

# Wo die Zeit stillsteht

**Das vermeintlich eintönigste, aber zugleich abwechslungsreichste Radioprogramm der Republik kommt via Langwelle auf 77,5 kHz aus Mainflingen bei Frankfurt. Von hier geht jede Minute ein neues, hochaktuelles Zeitletogram über den Sender. Wiederholungen in diesem Programm? Ausgeschlossen!\***

Hier ist es anders. Anders als erwartet. Kein Empfangsschalter muss passiert, keine persönlichen Daten müssen überprüft werden. Der Weg führt auch nicht über teppichverlegte Gänge durch ein chrom- und glasblitzendes Gebäude hin ins Allerheiligste, in dem Spezialisten vor riesigen Steuerpulten sitzen, eine Galerie von Monitoren mit den aktuellen Computerauswertungen im Blick haben und die Technik kontrollieren. Stattdessen: Acht ausgetretene, laubverwehte Betonstufen abwärts, durch eine offensichtlich einst graublau lackierte Blechtür hinein in das Kellergewölbe, Lichtschalter ertastet, zehn Schritte weiter die nächste Tür, diesmal mit angeschraubtem Schildchen: PTB Braunschweig, Sendersteuerung, DCF77.

„Jetzt können Sie gleich den Charme der Dampfradio-Ära spüren“, sagt Peter Hetzel und schließt den Kellerraum auf, aus dem heraus das Land mit dem Takt versorgt wird, den es braucht: dem Sekundentakt der Atomuhren. Peter Hetzel, Ingenieur und Laborleiter bei der PTB in Braunschweig, ist dafür zuständig, dass die Zeit nicht nur von der PTB gemacht, sondern auch weitergegeben wird. Und einer dieser Wege, die Zeit öffentlich zu machen, beginnt hier, in der Nähe von Frankfurt, in Mainflingen, in einem Kellerraum, ganz ohne die Statussymbole der Hochtechnologie. An der einen Wand des vielleicht 25 m<sup>2</sup> großen, fensterlosen Raums stehen ein paar alte Holztische mit einigen Werkzeug- und Schraubenkisten, Großvaters Bastelecke im heimischen Keller nicht unähnlich. Gegenüber dann das Eigentliche: Vier laufende Meter Stahlregal, im rechten Einschub ein Uralt-PC mit Bernsteinmonitor und einem 5<sup>1</sup>/<sub>4</sub>-Zoll-Laufwerk statt Festplatte, darüber ein altes, graues Wählscheibentelefon, der Rest des Regals lückenlos gefüllt mit technischen Gerätschaften und Einschüben, unscheinbare Frontpartien in technischem Grau, hier und da ein kleiner Schalter, ein Druckknopf, ein Stellrädchen, dort ein Drehzeigerinstrument und irgendwo an einer Stelle im Regal etwas Veränderliches: eine Digitalanzeige für Datum, Uhrzeit, Wochentag. „So haben Sie sich das bestimmt nicht vorgestellt“, sagt Peter Hetzel und schaltet den Lautsprecher ein, aus dem ein gleichmäßiges, atmendes Geräusch kommt, das an das Pumpen einer Herz-Lungen-Maschine erinnert. Allerdings mit einem eingebauten Aussetzer nach jedem 59. Takt. „Was Sie da hören, ist das Zeitzeichen, das wir auf Langwelle 77,5 Kilohertz aussenden. Die Pause bei jeder 59. Sekunde kündigt dabei das folgende Zeichen als Minutenmarke an.“

Schon seit Ende der 50er Jahre strahlt die Sendestation Mainflingen Zeitsignale über Radiowelle aus. Damals war jedoch für das Programm nicht ausschließlich die PTB verantwortlich. Vielmehr teilte sie sich die Aufgaben mit dem Deutschen Hydrographischen Institut (DHI) in Hamburg. Während die PTB für hochgenaue Uhren – damals noch Quarzuhren – sorgte, um die Trägerschwingung des Radiosignals zu erzeugen, kamen die Zeitzeichen vom DHI, das sich als zuständig für die Zeit betrachtete: So sollten Schiffe auf See mit diesen Zeitzeichen ihre aktuelle Position und

\* Mit normalen Langwellen-Radios kann es zwar nicht empfangen werden – aber mit „Radios für die Zeit“: Funkuhren liefern jedem, der sie haben will, die amtliche Zeit drahtlos ins Haus oder ans Handgelenk.

