

AM PULS DER ZEIT

TEXT

David Rooney

ILLUSTRATIONEN

Ūla Sveikauskaitė

In der Ära der Dinosaurier war ein Tag 23 Stunden lang. Seit der Neuzeit braucht der Planet etwa 24 Stunden für eine volle Umdrehung. Die Erdrotation hat nie ganz mit unserer Zeitrechnung übereingestimmt, doch erst als die Uhren genauer wurden, inspirierte diese Abweichung zu einer kühnen Idee

Am Dienstag, dem 30. Juni 2015, war es in New York City heiß und stickig. Die Schwüle hing über dem East River und Lower Manhattan. Gegen Abend verließen einige Beschäftigte im Financial District ihre Büros, andere blieben an ihren Arbeitsplätzen, denn am nachbörslichen Markt wurde noch gehandelt, und die asiatischen Märkte würden bald öffnen. Ein scheinbar ganz normaler Tag an der Wall Street.

Doch an diesem Abend herrschte eine ungewöhnliche Atmosphäre. Die Finanzhändler blickten noch häufiger als sonst auf ihre edlen Armbanduhr. Sie warteten darauf, dass um 20 Uhr New Yorker Zeit laut koordinierter Weltzeit (oder UTC, der primäre Zeitstandard, nach dem die Welt Uhren reguliert) der Datumswechsel erfolgen und eine Schaltsekunde eingefügt werden würde. Niemand wusste, was mit den komplexen IT-Netzen des globalen Finanzmarkts geschehen würde, wenn weltweit die 61. Sekunde hinzukam.

„Eine Minute mit 61 Sekunden – damit können unsere Computersysteme nicht umgehen“, erklärte Victor Yodaiken, dessen Unternehmen FSMLabs Zeitsynchronisationsdienste für die Finanzbranche anbietet. „Es ist wie beim Jahrtausendwechsel“, sagte er, „aber noch sonderbarer, denn

damals waren die Kalender sinnvoll, bloß kamen die Programme nicht damit zurecht. In diesem Fall ist schon das Konzept einer Minute mit 61 Sekunden befremdlich.“

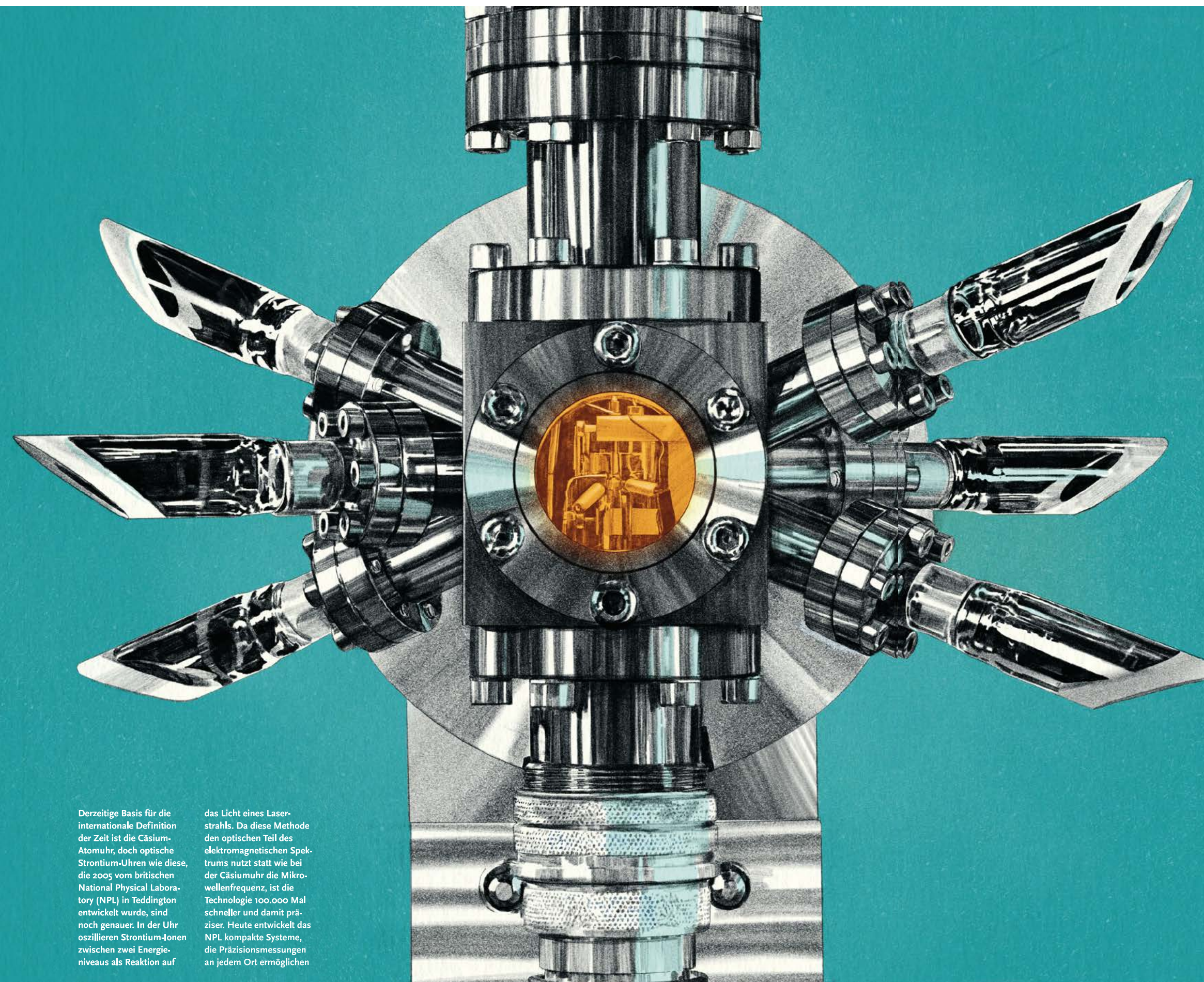
Befremdlich vielleicht, doch de facto sollte an diesem Tag des Jahres 2015 zum 26. Mal eine Schaltsekunde in die UTC eingefügt werden. Sie war Teil eines Zeitkorrektursystems, das 1972, also 43 Jahre zuvor, eingeführt worden war.

