

## Eine Runde ROMY

Franziska Konitzer

■ Mithilfe des Ringlasers ROMY wollen Geodäten ihre Vermessungen der Erdrotation verfeinern. Davon haben alle etwas – und Erdbebenforscher entdecken Ringlaser als völlig neue Messmethode.

Die Autofahrerin zweifelt, aber das Navigationsgerät ist sich sicher: da links, wo eigentlich kein links zu sein scheint, über ein Stück Waldweg im gefühlten Nirgendwo bei München. Aber natürlich behält das Navi recht,

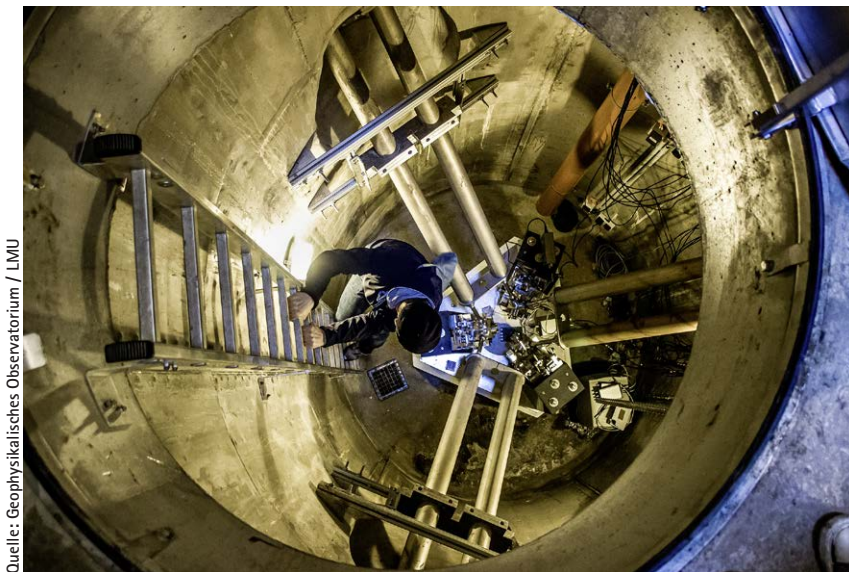
die geometrische Position auf der Erdoberfläche. Doch damit das überhaupt funktioniert, muss man die Erdrotation sehr genau kennen. Sicher, die Erde dreht sich einmal alle 24 Stunden um die eigene Achse, aber wenn man es wirklich genau wissen will – und Navis müssen das sehr genau wissen – wird es schnell kompliziert, wie Ulrich Schreiber erläutert: »Die Erdrotation ist ja nicht konstant, sie wird durch eine Vielzahl von Prozessen beeinflusst.« Da die Erde abgeplattet ist und Sonne und Mond daran zerren, entstehen langperiodische Schwankungen, die Präzession und die Nutation. »Die Erdrotation variiert zeitlich aber auch aufgrund von Massenverlagerungen auf der Erde. Das können Luftdruckvariationen sein oder Veränderungen in den Ozeanen«, sagt Schreiber.

All unsere Navigationsgeräte würden uns innerhalb kürzester Zeit in die Irre führen, würde die Erdrotation nicht so umfassend wie möglich erfasst werden. Eine Methode, die Geodäten dafür bereits seit Jahrzehnten anwenden, ist der Blick in die Weiten des Alls mit sogenannten VLBI-Messungen, wobei VLBI für »Very Long Baseline Interferometry« steht. Mit weltweit verteilten Radioteleskopen zeichnen sie die Signale von Quasaren auf – extrem hellen Himmelskörpern, die so weit von der Erde entfernt sind, dass sie auf absehbare Zeit wie am Himmelsfirmament festgepinnt zu

sein scheinen. Indem die Radioteleskope die Signale dieser Quasare auffangen, untereinander vergleichen und so den Unterschied zwischen den Signalankunftszeiten bestimmen, lässt sich die Erdrotation erfassen. Diese Methode ist extrem zuverlässig – allerdings nur für die relativ langsamen Änderungen der Erdrotation. Für kürzere Zeitskalen, etwa von Tag zu Tag, muss man sich etwas anderes überlegen.

