

**Thomas Macho**

## **Zeitrechnung und Kalenderreform**

*Arithmetische oder geometrische Paradigmen der Visualisierung von Zeit*

### **1. Himmlische und irdische Zeitmaschinen**

Die Zeit kann als himmlische und als irdische Zeit beobachtet werden: als Rhythmus der Sterne und als Rhythmus der Generationen. Und sie kann mit Hilfe himmlischer oder irdischer Maschinen gemessen und verrechnet werden. Als Himmelsmaschinen fungierten beispielsweise der uranographische *Gnomon* der Griechen, das Kuppeldach im »Goldenen Haus« Kaiser Neros, die Planetenuhr Giovanni de Dondis oder Johann Georg Nestfells. Irdische Maschinen zur Zeitrechnung beruhen dagegen auf mathematischen Kalkulationen (wie die Osterrechnung) oder auf mechanischen Konstruktionen (wie die Uhren), die von den Zyklen der Gestirne weitgehend abgekoppelt werden können. Wer blickt heute noch zum Himmel, um die Tageszeit zu bestimmen? Die himmlischen und irdischen Zeitrechnungsmaschinen verfolgen verschiedene Visualisierungsstrategien, die sich annähernd mit der Differenz zwischen Analysis und Geometrie vergleichen lassen: im Falle der Arithmetik geht es um Tabellen, Listen und Kataloge, die korreliert und miteinander verrechnet, etwa multipliziert oder addiert werden müssen; im Falle der Astronomie geht es um Positionen, Figurationen, buchstäblich um *Konstellationen*, die eine geometrische Projektion erzwingen, wie sie noch Johannes Kepler im Auge hatte, als er die platonischen Körper in die Planetenbahnen einzeichnen wollte. Im ersten Fall wird geschrieben und gerechnet, im zweiten Fall auch gezeichnet und gemalt; nicht umsonst wird bis heute von *Sternbildern* gesprochen. Instrumente der arithmetischen Zeitrechnung sind vorwiegend Schriften und Bücher, Kalender und Annalen, während die geometrische Zeitrechnung auch der himmelskundlichen Werkzeuge bedarf: vom Astrolabium bis zum Fernrohr. Die Differenz läßt sich leicht am Beispiel der Längengradmessung auf See veranschaulichen, die Dava Sobel so erfolgreich nacherzählt hat.<sup>1</sup> Jahrhundertlang waren Kapitäne und Steuermänner auf den um 1300 erfundenen *Jakobsstab* angewiesen, ein simples Gerät zur Winkelmessung, bestehend aus einem skalierten Längsstab, auf dem ein kürzerer, senkrecht verankerter Querstab verschoben werden konnte. Die halbe Länge des Querstabs, geteilt durch den Abstand vom Augen-Ende des Längsstabs bis zum Querstab, ergab den Tangens des halben Winkels, unter dem das beobachtete Objekt - zumeist die Sonne - erschien. Das Verfahren verlangte viel zu oft den direkten Blick in die Sonne; daher konnte man einen altgedienten Kapitän - wie Dava Sobel bemerkt - auch daran erkennen, daß er (wie die Piraten im modernen Kostümverleih) auf einem Auge blind war.<sup>2</sup> Der um 1595 eingeführte Quadrant sowie der magnetische Kompaß verbesserten zwar die Lage der Navigatoren; Irrtümer und daraus resultierende Unfälle (wie die katastrophale Kollision der britischen Flotte unter dem Kommando Admiral

Shovells mit den Scilly-Inseln, in der Nebelnacht des 22. Oktober 1707) konnten dennoch erst vermieden werden, nachdem es John Harrison gelungen war, eine ebenso stabile wie exakte Uhr zu konstruieren, auf der die Zeit des Aufbruchshafens angezeigt wurde. Ab diesem Zeitpunkt mußten nur noch Zeitdifferenzen umgerechnet werden; kein Offizier war mehr gezwungen, sein Augenlicht zu riskieren, um die Längengradbestimmung vorzunehmen. Die himmlische Maschine der Sonnen- und Planetenbahnen wurde von der irdischen Uhr abgelöst; auf komplexe, trigonometrische Berechnungen konnte zugunsten schlichter Subtraktionen verzichtet werden.