Die Wurzeln des Problems lassen sich bis in die 1920er Jahre zurückverfolgen, als Ingenieure in den Bell Telephone Laboratories in Manhattans West Village, drei Kilometer von der Wall Street entfernt, die erste Quarzuhr bauten. Diese Form der Uhrentechnologie entwickelte sich rasch weiter und löste bald weltweit die Pendeluhr als bevorzugtes Instrument der Zeitmessung in den nationalen Zeitdiensten ab.

Quarzuhren boten mehr als nur eine schrittweise Verbesserung der Zeitmessung. 1945 schrieb der britische Hofastronom Harold Spencer Jones an seine Vorgesetzten: „Der Zeitdienst des königlichen Observatoriums basiert nun vollständig auf Quarzuhren, Pendeluhr wurden als zu ungenau verworfen.“ In einem im selben Jahr publizierten Artikel sagte er: „Eine neue Ära der Zeitmessung ist angebrochen,

Diese astronomische Uhr auf dem Turm des Altstädter Rathauses in Prag, Tschechische Republik, von Anfang des 15. Jahrhunderts besitzt mehrere Zifferblätter: Auf dem äußersten Ring sind die Glyphen für die alte tschechische Zeit zu sehen, weiter innen römische Ziffern für die Anzeige der 24-Stunden-Zeit. Die Position des Beobachters auf der Erde befindet sich in der Mitte des Zifferblatts, auf dem Hauptastrolabium oben der Ring mit den Tierkreiszeichen, der die Reise der Sonne durch die Sternbilder anzeigt





Derzeitige Basis für die internationale Definition der Zeit ist die Cäsium-Atomuhr, doch optische Strontium-Uhren wie diese, die 2005 vom britischen National Physical Laboratory (NPL) in Teddington entwickelt wurde, sind noch genauer. In der Uhr oszillieren Strontium-Ionen zwischen zwei Energieniveaus als Reaktion auf

das Licht eines Laserstrahls. Da diese Methode den optischen Teil des elektromagnetischen Spektrums nutzt statt wie bei der Cäsiumuhr die Mikrowellenfrequenz, ist die Technologie 100.000 Mal schneller und damit präziser. Heute entwickelt das NPL kompakte Systeme, die Präzisionsmessungen an jedem Ort ermöglichen

und von Menschen gemachte Uhren versprechen nun, die Unregelmäßigkeit der Erdrotation nachzuweisen.“

