompetenz, sich in andere hineinzudenken, mit ihnen zu kommunizieren und gemeinsam zu handeln, ist für ihn der eigentliche Faktor der enormen kognitiven Entwicklung und Leistungsfähigkeit des Menschen. Schon im Kleinkindalter schauen Kinder z. B. nicht nur dahin, wo eine andere Person hinschaut, sondern sie blicken auch wieder zur Person zurück. Die Lust an der Kooperation und damit die Fähigkeit zum kulturellen Lernen unterscheidet die Entwicklung von Intelligenz bei Menschen und Primaten (Tomasello 2008).

Die entscheidende Voraussetzung dafür ist aber ein geteilter Wahrnehmungs- und Handlungsraum, und genau dieser wird in der Regel durch technische Anwendungen oder technisch vermittelte Kommunikation durchbrochen. Die jeweils andere(n) Person(en) ist (sind) nicht mehr ihrer Handlungen und Reaktionen gewärtig, ebenso wenig wie sich gemeinsame Handlungen in einer geteilten Repräsentation niederschlagen. Die Wir-Intentionalität als konstruktive Triebkraft von Intelligenz kann sich nur beschränkt entfalten, weil sich in den meisten technischen Arbeitsumgebungen die Gewärtigkeit (Awareness) des anderen und für den anderen nicht ausdrücken lässt. Genau hier lässt sich eine sinnfällige Grenze zwischen CSCW-Systemen und anderen Applikationen ziehen, denn CSCW-Systeme zielen darauf, den Bereich der Gewärtigkeit in technischen Systemen zu erweitern und damit neue kooperationsunterstützende Funktionen anzubieten.

Bei der Gewärtigkeit wird in der Regel noch zwischen synchron und asynchron unterschieden. Conferencing-Systeme sind ebenso wie Chat-Systeme synchron, d. h. sie spie-

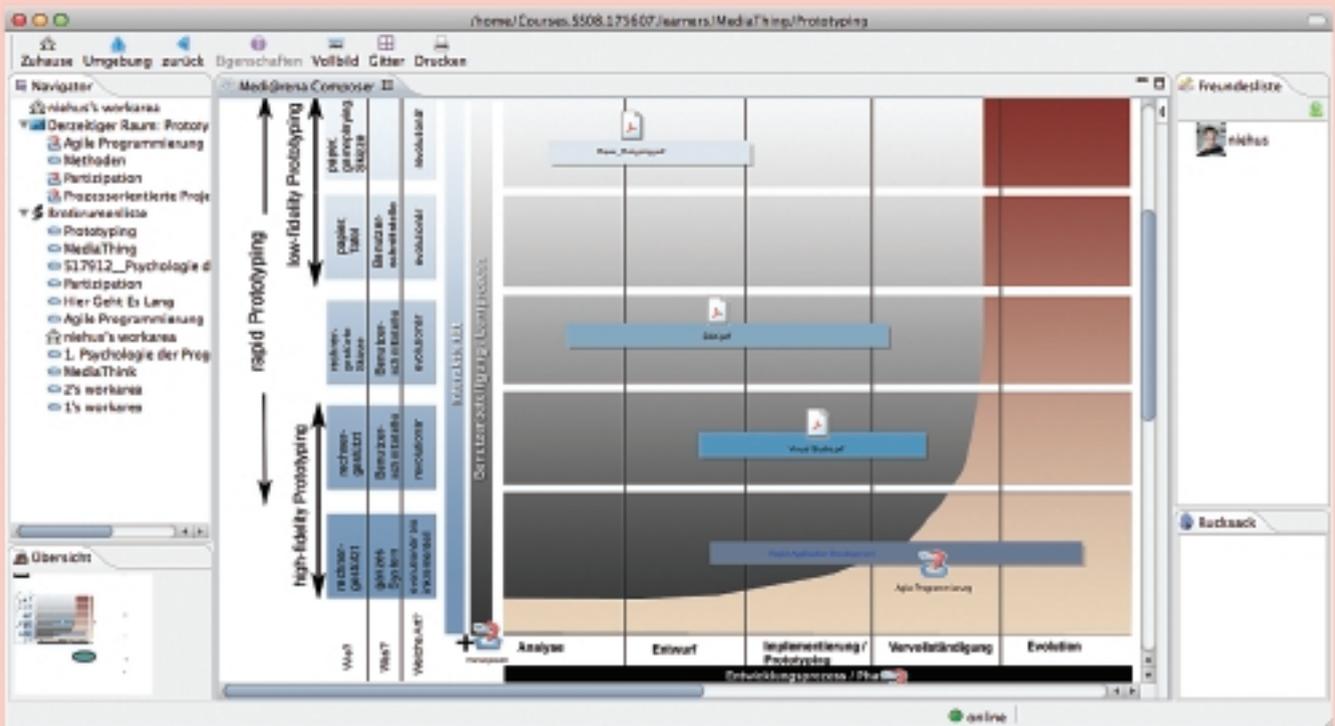


Abb. 2: Visuelle Wissensstrukturierung mit dem Medi@rena Composer.

gelten jedem Teilnehmenden unmittelbar die Reaktionen der anderen wider. Als asynchron werden Systeme bezeichnet, bei denen unabhängig von Zeit und Ort eine gemeinsame persistente Datenschicht bearbeitet wird, d. h. Änderungen an den Daten werden von anderen wahrgenommen, aber nicht notwendigerweise unmittelbar. Da in der heutigen IT-Welt die Integration verschiedener Anwendungsfunktionen bzw. Funktionsbereiche entscheidend ist, gilt es eine Grundarchitektur zu finden, die es gestattet, die unterschiedlichen Anforderungen an kooperationsunterstützende Systeme möglichst flexibel umzusetzen.

Der virtuelle Wissensraum (Abbildung 1) ist ein grundlegendes Konzept zur Kopplung von Handlungs- und Wahrnehmungsräumen über zeitliche und geografische Distanzen hinweg. Virtuelle Räume sind Benutzern oder Gruppen zugeordnet, die anderen Zutritts- und Bearbeitungsrechte einräumen können (Prinzip der Selbstadministration). In Räumen können gemeinsame Wissensstrukturen aufgebaut und bearbeitet werden. Aktivitäten ebenso wie Ereignisse sind – soweit erwünscht – für andere sichtbar. Handlungen wie z. B. das Bereitstellen eines Dokuments können bei Bedarf Ereignisse auslösen, wie z. B. das Versenden einer Nachricht. Schließlich können virtuelle Räume auch miteinander vernetzt werden und zusätzliche Dienste von außen zur Verfügung stellen. Über verschiedene Zugangssysteme wie z. B. einen Browser können unterschiedliche Aspekte eines Raums erschlossen werden. Die besondere Qualität dieser hohen Integration von kommunikativen, kollaborativen, kooperativen, koordinierenden etc. Aktivitäten über verschiedene Räume hinweg wird über den Begriff der koaktiven Nutzung charakterisiert.

Mithilfe einer solchen Grundkonzeption lassen sich vielfältige Anwendungen umsetzen, die vom eLearning über kooperative Forschungsszenarien bis hin zu unterschiedlichsten Arten der verteilten Wissensarbeit reichen.

Lernen in und mit virtuellen Räumen

An der Universität Paderborn nutzen im aktuellen Semester rund 15.000 Studierende in 350 Kursen die eLearning-Plattform koALA. Die Abkürzung koALA steht für koaktives Lernen und Arbeiten. Basis für diese Plattform ist das Konzept der virtuellen Räume, wobei hier die Vielfalt der Möglichkeiten zunächst eingeschränkt ist, um den rechtlichen, ökonomischen und organisatorischen Anforderungen einer großen, verteilt agierenden Organisation wie der Universität Paderborn Rechnung zu tragen. In weiten Bereichen reduziert sich zwar Kooperation auf den geregelten Austausch von Dokumenten, entscheidend ist jedoch, dass Lehrende und Lernende über die Wahl von Lernszenarien den Grad koaktiver Zusammenarbeit steuern können und das System um zusätzliche Szenarien relativ leicht erweitert werden kann. Durch die Anbindung an die Modul- und Prüfungsverwaltungssysteme der Universität übernehmen Dozenten ihre dort eingerichteten Veranstaltungen sowie die verbindlichen Anmeldungen der Studierenden in das Wissensmanagementsystem und stellen dort zur Durchführung ihrer Veranstaltungen Lehrmaterialien und Kommunikationsmittel wie Foren, Weblogs und Wikis zur Verfügung. Aus dem Katalog der Universitätsbibliothek werden elektronische Seminarapparate und Literaturquellen mit Kursen verknüpft, um Objekte aus der digitalen Bibliothek direkt in den Wissensräumen

<p>Kurzinformation zum Berufswahl-SIEGEL</p> <p>Kriterienkataloge zur Erst- und Rezertifizierung</p> <p>Kriterienkataloge zur Bewerbung 2009</p> <p>SIEGEL-Jurys</p> <p>Liste der Jurymitglieder der Regionen Bielefeld, Gütersloh und Herford sowie der Regionen Höxter und Paderborn</p> <p>Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>Presseartikel zum Berufswahl-SIEGEL</p> <p>Workshop zum 3. Elternforum am 16.01.2009</p> <p>Präsentation "Berufswahl-SIEGEL und Elternarbeit"</p> <p>SIEGEL-Verleihung 2008</p> <p>Dokumentation der</p>	<p>Auditphase 2009 startet nach Sommerferien</p>  <p>Vom 24.08.2009 - 08.10.2009 werden die Schulen, deren Bewerbungen im Rahmen des Auswahlverfahrens durch die SIEGEL-Jury positiv bewertet wurden, jeweils vor Ort auditiert.</p> <p>Schulen, die nicht auditiert werden, erhalten auf Wunsch ein Feedback zur Bewerbung in einem persönlichen Gespräch.</p> <p>Informationen zum Ablauf eines SIEGEL-Audits</p> <p>Berufswahl-SIEGEL 2009 auch im Kreis Höxter</p> <p>Allgemeinbildende, weiterführende Schulen aus dem Kreis Höxter können sich in diesem Jahr zum ersten Mal für das "SIEGEL - Berufswahl- und ausbildungsfreundliche Schule" bewerben.</p>  <p>Damit ist der Kreis Höxter neben der kreisfreien Stadt Bielefeld und den Kreisen Gütersloh, Herford und Paderborn die fünfte SIEGEL-Region in Ostwestfalen. Die Ausweitung des Berufswahl-SIEGEL in weitere Regionen durch die Peter Gläsel Stiftung ist geplant.</p> <p>Präsentationen zur Kick-Off-Veranstaltung am 14.01.2009</p>	<p>Kooperationspartnern (Agentur für Arbeit, Unternehmen etc.) intensive Gespräche in den Schulen. Thema sind die verschiedenen Angebote der Studien- und Berufswahlorientierung und deren praktische Umsetzung.</p> <p>Im Anschluss an das Audit erhalten die Schulen ein Feedback der Jury mit individuellen Stärken sowie Verbesserungspotenzialen.</p> <p>Feierliche SIEGEL-Verleihung 2009 in Ostwestfalen am:</p> <p>05.11.2009</p> <p>um 15.00 Uhr in der Ravensberger Spinnerei in Bielefeld</p> <p>Adresse: Ravensberger Park 6 33607 Bielefeld</p>
---	---	---

Abb. 3: Ausschnitt aus dem Portal des Projekts „SIEGEL – Berufswahl- und ausbildungsfreundliche Schule“ der Peter-Gläsel-Stiftung.

bearbeiten zu können. So werden im Rahmen von Lehrveranstaltungen, aber auch in privaten oder öffentlichen Interessengruppen Ideen ausgetauscht und Wissen diskutiert und vertieft (Abbildung 2).

Neben vielen Funktionen, die die Durchführung einer Veranstaltung auf organisatorischer Ebene unterstützen und die Mitarbeiter von Alltagsaufgaben wie der Pflege von E-Mail-Listen oder Dokumentmanagementsystemen entlasten, stehen mittlerweile unterschiedliche Lernszenarien zur Verfügung. Über das semantische Positionieren mit dem speziellen Zugang über die Medi@rena und Diskursstrukturierungswerkzeugen wie der Pyramidendiskussion schreitet der Einsatz innovativer webgestützter Lernszenarien an der Universität Paderborn weiter fort.

Beispielsweise kann man neben dem klassischen Webbrowser auch den Rich Client „Medi@rena Composer“ als Sicht für virtuelle Wissensräume verwenden. In einem grafischen Editor lassen sich hier kooperativ die Wissensobjekte visuell arrangieren und strukturieren, um neue Möglichkeiten des Umgangs mit Wissen didaktisch umzusetzen (Keil 2009). Dazu ist ein neuer, über Plugins erweiterbarer Java Client namens „Medi@rena Composer“ entwickelt worden, der es gestattet, die räumlichen Attribute wie die Position von Objekten kooperativ zu bearbeiten und persistent zu speichern (Niehus et al. 2006). Nur dann ist es möglich, über die Begrenzungen von illustrativen Grafiken und Click-

able Maps auf der einen und semantischen Netzen auf der anderen Seite hinauszugehen.

In der Medi@rena ist das Objekt der Wahrnehmung zugleich für alle Beteiligten auch das Objekt des Handelns. Jede Veränderung wird automatisch an alle angeschlossenen Nutzer weitergeleitet. Eine Trennung in asynchron und synchron gibt es nicht mehr – etwaige Einschränkungen hängen nicht von der Plattform ab, sondern nur davon, mit welchem Client (Webbrowser, FTP-Programm, Medi@rena Composer usw.) man auf den jeweiligen Raum schaut bzw. in ihm arbeitet.

koala ist ein Derivat, das auf dem System open-sTeam aufbaut und auf die Bedürfnisse der Universität Paderborn zugeschnitten ist. Für die organisationsübergreifende Arbeit wurde für die Region OWL in Zusammenarbeit mit Detlef Schubert von der Bezirksregierung Detmold auf der Basis von open-sTeam ein weiteres System entwickelt, um andere spezifische Formen der schulübergreifenden Zusammenarbeit und Betreuung zu ermöglichen.

Unterbrochene Lernwege verknüpfen

Im Rahmen der Initiative „Bildung im Dialog – Ostwestfalen-Lippe“ („bid-owl“) wurde ein System entwickelt, das die schulische Wissensarbeit in einem regionalen Kontext unterstützt. Im Gegensatz zu einem herkömmlichen Bildungs-

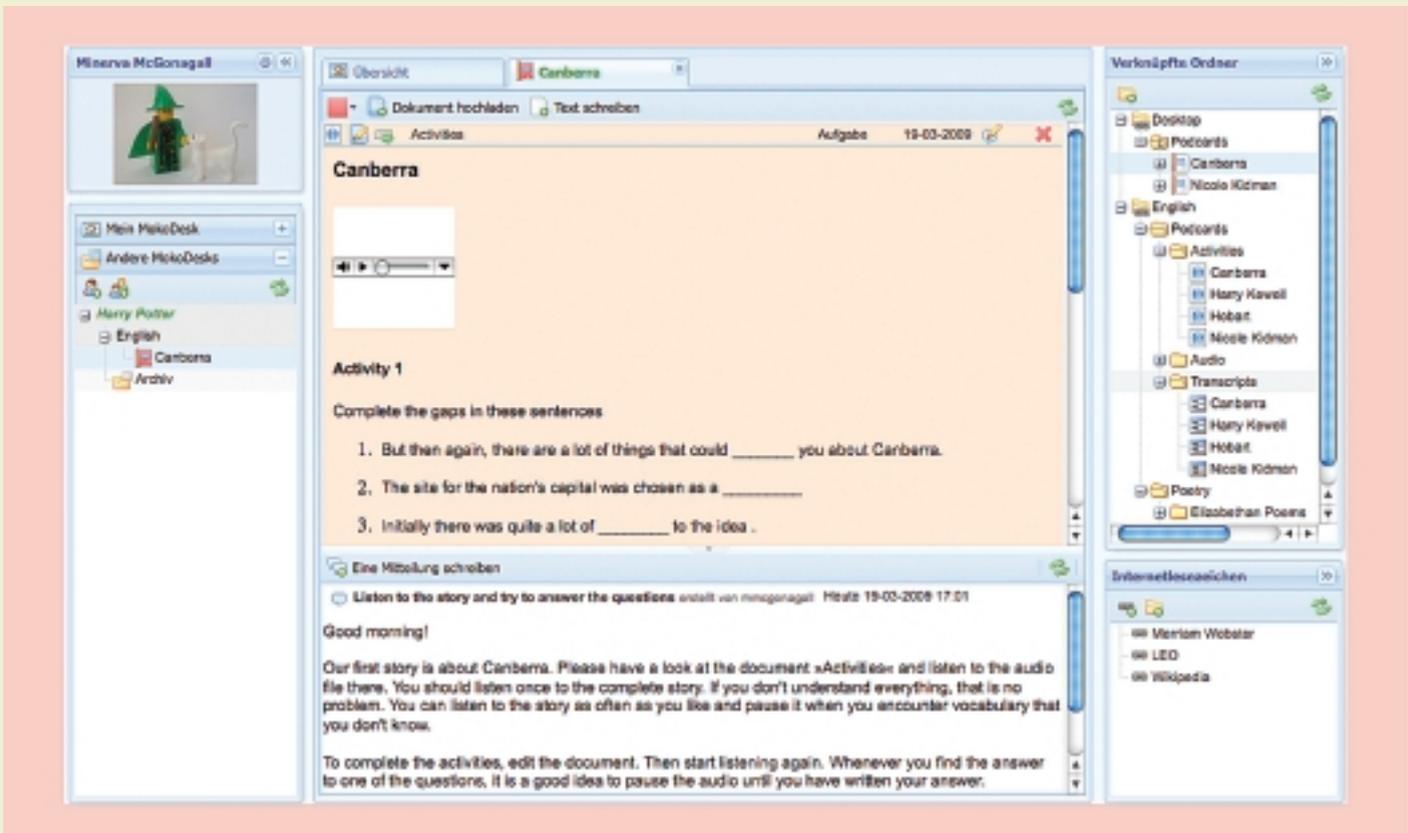


Abb. 4: Sicht eines Lehrers auf den mobilen Schreibtisch eines Schülers.

ver, über den von einem Autorenkreis entwickelte Materialien zur Nutzung angeboten werden, werden hier unterschiedlichste Formen der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Gruppen und für verschiedene Zwecke unterstützt. Zentral ist dabei vor allem ein flexibles Rechtemanagement, das es Schulen wie auch Einrichtungen in der Region ermöglicht, organisationsübergreifend Projekte zu gestalten. So haben nicht nur Schulen eigene Arbeitsbereiche, sondern auch z. B. die Peter-Gläsel-Stiftung mit ihrem Projekt „Schulen und Unternehmen im Dialog“ oder die Beratungsstellen der Polizei mit ihren Präventionsangeboten.

Insgesamt kommt eine Vielzahl von Werkzeugen und Technologien zum Einsatz, wobei auf einfache Bedienbarkeit großer Wert gelegt wurde. Neben privaten und gemeinsamen Arbeitsbereichen, die zur Ablage von beliebigen Dokumenten sowie zur kooperativen Erstellung von Texten verwendet werden können, sind dies Foren zur Kommunikation, Galerien zur Präsentation und Online-Fragebögen; auch Web-2.0-Technologien unterstützen an verschiedenen Stellen die gemeinsame Arbeit und Vernetzung von Inhalten. Eines der am intensivsten genutzten Werkzeuge sind die so genannten Portale, die ebenfalls durch die Benutzergruppen in eigener Verantwortung eingerichtet und gepflegt werden können. Diese ermöglichen auf sehr einfache Weise die attraktive Präsentation von Inhalten und die Vernetzung verschiedener Arbeitsbereiche in Verbindung mit elementaren Koordinierungsmöglichkeiten (Abbildung 3).

Das Besondere an einem Portal ist, dass Inhalte aus verschiedenen Räumen von Personen mit unterschiedlichen Berechtigungen bearbeitet und in einer gemeinsamen Webseite zusammengeführt werden können. Beispielsweise

werden die drei Rubriken in Abbildung 3 von jeweils unterschiedlichen Personengruppen gepflegt.

Eine neue Art der mobilen Zusammenarbeit im Netz wurde im Rahmen des Projekts „Lernen auf Reisen“-Schule (LARS) untersucht und realisiert. Unterbrochene Lernwege aufgrund von Reisen, Krankheit oder anderen persönlichen Lebensumständen sollen kontinuierlich gestaltet werden. Das besondere Problem ist, dass beispielsweise Schausteller- und Zirkuskinder an jedem Ort eine andere Stützpunktschule besuchen. Lernbegleiter betreuen jeweils verschiedene Schüler über die unterschiedlichen Stützpunktschulen hinweg, um trotz der häufigen Schulwechsel eine gewisse Kontinuität sicher zu stellen. Für die Betreuung ist es nicht sinnvoll, für jede Kombination von Schüler-Schule und Betreuer-Schüler jeweils einen Kooperationsbereich einzurichten, da allein der Wechsel zwischen den Bereichen unzählige Medienbrüche bedingt, zumal jeder Schüler und jeder Lehrer noch seine eigenen kontinuierlich genutzten Arbeitsraum hat. Transparenz, Kontinuität und Lernstandskontrolle mit passenden Unterstützungsangeboten sind so nicht im Netz zu verwirklichen (Keil, Schubert & Selke 2009). Der Grundgedanke besteht darin, dass die Nutzer einen persönlichen, mobilen, virtuellen Schreibtisch erhalten, auf dem sie ihre eigenen Materialien verwalten können (Abbildung 4). Dabei unterscheiden sich die Schreibtische von Lehrern und Schülern in ihrem Funktionsumfang nicht, sodass allen dieselbe Funktionalität zur Verfügung steht. Jeder Benutzer kann für seinen eigenen Schreibtisch festlegen, wer auf diesen lesend und wer schreibend zugreifen darf.

Der Clou ist, dass hier gewissermaßen die Inhalte aus

verschiedenen Wissensräumen in einer Ansicht zusammen-geschoben werden, sodass der Lehrer z. B. aus dem Auf-gabenangebot seines persönlichen Raums eine Aufgabe durch Ziehen auf den Schreibtisch des Schülers (in der Mitte) diesem zur Bearbeitung übergeben kann. Hier kann der Begleiter auch die Korrekturen vornehmen und Hinweise geben bzw. der Schüler Fragen stellen. Ist der Schüler mit der Bearbeitung fertig, zieht er die Aufgabe in sein persönliches Archiv, wo sie als „bearbeitet“ markiert in den entspre-chenden Verzeichnissen abgelegt wird. Entscheidend ist zu sehen, wo jeweils Hilfe benötigt wird und welche Angebote zur Verfügung gestellt werden können.

Diese Art der Gewärtigkeit und Zusammenarbeit kann weder über einen virtuellen „Großraum“ noch über viele verteilte einzelne Kooperationsräume ermöglicht werden. Die spezifi-sche Form der Zusammenarbeit ist auch auf andere Szenari-en der Wissensarbeit übertragbar.

Eine Rahmenarchitektur für die Zukunft

Neue Anwendungen im Bereich der kooperativen Wissensar-beit werden nur dann langfristigen Erfolg verzeichnen können, wenn flexible Schnittstellen zu anderen Systemen und Diensten vorhanden sind und auf diese Weise eine Bereicherung der Anwendung um „beliebige“ Dienste ermöglicht wird. Das heißt, für das Fachgebiet CSCW sind nicht nur spezifische Anwendungsprobleme entscheidend, sondern auch die Entwicklung neuer Rahmenarchitekturen (Frameworks) für die Integration von Diensten.

WasabiBeans ist ein solches Framework, welches die Entwicklung von kooperativen Systemen unterstützt (Schul-

te et al. 2008). Es wurde strikt nach dem Paradigma der Serviceorientierten Architektur (SOA) umgesetzt, damit eine dynamische Anpassung an sich ändernde Anforderungen ermöglicht wird. WasabiBeans ist zum einen bedingt durch den serviceorientierten Aufbautyp und zum anderen durch das Modulkonzept eine hervorragende Basis, um unterschiedliche Systemklassen zu integrieren.

Abbildung 5 stellt die Architektur des WasabiBeans-Frameworks dar. Im Mittelpunkt (Internal-Core) steht das Objektmodell, welches das Konzept der virtuellen Wissensräume implementiert und den Handlungsraum für gemeinschaftliches Arbeiten darstellt. Eine dreischichtige Architektur setzt auf dem Internal-Core auf. Die Internal-Services stellen die einzige Zugangsmöglichkeit zum Objektmodell dar. Dadurch ist es möglich, ein differenziertes und sicheres Rechtemanagement umzusetzen und Anwendungen, die auf dem Framework aufsetzen, sicherheitsrelevante Frage- und Problemstellungen abzunehmen. Auf den internen Diensten setzen die Local-Services und die Remote-Services auf. Die Local-Services stellen dabei die Schnittstelle zu den so genannten WasabiBeans-Modulen dar. WasabiBeans-Module stellen ein flexibles Konzept dar, um den Kern um Funktionalitäten zu erweitern.

Bei Erweiterungen kann es sich um solche handeln, die sehr universell einsetzbar sind, wie ein Maildienst. Es kann sich aber auch um sehr spezielle Dienste handeln, wie etwa solche zur Steuerung eines Thermoschock-Labors, das in eine hochschulweite Infrastruktur eingebettet werden soll. Ziel der Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl der Technischen Mechanik an der Universität Paderborn war es, Ergebnisse aktueller Spitzenforschung im Bereich Materialprobenunter-

suchung unmittelbar in den allge-meinen Lehr- und Lernbetrieb einfließen zu lassen (Ferber et al. 2008). Abbildung 6 zeigt die Kapselung des Funktionssatzes einer Induktionsheizung als Webservice. Die Befehlsätze der Induktionsheizung wurden in einem WasabiBeans-Modul ltm-laboratory verpackt und mittels Webservice bereitgestellt.

Das WasabiBeans-Framework übernimmt an dieser Stelle drei elementare Aufgaben. Erstens stellt es eine Plattform bereit, die es erlaubt, das neu entwickelte Modul zu verwenden. Zum anderen stellt WasabiBeans durch die virtuellen Wissensräume ein geeignetes Konzept bereit, um Forschungsergebnisse zu strukturieren und an diesen kooperativ weiterzuarbeiten. Und schließlich wird die unmittelbare Anbindung einer digitalen Bibliothek ermöglicht. Die digitale Bibliothek wird bereits als Repository von Wasabi-

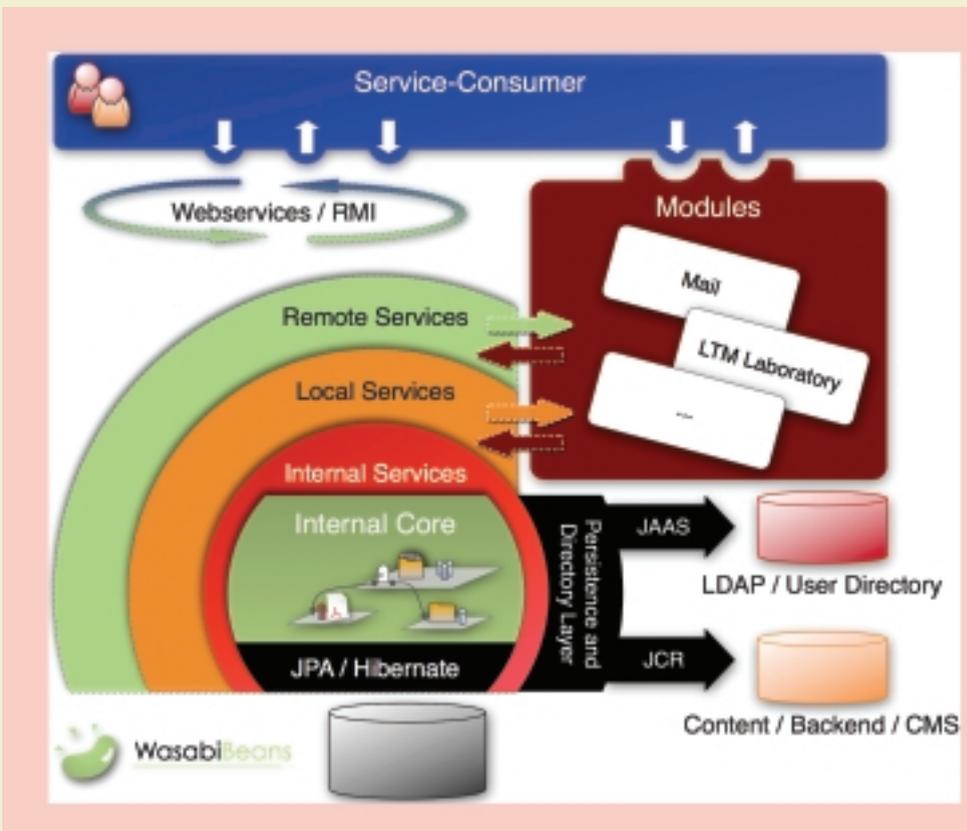


Abb. 5: Architektur des WasabiBeans-Frameworks.

