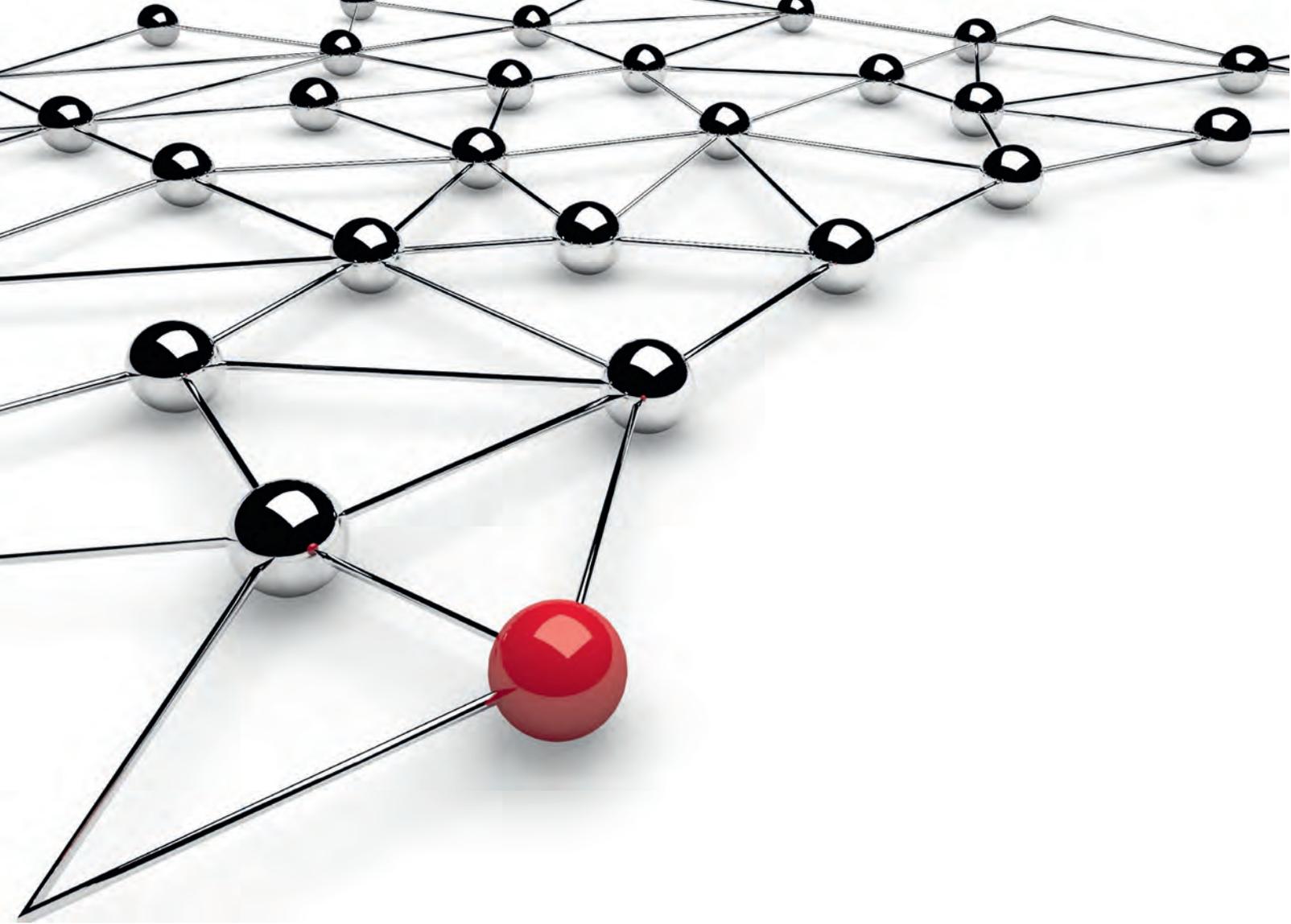


I | N | N | O | M | A | G

Success Story Report





| I N N O M A G |

VORWORT



Dr. Rolf Slatter, Geschäftsleitung SENSITEC GmbH und
1. Vorstandsvorsitzender von INNOMAG e.V.

Ausgehend von einer Initiative mittelständischer, innovativer Unternehmen wurde die Innovationsplattform für magnetische Mikrosysteme INNOMAG e.V. 2007 in Mainz gegründet.

Die Ziele des Vereins sind, neben der Förderung der magnetischen Mikro- und Nanotechnologie, der schnelle Transfer der F&E Ergebnisse in die Produktentwicklung.

Aus ursprünglich 9 Gründungsmitgliedern aus Rheinland-Pfalz ist ein großes, schlagkräftiges Netzwerk weit über die Landesgrenzen hinaus entstanden. Aktuell zählt der Verein 37 Mitglieder, verteilt in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Die Mitglieder treffen sich regelmäßig und tauschen sich zu aktuellen Themen rund um die magnetische Mikrosystemtechnik aus. Seit Beginn der Vereinstätigkeit sind sie mit einem INNOMAG Gemeinschaftsstand auf der Hannover Messe „Industrie“ vertreten.

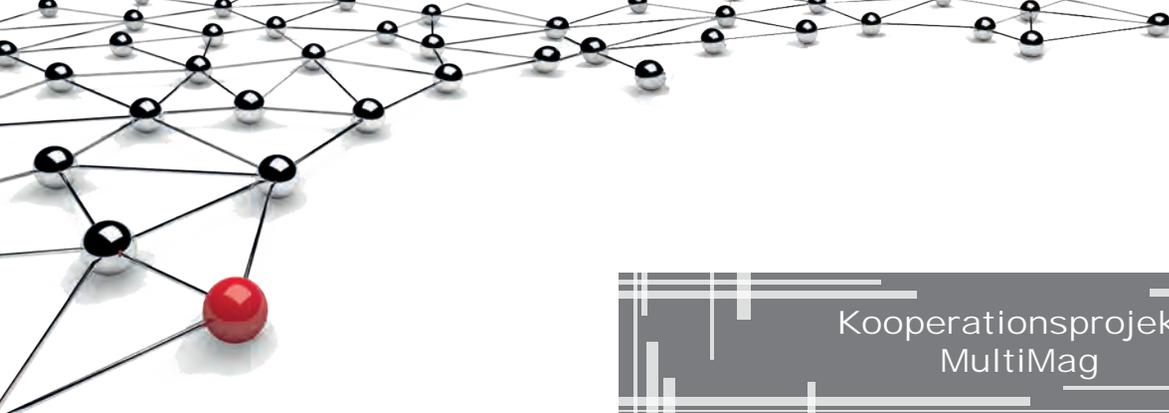
Die Mitglieder, überwiegend Unternehmen, bilden die gesamte Wertschöpfungskette ab. Entwickler, Hersteller und Anwender magnetischer Mikrosysteme sind im Verein eine Vielzahl erfolgreicher F&E Kooperationen eingegangen. Seit Gründung des Vereins haben die Mitgliedsunternehmen insgesamt ca. 15 Mio. Euro Förderung für Forschungs- und Entwicklungsprojekte eingeworben, um neue innovative Produkte zu entwickeln.

Eine Auswahl erfolgreicher INNOMAG Kooperationsprojekte wird regelmäßig in diesem **INNOMAG Success Story Report** vorgestellt. Der Verein und seine Aktivitäten wurden von Beginn an vom Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz unterstützt. Ende 2014 lief diese Förderung aus. Nach einem erfolgreichen Start ist der Verein mittlerweile stark genug, seine Aktivitäten zukünftig aus eigener Kraft zu finanzieren. Weiterhin geplant sind u.a. Arbeitsgruppen zu aktuellen Themen, die Ausarbeitung von Studien und „technology roadmaps“.

Inhalt

KOOPERATIONSPROJEKTE

MultiMag	S. 4
GRMN	S. 5
GMR-Flex	S. 6-7
WALL	S. 8-9
RS-Pickupsystem	S. 10-11
HOMAGE	S. 12-13
MagnetoScan	S. 14-15
STeP	S. 16-17



Kooperationsprojekt: MultiMag

KOOPERATIONSPARTNER

SENSITEC

Sensitec GmbH

Dr. Ronald Lehndorff
Hechtsheimer Str. 2
55131 Mainz
Tel.: +49 6131 90621 26
www.sensitec.com



Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr. Burkard Hillebrands
Erwin-Schrödinger-Str. 56,
67663 Kaiserslautern
Tel.: +49 631 20542 28
www.physik.uni-kl.de/hillebrands/home/



JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ

Johannes Gutenberg Universität Mainz

Dr. Gerhard Jakob
Staudingerweg 9
55128 Mainz
Tel.: +49 6131 39241 33
www.klauei-lab.physik.uni-mainz.de

Universität Bielefeld

Universität Bielefeld

Prof. Dr. Günter Reiss
Universitätsstr. 25
33615 Bielefeld
Tel.: +49 521 106 5411
www.physik.uni-bielefeld.de/
experi/d2/

Die Projektidee und Kooperationspartner

Gemeinsam mit der Sensitec GmbH haben die Universitäten Bielefeld, Mainz und Kaiserslautern für das Technologiefeld der Spintronik innovative Elemente eines Funktionalitätenbaukastens für die direkte Umsetzung auf einer industriellen Technologieplattform erarbeitet. Dabei wurde Grundlagenwissen von den beteiligten Hochschulen in enger Zusammenarbeit mit dem Industriepartner auf einer produktionsfähigen Plattform, d.h. in industriell anwendbare Prozesse und Technologiefolgen umgesetzt.

Das Produkt der Kooperation

Als Ergebnisse sind Demonstratoren entstanden und neue Herstellprozesse zur Nutzung bereitgestellt. Die Basis der Demonstratoren ist ein möglichst optimierter TMR-Herstellungsprozess. Hierbei lag ein wichtiger Schwerpunkt der Arbeiten in der Optimierung des Barrierenprozesses auf Basis einer MgO-Tunnelbarriere.

