

**Informationserfassung durch
galvanomagnetische und strukturierte
Komponenten in Sensorsystemen**

Von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften der
Universität Duisburg-Essen
zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Ingenieurwissenschaften

genehmigte Dissertation

von

Dipl.-Ing. Holger Pitsch

aus

Duisburg

Referent: Prof. Dr.-Ing. Edmund Gerhard

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Peter Laws

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Oktober 2003

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist während meiner Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Elektromechanische Konstruktion der ehemaligen Gerhard-Mercator-Universität Duisburg und heutigen Universität Duisburg-Essen unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Edmund Gerhard entstanden. Die Motivation zu der behandelten Thematik entstammt meiner wissenschaftlichen Arbeit im Rahmen der Forschungsschwerpunkte des Fachgebiets sowie in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojekt „Informationsintegrierte Sensor-/Aktorsysteme für fluidische Antriebe – INSAFA“.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Edmund Gerhard danke ich sehr herzlich für die engagierte Betreuung meiner Arbeit. Seine freundliche Unterstützung meiner wissenschaftlichen Tätigkeit, seine ständige Bereitschaft zu fachlichen Diskussionen und außerfachlichen Gesprächen mit vielen wertvollen Ratschlägen und konstruktiven Anregungen sowie sein unentwegter Eifer auf dem Gebiet der Motivation haben maßgeblich zur Realisierung dieser Arbeit beigetragen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Peter Laws gilt mein Dank für seine freundliche Bereitschaft zur Übernahme des Korreferats.

Herrn Dr.-Ing. Reinhard Viga, meinem langjährigen Kollegen während meiner Dienstzeit am Fachgebiet Elektromechanische Konstruktion, danke ich für zahlreiche konstruktive fachliche Diskussionen, die ebenso wie seine Tipps zu formalen Aspekten der schriftlichen Ausarbeitung eine wertvolle Hilfe geleistet haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt letztlich meinen Eltern Gislinde und Wolfgang Pitsch sowie meiner Lebensgefährtin Carmen Maibus für ihre fortwährende liebevolle Unterstützung. Ihr Verständnis, ihre oft endlose Geduld sowie ihre unermüdliche moralische Aufbauarbeit haben mir den notwendigen familiären Rückhalt zur Durchführung dieser Arbeit gegeben.

Zusammenfassung

Der hohe Grad der Automatisierung in der industriellen Fertigung sowie in weiten Teilen des täglichen Lebens erfordert wie der stetig steigende Informationsbedarf der Gesellschaft eine messtechnische Überwachung vielfältiger Prozess- und Umweltparameter. Sensoren wandeln auf Basis physikalischer oder chemischer Effekte den Momentanwert einer physikalischen Messgröße in ein äquivalentes elektrisches Signal um und bilden so die Schnittstelle zwischen einem technischen System und dessen Umgebung. Magnetfeldsensoren etwa, wie die auf galvanomagnetischen Effekten basierenden Sensorelemente *Hall-Element* und *Feldplatte*, reagieren auf eine magnetische Wechselwirkung mit dem Messobjekt oder rufen eine solche hervor.

Den Ansatzpunkt dieser Arbeit bildet die Betrachtung der Komponenten galvanomagnetischer Sensorsysteme als Gestaltelemente, deren konstruktive Parameter als Informationsträger genutzt werden. Die Variation von Anzahl, Anordnung und/oder geometrischer Gestalt führt zu ein- oder mehrdimensional strukturierten Systemkomponenten, welche die Bildung definierter Sensorsystem-Topologien mit anwendungsspezifischem Informationsgehalt gestatten.

Im Rahmen dieser Arbeit sind neuartige Sensorsysteme entstanden, die durch strukturierte Komponenten der galvanomagnetischen Sensorik ein breiteres Anwendungsspektrum eröffnen und den Einsatz in Bereichen der Messtechnik gestatten, die bislang von Sensoren auf Basis anderer, meist optischer Effekte dominiert werden. So gestattet die Informationscodierung durch Strukturvariation die Entwicklung eines Sensorsystems zur magnetischen Geometrievermessung nicht-magnetischer Objekte. Ein weiteres Beispiel zeigt, wie die Abbildung der Messgröße auf die Struktur einer Systemkomponente die Adaption eines mobilen Sensorsystems zur Erfassung der komplexen Bewegung eines Ruders ohne Behinderung des Sportlers und damit die rückwirkungsfreie Messung gestattet. Umgekehrt lässt eine definierte Strukturierung bei bekanntem Signalverlauf ohne Fehlereinfluss Rückschlüsse auf die Fertigungsgenauigkeit eines Sensorsystems zu. Am Beispiel eines Wegsensors zur Bestimmung der Steuerkolbenposition hydraulischer Proportional-Wegeventile wird gezeigt, wie qualitätssichernde Prüfungen adaptierter Systeme ermöglicht werden. Ist die Zuordnung eines Sensorsignals zur Struktur einer Systemkomponente reproduzierbar und eineindeutig, so lässt das Prinzip der Strukturvariation eine gezielte Codierung definierter diskreter Informationen zu. Den Abschluss der Arbeit bildet hierzu ein Ansatz für die Entwicklung magnetischer Strukturcodes für die Identtechnik.