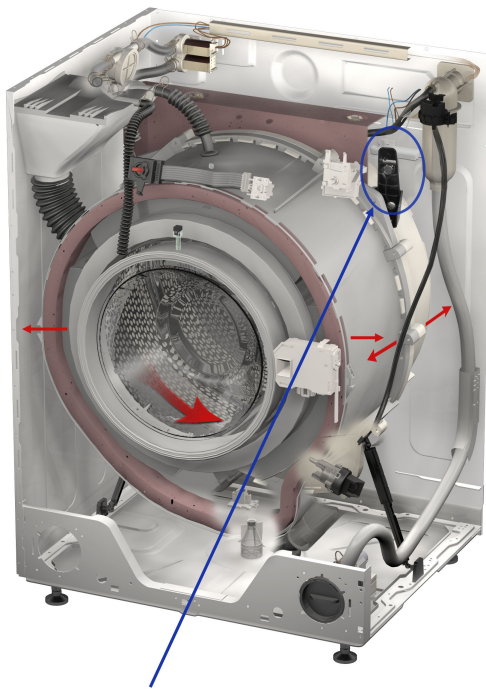


## Maple Whitepaper

### Ein mit Maple entwickelter 3D-Hall-Sensor-Algorithmus ermöglicht ein effizienteres Waschmaschinen-Design

Dr. Frank Allmendinger führt ein Forschungs- und Entwicklungsteam des deutschen Unternehmens Marquardt GmbH, das Schalter und Schaltsysteme entwickelt und herstellt. In den letzten drei Jahren entwickelte sein Team einen innovativen, in drei Dimensionen messenden Belastungs- und Unwuchtsensor, der bei einem neuen Waschmaschinenmodell eines bekannten Unternehmens aus dem Bereich der "weißen Ware" eingesetzt wird.

In der Industrie geht der Trend von Waschmaschinen mit einer Trommelkapazität von 5 kg Wäsche zu größeren mit einer Kapazität von 7 oder 8 kg. Diese großen Trommeln werden immer noch in ein Standardwaschmaschinengehäuse mit einer Breite von 60 cm eingebaut, was zu einem kleineren Abstand zwischen der Trommel und dem Gehäuse führt.



WITH IMBALANCE SENSOR

The distance of the tub to the walls can be measured in three dimensions.  
By measuring the imbalance the rotational speed of the tub can be controlled achieving a more evenly distributed load in the tub.

Dadurch werden Kollisionen wahrscheinlicher. Es ist deshalb notwendig, die Lage der Trommel in Bezug auf das Gehäuse zu messen. Marquardt's Sensor wurde entwickelt, um die relative Position in den drei Dimensionen der Waschmaschinentrommel zum Gehäuse wahrzunehmen. Mit dem Signal des Sensors kann die Gefahr einer Kollision der Trommel mit dem Gehäuse im Voraus erkannt und dementsprechend reagiert werden.

Indem die Trommelposition gemessen werden kann, entstehen mehrere Vorteile. Zum

Beispiel es ist möglich, Unwuchten zu erkennen und Resonanzfrequenzen des mechanischen Systems während des Schleuderns zu erkennen. Diese Unwuchten können durch eine Reduzierung der Drehzahl und eine gleichmäßigere Verteilung des Gewichts minimiert werden. Es wird sogar möglich, das Gewicht der Wäsche zu messen, mit der die Maschine beladen wird, um eine Empfehlung für die Waschmittelmenge zu geben.

Die Marquardt-Teams haben in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen einen neuen 3D Hall-Sensor-ASIC (Anwendungsspezifische Integrierte Schaltung) entwickelt, der die drei Vektoren eines magnetischen Dipolfelds misst. Das vollständige Messsystem besteht aus einem an der Trommel befestigten Magneten und dem 3D Hall-Sensor-ASIC am Gehäuse. Der Hall-Sensor misst die Stärke und die Richtung des Magnetfelds und ermittelt daraus die relative Position des Magnets in allen drei Dimensionen. Diese Information wird dann zum On-board-Microcontroller übertragen, der über einen Algorithmus berechnet, wie die Trommel optimal läuft.

Um den Algorithmus zu entwickeln, verwendete die Marquardt-Gruppe Maple. Für Dr. Allmendinger war Maple ein wichtiges Tool, das es ihm erlaubte, komplexe Probleme wie die Magnetfelder zu modellieren. Die erlaubten Toleranzbereiche für den Magnet konnten abgeschätzt werden und es wurde möglich zu bestimmen, ob die Neigung des 3D-Hall-Sensors sich innerhalb eines sehr kleinen Toleranzbereichs von etwa zwei Grad befindet. Der entstehende Algorithmus wurde in C-Code übersetzt, um im Microcontroller verarbeitet zu werden.

