

## Götting KG

Hans-Heinrich Götting  
 Celler Str. 5  
 31275 Lehrte  
 Tel.: 05136 8096-55  
 Fax: 05136 8096-80  
 E-Mail: hg@goetting.de  
 www.goetting.de

**Branche:** Fahrerlose Transportfahrzeuge, Sensortechnik  
**Projektschwerpunkt:** Applikationsentwicklung  
 fahrerlose Transportfahrzeuge

## Reer s.p.a.

Simone Scaravelli  
 Via G. Carcano 32  
 10153 Torino, Italien  
 Tel.: +39 011 2482215  
 Fax: +39 011 2407046  
 E-Mail: sscaravelli@reer.it  
 www.reer.it

**Branche:** Optoelektronische Sicherheitssensoren,  
 Sicherheitstechnik  
**Projektschwerpunkt:** Applikationsentwicklung  
 Sicherheitskamera

## Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH

Jochen Huster  
 Münsterstr. 33  
 33428 Harsewinkel  
 Tel.: 05247 12-0  
 Fax: 05247 12-0  
 E-Mail: jochen.huster@claas.com  
 www.claas.com

**Branche:** Selbstfahrende Erntemaschinen, Agrartechnik  
**Projektschwerpunkt:** Applikationsentwicklung  
 selbstfahrende Erntemaschinen

## Reichardt GmbH

Jens Ulrich  
 Hofgut Ringelshausen  
 35410 Hungen  
 Tel.: 06043 9645-0  
 Fax: 06043 4365  
 E-Mail: jens.ulrich@reichardt.org  
 www.reichardt.org

**Branche:** Steuerungstechnik, Agrartechnik  
**Projektschwerpunkt:** Applikationsentwicklung  
 Spurführung

## inos Automationssoftware GmbH

Dr. Lambis Tassakos  
 Curiestr. 4  
 70563 Stuttgart  
 Tel.: 0711 686897-00  
 Fax: 0711 686897-09  
 E-Mail: l.tassakos@inos-automation.de  
 www.inos-automation.de

**Branche:** Sensorik, Automatisierungstechnik  
**Projektschwerpunkt:** Applikationsentwicklung  
 3D-Sensorik für Robotik

## Still GmbH

Volker Viereck  
 Berzeliusstr. 10  
 22113 Hamburg  
 Tel.: 040 7339-0  
 Fax: 040 7339-1016  
 E-Mail: volker.viereck@still.de  
 www.still.de

**Branche:** Flurförderfahrzeuge, Fahrzeugbau  
**Projektschwerpunkt:** Applikationsentwicklung  
 Flurförderfahrzeuge

## 3D-Wahrnehmung mit Smart-Pixel-Sensor (SmartVision)

### Das Projekt

Ziel des Verbundprojektes „SmartVision“ ist die Entwicklung von Verfahren der 3D-Bildinterpretation für die Bereiche Automatisierung, Sicherheit/Überwachung und Mobile Systeme. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf der echtzeitfähigen Objekterkennung und Objektverfolgung in Abstandsbildern, die von einer neuen Generation kostengünstiger 3D-Kameras bereitgestellt werden, vgl. Abbildung 1.

Im Unterschied zu konventionellen CCD- bzw. CMOS-Chips bilden 3D-Kameras die Umgebung nicht hinsichtlich der rückgestreuten Lichtintensität (Grauwert, Farbe) ab, sondern hinsichtlich des geometrischen Abstandes. Dadurch wird die Umgebungserfassung auf eine völlig neue Grundlage gestellt. Abbildungen 2 und 3 zeigen die Unterschiede zwischen einem Intensitätsbild und dem in Graustufen kodierten Abstandsbild der gleichen Szene, die sich aus einer Hand vor einem Schachbrettmuster zusammensetzt. Mögliche Fehlinterpretationen bei der Segmentierung aufgrund unterschiedlicher Reflektions- und Streueigenschaften der Objektoberflächen sind im Abstandsbild ausgeschlossen. Außerdem ermöglicht das Abstandsbild eine Lokalisierung der Objekte im dreidimensionalen Raum.

Durch die einsetzende Verfügbarkeit von kompakten und kostengünstigen 3D-Sensoren auf Basis der Photomischdetektion (PMD) erschließen sich neue Anwendungsfelder für die 3D-Messtechnik, die bisher ein hochspezialisierter Nischenmarkt ist. Im Fokus dieses Projektes stehen Applikationen in Industriegütern, von denen einige in Abbildung 4 zu sehen sind. Mittelfristig ist jedoch auch in der Konsumgüterindustrie mit einem enormen Marktpotenzial zu rechnen (Spielkonsolen mit Gestenerkennung, 3D-Gebäudeüberwachung, intelligente Haushaltshilfen wie selbstfahrende Staubsauger).