TMR-Sensoren zeichnen sich durch einen minimalen Energieverbrauch aus, was diese für viele Anwendungen in mobilen Geräten wie z.B. im Kompass von Smart Phones und Navigationsinstrumenten prädestiniert. Die große Signalstärke von TMR-Sensoren wird in der Automobilindustrie nachgefragt, weil dadurch zusätzliche Verstärker-

komponenten eingespart werden können.

Die einzelnen Unterprojekte wurden unter der Federführung von den Doktoranden und PostDocs der Universitäten unter Nutzung der Anlagen und des Know-how von Sensitec durchgeführt. Das Projekt hat wichtige Grundlagen gelegt, worauf das Design und die Herstellung von neuen TMR-Winkelsensoren für die Automobilindustrie und TMR-Längensensoren für eine Vielzahl an Industrieanwendungen basieren.

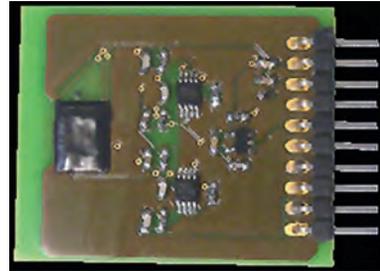


Abb.: Evaluationsplatine mit TMR-Sensor für die Detektion von passiven Maßverkörperungen (z.B. Zahnrad)

Projektförderer der Kooperation

Das BMBF bezuschusste die Projektarbeiten. Die Landesregierung Rheinland-Pfalz unterstützte die Bereitstellung der Technologieplattform finanziell.

Die Projektpartner haben nach Abschluss des Projektes ihre Kooperation in weiteren Projekten und Netzwerken fortgeführt und intensiviert.

Kooperationsprojekt: GRMN

Die Projektidee und Kooperationspartner

An den Universitäten Lothringen, Kaiserslautern und in Saarbrücken erforschen Arbeitsgruppen magnetische Phänomene und deren Anwendungen auf Spitzenniveau. Diese Arbeitsgruppen haben sich zum Magnetismusnetzwerk der Großregion (Greater Region Magnetism Network, GRMN) zusammengeschlossen, um ihre Aktivitäten zu bündeln, um eine konzertierte Lehre zu entwickeln und um gemeinsam Technologietransfer zu betreiben. GRMN ist eine Initiative zur Nutzung von Synergien in einem hoch innovativen wissenschaftlich-technischen Bereich, die der Großregion einen Standortvorteil verleihen soll.



Das Produkt der Kooperation

Das Netzwerk GRMN steht für effizienten und nachhaltigen Transfer von Forschungsergebnissen in die regionale Wirtschaft, Sensibilisierung besonders kleiner und mittlerer Unternehmen, Koordination universitärer Lehrveranstaltungen, gemeinsame Nutzung von Forschungsgroßgeräten, besondere Aus- und Weiterbildungsangebote für geeignete Mitarbeiter in Unternehmen, ein gezieltes Informations- und Experimentierangebot für Schulen. Diese Maßnahmen machen die Großregion zu einer Modellregion für die Zusammenarbeit

zwischen Universitäten und Wirtschaft sowie für die gezielte Verankerung eines Hochtechnologiebereichs in der Wirtschaft und auch in der Bevölkerung. Zur Erreichung dieser Ziele stellen die GRMN-Partner grenzüberschreitend ihre Expertise einander und gegenüber der Wirtschaft und anderen Bildungseinrichtungen zur Verfügung. Die geschaffenen Strukturen werden auch nach Ende der öffentlichen Förderung der Region einen nachhaltigen Standortvorteil sichern und unter dem Dach der Universität der Großregion (UniGR) weiter fortbestehen.

Projektförderer der Kooperation

Das Projekt wird gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen des Programms INTERREG IVA Großregion.

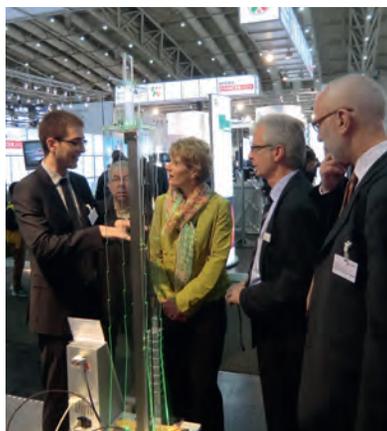


Abb.: Dr. A. Conca (TU Kaiserslautern) erläutert Ministerin E. Lemke (MWKEL, Rheinland-Pfalz) und Dr. J. Gerber (INNO-MAG) anhand des GRMN-Demonstrators „Taipei Tower 101“ Alltagsanwendungen von magnetischen Sensoren. Hannover Messe Industrie 2014

KOOPERATIONSPARTNER



**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**

Universität des Saarlandes
Prof. Dr. Uwe Hartmann
Universität des Saarlandes
D-66041 Saarbrücken
Tel.: +49 681 302-3799
www.uni-saarland.de/fak7/hartmann/
Koordinator



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN**

**Technische Universität
Kaiserslautern**

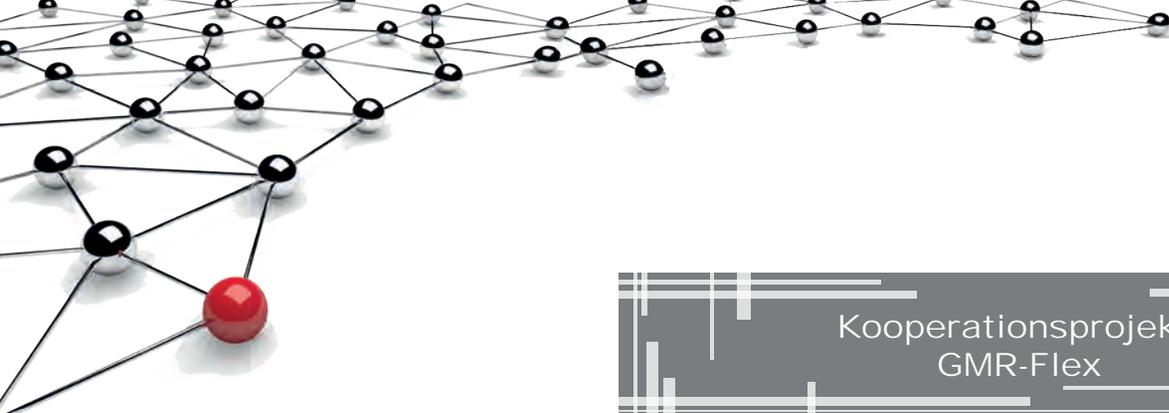
Prof. Dr. Burkard Hillebrands
Dr. Britta Leven
Erwin-Schrödinger-Str. 56
67663 Kaiserslautern
Tel. +49 631 205 4037
www.physik.uni-kl.de/hillebrands



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

**CNRS/Université de Lorraine
Institute Jean Lamour**

Prof. Dr. Stéphane Mangin
Université de Lorraine
Bd des aiguillettes
B.P. 70239 / 54506
VANDOEUVRE LES NANCY
Tel: +44 383 684831
ijl.univ-lorraine.fr/la-recherche/departement-p2m/nanomagnete-et-electronique-de-spin.html



Kooperationsprojekt: GMR-Flex

KOOPERATIONSPARTNER



GEMAC
Sensorik. Messtechnik. ASIC-Design.

**GEMAC - Gesellschaft für
Mikroelektronikanwendung
Chemnitz mbH**

Dr. Caus Dittrich
Zwickauer Straße 227
D-09116 Chemnitz
Tel. +49 371 3377 0
www.gemac-chemnitz.de



**LENORD
+BAUER**
... automates motion.

Lenord, Bauer & Co.GmbH
Burkhard Stritzke
Dohlenstr. 32
46145 Oberhausen
Tel. +49 208 9963 - 0
www.lenord.de

Die Projektidee und Kooperationspartner

GMR-Flex:

Flexibel skalierbarer magnetischer absoluter Einbaugeber

Aktuelles Problem bei der Regelung von Elektroantrieben bzw. Servomotoren ist die präzise Erfassung und Rückmeldung der Rotorposition an die Motorsteuerung. Die Vorteile von magnetbasierten Winkelmesssystemen sind zwar hinlänglich bekannt, wie z.B. eine hohe Zuverlässigkeit bei kritischen Umgebungsbedingungen. Jedoch konnten bislang fast ausschließlich optische Encoder eingesetzt werden, da es bis dato keine leicht integrier- und montierbare Einbaugeber gab.

Insbesondere bei Hohlwellenantrieben wurden die bekannten eingegliagerten magnet-

basierten Systeme mit großem Aufwand an den Wellendurchmesser des jeweiligen Antriebssystems angepasst. Je größer der Wellendurchmesser war, desto schwieriger war die Montage, oder die magnetische Lösung war überhaupt nicht realisierbar.

An dieser Stelle setzte das Kooperationsprojekt GMR-Flex an: Lenord + Bauer entwickelte die GMR-Sensorik,

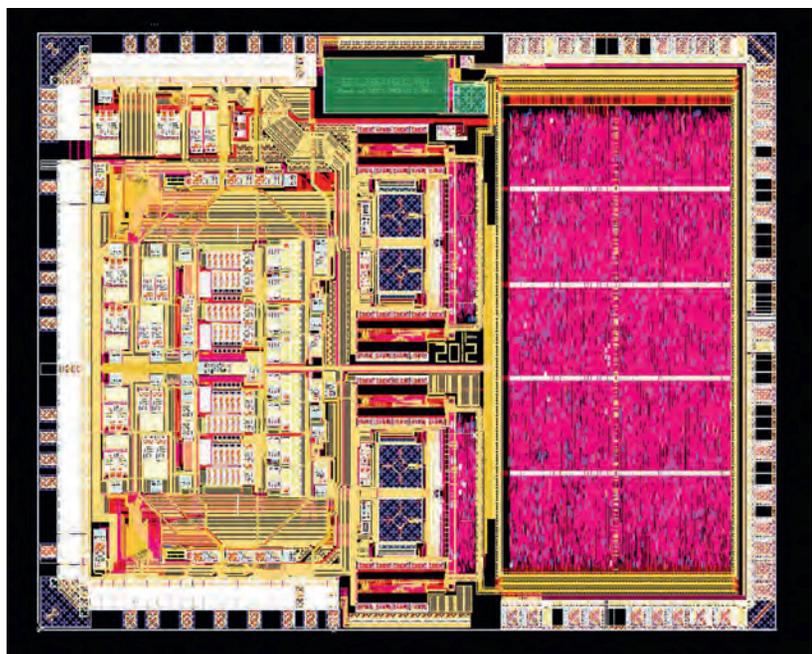


Abb.: Nonius-Interpolator GC-NIP

die Aufbau- und Verbindungstechnik sowie die Maßverkörperung. GEMAC entwarf und realisierte den 2-Spur-Nonius-Interpolator-ASIC. Als Unterauftragnehmer fertigte Sensitec die GMR-Sensoren.

