

Jeder kennt sie. Dem einen fließt sie zu schnell, dem anderen zu langsam. Sie

ist allgegenwärtig, doch nicht greifbar. Philosophen, Dichter, Physiker und

Naturforscher haben versucht, ihr Wesen zu ergründen. Jetzt, zu Beginn des

neuen Millenniums, stellen sich viele Menschen erneut die Frage nach dem

Geheimnis der Zeit. Bei ihrer Reise durch die Zentren des menschlichen

Gehirns gelangten Bewusstseinsforscher zu erstaunlichen Ergebnissen. Ihre

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

These: Die Zeit ist eine Illusion – ein Hirngespinnst unseres Geistes...

Auf der Suche nach der verlorenen Zeit In search of lost time

Wer glaubt, er lebe in der Gegenwart, irrt gewaltig. Denn wenn wir ein Ereignis wahrnehmen, liegt es bereits drei Sekunden zurück – so lange braucht unser Gehirn, um Impulse über Nervenzellen aufzunehmen und zu einem Bild zu verarbeiten. „Der Drei-Sekunden-Takt bestimmt unser Leben“, weiß der Jülicher Neuophysiologe E. Pöppel. Ob kurze Bewegungen wie Schnipsen, Klopfen oder Streicheln oder ein kurzes Händeschütteln – der Takt im Kopf lässt sich in allen Bereichen unseres Lebens nachweisen, sogar in den Versmaßen von Gedichten, in Bach-Fugen und in Melodien der Beatles. Und er bestimmt alle Kulturen: von den Eingeborenstämmen in Afrika bis hin zu den Völkern Europas.

Das Versmaß des Lebens wurde experimentell nachgewiesen: Der Mensch kann zwei Reize nur dann vergleichen, wenn sie in-

Those of us who believe we are living in the present are making a serious mistake. As soon as we have perceived any event, it is already three seconds in the past. That's how long it takes our brains to receive information from nerve cells and develop it into an image. "The three-second rhythm determines our life," explains neurophysiologist E. Pöppel. It is in all short movements, such as a snap of the fingers, a knock, a slight caress or a brief handshake.

The meter of life has been proven by experiment. Humans can compare two stimuli only if these are received within a period of three seconds. "What we call 'now,'" summarizes the scientist Eva Ruhnau, "is not a moment in time but rather an event that extends over a certain period." Whereas in physics the present is a point without any duration, in our brains the mind expands it into a

nerhalb eines Zeitraums von drei Sekunden erfolgen. „Das Jetzt“; folgert Wissenschaftlerin Eva Ruhnau, „ist kein Punkt, sondern besitzt Ausdehnung.“ Während die Gegenwart in der Physik ein Punkt ohne Ausdehnung ist, schafft sich das menschliche Gehirn diese Dimension in ihrer Wahrnehmung selbst. Denn der „Drei-Sekunden-Takt“ gliedert alles Wahrgenommene und macht es so dem Erleben zugänglich.

W Was jedoch ist Gleichzeitigkeit, wann beginnt das Nacheinander, was macht die Zeit in unseren Köpfen zur Kontinuität?

Experimente zeigten: Ab einer Grenze von etwa zehn - 30 Millisekunden - je nach Reiz - verschmelzen zwei Reize im Gehirn zu einem einzigen Ereignis. Beim „Ordnen der Zeit“ jedoch unterscheidet unser Gehirn nicht zwischen verschiedenen Reizen. Jeweils dreißig Millisekunden Abstand braucht es, damit der Proband die Reihenfolge verschiedener Reize bestimmen und damit ein „Nacheinander“ herstellen kann. Die zeitliche Strukturierung von Ereignissen

Zeit - eine Illusion?

