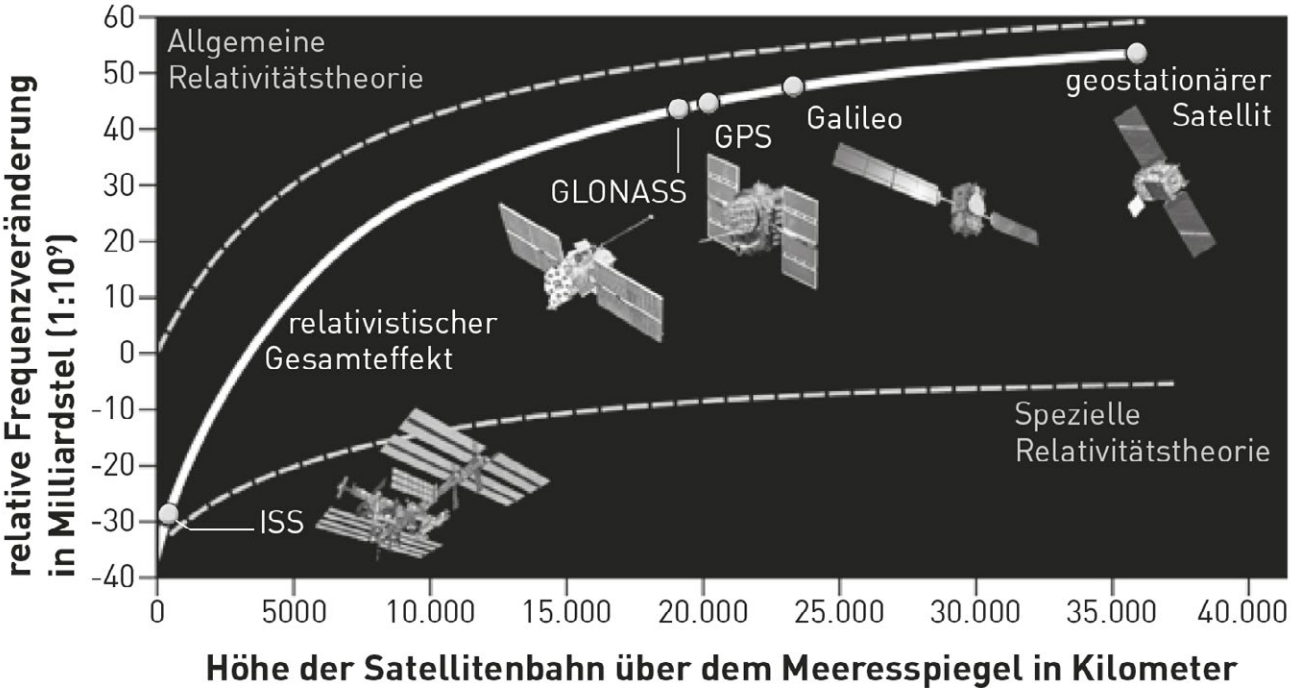
Downloadmaterial zum Beitrag „Rätselhafte vierte Dimension“ – MINT Zirkel 2-2019

Einsteins Erkenntnis in der Erdumlaufbahn



Gemäß der Relativitätstheorie gehen Uhren in einem Gravitationsfeld und bei schneller Bewegung langsamer. Diese beiden Effekte lassen sich mit hochpräzisen Atomuhren anhand der relativen Frequenzänderungen messen und spielen auch bei der Satellitennavigation eine entscheidende Rolle. Sie müssen deswegen ständig berücksichtigt werden, damit die Systeme GPS aus den USA, GLONASS aus Russland und Galileo aus Europa zuverlässig funktionieren. Bei einer Höhe von 3.170 Kilometern über dem Meer (9.550 Kilometer vom Erdmittelpunkt entfernt) kompensieren sich die gegenläufigen Auswirkungen der Schwerkraft und der Geschwindigkeit im Orbit gerade. Daher ist die Frequenzveränderung Null in der Grafik so definiert, dass sich hier die Effekte der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie auf den Zeitablauf exakt ausgleichen. Die Uhren auf der Internationalen Raumstation gehen gegenüber der Erde etwas nach, die Uhren der GPS- und geostationären Satelliten dagegen vor. Bei den knapp 14.000 Kilometer pro Stunde schnellen und 20.000 Kilometer hohen GPS-Satelliten sind das täglich 46 Millionstel Sekunden. [Aus: Rüdiger Vaas: Jenseits von Einsteins Universum. Kosmos 2017]

Rüdiger Vaas

© Klett MINT GmbH, 2019