Das Produkt der Kooperation

Es entstand ein magnetisches, absolut messendes Einbaugesystem, das einfach in Hohlwellenantriebe verschiedensten Durchmessers integriert werden kann und ein hochgenaues Messsignal von maximal 12-14 bit zur Verfügung stellt.

Die Flexibilität des Gebersystems wurde über zwei Variablen umgesetzt. Zum einen durch Abstimmung des GMR-Sensorlayouts in einem festen Raster auf verschiedene Zahnmodule und zum anderen durch eine variable Zähnezahzahl der Maßverkörperung.

Der Außendurchmesser der Maßverkörperung kann so in einem großen Bereich variiert werden. Die absolute Position des Gebersystems wird im Interpolator GC-NIP über eine Noniusauswertung berechnet.

Ein neuartiger Algorithmus steigert die Systemgenauigkeit durch Korrektur der systematischen Fehlergrößen. Der Baustein bietet die im Markt etablierten Schnittstellen wie SSI, Quadratur-Signalen und BiSS und ist daher in vielen Anwendungen einsetzbar.

Das Hauptanwendungsgebiet des GMR-Flex-Systems ist die elektronische Regelung von Servo-Aktoren in Anwendungen wie der Automatisierungstechnik, in Werkzeugmaschinen, Roboter- und Messsystemen. Aber auch in Branchen wie der Energie- und Verkehrstechnik gibt es neue Applikationen. Torquemotoren und Hochleistungsantriebe für

Schienenfahrzeuge und Schiffe stehen hier im Focus.

Projektförderer der Kooperation

Das Kooperationsprojekt GMR-Flex wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Förderprogramms „Mikrosysteme 2004-2009“ unterstützt.

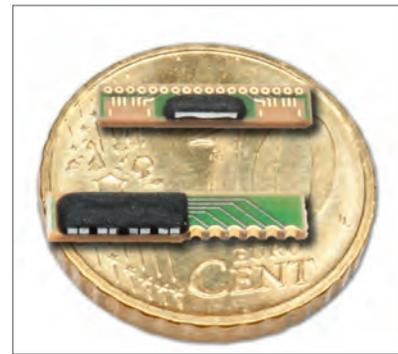


Abb.: Sensorelemente bis Modul 2 (Single-Chip, oben) und ab Modul 2 (Multi-Chip, unten)



Abb.: Nonius-Messzahnäder mit verschiedenen Außen- und Innendurchmessern; kleines Bild: Nonius-Stegscheibe

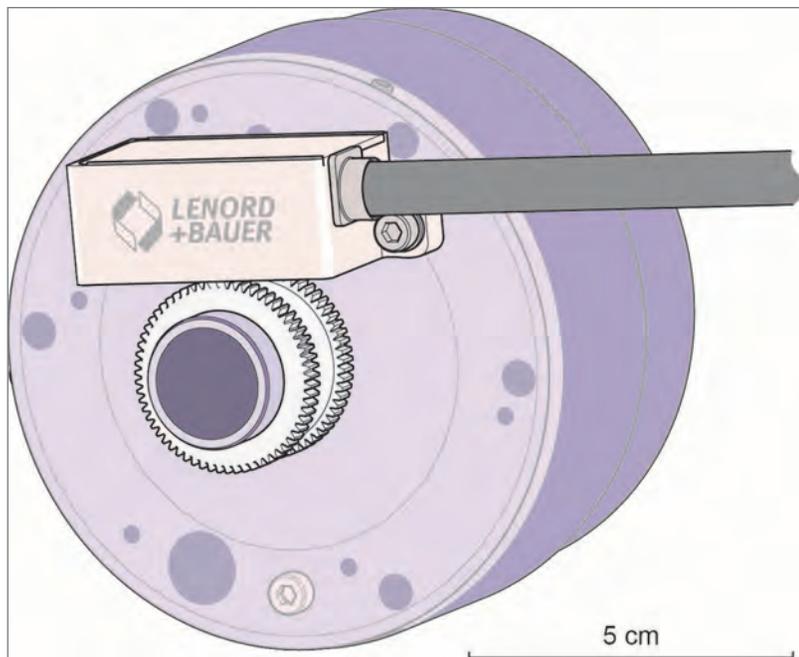
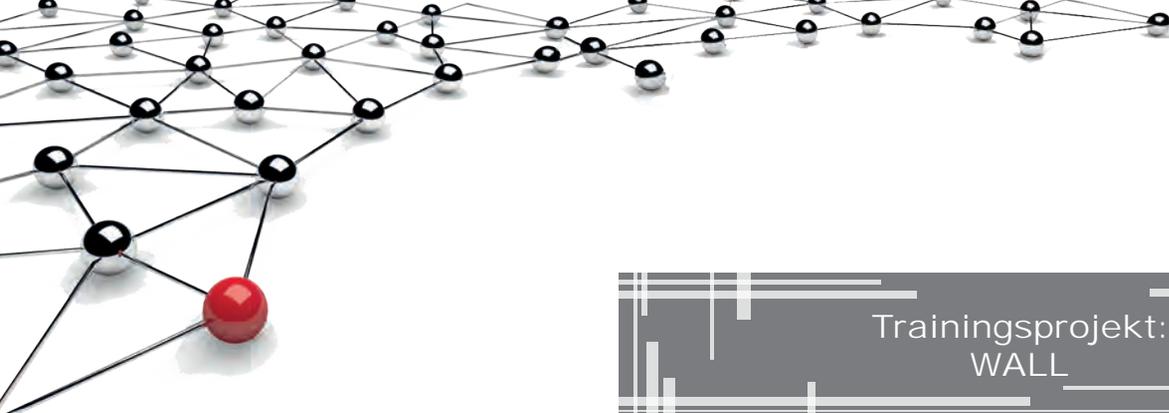


Abb.: Beispielanwendung Servomotor



Trainingsprojekt: WALL

KOOPERATIONSPARTNER

SENSITEC

Sensitec GmbH
 Dr. Hubert Grimm
 Hechtsheimer Str. 2
 55131 Mainz
 Tel.: +49 6131 90621 23
 www.sensitec.com

JG|U

JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ

**Johannes Gutenberg
Universität Mainz**
 Prof. Dr. Mathias Kläui
 Staudingerweg 9
 55128 Mainz
 Tel.: +49 6131 39243 45
 www.klaeui-lab.physik.uni-mainz.de

Die Projektidee und Kooperationspartner



Abb.: WALL Logo

Sensitec GmbH und die Universität Mainz nehmen gemeinsam am EU-Projekt WALL teil. WALL steht für „Controlling domain wall dynamics for functional devices“ und leistet Vorarbeiten für die nächste Generation an Low-power Instrumenten für die Datenverarbeitung und Kommunikation/Sensorik. Ein wichtiger Beitrag dieses „Marie Curie Initial Training Networks“ ist die Ausbildung von wissenschaftlich-technischem Nachwuchs.

Dafür haben sich außer der Univ. Mainz und Sensitec vier weitere Forschungsinstitutionen sowie 2 weitere Unternehmen aus Frankreich, Spanien, Italien, England, der Schweiz und Deutschland in diesem vierjährigen Netzwerkprojekt zusammengeschlossen. Die Ausbildung der jungen Forscher erfolgt nach dem Konzept des „Blended learning“ durch Vorort-Veranstaltungen (Durchführung eines Forschungsprojektes, Seminare, Sommer Schools etc.) und durch die Teilnahme an E-Learning Kursen über das Internet. Die Inhalte decken sowohl wissenschaftlich-technische Gebiete (Training through Research) als auch allgemeine Themen wie z.B. Patentwesen, Innovationsmethoden, Präsentationstechniken, Managementthemen, die Erstellung von Doktorarbeiten und Businessplänen ab (Training for Life). Dieses breite Angebot an Fachwissen wird durch die 8 Projekt-

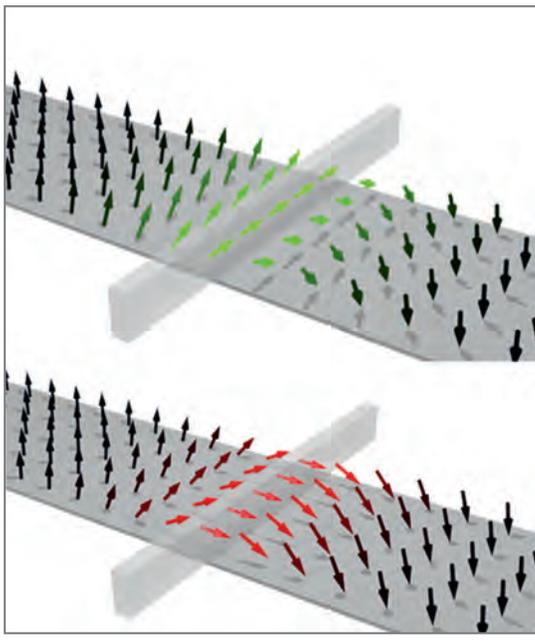


Abb.: Illustration von Domänenwänden, d.h. den Übergangsbereichen zwischen unterschiedlich magnetisierten Bezirken in ferromagnetischen Materialien. Oben Blochwand, unten Néelwand (Bildquelle: Johannes Gutenberg Universität Mainz)

partner sowie durch 10 weitere assoziierte Partner aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Verbänden zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen des Projektes wurden insgesamt 10 junge Doktoranden und 2 Postdocs aus Europa und Übersee eingestellt, die an den Veranstaltungen des Blended learning teilnehmen. Die jungen Frauen und Männer arbeiten außerdem an eigenen Forschungsprojekten. Die Betreuung erfolgt durch erfahrene Mitarbeiter der Gastinstitutionen und Universitäten. Zusätzlich sind Austauschmaßnahmen geplant, bei denen die jungen Forscher für 1-2 Monate bei einem anderen Projektpartner die technischen Möglichkeiten kennenlernen und für das eigene Vorhaben nutzen können.