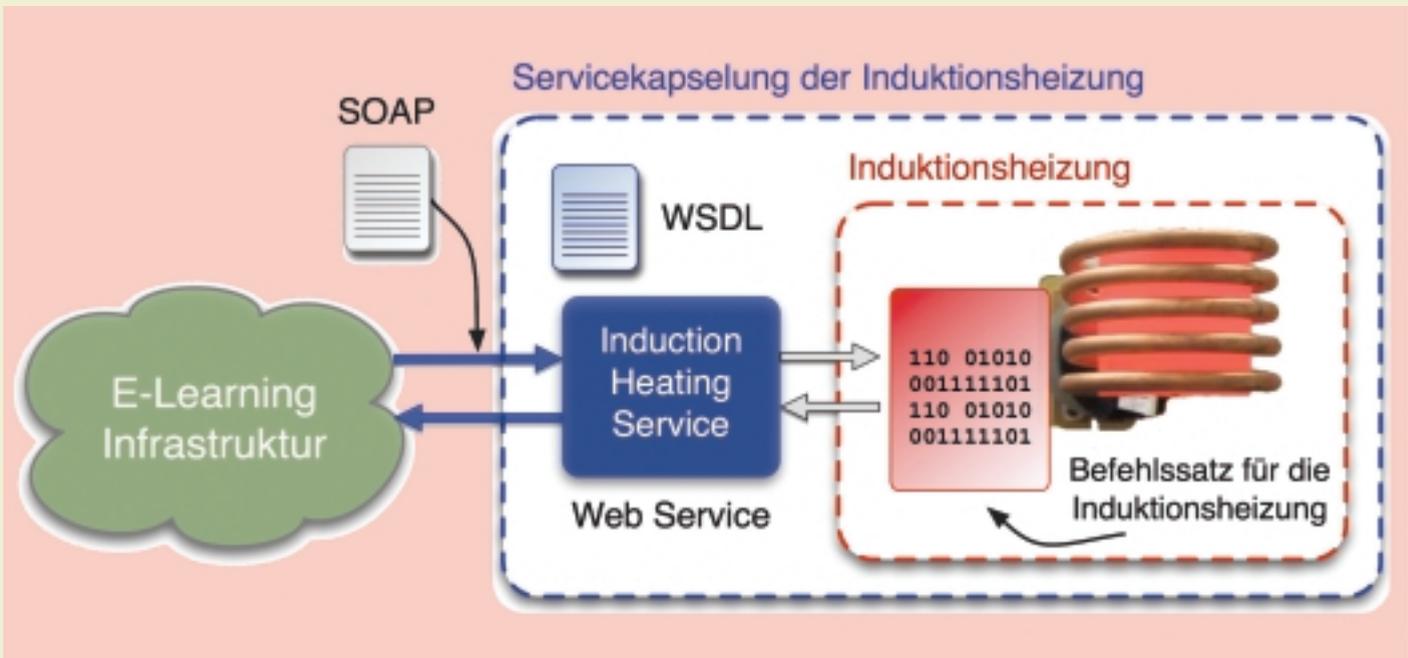


Abb. 6: Servicekapselung einer Induktionsheizung.

Beans unterstützt, sodass Forschungsergebnisse des Thermochocklabors ohne weitere Zwischenschritte in dieser zur Verfügung gestellt werden können.

Aber nicht nur technische Systeme sind über Dienste einbindbar, sondern generell jede Art von digital verfügbaren Wissensquellen. Dies wird am Beispiel der Biobank GATiB (Genome Austria Tissue Bank) deutlich. Biobanken für die biomedizinische Forschung sind Sammlungen von biologischem Material (Gewebe, Zellen, Blut, Körperflüssigkeiten, inklusive der daraus isolierten Biomoleküle) und den zugehörigen Daten über den Spender (Probanden). GATiB basiert auf einem einzigartigen Pathologiearchiv an der Medizinischen Universität Graz und enthält über drei Millionen Proben von 800 000 Patienten, die nahezu alle Krankheiten einer mitteleuropäischen Bevölkerung in der natürlichen Häufigkeit abbilden. Das Projekt GEN-AU I förderte die Umwandlung dieses Archivs in eine Biobank (GATiB). WasabiBeans unterstützte den Aufbau der Biodatenbank in zweierlei Hinsicht (Stark et al. 2008). Eine physische Zusammenführung der Patientendaten aus verschiedenen Krankenhäusern ist aufgrund rechtlicher Restriktionen nur in begrenztem Maße zulässig. Hier setzt WasabiBeans an und unterstützt die Erzeugung so genannter komplexer Datenobjekte, die sich aus den Inhalten unterschiedlicher Repositories zusammensetzen (Abbildung 7). Zum anderen dient WasabiBeans als Plattform für die im Projekt entwickelte GAMECS-Anwendung, eine kooperative Arbeitsumgebung für die medizinische Forschungsarbeit.

Weiterhin wird die Integration verschiedener Dienste zur Analyse von Genexpressionen ermöglicht. Diese Dienste werden als Modulerweiterungen eingebunden und somit der GAMECS-Anwendung zur Verfügung gestellt.

Speziell das letzte Beispiel macht deutlich, dass im Rahmen der Wissensarbeit und des Lernens nicht nur selbst erzeugte Dokumente, sondern auch unterschiedlichste Wissensquellen erschlossen und einer kooperativen Arbeit zugänglich

gemacht werden müssen. In Zukunft wird der Bereich von Anwendungen, bei denen unterschiedliche Quellen in verschiedenen kooperativen Formationen be- und verarbeitet werden, deutlich wachsen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Konzepte und Systeme zeigen, dass auf allen Ebenen, von der theoretischen Grundlegung über Systemarchitekturen bis hin zur Gestaltung von speziellen Anwendungssystemen, das Feld der Kooperationsunterstützung durch Computer eine enorme Bedeutung hat. Vernetzung, Mobilität und ubiquitäre Datenverarbeitung gewinnen in der Zukunft immer mehr an Bedeutung, sodass die gezielte Integration zur zentralen Herausforderung in Unternehmen und Bildungseinrichtungen ebenso wie im Freizeitbereich wird. Die Wissensarbeit in Unternehmen krankt daran, dass das in Datenbanken und Repositorien versenkte Wissen nicht genügend in den Aufmerksamkeits- und Handlungsbereich der Mitarbeiter gebracht wird, sodass es gemeinsam überprüft und weiterentwickelt werden kann. Techniken zur verteilten Indexierung und Erschließung von Wissen müssen ebenso weiterentwickelt und integriert werden wie neue Formen der räumlich-visuellen Wissensorganisation.

In einer Informations- oder Wissensgesellschaft wird die Unterstützung von Wissensarbeit zur entscheidenden Herausforderung. Damit wächst die Bedeutung des Fachgebiets CSCW/L, das genau diese Fragen und Probleme in den Mittelpunkt der Forschung rückt und damit zugleich die interdisziplinäre Anschlussfähigkeit der Informatik zu nicht technischen Disziplinen wie der Psychologie, der Soziologie, der Pädagogik oder auch der Medienwissenschaft sichert, denn nur im transdisziplinären Diskurs sind die mit einer angemessenen Kooperationsunterstützung einhergehenden Probleme und Fragestellungen produktiv zu bearbeiten.

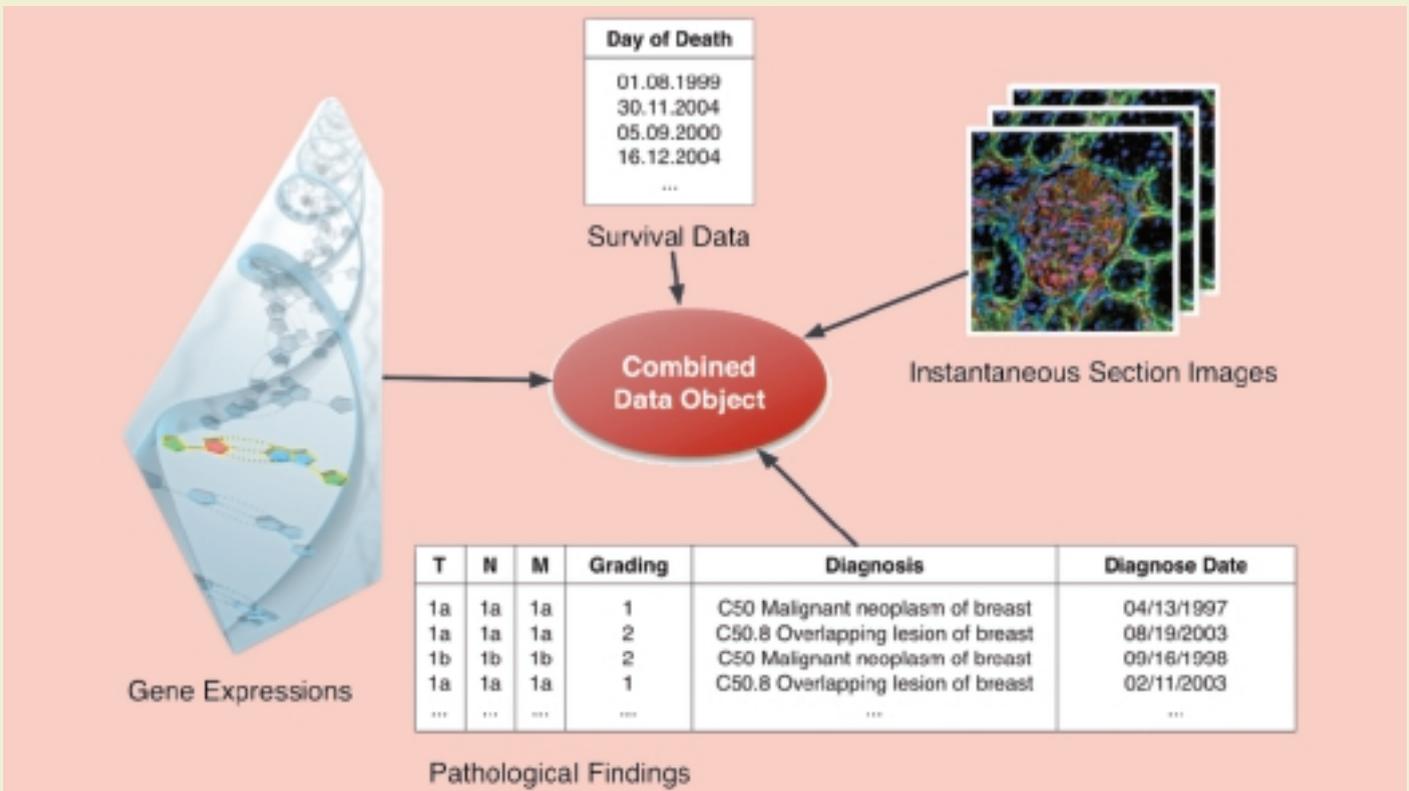


Abb. 7: Beispiel eines komplexen Datenobjekts.

Literatur

[1] FERBER, F., GIESSMANN, M., HAMPEL, T., SCHULTE, J.: BRINGING TOGETHER HIGH-TECH LABORATORIES AND E-LEARNING INFRASTRUCTURES. IN: PROC. OF THE 50TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ELMAR-2008, ZADAR: ELMAR, 2008, S. 361-364.

[2] KEIL, R.: MEDI@THING – EIN DIDAKTISCHER ANSATZ ZUM KOAKTIVEN LERNEN. IN: A. SCHWILL (HRSG.): HOCHSCHULDIDAKTIK DER INFORMATIK, POTSDAM: UNIVERSITÄTSVERLAG POTSDAM, 2009, S. 9-24.

[3] KEIL, R., SCHUBERT, D., SELKE, H.: MOBILE SCHREIBTISCHE ALS NEUE FORM DES BETREUTEN VIRTUELLEN LERNENS. ERSCHEINT IN: TAGUNGSBAND DER 7. E-LEARNING FACHTAGUNG INFORMATIK, DELFI, BERLIN, 14.-17. SEPTEMBER 2009.

[4] RAKOCZY, H., TOMASELLO, M.: KOLLEKTIVE INTENTIONALITÄT UND KULTURELLE ENTWICKLUNG. DZPH, BERLIN 56 (2008), S. 1-10.

[5] KEIL, R., SCHUBERT, D., SELKE, H.: MOBILE SCHREIBTISCHE ALS NEUE FORM DES BETREUTEN VIRTUELLEN LERNENS. IN: SCHWILL, A., APOSTOLOPOULOS, N. (HRSG.): 7. E-LEARNING FACHTAGUNG INFORMATIK, DELFI 2009, GI-EDITION LECTURE NOTES IN INFORMATICS (LNI) P-153, S. 175-185.

[6] SCHULTE, J., HAMPEL, T., BOPP, T., HINN, R.: WASABI BEANS – SOA FOR COLLABORATIVE LEARNING AND WORKING SYSTEMS. IN: DEST '08: PROCEEDINGS OF THE SECOND IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIGITAL ECOSYSTEM AND TECHNOLOGIES. IEEE COMPUTER SOCIETY, 2008, S. 177-183.

[7] NIEHUS, D., HAMPEL, T., SPROTTE, R.: MEDI@RENA: AN ECLIPSE BASED RICH CLIENT APPLICATION FOR OPEN-STEAM AND ITS REAL WORLD USAGE. IN: ED-MEDIA 2006-WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA & TELECOMMUNICATION. AACE, 2006, S. 1304-1309.

Kontakt
 Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil
 Informatik und Gesellschaft
 Heinz Nixdorf Institut
 05251 60-6411
 Reinhard.Keil@uni-paderborn.de

PAPI – Paderborner Adipositas Prävention und Intervention

„Unbeschwertes Aufwachsen“ der Kinder in Stadt und Kreis Paderborn

Prof. Dr. Helmut Heseke, Prof. Dr. Wolf Dietrich Brettschneider, Prof. Dr. Hans Peter Brandl-Bredenbeck

Das anwendungsorientierte Entwicklungsprojekt „Paderborner Adipositas Prävention und Intervention (PAPI)“ des Departments Sport & Gesundheit wurde zunächst von 2006 bis 2009 mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gefördert. In diesem Zeitraum beschäftigten sich die Fachgruppen für Ernährung und Verbraucherbildung sowie Sport und Erziehung intensiv mit der Entwicklung und Umsetzung effektiver und innovativer Maßnahmen zur Adipositasprävention bei Kindern auf der Basis des aktuellen Wissensstands. Das Projekt wird nun in Teilen bis 2011 fortgeführt, wobei die Interventionen in erster Linie auf die Erreichung einer nachhaltigen Wirkung zielen, um mittelfristig einen Rückgang der Prävalenz übergewichtiger und adipöser Kinder zu erreichen.

Hintergrund: Übergewichtsproblematik bei Kindern und Jugendlichen

Der Trend in Deutschland ist eindeutig: Es gibt seit Beginn der 1990er Jahre signifikant mehr übergewichtige oder sogar adipöse Kinder. Die Daten der bundesweiten Kinder- und Jugendgesundheitsstudie in Deutschland (KiGGS-Studie, www.kiggs.de) belegen dies eindrücklich. Je nach untersuchter Altersgruppe sind 10-20 Prozent aller Schulkinder und Jugendlichen als übergewichtig und 2,5-8 Prozent als adipös zu bezeichnen. Die Schuleingangsuntersuchungen bestätigen diese Entwicklung auch für Paderborn: Im Jahr 2006 waren 9,7 Prozent der Kinder übergewichtig und 3,7 Prozent adipös. Eine besonders hohe Verbreitung wird in sozial benachteiligten Familien beobachtet.

Übergewicht und Adipositas resultieren aus einer Wechselwirkung genetischer, gesellschaftlicher, familiärer und individueller Faktoren. Die Ursachen liegen sowohl in den Verhältnissen als auch im Verhalten der Betroffenen. Die Weltgesundheitsorganisation spricht von einer adipogenen Umwelt, mit der sie die innerhalb einer Generation eingetretenen drastisch veränderten Lebens- und Umweltbedingungen beschreibt. Die veränderten Lebensstile mit wachsender körperlicher Inaktivität und einem nicht angepassten Ess- und Trinkverhalten führen zu einer positiven Energiebilanz und der Zunahme von Körperfett. Für die Betroffenen ist Übergewicht oft nicht nur ein medizinisches, sondern auch ein soziales Problem. Neben den möglichen gesundheitlichen Folgen (Belastung des Bewegungsapparates, Herz-Kreislauf- und chronische Stoffwechselerkrankungen) leiden sie unter Störungen der psychischen Entwicklung, verminderter körperlicher Leistungsfähigkeit, Unzufriedenheit und



Prof. Dr. oec. troph. Helmut Heseke lehrt seit 1997 an der Universität Paderborn Ernährungswissenschaft. Er promovierte an der Justus-Liebig-Universität Gießen über die Ernährungssituation älterer Menschen. In diesem Forschungsfeld ist er auch heute noch aktiv. Später habilitierte er dort im Bereich der Vitaminforschung. Weitere F&E-Aktivitäten sind im Bereich der Ernährungsbildung, der Adipositasprävention, der Ernährungsepidemiologie und der Lebensmittelsicherheit angesiedelt.



Prof. Dr. Hans Peter Brandl-Bredenbeck hat seit Oktober 2008 den Lehrstuhl „Sport und Erziehung“ im Department Sport und Gesundheit der Universität Paderborn inne. Sein Interesse gilt dem Kinder- und Jugendsport im schulischen und außerschulischen Kontext. Sein aktueller Forschungsschwerpunkt liegt in der Analyse von Lebensstilen Heranwachsender und der Entwicklung zielgruppenspezifischer Maßnahmen zur Unterstützung gesundheitsrelevanter Verhaltensweisen.

Diskriminierung. Im Jugend- und Erwachsenenalter treten häufig Schwierigkeiten auf, einen Partner und/oder einen Ausbildungsplatz zu finden. Außerdem besteht für übergewichtige (adipöse) Kinder ein hohes Risiko, auch als jugendlicher und Erwachsener adipös zu sein (Kromeyer-Hauschild, 2005). Allerdings ist Adipositas nicht nur ein individuelles, sondern auch ein sozioökonomisches Problem, da hohe Kosten für das Gesundheitssystem entstehen. Zwischen 6 und 8 Prozent aller Gesundheitsausgaben in den Industrieländern werden für die Behandlung der Adipositas und ihrer Folgen aufgewendet (Europäische Ministerkonferenz der WHO zur Bekämpfung der Adipositas, 2006).

Epigenetische Untersuchungen deuten auf den prägenden Einfluss der Ernährung oder Hormone in kritischen Phasen der vorgeburtlichen und frühkindlichen Entwicklung, auf die spätere Entstehung von Übergewicht und Typ-2-Diabetes mellitus und damit auf eine frühe Prägung von Krankheitsveranlagungen hin. Es konnte gezeigt werden, dass es in den ersten drei Lebensjahren verstärkt zu Methylierungen einzelner Gene kommt. Hierdurch wird die Aktivität einzelner Gene nachhaltig verändert: Einzelne Gene können abgeschaltet



Abb. 1: Modulstruktur des PAPI-Projekts.

oder in ihrer Aktivität wesentlich gesteigert werden. So führt ein während der Schwangerschaft bestehender Energiemangel einerseits zu einem niedrigen Geburtsgewicht. Andererseits wird der Stoffwechsel des Feten aber auf „Energiesparen“ getrimmt, mit der Folge, dass die Kinder im späteren Leben ein erhöhtes Adipositasrisiko aufweisen. Ein Schwangerschaftsdiabetes führt nicht nur zu einem sehr hohen Geburtsgewicht, sondern auch zu einem später stark erhöhten Risiko für Adipositas und damit assoziierten Erkrankungen. Ein normales Geburtsgewicht und eine sechsmonatige Stillphase sind dagegen mit einem signifikant geringeren Adipositasrisiko verbunden (Plagemann, 2008).

Weiter zeigen Ergebnisse der Kieler Adipositaspräventionsstudie, dass eine frühzeitige Adipositasprävention sowohl das gesundheitsrelevante Verhalten (Ernährungs- und Bewegungsverhalten, Medienkonsum) als auch die Prävalenz des Übergewichts positiv beeinflusst (Czerwinski-Mast et al., 2003). Bisher gibt es allerdings noch keine Präventionskonzepte, deren Wirkung empirisch zufriedenstellend belegt wurden. Viele Maßnahmen bleiben wirkungsschwach, da sie zu einseitig oder zu kurzfristig angelegt sind und wichtige Einflussfaktoren nicht hinreichend berücksichtigen (Summerbell et al., 2005).

Die Ursachen der Übergewichtsproblematik sind weniger bei den Heranwachsenden zu suchen. Vielmehr verführen die gesellschaftlichen Verhältnisse Kinder und Jugendliche ebenso wie Erwachsene, einen bequemen und inaktiven Lebensstil zu führen, Bewegung zu vermeiden sowie aus einem sehr kalorienreichen Ess- und Trinkangebot zu wählen.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich:

- Um erfolgreich zu sein, muss Adipositasprävention bereits in der Schwangerschaft beginnen.
- Die Lebenssituation für Kinder wird sich nur verbessern, wenn Erwachsene als Verantwortliche und Vorbilder auf allen Ebenen dafür sorgen, dass Kinder „unbeschwert aufwachsen“ können.

Gewinnerprojekt im Kinderleichtwettbewerb

Lange hat es gebraucht, aber inzwischen stößt das Problem auch auf politischer Ebene auf große Resonanz. So ist das Thema „Kinder und Ernährung“ ein Aktionsschwerpunkt des BMELV. Ausgelöst durch die stetig gestiegenen Zahlen übergewichtiger und adipöser Kinder und den damit verbundenen individuellen und gesellschaftlichen Folgen initiierte das BMELV 2006 den bundesweiten Konzept-Wettbewerb „Besser essen. Mehr bewegen.“, um lokale und regionale Initiativen zur Prävention von Übergewicht bei Kindern zu fördern. Das gemeinsame Ziel ist es, der Entstehung von Übergewicht bei Kindern im Alter von 0-10 Jahren den Kampf anzusagen und Kinder, ihre Familien und alle Beteiligten zu mehr Bewegung, gesunder Ernährung und einem gesundheitsförderlichen Lebensstil zu motivieren. Aus den rund 450 Projektvorschlägen wurden in einem zweistufigen Verfahren 24 Projekte ausgewählt, die über einen Zeitraum von drei Jahren mit Mitteln des Bundesernährungsministeriums gefördert wurden. Für die Durchführung des Wettbewerbs standen insgesamt 15 Millionen Euro zur Verfügung. Die Projektstandorte waren über die ganze Bundesrepublik verteilt, wobei in der Regel pro Bundesland ein bis zwei Gewinnerprojekte angesiedelt waren. Besonders zu erwähnen ist, dass das Department für Sport & Gesundheit der

Universität Paderborn den einzigen projektleitenden universitären Gewinner des Kinderleichtwettbewerbs darstellte.

Eine weitere Besonderheit des Paderborner Projekts PAPI stellt die enge Zusammenarbeit zwischen Ernährungs- und Sportwissenschaft dar. Unter dem Slogan „Unbeschwert aufwachsen in Paderborn“ arbeiteten in dem Projekt unter der Leitung von Prof. Dr. Wolf-Dietrich Brettschneider, Prof. Dr. Helmut Hesecker und Prof. Dr. Hans Peter Brandl-Bredenbeck (seit 1.10.2008) Ernährungs- und Sportwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler Hand in Hand, um dauerhaft gesundheitsfördernde Lebensbedingungen für Kinder zu schaffen. Der in PAPI angewandte multidisziplinäre und multimodale Präventionsansatz geht über die bisher oft wirkungsschwachen Ansätze hinaus.

Neben den übergreifenden Themen Netzwerk- und Öffentlichkeitsarbeit sowie Zusammenarbeit mit Eltern, wurden im Rahmen des Projektes verschiedene Teilmaßnahmen für unterschiedliche Alters- und Zielgruppen entwickelt. Damit Adipositasprävention und -intervention einen möglichst nachhaltigen Charakter erhält, sollten sie frühzeitig in der Kindesentwicklung einsetzen und sich wie ein Faden durch das Leben der Kinder ziehen. In Stadt und Kreis Paderborn leben circa 33 000 Kinder im Alter von 0-10 Jahren. Es gibt circa 8 250 Kinder im Säuglings- und Kleinkindalter. Etwa 10 500 Kinder besuchen die 169 Kindertageseinrichtungen und circa 14 250 Kinder die 65 Grundschulen.

Kinder werden in ihren Ernährungsgewohnheiten und Bewegungsaktivitäten von ihrer Umwelt geprägt. Ihre Entwicklung ist maßgeblich abhängig von Zielen, Möglichkeiten und Maßnahmen, die von den Erwachsenen vorgelebt und an die Kinder herangetragen werden. Vor diesem Hintergrund werden in dem Projekt alle bedeutenden Akteure aus den unmittelbaren Lebenswelten der Kinder, also Eltern, Erzieher und Lehrer, einbezogen. Informationen, Fortbildungen und konkrete Handlungskonzepte sollen dabei helfen, Rahmenbedingungen für Heranwachsende zu schaffen, die in jeder Altersphase gesundheitsfördernd sind und einen aktiven Lebensstil unterstützen. Um die Strukturen zur Vorbeugung von Übergewicht und entsprechende Maßnahmen möglichst dauerhaft und über den Projektzeitraum hinaus verankern zu können, ist Vernetzung ein weiteres wichtiges Ziel des Projekts. Die Zusammenarbeit von Akteuren aus den unmittelbaren Lebenswelten der Kinder (Eltern, Erzieher, Lehrer, Übungsleiter) sowie Akteuren aus Bildungs- und Sozialeinrichtungen, dem Gesundheitssektor, Politik und Wirtschaft bilden die Basis für das Netzwerk „Unbeschwert aufwachsen im Kreis Paderborn“, das die lückenlose Begleitung des Kindes von Anfang an gewährleistet.

Erfahrungen und Ergebnisse der Projektarbeit

Nach drei Jahren Projektarbeit fügten sich die einzelnen Maßnahmen und Produkte des Projektes wie Puzzleteile zu einem Ganzen. Als bedeutendes und alle Module verbindendes Resultat entstand ein Leitfaden, der allen Verantwortlichen Orientierungshilfe bietet. Er beinhaltet einerseits die Grundlagen für ein wirksames Qualitätsmanagement sowie

Themen und Botschaften für Fort- und Weiterbildung im Rahmen der Adipositasprävention. Andererseits bietet er Hilfe zur Gestaltung des Alltags und der Rahmenbedingungen bezüglich Ernährung und Bewegung. Des Weiteren enthält der PAPI-Leitfaden einen Überblick über alle Produkte und Maßnahmen, die in den jeweiligen Modulen entwickelt wurden. Neben den gedruckten Materialien vermittelt die Projekt-Homepage (www.papi-paderborn.de) ausführliche Einblicke in die erfolgreiche Arbeit der Module. Im Folgenden werden nur einige Ergebnisse beispielhaft beschrieben.

- Im Modul „Schwangerschaft und Neue Eltern“ wurde das innovative Präventionsangebot „Aktiv und gesund durch die Schwangerschaft“ entwickelt. In einem mehrwöchigen Kurs wird ein moderates Bewegungstraining durchgeführt und mit einer Ernährungsschulung für Schwangerschaft, Stillzeit und das Säuglingsalter kombiniert.
- Es wurden leicht verständliche Aufkleber für die Rückseite des Mutterpasses sowie der gelben Kinder-Untersuchungshefte entwickelt (Abbildung 2). Somit haben Gynäkologen, Hebammen und Kinderärzte eine einheitliche Beratungsgrundlage zur Adipositasprävention für das Gespräch mit den Schwangeren und Eltern. Die Botschaften sind kurz und einfach formuliert und mit anschaulichen Piktogrammen hinterlegt und werden auch von bildungsfernen Personengruppen verstanden.
- Einen weiteren Beratungsleitfaden gibt es für den Übergang von der Kita zur Grundschule. Dieser wird z. B. bei der Einschulungsuntersuchung der Kinder durch das Gesundheitsamt verteilt und war Bestandteil des Schulanfängerpakets der Aktion „Frühstück + Bewegung = 1. Klasse“.
- Im Modul Kindertageseinrichtungen wurden 2007 Interventionsmaßnahmen zur Verhaltens- und Verhältnisprävention in sieben Modelleinrichtungen durchgeführt. Als Weiterentwicklung wurden 2008 die Kita-Leitungen und Arbeitsgruppen weiterer Kitas durch eine Fortbildungsreihe dazu befähigt, die Interventionsmaßnahmen in ihrer Kita gemeinsam mit ihrem Team selber durchzuführen. Durch Motivation und Einsatz der Kita-Mitarbeiter und-Mitarbeiterinnen wurden die Projektinhalte und selbst gesteckte Ziele auf den Weg gebracht und erfolgreich umgesetzt. Die zeitgleiche Einführung des Kinderbildungsgesetzes in NRW, die Leitungen und Mitarbeiter der Einrichtungen vor große organisatorische Herausforderungen stellte, erwies sich zu dem Zeitpunkt als Hemmnis für viele Kitas an den PAPI-Maßnahmen teilzunehmen. Trotz der grundsätzlich positiven Einstellung zu Zielen der Adipositasprävention sind die zeitlichen und personellen Ressourcen in Kitas begrenzt.
- Im Modul Grundschule wurde ein PAPI-Qualitätsleitbild mit überprüfbaren Qualitätskriterien in den drei Handlungsfeldern „Ernährung“, „Bewegung“ und „Netzwerk Schule“ entwickelt. In Zusammenarbeit mit sechs PAPI-Modellschulen wurden im Schuljahr 2007/2008 beispielhaft 18 PAPI-Schulprojekte guter Praxis durchgeführt und dokumentiert. Dokumentation, Ergebnisse und Materialien sind auf der PAPI-Homepage verfügbar. Die nachhaltige Umsetzung

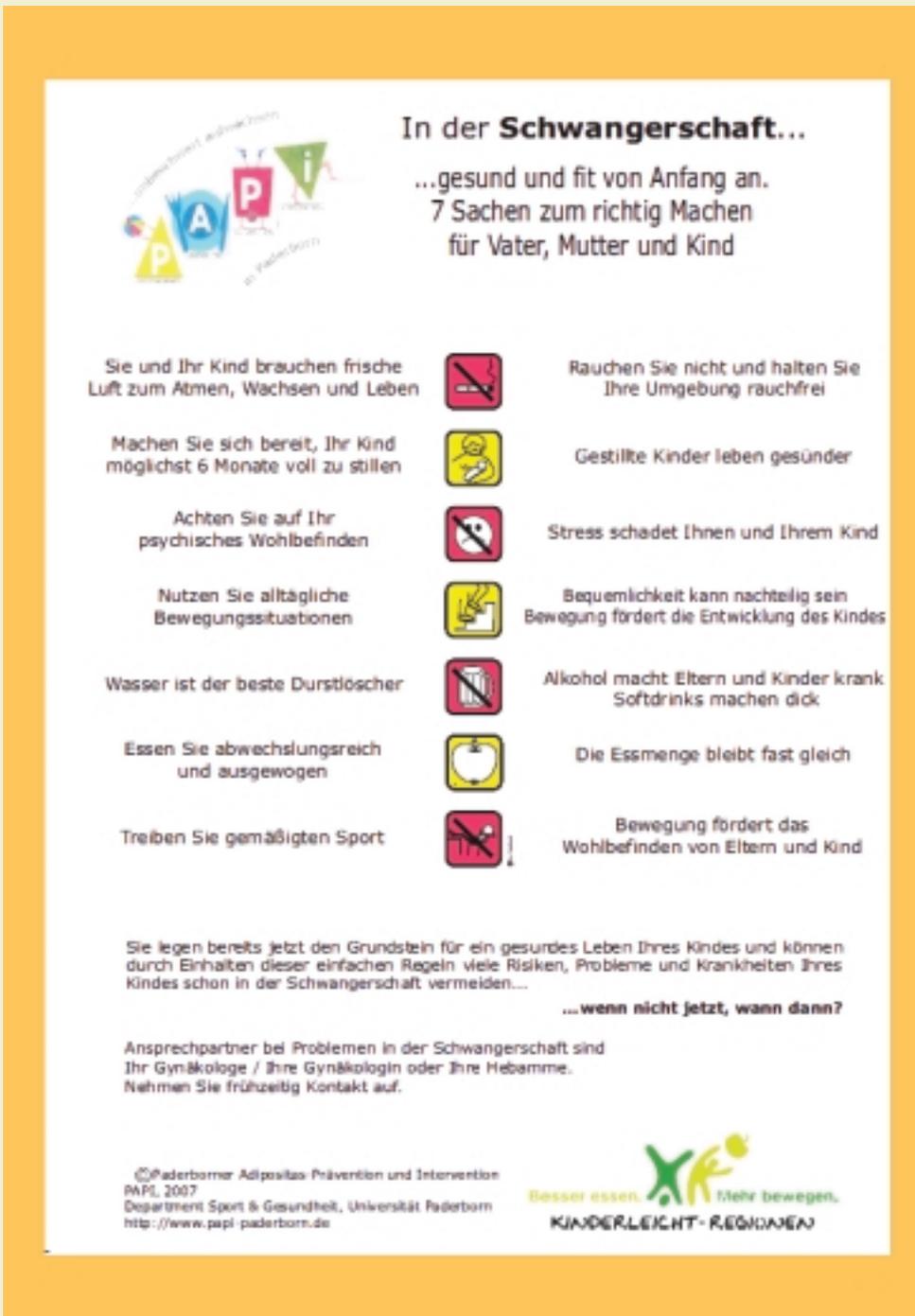


Abb. 2: Aufkleber für die Rückseite des Mutterpasses.

plikatoren (Kinderärzten, Hebammen, Krabbelgruppenleitern, Erziehern, etc.) an die Eltern weitergegeben. Mit den Übungen und Bewegungsspielen können die Kinder jeden Tag zu Hause bei ihrer Entwicklung begleitet und ihre Entwicklungsfortschritte spielerisch gefördert werden. Das Ziel ist eine erfüllte Spielzeit ohne Leistungsdruck für Eltern und Kinder. Die gezielten, alltäglichen Handlungs- und Bewegungsabläufe ermöglichen es den Kindern, ihre Selbstständigkeit zu erfahren und weiter zu entwickeln. Die Spielkartei enthält abwechslungsreiche „bewegende“ Spiele, die leicht in den täglichen Unterricht in der Schule sowie in den Kita-Alltag eingebaut werden können.