In mancher Hinsicht strukturieren die Paradigmenwechsel zwischen »himmlischer« und »irdischer« Zeitrechnung die Kulturgeschichte. Die babylonisch-assyrischen Hochkulturen verfolgten zwar überwiegend astronomische Perspektiven; doch bildete schon die »Sothisperiode« der ägyptischen Chronologie eine rein analytische Konstruktion. Zu Recht betont darum Otto Neugebauer, daß der ägyptische Kalender »ohne jede Kontrolle durch astronomische Beobachtungen« eingesetzt wurde, die »seine Ungenauigkeit bereits in ganz kurzer Zeit deutlich hätte zeigen müssen«. Auch stehe seine »Einteilung in drei Jahreszeiten in keiner Relation zu den astronomischen Jahreszeiten«, und »die feinere Jahresteilung des geschichtlichen Kalenders in stets dreißigtägige Monate« demonstriere »die gänzliche Bedeutungslosigkeit der Astronomie für diesen Kalender. Daß er dereinst der bevorzugte Kalender der großen Astronomen der hellenistisch-römischen Zeit werden sollte, haben sich seine (vielen und unschuldigen) Väter gewiß nicht träumen lassen.«<sup>3</sup> Einen höheren Rang eroberte die Astronomie erst in Verbindung mit der griechischen Geometrie; in der Schule des Pythagoras wurden Planetenbahnen, mathematische Proportionen und musikalische Intervalle, im Sinne einer ontologischen »Harmonielehre«, aufeinander bezogen: mit der Geometrie gewann also auch die *Uranometrie* eine neue Bedeutung. In Gestalt der Astrologie beeinflusste sie die römische Antike, um ganz zu schweigen vom Gewicht, das etwa die Beobachtung der Äquinoktialpräzession in den verschiedensten Mysterienkulten und Weltalterspekulationen beanspruchte. Erst in der zunehmend verchristlichten Spätantike kam es zu staatlichen Verdikten gegen die Astrologie; nicht umsonst beschloß Augustinus seine berühmte Analyse des Zeitbegriffs und der Zeitrechnung (im elften Buch der »Confessiones«) mit dem Lob Gottes, »daß du vor allen Zeiten der ewige Schöpfer aller Zeiten bist und daß keine Zeit und kein Geschöpf teilhat an deiner Ewigkeit, mag es auch ein Schöpfungswerk geben, das über den Zeiten steht«.<sup>4</sup> Fortan galt für alle christlichen Theologen und Wissenschaftler - von Gregor dem Großen bis zu Beda Venerabilis, von Isidor aus Sevilla bis zu Johannes Scottus Eriugena<sup>5</sup> - als oberste Maxime, daß die Zeit Gott allein gehöre. Die Zeit durfte daher nicht zum eigenen Nutzen erfaßt, gemessen oder umgekehrt werden. Bekämpft wurde beispielsweise der Zinswucher, weil er die Unverfügbarkeit der göttlichen Zeit - gleichsam durch »Unterschlagung« von eschatologisch reservierter Zukunft - in Frage zu stellen schien.<sup>6</sup>

## 2. Zeitalter der Computistik

Mit den Ostertafeln Hippolyts und des Dionysius Exiguus begann - nach einer jahrhundertelangen Dominanz der Astronomie und Geometrie in der Antike - neuerlich ein Zeitalter der arithmetischen Zeitrechnung. Die Gestirne traten in den Hintergrund; auf die Exaktheit der Bestimmung von Jahrespunkten kam es beispielsweise nicht mehr an. Beda Venerabilis, der in »De temporum ratione« (von 725) die mittelalterliche Computistik begründet hatte, berechnete zwar die Frühjahrsäquinoktien des Jahres 730 auf den 22. (an Stelle des 25.) März; aber die Methode seiner Berechnung, bei der er offenbar eine Sonnenuhr verwendete, teilte er nicht mit. Im übrigen berief er sich wie Augustinus im Zweifelsfall auf Gott, »der als ewig Bleibender die Zeiten schuf, wann er wollte, und das Ende der Zeiten kennt, vielmehr den schwankenden Zeitläuften das Ende setzt, wann er will«. <sup>7</sup> Unter solchen eschatologischen Vorbehalten konnten manche Details getrost vernachlässigt werden. Bei den »Rechenregeln gab Beda als Lehrer dem menschenfreundlichen Hang nach, den er als Gelehrter bekämpfte, und vereinfachte hie und da zur Erleichterung des Rechnens, *calculandi facilitas* oder *facilitas computandi*, seine Formeln für die verwickelten Abläufe der Natur. Ob der Mensch die gleitenden Bewegungen der Himmelsleuchten restlos auf jene ganzen Zahlen festlegen könne, die er für seinen Kalender brauchte, bezweifelte Beda, vor allem bei dem für die Osterberechnung maßgeblichen Mondumlauf, dessen Maß, *mensura*, er für »nicht genau erkennbar« erklärte. Da das Konzil von Nicaea 325 das Nötigste beschlossen zu haben schien, verzichtete Beda auf arithmetische Nachprüfung und glich mit der Lehre vom Mondsprung alle Abweichungen vom Durchschnittswert aus«. <sup>8</sup> Beda rechnete mit den Fingern; kleinere Teilungen der Zeit als die Stunde lehnte er ab, um möglichen Mißbrauch durch Astrologen und »heidnische Mathematiker« zu verhindern. »Wenn er bei seinen Zeitberechnungen mit komplizierten Brüchen konfrontiert wurde, rundete er einfach ab oder auf; möglicherweise bestand er wie seinerzeit Isidor darauf, daß Gottes Abacus, soweit er bis dahin bekannt war, aus einstelligen Zahlen bestehen mußte - also den Zahlen, die mit den Fingern einer menschlichen Hand gezählt werden konnten.« <sup>9</sup> Nichtsdestotrotz setzte »De temporum ratione« einen Maßstab, der in den nächsten Jahrhunderten gar nicht mehr umstandslos erreicht wurde. <sup>10</sup>