Time - an illusion?

dimension for our perception of events. It is this “three-second rhythm” that gives structure to everything we perceive and only in this way can the world be made accessible to our experience.

b But when are events simultaneous? When are they subsequent to each other? And what creates the sensation of continuous time in our brains? Experiments show that below a duration of around 10 to 30 milliseconds - depending on the stimulus - two impulses to the brain are merged into one single event. But when our brain is attempting to order time, it does not distinguish between different stimuli. It takes thirty milliseconds for a test person to arrange a series of stimuli and thus determine which happened first. The chronological structure of events is therefore a function of the brain, and our perception of the sequence of events, the continuity of time, is a complete illusion. “Time packages” of thirty milliseconds link up a succession of information units supplied by our senses: the result is the sensation of “now.” This strobe-like sequence of moments is registered and stored by the brain, and formed into conscious (time) experience.



ist also eine Funktion des Gehirns. Das von uns wahrgenommene Nacheinander von Ereignissen, die Kontinuität der Zeit, ist damit eine Illusion: „Zeitfenster“ von dreißig Millisekunden verknüpfen aufeinanderfolgende, von unseren Sinnesorganen wahrgenommene Informationen zu einem „Jetzt“. Die stroboskopartige Abfolge von Momenten wird vom Gehirn registriert und gespeichert - und zu bewusstem (Zeit-)Erleben geformt.

Was aber geschieht genau im Gehirn, wenn unsere Nervenzellen in Sekundenbruchteilen Bilder schaffen? Nun, auch hier gibt es einen Rhythmus, wie Forscher des Max-Planck-Institutes in Frankfurt entdeckten: Ein Reiz aktiviert verschiedene, räumlich getrennte Nervenzellen und lässt auf diese Weise ein bizarres Muster entstehen, das wenige Momente durch das Hirn zuckt, um dann wieder im Nichts zu verschwinden. Für den Neurobiologen Christof Koch ähnelt ▶

Der Wellengang im Hirn

Brain waves

But what exactly takes place in the brain as our nerve cells break down images into fractions of seconds? The fact is that this activity also takes place according to a certain rhythm, as was discovered by researchers at the Max Planck Institut in Frankfurt, Germany. A stimulus activates different, spatially separate nerve cells and in this way creates a bizarre pattern that whizzes through the brain for a few moments before disappearing once again. The neurobiologist Christof Koch refers to the phenomenon as “a flickering Christmas tree.” He believes that electrical traces left by each pattern for a certain time represents short-time memory.

The neuro-physiologist Rodolfo Llinas is convinced that different parts of the brain have their own distinctive rhythmic patterns that “rush unremittingly through the entire brain like a wave.” The thalamus is the brain’s radar, according to Llinas: all signals reg- ▶

der ganze Spuk „einem flackernden Weihnachtsbaum“ – die elektrischen Spuren, die jene Muster für einige Zeit hinterlassen, stellen für ihn das Kurzzeitgedächtnis dar.

Was aber ist genau das Wesen der Zeit? Gibt es einen „Zeitpfeil“, eine „absolute Zeit“ oder eine „Endzeit“? Blicken wir zurück: Für die alten Maya war Zeit kreisförmig – wie die Bewegung der Himmelskörper. Die Kreisläufe der Natur, philosophiert auch Aristoteles, werden durch die Natur geschieden, also „scheint die Zeit selbst auch ein Kreis zu sein.“ Und wir alle sind in diesen Kreislauf eingebunden, der sich für Nemesis von Emesa, einen im 4. Jahrhundert lebenden Bischof, ewig wiederholt. „Sokrates und Platon werden wieder leben, zusammen mit denselben Freunden und Landsleuten. Und diese Wiederherstellung des Universums wird sich bis in alle Ewigkeit wiederholen.“

e Erst das christlich-jüdische Denken setzte das Konzept der linearen Zeit durch. Geburt, Kreuzigung und Tod Christi wurden nun die wichtigsten Ereignisse der unumkehrbaren Zeit. Der Zeitpfeil war geboren. Die Zeit wurde zum mystischen Weg, der Vergangenheit und Zukunft verbindet. Dem Glauben an einen Zeitpfeil schloss sich die Philosophie nicht an. Platon sprach der „Welt des Werdens“ jede Wirklichkeit ab, ebenso Parmenides, für den alles Veränderliche reiner Schein war. Auch Kant war ein Zeit-Skeptiker.