**Ausblick:
 Drei Jahre PAPI und dann?**

Die Berücksichtigung der Nachhaltigkeit der Maßnahmen sah das frühzeitige Einbinden von Akteuren vor Ort vor und strebte eine Vernetzung der beteiligten Partner unter der Zielsetzung „Besser essen. Mehr bewegen.“ an. Allerdings wird Nachhaltigkeit erst dann erreicht, wenn die begonnenen Interventionen auch nach Projektlaufzeit beibehalten werden und Wirkung zeigen. Mit der Unterzeichnung der Paderborner Erklärung unterstützen Stadt und Kreis Paderborn die Ziele der Projektarbeit. Bürgermeister und Landrat erklären darin eine Selbstverpflichtung zur Schaffung gesundheitsförderlicher Rahmenbedingungen. Berücksichtigt werden u. a. die

und Verbreitung des PAPI-Qualitätsleitbildes für die Adipositasprävention in der Grundschule ist zukünftig abhängig von der politischen Bewertung dieses Bereiches der Gesundheitsförderung im Rahmen der Qualitätsentwicklung von Schulen. Während der Projektlaufzeit lagen die unterstützenden Strukturen auf regionaler und Landes-Ebene in nicht ausreichendem Maße vor.

- Für die praktische Umsetzung der Bewegungsförderung durch die Eltern entwickelten Projektmitarbeiter und Projektmitarbeiterinnen die Karteikartensysteme „Häusliche Bewegungsräume“ für Säuglinge und 3-6-jährige Kinder sowie eine Spielkartei. Diese Karteikarten mit Bewegungsanregungen für „zu Hause“ werden von Multi-

Spielleitplanung als Instrument für bewegungs- und kinderfreundliche Städte und die Ausrichtung des Verpflegungsangebotes in Kitas und Schulen nach den Qualitätsstandards der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. Was wird an weiteren Hilfen und Maßnahmen benötigt und welche Hemmnisse müssen aus dem Weg geräumt werden, um die Projektarbeit weiterhin erfolgreich wirken zu lassen? Die Berichterstattung in den Medien ist nicht immer zielführend, wenn Zeitungsartikel Überschriften wie „PAPI gegen dicke Kinder“ tragen und inhaltlich dem Präventionsansatz des Projektes nicht gerecht werden. Eine fortdauernde Sensibilisierung für die Bedeutung von Ernährung und Bewegung als wichtige Bestandteile der Gesundheits- und

Adipositasprävention (z. B. in Kita und Grundschule) und die Verankerung im Programm der Bildungseinrichtungen sollte eine Selbstverständlichkeit sein. Dazu zählt auch die Förderung (u. a. Freistellung des Personals, Kostenübernahme) der Teilnahme von Multiplikatoren an Fortbildungsangeboten zu den Themen Ernährung und Bewegung. Richtungsweisend wäre auch eine Aufnahme der Inhalte in die Ausbildungscurricula der Hebammen sowie Erzieher und Erzieherinnen. Grundsätzlich muss festgestellt werden, dass das Aus-, Fort- und Weiterbildungswesen in Struktur und Inhalten nur in sehr kleinen Teilbereichen der raschen o. a. gesellschaftlichen Entstehung der sogenannten adipogenen Umwelt und der damit verbundenen Verantwortung nachkommt.

Für die Weiterführung des Präventionsgedankens ist die Pflege und Ausweitung bestehender Netzwerkarbeit erforderlich.

Häufige Reformen in Kitas und Schulen sowie die hohe Belastung durch den Arbeitsalltag erschweren die Netzwerkarbeit und führen dazu, dass Neuerungen oft als zusätzlicher Aufwand gesehen werden. Neben persönlichem Engagement ist die Umsetzung von Maßnahmen oft nur möglich, wenn finanzielle Mittel ausreichend vorhanden sind: Fortbildungen müssen bezahlt, Literatur und Sachmittel beschafft werden. Aufgrund knapper Etats stehen die Themen Ernährung und Bewegung immer in Konkurrenz zu anderen Schwerpunktthemen im Elementar- und Primarbildungsbereich (z. B. Sprachförderung, Gewaltprävention, Verkehrserziehung). Daher wäre ein klares Bekenntnis der Bildungsträger zu den Grundsätzen der Adipositasprävention ein Schritt in die richtige Richtung. Die im Sinne der Adipositasprävention durchgeführten Maßnahmen werden ihre Wirkung erst dann langfristig zeigen. Grundsätzlich wurde durch das PAPI-Projekt in Stadt und Kreis Paderborn eine Menge bewegt. Es bleibt aber noch viel zu tun, damit alle Kinder „unbeschwert“ aufwachsen können.

Literatur

CZERWINSKI-MAST, M., DANIELZIK, S., ASBECK, I., LANGNÄSE, K., SPETHMANN, C., MÜLLER, M.J. (2003). KIELER ADIPOSITAS-PRÄVENTIONSSTUDIE (KOPS). KONZEPT UND ERSTE ERGEBNISSE DER VIERJAHRES-NACHUNTERSUCHUNGEN. BUNDESGESUNDHEITSBLATT-GESUNDHEITSFORSCHUNG-GESUNDHEITSSCHUTZ, 46, 727-731.

EUROPÄISCHE MINISTERKONFERENZ DER WHO ZUR BEKÄMPFUNG DER ADIPOSITAS (2006). BERICHT ÜBER DIE KONFERENZ. ZUGRIFF AM 30.06.2009 UNTER [HTTP://WWW.EURO.WHO.INT/DOCUMENT/E90143G.PDF](http://www.euro.who.int/document/E90143G.PDF)

KROMEYER-HAUSCHILD, K. (2005). DEFINITION, ANTHROPOMETRIE UND DEUTSCHE REFERENZWERTE FÜR BMI. IN: M. WABITSCH, K. ZWIAUER, J. HEBEBRAND & W. KIESS (HRSG.), ADIPOSITAS BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN, GRUNDLAGEN UND KLINIK (S. 3-15). BERLIN.

PLAGEMANN, A., DUDENHAUSEN, J.W. (2008). ERNÄHRUNG UND FRÜHE KINDLICHE PRÄGUNG. S.271-300. IN: DGE (HRSG.), ERNÄHRUNGSBERICHT 2008. BONN.

SUMMERBELL, C.D., WATERS, E., EDMUNDS, L.D., KELLY, S., BROWN, T., CAMPBELL, K.J. (2005). INTERVENTIONS FOR PREVENTING OBESITY IN CHILDREN. COCHRANE DATABASE OF SYSTEMATIC REVIEWS, ISSUE 3.

Das PAPI-Team bestand bzw. besteht neben den Autoren aus folgenden Personen:
 Dr. Peter Fleig, Ärztin und Dipl.-oec. troph. Ines Gelhaus, Dipl.-oec. troph. Christiane Hoffmann, Dipl.-oec. troph. Anke Oepping, Dipl.-Sportlehrerin Nicole Satzinger und Dipl.-Päd. Karina Schneider.

Kontakt

Prof. Dr. Helmut Heseker
 Fakultät für Naturwissenschaften
 Department Sport & Gesundheit
 Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit
 Telefon: 05251 60-3835
heseker@evb.upb.de

Kontakt

Prof. Dr. Hans Peter Brandl-Bredenbeck
 Fakultät für Naturwissenschaften
 Department Sport & Gesundheit
 Arbeitsbereich Sportpädagogik & Sportdidaktik
 Telefon: 05251 60-5305
brandl.bredenbeck@upb.de

Den Profi in der Tasche „Remote Field Assistant“

Expertenwissen weltweit verfügbar innerhalb von Sekunden

Dipl.-Ing. Gerhard Schulz, Dr. Christian Reimann

„In the year 2525, If man is still alive, If woman can survive, They may find ...“ (Songtext von Zager & Evans, 1968). Das Jahr 2525 ist vielleicht etwas zu weit gedacht, aber stellen wir uns das Jahr 2025 vor: Peter Plant ist ein Kraftwerk-Wartungsingenieur. Er ist Spezialist für Gasturbinen mit weltweitem Einsatzgebiet. Heute ist Peter in Australien. Er frühstückt gerade im Hotel und bereitet sich auf seinen Einsatz vor.

Peter ist einer der ersten Anwender einer neuen Generation innovativer Kontaktlinsen. Mit diesen Kontaktlinsen wird ein neues Mensch-Maschine-Interface realisiert. Die Kontaktlinsen sind mit einer HD-OLED-Matrix ausgerüstet, die die Darstellung hochauflösender Bilder ermöglicht. Weiterhin ist auf den Linsen die Elektronik mit Miniantenne für die Kommunikation mit seinem in der Kleidung eingearbeiteten Rechner untergebracht. Durch Augenbewegungen kann Peter die Matrix an- und abschalten. Die weitere Interaktion erfolgt im Wesentlichen über eine integrierte intelligente Spracherkennung. Über die Bewegung des Auges wird auch die Energie für den Betrieb der Matrix erzeugt. Nachdem Peter beim Frühstück über die Matrix die neuesten Nachrichten aus seiner Heimatstadt Paderborn gelesen hat, informiert er sich genauer über das Schadensbild im Kraftwerk. Er lässt sich dazu Schadensbilder und Baupläne in die Matrix einspielen und macht sich dann auf den Weg. Die Navigation zum Kraftwerk und innerhalb des Kraftwerks bis hin zum Schadensort erfolgt ebenso über die Matrix.



Abb. 1: Beispiel für eine AR-Anwendung: Der Techniker sieht einen virtuellen Schaltplan lagerichtig über der realen Schaltung.



Dipl.-Ing. Gerhard Schulz ist im C-LAB verantwortlich für das Aufgabengebiet Marketing, Vertrieb und Public Relation. Ein Hauptaufgabengebiet ist dabei die Überführung der Ergebnisse aus den öffentlich geförderten F+E Projekten gemeinsam mit den jeweiligen Fachgruppen im C-LAB in kommerziell einsetzbare Lösungen. Er studierte in Bielefeld und Paderborn Elektrotechnik.



Dr. Christian Reimann ist als Senior Consultant bei der Siemens AG, Siemens IT Solutions and Services, tätig und leitet im C-LAB die Fachgruppe „Distributed Mixed Reality“. Zusammen mit seinen Mitarbeitern forscht er an der Schnittstelle von Interaktionstechniken, Visualisierung und mobilen Systemen. Er hat an der Universität Paderborn studiert und promoviert.

Dort angekommen werden ihm weitere Informationen über den Schaden eingeblendet. Für Peter sieht es dank der Matrix so aus, als klebten diese Informationen an den jeweiligen Maschinenteilen fest. Bei einem Detail ist er unsicher und ruft per Sprachbefehl einen Spezialisten über eine Satellitenverbindung (andere Kommunikationswege sind bei dem Standort des Kraftwerkes nicht möglich) virtuell hinzu. Der Spezialist, der sich gerade in Brasilien befindet, hat Zugriff auf dieselben Informationen und kann über eine Kamera an Peters Sicherheitshelm auch die Problemstelle sehen. Über eine weitere hochauflösende Handkamera begutachten sie die Problemstelle. Gemeinsam finden sie eine Lösung. Peter bedankt sich beim Spezialisten und bekommt schon seinen nächsten Auftrag in die Matrix eingespielt.

Dieses Szenario ist sicher noch zum Teil eine Vision. Aber wesentliche Teile davon sind heute Realität. Mit dem „Remote Field Assistant“ steht heute ein einsetzbares System zur Verfügung, mit dem weltweit ein Wartungstechniker mittels eines tragbaren Computersystems direkt Kontakt mit einem



Abb. 2: Das Handydisplay für KickReal: Das Bild zeigt den realen, von der Handykamera aufgenommenen Fuß des Spielers, den virtuellen Torwart und Ball.

Experten aufnehmen und schwierige Situationen ohne Verzögerung in Echtzeit klären kann.

Die Basis der Lösung

Die Keimzelle des jetzt einsetzbaren Systems liegt im Forschungsprojekt AR-PDA. Das Forschungsprojekt wurde 2001 gestartet und hatte zum Ziel, ein Hard- und Softwaresystem für einen mobilen digitalen Assistenten (AR-PDA) zu entwickeln, mit dem die AR-Technologie potenziellen Nutzern auf einfache Weise verfügbar gemacht werden sollte. Augmented Reality (= erweiterte Realität, kurz: AR) ist eine Form der Mensch-Technik-Interaktion, bei der virtuelle Objekte in reale, durch eine Videokamera bereitgestellte Szenen in Echtzeit so eingefügt werden, dass sie räumlich korrekt positioniert sind und das reale Bild ergänzen (Abbildung 1). Die digitale Information verschmilzt mit der Umwelt des Benutzers, sodass der Nutzer die aktuell wichtigen Informationen direkt an dem Ort erhält, an dem er sie benötigt. Aufbauend auf den Ergebnissen des Forschungsprojektes AR-PDA wurde weiterhin ein Spiel für ein Handy (mit Kamera) entwickelt. Mit diesem Spiel wurde ein Demonstrator entwickelt, der sehr anschaulich zeigt, dass auch Geräte mit eingeschränkter Rechenleistung für AR-Anwendungen genutzt werden können. Im Spiel „KickReal“ (Abbildung 2) hat der Spieler die Aufgabe, Elfmeter zu schießen. Er nutzt dazu ganz normal seine Füße. Diese werden mit der Handykamera aufgenommen und im Display dargestellt. Im oberen Teil des Displays steht der virtuelle Torwart im Tor und

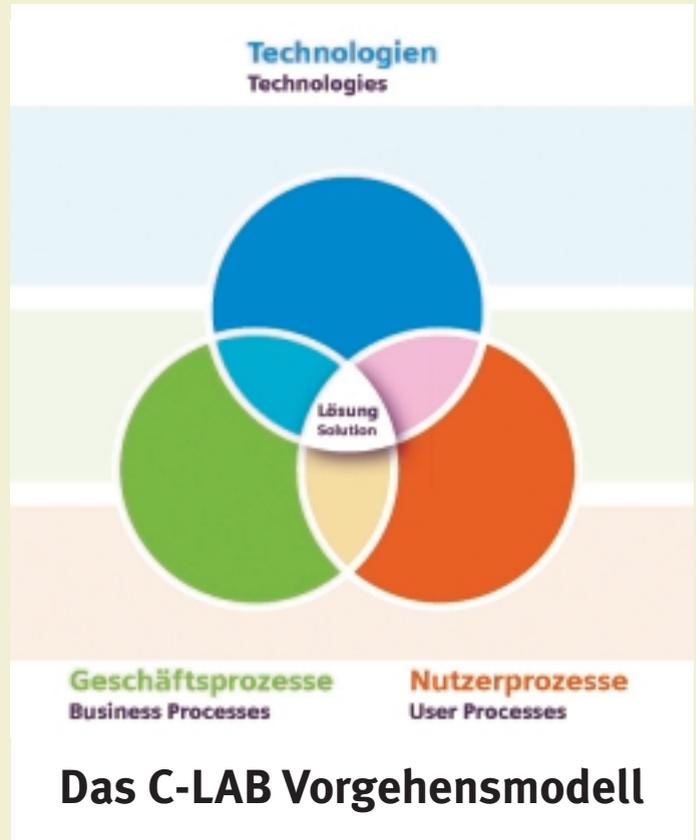


Abb. 3: Das C-LAB Vorgehensmodell.

wartet auf den Elfmeterschuss. Der Spieler kann nun den im Display dargestellten virtuellen Ball mit seinem realen Fuß ins Tor schießen. Dazu wird der reale Fuß von der Software im Bild erkannt und die Richtung und Kraft, in der der Ball geschossen wird, berechnet. Je nach Schussrichtung und Kraft gelingt der Elfmeterschuss.

Was hat dies alles nun mit dem „Remote Field Assistant“ (RFA) zu tun? Diese Projekte waren die Basis für eine Lösungsentwicklung für den Bereich Energy der Siemens AG und zeigen sehr anschaulich die erfolgreiche Überführung der Ergebnisse von Forschungsprojekten in wirtschaftlich einsetzbare Lösungen.

Der Auftrag zur Lösungsentwicklung

Ende 2006 kam Siemens Corporate Technology im Auftrag von Siemens Energy auf das C-LAB zu, um die technische Realisierbarkeit eines Systems für die Unterstützung von weltweit eingesetzten Befundaufnehmern und Inbetriebsetzungsingenieuren für Gasturbinen mit einer Einbindung in Echtzeit von Experten im Back Office (Berlin bzw. Erlangen) zu prüfen. Aufbauend auf den positiven Ergebnissen schlossen sich weitere Aufträge zur Entwicklung des global einsetzbaren Systems an.

Bei der Realisierung dieses Systems für den praktischen Einsatz war die Umsetzung einer Vielzahl von Anforderungen nötig, die durch die Begleitung von Inbetriebsetzungsingenieuren und Befundaufnehmern im täglichen Einsatz, aber auch durch Interviews, ermittelt wurden. Es waren vielfältige

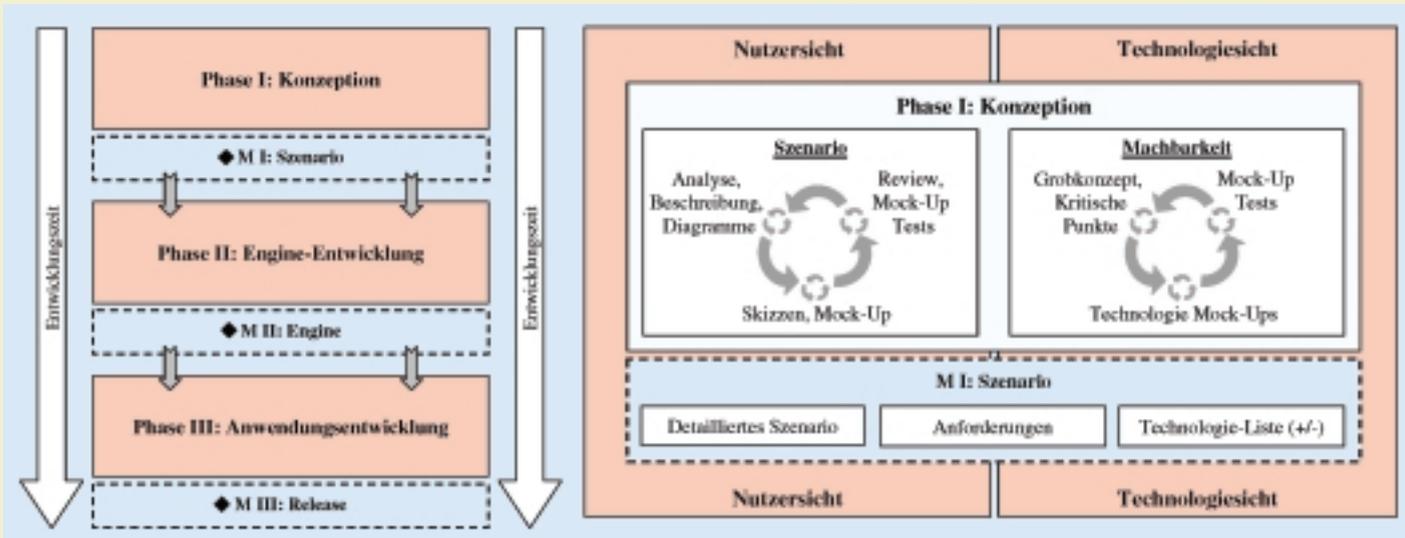


Abb. 4: Performance-orientierter Entwurfsprozess: Übersicht über die Prozessphasen (links) und Aufbau der Konzeptionsphase (rechts).

Anforderungen rechtlicher, organisatorischer, psychologischer, kultureller und technischer Art bei der Entwicklung des Systems zu berücksichtigen. Erfolgreich umzusetzen war dies nur unter Beachtung aller Anforderungen aus Technologie-, Geschäftsprozess- und Nutzerprozesssicht (Abbildung 3).

Der performance-orientierte Entwurfsprozess

Eben diese Beachtung aller drei Kompetenzfelder (Technologie, Geschäftsprozess, Nutzer) stellt hohe Ansprüche an den eingesetzten Entwurfsprozess, denn es galt nicht nur die Anforderungen strukturiert zu ermitteln, sondern auch in einem herausfordernden Umfeld (mobile Lösung in industriellem Einsatz) wirtschaftlich umzusetzen. Hierzu wurde der in der Dissertation „Mobile Augmented Reality Anwendungen“ von Christian Reimann vorgestellte, performance-orientierte Entwurfsprozess genutzt, der es insbesondere erlaubt, im Spannungsfeld aus hohen Anforderungen der Nutzer, technischer Machbarkeit und wirtschaftlicher Umsetzung durch sein strukturiertes, hochgradig iteratives Vorgehen den optimalen Kompromiss zu finden und umzusetzen.

Der performance-orientierte Entwurfsprozess zur Erstellung mobiler AR-Anwendungen ist zur besseren Übersicht in drei Phasen aufgeteilt (Abbildung 4), in denen jeweils an die Phasen und Aufgaben angepasste Mikroprozesse in mehreren Iterationen durchlaufen werden.

In der ersten Phase Konzeption wird die Anwendungsidee validiert. Dazu wird die Idee weiter verfeinert, ihre technischen Anforderungen ermittelt und die Machbarkeit überprüft. Den Abschluss bildet Meilenstein I „Szenario“. Darauf aufbauend werden in der zweiten Phase Engine-Entwicklung die benötigten Basistechnologien in Form von Lösungsbausteinen zur Verfügung gestellt, abschließend mit Meilenstein II „Engine“. In der dritten Phase Anwendungsentwicklung wird schließlich mithilfe der Lösungsbausteine die eigentliche Anwendung erstellt. Diese Phase wird mit Meilenstein III „Release“ beendet.

Um den konkurrierenden Anforderungen nach gleichwertiger Beachtung von Technik und Inhalt gerecht zu werden, wird das komplette Projekt aus drei unterschiedlichen Sichten betrachtet: der Nutzer-, Technologie- und Managementsicht. Jede dieser Sichten erlaubt es, dezidiert bestimmte Aufgaben wahrzunehmen und die anderen Teile (kurzfristig) zu

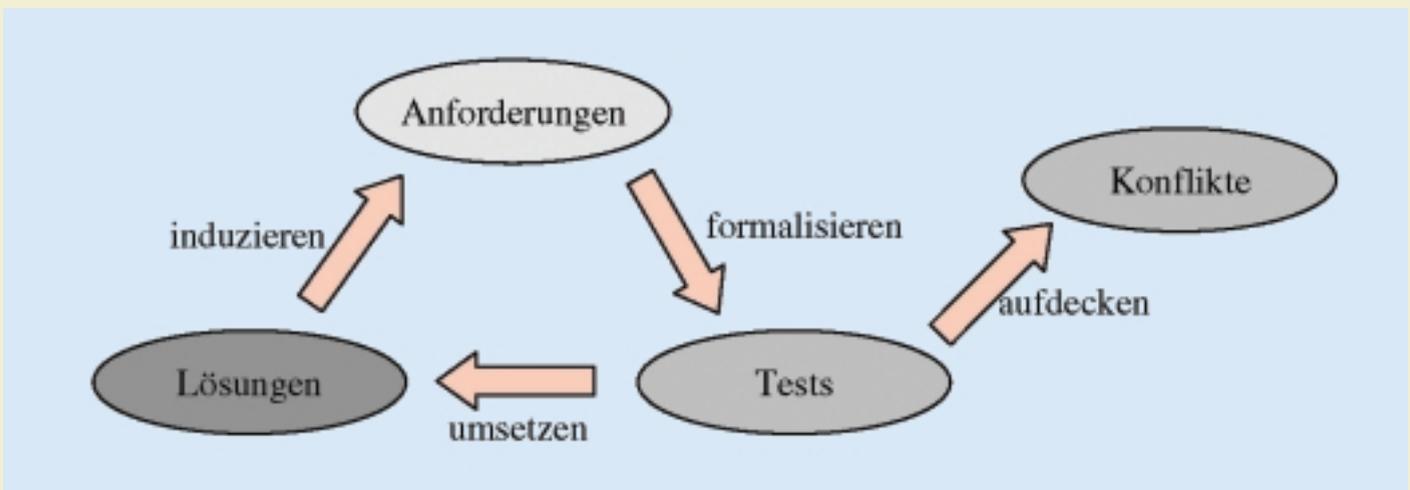


Abbildung 5: Daten des Entwurfsprozesses im Traceability-Graphen.



Abb. 6: Das Mobilsystem mit dem tragbaren Computersystem, Telefon und zwei Kameras. Als Monitor dient ein industrietaugliches Head-Mounted-Display, das am Helm befestigt ist.

vernachlässigen. Die Synchronisation der Sichten wird dabei durch den Prozess unterstützt.

Ein weiterer Kernpunkt des Entwurfsprozesses ist natürlich die Erhebung und Verwaltung der Anforderungen. Ziel ist es, alle im Entwurf auftretenden Anforderungen konsistent zu verwalten und somit eine gemeinsame Datenbasis zu bilden, die während des Entwurfs genutzt und erstellt wird.

Bei der Verwaltung von Anforderungen gilt es insbesondere, die Nachvollziehbarkeit (englisch: traceability) sicherzustellen. So muss beispielsweise der Ursprung einer Anforderung bekannt sein sowie die aus ihr gefolgerten Eigenschaften oder Modifikationen des Systems. Mithilfe dieser Verknüpfungen können später, wenn eine Veränderung eintritt (z. B. der Ursprung der Anforderung entfällt), die betroffenen Daten gefunden und entsprechend behandelt werden. Um die Verfolgung der Verknüpfungen durch das gesamte Projekt zu ermöglichen, müssen diese Verbindungen bidirektional ausgelegt sein, sodass sowohl „vorwärts“ als auch „rückwärts“ gegangen werden kann.