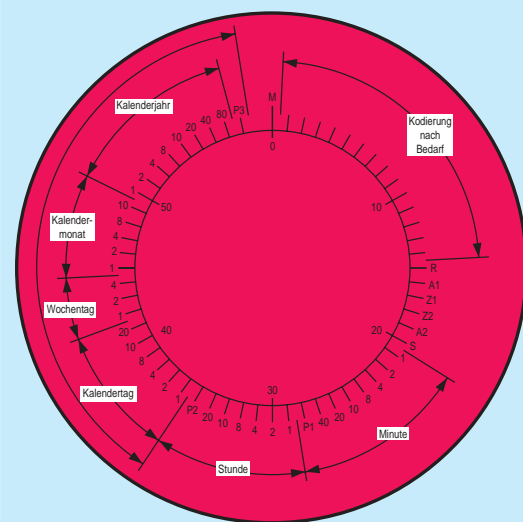


ihren momentanen Kurs bestimmen können. Aber auch die öffentlichen Rundfunkanstalten konnten dieses Signal für ihre Fernseh- und Radiouhren („Beim nächsten Ton des Zeitzeichens ist es ...“) verwenden. Allerdings wurde das Verhältnis zwischen PTB und DHI ein wenig durch die Frage getrübt, was denn nun die wahre gesetzliche Zeit sei: sollte die (Uhr-)Zeit das Ergebnis des Tickens der allerbesten Uhren, zunächst Quarz-, später dann Atomuhren, sein (der Standpunkt der PTB), oder sollte sich die Zeit nicht eher aus dem Lauf der Gestirne ableiten lassen (der Standpunkt des DHI). Die Diskussionen wogten hin und her, es wurden feinsinnige Unterschiede zwischen Zeitmarken (astronomisch bestimmt) und so genannten Zeitmessmarken (per Quarzuhr bestimmt) aufgestellt und das DHI setzte sich insofern durch, als die astronomisch bestimmten Zeitmarken während der 60er Jahre jeweils für zehn Minuten zu Beginn einer jeden Stunde auf Sendung gingen. Der Streit löste sich dann allerdings durch den Übergang von Quarz- auf Atomuhren in Wohlgefallen auf, da auch die auf astronomischer Basis definierten Zeitzeichen sich in der Praxis auf das Ticken der Atomuhren abstützten.

„Das bis 1970 verwendete Sendeprogramm mit Zeitzeichen, Zeitmessmarken und dem Kammerton a war schon recht kompliziert“, meint auch Peter Hetzel, während er mit einem Fingertipp an der Steuereinrichtung die in wenigen Tagen anstehende Umschaltung auf Sommerzeit eingibt. „Der entscheidende Schritt in der Entwicklung des Sendeprogramms auf den heutigen Stand war dann die Einführung eines Zeitcodes im Jahr 1973.“ Hetzels Fingertipp etwa wird die codierte Zeitinformation punktgenau zur richtigen Zeit ändern. Das sechzehnte Sekundenzeichen – die kleinste gesendete Informationseinheit: ein Bit – wird von „kurz“ auf „lang“, von einer Zehntelsekunde auf zwei Zehntelsekunden Dauer, springen und damit allen funkgesteuerten Uhren die Sommerzeit ankündigen. Und mit diesem und allen anderen 59 Bits verwandelt sich die Zeit(angabe) in nichts anderes als ein beständig und automatisch sich änderndes Kurz-Lang-Schema: Sieben Bits codieren die Minute, sechs die Stunde, drei den Wochentag und 13 das Datum. „14 Bits an Sendeplatz“, so Hetzel, „haben wir noch frei.“ Diesen Sendeplatz von 14 Kurz-Lang-Signalen könnte etwa der Zivilschutz des Bundesverwaltungsamtes gut gebrauchen. So ließen sich Warnhinweise an die Bevölkerung, durchaus regional sortiert, über die Langwelle von DCF77 versenden. Vor einer drohenden Sturmflut etwa würden alle entsprechend konstruierten Funkwecker in Küstennähe einen Piepton aussenden und damit die Bürger auffordern, einen lokalen Nachrichtensender per Radio oder Fernsehen einzuschalten. „Aber das ist noch nicht raus“, sagt Hetzel. „Eine Studie ist zwar fertiggestellt, aber erst ein Feldversuch wird zeigen, ob das Ganze auch praktikabel ist.“