Ulrich Schreiber hat sich etwas anderes überlegt: Ringlaser wie ROMY. Diese basieren auf einem ganz und gar irdischen Bezugssystem und einem Effekt, den der Franzose Georges Sagnac 1913 erstmals im Experiment nachwies: Zwei Lichtstrahlen, die beide dieselbe kreisförmige Bahn beschreiben, aber diese Bahn in entgegengesetzte Richtungen durchlaufen, haben nach einer solchen Runde aufgrund der Erdrotation nicht dieselbe Strecke zurückgelegt.

Das ist messbar, indem man beide Lichtstrahlen miteinander interferieren lässt: Aufgrund des Wegunterschieds ergibt sich eine Schwebungsfrequenz, die direkt proportional zur Rotation ist. Eine Messung dieser Frequenz genügt also, um sofort die absolute Rotation erfassen zu



Quelle: Geophysikalisches Observatorium / LMU

Am Geophysikalischen Observatorium Fürstfeldbruck befindet sich der derzeit beste Ringlaser der Welt: ROMY.

denn das Geophysikalische Observatorium Fürstfeldbruck liegt nur ein wenig versteckt in einem Waldstück. Ulrich Schreiber wartet schon. »Gestern hat ROMY ein Erdbeben in Alaska gesehen«, sagt der Geodät am Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie der TU München und klingt fast fröhlich dabei. Es ist Zeit, ROMY (Distanz ROMY-Alaska: rund siebentausend Kilometer) ein wenig genauer unter die Lupe zu nehmen.

Dabei ist »unter« das passende Stichwort, denn oben ist nicht viel zu sehen außer Wiese, einem Holzzaun plus erstaunlich guten Blick auf die Alpen sowie sechs Luken, die auf der Erdoberfläche in einem Dreieck angeordnet sind. Doch klettert man durch eine der Luken hinab, kann man dort zumindest teilweise den derzeit besten Ringlaser der Welt bestaunen: Rotational Motions in Seismology, kurz ROMY. Sein Licht ist rot.

### Ein Ringlaser für die Erdrotation

Doch von vorne. Dass das Navi überhaupt so zielsicher zum Ringlaser geführt hat, ist den zahlreichen GPS-Satelliten in der Erdumlaufbahn zu verdanken. Sie liefern

können. Diese Tatsache wissen Flugzeuge bereits seit den 1970er Jahren in Form von Kreiselkompassen oder Gyroskopen zu schätzen. Denn diese können in der Luft in Ermangelung anderer Referenzpunkte messen, wie das Flugzeug rotiert.

Ulrich Schreiber und seine Kollegen holten bereits in den 1990er Jahren die Ringlaser auf den Boden der Tatsachen zurück. Denn was an Bord von Flugzeugen geht, sollte wohl auch funktionieren, wenn man den Ringlaser auf der Erde montiert und so die direkte Verbindung zur rotierenden Erde herstellt.

### Von Wettzell nach Fürstenfeldbruck

Dass das klappt, davon ist ein »Bunker« des Geodätischen Observatoriums Wettzell bereits seit Jahren Zeuge: Dort vermisst der sogenannte G-Ring zuverlässig die Erdrotation – allerdings nur um eine einzige Rotationsachse. »Zwar untersucht der G-Ring primär die Erdrotation, aber als Störeffekt liefert er auch die Drehbewegung, die durch Erdbeben verursacht werden«, sagt Ulrich Schreiber.

Denn Erdbeben versetzen den Erdboden in Schwingungen. Diese haben nicht nur die bislang ausschließlich vermessene Translationskomponente, die Seismografen erfassen, sondern eben auch eine Rotationskomponente. Für Vermesser mag dies ein lästiges Rauschen im hochfrequenten Bereich sein, in dem ein Erdbeben als vielleicht zwanzigminütiges Störsignal auftauchen mag. Für Erdbebenforscher wie Heiner Igel von der LMU in München ist dieses Rauschen im Speziellen und Ringlaser im Allgemeinen mit das Spannendste, was der Seismologie passieren konnte. »Das ist so cool!« sagt er.