Dazu wurde basierend auf den Forderungen nach Nachvollziehbarkeit und (algorithmischer) Verwendbarkeit der Anforderungen ein Ansatz verwendet, dessen Grundlage für die Verwaltung eine Graphenstruktur bildet, die sich an die Traceability-Matrizen anlehnt und daher Traceability-Graph

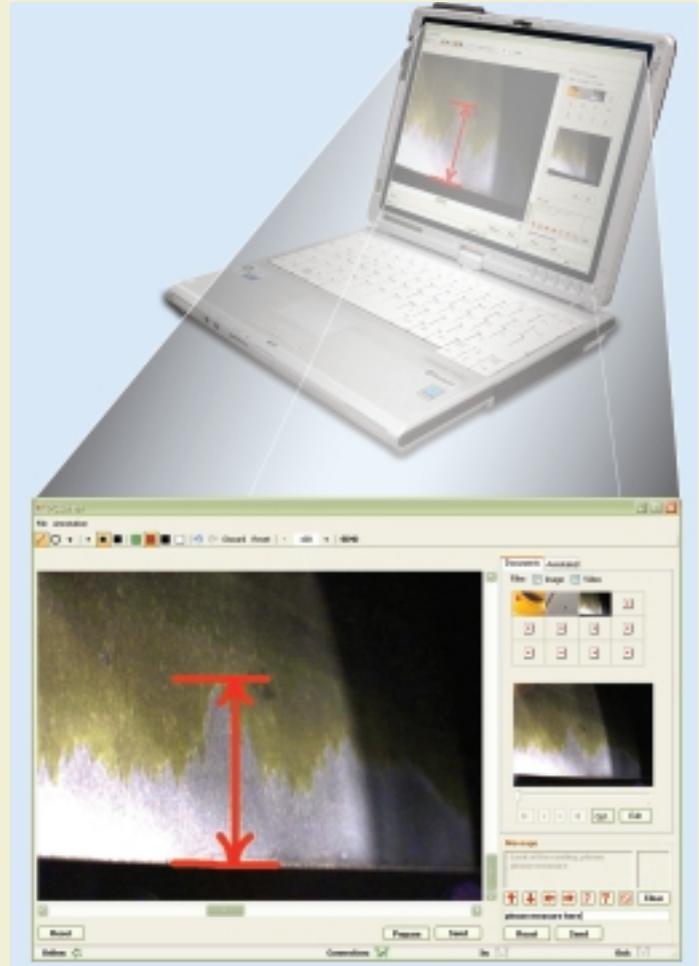


Abb. 7: Mittels des Back-Office-Systems kommuniziert der Experte mit dem Wartungstechniker vor Ort.

genannt wird. Allerdings verwaltet der Traceability-Graph nicht nur die reinen Anforderungen, sondern praktisch alle „Meta“-Daten des Entwurfsprozesses (Anforderungen, Lösungen, Konflikte, Testergebnisse, Alternativen etc.), wie Abbildung 5 zeigt.

Des Weiteren werden die Anforderungen kategorisiert. Dabei werden drei Kategorien verwendet: primäre Anforderungen, die ihren Ursprung in den Nutzungsszenarien haben; sekundäre Anforderungen, die von eingesetzten Lösungsbausteinen gefordert werden; Ressourcen-Anforderungen, die den Ressourcen-Bedarf der gewählten Algorith-

Das C-LAB ist die Innovationswerkstatt von Siemens IT Solutions and Services und der Universität Paderborn. Im C-LAB arbeiten seit 1985 Mitarbeiter aus Industrie und Wissenschaft gemeinsam an Projekten, um so mithilfe von neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und dem Wissen über aktuelle Anforderungen des Marktes einen größtmöglichen Mehrwert für den Kunden zu schaffen.

C-LAB: Inspiration durch Wissenschaft – Erfahrung durch Industriepartner – in allen Phasen der Projektdurchführung.



Abb. 8: Infrastruktursystem, über das vor Ort die benötigten Kommunikationskanäle bereitgestellt werden.

men und Verfahren abbilden. Damit kapselt der Traceability-Graph alle benötigten Daten für die durchgängige Unterstützung, vom frühen Entwurf bis zur Laufzeit der fertigen Anwendung sowie die auf den Daten arbeitenden Algorithmen.

Die Lösung

Die Erfüllung der folgenden Anforderungen an den RFA waren besonders wichtig. Das System vor Ort sollte

- robust genug für den industriellen Einsatz sein
- ohne großen Schulungsaufwand eingesetzt werden können (intuitiv benutzbar)
- weitestgehend sprachunabhängig genutzt werden können
- keinerlei Infrastruktur (außer Stromversorgung) voraussetzen
- die Daten verschlüsselt übertragen und
- in möglichst viele Länder exportierbar sein.

Die technischen Details

Um diese zentralen Anforderungen zu erfüllen, wurde der RFA in drei Subsysteme aufgeteilt.

• Back-Office-System

Das Back-Office-System wird vom Experten genutzt, um mit dem Techniker vor Ort zu kommunizieren.

• Infrastruktursystem

Das Infrastruktursystem befindet sich vor Ort in der Nähe des Technikers und stellt ihm die notwendigen technischen Kommunikationskanäle zur Verfügung.

• Mobilsystem

Der Techniker selbst nutzt hauptsächlich das Mobilsystem, das er während der Arbeiten trägt.

Eine der zentralen Anforderungen bei der Entwicklung des Systems war, unabhängig von der vor Ort verfügbaren Infra-



Abb. 9: Der Wartungsingenieur mit dem Mobilsystem auf dem Weg zum Einsatzort in einem Gaskraftwerk.

struktur zu sein. Aus diesem Grund wurde das Infrastruktursystem (Abbildung 8) erstellt, das vor Ort die benötigten Kommunikationskanäle bereitstellt.

Für die Kommunikation mit dem mobilen System des Technikers wird für die Datenübertragung eine WLAN-Verbindung bereitgestellt, für die Sprachkommunikation eine separate DECT-Verbindung. Hier ist in der neuesten Version anstelle von DECT eine VoIP-Verbindung vorgesehen.

Die Anbindung an das Internet und damit die Verbindung zum Experten erfolgt durch ein integriertes Satellitenmodem.

Alle Teile des Infrastruktursystems sind in ein Transport-Rack integriert und über eine einheitliche Schnittstelle (z. B. mit einer zentralen Mehrbereichsstromversorgung mit Überspannungsschutz) zu bedienen. Außerdem wird für den Transport das mobile System komplett im Rack verstaut.

Das mobile System wird vom Techniker vor Ort während der Arbeit getragen (Abbildung 6 und Abbildung 9) und wurde speziell für die Anforderungen des RFA entwickelt.

Dazu wurde in eine speziell angefertigte Tasche ein tragbares Computersystem inklusive kompletter Verkabelung der Peripheriegeräte integriert.

Als Monitor dient ein industrietaugliches Head-Mounted-Display, das am Helm befestigt ist. Zur Befundaufnahme können zwei unterschiedliche Kamerasysteme verwendet werden. Eine einfache Kamera am Helm ermöglicht die Übertragung von Videos, während eine hochauflösende Kamera, die bei Nichtnutzung in der Tasche untergebracht ist, detaillierte Befundaufnahmen erlaubt.

Für die komplette Bedienung des Systems wird keinerlei Maus oder Computertastatur benötigt. Stattdessen werden die jeweiligen Funktionen über leicht zugreifbare, separate und speziell hierfür entwickelte Tasten bedient.

Das Back-Office-System (Abbildung 7) dient dem Experten zur Unterstützung des Wartungstechnikers vor Ort. Hier wurde als technische Basis ein Tablet-PC ausgewählt, da er

mit dem Stift zur Interaktion insbesondere die Erstellung von Annotationen auf eine besonders intuitive Weise ermöglicht. Mit dem Back-Office-System kann der Experte Befundaufnahmen vom Techniker empfangen, vorhandene Dokumente einladen, Annotationen vornehmen (bei Dokumenten und Befundaufnahmen) und diese an den Techniker schicken. Zusätzlich kann er kurze Textnachrichten und eine Reihe einfacher Symbole versenden.

Vom F+E-Projekt zur industriell eingesetzten Lösung

C-LAB ist es auch mit dieser Entwicklung gelungen, Ergebnisse aus F+E-Projekten in kommerziell einsetzbare Lösungen umzusetzen. Dies wurde sicherlich durch die besondere Organisation des C-LAB (Kooperation mit der Universität Paderborn und der Siemens AG) unterstützt. Dadurch war ein schneller Zugriff auf neueste wissenschaftliche Erkenntnisse möglich, wodurch der Entwicklungsprozess beschleunigt wurde.

Auch die ganzheitliche Betrachtung der Aufgabenstellung auf Basis der drei Kompetenzfelder des C-LAB – Technologie, Geschäftsprozess und Nutzerprozess – war ein wichtiger Punkt für den Erfolg.

Der Bereich Energy der Siemens AG wird jetzt weltweit für Wartungen den im C-LAB entwickelten Remote Field Assistant als das einzig zu verwendende Hilfsmittel für den Remote Service festschreiben und plant für das nächste Jahr den großflächigen globalen Einsatz.

Literatur

CHRISTIAN REIMANN, MOBILE AUGMENTED REALITY ANWENDUNGEN, DISSERTATION, UNIVERSITÄT PADERBORN 2008.

CHRISTIAN REIMANN, FLORIAN KLONPMAKER, HOLGER SANTELMANN, MRPIPELINE: A MODULE BASED ARCHITECTURE FOR SELF ADAPTIVE MIXED REALITY APPLICATIONS, 15TH ACM SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY SOFTWARE AND TECHNOLOGIE (VRST 2008), OCT. 2008.

FLORIAN KLONPMAKER, CLAUDIUS STERN, CHRISTIAN REIMANN, HOLGER SANTELMANN, A MOCK-UP SYSTEM FOR THE EARLY TESTING OF LOCATION BASED SERVICES, MOBILE HCI 07, WORKSHOP MOBILE INTERACTION WITH THE REAL WORLD (MIRW 2007), SINGAPORE, SEPTEMBER 2007.

C. REIMANN, V. PAELKE, VISUALISIERUNGS- UND ILLUSTRATIONSTECHNIKEN FÜR MOBILE AR-ANWENDUNGEN, SIMULATION UND VISUALISIERUNG, SIMVIS2003, MAGDEBURG, MÄRZ 2003.

Kontakt

Gerhard Schulz

C-LAB MS&PR

05251 60-6083

Gerhard.Schulz@c-lab.de

Dr. Christian Reimann

C-LAB DMR

05251 60-6118

Christian.Reimann@c-lab.de

Weniger Fehler und Risiken durch Grid-Computing



Wie man unzuverlässige IT-Dienste zuverlässig macht

Jun.-Prof. Dr.-Ing. André Brinkmann, Dr. Dominic Battré, Dipl.-Inform. Georg Birkenheuer,
Prof. Dr. Odej Kao, Dr. Kerstin Voß

Grid-Computing stellt eine verteilte Infrastruktur zur Nutzung von Rechen- und Speicherressourcen bereit, die beispielsweise für Wettervorhersagen, Strömungsanalysen, physikalische Experimente und viele andere rechenintensive Aufgaben genutzt wird. Der Nutzer muss kein Wissen über die von ihm verwendeten physikalischen Systeme besitzen. Eine Software-Schicht im Grid, die so genannte Grid-Middleware, kümmert sich dabei um die Zuordnung von Anwendungen zu den Ressourcen. Das AssessGrid-Projekt entwickelte Methoden zur Vorhersage von Fehlerwahrscheinlichkeiten in global verteilten Grids. Dieses Wissen bietet Vorteile für alle im Grid operierenden Akteure – Kunden, Provider und Broker. Die Kunden erfahren die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Problems, das zum Abbruch ihres Auftrags führen kann. Die Provider können anhand der grundlegenden Fehlerwahrscheinlichkeiten geeignete Fehlertoleranzmaßnahmen planen, um bei einem Ressourcenausfall die Kundenaufträge nicht zu gefährden. Und die Broker schließlich nutzen das Wissen, um das Risiko für den Verkauf von Rechenzeit zu ermitteln.

Grid-Computing

Verteilte Ressourcen zu koordinieren, die keiner zentralen Instanz untergeordnet sind, ist die zentrale Idee des Grid-Computings. Ressourcen in diesem Sinne können Computer-Cluster, Massenspeicher, Datenbanken, Anwendungen oder Messgeräte sein. Die Verwendung offener und standardisierter Protokolle und Schnittstellen erlaubt es dabei, heterogene Ressourcen zu kombinieren. Für den Nutzer einer solchen Infrastruktur bietet sich der Vorteil, dass eine rechenintensive Applikation gestartet werden kann, ohne dass er Wissen über die genutzten physikalischen Systeme benötigt. Das Konzept Grid-Computing ähnelt dem des Stromnetzes, bei dem Kunden Energie aus der Steckdose beziehen, während die dahinterliegende Infrastruktur für sie unsichtbar bleibt. Aus dieser Analogie (power grid) stammt auch der Name Grid-Computing.

Akademische Verwendung

Die Konzepte und Methoden des Grid-Computings erreichten in den letzten Jahren eine technologische Reife, die einen einfachen und transparenten Zugriff auf verteilte Rechenressourcen und Daten erlaubt. Diese Erleichterung führte zu einem Entwicklungssprung in Forschungsbereichen, bei denen aufwändige Simulationen, Rechnungen und Auswertungen durchgeführt werden müssen. Das größte



Jun.-Prof. Dr.-Ing. André Brinkmann ist seit 2008 Inhaber des Lehrstuhls für Virtualisierungstechnologien für Hochleistungsrechnen an der Universität Paderborn und leitet ebenfalls seit 2008 als Geschäftsführer das Paderborn Center for Parallel Computing PC². Forschungsschwerpunkte sind neben Virtualisierungstechnologien skalierbare Speichersysteme und Cloud-Computing, wobei insbesondere neue Möglichkeiten zur besseren Ressourcenauslastung bei gleichzeitig erhöhter Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit untersucht werden.



Prof. Dr. Odej Kao war von 2002 bis 2006 Inhaber des Lehrstuhls für Betriebssysteme und Verteilte Systeme an der Universität Paderborn und von 2003 bis 2006 Leiter des Paderborn Center for Parallel Computing. Seit 2006 ist Prof. Kao Leiter des Fachgebietes für Komplexe und Verteilte IT-Systeme der TU-Berlin und Direktor des tubIT-IT-Service-Centers. In Assess-Grid war Prof. Kao mit der Koordination des Projektes betraut.

europäische Grid, EGEE, besteht aus über 110 000 CPUs, die verteilt über 250 Standorte in 54 Ländern bereitgestellt und z. B. für die Auswertung der am CERN gewonnenen Daten verwendet werden.

Verwendung in der Wirtschaft

In der Produktentwicklung nutzen Wirtschaft und Industrie ebenfalls rechenintensive Simulationen. Hierfür verwenden die Unternehmen häufig eigene Ressourcen, durch deren Anschaffung und Betrieb enorme Kosten entstehen. Die Betriebskosten übersteigen dabei den reinen Anschaffungswert der Systeme bei weitem. Rein betriebswirtschaftlich gesehen lohnt sich dementsprechend die Verwendung von Grid-Ressourcen, speziell wenn der Bedarf an Rechenleistung über die Zeit gesehen schwankt.

Doch trotz des hohen Nutzens von Grid-Computing ist dessen kommerzielle Verbreitung noch nicht sehr weit fortgeschritten. Konzepte des Grid-Computings können jedoch in Cloud-Infrastrukturen, wie Amazons EC² oder Microsofts

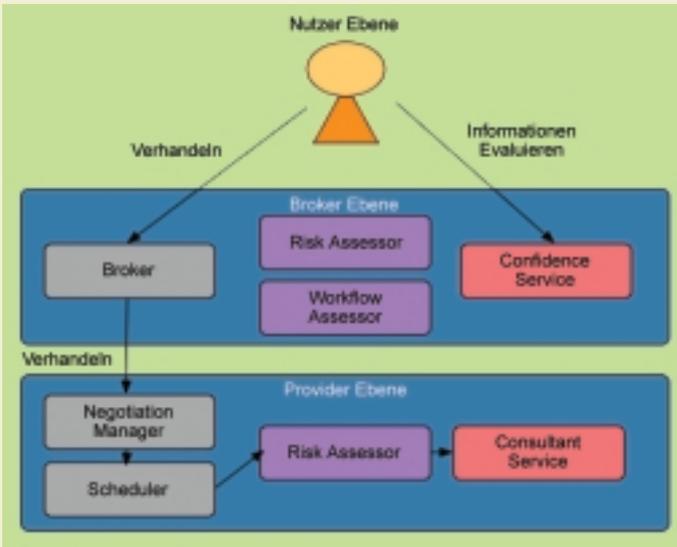


Abb. 1: Die AssessGrid Architektur.

Azure, wiedergefunden werden. Die Zurückhaltung, Rechenzeit zu mieten, liegt an einem Mangel an Vertrauen in die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Stabilität der angebotenen Ressourcen und Dienste. Was nutzt es einem Kunden, der für seine Dienstleistungen auf gemietete Rechenressourcen zurückgreift, wenn diese im Moment der Nutzung ausfallen?

AssessGrid

AssessGrid [1] war ein von der EU im sechsten Rahmenprogramm gefördertes Projekt von April 2006 bis März 2009.

In AssessGrid wurden die Arbeiten von acht Partnern aus fünf europäischen Ländern koordiniert. Neben dem PC² als Teil der Universität Paderborn waren die TU Berlin, Atos Origin (Spanien), CETIC (Belgien), die University of Leeds (England), ABO Akademi (Finnland), Wincor Nixdorf und der TÜV Rheinland an AssessGrid beteiligt. Die grundlegende Neuerung von AssessGrid war die Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für das Fehlschlagen einer Jobausführung, die Grundlage einer Risikoabschätzung.

Definition von Risiko

Bei der Berechnung eines Risikos spielen immer zwei Variablen zusammen. Dies sind erstens die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis eintritt (z. B. ein Blitzschlag), und zweitens der Schaden, den das Ereignis erzeugt (z. B. der Brand eines Hauses). Bei der Nutzung von Rechenressourcen entspricht der Schaden für einen Kunden zum Beispiel dem verlorenen Umsatz, der durch den Absturz einer Simulation und eine hierdurch bedingte verspätete Produkteinführung entsteht. Die Schadenhöhe wird vom Kunden geschätzt und ist ein Parameter der Vertragsverhandlung zwischen Kunden und Ressourcenanbieter im Grid.

Die Wahrscheinlichkeit für einen dafür verantwortlichen Absturz hängt von der Stabilität der zugrundeliegenden Infrastruktur ab und wird für jeden Auftrag individuell bestimmt. Eingehende Parameter sind zum Beispiel die Anzahl der Rechenressourcen, die Fehlerwahrscheinlichkeit einzelner Ressourcen sowie die Dauer eines Auftrags.

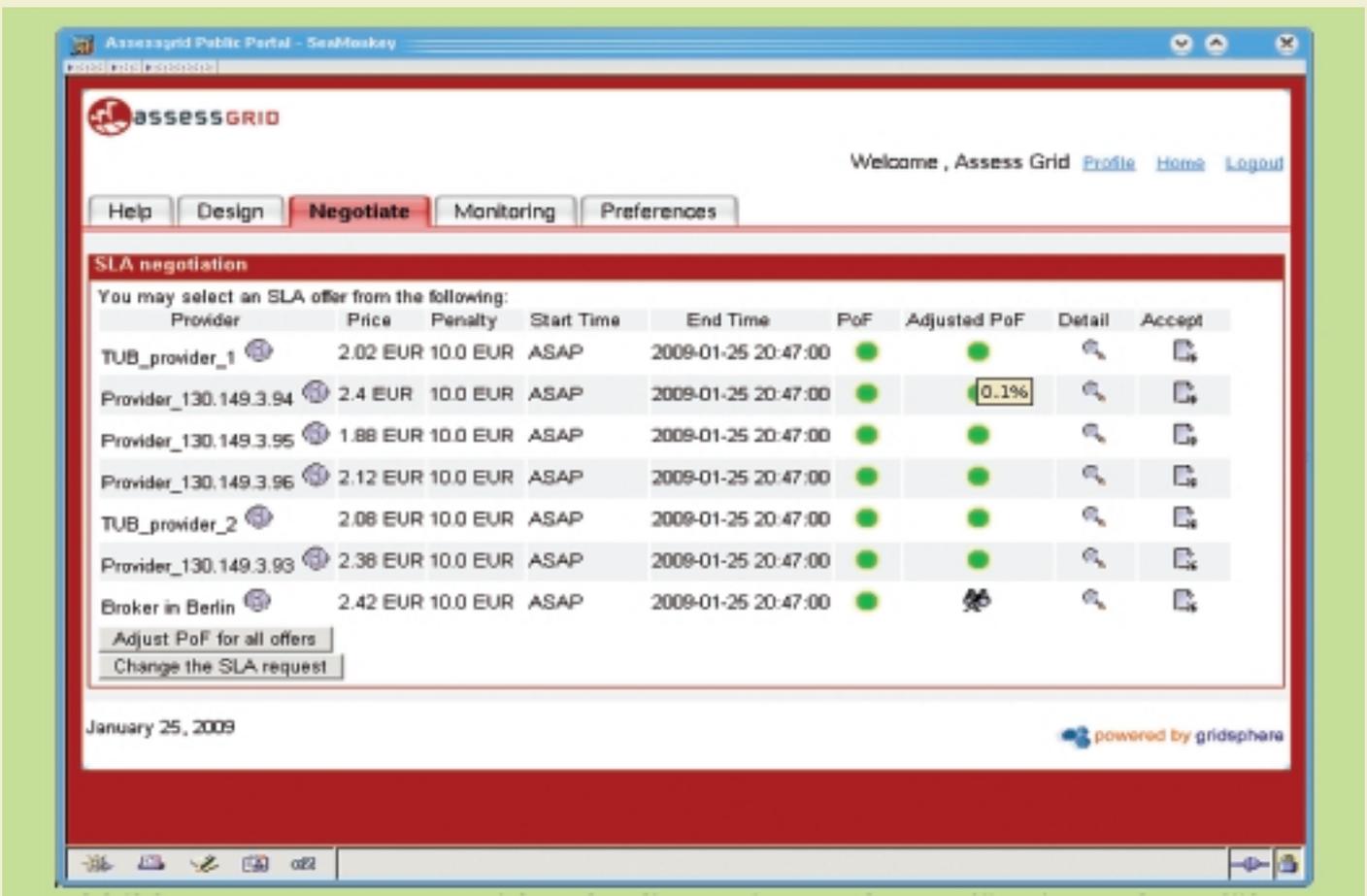


Abb. 2: Der AssessGrid Web-Client mit Angeboten für eine Jobausführung.

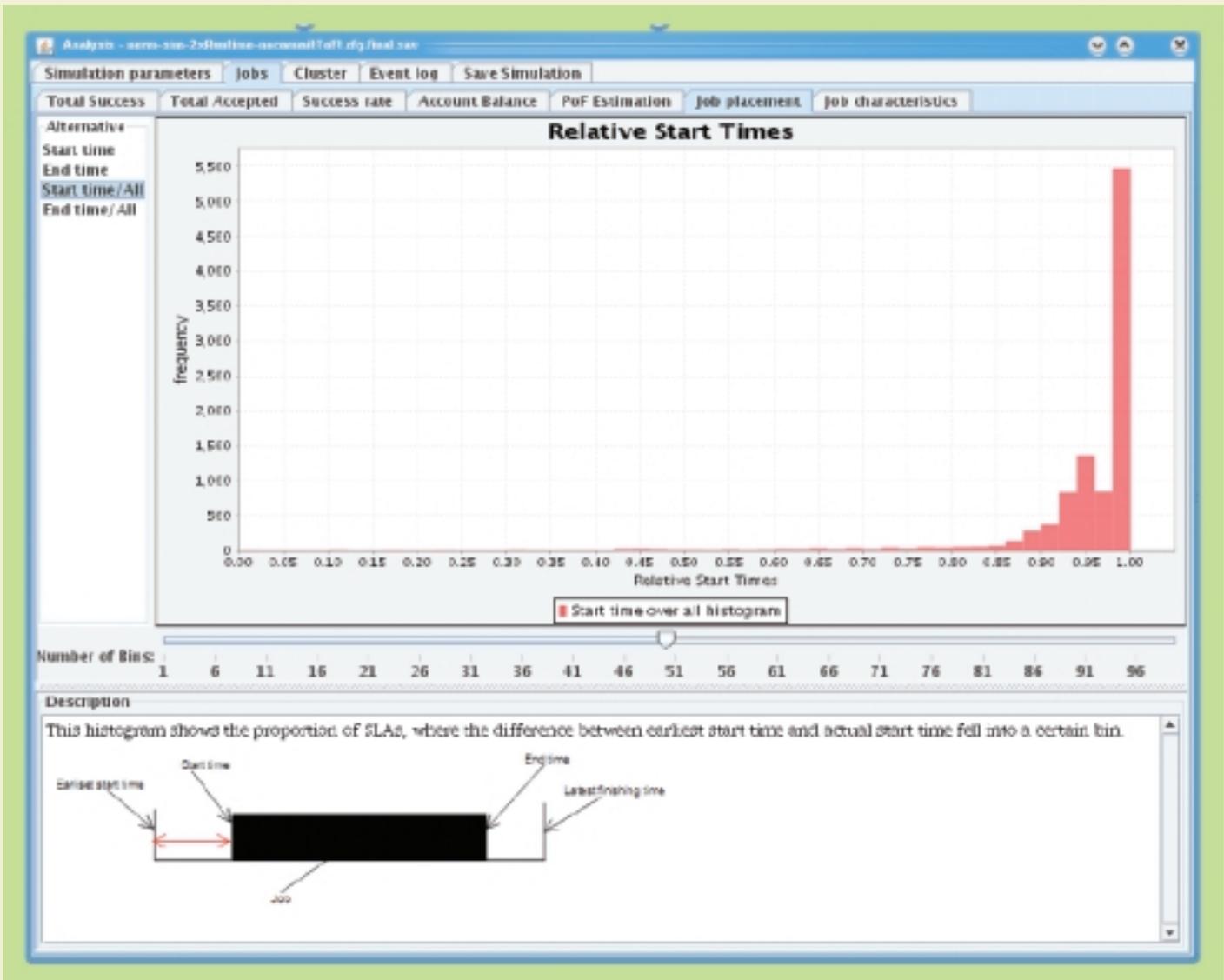


Abb. 3: Auswertung auf Provider-Ebene.

Architektur AssessGrid

AssessGrid betrachtet die drei Ebenen eines Grids [2]. Wie in Abbildung 1 dargestellt ist zuoberst der Kunde, der Aufträge zu vergeben hat. Dazu kann er direkt mit einem Ressourcenanbieter, dem so genannten Provider, verhandeln oder alternativ einen Broker als Zwischenhändler einschalten, der ihm Angebote einholt oder die Zuverlässigkeit der Provider einschätzt. Für die Einschätzung der Providerzuverlässigkeit bietet der Broker den Confidence-Service an. Dieser schließt gemäß der Zuverlässigkeit der Provider in der Vergangenheit auf deren Zuverlässigkeit in der Zukunft. Der Provider arbeitet auf der untersten Ebene und stellt die Ressourcen zur Verfügung. Der Risk-Assessor des Providers bestimmt für eine Kundenanfrage eine Fehlschlagswahrscheinlichkeit mithilfe von statistischen Informationen über Ausfälle in der Vergangenheit, die im Consultant-Service bereitgestellt werden.

Kundensicht: Ein risikobewusster End-User-Client

Ein Nutzer von AssessGrid kann über einen einfach zu bedienenden Web-Client auf die Ressourcen des Grids zu-

greifen. Der Web-Client erlaubt eine Definition von Rechenaufträgen, eine Verhandlung über ihre Ausführung und die Überwachung der resultierenden Verträge.

Der Web-Client kann Angebote von verschiedenen Providern einholen und die Angebote wie in Abbildung 2 dargestellt nach verschiedenen Kriterien sortieren. Die Anfragen werden über Service-Level-Agreements (SLAs) formuliert, in denen die Anforderungen des Kunden an Geschwindigkeit, Kosten und Ausfallsicherheit spezifiziert werden. Der Kunde kann aus den Angeboten beispielsweise den Provider auswählen, der die geringste Ausfallwahrscheinlichkeit offeriert oder er kann eine Vertragsstrafe fordern, die ihn im Falle einer SLA-Verletzung angemessen entschädigt.

Neben der Auswahl eines Anbieters kann ein Kunde auch ein Provider-Ranking nach verschiedenen Kriterien abrufen. Kriterien können die Erfüllung von ISO-Standards für Sicherheit in Rechenzentren oder eine dauerhafte Anwesenheit von Wartungspersonal sein [3].