Die Äußerungen von Spencer Jones markierten einen Wendepunkt im Verhältnis der Menschheit zur Zeit. Seit den frühesten Zivilisationen haben wir sie auf Basis der Erdrotation gemessen, zunächst mit Sonnenuhren, dann mit Teleskopen, später mit Techniken wie dem Lunar Laser Ranging (bei dem Laserstrahlen von Reflektoren auf dem Mond zurückgeworfen werden). Die mittelalterlichen astronomischen Uhren wie die in Prag (siehe Seite 41) und Straßburg zeigen, wie der Lauf der Zeit von unserem in seiner Umlaufbahn rotierenden Planeten bestimmt wird. Doch die Erde ist kein absolut gleichmäßiger Zeitmesser. Meeresgezeiten, Erdbeben und andere Faktoren führen dazu, dass die Rotationsgeschwindigkeit der Erde weder konstant noch vollständig vorhersehbar ist.

Menschen das Erleben der Zeit. Da wir auf den Wechsel von Tageslicht und Dunkelheit gepolt sind, musste die Diskrepanz zwischen astronomischer Zeit und Atomzeit ausgeglichen werden.

1972 wurde das System der Schaltsekunden eingeführt. Atomuhren bieten heute die fast unvorstellbare Genauigkeit von einer Sekunde Abweichung in 15 Milliarden Jahren. Doch auch die Zeit der Erdrotation wird weiter gemessen. Sobald vorhersehbar ist, dass sie um eine Sekunde von der Atomzeit abweicht, bereitet man sich weltweit auf das Einfügen einer Schaltsekunde vor.

Als dieser Moment 2015 näher rückte, hatten die Börsianer an der Wall Street guten Grund zur Sorge. Beim letzten Mal, im Jahr 2012, war das globale Reservierungssystem der Fluggesellschaft Qantas ausgefallen, was weltweit zu Störungen führte. Auch große Web-Netzwerke wie LinkedIn und Reddit stürzten ab. Die

DIE DISKREPANZ ZWISCHEN ASTRONOMISCHER ZEIT UND ATOMZEIT MUSSTE AUSGEGLICHEN WERDEN

Wir sind zunehmend auf eine präzise Zeitmessung angewiesen. Uhren gaben den Takt für die gesamte moderne Infrastruktur vor. Diese Systeme erforderten Gleichmäßigkeit der Sekunden. Wenn jeder Erdrotations-Tag in der Länge vom nächsten abwich, würden die Systeme, die auf strenger Regelmäßigkeit basierten, versagen.

Die Lösung dieses Problems kam jedoch erst 10 Jahre nach Harold Spencer Jones' Prognose, dass Uhren genauer sein würden als die Erde. 1955 wurde am National Physical Laboratory im Südwesten Londons die erste Atomuhr gebaut. Sie nutzte Cäsiumatome, um die Zeit präzise zu messen.

Die besten Pendeluhren konnten die Zeit mit einer Gangabweichung von einer Sekunde im Jahr anzeigen. Die besten Quarzuhren der 1930er Jahre waren auf eine Sekunde in 30 Jahren exakt. Die erste Atomuhr jedoch gewann oder verlor über einen Zeitraum von 300 Jahren höchstens eine Sekunde. Genau das brauchten die Systementwickler des 20. Jahrhunderts. Dennoch steuert die Erdrotation für den

Probleme wurden bald behoben, doch die seit Ende der 1990er Jahre erhobenen Forderungen nach Abschaffung der Schaltsekunde wurden immer lauter. Hiroki Kawai, Head of Trading Systems der Japan Exchange Group, sagte im Vorfeld des Ereignisses, es werde „mit der zunehmenden Vernetzung der Systeme immer schwieriger, mögliche Folgen vorherzusagen“.

Wie sich herausstellte, verlief das Einfügen der Schaltsekunden 2015 und 2016 ohne größere Probleme. Metrologen, die im November 2022 zu einer Konferenz zusammenkamen, verabschiedeten jedoch eine Resolution zur Abschaffung der Schaltsekunde, und vermutlich werden Delegierte der Weltfunkkonferenz in Dubai Ende 2023 der Umstellung zustimmen.

Eines ist sicher: Die Erde wird sich weiter drehen mit ihrer eigenen, wenn auch unvollkommenen Zeit. Die astronomische Zeit bleibt, selbst wenn sie langsam von der offiziellen Zeit auf unseren Uhren abweicht, das wesentliche Maß für den Platz des Menschen im Universum. ✦