Einsatzgebiete liegen überall dort, wo Maschinen nicht nur starr wiederkehrende Tätigkeiten ausüben, sondern sich in einer natürlichen und veränderlichen Umgebung zurechtfinden müssen. Dazu müssen sie mit Sensoren ausgestattet werden, die eine geometrische Erfassung und Interpretation der Umwelt erlauben. Innerhalb der Projektlaufzeit von „SmartVision“ sollen Demonstratoren in den folgenden Anwendungsfeldern aufgebaut werden:

- Automatisierung: Lageerkennung beliebig orientierter Objekte
- Sicherheitstechnik: Raumüberwachung, Objektverfolgung

- Mobile Systeme: Hinderniserkennung, Kollisionsvermeidung

Um diese Aufgaben zu lösen, bedarf es der Entwicklung einer 3D-Funktionsbibliothek zur Auswertung und Interpretation von Abstandsbildern. Im Einzelnen werden die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- Analyse des applikationsübergreifenden Bedarfs an 3D-Bildauswerteverfahren
- Entwicklung von Verfahren der 3D-Bildauswertung und Bildfolgenanalyse zur echtzeitfähigen Objekterkennung und Objektverfolgung
- Prototypische Realisierungen in den Bereichen Automatisierung, Sicherheit/Überwachung und Mobile Systeme
- Erprobung der Verfahren unter industriellen Einsatzbedingungen

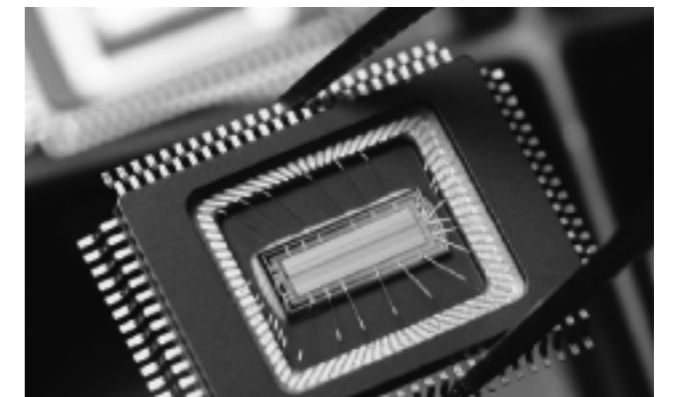


Abbildung 1: Smart-Pixel-Chip von PMD Technologies mit 64 x 16 Pixeln für die 3D-Bildaufnahme.



Abbildung 2: Intensitätsbild Hand vor Schachbrett: Die Bildpunkte geben die Intensität des rückgestreuten Lichts wieder. Die Hell-Dunkel-Struktur des Schachbretts ist sichtbar.

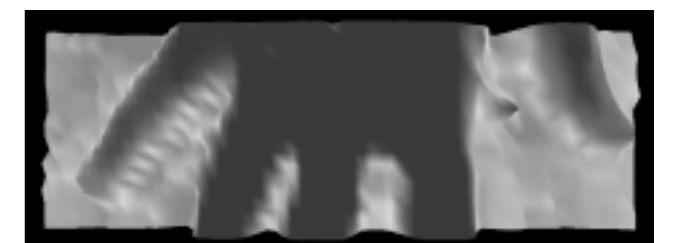


Abbildung 3: Abstandsbild Hand vor Schachbrett: Die Bildpunkte kodieren die Entfernung zum Objekt. Eine Segmentierung auf Basis der Geometrie ist möglich.



**Abbildung 4: Anwendungsszenarien für die 3D-Kamera. Oben: Fahrerassistenzsystem (PMD Technologies), Lenksysteme (Claas), Spurführung und Kollisionsvermeidung (Götting). Unten: Personenverfolgung (Vitracom), Greifvorgänge (3 x Fraunhofer IPA)**

## Die Kooperation

Die vom Projektpartner PMD Technologies maßgeblich entwickelte Technologie der 3D-Kameras veranlasste die Projektpartner in den vergangenen Jahren, Einsatzmöglichkeiten in ihrem jeweiligen Anwendungsbereich zu untersuchen. So wurden auch beim Projektkoordinator Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) erste Voruntersuchungen durchgeführt und ein Workshop zur „Objekterkennung in der Robotik“ organisiert. Das sich erkennbar verdichtende Interesse an dieser Thematik gab den Anstoß, ein entsprechendes Verbundprojekt zu lancieren. Grundidee war dabei, Partner mit Know-how in der 3D-Bildverarbeitung mit industriellen Anwendern zusammen zu bringen.