Nicht nur den Funkuhrenherstellern würde ein solcher Informationsservice gut ins Geschäft passen. Auch der Betreiber der Sendeanlage in Mainflingen, die Deutsche Telekom bzw. zukünftig die Telekomtochter Media Broadcast, würde ein solches Programm gern „über den Äther“ schicken. Denn lediglich drei „Dienste“ stehen in Mainflingen derzeit auf dem Langwellen-Programm: Die Zeitzeichen der PTB sind einer dieser Dienste. Und auch die beiden anderen sind höchst technisch. Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie sendet den so genannten ALF-Dienst, der natürlich nichts mit dem katzenfressenden Außerirdischen zu tun hat, sondern für Accurate Positioning by Low Frequency steht und Korrekturwerte der Satellitenpositionen für das Global Positioning System (GPS) öffentlich macht. Für das dritte Programm schließlich, die Funk-Rundsteuerung, welche die Auslastung des Stromnetzes optimieren soll, ist ein Zusammenschluss mehrerer Energieversorgungsunternehmen verantwortlich.

Gebaut wurde die Sendeanlage ab dem Jahr 1949 unter ganz anderen Voraussetzungen. „Früher hatten wir auf dem Gelände sieben oder acht Sendedienste mit bis zu 50 Technikern“, stellt Wolfgang Heßler fest, der als



### Zeitzeichen über Radio-Langwelle

Weder das gesetzliche Kilogramm noch den gesetzlichen Meter hat jeder zu Hause. Hingegen ist die gesetzliche Zeit überall und jederzeit verfügbar: Eine Funkuhr, ausgestattet mit einer einfachen Radioantenne, genügt, um die aktuelle Zeit millisekundengenau bei sich zu haben. Auf der Langwelle des Senders DCF77 kommt sie zerlegt in Bits daher: Kurze und lange Sekundenmarken stehen für binäre Nullen und Einsen. Während jeder Minute überträgt dieses Zeit-Telegramm so die Nummern von Minute, Stunde, Tag, Wochentag, Monat und Jahr.

Zwar ist im Zeitalter der Satellitenkommunikation und des Internet das Radio, zumal die im Alltag kaum wahrgenommene Langwelle, gewiss nicht der modernste Informationskanal. Doch der Charme dieses „Kanals“, auch gegenüber den präziseren Satellitenticks des GPS-Navigationssystems, liegt darin, dass er Hindernisse wie Bäume, Beton und Mauerwerk durchdringt und nahezu überall empfangen werden kann. So kommt die Langwelle auch in Gebäuden problemlos an und kann von einer Funkuhr in die aktuelle Zeit übersetzt werden.