Igel und Schreiber haben ROMY als gemeinsames Projekt geplant, als einen Ringlaser, von dem Seismologen wie Geodäten gleichermaßen etwas haben. ROMY vermisst die Erdrotation über vier Ringe, die in Wirklichkeit gleichseitige Dreiecke mit einer Kantenlänge von 12 Metern sind. Vier solcher Ringe decken alle Richtungen ab, einer ist für die Redundanz gedacht. Nach sechs Monaten Bauzeit wurde ROMY im Juli 2017 eingeweiht.

Für Seismologen wie Heiner Igel liefert ROMY jetzt schon Daten, die so noch nie sichtbar waren und die den Seismologen bereits Pläne für die Zukunft schmieden lassen. »ROMY kann ja nicht nur Erdbeben sehen«, sagt Igel. »Er ist so sensibel, dass er sieht, wenn im Atlantik die Wellenhöhe von zwei auf fünf Meter hochspringt.« Igel vergleicht die Erde mit einer Glocke, die immer schwingt – ob angeregt durch ein Erdbeben oder durch einen Sturm wie den Orkan Friederike, der sich in Fürstenfeldbruck im Januar 2018 schon Stunden vor seinem eigentlichen Eintreffen via ROMY ankündigte.

»Dass unser Ringlaser in drei Richtungen misst, gibt es so nirgends auf der Erde«, sagt Igel. Der Seismologe denkt bereits weiter, was man mit dieser neuen Messmethode noch so alles anstellen könnte: Mithilfe von tragbaren Ringlasern könnte man beispielsweise Beobachtungen von Erdbeben am Ozeanboden durchführen.

### ROMY muss noch richtig ankommen

In der Zwischenzeit müssen Geodäten wie Ulrich Schreiber noch ein wenig warten, bis ROMY tatsächlich auch in der Vermessung das liefert, was der Ringlaser eigentlich verspricht. »Die höchste zeitliche Auflösung, die wir im Moment schaffen, sind hundert Sekunden«, sagt Schreiber. »Danach setzt eine Drift ein.« Die geodätischen

Ulrich Schreiber mit seinem Ringlaser: ROMY soll nicht nur die Erdrotation über kurze Zeitskalen vermessen, sondern auch Erdbeben erfassen.



Quelle: Geophysikalisches Observatorium / LMU

Signale sind derzeit also noch dadurch verborgen, dass ROMYs westliches Laser-Dreieck absinkt. Zwar beträgt der Unterschied nur fünf Mikrometer, aber das ist für die empfindlichen Messungen zu viel. »Stabilität ist das Schlagwort«, sagt Schreiber. »ROMY selbst ist eine Edelstahlkonstruktion, die auch Temperaturänderungen unterliegt.« Und vielleicht muss sich ROMY einfach noch im weichen Untergrund zurechtfinden, ein wenig absacken, bevor der Ringlaser völlig stabil steht.

Ulrich Schreiber und Heiner Igel haben allerdings schon mit solchen anfänglichen Hürden gerechnet. »Um ROMY sofort für die Geodäsie nutzbar zu machen, hätten wir locker das Zehnfache investieren müssen«, sagt Igel. »Die Idee war stattdessen, einen virtuellen Monolith zu bauen.« So schließen die Beiden nach und nach alle Störfaktoren aus. Sie sind sich sicher, in Zukunft mit ROMY die täglichen Poländerungen und weitere Erdrotationsanteile erfassen zu können. Schreiber macht aber deutlich, dass ROMY und ähnliche Ringlaser die VLBI-Messungen nicht ersetzen, sondern ergänzen sollen. »Aber je besser wir die täglichen Polbewegungen auflösen können, desto eher können wir auch Korrekturen an unseren gegenwärtigen Rotationsmodellen vornehmen«, sagt er.

Tägliche Poländerungen, Erdbeben, Ozeanwellen und ein Orkan – es wird viel zu tun geben für ROMY. Und wenn der Ringlaser künftig auch seinen Teil dazu beitragen kann, dass das Navigationsgerät noch präziser und stabiler durch die Gegend lotst, einmal nach Fürstenfeldbruck und zurück, umso besser.

Kontakt: f.konitzer@gmail.com