Auch für ihn existierte keine Zeit außerhalb des Geistes. Die Physik versuchte, das Wesen der Zeit experimentell zu erfassen. So gelang es Sir Isaac Newton, die Bewegung von Körpern mathematisch zu beschreiben. Seine Behauptung: Kennt man zu einem Zeitpunkt alle Orte und alle Bewegungen aller Körper, so lassen sich alle Vergangenheit und alle Zukunft vollständig errechnen. Das heißt: Eine linear ablaufende Zeit gibt es bei Newton

nicht. Vergangenheit und Zukunft stehen von Anfang an fest. Zeit ist eine absolute Größe. Nicht so für Albert Einstein, dessen Relativitätstheorie die Wissenschaft am gründlichsten revolutionierte. Der Ablauf der Zeit, so Einstein, ist vom Bewegungszustand des Beobachters abhängig: Eine Uhr, die sich in einem reisenden Raumschiff befindet, tickt langsamer als auf der Erde. Damit war die Vorstellung einer absoluten, an jedem Ort des Universums gleich fließenden Zeit endgültig erledigt. Mehr noch: Zuende gedacht, öffnet die Relativitätstheorie so phantastischen Ideen wie Zeitreisen Tor und Tür.

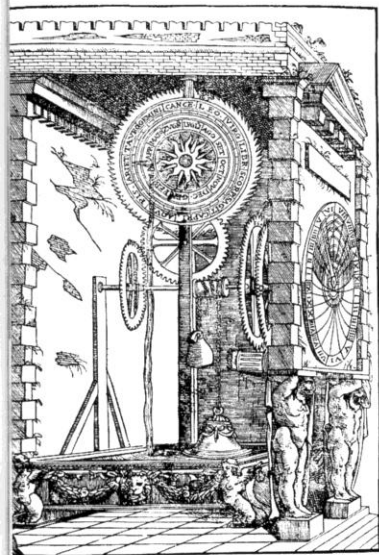
Doch auch Einstein gab letztlich keine Antwort auf die Frage nach



istered here are perceived as a complete image. A quick succession of images is then perceived as a continuous event, just like the individual pictures in a film create a kinetic effect. But the consequences are the same: the notion of time passing is a product of the brain, a clever trick that deludes us into seeing the world as continuous action. It is also wholly subjective because time as perceived by our brains is something quite different from time outside our brains. Here is where neurophysiology reaches the limits of its understanding of time. Because what exactly is the essence of time? Does the passage of time really exist? Can there be any “absolute time” or any “end of time?”

i If we look back to the ancient Maya peoples, time was a circle, like the movements of heavenly bodies. The cycles of nature, according to Aristotle's philosophy, are separated by nature, and therefore “time itself also appears to be a circle.” And all of us are locked into this cosmic cycle, which, according to Nemesis of Emesa, a bishop in the 4th Century A.D., is never-ending. It was the Christian-Judaic tradition that gave us the concept of linear time. The birth, crucifixion and death of Christ were then presented as the most important events in an irreversible chronology. The belief in time as a one-way street was, however, not accepted by philosophers. Plato denied that the “world of becoming” had any reality, as did Parmenides, for whom all change was mere illusion. Immanuel Kant taught that time had no existence outside the human mind.

Physicists, on the other hand, attempted to determine the nature of time through experiment. Sir Isaac Newton, for instance, succeeded in describing the movements of bodies with mathematical precision. His assertion: if the positions and directions of movement of all bodies are known at



der unumkehrbaren Zeit und ihrem Wesen. Des Rätsels Lösung liegt für Kosmologen im Ursprung des Universums selbst. Das All, meinen sie, könne sich aus einem extrem dichten und heißen Zustand mit geringer Arbeitsenergie (Entropie) heraus entwickelt haben. Genau: In der Höllenhitze des Urknalls wurde vor rund 15 Milliarden Jahren bei über 10.000 Billionen Grad Celsius die Zeit geboren.