### Eigenschaften des Senders DCF77

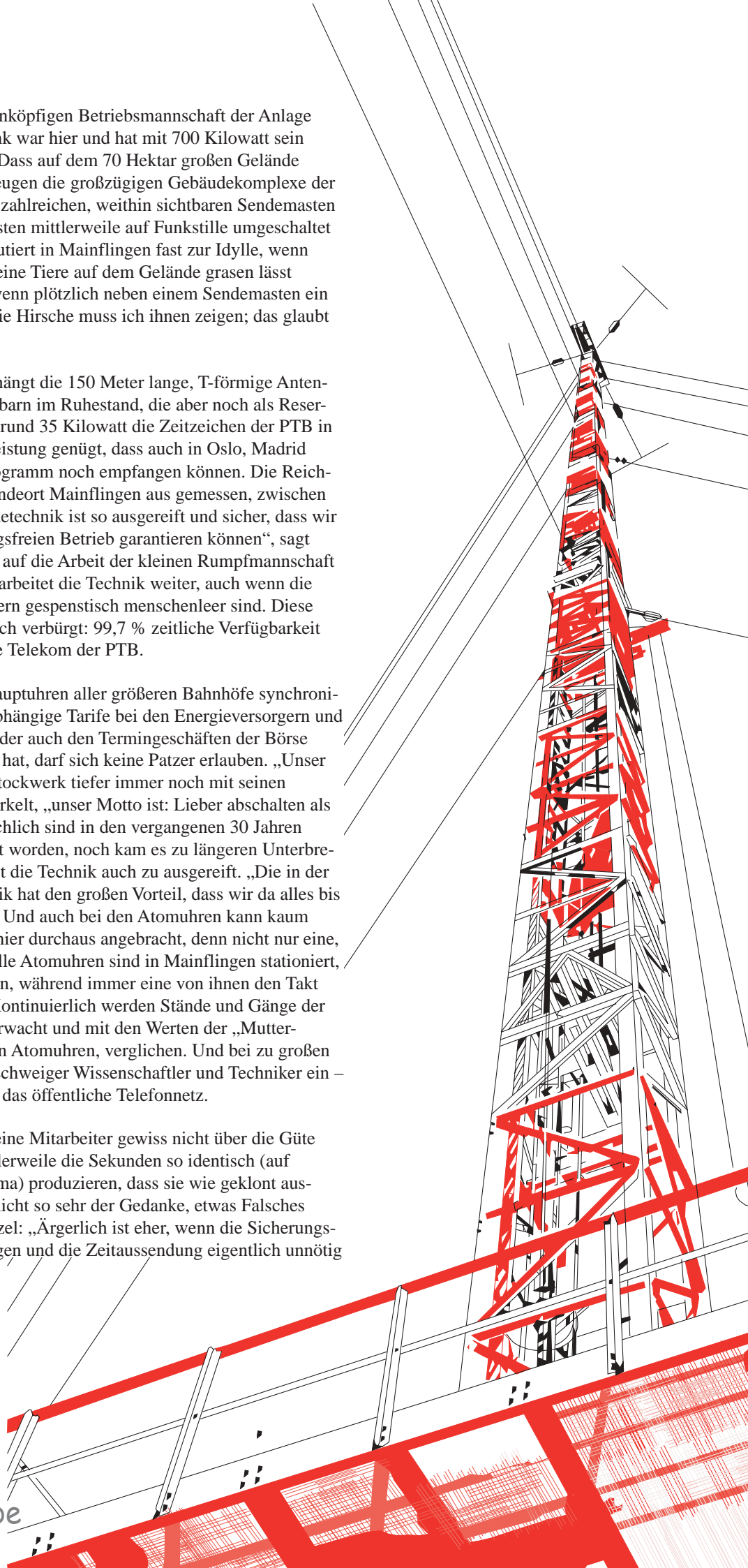
Standort:	Mainflingen (50° 01' 03" Nord, 09° 00' 34" Ost), etwa 25 km südöstlich von Frankfurt/Main
Trägerfrequenz:	77,5 kHz relative Unsicherheit bezogen auf UTC(PTB) $\leq 2 \cdot 10^{-12}$
Senderleistung:	50 kW, davon etwa 35 kW abgestrahlte Leistung
Antenne:	150 m hohe vertikale Rundstrahlungsantenne mit zusätzlicher Dachkapazität
Sendezeit:	24-h-Dauerbetrieb
Modulation:	als amplitudenmodulierte Sekundensignale und in Form einer pseudozufälligen Umtastung der Trägerphase