Neben der Verhandlung einzelner Aufträge kann ein Kunde auch komplexe Workflows erstellen, bei denen er eine Reihe von Unteraufträgen definiert, die in Abhängigkeit von den Ergebnissen ihrer Vorgänger stehen. Diese Workflows kön-

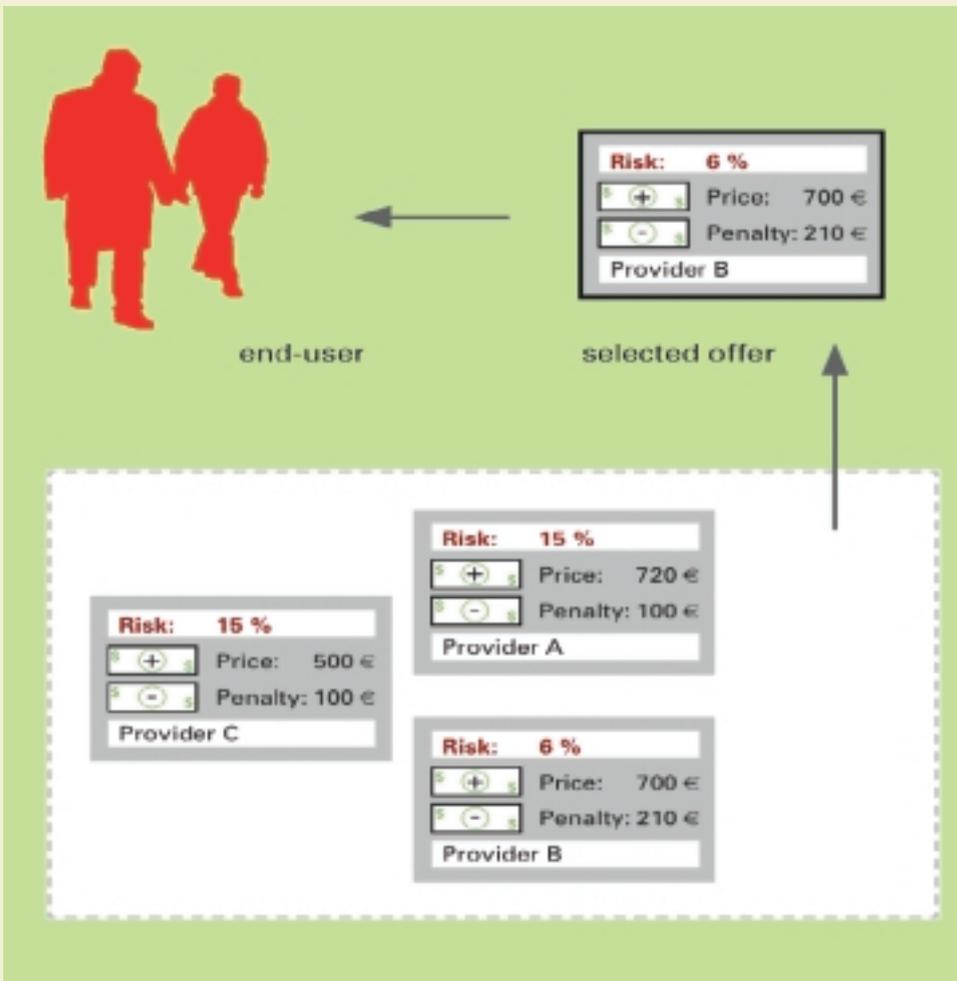


Abb. 4: Gruppierung von Angeboten durch einen Broker.

nen komplett an einen Provider abgegeben, aber ebenso zwischen verschiedenen Providern aufgeteilt werden. Die AssessGrid-Middleware plant und koordiniert die Ausführung so, dass alle Aufträge in der benötigten Reihenfolge und innerhalb ihrer verhandelten Abgabefrist fertiggestellt werden können.

**Providersicht:
Risikoschätzung mit AssessGrid**

Basis für die Risikoberechnung auf Providerebene ist die Auswertung seiner Infrastruktur, z. B. die Ausfallzeiten von Rechnern. Anhand der gewonnenen statistischen Aussagen kann der Provider bei einer Anfrage berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine oder mehrere Ressourcen während der Ausführungszeit ausfallen und daraus die Ausfallwahrscheinlichkeit bestimmen. Für einen Provider tritt aber zusätzlich ein weiterer Vorteil der Nutzung der von AssessGrid entwickelten Methoden zu Tage: Er kann mit der Ausfallwahrscheinlichkeit auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Auftrag erfolgreich abgearbeitet wird, bestimmen und aus dem dadurch zu erwartenden Einkommen seine Gewinnchancen bewerten. Der Provider kann Risiko und Chance abwägen und entscheiden, ob er ein Angebot für einen Auftrag abgeben möchte.

Mit dem Wissen über die Ausfallwahrscheinlichkeit kann der

Provider zudem Fehlertoleranzmaßnahmen einplanen und die Fehlerwahrscheinlichkeit für den Auftrag senken. Fehlertoleranz kann im einfachsten Fall die doppelte Ausführung einer Anwendung bedeuten. Um eine höhere Sicherheit bei geringerem Ressourceneinsatz zu gewinnen, wurden Fehlertoleranzmaßnahmen, die im Rahmen anderer Projekte des PC² entwickelt wurden, in AssessGrid integriert. Dabei sichert das ebenfalls am PC² entwickelte Ressourcenmanagement-System „OpenCCS“ regelmäßig eine komplette Momentaufnahme der laufenden Anwendung. Diese wird als Checkpoint bezeichnet. Nach einem Systemfehler kann die Applikation zu einem späteren Zeitpunkt ab dem letzten Checkpoint wieder aufgenommen werden.

Checkpointing, also das Wiederholen dieses Prinzips, geschieht automatisch und erhöht die Ausführungszeit unter normalen Bedingungen nur geringfügig. Im Fehlerfall ist aber nur die Rechenzeit seit dem letzten Checkpoint unwiederbringlich verloren, nicht die gesamte Zeit seit dem Start der Anwendung. Dies erlaubt die Berechnung kompensierbarer Fehler und ermöglicht dem Provider, ein Angebot mit einer wesentlich geringeren Fehlerwahrscheinlichkeit abzugeben.

Fällt während der Berechnung eines Auftrages z. B. eine Ressource aus, versucht die Risikomanagementkomponente von AssessGrid automatisch, den Auftrag termingerecht auf einer anderen Ressource weiterzuführen. Dazu kann in der Regel auf einen Pool von zusätzlichen Ressourcen zurückgegriffen werden, die nicht mit zeitkritischen Aufträgen belegt werden.

Falls nicht mehr genügend freie Kapazitäten verfügbar sind, entscheidet das Ressourcenmanagementsystem nach verschiedenen Kriterien, ob gefährdete Jobs an einen anderen Provider abgegeben werden oder Aufträge scheitern und eventuell Vertragsstrafen nach sich ziehen [4].

**Risikomanagement:
Planung von Fehlertoleranzmaßnahmen**

Zusätzlich zu seinen Risikomanagement und den Fehlertoleranzmaßnahmen bietet AssessGrid eine Komponente zur Evaluierung verschiedener Risikoeinschätzungs- und managementstrategien. Abbildung 3 zeigt die Auswertungsoberfläche der Evaluierungskomponente nach einer Simulation. Mit dieser Komponente kann ein Grid-Provider verschiedene Risikoeinschätzungs- und managementstrategien evalu-

ieren, um für die Zukunft ein noch erfolgreicherer und zuverlässigeres Geschäftsmodell zu entwickeln.

**Brokersicht:
Handeln mit Aufträgen und deren
Risikoeinschätzung**

Broker im Grid-Kontext sind fachkundige Vermittler zwischen Kunden und Providern. Im Grid-Umfeld erleichtert der Broker dem Kunden die Suche nach einem geeigneten bzw. dem besten Provider. Der Broker ermittelt für den Kunden Auftragsangebote, die der Kunde nach verschiedenen Kriterien sortieren kann. So kann er den preisgünstigsten, den reaktionsschnellsten oder auch den zuverlässigsten Provider wählen (Abbildung 4).

Neben der Vermittlung hat der Broker durch AssessGrid eine weitere Fähigkeit bekommen. Er kann für einen Kunden eine Überprüfung der von den Providern abgegebenen Ausfallwahrscheinlichkeiten durchführen. Dies geschieht durch eine separate und providerunabhängige Analyse über Vertragsverletzungen des Providers. Dazu wertet ein Broker die in der Vergangenheit abgeschlossenen Verträge aus und vergleicht deren Erfolgs- bzw. Misserfolgsquote mit den vom Provider angegebenen Fehlerwahrscheinlichkeiten. Dies erlaubt es einem Broker festzustellen, ob die Einschätzungen der Fehlerwahrscheinlichkeiten der einzelnen Provider zuverlässig sind oder nicht. Falls ein Provider in der Vergangenheit unzuverlässig war, kann der Broker dies durch eine Anpassung der Fehlerwahrscheinlichkeiten ausgleichen [5]. Neben den Fähigkeiten, die ein Broker für Kunden bietet, ist seine Nutzung auch für die Provider vorteilhaft. So wird die erfolgreiche Arbeit eines Providers von einem Broker wahrgenommen. Durch die Broker-Analysen wird der Provider dann bei neuen Kunden empfohlen, ohne dass teure Werbekosten anfallen.

Schließlich ermöglicht AssessGrid einem Broker eigene Kundenverträge auszuhandeln. Kundenverträge kann der Broker für einzelne Jobs, aber auch für die Verarbeitung von Workflows abschließen. Dabei wird eine Vielzahl von abhängigen Berechnungen auf verschiedene Provider verteilt und deren einzelne Fehlerwahrscheinlichkeiten analysiert. Daraus wird eine aggregierte Fehlerwahrscheinlichkeit für alle Aufträge des Workflows gebildet. Dem Kunden offeriert der Broker dann nur ein SLA und schließt zur Erfüllung eigene SLAs mit möglicherweise mehreren verschiedenen Providern ab.

Literatur

[1] ASSESSGRID HOMEPAGE, [HTTP://WWW.ASSESSGRID.EU](http://www.assessgrid.eu), 2009.
 [2] INTRODUCING RISK MANAGEMENT INTO THE GRID, G. BIRKENHEUER, K. DJEMAME, I. GOURLAY, O. KAO, J. PADGETT, AND K. VOSS, 2ND IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-SCIENCE AND GRID COMPUTING (E-SCIENCE'06), PP. 28, 2006.
 [3] ASSESSGRID STRATEGIES FOR PROVIDER RANKING MECHANISMS IN RISK-AWARE GRID SYSTEMS, D. BATTRÉ, K. DJEMAME, I. GOURLAY, M. HOVESTADT, O. KAO, J. PADGETT, K.

VOSS, D. WARNEKE, THE 5TH INT. WORKSHOP ON GRID ECONOMICS AND BUSINESS MODELS (GECOM), 2008.

[4] QUALITY ASSURANCE OF GRID SERVICE PROVISIONING BY RISK AWARE MANAGING OF RESOURCE FAILURES, A. KELLER, K. VOSS, D. BATTRÉ, M. HOVESTADT, AND O. KAO, CRISIS 2008: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON RISKS AND SECURITY OF INTERNET AND SYSTEMS, 28-30 OCTOBER 2008, TOZEUR, TUNISIA, 2008.
 [5] EVALUATING PROVIDER RELIABILITY IN GRID RESOURCE BROKERING, I. GOURLAY, K. DJEMAME, AND J. PADGETT. TO APPEAR IN PROCEEDINGS OF THE 11TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH PERFORMANCE COMPUTING AND COMMUNICATIONS (HPCC'2009), SEOUL, KOREA, JUNI 2009.



Dr. Dominic Battré war von 2005 bis 2006 zunächst Mitarbeiter des Paderborn Center for Parallel Computing und anschließend Stipendiat der International Graduate School for Dynamic Intelligent Systems. Er promovierte 2008 an der TU Berlin. Im Rahmen des AssessGrid-Projektes entwickelte Dr. Battré Mechanismen zur Verhandlung von Service-Level-Agreements und Berechnung von Fehlerwahrscheinlichkeiten.



Dipl. Inform. Georg Birkenheuer ist seit April 2006 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Paderborn Center for Parallel Computing angestellt. Im Rahmen dieser Arbeit hat Georg Birkenheuer das AssessGrid-Projekt über die gesamte Laufzeit begleitet. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung von effektiven Planungsmechanismen für HPC, Grid oder Cloud Computing.



Dr. Kerstin Voß war von April 2005 bis Dezember 2008 als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Paderborn Center for Parallel Computing angestellt. Sie beschäftigte sich vor allem mit der Entscheidungsfindung im Risikomanagement eines Providers, welches die Bewertung von Fehlertoleranzmaßnahmen während der Vertragsverhandlungen sowie nach Vertragsabschluss beinhaltet. Diese Aspekte spiegeln sich auch in Ihrer Promotion wider.

Kontakt

Jun.-Prof. Dr.-Ing. André Brinkmann
Paderborn Center for Parallel Computing
05251 60-6290
Andre.Brinkmann@uni-paderborn.de

RaumErleben und RaumFormen in der Kunst

Wahrnehmung und Transformation von Raum in Malerei,
Bildhauerei und Museumsarchitektur

Prof. Dr. Sabiene Autsch, Prof. Dr. Sara Hornäk

Die SILOGESPRÄCHE des Faches Kunst, die von Sabiene Autsch und Sara Hornäk 2007 unter wechselnden Leitthemen als eine Diskursplattform für künstlerische, kunstwissenschaftliche und kunstpädagogische Fragestellungen ins Leben gerufen wurden, widmeten sich 2008/2009 zwei Semester lang dem „Raum“. Damit wurde an die Aktualität der Thematik angeknüpft, zugleich Inhalte mit Blick auf Bedingungen der Raumrepräsentation spezifiziert, ferner Analysepraktiken sowie Modelle künstlerischer Projektarbeit vorgestellt und kritisch diskutiert. Die eingeladenen Referentinnen und Referenten öffneten sich mit ihren Beiträgen auf ganz unterschiedliche Weise dem Diskurs „Kunst und Raum“, der in Anbindung an die beiden grundlegenden Forschungsschwerpunkte „Museumsarchitekturen und kuratorische Praktiken“ von Sabiene Autsch und „Skulptur als Raumkunst“ von Sara Hornäk strukturiert wurde. Ziel dabei war, sogenannte Knotenpunkte innerhalb der inzwischen weit ausdifferenzierten Diskussion zum Thema „Raum“ zu finden, um Übergänge zu verdeutlichen, die sich jenseits der traditionellen Disziplinengrenzen bewegen und für eine Theoriebildung produktiv genutzt werden können. Auf diese Weise leisten die SILOGESPRÄCHE interdisziplinäre Forschungsarbeit zum „Spatial Turn“ in Kunst und Kunstwissenschaft und tragen als Diskussionsforum außerdem entscheidend zur Profilbildung der Universität

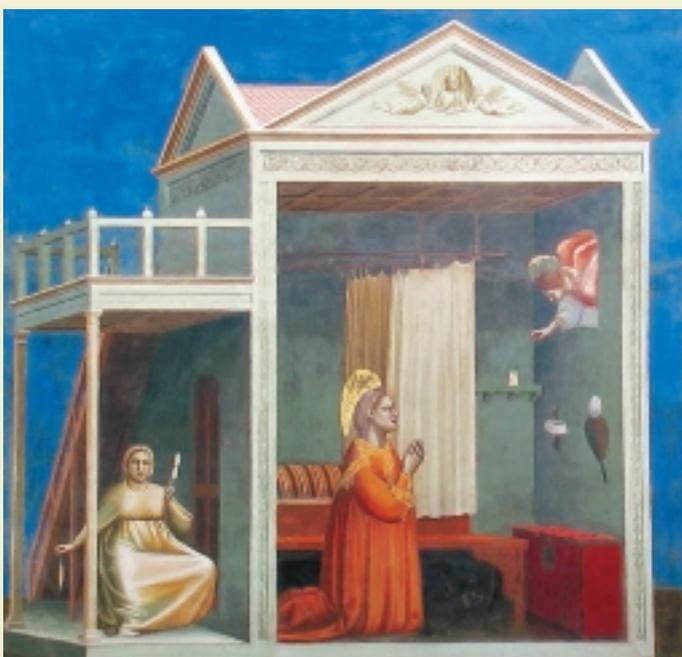


Abb. 1: Giotto, Verkündigung an Anna (1302-1312). Fresco, Arenakapelle Padua.



Prof. Dr. Sabiene Autsch ist Professorin für Kunst, Kunstgeschichte und ihre Didaktik. Studien an den Universitäten Siegen und Wien. 2008 Habilitation zum Thema „Ausstellungsgesten“ an der Kunsthochschule Kassel. Forschungsschwerpunkte: Kunst des 20. Jahrhunderts, Strategien der Gegenwartskunst, Geschichte der Documenta, Curating Studies, Angsttopografien. Mitglied des Wissenschaftlichen Netzwerkes „Spielformen der Angst“ (DFG)/Teilprojekt Angsttopografien.



Prof. Dr. Sara Hornäk ist seit 2006 Professorin für Kunst und ihre Didaktik/Schwerpunkt Bildhauerei im Fach Kunst an der Fakultät für Kulturwissenschaften. Studien an der Kunstakademie in Düsseldorf und der Universität Düsseldorf. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in der Bildhauerei, insbesondere der zeitgenössischen Skulptur, in einer kunstphilosophischen Grundlegung der Kunstdidaktik sowie in der künstlerischen Praxis als Basis kunstpädagogischer Theoriebildung.

Paderborn als Informationsgesellschaft bei. Die Beiträge zum Thema Raum werden Anfang 2010 im transcript Verlag/Bielefeld publiziert.

„Die Kunst und der Raum – Räume für die Kunst?“ Kontexte, Fragestellungen und Positionierungen zum Spatial Turn

Der Spatial Turn, verstanden als „Wende zum Raum“, ist eng verbunden mit einem Perspektivwechsel, der sich auch infolge medialer Technologien und digital basierter Kommunikations- und Vermittlungsprozesse mit globaler Reichweite als Neuorientierung seit den 1990er Jahren in den Kulturwissenschaften entwickelte (Cultural Turn). Mit diesem Richtungswechsel setzte eine Freilegung neuer Gegenstandsbe- reiche und Themen sowie eine Neubewertung von Sprache und Text, von Bildern, Symbolen und Ritualen, von Räumen und Territorien ein.



Abb. 2: Sigmar Polke, Wandbild mit hyroskopischer Farbe, Kobalt-II-Chlorid (1986).

Lässt sich aber unsere Zeit wirklich als „Epoche des Raumes“ begreifen, als „Epoche des Simultanen [...], des Nebeneinander, des Auseinander“ wie Michel Foucault 1964 in „Andere Räume“ in Abgrenzung zu einem auf Sukzessivität basierenden Zeitbegriff behauptet hat? Der Raum, in dem wir leben, ist nicht „leer“. Er ist ein durch Beziehungen sozialer, kultureller, topografischer Art strukturierter Ort. Foucault hat diesen Raumbegriff im Hinblick auf gesellschaftliche Machtverhältnisse geprägt und damit entscheidend zur Wende im Raumdiskurs beigetragen. Schon Maurice Merleau-Ponty hatte 20 Jahre zuvor den „geometrischen Raum“ in der „Phänomenologie der Wahrnehmung“ von einem „anthropologischen Raum“ abgegrenzt, damit die existentielle Dimension des Raumes akzentuiert und den Menschen und dessen Wahrnehmung in den Blick gerückt. Unter philosophischer und pädagogischer Perspektive hat vor allem Otto Friedrich Bollnow das Wechselverhältnis von Raum und Mensch untersucht.

Die Debatten um Raum, Räumlichkeit und Verräumlichung in den Sozial- und Kulturwissenschaften richten sich dabei allgemein auf raumkonstituierende Praktiken und hinterfragen Repräsentationstechniken und -formen. Im Verfahren des „Mapping“ werden z. B. methodische Umsetzungen erprobt, sodass Mapping als kunstpädagogische Kategorie in ein Modell der Konstruktion, Organisation und Ordnung von Raum eingesetzt und transformiert wird, dem wiederum neue Kartierungsfelder, so genannte „Mental Maps“ entsprechen. Dadurch werden zugleich Überlappungen zu anderen Turns und deren Gegenstandsbereichen ersichtlich, die insgesamt gekennzeichnet sind durch ein verstärktes Visualisierungsbedürfnis.

Für die Auseinandersetzung mit einer Kunst, die im 20. Jahrhundert und verstärkt seit den späten 1960er Jahren ganz neue Raumformen erprobt, benötigen wir solche, den geometrischen Raum erweiternde Kategorien. Parallel zum „Spatial Turn“ in den Wissenschaften lässt sich in der Kunst selbst eine Wende zum Raum beobachten. Verstärkt widmen Künstlerinnen und Künstler sich dem Betrachtarraum und erweitern dadurch den Bild- oder Ausstellungsraum um Handlungs- und Erfahrungsräume.

Von besonderem Interesse für das im Fach Kunst angesiedel-

te Forschungsprojekt zum „Spatial Turn“ sind dabei also jene Veränderungen, die im Bereich des Medialen, des Performativen, Ästhetischen und Künstlerischen stattfinden.

Bildraum und Raumbild

Überlegungen, wie diese Veränderungen in Bildern zum Ausdruck gelangen, leiten über zu Disziplinen, die sich kritisch mit der Konstruktion von Bildräumen und Raumbildern auseinandersetzen. Rückblickend auf die abendländische Raumdiskussion, die zeitgenössische Raumtheorien bis heute prägt, rekonstruiert die Kunsthistorikerin Karin Leonhard die Paradigmen der Bildraumkonstruktion in der Malerei der frühen Neuzeit exemplarisch im Werk Giottos (Abbildung 1). Die Revision des bis dahin geltenden Bildraumes liegt darin, dass der Maler um 1300 erstmals Räume darstellt, in denen Handlungen verortet sind, die auf der Beweglichkeit und Aktionsmöglichkeit von menschlichen Körpern basieren, denen eigene Wirkkräfte zugestanden werden. Der Körper wird selbst produktiv und ist nicht länger von außen bestimmt. Leonhard zeigt den engen Zusammenhang von Raum- und Bewegungstheorie auf. Bilderzählungen ermöglichen die Darstellung sozialer Räume innerhalb geometrischer Raumkästen, die im Werk Giottos zwischen topologischen Ortsmodellen und zentralperspektivischen Raumcontainern angesiedelt sind. Giotto stellt damit den Beginn eines neuen Bildbegriffs dar, der die Malerei für die nächsten Jahrhunderte bestimmt.

Die Frage nach der Beziehung zwischen Bildraum und Betrachter ist auch Thema in exemplarischen Werken der zeitgenössischen Malerei, wie zum Beispiel im heterogenen Werk von Sigmar Polke. Zu beobachten in den installativen, aber auch in den malerischen Arbeiten ist, dass Polkes „Peinture“ (vgl. Benjamin Buchloh) eine eigentümliche Dynamisierung hervorruft, die sich gleichermaßen auf den Betrachtarraum wie auch den Bildraum bezieht. Die von Polke bereits in den 1960er Jahren entworfenen Raumotive, wie u. a. das „Kartoffelhaus“ (1967) oder auch „Bühne, Labor, Wohnzimmer“, womit sich Sabiene Autsch u. a. in ihrem Habilitationsvortrag intensiver auseinandergesetzt hat, kommen in ihrer Architektur als flüchtig, instabil, transi-



Abb. 3: Franz Erhard Walther, Kurz vor der Dämmerung, 1. Werksatz, 1967.

torisch oder performativ zum Ausdruck. Charakteristisch dabei ist, dass Räume bei Polke erst im spielerischen Gegen- und Miteinander verschiedener Handlungen und Bewegungen erzeugt werden. Der vermeintlich geometrische und statische Bildraum, wie im Beispiel des „Kartoffelhauses“, einer Holzgitterkonstruktion, an die in regelmäßigen Abständen Kartoffeln aufgespießt sind, transformiert unter dem Einfluss des Wachstumsprozesses der Kartoffeln in einen dynamischen Bildkörper. Die stark an mediale Kunstformen gebundene Interaktion ruft Polke allerdings vor allem mit den Mitteln der Malerei, d. h. mit irrisierenden und changierenden, zum Teil gefährlichen Farbmischungen wie z. B. dem Schweinfurter Grün hervor. Polkes Interesse an chemischen Prozessen und Reaktionen, seine experimentelle Lust am Zufälligen und seine wissenschaftlichen Exkurse in Nachbardisziplinen, die ihn immer wieder in die Nähe zur Kunst der Alchemisten oder Ethnografen gerückt haben (H. Forster, 1996), besitzen daher auch entscheidenden Einfluss auf die spezifische Inszenierung der Räume. Das dadurch gewonnene Wissen über Mineralfarben und Pigmente einerseits und Wirkungsrelevanz andererseits versteht er für die interaktiven Malereien mit spezifischer Changeantwortung entsprechend einzusetzen (Abbildung 2).

Ein anschauliches Beispiel für die so genannte interaktive Farbmalerie Polkes repräsentiert die Inszenierung des Deutschen Pavillons auf der Biennale von Venedig (1986). Durch das Auftragen von hydrosensiblen Farben (in Form einer Kobaltchloridlösung) reagierten die Wände wie eine atmende Haut auf die klimatischen Veränderungen der Lagunenstadt und begannen sich dadurch farblich zu verändern. Bei feuchter Luft nahmen sie eine rötliche, bei trockener Luft eine bläuliche Farbe an. Der Ausstellungsraum im historischen Pavillon auf dem Gelände der Biennale transformiert auf diese Weise in ein Labor, in dem der „Athanor“, der so genannte alchemistische Brenn- oder Schmelzofen, einen festen Platz einnimmt. Zugleich transformiert die Kunstrezeption im Wissen über die exponierte Farbzusammensetzung in eine bewusstwerdende Körperrezeption, die fortan durch das Atmen oder durch eine

insgesamt distanzierte Körperhaltung initiiert wird. Auf diese Weise durchkreuzt Polke die Malerei und öffnet seine Bildräume für inner- und außerbildliche Bewegungen. Das Bild durchläuft daher eine anthropologische Veränderung und kann, nach Hans Belting, dadurch selbst als ein Bildkörper betrachtet werden, der mit dem Betrachterkörper aufs Engste korrespondiert.

Skulptur als Raumkunst. Erfahrungs- und Handlungsräume

Als „Raumkunst“ unterscheidet sich die Skulptur dadurch von der Malerei, dass man sich ihr nähern, sie umrunden, sie in manchen Werken sogar durchschreiten kann. Denn sie befindet sich im Raum, den sie mit dem Betrachtenden in seiner Körperlichkeit teilt und tritt dadurch in unmittelbare Beziehung zum Rezipienten. Nach Max Imdahl liegt der Wahrnehmungsunterschied zwischen Malerei und Skulptur darin, dass „ich mich zur Fläche nur distanziert, nie kooperativ verhalten kann“ (Frankfurt a. M. 1996, S. 313). Schon Denis Diderot beschreibt 1763 in seinen „Ästhetischen Schriften“, auf welche Weise die Skulptur eine spezifische Kommunikation herausfordert: „Ein Gemälde betrachte ich; mit einer Statue muß ich reden.“ (Frankfurt a. M. 1968, S. 468). Der Skulptur ist durch ihren raumgreifenden Charakter ein interaktives Moment also immer schon inhärent. Ihre



Abb. 4: Erwin Wurm, One minute sculptures 1997, c-print 45 x 30 cm.



Abb. 5a: MARTa Herford.



Abb. 5b: Jüdisches Museum Berlin.

Vielansichtigkeit zwingt den Betrachtenden, sich selbst in Bewegung zu setzen. Mit dem Aufbrechen der in sich ruhenden und geschlossenen Form, der Auflösung kompakter Körper und der Dynamisierung des Volumens im frühen 20. Jahrhundert aber erschließen sich dem Betrachtenden neue Perspektiven und Zugriffsweisen. Doch bleibt die Einschließung und Durchdringung von Raum bei Bildhauern wie Henry Moore beispielsweise in erster Linie auf den geometrischen Raum bezogen. Eine wichtige Veränderung erfährt die Bildhauerei durch die starke Betonung der Horizontalen in der amerikanischen Kunst der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Als Voraussetzung, den Raum des Betrachters künstlerisch mit einzubeziehen, wird in den auf den Sockel verzichtenden Bodenskulpturen der Minimal Art oder den sich in den Naturraum erstreckenden Arbeiten der Land Art ein Bruch mit dem die Bildhauerei lange bestimmenden Prinzip der Vertikalität sichtbar.

Der Einbezug des Betrachters avanciert in den späten 60er Jahren des 20. Jahrhunderts zu einem zentralen Anliegen vieler Künstlerinnen und Künstler. Plastik wird zur „Handlungsform“ (Manfred Schneckenburger, *Kunstforum International* Bd. 34, 1979). Neben das hermetisch abgeschlossene autonome Objekt treten neue Skulpturkonzepte, die durch die bewusste Intervention in den Raum den Übergang zum Performativen oder Installativen markieren. Der Raum tritt nun als sozialer oder ästhetischer Erfahrungsort des Betrachters in Erscheinung und umfasst damit einen über die physische Ausdehnung hinausweisenden Erlebnischarakter. Innerhalb des Forschungsprojektes von Sara Hornäk werden künstlerische Strategien, Handlungsräume zu erschaffen, untersucht. Franz Erhard Walther beispielsweise fordert die Aktion eines „Benutzers“ heraus und vereint dabei den Raum der Kunst mit dem Raum des Betrachters. Auf dem Foto eines textilen Objektes aus dem „1. Werksatz“ (1963-1969) sehen wir neun junge Menschen, die seltsam anmutend durch die Landschaft laufen, eingefasst in eine ihre Körper zu einem sich bewegenden Gebilde zusammenziehende Stoffbahn. Aus den von Walther genähten Stücken formen die Benutzer mit ihren Körpern Skulpturen, treten in einen körpersprachlichen Kommunikationsprozess ein und ermöglichen neue Raumerlebnisse. Als Teil des Kunstwerks

existieren präzise Handlungsanweisungen, die sich auf die erforderlichen körperlichen Aktionen und Positionen beziehen. Handlungsprozesse gehen in Formprozesse über. Erst im Gebrauch der Objekte entsteht die Skulptur. Der Prozess wird zum Werk. Der demokratische Anspruch, mit dem Hierarchisierungen von Werk und Betrachter durch die Einforderung des aktiven Engagements des Rezipienten hinterfragt werden, ist als gesellschaftspolitisches Zeitzeugnis zu werten. Dieser stark veränderte Werk- und Raumbegriff ist bis heute wirksam.

Auch in den „One Minute Sculptures“ (1997) Erwin Wurms wird der Betrachter so eingebunden, dass er die Skulptur erst in der Teilnahme realisiert. Was auf den ersten Blick ähnlich erscheint, verfolgt bei genauerem Hinsehen eine andere Zielrichtung. Wenn Wurm einen Mann auf einer Tür reiten, eine Frau auf Apfelsinen liegen oder einen Mann ein Hemd am Kleiderbügel im Mund halten lässt, dann wird das Kunstwerk und dessen Wert auf subtile Weise zur Diskussion gestellt. Wurm lässt die Besucher seiner Ausstellungen mit Alltagsgegenständen posieren und eröffnet damit einen kunstphilosophischen Diskurs über die Frage, was oder wer die Kunst zur Kunst macht. Damit erweitert Wurm den Skulpturbegriff in Richtung Performance. Doch bleibt er zugleich dem Readymade verhaftet, wenn der gewöhnliche Gegenstand eines Eimers dadurch zur Kunst erhoben wird, dass er auf dem Kopf einer Ausstellungsbesucherin steckt. Implizit an Warhols Ästhetisierung des Gebrauchsgegenstandes anknüpfend entsteht die Abgrenzung des Gewöhnlichen vom Kunstwerk bei ihm nicht durch den Kontext allein, sondern vor allem durch die Transformationen durch den menschlichen Körper und die Entstehung neuer Erfahrungsräume.