Zum WALL-Projekt gibt es eine ausführliche Webseite (www.itn-wall.eu/), auf der u.a. die Fortbildungsmaßnahmen angekündigt werden.

Eine Teilnahme an Workshops,

Seminaren und E-Learning-Kursen steht auch Personen außerhalb von WALL offen.

Projektförderer der Kooperation

Das WALL-Projekt wird unterstützt durch die „Marie Curie Actions“ des 7. Forschungsrahmenprogramms (FP7/2007-2013) unter dem REA grant agreement n° 608031.

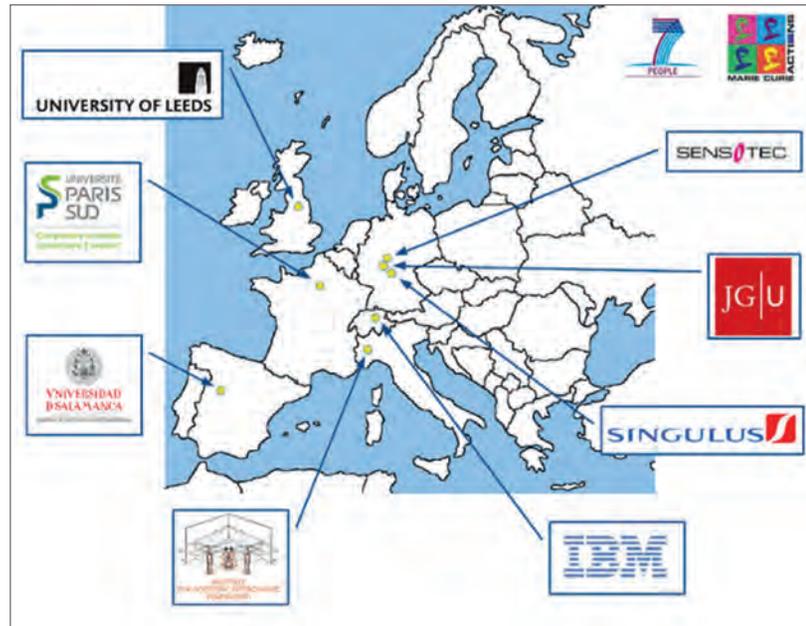


Abb.: Die Projektpartner (Bildquelle: Wall Projekt)

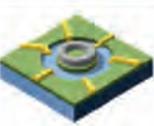
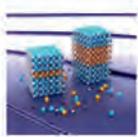
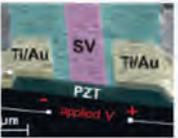
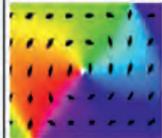
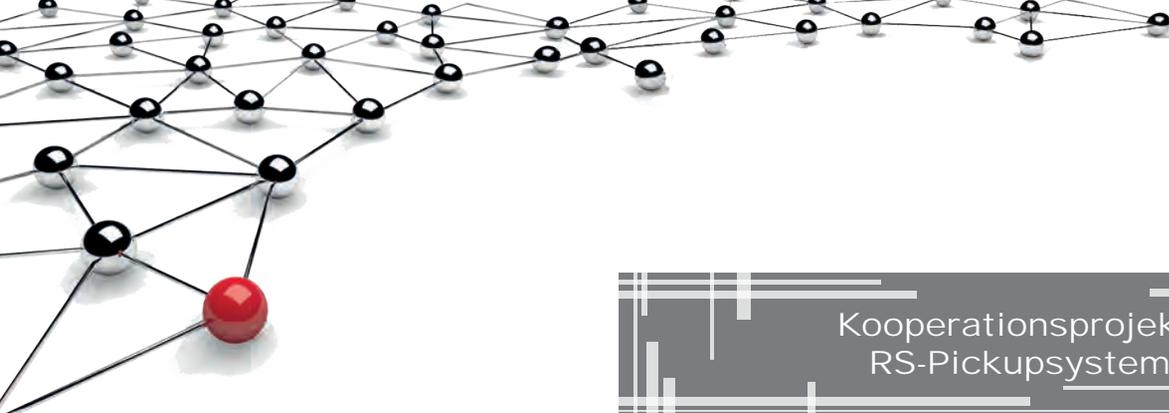
Dissemination and Transfer of Knowledge				
From fundamental physics to device concepts	MINIMIZE ENERGY DISSIPATION		Controlling domain wall dynamics for functional devices	
		Current induced domain wall dynamics with spin-orbit torques		
	Control of domain wall dynamics, pinning and depinning			Manipulate local magnetic properties with electrical fields
		Understand and engineer domain wall structures		
Nanofabrication ↔ Imaging ↔ Ultrafast transport ↔ Modelling ↔ Simulation				
TRAINING	METHODOLOGY		SCIENCE	

Abb.: Übersicht zum WALL-Projekt (Quelle: Marie Curie Initial Training Network WALL n. 608031)



Kooperationsprojekt: RS-Pickupsystem

KOOPERATIONSPARTNER



VSE Volumentechnik GmbH

Axel Vedder & Jörg Kirchertz
Hönnestraße 49
58809 Neuenrade
Tel. +49 2394 616 30
www.vse-flow.com/schraubenspindler-serie-rs.html
www.vse-flow.com



Sensitec GmbH

Uwe Stock
Georg-Ohm-Str. 11
35633 Lahnau
uwe.stock@sensitec.com
www.sensitec.com



Sensorik. Messtechnik. ASIC-Design.

GEMAC - Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH

Stefan Sinang
Zwickauer Straße 227
D-09116 Chemnitz
Tel. +49 371 3377 500
www.gemac-chemnitz.de

Die Projektidee und Kooperationspartner

Mit einer Schraubenspindel einen Volumenstrom zu messen, ist ein bekanntes Prinzip. Was die VSE Volumentechnik GmbH allerdings aus dieser Messtechnik entwickelt hat, ist in höchstem Maße innovativ. Vor einem Jahr wurde die neue Generation der Schraubenspindelzähler aus der Serie der Rotorsensoren (RS) vorgestellt. Und es scheint, als hätte der Markt nur darauf gewartet. Betrachtet man die Vorteile, die die Messung des Volumenstroms nach dem Schraubenspindelprinzip der VSE-Serie RS bietet, wird deutlich warum.

Der neue Rotorsensor verspricht

- hohe und nahezu viskositätsunabhängige Genauigkeit
- pulsationsfreie Messung
- niedrigste Druckverluste
- geringe Ansprechzeit durch innovatives Rotorprofil und reduzierte Massen

- schonende Messung des Fluids

- höchste Funktionalität durch intelligente Sensorik.

Der letzte Punkt stellte eine besondere Herausforderung an das Messsystem da.

Das Produkt der Kooperation

Grundsätzliche Aufgabe der Sensorik ist es, die Rotation der Spindel, welche proportional zum zeitlichen Flüssigkeitsdurchsatz ist, so präzise wie möglich abzutasten.

Mit „präzise“ ist gemeint: Auch bei geringen Winkeländerungen in der Rotation genügend Informationen zu liefern -> d.h. hochauflösend!

Um dieses Kooperationsprojekt „RS-Pickupsystem“ zu verwirklichen musste von VSE ein Abtastsystem entwickelt werden, welches auch für die rauen Umgebungsbedingungen im Inneren des RS-Volumensensors geeignet ist.

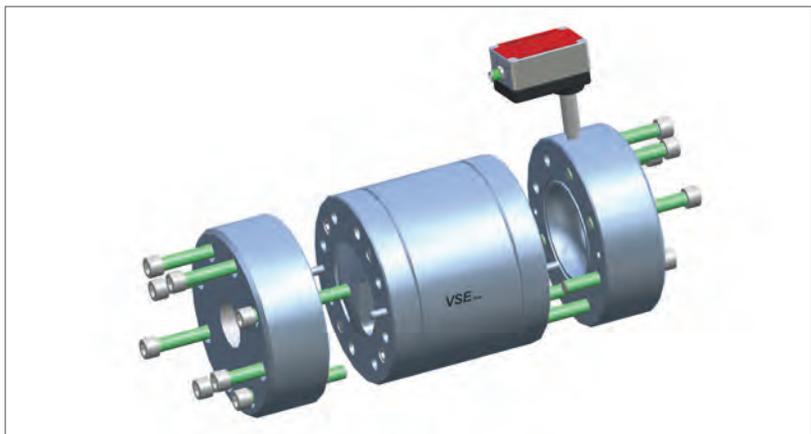


Abb.: Rotosensor-concept

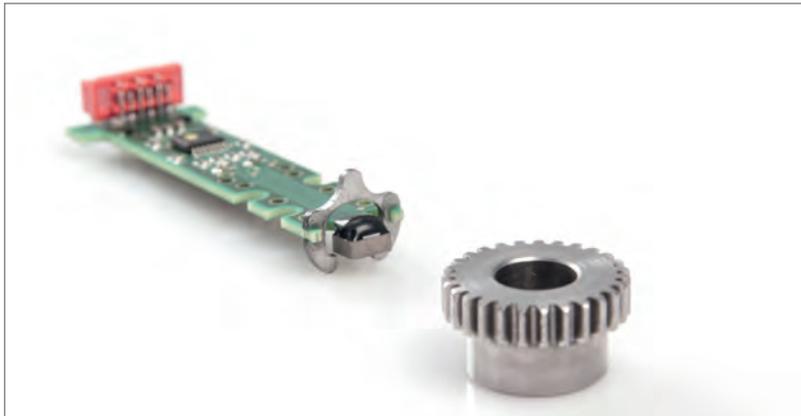


Abb.: Rotorsensor-pickup

Hier herrschen je nach Anwendung neben abrasiv wirkenden und aggressiven Medien, starken Temperaturschwankungen unter anderem auch noch hohe Drücke und kritische Druckspitzen.