So unergründlich Zeit für den Menschen auch ist – so früh hat er doch versucht, jenes flüchtige Wesen zu messen. Schon vor 5.500 Jahren entdeckten die Ägypter, dass ein aufrechtstehender Stab einen längeren Schatten wirft, wenn die Sonne tiefer am Himmel steht. Die Sonnenuhr war erfunden – ein 30 cm langer Stab mit einer kleinen T-förmigen Struktur an einem Ende. Sie erlaubte es, die Stunden mit Tageslicht zu messen. Ihr folgte die Wasseruhr. Ihr Prinzip war einfach, aber genial: Zeit wurde durch die Men-

ge Wasser gemessen, die durch ein Loch in ein Gefäß tropfte. Der „Fluss der Zeit“ hatte sein Symbol gefunden, und so entwickelte sich die Wasseruhr für Jahrhunderte zum genauesten Zeitmessgerät. Ein Durchbruch ereignete sich Anfang des 17. Jahrhunderts, als der Niederländer C. Huygens die erste Pendeluhr schuf: Erstmals war es nun möglich, genau nach der Stunde, ja sogar nach Minute und Sekunde zu leben. Und das mit einer Ungenauigkeit von weniger als zehn Sekunden pro Tag. Es dauerte nicht lange, bis das Wort Speed erstmals in der englischen Sprache auftauchte, gefolgt vom Begriff „punctual“ (pünktlich). Keine Frage: Die Sphinx Zeit hatte begonnen, das gesellschaftliche Leben zu bestimmen und sollte sich mehr und mehr an den Menschen

binden. So entstand um 1850 die Armbanduhr: Sie galt als Modenarrheit, die sich bald totlaufen würde. Doch sie trat einen beispiellosen Siegeszug an. Um die Jahrhundertwende war sie bereits en vogue, und heute ist sie unverzichtbar. Rund 300.000 Exemplare werden täglich weltweit produziert, und selbst die billigste geht auf eine Hundertstelsekunde genau. Doch es geht noch genauer: Das National Institute of Technology in Colorado (USA) präsentierte jüngst eine Atomuhr, die in einer Million Jahren nicht eine einzige Sekunde vor- oder nachgeht. Eine kaum noch zu toppende Perfektion. Aber vielleicht ist Zeit ja doch kreisförmig, wie Aristoteles glaubte. Dann dürften wir ja bald zur Sonnenuhr zurückkehren... ■

Die Geburt der Zeit The birth of time

any given point in time, all past and all future positions can be precisely calculated. This means that Newton's cosmos does not allow for any concept of linear time. Past and future are determined from the very beginning. Time is an absolute.

albert Einstein disagreed, and his theory of relativity amounted to a radical revolution in science. The perception of time, according to Einstein, depends on the position of the observer relative to the moving object: a clock in a moving rocket ticks more slowly than a clock back on earth. The notion of absolute time, passing in the same way in all parts of the universe, had been finally refuted. And what's more: when brought to its ultimate conclusion, the theory of relativity threw open the door to such outlandish notions as travel in time. But even Einstein was ultimately unable to provide an answer to the question of irreversible time and its nature. Cosmologists believe the solution to this puzzle is to be found in the origins of the universe itself. Space, they believe, may have evolved out of an extremely concentrated and hot primal state with low entropy. More precisely: time was created in the unimaginable heat of the big bang around 15 billion years ago with a temperature of over 10,000 billion centigrade.

Despite the incomprehensibility of time, man has attempted to measure it from the earliest of times. As far back as 5,500 years ago, the ancient Egyptians discovered that a vertical rod casts a longer shadow when the sun is lower in the sky. They had discovered the sundial, a rod 30 centimeters long with a small T-shaped structure at one end. It allowed daylight hours to be measured. The water clock followed. Its principle was simple, but ingenious:

time was measured by letting a known volume of water drip through a hole in a vessel.

The next major breakthrough was not until early in the 17th Century, when the Dutchman C. Huygens created the first pendulum clock: It was now for the first time possible to organize one's life by the hour, even by the minute and second. And these new instruments allowed calculation of time to an accuracy of less than ten seconds in a day. It was not long until the word speed entered the English language, followed shortly by the word punctual. Time was to become an increasingly vital factor in our daily lives.

The wristwatch arrived in 1850. At the time it was considered a fashionable folly that would soon become outdated. But it went on to an extremely successful career. Around 300,000 watches are produced around the world every day. ■

Die Machtübernahme der Zeit The takeover of time