Gemeinsam ist den vielfältigen Raumkonstruktionen der neuen Skulptur der letzten vier Jahrzehnte die implizite Kritik an einem scheinbar überkommenen Kunstbegriff, an Werken, die unantastbar im White Cube präsentiert werden und in ihrer Selbstreferenzialität die Lebenswirklichkeit des Betrachters nicht erreichen. Der einsetzende Wandel bleibt jedoch nicht unumstritten. Unter dem Vorwurf der Funktionalisierung und Instrumentalisierung rufen die Neuerungen Gegenpositionen in Kunst und Kunstkritik hervor. Die Auto-



Abb. 6: SILOGESPRÄCHE „Die Kunst und der Raum – Räume für die Kunst“, Gäste aus Kunst und Kunstwissenschaft, 2008-2009.

nomie, die sich die Plastik im 20. Jahrhundert mühsam erkämpft hatte, drohte dadurch verloren zu gehen, dass die Objekte zu Vehikeln bestimmter Erfahrungen gemacht wurden oder im Zuge der permanenten Entgrenzung als Objekte selbst wie in der Performance oder Concept Art ganz verschwanden. In der aktuellen Skulptur finden sich aus diesem Grunde stark heterogene Konzepte nebeneinander. Der Raum der Kunst lässt Platz für die autonome, ihren eigenen Raum behauptende Plastik ebenso wie für die interaktive Installation, die in den Erfahrungsraum des Betrachters interveniert.

Museale Räume.

White Cube und die Museumsarchitektur

In diesen Zusammenhang eingeordnet ist die zeitgenössische Museumsarchitektur, die im Zuge postmodernen Denkens und Bauens der 1980er und 1990er Jahre nicht mehr als Zweckbau, sondern stärker als Kunstobjekt und autonomes Exponat, als „Bauskulptur“ begriffen und konzipiert wurde und auf diese Weise in die Gestaltung bzw. Inszenierung der Innenräume zunehmend mit eingreift. Die neuen Kunstmuseen sind attraktive Erlebnisorte, die neue, veränderte Räume für ein verändertes kulturelles Verhalten anbieten. Mit der Kategorie „Kunstobjekt“ aufs engste verbunden ist der Gedanke des Gesamtkunstwerks und der Synthese, was sich in den Museumsbauten von Frank O. Gehry in Bilbao oder Herford oder von Daniel Libeskind in Berlin beispielhaft repräsentiert (Abbildungen 5a und b). Kunstmuseen setzen städtebauliche Akzente; sie sind zu kommunalpolitischen Renommier-Projekten avanciert, zu wirtschaftlichen Standortfaktoren und Tourismusmagneten mit zusätzlichen Serviceangeboten. Analog zu diesen Entwicklungen wurden die musealen Sammlungen stark vernachlässigt, was sich auch in der Art der Präsentation zeigte: Weniger als enzyklopädische Übersicht, sondern vielmehr als populäre Sonderausstellungen zielten sie als Massenveranstaltungen auf kollektive Erfahrungen eines

möglichst breiten Publikums ab. Welche Konsequenzen die sich stark an künstlerischen Kategorien und Praktiken orientierten Bauten nicht nur für die „Erlebnisgesellschaft“, sondern vor allem für die kuratorische Praxis haben, erläuterte Jan Hoet, der bis 2009 künstlerischer Leiter des MARTa Herford war, im Rahmen der SILOGESPRÄCHE. Dabei geht er von einem autonomen Raumverständnis aus, in dem weder Werk noch Raum oder Betrachter in Konkurrenz zueinander stehen. Seine kuratorischen Entscheidungen orientieren sich dabei sehr stark an den Künstlerateliers, in denen Hoet außerdem Intensität (des künstlerischen Prozesses) und Authentizität (des Künstlers) gleichermaßen eingeschrieben sieht. In der so genannten „Post Bilbao-Ära“ scheinen nunmehr architektonische Prägnanz, Eventisierung und Kommerzialisierung selbstverständliche Strategien der Museumspolitik geworden zu sein. Zu beobachten ist, dass auf die bauliche Dynamisierung und Expressivität, auf die schwungvolle skulpturale Gebärde mit einer neuen Sachlichkeit, d. h. mit einer Reduktion auf elementare Formen der Gegenständlichkeit oder der Leere geantwortet wird (vgl. Frank Maier-Solgg, 2002; Mimi Zeiger, 2006).

Die Leere des White Cube, d. h. der Museumsraum als leerer Raum, findet in der Kunst und Kunstgeschichte zahlreiche Vorgänger, exemplarisch im Projekt von Yves Klein „Le Vide“ (1958). Raum folgt bei Klein, der sich zentral auf Gaston Bachelards „Poetik des Raums“ bezog, einer phänomenologischen Auffassung, wonach dieser als Behälter innerer Qualitäten definiert werden kann. Deutlich wird diese Raumvorstellung in der spezifischen Choreografie der Rezeption, die in dem ausgeräumten Galerieraum von Iris Clert in Paris, in dem kein materielles Objekt des künstlerischen Schaffensprozesses ausgestellt war, einer spezifischen Lenkung unterworfen wurde. Denn es ist der Ausstellungsbesucher, der hier das Verhältnis zwischen außen und innen ganz zentral durch bzw. über seinen Körper definiert, indem er das Außen in das Innen trägt. Der weiße, leere Raum kann somit als Wahrnehmungsphänomen, als eine „Demonstrati-

on der reinen Wahrnehmung“, verstanden werden, was Bezug nimmt auf die 1976 formulierten Überlegungen Brian O’ Dohertys, der in seiner Ideologie des Galerieraums vom „Ghetto Space“ spricht (Brian O’ Doherty, Inside the White Cube, 1976/1986). So wie die Leere, so birgt auch das Weiß, als Konzentrat aller Farben, zugleich eine unsichtbare Fülle. Der entmaterialisierte, weiße, leere Raum transformiert durch diesen körperlichen Transfer in einen immateriell aufgefüllten Raum.

Die den SILOGESPRÄCHEN gemeinsame Zielrichtung einer in dieser Weise verstandenen „ästhetischen Raumbetrachtung“ kann vordergründig in der Frage gesehen werden, inwieweit neue installative und interaktive Kunst- und Inszenierungsformen zugleich den Raum der aktuellen Kunst verändern und neue Allianzen zwischen den Künsten, der Skulptur und den Neuen Medien sowie dem Museum und der Öffentlichkeit entstehen lassen.

Literatur

MICHEL FOUCAULT: „ANDERE RÄUME“. IN: K. BARCK, P. GENTE, H. PARIS UND ST. RICHTER (HRSG.): AISTHESIS. LEIPZIG 1990, S. 34-46.

BORIS GROYS: TOPOLOGIE DER KUNST. MÜNCHEN 2003.
FRANK MAIER-SOLGK: DIE NEUEN MUSEEN. KÖLN 2002.
MAURICE MERLEAU-PONTY: PHÄNOMENOLOGIE DER WAHRNEHMUNG. BERLIN 1965.

VICTORIA NEWHOUSE: WEGE ZU EINEM NEUEN MUSEUM. MUSEUMSARCHITEKTUR IM 20. JAHRHUNDERT. OSTFILDERN-RUIT 1998.

BRIAN O’ DOHERTY: INSIDE THE WHITE CUBE. THE IDEOLOGY OF THE GALLERY SPACE. SANTA MONICA/SAN FRANCISCO 1976/1986.

MANFRED SCHNECKENBURGER: „PLASTIK ALS HANDLUNGSFORM“. IN: KUNSTFORUM INTERNATIONAL. Bd. 34 (1979), S. 20-115.

ERWIN WURM: THE ARTIST WHO SWALLOWED THE WORLD. OSTFILDERN-RUIT 2006.

MIMI ZEIGER: MUSEEN HEUTE. NEUE HÄUSER FÜR DIE KUNST. MÜNCHEN 2006.

Eine umfangreiche Dokumentation der Themen, der beteiligten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, Künstler und Künstlerinnen sowie eine Reihe von Videoaufzeichnungen der Gespräche und Vorträge der Silogespräche finden sich unter: <http://groups.uni-paderborn.de/silogespraech/>

Kontakt

Prof. Dr. Sara Hornäk

Prof. Dr. Sabiene Autsch

Kulturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Kunst, Musik, Textil

Fach Kunst

05251 60-2979 -2985

sara.hornaek@upb.de

sabiene.utsch@upb.de

Beschleunigung für die Datenautobahn der Zukunft

Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen für die Professoren Reinhold Noé (CeOPP) und Ulrich Rückert (HNI)

Prof. Dr. Reinhold Noé, Prof. Dr. Ulrich Rückert

Der kontinuierliche Anstieg des weltweiten Datenverkehrs erfordert neue Datenübertragungskonzepte für die optischen Weitverkehrsstrecken, die das Rückgrat des weltweiten Kommunikationsnetzes bilden. Eine vielversprechende Möglichkeit, die Kapazität der bestehenden Glasfaser-Infrastruktur zu erhöhen, ist der Einsatz von mehrstufigen Modulationsverfahren in Kombination mit Polarisationsmultiplex und kohärentem Empfang. Zwar werden aufwendige Sender und Empfänger benötigt, um mehrere Informationseinheiten (Bit) pro optischem Symbol zu übertragen, aber diese neue Technologie ermöglicht auch eine sehr effiziente Nutzung der vorhandenen Infrastruktur, d. h. der verlegten Glasfasern. Die technische Herausforderung bei der Realisierung eines solchen praxistauglichen Übertragungssystems besteht in der Kompensation unterschiedlicher zeitvarianter Störfaktoren bei sehr hohen Symbolraten, die einen fehlerfreien Empfang der übertragenen Daten andernfalls verhindern. Die Entwicklung kohärenter optischer Empfänger profitiert dabei von den Fortschritten in der integrierten Schaltungstechnik, die eine digitale, massiv parallele Realisierung der erforderlichen Signalverarbeitung ermöglicht. Am 17. November 2008 wurden die beiden Paderborner Professoren Noé und Rückert für ihre Spitzenforschung auf dem Gebiet der optischen Nachrichtentechnik mit dem Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen in der Kategorie „Innovation“ ausgezeichnet.



Abb. 1: Mit dem Innovationspreis Nordrhein-Westfalen für herausragende marktrelevante Forschung und forschungsbasierte Innovation zeichnete die Landesregierung vertreten durch Innovationsminister Andreas Pinkwart (links) die Paderborner Professoren Reinhold Noé (rechts) und Ulrich Rückert (Mitte) aus.



Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé leitet das Fachgebiet Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik. Unterstützt von der Studienstiftung des deutschen Volkes studierte er Elektrotechnik an der TU München. 1987 promovierte er dort. Nach einem Jahr bei Bellcore (USA) ging er zu Siemens. 1992 wurde er nach Paderborn berufen. Er hat über 220 Publikationen veröffentlicht und ist in 160 Patentanmeldungen/Patenten als Erfinder genannt.



Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert leitete das Fachgebiet Schaltungstechnik im Heinz Nixdorf Institut. Er studierte Informatik an der Universität Dortmund und promovierte dort 1989 in der Elektrotechnik. Bevor er 1995 nach Paderborn berufen wurde, war er zwei Jahre Universitätsprofessor im Bereich Mikroelektronik an der TU Hamburg-Harburg. Seit Oktober 2009 leitet er das Fachgebiet „Kognitronik und Sensorik“ an der Universität Bielefeld.

2008 erhielten Noé und Rückert den Innovationspreis des Landes NRW in der Kategorie Innovation.

Einführung

Faseroptische Nachrichtennetze sind heute eine entscheidende Grundlage der Informationsgesellschaft. Die ersten Glasfaserstrecken wurden in den 1980er Jahren installiert und haben sich seither in der Weitverkehrstechnik, in Metronetzen und in lokalen Netzen mit hohen Datenraten durchgesetzt. Vorangetrieben durch die Datenkommunikation und immer neue Internetanwendungen steigen die weltweiten Anforderungen an Übertragungsbandbreite und Systemkapazität sehr schnell, sodass ein großer Bedarf zum Ausbau der bestehenden Netzinfrastruktur besteht.

In heutigen Glasfasernetzen wird als Modulationsverfahren die Intensitätsmodulation, das so genannte „On-Off-Keying“ (OOK), eingesetzt. Hierbei wird jedes einzelne Bit in ein optisches Zeichen (Symbol) übersetzt. Die Übertragungsrate der Symbole wird jedoch auf einem faseroptischen Kanal durch Dispersionseffekte, d. h. durch die zeitliche Ausweitung der Sendeimpulse, begrenzt. Zwar wurden in den vergangenen

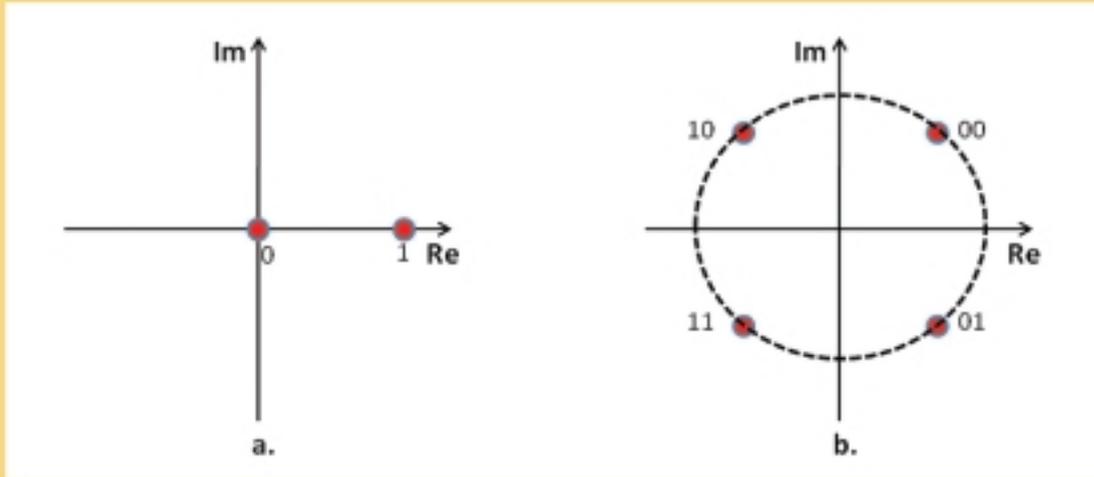


Abb. 2: Konstellationsdiagramme für die Modulationsformate OOK (links) und QPSK (rechts). Während bei OOK nur zwischen Null und Eins unterschieden wird, gibt es bei QPSK vier verschiedene Möglichkeiten, sodass mit jedem Symbol eine zweistellige Binärzahl (00, 01, 10, 11) übertragen werden kann.

Jahren Glasfasern mit verbesserten Dispersionseigenschaften entwickelt, die höhere Symbolraten ermöglichen, allerdings würde ein Austausch der verlegten Fasern erhebliche Kosten verursachen. Eine interessantere Alternative bietet der Einsatz höherwertiger Modulationsverfahren, wie zum Beispiel der Quadraturphasenumtastung (QPSK). Bei diesem Verfahren werden in einem Symbol gleich mehrere Bits (Informationseinheiten) untergebracht, sodass sich die Kanalkapazität bei gleichbleibender Symbolrate entsprechend vergrößert. In Abbildung 2 sind die Formate OOK und QPSK in Form von Konstellationsdiagrammen gegenübergestellt. Jedes gültige Symbol wird dabei als Punkt in der komplexen Zahlenebene dargestellt. Man erkennt, dass jedes QPSK-Symbol einen Informationsgehalt von 2 Bit besitzt.

Weiterhin lassen sich zwei senkrecht zueinander polarisierte Trägerwellen getrennt modulieren und zeitgleich über eine einzelne Glasfaser übertragen. Man erhält also zwei unabhängige Kanäle auf der gleichen optischen Frequenz. Durch den Einsatz dieses als Polarisationsmultiplex (PM) bezeichneten Verfahrens verdoppelt sich die Kanalkapazität nochmals.

In der Praxis verhinderten bislang eine Vielzahl von Störfaktoren sowie die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit im Empfänger den kommerziellen Einsatz von QPSK und PM. Erst die Fortschritte auf dem Gebiet der integrierten Schaltungstechnik ermöglichen heute die Rekonstruktion des übertragenen Signals mit Hilfe digitaler Signalverarbeitung. Schnelle Umwandlung der analogen Empfangssignale in einen digitalen Datenstrom und dessen Auffächerung durch spezielle schnelle Schaltungen (Demultiplexer) sind weitere unabdingbare Voraussetzungen zur Umsetzung der beschriebenen Konzepte.

Im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten und durch die Universität Paderborn koordinierten Projekts „synQPSK“ wurde in den vergangenen Jahren ein Übertragungssystem realisiert, das unter Verwendung der Quadraturphasenumtastung (QPSK) in Kombination mit Polarisationsmultiplex (PM) die Kapazität der bestehenden optischen

Glasfasernetze vervierfacht. Die Arbeitsgruppen von Professor Noé und Professor Rückert entwickelten hierzu leistungsfähige und ressourceneffiziente Verfahren und Komponenten für die digitale Signalverarbeitung. Professor Noé ist mit seinem Fachgebiet „Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik“ Mitglied im CeOPP, dem interdisziplinären Paderborner Zentrum für Optoelektronik und Photonik, während Professor Rückert mit seinem Fachgebiet „Schaltungstechnik“ dem Heinz Nixdorf Institut (HNI) angehört.

Übertragungssystem

Abbildung 3 zeigt das entwickelte Übertragungssystem mit QPSK-Modulation und Polarisationsmultiplex (PM-QPSK) für eine Übertragungsrate von 40 GBit/s. Die eingehenden Daten werden zunächst vorkodiert und anschließend mit Hilfe von zwei QPSK-Modulatoren auf den beiden PM-Kanälen gesendet. Nach der Übertragung über den optischen Kanal werden beide Polarisierungen im Empfänger getrennt und anschließend innerhalb spezieller optischer Bauelemente, die man als 90°-Hybride bezeichnet, jeweils mit dem Strahl eines lokalen Lasers optisch demoduliert und nach Inphasen- und Quadraturkomponente getrennt (kohärenter Empfänger). Nach der Übertragung der Signalkomponenten in den elektrischen Bereich mit Hilfe paarweise angeordneter Photodioden erfolgt die Rückgewinnung der übertragenen Daten innerhalb der digitalen Signalverarbeitungseinheit (DSPU).

Durch die Übertragung auf dem optischen Kanal werden die Sendesymbole erheblich verzerrt. Abbildung 4 zeigt die Auswirkungen der einzelnen Störgrößen auf den Symbolraum. Die gesendeten QPSK-Symbole erscheinen senderseitig zunächst auf vier einzelne Punkte konzentriert (Abbildung 4a). Durch den Rauschanteil der Faserverstärker werden die Symbole in der Umgebung dieser Punkte verteilt, die vier möglichen Zustände lassen sich jedoch noch gut unterscheiden (Abbildung 4b). Während der Übertragung über die Glasfaser treten jedoch Polarisationsseffekte auf, die zu einem Übersprechen zwischen den beiden Polarisations-

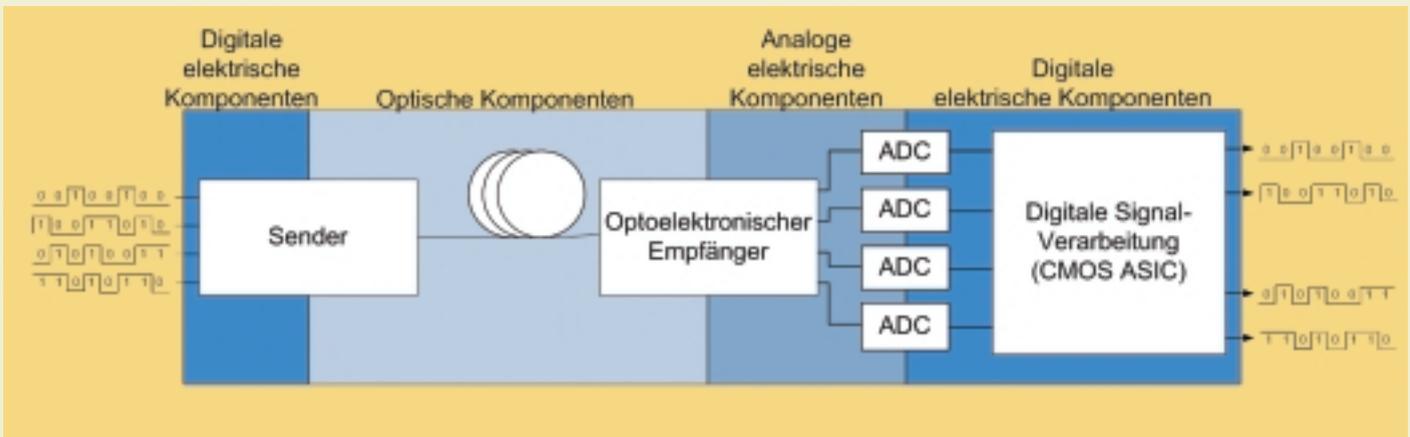


Abb. 3: QPSK-Übertragungssystem: Durch die Nutzung höherwertiger Modulationsverfahren und Polarisationsmultiplex wird die Übertragungsrate bestehender Glasfaserübertragungsstrecken vervierfacht.

moden sowie zu polarisationsabhängigen Dämpfungen führen können (Abbildung 4c). Diese Effekte führen zu einer kleblattförmigen Aufblähung der Punktwolken, die nun nicht mehr scharf voneinander abgegrenzt sind. Während der optischen Demodulation im kohärenten Empfänger entsteht durch die unvollkommene Abstimmung zwischen senderseitigem und empfängerseitigem Laser eine Zwischenfrequenz, die zu einer unregelmäßigen Rotationsbewegung des Koordinatensystems führt. Die Punktwolken aus den mittleren Abbildungen verschmelzen dadurch zu einem Ring, in dem zunächst keine Unterscheidung der gesendeten Symbole mehr möglich erscheint (Abbildung 4d). Die Aufgabe der im Folgenden beschriebenen digitalen Signalverarbeitung ist es daher, zunächst die Störungen aus dem optischen Bereich zu kompensieren (Trägerrückgewinnung, Polarisationsregelung), sodass anschließend mit ausreichender Zuverlässigkeit entschieden werden kann, welches Symbol eigentlich gesendet wurde (Datenrückgewinnung).

Vorwärtsgekoppelte Trägerrückgewinnung

Eine zentrale Herausforderung bei der kohärenten Übertragung ist die Schätzung der Zwischenträgerschwingung, die man sich als Drehbewegung im Symbolraum vorstellen kann. Die beiden nicht exakt aufeinander abgestimmten Laser verursachen zum einen eine niedrige Zwischenträgerfrequenz vergleichbar mit einem Schwebungston in der Akustik, zum anderen rauschen beide mehr oder weniger stark, wodurch die Zwischenträgerfrequenz unregelmäßig wird (Phasenrauschen). Eine unregelmäßige und sehr schnelle Bewegung, nämlich der resultierende Phasenverlauf, muss also in Echtzeit geschätzt werden. Eine exakte Rückgewinnung des Phasenverlaufs ist nicht möglich, allenfalls eine gute Schätzung. Während dieses Schätzprozesses wird das ursprüngliche Signal zwischengespeichert und verzögert, damit der geschätzte Phasenverlauf an der zeitlich richtigen Stelle verwendet werden kann. Durch diese als Vorwärtskopplung bekannte Methode kann bei der Phasenschätzung sogar in begrenztem Maße auf „zukünftige“ Werte zugegriffen werden.

Die bekannten Standardmethoden aus der Literatur für

derartige Schätzprobleme sind mathematisch recht aufwendig, sie erfordern z. B. Multiplikationen komplexer Zahlen und gewichtete Mittelwerte. Im Rahmen des Projektes synQPSK wurde eine neuartige, winkelbasierte Phasenschätzmethode entwickelt, die besonders hardwareeffizient und schnell ist: Es werden keine komplexen Berechnungen und mehrfachen Koordinatenumwandlungen benötigt, nur ganzzahlige reelle Additionen und Subtraktionen mit wenigen Stellen. Dadurch verkürzt sich auch die Zwischenspeicherungszeit bei der Vorwärtskopplung erheblich.

Adaptive Polarisationsregelung

Die Polarisationsregelung ist beim Einsatz von Polarisationsmultiplex nötig, um die beiden Datenkanäle wieder voneinander zu trennen. Das ist zwar nicht ganz so zeitkritisch wie die oben beschriebene Trägerphasenrückgewinnung, dafür aber mathematisch viel anspruchsvoller. Das empfangene Symbolpaar (mathematisch ein Vektor) muss zur Kompensation unterschiedlicher Dämpfungen und des Übersprechens

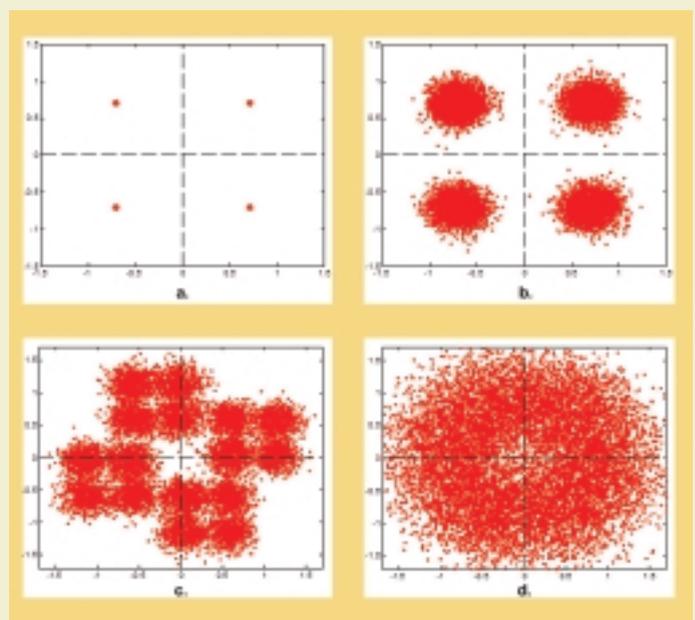


Abb. 4: QPSK-Symbole unter dem Einfluss unterschiedlicher Störfaktoren (v. l.): a) ungestörtes Sendesignal b) optisches Rauschen c) Polarisationsübersprechen.

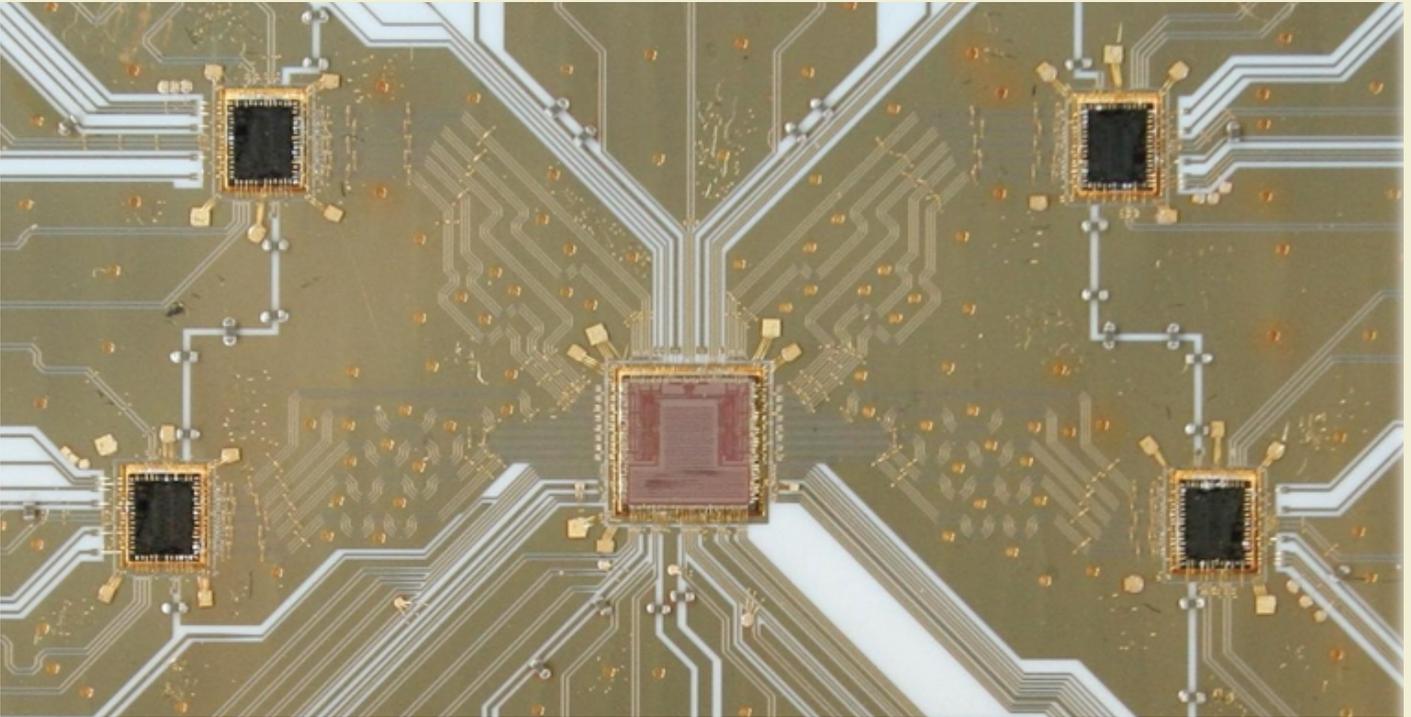


Abb. 5: Digitaler QPSK-Empfänger für eine Datenrate von 40 GBit/s – CMOS-Signalverarbeitungsbaustein mit vier SiGe-ADCs.

mit einer Matrix multipliziert werden. Beschreibt man diesen Vorgang mit reellen Zahlen, so sind jeweils 16 Multiplikationen erforderlich, weil die Kompensationsmatrix $4 \times 4 = 16$ reelle Koeffizienten besitzt. Das Hauptproblem besteht in der gleichzeitigen optimalen Einstellung dieser 16 Koeffizienten. Die eigentliche Polarisationsregelung vergleicht das Ergebnis der Kompensation, also einen Vektor, mit einem theoretischen Optimum, das sich nach der Trägerphasen- und Datenrückgewinnung rekonstruieren lässt und ebenfalls ein Vektor ist. Mathematisch besteht dieser Vergleich zunächst in einer Korrelation der beiden Vektoren, deren Ergebnis wiederum eine Matrix ist. Nach zeitlicher Mittelung und einigen Umrechnungen kann die Korrelationsmatrix verwendet werden, um die Kompensationsmatrix zu verbessern, wobei man den in der Regelungstechnik häufigen Kompromiss von Schnelligkeit und Genauigkeit eingehen muss. Da die optische Übertragungsstrecke selbst sich zeitlich schnell ändern kann, hat hier im Allgemeinen die Schnelligkeit den Vorrang und wird eher begrenzt durch Stabilitätsbetrachtungen in der Matrizenrechnung als durch Genauigkeitsanforderungen. Den Arbeitsgruppen von Prof. Noé und Prof. Rückert ist nach der weltweit ersten kohärenten Echtzeitübertragung von QPSK-Symbolen (2006) auch die Erweiterung auf geregeltes Polarisationsmultiplex gelungen; bis heute setzen der verwendete Algorithmus und seine Implementierung bezüglich Regelgeschwindigkeit und Hardwareeffizienz Maßstäbe.