Nach einer Recherche wurde schnell klar, dass die effizienten Produkte der SENSITEC GmbH und GEMAC mbH ideal für eine schnelle Umsetzung dieser Entwicklung war und sich ein Kooperationsprojekt entwickelte.

Den Anforderungen nach muss das Sensorsystem berührungslos, zuverlässig, extrem robust und auch noch über eine sehr gute Signalqualität für hochauflösende Informationen verfügen. Für diese Aufgabe lieferte die SENSITEC GmbH die passende Sensorik aus ihrer GLM700er-Familie. Basierend auf dem GMR-Effekt ist es mit diesem „Zahnsensor“ möglich, ein auf der Welle befindliches Zahnrad mit definiertem Modul zu erfassen.

Dieser GMR-Sensor liefert Sinus-/Kosinus-Signale von hoher Güte mit einer hohen Messauflösung, also genau richtig für das Abtastsystem.

Zum Schutz gegen die oben genannten Extrembedingungen wird der Sensor zusammen mit einem Magnet für das Hilfsfeld und einer Verstärkerschaltung in

einem Cartridge-Gehäuse gekapselt eingebaut.

Das Konzept von VSE zum Aufbau und der Verbindungstechnik wurde von der SENSITEC GmbH erfolgreich umgesetzt.

Durch das vielseitige Interpolations-IC „GC-IP2000“ von GEMAC wurde es VSE ermöglicht, die gewünschte Signalaufbereitung und hochauflösende Digitalisierung zu realisieren.

Hier führten nicht nur die sehr hohen und unterschiedlichen Interpolationsraten, sondern auch die patentierten Verstärkungs- und Offsetregelungen, sowie die Phasenkorrektur maßgeblich zum Erfolg.

Diese Features sind insbeson-

dere für Durchflussmessungen mit hohen Temperaturen und Drücken sehr wichtig, da unter diesen Bedingungen gerade diese Faktoren der Rohsignale von den GMR-Messbrücken zwangsläufig verändert werden.

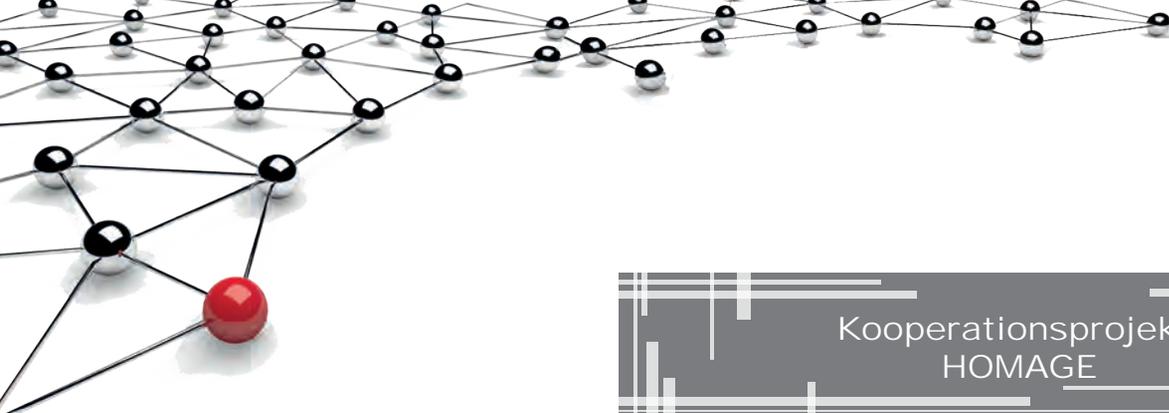
Sehr beliebt sind die Schraubenspindelzähler in der Verfahrenstechnik, der Hydraulik und der Verbrauchsmessung.

Hier werden besonders die Vorteile der hohen und genauen Auflösung genutzt.

Es sind Prozesse mit hochviskosen Medien genauer messbar und dynamische Vorgänge besser zu detektieren.



Abb.: Rotorsensor-flowmeter



Kooperationsprojekt: HOMAGE

KOOPERATIONSPARTNER



Integrated Circuits

iC-Haus GmbH

Dr. Heiner Flocke
Am Kuemmerling 18
55294 Bodenheim
Tel. +49 6135 92 92 0
www.ichaus.de



High Resolution

High Resolution GmbH

Max-Eyth-Strasse 21-23
74366 Kirchheim
Tel. +49 7143 404415
www.highresolution.biz



TRINAMIC

MOTION CONTROL

Trinamic Motion Control
GmbH & Co. KG
Waterloohain 5
22769 Hamburg
Tel. +49 514 8060
www.trinamic.com

TWK ELEKTRONIK

TWK-ELEKTRONIK GmbH

Heinrichstrasse 85
40239 Düsseldorf
Tel. +49 211 961170
www.twk.de

Die Projektidee und Kooperationspartner

HOMAGE - HOch-performante MAgnetische GEber mit neuer Hall-Sensorik und Technologie“

Magnetische Positiongeber tasten in den meisten Fällen einen Diametral-Magneten am Wellenende zentrisch ab, sind damit robust und preiswert, aber erlauben keine Anwendungen für Hohlwellen. Die erreichbare Winkelauflösung und Genauig-

keit wird durch die mögliche Interpolationstiefe und die verfügbare Feldqualität begrenzt. Optische Positiongeber hingegen erreichen durch die Abtastung vieler Sinusperioden pro Umdrehung mühelos sehr hohe Auflösungen.

Das Kooperationsprojekt HOMAGE suchte nach einer hochintegrierten Chip-Lösung, die die Vorteile magnetischer und optischer Systeme vereint. Als Spezialist für optische und magnetische Sensor-ICs wurde bei der iC-Haus GmbH das

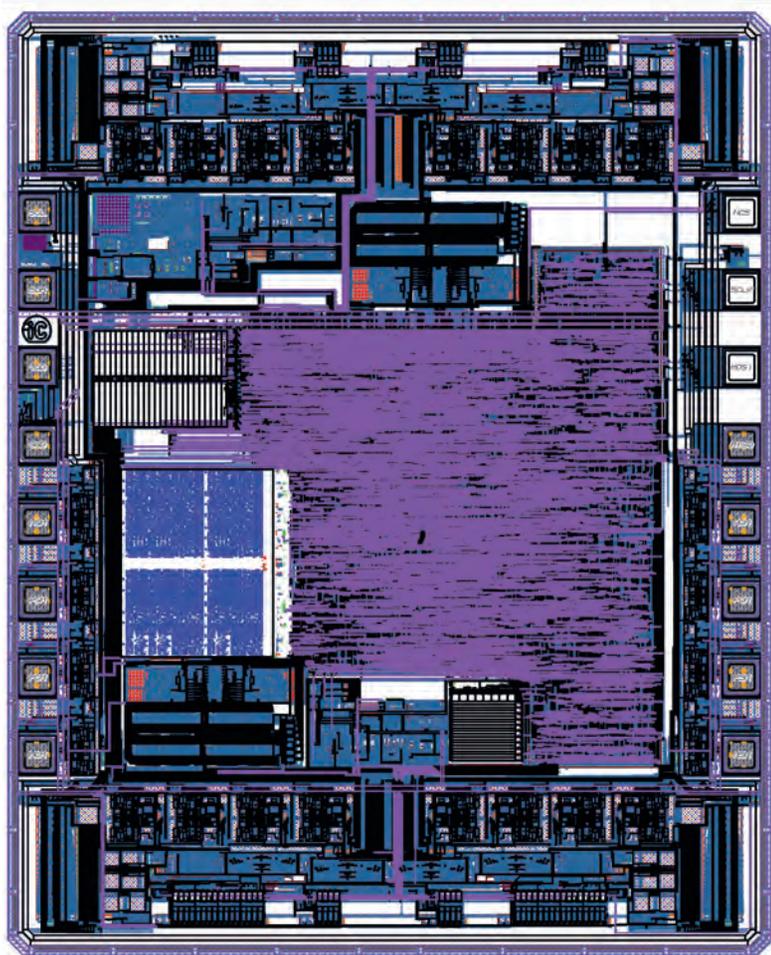


Abb.: Chip-Layout

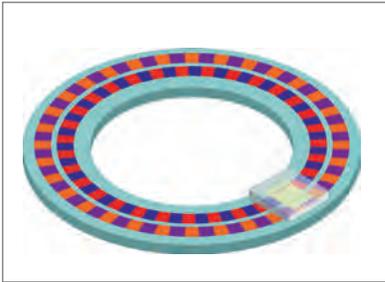


Abb.: Prinzip der flächigen Off-Axis Abtastung magnetischer Nonius-Spuren

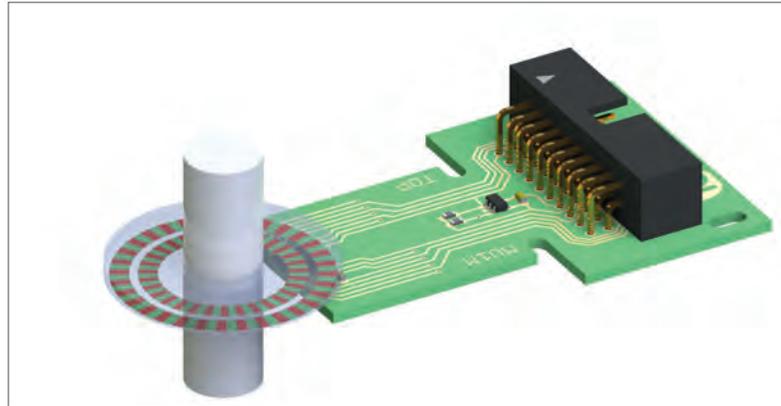


Abb.: Prinzipielle Anordnung von Polrad und Hall-Encoder

Encoder-iC entwickelt. Die Firma High Resolution GmbH (heute Balluff GmbH) übernahm das Layout, die Konzeption und die Auslegung der Polscheibe. Mit Trinamic Motion Control und TWK-ELEKTRONIK waren zwei Unternehmen beteiligt, die Anwendungen des Systems unter industriellen Gesichtspunkten bewerten und testen konnten.