Während mit Beda weniger die Kalenderrechnung als vielmehr die Chronologie der Weltgeschichte, im Sinne einer übergreifenden theologischen Konstruktion von der Schöpfung bis zur Inkarnation Christi und der nachchristlichen Gegenwart (seiner britischen Kirche), einen gewissen Höhepunkt erreichte, geriet dagegen die astronomische Großperiodenrechnung nahezu in Vergessenheit. So konnte beispielsweise Hrabanus Maurus, Klosterlehrer und Abt in Fulda, sowie Mainzer Erzbischof von 847 bis 856 - der Verfasser eines (an Bedas Werk orientierten) Computus-Traktats und eines Martyrologiums - das »platonische Jahr« mit dem 532jährigen Osterzyklus des Dionysius Exiguus verwechseln. <sup>11</sup> Zwar ignorierte Hrabanus die Empfehlung Bedas, lediglich mit den Stunden als kleinsten Zeiteinheiten zu rechnen; aber er

führte bloß spekulative Termini ein: das »Atom« als den 22.560sten Teil einer Stunde, und das Zahlenmaß des *scripulus* (von dem sich unser Ausdruck »Skrupel« herleitet) als den 288sten Teil der Zahl Eins: weder konnte Hrabanus mit diesen neuen Einheiten rechnen, noch konnte er sie messen (oder angeben, wie sie gemessen werden konnten). Kurzum, die Bemühungen Karls des Großen, sein Reich auch in wissenschaftlicher Hinsicht als Imperium zu inszenieren, scheiterten oft schon im Ansatz. Zwar hatte der Kaiser bereits im Jahr 789 befohlen, alle Priester in der Computistik zu unterrichten; doch bezeugt ein »kurioses Prüfungsprotokoll« von 809, daß Karls Intentionen seine Zeitgenossen überforderten. »Da wurden Fachleute für kirchliche Zeitrechnung einberufen und abgefragt; sie verstanden Beda nicht ganz, darüber hinaus nichts. Immerhin empfangen sie hier erstmals einen besonderen Namen, fast als Rangabzeichen, *comptiste*. Was sie lernen sollten, ließ Karl sogleich in einer siebenbändigen Enzyklopädie zusammentragen.« Freilich wurde dieses Mammutwerk »sogar in den Bildungszentren des Reiches nur teilweise kopiert«,<sup>12</sup> so daß die erhoffte Wirkung der intellektuellen Offensive des Kaisers bloß bescheiden ausfiel. Selbst die karolingische Neubenennung der Monatsnamen überlebte allenfalls in der Dichtkunst - etwa in Gestalt des »Lenz« oder des »Wonnemonats« Mai<sup>13</sup> - nicht jedoch in der Zeitrechnung.

