

# Made by TUM



An der TUM werden immer wieder viel versprechende technische Neuerungen entwickelt, die von allgemeinem Nutzen sind. Damit die Hochschule solche Erfindungen und Ideen schützen und wirtschaftlich verwerten kann, müssen diese von den Wissenschaftlern gemeldet und von der TUM als Patentantrag beim Patentamt eingereicht werden. Sachkundige Unterstützung erhalten die Wissenschaftler dabei vom TUM ForTe Patent- und Lizenzbüro. TUMcampus stellt einige der TUM-Erfindungen vor. Folge 4:

## Zuverlässige Positionierung mit Trägerphasenmessungen

Das europäische Satellitennavigationssystem Galileo befindet sich im Aufbau. Die ersten Satelliten senden bereits Signale, die im Vergleich mit GPS zusätzliche Trägerfrequenzen, größere Signalbandbreiten und eine optimierte Signalmodulation aufweisen. Damit lassen sich Positionen mit höherer Genauigkeit bestimmen, als es heute mit GPS möglich ist. Die höchste Genauigkeit erreicht man mithilfe der Trägerphase, die millimetergenau gemessen werden kann, aber periodisch ist. Die Auflösung dieser Mehrdeutigkeiten kann heute lediglich mit einer Fehlerrate im Prozentbereich durchgeführt werden – für einen Einsatz in sicherheitskritischen Anwendungen viel zu hoch.



Die Einfahrt von Frachtschiffen in Schleusen stellt hohe Anforderungen an die Navigation, weil dabei starke Strömungen entstehen und die Schleusen zum Teil nur 30 cm breiter sind als die Schiffe. Oft erschweren zusätzlich Hochwasser und Nebel das Manöver. Das neue Navigationssystem mit jeweils einem GPS/Galileo-Empfänger an Bug und Heck des Schiffs ermöglicht eine sehr präzise Bestimmung der relativen Lage und Drehraten des Schiffs und damit eine zuverlässige Navigation.

Am Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation entwickelten Dr. Patrick Henkel, Habilitand, und Masterstudent Patryk Jurkowski zwei Verfahren, die die Zuverlässigkeit der Mehrdeutigkeitsauflösung signifikant verbessern: Zum einen werden Mehrfrequenz-Linear-kombinationen gebildet, die die Wellenlänge von 19.0 cm auf mehr als 3 m vergrößern und damit die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Mehrdeutigkeits-schätzung um mehrere Größenordnungen reduzieren. Der zweite Ansatz verwendet A-priori-Informationen über die Position, beispielsweise über die Ausrichtung oder den ungefähren Abstand zu einer Referenzstation. Damit ließ sich die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Mehrdeutigkeits-schätzung auf unter  $10^{-9}$  reduzieren.

Henkel und Jurkowski haben ihre neuen Verfahren mit echten Messdaten verifiziert und zu einem Empfänger-konzept für die präzise Navigation von Schiffen zusammengeführt. Mit ihrer Idee haben sie beim European Satellite Navigation Competition, der die beste Geschäftsidee für Galileo auszeichnet und als der größte Wettbewerb auf dem Gebiet der Satellitennavigation gilt, den mit 35 000 Euro dotierten bayerischen Regionalpreis gewonnen, der den Aufbau einer eigenen Firma fördert. Darüber hinaus war ihre Bewerbung um ein ESA Business Incubation Center erfolgreich, so dass ihnen eine Anschubfinanzierung von insgesamt 100 000 Euro zur Verfügung steht. Die zukünftige Firma, die Advanced Navigation Solutions GmbH, wird ihren Sitz am Anwendungszentrum in Oberpfaffenhofen unweit des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben.

Die Verfahren zur zuverlässigen, trägerphasenbasierten Positionierung führten zu nationalen, europäischen und weltweiten Patentanmeldungen, die als Erfindungsmeldungen am Patent- und Lizenzbüro der TUM eingingen: Verschiedene Methoden zur zuverlässigen Auflösung der Mehrdeutigkeiten, zur hochgenauen Ionosphärenschätzung, zur Schätzung der systematischen Versätze der Satelliten und zur hochgenauen Positionierung sind Teil eines der TUM gehörenden Patentportfolios. Eine bereits 2006 hinterlegte Patentanmeldung zur Beschleunigung der Signalakquisition wurde kürzlich in den USA und Europa erteilt. Zudem wurde die Bestimmung der Relativposition zwischen zwei Empfängern zum Patent angemeldet, das mit der Ausgründung Advanced Navigation Solutions verwertet werden soll. Die Patente bzw. die Patentanmeldungen zur zuverlässigen Auflösung der Mehrdeutigkeiten, zur Ionosphären- und Bias-schätzung werden mit dem DLR kommerziell verwertet.

*Patrick Henkel*