Das Ergebnis der Kooperation

Mit dem neuartigen Hall-iC zur Abtastung von magnetisierten Nonius-Spuren können hochauflösende und robuste Off-Axis Sensor- und Aktorsysteme realisiert werden. Als vollintegrierte System-on-Chip Lösung eignet sich der entwickelte iC-MU zur Abtastung magnetischer Polräder und Bänder für typische Motion-Control-Applikationen, wie beispielsweise für absolute Positionsgeber, Inkrementalgeber und Kommutierungsgeber für bürstenlose Motoren. Die Positionsdaten werden in Echtzeit erzeugt und über serielle Schnittstellen (BiSS, SSI, SPI) sowie als Inkrementalsignal verzögerungsfrei angeboten; ebenso ist eine beliebige Impulszahl wählbar.

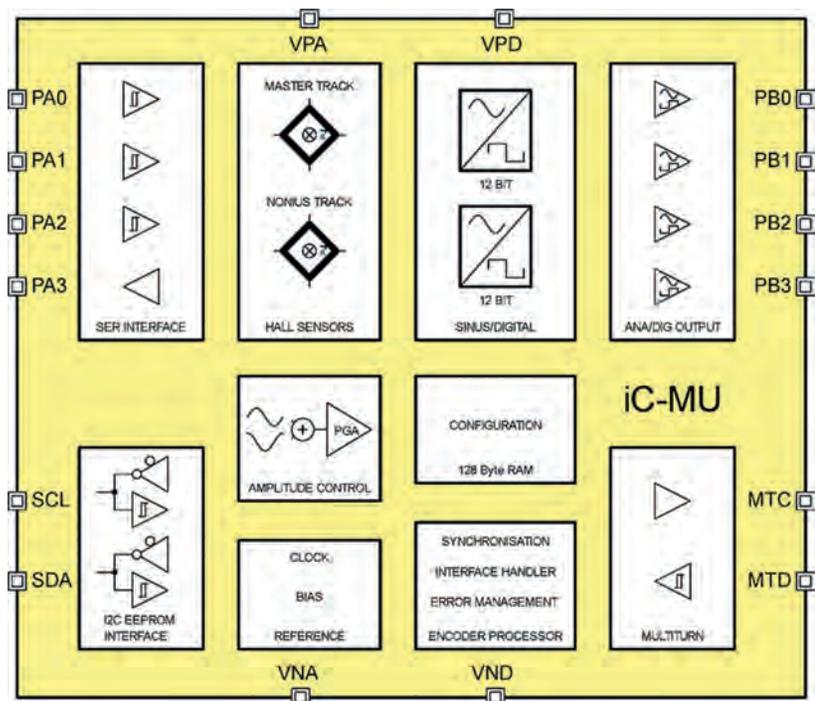
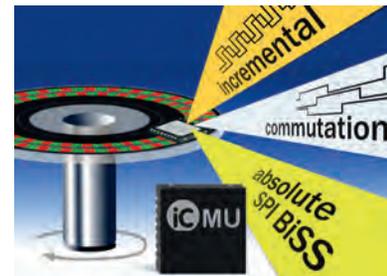
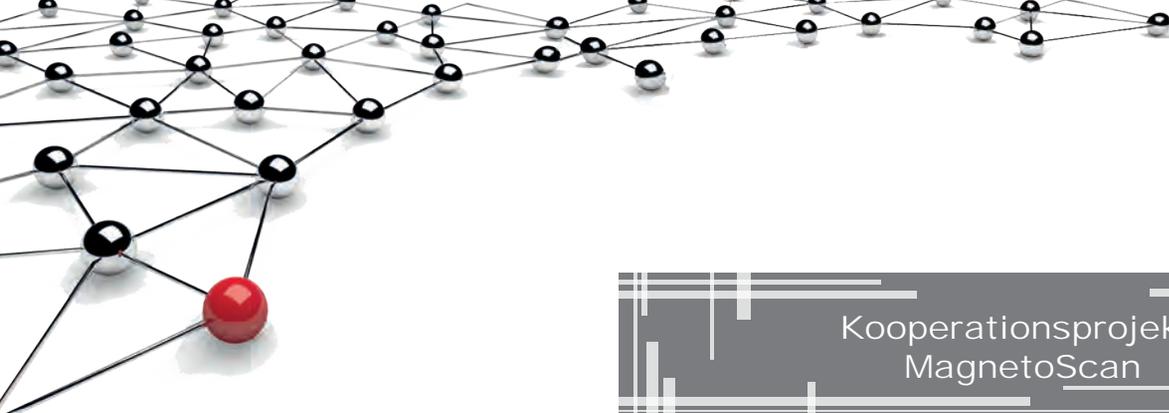


Abb.: Blockschaubild iC-MU

Projektförderer der Kooperation

Das Projekt HOMAGE wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.





Kooperationsprojekt: MagnetoScan

KOOPERATIONSPARTNER



Integrated Circuits

iC-Haus GmbH

Dr. Heiner Flocke
Am Kuemmerling 18
55294 Bodenheim
Tel. +49 6135 92 92 0
www.ichaus.de



Rosen Technology & Research Center GmbH

Am Seitenkanal 8
49811 Lingen (Ems)
Tel. +49-591 9136 0
www.rosen-group.com



Giesecke & Devrient

Giesecke & Devrient GmbH

Prinzregentenstraße 159
D-81677 München
Tel. +49 894 1190
www.gi-de.com

Die Projektidee und Kooperationspartner

In einem gemeinsamen Projekt entwickelten Giesecke & Devrient, Rosen Technology & Research Center und iC-Haus neuartige magnetische Zeilenkamerasysteme, mit denen räumlich hoch aufgelöste, zwei- und dreidimensionale Magnetsignale schnell und präzise gemessen werden können. Die Entwicklung der Magnetsensoren stellte iC-Haus vor die Herausforderung, sowohl 2D als auch 3D Synergien zu vereinen, aber auch dem jeweiligen Teilprojekt in seinen Besonderheiten gerecht zu werden. Magnetfeldstrukturen dienen in der Banknotenproduktion als maschinenlesbare Sicherheitsmerkmale,

um zweifelsfrei die Echtheit von Banknoten sicher zu stellen. Um Sicherheit geht es auch bei magnetischen Zeilenkameras, mit denen Materialfehler in Anlagen wie Gas- und Öl-Pipelines entdeckt und bewertet werden können.

Das Ergebnis der Kooperation

Auf Basis der hochempfindlichen Magnetsensoren von iC-Haus entwickelte Giesecke & Devrient ein Zeilenkamerasystem, mit dem extrem kleine, zweidimensionale magnetische Signaturen detektiert werden können. Die Magnetfeldstärke ist unterhalb des Erdmagnetfeldes. Ein wichtiger Aspekt in der moder-

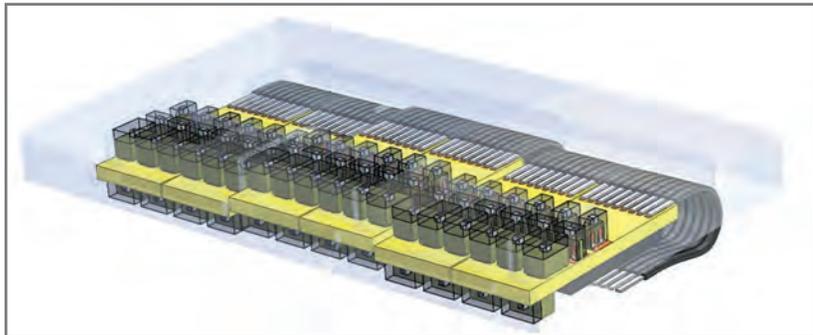


Abb.: Magnetkamera-Modul für Molch

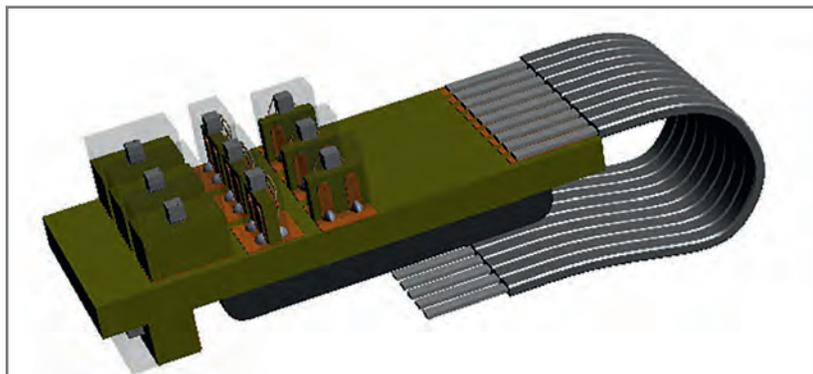


Abb.: 3D-Magnetsensormodul

nen Banknotengestaltung ist die maschinelle Lesbarkeit und Echtheitserkennung. Durch den Einsatz von magnetischen Signaturen werden neue und hochkomplexe Sicherheitsmerkmale erzeugt, die zur Prüfung von Banknoten oder Ausweisdokumenten oder auch zur Absicherung von Markenprodukten gegen Plagiate eingesetzt werden können.