Bei der Kontaktierung der industriellen Partner wurde ein starkes Interesse offenkundig, so dass sich das Konsortium rasch vergrößerte. Bestehende Kontakte zwischen PMD Technologies, 3Soft und IFM sowie zwischen Schmersal und Reer gaben dem Verbund zusätzliche Schubkraft. Schließlich konnte das interdisziplinäre Zentrum für wissenschaftliches Rechnen (IWR) der Universität Heidelberg mit seiner ausgewiesenen Expertise in der Bildverarbeitung – insbesondere der Bildfolgenauswertung – als wissenschaftlicher Partner gewonnen werden.

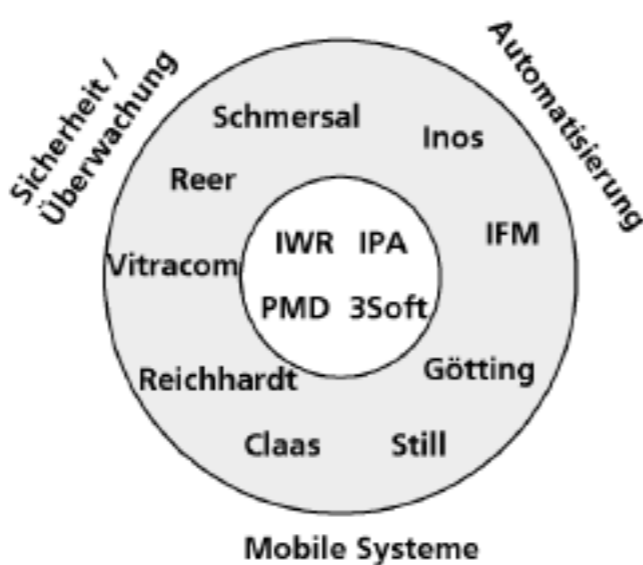
Der Verbund mit seinen insgesamt 13 Partnern lässt sich schematisch in Form konzentrischer Kreise darstellen, vgl. Abbildung 5. Im Zentrum stehen die Verfahrensentwickler IPA, IWR, 3Soft und PMD Technologies, die sich mit der Sensorik und der Auswertesoftware befassen. Ihre Aufgabe besteht darin, branchenübergreifende Basisverfahren der 3D-Bildausswertung und Bildfolgenanalyse zu entwickeln und bereitzustellen. Die Applikationsentwickler Schmersal, IFM, Vitracom, Götting, Reer, Claas, Reichhardt, Inos und Still decken die Branchen Automatisierung, Sicherheit/Überwachung und mobile Systeme ab und lassen sich konzentrisch um die Verfahrensentwickler anordnen. Sie integrieren die Verfahren der 3D-Bildausswertung in ihre jeweiligen Applikationen mit Unterstützung der Verfahrensentwickler.

Das Konsortium zeichnet sich durch komplementäre Kompetenzen in den Bereichen

- 3D-Sensorik,
  - 3D-Bildverarbeitung und
  - Anwendungswissen in Automatisierung, Sicherheit/Überwachung, Mobilen Systemen
- aus. Durch die Kooperation bietet sich die Chance, 3D-Messtechnik auf Basis der Photomischdetektion (PMD) beschleunigt in innovative Produkte umzusetzen und so Wettbewerbsvorteile zu erzeugen. Ebenso werden die Entwicklungskosten für das einzelne Unternehmen gesenkt und damit die Hemmschwelle für den Einsatz der PMD-Technologie reduziert.

Die 13 Projektpartner gliedern sich in

- 2 Forschungsinstitute (IPA, IWR)
- 6 klein- und mittelständische Unternehmen (Schmersal, Vitracom, Götting, Reer, Reichhardt, Inos), eines davon italienisch (Reer)
- 5 weitere Unternehmen (PMD Technologies, 3Soft, IFM, Claas, Still).



**Abbildung 5: Die Verfahrensentwickler (Zentrum) liefern Softwaremodule zur 3D-Bildausswertung und Bildfolgenanalyse, die von den Anwendern in den Bereichen Automatisierung, Sicherheit/Überwachung und Mobile Systeme eingesetzt werden.**

## Die Perspektiven

Die Einsatzmöglichkeiten von Verfahren der 3D-Bildausswertung für kompakte 3D-Kameras werden anhand von Demonstratoren in den Bereichen Automatisierung, Sicherheit/Überwachung und Mobile Systeme aufgezeigt. Das gewonnene Know-how bildet die Grundlage für innovative Produkte wie 3D-Sicherheitskameras oder Systeme zur Kollisionsvermeidung für führerlose Fahrzeuge. Neben diesen Endprodukten wird die Technologie auch in 3D-Sensoren – beispielsweise von PMD Technologies oder IFM – einfließen, die ein breites Anwendungsspektrum in der Automatisierungstechnik oder im Automobilbereich haben.