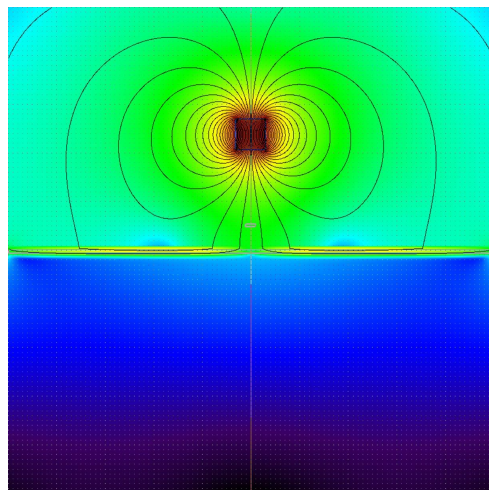
Dr. Allmendinger arbeitete das erste Mal in seinem Studium mit Maple. Schon damals war er beeindruckt von Maple's Fähigkeit mit symbolischer Mathematik zu arbeiten, von den leistungsfähigen graphischen Tools, dem technischen Dokumenteninterface und den Exportfunktionen in andere Sprachen (wie C, MATLAB® und Java). Dr. Allmendinger erklärt: «Es war sehr einfach, mit Maple zu arbeiten, sogar wenn komplizierte Mathematik einbezogen war. Es war einfach, die Gleichungen einzugeben und zu modifizieren. Es konnte schnell festgestellt werden, ob sie eine Lösung hatten, um dann eventuell zurückzugehen und notwendige Änderungen vorzunehmen. Das Arbeiten mit Maple's Benutzerschnittstelle ist schnell und reibungslos möglich. Die Exportfähigkeiten und die Interoperabilität mit anderen technischen Programmen wurde wesentlich verbessert - sie sind für eine schnelle Lösungsentwicklung unverzichtbar.»

## Ein mit Maple entwickelter 3D-Hall-Sensor-Algorithmus ermöglicht ein effizienteres Waschmaschinendesign

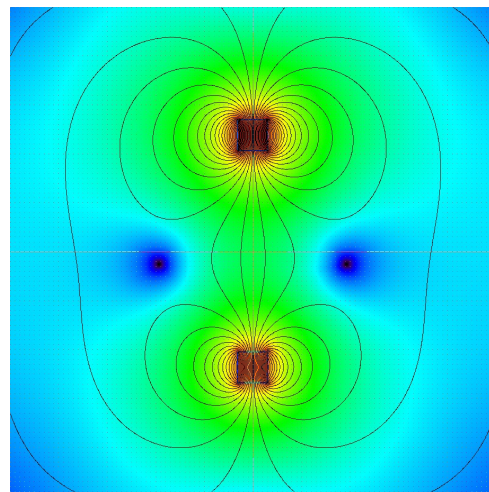
Der neue 3D Positionsalgorithmus im Hall-Sensor bringt mehrere Vorteile. Die Montage der Baugruppe ist einfach, weil es keine mechanische Verbindung zwischen dem Magnet und dem Sensor gibt. Da die Messwerte der drei Magnetfeldkomponenten simultan aufgezeichnet werden, bietet das Sensorsystem auch die Option, die Geschwindigkeit zu ermitteln. Insgesamt ermöglicht das Design verantwortungsbewusster mit Ressourcen umzugehen. Die Verwendung der mathematischen Feldmodellierung besitzt klare Vorteile gegenüber traditionellen 3D Messsystemen, da heute kleinere, kosteneffizientere Mikrocontroller verwendet werden. Außerdem werden weniger Ressourcen durch den Einsatz eines viel kleineren Magneten benötigt.

***In realer Einbauposition (Waschmaschine) existiert Störeinfluss durch magnetisierbares Blech (Rückwand)***

→ ***Berücksichtigung dieses Effekts durch Spiegelmagnet***



„reale“ Anordnung



Ersatz-Anordnung

Marquardt erörtert gegenwärtig weitere Anwendungen seines 3-D-Sensors mit anderen Kunden. Bei diesen Applikationen handelt es sich um die allgemeine Positionsmessung in der Produktions- und Automatisierungstechnik sowie um Multimediasschnittstellen in der Automobilindustrie, wie dem iDrive System in einem Fahrzeug von BMW. Das Unternehmen erwägt auch die Weiterentwicklung dieses innovativen Sensorkonzepts um die Fähigkeit, nicht nur den 3D-Abstand eines Hall-Sensors von einem Magneten, sondern auch den 3D Raumwinkel zu bestimmen. Für dieses Sensorkonzept wird es notwendig sein, das Magnetfeld an zwei Positionen zu messen. Aus diesem Problem entsteht ein sechsdimensionales System von Gleichungen, und daher wird Maple auch bei der Entwicklung dieses Projekts verwendet.

### Über Scientific Computers GmbH

Scientific Computers ist seit über 40 Jahren im Markt tätig und hat sich auf den Vertrieb von Software spezialisiert. Es bestehen Partnerschaften zu führenden amerikanischen und kanadischen Softwareunternehmen. Als Anbieter ausschließlich von Software-Technologien und -Werkzeugen, die in ihrem Marktsegment zu den führenden Produkten zählen, hat sich Scientific Computers etabliert und ist ein kompetenter und zuverlässiger Partner für seine Kunden. Unsere Produkte finden ihren Einsatz in allen Industriezweigen, in denen leistungsfähige IT-Lösungen die Basis für innovative Produkte bilden. Der Schwerpunkt liegt auf den Branchen Automobilindustrie, Chemie, Luft- und Raumfahrt, Telekommunikation, Medizintechnik und Financial. Zu unserem Kundenkreis zählen Industriekonzerne, mittelständische Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen.

Mehr Informationen zu Maple finden Sie auch unter [www.scientific.de](http://www.scientific.de).