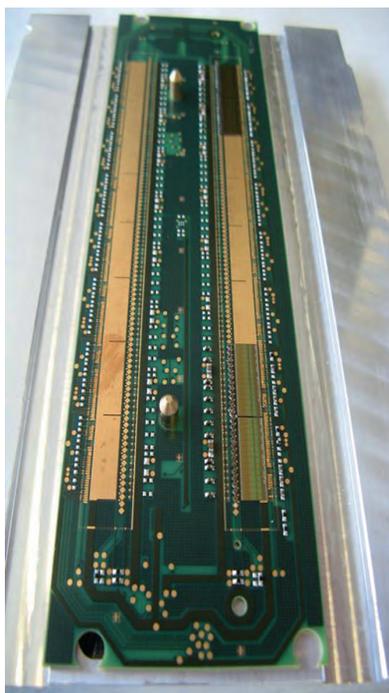


Abb.: Banknoten-Magnetkamera

Die für den Menschen unsichtbaren Merkmale erhöhen den Fälschungsschutz. Sie werden innerhalb von Sekundenbruchteilen erfasst und geben zweifelsfrei Auskunft, ob der geprüfte Gegenstand echt oder falsch ist.

Die neuartige Magnetzeilenkamera ist Bestandteil der Hochleistungssensorik in den Banknotenbearbeitungssystemen von G&D beispielsweise für Zentralbanken. Alle Komponenten sind perfekt aufeinander abgestimmt und stellen sicher, dass Fälschungen zuverlässig aus dem



Abb.: Banknoten



Abb.: Banknoten Prüf- und Sortiermaschine

Verkehr gezogen werden. Eine andere Anwendung realisiert das Rosen Technology & Research Center. Es entwickelt eine hochauflösende magnetische Zeilenkamera für die dreidimensionale Messung von sehr großen Magnetfeldern. Dieses hochpräzise Kamerasystem wird in ein so-

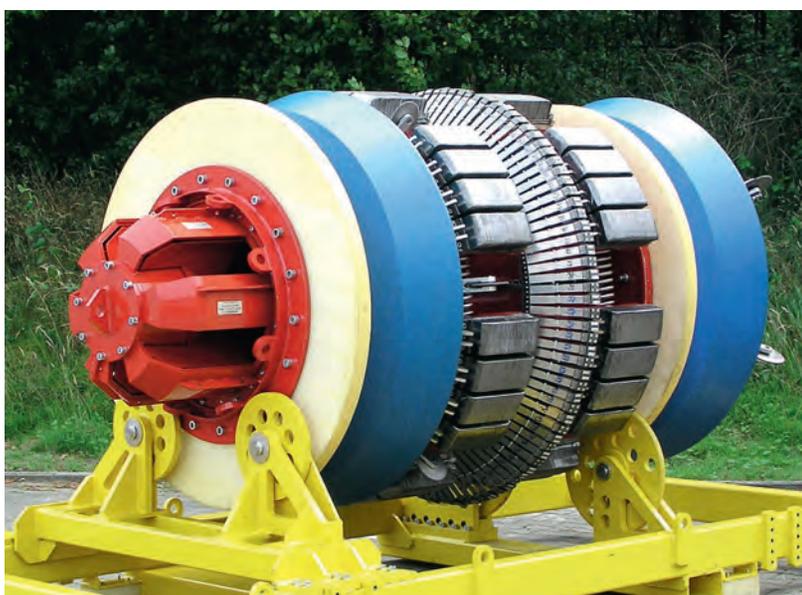
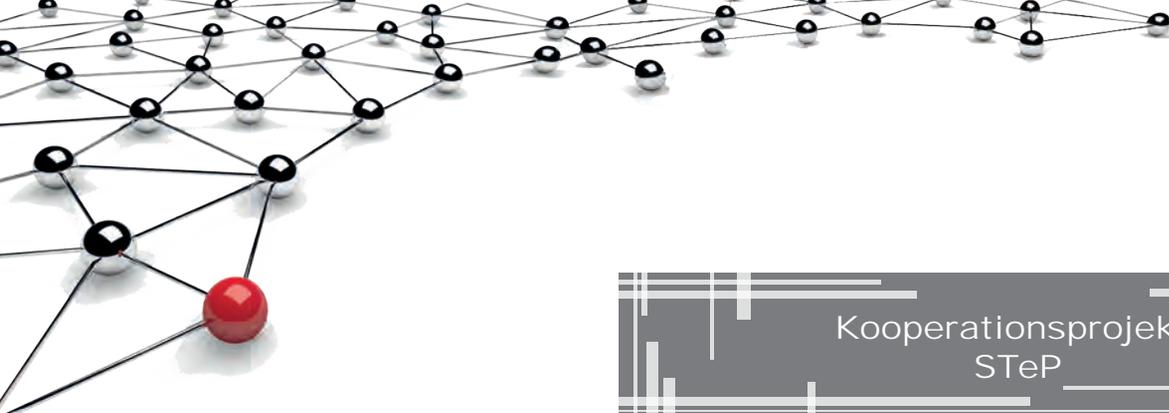


Abb.: Molch für Rohr-Inspektion

nanntes Molchsystem integriert, das eine zerstörungsfreie Inspektion von Gas- und Ölpipelines ermöglicht. Damit lassen sich frühzeitig Materialfehler wie beispielsweise Risse oder Korrosionsschäden erkennen. Ein wichtiger Beitrag, um beispielsweise Umweltschäden zu vermeiden.

Projektförderer der Kooperation

Das Projekt MagnetoScan wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.



Kooperationsprojekt: STeP

KOOPERATIONSPARTNER



Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr. Burkard Hillebrands
Dr. Britta Leven
Erwin-Schrödinger-Str. 56
67663 Kaiserslautern
Tel. +49 631 205 4037
www.physik.uni-kl.de/hillebrands



JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ

Johannes Gutenberg Universität Mainz

Prof. Dr. Mathias Kläui
Staudingerweg 9
55128 Mainz
Tel. +49 6131 39 23633
www.klaeui-lab.physik.uni-mainz.de

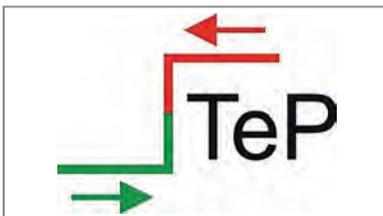


Sensitec GmbH

Dr. Johannes Paul
Hechtsheimer Str. 2
55131 Mainz
Tel. +49 6131 90621 0
www.sensitec.com

Die Projektidee und Kooperationspartner

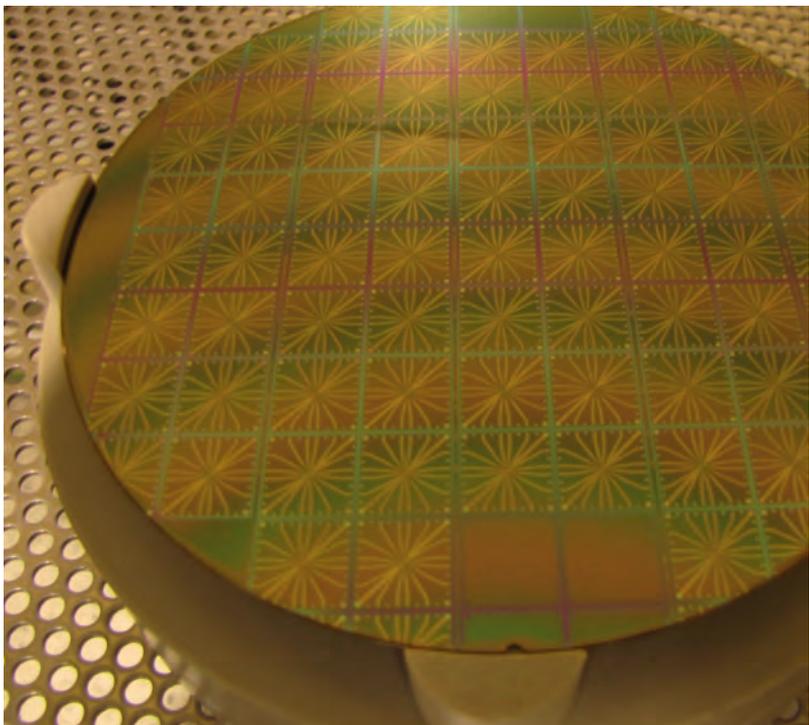
Technologie-Plattform Spintronik Rheinland-Pfalz



Ziel des Projektes war der nachhaltige Aufbau neuer Kompetenzen auf dem Gebiet der Spintronik im vorwettbewerblichen Bereich. Know-How aus dem Forschungsumfeld der beteiligten Universitäten wurde in einer industriellen Forschungsinfrastruktur etabliert, um es kleinen und mittelständischen Unternehmen zugänglich zu machen. Dies

stellt einen europaweit einmaligen Ansatz dar, da die für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendige Infrastruktur sehr kosten- und personalintensiv ist. Für kleinere Unternehmen ist dies in Hinblick auf einzelne Spezialanwendungen nicht finanzierbar. Mit STeP wird damit besonders für den regionalen Markt eine innovative Kompetenz eröffnet, die bislang nicht zur Verfügung stand.

STeP ist ein wesentlicher Vernetzungspunkt auf dem Gebiet der Spintronik in Deutschland. Hier findet neben der Erforschung und Entwicklung innovativer XMR-Bauteile nach industriellen Standards wesentlicher Know-How-Transfer aus der Grundlagenforschung in die industrielle Entwicklung wie auch



Industriell gefertigter Wafer mit Speichereinheiten aus den gemeinsamen Forschungsarbeiten der Universitäten Mainz und Kaiserslautern. Foto: Andrés Conca Parra

in umgekehrter Richtung statt. So wird auf dem Gebiet der Spintronik die Lücke zwischen universitärer Forschung und industrieller Produktion geschlossen.

Als Infrastruktur stellt STeP eine Industrie-Sputteranlage und Reinraumstrukturierungslinien nach industriellem Standard zur Verfügung, die in den Räumlichkeiten der Firma Sensitec in Mainz installiert sind. Der industrielle Gerätepool wird durch die technische und personelle Infrastruktur der Firma Sensitec begleitet.