Digitale Signalverarbeitungseinheit

Die beschriebenen Signalverarbeitungsverfahren wurden nach erfolgreicher Simulation zunächst prototypisch im Rahmen von Echtzeitexperimenten bei niedrigen Datenraten evaluiert und optimiert. Der Prototyp bestand aus kommer-

ziell verfügbaren Analog-Digital-Umsetzern (ADCs) und einem programmierbaren Logikbaustein (FPGA) zur Implementierung der Signalverarbeitung. Aufgrund der speziellen Anforderungen und der hohen Datenraten innerhalb kommerzieller optischer Übertragungssysteme mussten für die Signalverarbeitungsverfahren neue Komponenten entwickelt werden.

Abbildung 5 zeigt den digitalen QPSK-Empfänger für eine Übertragungsrate von 40 GBit/s bestehend aus vier schnellen Analog-Digital-Umsetzern und einem Signalverarbeitungsbaustein in der Mitte. Alle fünf Einzelkomponenten sind auf einer speziellen hochfrequenztauglichen Keramik aufgebaut.

Die vier Analog-Digital-Umsetzer wurden aufgrund der hohen Anforderungen an Schaltgeschwindigkeit und Frequenzverhalten in Silizium-Germanium-Technologie (SiGe) realisiert und beinhalten jeweils 3 378 Transistoren auf einer Fläche von $5,4 \text{ mm}^2$. Sie erreichen über 10 Milliarden Abtastungen pro Sekunde bei einer Auflösung von 5 Bit. Der Signalverarbeitungsbaustein wurde in einer 130 nm CMOS-Technologie realisiert. Er enthält neben den zuvor beschriebenen Verfahren zur Trägerrückgewinnung und Polarisationsregelung auch eine Taktrückgewinnung sowie eine Schnittstelle zur Überwachung und Steuerung des Bausteins. Um die geforderte Verarbeitungsgeschwindigkeit erzielen zu können, wurde eine massiv-parallele Architektur gewählt. Die Implementierung der Signalverarbeitung erfolgte teilautomatisiert auf Basis vordefinierter Logikgatter, den so genannten Standardzellen. Für die Anbindung der schnellen seriellen Eingangsdaten an die parallele Signalverarbeitung mussten zudem schnelle Demultiplexer entwickelt und in den Baustein integriert werden. Abbildung 6 zeigt vergrößerte Aufnahmen des Signalverarbeitungsbausteins sowie eines ADC. Anhand der Struktur lässt sich deutlich die

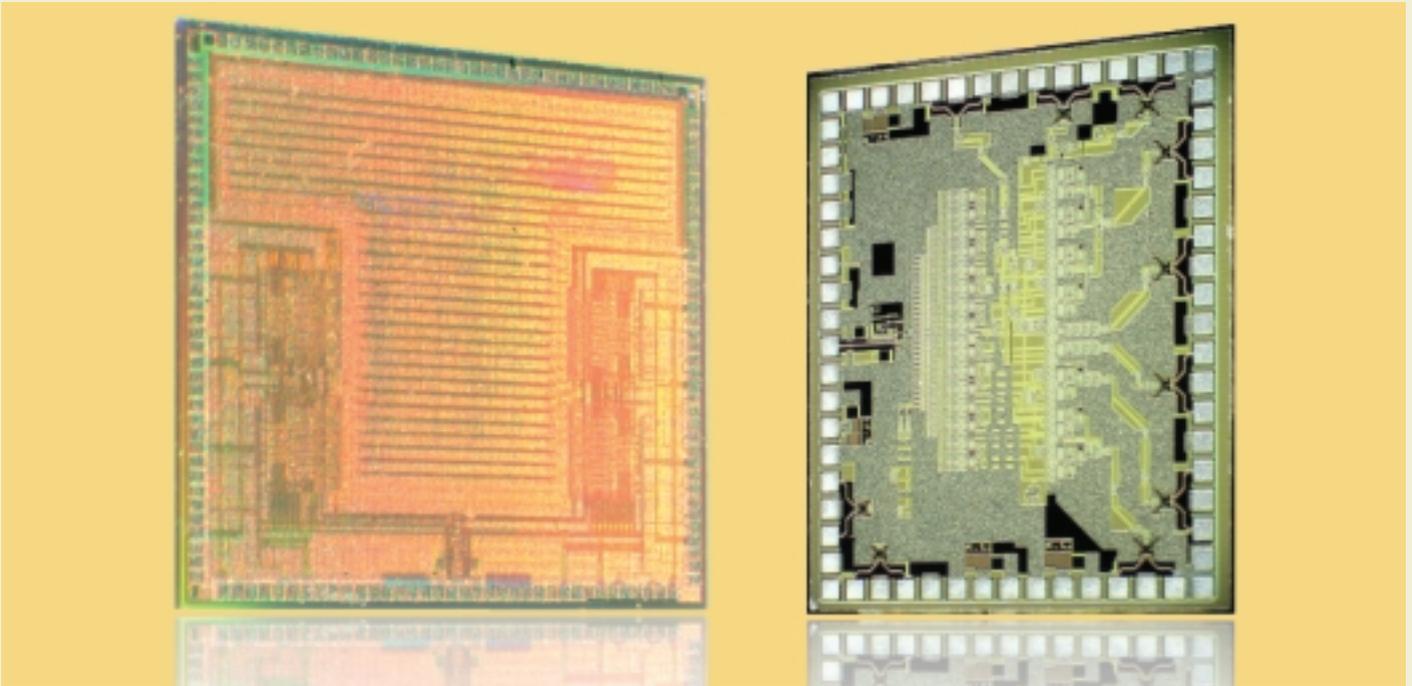


Abb.6: In Paderborn entwickelte Einzelkomponenten des digitalen Empfängers – Signalverarbeitungsbaustein in 130 nm CMOS-Technologie (links); 10GSPS-ADC in SiGe-Technologie.

Signalverarbeitung in der Form eines „T“ erkennen. Sie besteht aus 370 000 Logikgattern. Umgeben wird die Signalverarbeitung von den vier manuell erzeugten Demultiplexern für die hohen Geschwindigkeitsanforderungen. Dieser Schaltungsteil beinhaltet 12 000 einzelne Transistoren. Der gesamte Signalverarbeitungsbaustein besitzt eine Fläche von 15,74 mm².

Aktuelle Forschungstrends

Die Diskussion über den geplanten neuen 100 Gbit/s-Standard für das Ethernet-Protokoll hat auch das Interesse an kohärenter Übertragung mit höherstufigen Modulationsverfahren und Polarisationsmultiplex neu entfacht. Mit den erzielten Ergebnissen ist ein Übergang vom etablierten 10 Gbit/s-Standard auf 40 Gbit/s möglich, darüber hinaus werden verschiedene Formate der Quadratur-Amplituden-Modulation (QAM) diskutiert. Diese Formate lassen sich wie QPSK als Punktmuster im Konstellationsdiagramm darstellen, jedoch mit mehr Punkten und entsprechend höherem Informationsgehalt. Die eigentliche Symbol-Übertragungsrate kann man aus physikalischen Gründen nicht oder nur unwesentlich erhöhen: Dispersionseffekte, die bei 10 Gbit/s noch vernachlässigt werden können, würden die Signalqualität drastisch verschlechtern.

Einen alternativen Ansatz zum kohärenten Empfang von QPSK und QAM stellt das Orthogonale Frequenz-Multiplex (OFDM) dar. Dabei wird die gesendete Information senderseitig in ein Frequenzgemisch umgewandelt, sodass das übertragene Signal einem Rauschen ähnelt und das verfügbare Spektrum gleichmäßig ausfüllt. Im Empfänger muss dabei allerdings eine schnelle und genaue Rückübersetzung mit hohem mathematischem Aufwand erfolgen.

Zusammenfassung und Ausblick

Bei den erfolgreichen Übertragungsexperimenten, die nun durch die Verleihung des Innovationspreises gewürdigt wurden, spielten vor allem drei Paderborner Eigenentwicklungen eine Rolle: die schnellen Analog-Digital-Umsetzer, das neuartige Phasenschätzverfahren und die schnelle Polarisationsregelung. Während sich für die als separate Komponente entwickelten Analog-Digital-Umsetzer mittlerweile kommerzielle Interessenten gefunden haben, liegt die Bedeutung der ebenfalls als Hardwarekomponente vorliegenden Verarbeitungsalgorithmen vor allem darin, als Prototyp für die kommerzielle Weiterentwicklung zu dienen und zugleich Ausgangsbasis für neue Forschungen mit den QPSK-verwandten QAM-Verfahren zu sein. Bei der Entwicklung von Komponenten für den neuen 100 Gbit/s-Standard könnte die Universität Paderborn wieder eine führende Rolle spielen.

Literatur

R. NOÉ, PHASE NOISE TOLERANT SYNCHRONOUS QPSK/BPSK BASEBAND-TYPE INTRADYNE RECEIVER CONCEPT WITH FEED-FORWARD CARRIER RECOVERY, IEEE J. LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. 23, 2005, PP. 802-808.

R. NOÉ, U. RÜCKERT, Y. ACHIAM, F. J. TEGUDE, H. PORTE, EUROPEAN SYNQPSK PROJECT: TOWARD SYNCHRONOUS OPTICAL QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING WITH DFB LASERS, CTHC4, COHERENT OPTICAL TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS (COTA) TOPICAL MEETING, OSA, WHISTLER, BC, CANADA, JUNE 28-30, 2006.

S. HOFFMANN, T. PFAU, O. ADAMCZYK, R. PEVELING, M. PORRMANN, R. NOÉ, HARDWARE-EFFICIENT AND PHASE NOISE TOLE-

RANT DIGITAL SYNCHRONOUS QPSK RECEIVER CONCEPT, CTHC6, COHERENT OPTICAL TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS (COTA) TOPICAL MEETING, OSA, WHISTLER, BC, CANADA, JUNE 28-30, 2006.

T. PFAU, S. HOFFMANN, R. PEVELING, S. BHANDARE, S. K. IBRAHIM, O. ADAMCZYK, M. PORRMANN, R. NOÉ, Y. ACHIAM, FIRST REAL-TIME DATA RECOVERY FOR SYNCHRONOUS QPSK TRANSMISSION WITH STANDARD DFB LASERS, IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 18, 2006, PP. 1907-1909.

T. PFAU, R. PEVELING, F. SAMSON, J. ROMOTH, S. HOFFMANN, S. BHANDARE, S. IBRAHIM, D. SANDEL, O. ADAMCZYK, M. PORRMANN, R. NOÉ, J. HAUDEN, N. GROSSARD, H. PORTE, D. SCHLIEDER, A. KOSLOVSKY, Y. BENARUSH, Y. ACHIAM, POLARIZATION-MULTIPLEXED 2.8 GBIT/S SYNCHRONOUS QPSK TRANSMISSION WITH REAL-TIME DIGITAL POLARIZATION TRACKING, PROC. ECOC 2007, BERLIN, 8.3.3, SEPTEMBER 16-20, 2007.

M. EL-DARAWY, T. PFAU, C. WÖRDEHOFF, B. KOCH, S. HOFFMANN, R. PEVELING, M. PORRMANN, R. NOÉ, REALTIME 40 KRAD/S POLARIZATION TRACKING WITH 6 dB PDL IN DIGITAL SYNCHRONOUS POLARIZATION-MULTIPLEXED QPSK RECEIVER, IN PROC. ECOC 2008, BRUSSELS, BELGIUM, WE.3.E.4, SEPT. 21-25, 2008.

O. ADAMCZYK, R. NOÉ, 13 GSAMPLES/S 5-BIT ANALOGUE-TO-DIGITAL CONVERTER FOR COHERENT OPTICAL QPSK RECEIVER, ELECTRONIC LETTERS, 44(15): 895-896, 2008.

S. HOFFMANN, R. PEVELING, T. PFAU, O. ADAMCZYK, R. EICKHOFF, R. NOÉ, MULTIPLIER-FREE REALTIME PHASE TRACKING FOR COHERENT QPSK RECEIVERS, IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 21, 2009, PP. 137-139.

V. HERATH, R. PEVELING, T. PFAU, O. ADAMCZYK, S. HOFFMANN, CH. WÖRDEHOFF, M. PORRMANN, R. NOÉ, CHIPSET FOR A COHERENT POLARIZATION-MULTIPLEXED QPSK RECEIVER, PROC. OFC/NFOEC 2009, SAN DIEGO, CA, USA, MARCH 22-26, 2009, OThE2.

T. PFAU, S. HOFFMANN, R. NOÉ, HARDWARE-EFFICIENT COHERENT DIGITAL RECEIVER CONCEPT WITH FEEDFORWARD CARRIER RECOVERY FOR M-QAM CONSTELLATIONS, IEEE JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. 27, NO. 8, APRIL 15., 2009.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noe

Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik

05251 60-5823

noe@upb.de

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

Heinz Nixdorf Institut

05251 60-6346

rueckert@hni.upb.de

Jetzt: CITEC Exzellenzcluster

Kognitronik und Sensorik

Universität Bielefeld

0521 10 6120 50

rueckert@cit-ec.uni-bielefeld.de

Direct Manufacturing durch additive Fertigung

Oder wie ein Laser aus Pulver Bauteile wachsen lässt

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmid

An der Universität Paderborn wurde im letzten Jahr das sogenannte „Direct Manufacturing Research Center“ in Zusammenarbeit mit mehreren Industrieunternehmen gegründet. Das Firmenkonsortium besteht aus den Gründungspartnern Boeing, Evonik Industries, EOS Electro Optical Systems und MTT Technologies sowie den mittlerweile neu aufgenommenen Firmen Siemens, Stratasys, Stükerjürgen Aerospace Composites und JetAviation. Ziel dieses neuen Instituts ist es, Bauteile für die Serienfertigung direkt ohne Werkzeuge aufzubauen – quasi wie bei einem dreidimensionalen Druck. Diese Technologie wird einen enormen Wandel in der Art und Weise der Fertigung bewirken – mit großen Auswirkungen auf die Industrie und die Verbraucher. Aber auch die Konstrukteure müssen komplett umdenken. Studierende der Universität Paderborn haben hier die Möglichkeit, bereits während des Studiums die neusten Technologien kennen zu lernen und so fit zu werden für den Arbeitsmarkt der Zukunft.

Die Technologie

Die direkte Fertigung von Bauteilen unmittelbar nach der Erstellung der technischen Zeichnung ohne eine aufwändige Planung der Fertigung bis hin zur oft notwendigen Herstel-



Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmid ist Inhaber des Lehrstuhls für Mechanische Verfahrenstechnik und Umweltverfahrenstechnik an der Fakultät für Maschinenbau sowie Sprecher des Direct Manufacturing Research Centers. Sein Arbeitsgebiet ist die Partikeltechnik mit Schwerpunkten in den Bereichen Nanopartikeltechnik, Polymer-Compositmaterialien und Suspensionsrheologie.

lung von speziellen Werkzeugen würde enorme Effizienzgewinne versprechen. Genau in diese Richtung zielt die direkte Fertigung (Abbildung 1): Ausgangspunkt ist ein dreidimensionales elektronisches Modell des Bauteils (quasi eine digitale technische Zeichnung) – der sogenannte CAD-Datensatz (Computer Aided Design). Heutzutage ist es in der Industrie absolut üblich, für alle zu fertigenden Teile eine solche datengestützte 3D-Konstruktion durchzuführen, sodass diese Daten zumindest für aktuelle Bauteile allgemein verfügbar sind. Diese Daten werden dann entsprechend



Abb. 1: Grundprinzip der direkten Fertigung von der CAD-Zeichnung unmittelbar zum fertigen Endprodukt.

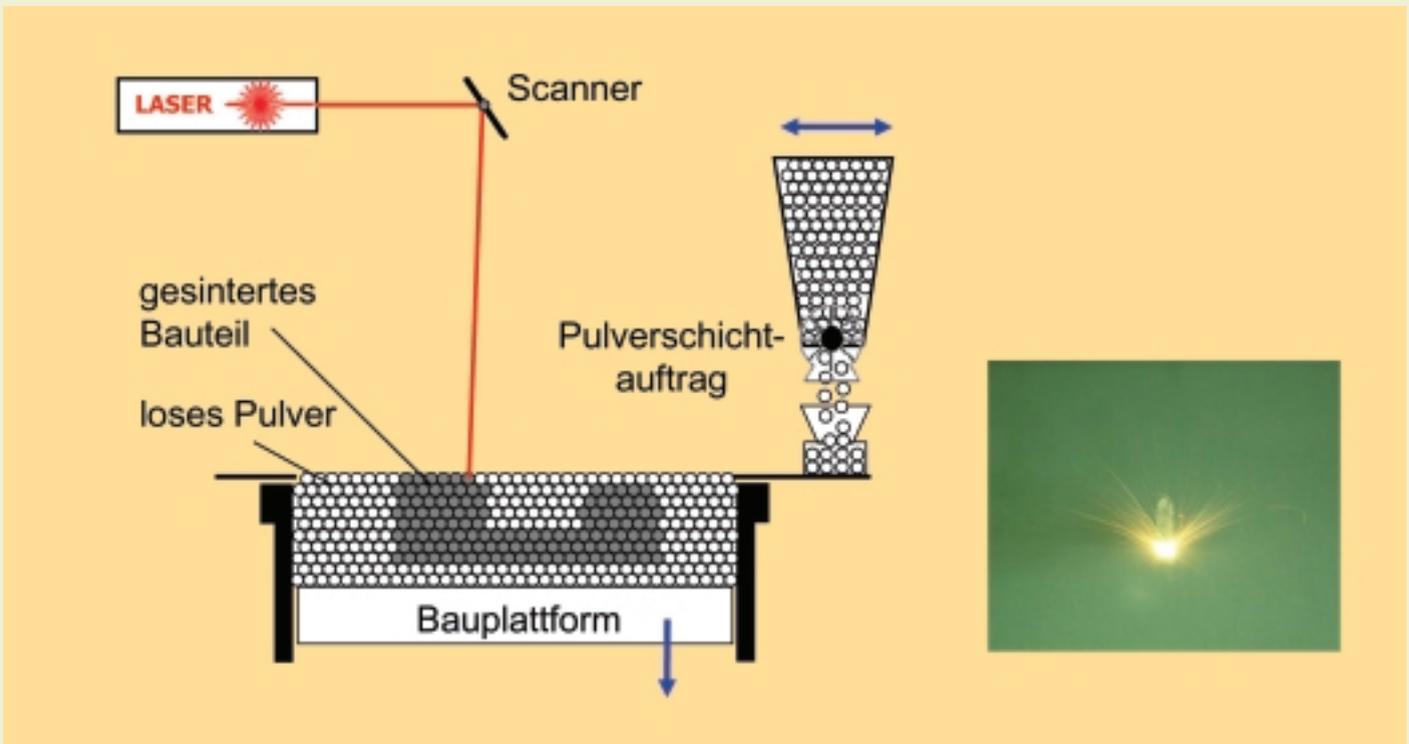


Abb. 2: Prinzip der schichtweisen (additiven) Fertigung mittels pulverbasierter Lasersinterverfahren (links) und Aufnahme des wandernden Laserfokus beim Sintern von Metallpulvern (rechts).

aufbereitet und an eine Maschine weitergeleitet, die dann „aufbauend“ auf kleineren „Einheiten“ (z. B. feinen Pulverkörnern) das komplette Bauteil erstellt. Daher werden diese Verfahren allgemein auch als „additive Verfahren“ bezeichnet – im Gegensatz zu den klassischen abtragenden Verfahren wie z. B. Bohren, Drehen, Fräsen und Schleifen.

Die additiven Verfahren wurden vor circa 20 Jahren im Bereich der Prototypenherstellung entwickelt. Dabei haben sie eine rasante Weiterentwicklung erfahren und sind heute quasi als Standardverfahren für die Prototypenfertigung verfügbar. Allerdings stellt die Herstellung von Serienbauteilen ganz andere Anforderungen an den Prozess, z. B. bezüglich mechanischer Bauteileigenschaften, Fertigungsdauer, Preis, etc. Im Bereich der Prototypenfertigung gibt es eine Vielzahl unterschiedlichster additiver Fertigungsverfahren. Für die Herstellung von Serienbauteilen erscheinen im Moment zwei Verfahren besonders vielversprechend, sodass diese Verfahren im DMRC näher untersucht werden: Das sogenannte pulverbasierte Lasersinterverfahren (Abbildung 2) stellt die Bauteile ausgehend von einem Pulver her. Dabei kann als Material wahlweise ein Polymer- oder Metallpulver eingesetzt werden, um entsprechende Bauteile aus Kunststoff bzw. Metall zu erhalten. Die Fertigung geschieht in einer Kammer auf einer Bauplattform, auf die zunächst eine gewisse Pulverschicht aufgetragen wird. Dann wird das elektronische Modell des zu fertigenden Bauteils in ebene Schichten zerlegt und ein Laser zeichnet die Form der untersten Bauteilschicht in das Pulverbett. Dabei wird das Pulver im Laserfokus so stark erwärmt, dass es schmilzt und das Pulver dort zu einem kompakten, nichtporösen Material wird. Anschließend wird die Bauplattform um einen geringen Betrag abgesenkt: Bei metallischen Werkstoffen um 20 bis 80 μm , bei polymeren Werkstoffen typischerweise 60 bis 180

μm , also Schichtdicken zwischen knapp zwei Zehntel Millimetern bis hinunter zu zwei Hundertstel Millimetern, was weniger als der halben Dicke eines Blatts Papier entspricht. Dann wird eine Pulverschicht entsprechender Dicke mit einem Raketel aufgetragen. Anschließend wird die nächste Schicht des elektronischen Modells in das Pulverbett belichtet. Dabei entsteht wiederum lokal, dort wo der Laser belichtet, ein dichter Festkörper. Dabei versintert diese neue Schicht gleichzeitig mit den bereits darunterliegenden Schichten. Dann wiederholt sich der Vorgang der Plattformabsenkung, des Pulverschichtauftrags und der Belichtung Schicht für Schicht. Am Ende ist der Bauraum komplett mit Pulver gefüllt und das gewünschte Bauteil kann aus der Pulverschicht entnommen werden. Das verbleibende Pulver kann zumindest teilweise wiederverwendet werden. Auf diese Weise entstehen Bauteile, die nur ganz wenigen Einschränkungen bei der Konstruktion unterliegen. Dabei lassen sich fast beliebig komplexe Strukturen, insbesondere auch Netzstrukturen, Bauteile mit innenliegenden Hohlräumen oder beweglichen Scharnieren herstellen.

Ein alternatives, ebenfalls vielversprechendes Verfahren ist das sogenannte „Fused Deposition Modelling“. Dieses Verfahren zur Herstellung von Kunststoffteilen ist vergleichbar mit der Arbeitsweise einer Heißleimpistole: Als Rohmaterial kommt hier ein Draht des jeweiligen Polymers zum Einsatz, der auf einer großen Spule aufgewickelt ist. Dieser Draht wird durch eine beheizte Düse transportiert und dabei aufgeschmolzen. Durch Bewegen der Düse und der Bauplattform können auch hiermit auftragend (also additiv) komplexe Bauteile gefertigt werden. Hohlräume und komplexe Strukturen bedürfen allerdings eines Stützmaterials, da die stützende Funktion des Pulverbettes wie im Falle des Lasersinterns entfällt. Dieses Stützmaterial wird über

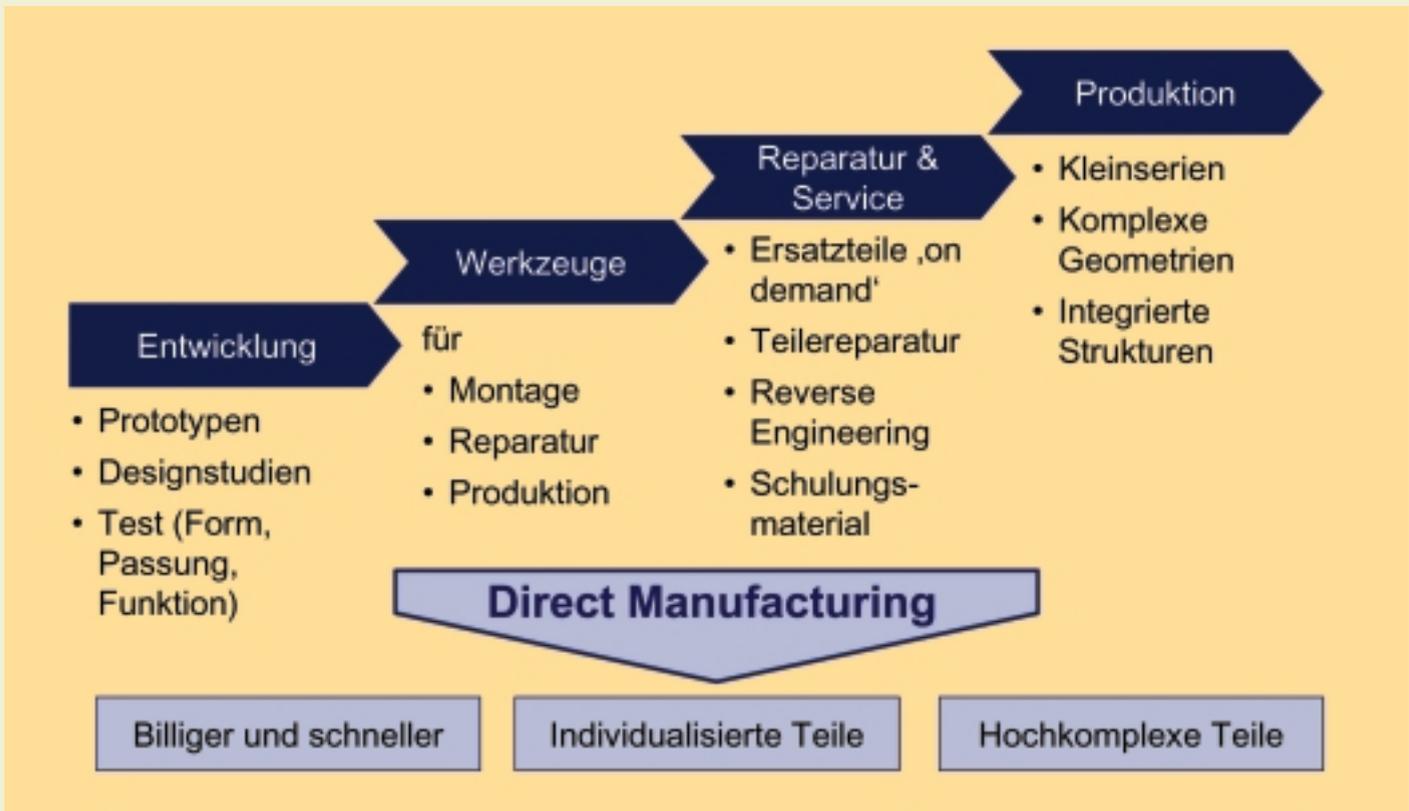


Abb. 3: Stufenweise Verbreitung von additiven Fertigungsverfahren in unterschiedlichen Bereichen und Anwendungsfeldern.

eine zweite Düse im Bauraum aufgetragen. Nach Fertigstellung des Bauteils wird das wasserlösliche Stützmaterial in einem Ultraschallbad entfernt.

Im Polymerbereich sind eine ganze Reihe unterschiedlicher Materialien bis hin zu gefüllten, flammgehemmten Materialien erhältlich. Diese basieren überwiegend auf Polyamid, ABS, Polycarbonat bzw. ULTEM – ein speziell für höhere Temperaturen gut geeignetes, schwer entflammables Material. Im Bereich metallischer Werkstoffe sind prinzipiell fast alle Materialien verarbeitbar. Eingesetzt werden hier Materialien von günstigen Werkzeugstählen über Hochleistungs-Edelstähle (z. B. Inconell) bis hin zu Aluminium- und Titanlegierungen.