Funktechniker zur heutigen, siebenköpfigen Betriebsmannschaft der Anlage gehört. „Auch der Deutschlandfunk war hier und hat mit 700 Kilowatt sein Programm nach Osten gepustet.“ Dass auf dem 70 Hektar großen Gelände früher mehr Betrieb war, davon zeugen die großzügigen Gebäudekomplexe der Sendehäuser und nicht zuletzt die zahlreichen, weithin sichtbaren Sendemasten und Antennen, von denen die meisten mittlerweile auf Funkstille umgeschaltet haben. Die stillgelegte Technik mutiert in Mainflingen fast zur Idylle, wenn sommers der heimische Schäfer seine Tiere auf dem Gelände grasen lässt (Schafe lieben Heidekraut) oder wenn plötzlich neben einem Sendemasten ein Zwölfender auftaucht. Heßler: „Die Hirsche muss ich ihnen zeigen; das glaubt sonst ja keiner.“

Zwischen den Masten III und IV hängt die 150 Meter lange, T-förmige Antenne 2. Im Gegensatz zu ihren Nachbarn im Ruhestand, die aber noch als Reserveantennen dienen, strahlt sie mit rund 35 Kilowatt die Zeitzeichen der PTB in alle Himmelsrichtungen. Diese Leistung genügt, dass auch in Oslo, Madrid oder Athen die Funkuhren das Programm noch empfangen können. Die Reichweite der Signale beträgt, vom Sendeort Mainflingen aus gemessen, zwischen 1500 km und 2000 km. „Die Sendetechnik ist so ausgereift und sicher, dass wir einen nahezu pausenlosen, störungsfreien Betrieb garantieren können“, sagt Heßler und ist offensichtlich stolz auf die Arbeit der kleinen Rumpfmannschaft in Mainflingen. Denn zum Glück arbeitet die Technik weiter, auch wenn die Steuerzentralen in den Sendehäusern gespenstisch menschenleer sind. Diese Sendesicherheit ist sogar vertraglich verbürgt: 99,7 % zeitliche Verfügbarkeit des Senders pro Jahr garantiert die Telekom der PTB.

Auch das Signal selbst, das die Hauptuhren aller größeren Bahnhöfe synchronisiert, Ampelanlagen steuert, zeitabhängige Tarife bei den Energieversorgern und den Telefongesellschaften taktet oder auch den Termingeschäften der Börse sagt, was die Sekunde geschlagen hat, darf sich keine Patzer erlauben. „Unser Motto“, so Peter Hetzel, der ein Stockwerk tiefer immer noch mit seinen Mitarbeitern im „Uhrenkeller“ werkelt, „unser Motto ist: Lieber abschalten als etwas Falsches aussenden.“ Tatsächlich sind in den vergangenen 30 Jahren weder falsche Signale ausgesendet worden, noch kam es zu längeren Unterbrechungen im Sendebetrieb. Dazu ist die Technik auch zu ausgereift. „Die in der PTB entwickelte Steuerungstechnik hat den großen Vorteil, dass wir da alles bis ins Kleinste kennen“, sagt Hetzel. Und auch bei den Atomuhren kann kaum etwas schiefgehen. Der Plural ist hier durchaus angebracht, denn nicht nur eine, sondern vielmehr drei kommerzielle Atomuhren sind in Mainflingen stationiert, die sich wechselseitig kontrollieren, während immer eine von ihnen den Takt für das gesendete Signal angibt. Kontinuierlich werden Stände und Gänge der Uhren von Braunschweig aus überwacht und mit den Werten der „Mutteruhren“, den so genannten primären Atomuhren, verglichen. Und bei zu großen Abweichungen greifen die Braunschweiger Wissenschaftler und Techniker ein – mittels einer Fernwirkanlage über das öffentliche Telefonnetz.