Um die Möglichkeiten dieser Technologie einem breiteren Publikum bekannt zu machen, werden bestehende Kontakte zu Institutionen wie dem Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) oder der European Machine

Vision Association (EMVA) genutzt. Weiterhin werden die Ergebnisse auf Fachmessen präsentiert und themenbezogene Workshops und/oder Seminare organisiert.

Das enorme Wachstumspotenzial für kompakte und alltags-taugliche 3D-Sensorik bietet die Chance, die geknüpften Kooperationen über die Projektlaufzeit hinaus fortzuführen und auszuweiten.



## Das Projekt im Überblick

3D-Wahrnehmung mit Smart-Pixel-Sensor (SmartVision)

**Technologiefeld / Branche:** 3D-Sensorik / Automatisierungstechnik, Sicherheitstechnik / Überwachungstechnik, Fahrzeugbau / Agrartechnik

**Laufzeit:** 01.01.2006 bis 31.12.2007

**Projektkosten:** 555.937 Euro

**Förderungssumme:** 382.832 Euro

## Projektpartner Forschung

### Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

(Koordinator)

Dr. Jens Pannekamp

Nobelstr. 12

70569 Stuttgart

Tel.: 0711 970-1829

Fax: 0711 970-1004

E-Mail: pannekamp@ipa.fraunhofer.de

www.ipa.fhg.de

**Fachgebiet:** Technische Informationsverarbeitung, Automatisierungstechnik

**Projektschwerpunkte:** Bildsegmentierung, Objekterkennung, Applikationsentwicklung

### Interdisziplinäres Zentrum für wissenschaftliches Rechnen (IWR) der Universität Heidelberg

Prof. Dr. Bernd Jähne

Prof. Dr. Fred Hamprecht

Im Neuenheimer Feld 368

69120 Heidelberg

Tel.: 06221 54-8875

Fax: 06221 54-8850

E-Mail: Bernd.Jaehne@iwr.uni-heidelberg.de

E-Mail: Fred.Hamprecht@iwr.uni-heidelberg.de

http://klimt.iwr.uni-heidelberg.de

**Fachgebiet:** Bildverarbeitung, Automatisierungstechnik  
**Projektschwerpunkte:** Objektverfolgung, Lageerkennung, Sensorcharakterisierung, Projektkoordination

## Projektpartner Industrie

### PMD Technologies GmbH

Holger Hess

Am Eichenhang 50

57076 Siegen

Tel.: 0271 238538-800

Fax: 0271 238538-809

E-Mail: h.hess@pmdtec.com

www.pmdtec.com

**Branche:** Optische 3D-Messtechnik, Elektronik

**Projektschwerpunkt:** 3D-Sensortechnik

### 3Soft GmbH

Ralf Kompe

Frauenweiherstr. 14

91058 Erlangen

Tel.: 09131 7701-0

Fax: 09131 7701-333

E-Mail: Ralf.Kompe@3SOFT.de

www.3soft.de

**Branche:** Bildverarbeitung, Software

**Projektschwerpunkt:** 3D-Bildausswertung für automotiv Anwendungen

### K. A. Schmersal GmbH

Hermann Hoepken

Möddinghofe 30

42279 Wuppertal

Tel.: 0202 6474-0

Fax: 0202 6474-100

E-Mail: HHoepken@Schmersal.de

www.schmersal.de

**Branche:** Industrielle Sicherheitsschaltssysteme, Sicherheitstechnik

**Projektschwerpunkte:** Applikationsentwicklung, Sicherheitskamera

### ifm electronic GmbH

Dr. Thomas May

Teichstr. 4

45127 Essen

Tel.: 0201 2422-0

Fax: 0201 2422-200

E-Mail: thomas\_may@ifm-electronic.com

www.ifm-electronic.com

**Branche:** Messtechnik, Automatisierungstechnik

**Projektschwerpunkte:** Applikationsentwicklung, Automatisierung

### Vitracom GmbH

Dr. Peter Klausmann

Haid-und-Neu-Str. 7

76131 Karlsruhe

Tel.: 0721 627679-0

Fax: 0721 627679-9

E-Mail: klausmann@vitracom.de

www.vitracom.de

**Branche:** Sicherheitstechnik

**Projektschwerpunkte:** Applikationsentwicklung, Personenverfolgung