Anwendungsfelder der direkten Fertigung

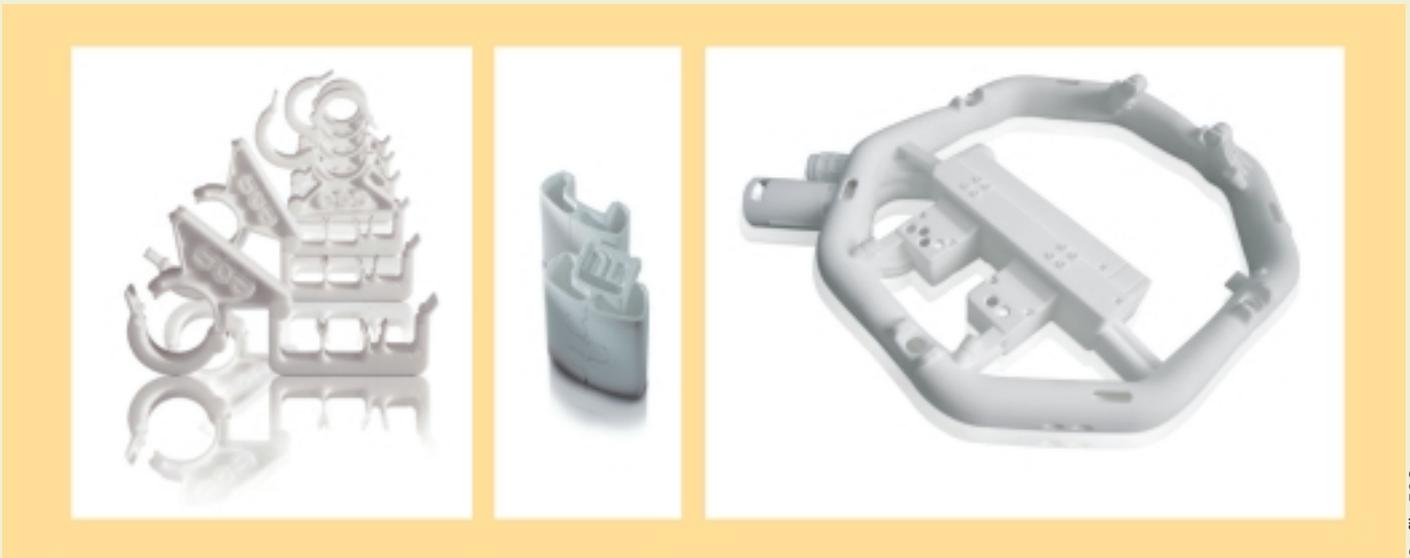
Additive Fertigungsverfahren können in einem weiten Spektrum von Anwendungsfeldern eingesetzt werden (Abbildung 3): Wie bereits erwähnt ist der Einsatz im Bereich Prototypenfertigung heutzutage praktisch Stand der Technik. Eine darauffolgende Stufe ist die Verwendung zur Herstellung von Werkzeugen. Dabei können dann die spezifischen Vorteile der sehr schnellen Herstellung sowie der zusätzlichen Freiheitsgrade bei der Konstruktion genutzt werden. Es können aber auch hochspezialisierte Montagewerkzeuge, die speziell für eine Aufgabe konzipiert wurden, schnell und kostengünstig hergestellt werden. Weiterhin kann die additive Fertigung einen sehr wertvollen Beitrag zur kostengünstigen Bereitstellung von Ersatzteilen liefern. Dabei entfällt die klassisch notwendige Lagerhaltung für Werkzeuge sowie die Lagerhaltung für Bauteile, da wirtschaftliche Seriengrößen

häufig deutlich über den Einzelbestellungen liegen. Durch additive Fertigung entfällt die Werkzeuglagerung komplett und die Bauteile können „just in time“ bei Bedarf produziert werden. Schließlich sollen diese Verfahren mittelfristig für eine signifikante Anzahl von Produkten zur Herstellung kleinerer Serien eingesetzt werden. Dabei sind für Metallteile Seriengrößen bis zu einigen tausend Stück denkbar, während im Bereich Kunststoff durchaus auch größere Serien – je nach Bauteilgeometrie bis zu 10 000 oder gar 100 000 – vorstellbar sind.

In jedem Fall basiert die Anwendung der additiven Fertigung im Wesentlichen auf mindestens einem der folgenden Vorteile:

- schnelle und kostengünstige Fertigung von Kleinserien,
- Fertigung von hoch individualisierten Produkten,
- Fertigung von hochkomplexen Bauteilen, die klassisch nicht oder nur sehr schwierig fertigbar sind.

Während die eigentliche Fertigung relativ langsam ist (bei komplett gefülltem Bauraum ein bis drei Tage) ist der Gesamtprozess sehr schnell, da die Bauteilproduktion fast unmittelbar nach Fertigstellung der technischen Zeichnung erfolgen kann. Dieser Zeitgewinn kann je nach Anwendung bereits eine enorme Effizienzsteigerung bedeuten. Außerdem entfällt die sonst häufig notwendige Werkzeugherstellung, was z. B. im Bereich Kunststoff-Spritzguss bei komplizierten Bauteilen mehrere 100 000 Euro und eine Entwicklungszeit von mehr als einem Jahr nach sich ziehen kann. Ebenso entfallen die enormen Kosten für die Werkzeuglagerung – insbesondere wenn man bedenkt, dass typische Produktlebenszyklen z. B. im Bereich der Luftfahrt oft weit über 50 Jahre betragen – von der Inbetriebstellung der



Grafik: EOS

Abb. 4: Beispiele für die kostengünstige Produktion von Kunststoffbauteilen: Klammern zur Befestigung von Kabeln an Rohren (links), Becher für Zentrifugen (Mitte), Luftführungsschacht (rechts).

ersten Maschine bis zum Verschrotten des letzten Exemplars. Somit könnte die kostenintensive Werkzeuglagerung durch die Archivierung von entsprechenden Datensätzen substituiert werden. Außerdem werden die höheren Kosten des Ausgangsmaterials im Vergleich zu klassischen, spanenden Verfahren unter Umständen dadurch ausgeglichen, dass kaum Abfallmaterial anfällt, was letztlich auch von ökologischer Bedeutung ist. Als Beispiele sind in Abbildung 4 einige bereits heute im Einsatz befindliche Bauteile dargestellt: Die Klammern werden zur Befestigung von Kabeln und Schläuchen entlang von Rohren eingesetzt. Diese Bauteile werden dabei inklusive der enthaltenen zwei Scharniere ohne jegliche weitere Montage in einem Arbeitsschritt hergestellt. Dabei können diese Teile mit wenigen „Mausklicks“ auch in unterschiedlichen Größen und Konfigurationen hergestellt werden. Als weiteres Beispiel ist eine kompliziert geformte Luftführung dargestellt, die inklusive Wandmontageclips in einem Prozess hergestellt werden konnte. Klassisch wäre eine solche Geometrie nur durch viele verschiedene Einzelteile realisierbar, die anschließend aufwändig montiert werden müssten. Schließlich sind in Abbildung 4 noch Küvettenhalter für Zentrifugen der Firma Hettich dargestellt, die bereits heute mittels Lasersintern hergestellt werden. Hier waren überwiegend die geringeren Kosten, bedingt durch die relativ kleine Seriengröße, ausschlaggebend für die Wahl des Verfahrens.

Ein weiterer Vorteil der additiven Verfahren besteht darin, dass sehr leicht hoch individualisierte Produkte hergestellt werden können. Dies ist bedingt durch die voll digitale Erfassung der Daten, die es erlaubt, schnell und einfach entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Der höchste Grad der Individualisierung ist verständlicherweise im Bereich der Medizintechnik notwendig. Daher existieren auch schon einige Anwendungen auf diesem Gebiet, wovon einige exemplarisch in Abbildung 5 dargestellt sind: Im Bereich der Prothetik (z. B. Hüfte, Knie, Knochenersatz nach Unfall) kann zunächst mithilfe moderner Tomographieverfahren die

existierende Geometrie, in welche die Prothese eingefügt werden soll, dreidimensional erfasst werden und somit als Grundlage für die Gestaltung des zu fertigenden Bauteils dienen. Durch die hohe Präzision der Fertigung verkürzen sich auch die OP-Zeiten, was sowohl gesundheitliche Vorteile für den Patienten als auch finanzielle Vorteile auf Seiten des Krankenhauses mit sich bringt. Weiterhin können mithilfe additiver Verfahren auch hochporöse Geometrien hergestellt werden, die es erlauben, dass das Gewebe in die Prothese einwachsen kann und diese somit möglichst reibungsfrei in den Körper integriert wird. Ein weiteres Anwendungsfeld, das sich seit Kurzem immer stärker verbreitet, ist die Herstellung von Zahnkronen bzw. der metallischen Träger der Kronen. Dazu wird der Gebissabdruck elektronisch gescannt und damit eine exakt passende Krone ohne Randspalte gefertigt. Dadurch entfallen mühsame Routineaufgaben im Zahntechniklabor bei erhöhter Qualität und Passgenauigkeit der Kronen. Die Modellierung der exakten Außenform der Krone wird jedoch weiterhin von einem Zahntechniker mithilfe der Keramikverblendung der



Abb. 5: Beispiele für hoch individualisierte Produkte: Künstliches Hüftgelenk (links oben, Quelle: MTT), Grundkörper für den Aufbau von Zahnkronen (rechts oben, Quelle: MTT), Designer-Sonnenbrillen (unten, Quelle: EOS).



Abb. 6: Beispiele für hochkomplexe Bauteilgeometrien, die erst durch additive Fertigung möglich werden: Schnittbild eines innengekühlten Werkzeugs (links oben, blaue Kanäle zeigen die das Bauteil durchziehenden Kühlkanäle, Quelle: EOS), Hohlspindel bei der Textilproduktion (rechts oben, Quelle: MTT, Melotte), Klein-Bauteile zum Einsatz in der Luftfahrtindustrie (unten, Quelle: EOS, Morris).

Zahnkronen durchgeführt. Für die Zukunft wäre es denkbar und wünschenswert, dass der Zahnarzt in der Praxis oral einen Scan der Zahngeometrie durchführt, sodass die Herstellung von Abdrücken und die manuelle Fertigung eines Zahnmodells entfallen kann. Neben dem medizinischen Sektor gibt es jedoch einen gewissen Markt für individualisierte Consumer-Produkte, die heute noch durch Massenfertigung hergestellt werden. Als Beispiel sind in Abbildung 5 Designer-Sonnenbrillen dargestellt. Durch additive Fertigung lassen sich kleine, exklusive Serien von solchen Designartikeln kostengünstig herstellen. Außerdem kann die Geometrie der Brille leicht der individuellen Kopfform (ggf. erfasst durch einen 3D-Scanner) angepasst werden, um eine absolute Individualisierung zu erreichen. Weitere Designerprodukte, die bereits heute zum Teil mithilfe von additiver Fertigung hergestellt werden, sind Lampenschirme, Netzstoffe, die zu Kleidung oder Taschen verarbeitet werden, und Ähnliches.

Der für die Zukunft vermutlich wichtigste Vorteil der additiven Fertigung ist jedoch die Möglichkeit, Bauteilgeometrien herzustellen, die mit klassischen Verfahren nicht oder zumindest nur mit extrem hohem Aufwand fertigbar sind. Sehr häufig handelt es sich hierbei um Bauteile mit komplexen Innenhohlräumen, z. B. zur präzisen und gleichmäßigen Kühlung. Dazu sind einige Beispiele in Abbildung 6 dargestellt. Durch den Einsatz von so hergestellten Werkzeugen mit ausgeklügeltem Kühlsystem kann z. B. beim klassischen Spritzguss sowohl die Bauteilqualität signifikant erhöht als auch die Taktzeit für die Herstellung eines Bauteils durch schnellere Abkühlung zum Teil drastisch (bis über 50 Prozent) reduziert werden. Dadurch erhöht sich die Produktivität der Maschine entsprechend. Ein weiteres Anwendungsfeld sind Metallteile zum Einsatz in Hochtemperaturanwendungen (z. B. im Bereich Luft- und Raumfahrt), die erst durch eine komplexe Kühlung möglich werden. Schließlich sind sehr komplexe, z. T. poröse bzw. gitterförmig aufgebaute Geometrien im Bereich Leichtbau von höchstem Interesse. Bei bekannten mechanischen Lasten kann mithilfe der additiven Fertigung die Bauteilgeometrie so hergestellt werden,

dass diese den Lasten bei gleichzeitig minimalem Einsatz von Material standhalten kann. Diese Gewichtersparnis bewirkt je nach Anwendung eine sehr hohe Energieeinsparung und ggf. auch eine Produktionssteigerung, wenn die Leichtbauteile durch die verringerte Trägheit bei sehr schnell bewegten Systemen eine weitere Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit erlauben. Dies trifft insbesondere bei sehr schnell bewegten Teilen zu, wie beispielsweise der in Abbildung 6 dargestellten Spindel oder im Bereich Robotik.

Herausforderungen

Obwohl die Verfahren Lasersintern und Fused Deposition Modelling im Bereich Prototypenfertigung längst Stand der Technik sind und bereits einige Anwendungen zur Fertigung von Serienbauteilen existieren, gibt es noch eine Fülle von Fragen und Herausforderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu lösen. Exemplarisch seien nachfolgend einige Themenfelder genannt:

- Entwicklung neuer Materialien, z. B. im Bereich hochtemperaturresistenter Polymere, gefüllte Werkstoffe mit gezielt einstellbaren mechanischen Eigenschaften;
- Pulverhandling und Pulverkonditionierung, um eine optimale und zuverlässige Verarbeitbarkeit zu gewährleisten;
- besseres Verständnis der Elementarprozesse, um die Ursachen für auftretende Varianzen in der Qualität und den Eigenschaften von Bauteilen zu ergründen;
- verbesserte Prozesstechnik, z. B. Pulverschichtherstellung, Steuerungs- und Regelungstechnik, Laserbelichtung, erhöhte Prozessgeschwindigkeit;
- Entwicklung von Messtechnik zur besseren Onlineüberwachung des gesamten Prozesses, z. B. des Beschichtungsprozesses, der Laserleistung, der Temperaturverteilung, Überwachung von Luftqualität und Verschmutzung von optischen Bauteilen;
- Verbesserung der Verlässlichkeit und Reproduzierbarkeit der Bauteileigenschaften (Festigkeit, Oberfläche, Maßhaltigkeit);
- Zusammenspiel von Fertigungsprozess und Nachbehandlung, z. B. thermische Nachbehandlung von metallischen Bauteilen zur Spannungsreduzierung;
- Verbesserung der Oberflächenqualität der Bauteile;
- Verbesserung der Systemverfügbarkeit;



Abb. 7: Ermittlung der Zugfestigkeit von gesinterten Probenkörpern.

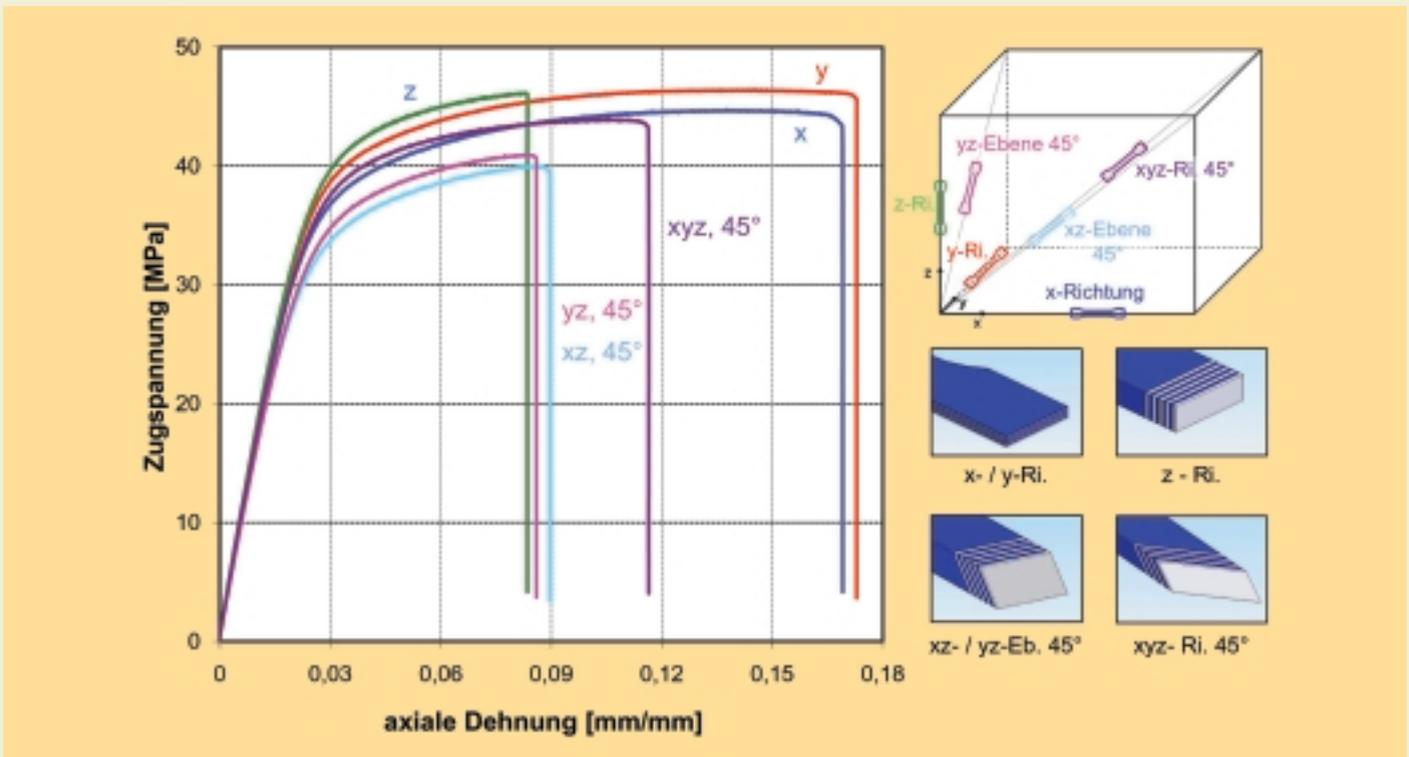


Abb. 8: Richtungsabhängigkeit der mechanischen Festigkeit von Probekörpern beim Lasersintern von Polyamid-12. Die Lage der Probekörper im Bauraum ist rechts oben skizziert. Die Belichtung erfolgt dabei jeweils in der xy-Ebene. Rechts unten ist die aus der Orientierung resultierende Schichtstruktur der Probekörper skizziert.

- Verbesserung der Qualitätskontrolle und Definition von Standards;
- Definition von Konstruktionsrichtlinien, damit Konstrukteure die Möglichkeiten der neuen Technologien optimal nutzen können;
- Softwareentwicklung, z. B. zur Datenvorbereitung oder zur optimalen, lastgerechten Leichtbaukonstruktion;
- Ausbildung von Studierenden sowie berufsbegleitende Fortbildung von Konstrukteuren, um einen Paradigmenwechsel von der heutzutage üblichen „fertigungsgerechten Konstruktion“ hin zu einer „anwendungsgerechten Konstruktion“ voranzutreiben, der eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Verbreitung der additiven Fertigung ist;
- Erstellung von Zukunftsszenarien für die additive Fertigung, um neue Potenziale der Technologie zu erschließen und Barrieren zur weiteren Verbreitung aufzudecken.

Insgesamt erfordert diese breite Palette an Themen Spezialisten verschiedenster Fachrichtungen. Daher versteht sich das DMRC als Einrichtung der gesamten Universität. Gemeinsam mit den Industriepartnern werden zunächst relevante Themen identifiziert und priorisiert. Projektspezifisch wird dann für jedes Projekt der fachlich jeweils geeignetste Spezialist auf Seiten der Hochschule gesucht. Außerdem wird jedem Projekt noch ein Koordinator von Seiten der Industrie zur Seite gestellt. Beide betreuen dann das Projekt und sorgen so dafür, dass einerseits Know-how, welches in der Industrie bereits vorhanden ist, ins Projekt einfließen kann und andererseits Ergebnisse des Projekts möglichst schnell umgesetzt werden können, sofern dies gerechtfertigt erscheint. Ein wichtiger Erfolgsfaktor hierbei ist aber auch, dass die wissenschaftlichen Mitarbeiter, die die Projekte

bearbeiten, in enger räumlicher Nähe zu den Laboren des DMRC untergebracht sind.

Als Beispiel für die aktuellen Forschungsarbeiten sind in Abbildung 8 erste Ergebnisse von Experimenten zur Zugfestigkeit von lasergesinterten Polymermaterialien dargestellt. Man kann sich leicht vorstellen, dass die Festigkeit der gefertigten Probekörper durch den schichtweisen Aufbau der Bauteile von der Orientierung im Bauraum abhängig ist. Zu diesem Zweck wurden große Mengen an Probekörpern gefertigt, die an unterschiedlichen Positionen im Bauraum mit unterschiedlichen Ausrichtungen (Abbildung 8, rechts) gefertigt wurden. Diese Probekörper werden dann in einer Zugprüfmaschine (Abbildung 7) eingespannt und mit zunehmender Kraft gedehnt. Dabei wird die Längenänderung des Probekörpers in Abhängigkeit der Kraft aufgenommen und in Form eines Spannungs-Dehnungs-Diagramms (Abbildung 8, links) dargestellt. Aus diesen Kurven lassen sich zwei charakteristische Größen ableiten, nämlich die Zugfestigkeit (d. h. die maximale Zugspannung, die auftreten muss, damit die Probe reißt) sowie die Bruchdehnung (d. h. die Längenänderung des Probekörpers, bevor es zum Bruch der Probe kommt). Dabei zeigt sich, dass die Probekörper, die parallel zur Beschichtungsebene orientiert waren (x-/y-Richtungen), eine wesentlich höhere Bruchdehnung aufweisen als alle anderen Proben. Es zeigt sich aber auch, dass die Zugfestigkeit für die unterschiedlichen Orientierungen während des Bauprozesses um circa 15 Prozent variiert. Soll demzufolge also ein Bauteil mit optimalen Eigenschaften hergestellt werden, so können die anisotropen Eigenschaften der Bauteile, resultierend aus der Lage während des Bauprozesses, genutzt werden, um die mechanischen Eigenschaften an die jeweiligen Beanspruchungen anzupassen.

Ist beispielsweise die Richtung der später auftretenden Hauptbelastung bekannt, so sollte das Bauteil so orientiert sein, dass es in Hauptlastrichtung maximale Festigkeit besitzt oder im Falle von Anwendungen im Leichtbau mit minimalem Materialeinsatz den gegebenen Belastungen standhält.

Wie DM die Produktion verändern wird

Direkte, additive Fertigungsverfahren existieren im Moment nur in einigen wenigen Nischenanwendungen. Je mehr es aber gelingt, die oben genannten Ziele zu erreichen, werden nach und nach neue Anwendungsfelder für diese Technologien erschlossen. Außerdem wird mit zunehmender Verbreitung und verbesserter Ausbildung der beteiligten Akteure (Konstrukteure, Entscheidungsträger in den Unternehmen) auch die Akzeptanz dieser Technologien weiter zunehmen. Schließlich ist zu erwarten, dass mit zunehmendem Marktvolumen auch die Preise für Maschinen und Materialien deutlich sinken, was alleine weitere Märkte erschließen wird.

So erwartet beispielsweise die sogenannte Rapid Manufacturing Platform – ein Zusammenschluss von interessierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich des Direct Manufacturing –, dass diese Technologien bis zum Jahr 2020 als Standardverfahren neben den klassischen, spanenden, umformenden und urformenden Verfahren eingeführt sind, selbstverständlich ohne diese letztlich zu verdrängen [1, 2]. Dabei wird die neue Technologie sowohl die Fertigungsprozesse in der Industrie verändern als auch direkten Nutzen für die Endverbraucher stiften: Großunternehmen, welche typischerweise auch viele Artikel in Großserie herstellen, werden die direkte Fertigung zunächst im Bereich des Werkzeugbaus intensiv einsetzen, wo durch komplizierte Geometrien (z. B. mit komplexer interner Kühlmöglichkeit) neue Möglichkeiten entstehen. Außerdem werden hier auch kleinere Bauteile mit solchen Technologien breit angefertigt werden und durch die neuen Gestaltungsmöglichkeiten Effizienzgewinne in der Herstellung oder im Betrieb möglich. Außerdem werden diese Unternehmen verstärkt komplexe, kleinere Montagewerkzeuge, z. B. zur Handmontage, selbst konstruieren und herstellen. Dadurch können im Bereich Montage enorme Effizienzgewinne erzielt werden. Schließlich werden gerade Großunternehmen die Möglichkeit der flexiblen, weltweiten Ersatzteilherstellung je nach Bedarf besonders vorteilhaft einsetzen können.

Kleine und mittelständische Unternehmen stellen oft hochspezialisierte Produkte (z. B. im Bereich Werkzeugmaschinen, Spezialmaschinen, Werkzeugbau, Medizintechnik, Designerartikel, etc.) her, die sich durch herausragende Eigenschaften am Markt behaupten können. Gerade hier können die Möglichkeiten der direkten Fertigung hervorragend genutzt werden, z. B. zur Herstellung von kleinen Bauteilserien, zur Herstellung neuartiger Bauteile, welche die zusätzlichen Freiheitsgrade bei der Konstruktion nutzen, und zur kosteneffizienten Herstellung von Ersatzteilen nach Bedarf. Außerdem wird es einen stark wachsenden Markt von Dienstleistern geben, die Hilfestellung bei der Konstruk-

tion geben und die Fertigung von Bauteilen im Unterauftrag übernehmen, oder aber von Systemanbietern, die sowohl Entwicklung als auch Fertigung von einzelnen Bauteilen übernehmen. Gerade mittelständische Unternehmen sind für solche Aufgaben besonders gut geeignet.

Die Endverbraucher werden künftig auch immer stärker von diesen Technologien profitieren. Zunächst wird der Bereich Gesundheit/Medizin in wachsendem Maße direkte Fertigungsverfahren einsetzen mit den schon erwähnten Vorzügen, z. B. bei der Herstellung innovativer Implantate mit höherer Präzision, verbesserter Biokompatibilität und längerer Lebensdauer. Außerdem wird es im Bereich exklusiver Designerprodukte immer mehr individualisierte Produkte geben. Schließlich wird für technisch versierte Konsumenten die Möglichkeit bestehen, selbst individuelle Produkte und Teile zu konstruieren, die dann im Auftrag gefertigt werden können. Solche Angebote bestehen heutzutage bereits und werden insbesondere im Bereich exklusiver Hobbys wie z. B. Modellbau, Tuning oder Sport eingesetzt. Auch die Beschaffung von Ersatzteilen, z. B. bei Oldtimern, kann sich für Endverbraucher drastisch vereinfachen.

Fazit

Die direkte Fertigung ist ein hochaktuelles, modernes Fertigungsverfahren, das eine Fülle von Vorteilen bietet und somit ein großes Potenzial für vielfältige Anwendungen birgt. Es wird erwartet, dass dieses Verfahren sich im Laufe des nächsten Jahrzehnts allmählich zu einem allgemein eingeführten Verfahren etabliert. Als wissensintensives Fertigungsverfahren wird es dann auch einen Beitrag zur Beschäftigungssicherung im Hochlohnland Deutschland leisten. Trotz der bereits heute abzusehenden vielfältigen Anwendungen stehen einer weiteren Verbreitung der Technologie substanzielle Herausforderungen entgegen, die im Rahmen des Forschungszentrums DMRC als gemeinsame Anstrengung der gesamten Universität Paderborn mit den Industriepartnern gemeistert werden sollen. Damit stellt es ein nahezu idealtypisches Projekt dar, bei dem Fragestellungen von der eher anwendungsorientierten Forschung bis hin zu sehr fundamentalen Problemen behandelt werden und eine rasche Umsetzung der Ergebnisse durch die Industriepartner gewährleistet ist. Außerdem wird das DMRC einen wichtigen Beitrag zur Lehre leisten, indem die Studierenden des Maschinenbaus diese zukunftssträchtige Technologie intensiv kennenlernen und somit ideal vorbereitet sind für den Arbeitsmarkt.

Literatur

- [1] RAPID-MANUFACTURING PLATFORM: VISION PAPER RM (WWW.RP-PLATFORM.COM).
- [2] D.L. BOURELL, M.C. LEU, D.W. ROSEN (EDS.): ROADMAP FOR ADDITIVE MANUFACTURING. UNIV. TEXAS, 2009.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmid

05251 60-2404

Hans-Joachim.Schmid@upb.de

TOP SCORERS WORLDWIDE RELY ON WINCOR NIXDORF.

Nachwuchstalente für erfolgreiches Top Team gesucht: Bei Wincor Nixdorf bieten wir jungen Menschen die Möglichkeit, sich als Werkstudenten oder im Rahmen von Studienarbeiten für unser Unternehmen zu engagieren. Als einer der weltweit führenden IT-Lösungsanbieter für das Filialgeschäft von Banken und Handelsunternehmen sind wir in mehr als 90 Ländern am Markt. Hochschulabsolventen steigen bei uns direkt in Projekte ein, übernehmen Verantwortung und gestalten mit. Wir übertragen frühzeitig Eigenverantwortung und bieten Möglichkeiten für die Qualifizierung für künftige Aufgaben. Unser Ziel ist es, jungen Menschen Freiräume zu geben und ihnen Eigenverantwortung und unternehmerisches Denken und Handeln zu vermitteln. Dabei setzen wir schon vor dem Abschluss des Studiums an und bieten Praktika, Diplomarbeiten und Werkstudententätigkeiten in kaufmännischen und technischen Berufen und gewinnen dabei die Top Scorer für unser Team von morgen. Mehr Informationen finden Sie unter www.wincor-nixdorf.com

EXPERIENCE MEETS VISION.

WINCOR
NIXDORF