### 3. Wiederkehr der Sterne

Ein neuerlicher Paradigmenwechsel begann sich um jene erste »Jahrtausendwende« vorzubereiten, deren kalendarische Vieldeutigkeit eine millenarische oder apokalyptische Erregung (wie wir sie vor knapp zwei Jahren erlebt haben) verhinderte. Abbo von Fleury (940-1004), benediktinischer Abt und Klosterreformer (gemeinsam mit Abt Odilo von Cluny), befaßte sich wieder intensiv mit astronomischen Diagrammen aus der Antike, mit Kartographie (im Anschluß an den Kommentar zu Ciceros »Somnium Scipionis« von Macrobius), sowie mit der Konzeption des ersten »ewigen Kalenders«.<sup>14</sup> An seinem Hauptwerk, einem Lehrbuch kirchlicher Zeitrechnung, feilte Abbo mehr als zwanzig Jahre lang. »Es häufte Tabellen voller Zahlenreihen und Buchstabenkombinationen, kosmologische und geometrische Figuren. Dieses Lehrbuch, das seine mathematische Absicht auch in mathematische Gestalt kleidete, erhob die Durchschaubarkeit des lokalen Tageslaufs zur Pflicht jedes Geistlichen, die Überschaubarkeit der historischen Jahrhunderte zum Auftrag der Kirche. [...] Noch kurz vor dem Tod kritisierte er als erster die bis heute geltende ungenaue Zählung der Jahre nach Christus und das vage Zeitverständnis der Historiker, das ohne Einmaleins auskam.«<sup>15</sup> Abbo war ein unmittelbarer Zeitgenosse Gerberts von Aurillac (940-1003), des späteren Papstes Silvester II., dessen kirchenpolitisches Engagement er bekämpfte, obwohl er sein wissenschaftliches Werk schätzte, das zumindest teilweise der engen Freundschaft zwischen Gerbert und Konstantin, einem Schüler Abbos und späterem Klosterschulmeister von Fleury, entsprang. »Auf Konstantins Bitten schrieb Gerbert die meisten seiner Werke über Arithmetik, Musik und Astronomie und schickte sie ihm.«<sup>16</sup> Gerbert wie Abbo standen unter dem ersten Einfluß eines bemerkenswerten Wissens- und Technologietransfers, der West-

europa über das islamisch besetzte Spanien erreichte. Bei aller Polemik gegen die Sarazenen, die etwa Abbot Hagiograph in der »Vita Abbonis« als »schlimmste Werkzeuge Satans«<sup>17</sup> beschrieb, konnten doch die innovativen Schriften und Instrumente zu fast allen Disziplinen der Wissenschaft - Optik, Medizin, Astronomie, Mathematik, Philosophie oder Rechtswissenschaft - nicht ignoriert werden, die aus der Verschmelzung griechischer, arabischer, hebräischer und lateinischer Traditionen während der Zeit der spanischen *convivencia* hervorgingen. Das hoch- und spätmittelalterliche Spanien vermittelte der europäischen Wissenschaftsgeschichte zahlreiche Impulse: nicht nur die Übersetzungen der aristotelischen Philosophie, die indoarabische Zahlennotation, den Abacus oder das Astrolabium, sondern auch neuartige Klassifikations- und Ordnungssysteme, die zumal auf die Pariser Scholastik einen erheblichen Einfluß ausübten.

Für die Zwecke der Zeitrechnung gewannen besonders die Astrolabien eine erhebliche Bedeutung. Das Astrolabium wurde aus der älteren Armillarsphäre entwickelt, einer Ringkugel zur Darstellung der astronomischen Koordinatensysteme (Ekliptik, Äquator, Horizont usw.) durch konzentrische und teilweise bewegliche Ringe. Die Grundform des Astrolabs - das älteste europäische Exemplar wurde noch vor 986 in Katalonien gebaut - bestand aus folgenden Teilen: in eine am Rand erhöhte, kreisförmige Grundscheibe (*Mater*) wurden eine oder mehrere Einlagescheiben (*Tympanon*) mit den stereographischen Projektionen der Himmelskreise des äquatorialen Systems der Koordinaten für je eine geographische Breite eingefügt. Darüber befand sich ein drehbares Netz (*Rete* oder Spinne), das in gleicher Projektion den Tierkreis (die Sonnenekliptik) darstellte und mit Hilfe von Spitzen oder Dornen die Positionen wichtiger Fixsterne markierte. Eine Drehung dieses Netzes (bis die Dornen mit den jeweils beobachteten Sternen auf dem *Tympanon* übereinstimmten) erlaubte die Ablesung der Nachtstunde auf einer Skala am Rande. Umgekehrt konnten für eine beliebig gewählte Stunde die Positionen, Auf- und Untergänge der Gestirne festgestellt werden. Eine zusätzliche Visiereinrichtung ermöglichte eine Höhenbestimmung der Himmelskörper. Auf der Rückseite der Astrolabien befand sich oft ein vermessungstechnisches Instrument zur Berechnung von Positionswinkeln; es bestand aus einer Metallscheibe mit Winkeinteilung, sowie aus einer festen und einer drehbaren Visiereinrichtung (*Diopter*). Die Astrolabien waren also astronomisch wie kartographisch äußerst hilfreiche Werkzeuge; nichtsdestotrotz blieben sie zunächst umstritten, zumal ihnen nachgesagt wurde, daß sie für astrologische Horoskope verwendet werden konnten. Doch Gerbert wie Abbo benutzten bereits Astrolabien, erst recht der »halbe Enkel«<sup>18</sup> Abbot Hermann der Lahme (1013-1054) von der Abtei Reichenau. Im Umkreis dieser Abtei, die seit 1008 von Abt Bern (~978-1048) geleitet wurde, der in Fleury studiert hatte, beteiligten sich die Mönche »eifrig am europäischen Ringtausch der Manuskripte und Argumente. Die gemeinsame Bemühung der Klügsten und Frömmsten zog, wie es schien, dem Astrolab die luziferischen Zähne und nahm es in geistliche Zucht.«<sup>19</sup> Hermann der Lahme beschäftigte sich mit Herstellung und Handhabung, Bauanleitung und Verbesserung der Astrolabien, worüber er einige Abhandlungen verfaßte.