Das Ergebnis der Kooperation

STeP hat auf dem Gebiet magnetischer Schichtsysteme für Sensoren und Speichereinheiten mit dem Transfer der Entwicklung aus der universitären Forschung in die nach DIN-Normen spezifizierten industriellen Prozesslinien neue technische Kompetenzen aufgebaut. Ein wichtiger Aspekt hierbei war die Übertragung des hochempfindlichen Magnesiumoxid-Verfahrens zur Herstellung sogenannter Tunnelmagnetowiderstands-Schichtsysteme (XMR).

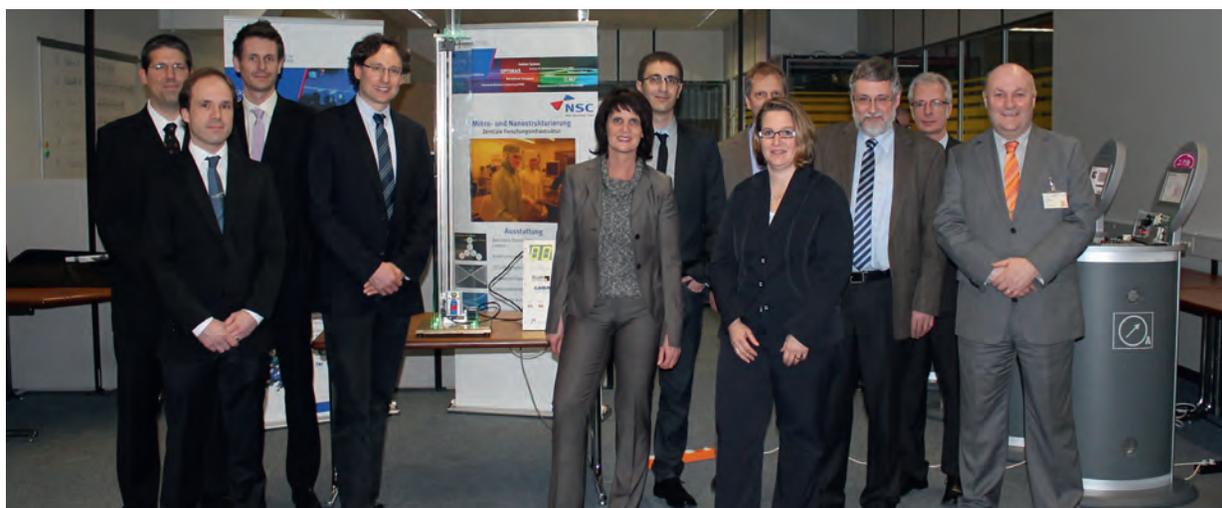
Dieses Verfahren ist in der Forschung gut etabliert, aber stellt technologisch eine große Herausforderung dar. Die nur wenige Atomlagen-umfassende Magnesiumoxidbarriere (wenige Milliardenstel Meter) wurde auf den Siliziumträgerscheiben über die gesamte Größe von fünf Zoll gleichmäßig aufgebracht. Zusätzlich konzentrierte sich die Forschung auf die Entwicklung industriell geeigneter „Baukastensysteme“ mit sogenannten Heusler-Materialien. Diese Materialien erlauben die flexible Anpassung an verschiedenste funktionelle und technologische Anforderungen. Auch hierbei ist die Übertragung und Integration in die üblichen Halbleiter-Prozesslinien eine besondere Herausforderung, da die Materialeigenschaften sehr empfindlich von der Qualität der Heusler-Schicht und damit von der geschickten Vorbehandlung der hier zur Verfügung stehenden Siliziumträgerscheibe abhängt. Diese Integration von Heusler-Materialien in konventionelle TMR-Strukturen konnte in STeP erfolgreich demonstriert werden. Ein besonderer Erfolg ist die Entwicklung eines neuen Messverfahrens zur Qualitätsprüfung

für Magnetsensoren, das zukünftig on-chip, also direkt auf dem Sensorchip selbst integriert wird, und so eine schnelle und vor allem platzsparende Testung der Sensoren und damit ein effizienteres Herstellungsverfahren garantiert.

Projektförderer der Kooperation

Das Projekt wurde finanziell gefördert durch das Land Rheinland-Pfalz (Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur und Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung), sowie aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

Im wissenschaftlichen Umfeld ist STeP mit der Graduiertenschule der Exzellenz „Materials Science in Mainz“ (MAINZ) und dem Landesforschungszentrum OPTIMAS assoziiert. Die Arbeiten zu STeP wurden zudem durch das Technologietransfer-Dienstleistungszentrum für Neue Materialien (TT-DINEMA) der Universität Mainz und das Nano Structuring Center (NSC) der TU Kaiserslautern unterstützt.



Von links nach rechts: Dr. F. Casper (JGU Mainz), Dr. R. Lehdorff (Sensitec), Dr. M. Dorms (Sensitec), Prof. Dr. M. Kläui (JGU Mainz), Ministerin V. Reiß (MBWWK), Dr. Andrés Conca (TU Kaiserslautern), J. Rühl, (LTI Drives), Dr. Britta Leven (TU Kaiserslautern), Prof. Dr. Burkard Hillebrands (TU Kaiserslautern), Dr. J. Gerber (INNOMAG, Leiter), Dr. R. Slatter (Sensitec, Geschäftsführer).

SENS*i*TEC

 First Sensor

 iC Haus

 Giesecke & Devrient
Creating Confidence.

LUST
HYBRID-TECHNIK

 **IMPT**
Institut für
Mikroproduktionstechnik

BECKHOFF

 **PREMA**[®]
SEMICONDUCTOR

 **Reelectronic**

FESTO

 **OPTIMAS**
TU Kaiserslautern

 **matesy**
Magnetische Technologien & Systeme

 **JGU**
JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ

 **LENORD
+BAUER**
... automates motion.

POSITAL
FRABA

MACON
MOTION UNDER CONTROL

 **IMSTEC**[®]

ifos
Institut für Oberflächen-
und Schichtanalytik GmbH

 **PEPPERL+FUCHS**
SENSING YOUR NEEDS

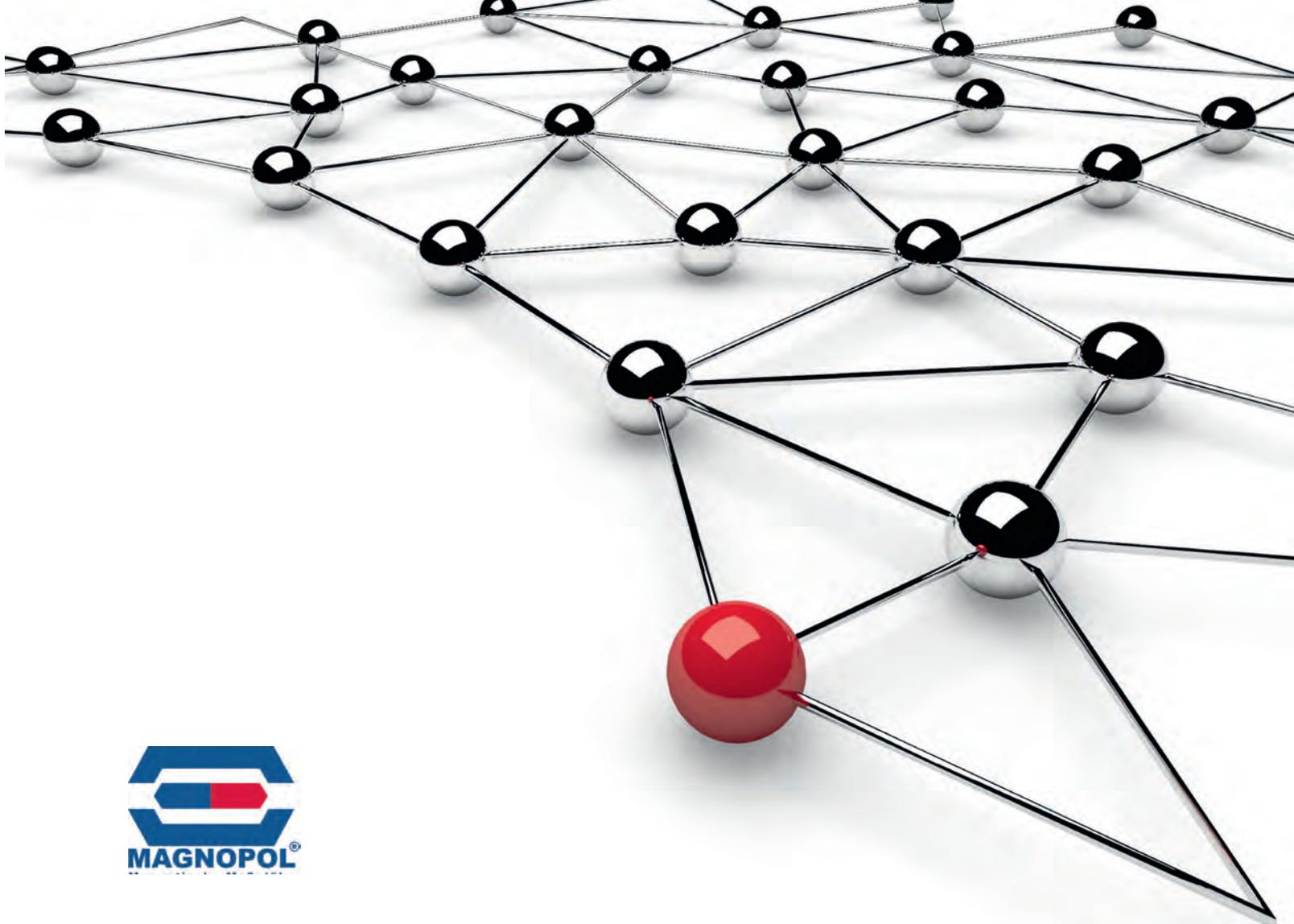
 **WACHENDORFF**
Automation GmbH & Co. KG

amun

ELGO
ELECTRONIC 

BALLUFF
HIGH RESOLUTION

 **MERCK**





INNOVATIONSPLATTFORM für MAGNETISCHE MIKROSYSTEME INNOMAG E. V.
Geschäftsstelle Trippstadter Str. 110 | 67663 Kaiserslautern
WWW.INNOMAG.ORG