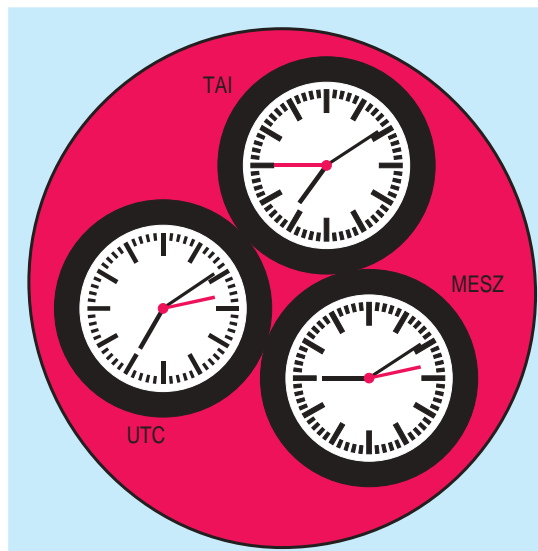
Sorgen machen sich Hetzel und seine Mitarbeiter gewiss nicht über die Güte der primären Atomuhren, die mittlerweile die Sekunden so identisch (auf fünfzehn Stellen hinter dem Komma) produzieren, dass sie wie geklont aussehen. Und Sorgen bereitet auch nicht so sehr der Gedanke, etwas Falsches auszusenden. Vielmehr meint Hetzel: „Ärgerlich ist eher, wenn die Sicherungsmechanismen zu sensibel anspringen und die Zeitaussendung eigentlich unnötig



unterbrechen.“ In einem solchen Fall würden entweder die Funktechniker der Sendeanlage, die allesamt im Mainflinger Umkreis wohnen, alarmiert oder ein Zeitexperte der PTB jettet über die A7 und A66 von Braunschweig ins Hessische. Der alltägliche Fall ist jedoch ein anderer. Lediglich zwei-, dreimal pro Jahr bekommt der Uhrenkeller in Mainflingen menschlichen Besuch – zum Routinecheck, so wie diesmal, kurz vor der Umschaltung auf die Sommerzeit.

Für heute ist der Routinecheck im Mainflinger Uhrenkeller erledigt. Ein neues, modernes Steuerelement für die Anlage wurde erfolgreich getestet. Aber auch dies: Ein Satz leistungsstarker Batterien, zuständig für die Notstromversorgung, war defekt und wurde ausgetauscht. Bis ein neuer Batteriesatz in ein paar Wochen geliefert wird, hängt nun eine der Atomuhren – für den hoffentlich nicht eintretenden Notfall – provisorisch an einfachen Autobatterien. Peter Hetzel macht das Licht aus. Schließt die Kellertür ab. Und wieder versinkt der Uhrenkeller in seinen Dornröschenschlaf. Und sendet doch pausenlos nichts als absolute Gegenwart.

JENS SIMON



- TAI Temps Atomique International; von Atomuhren abgeleitete Zeitskala; TAI basiert auf der Definition der SI-Sekunde
- UTC Koordinierte Weltzeit (Universal Time Coordinated); TAI plus Schaltsekunden (bis heute: 32 Schaltsekunden seit 1.1.1958)
- UTC(PTB) Zeitskala der PTB; Beitrag der PTB zur Koordinierten Weltzeit
- MEZ Mitteleuropäische Zeit
- MESZ Mitteleuropäische Sommerzeit

Gesetzliche Zeit der Bundesrepublik Deutschland:  
 MEZ(D) = UTC(PTB) + 1h bzw.  
 MESZ(D) = UTC(PTB) + 2h

**Definition der SI-Basiseinheit Sekunde**  
 Die Sekunde ist das 9 192 631 770fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids <sup>133</sup>Cs entsprechenden Strahlung.