Damit beendete er »jene geistliche Schultradition, die das Geheimwissen der Zunft mündlich oder fragmentarisch weitergereicht hatte. Jedem, der Lateinisches zu lesen und sich eine Abschrift zu beschaffen wußte, erklärten Hermanns Schriften die neuen Geräte und Verfahren zur astronomischen Zeitbestimmung so umfassend und eingängig, daß er sie bei einiger Intelligenz und Geduld selbständig herstellen und anwenden konnte. Nun erst vereinigten sich literarisch vermittelte Theorie und manuell erworbene Praxis des Astrolabs in der lateinischen Bildung.«<sup>20</sup> Auf der Basis dieser neuen empirischen Forschungen konnte Bedas Computistik endlich nachhaltig kritisiert werden. In seinem »Compotus«-Traktat von 1042 fragte Hermann etwa, »woher denn der Irrtum kommt, daß das wirkliche Mondalter so oft mit unserer Rechnung, *compotus*, und den Regeln der Alten nicht übereinstimmt, und warum der Mond, wie Herr Beda selbst zugibt und unser Augenschein bestätigt, meistens einen Tag, manchmal zwei Tage vor dem errechneten Termin schon recht fällig am Himmel erscheint«.<sup>21</sup>

Mit einer solchen Frage traten die Sterne - in diesem Falle der Mond - wieder ihre alte Leitstellung gegenüber der arithmetischen Kalenderechnung an. Jetzt kam es erneut darauf an, Instrumente zu bauen und für empirische Messungen zu benutzen, anstatt die überlieferten Rechenoperationen mehr oder weniger exakt durchzuführen. Freilich verband sich mit dieser Aufwertung der Sterne und der Himmelskunde tatsächlich eine Renaissance der Astrologie (was zumindest nachträglich die Befürchtungen mancher Äbte und Kirchenpolitiker nicht mehr ganz so illegitim erscheinen läßt). In Spanien und Sizilien waren seit dem achten Jahrhundert astronomisch-astrologische Zentren entstanden; auf dem Umweg über die arabische Rezeption der Wissenschaften Griechenlands kehrte auch die Astrologie zurück ins Abendland. Anders als Aby Warburg oder Fritz Saxl angenommen hatten, gelangten astrologische Denkmodelle nicht über die Wiederentdeckung der Antike in der Renaissance nach West- und Zentraleuropa, sondern über die mittelalterliche Beschäftigung mit arabisch-islamischer Wissenschaft; astrologische Bilder und Ideen »hat man erst seit dem späten 11. Jahrhundert wieder entworfen und sie haben nur wenig mit direkter Antikenrezeption zu tun. Die Planetenbilder entstehen vielmehr gerade in Abgrenzung gegen die antike Tradition, wobei die arabische Sternenkunde gegen die mythographische Überlieferung des Westens ausgespielt wird.«<sup>22</sup> Bereits in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts erhielten in computistischen Textsammlungen jene Traktate mehr Gewicht, die astronomische und astrologische Grundbegriffe und Kontexte erläuterten. Charakteristisch für diese größere Akzeptanz der Himmelskunde ist beispielsweise ein Textkorpus, das »aller Wahrscheinlichkeit nach im süddeutschen Raum in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts wohl für den Schulgebrauch zusammengestellt wurde. Unter dem Titel »De mundi celestis terrestrisque constitutione« bemüht sich der anonyme Autor, die ihm erreichbaren Informationen zu Astronomie und Astrologie zusammenzutragen und zu systematisieren. [...] Auffällig ist neben der kosmologisch geprägten Darstellungsweise ein ausgeprägtes Interesse an astrologischen Fragen, die detaillierter ausgebreitet werden als in jedem anderen Text des frühen Mittelalters. So spricht der anonyme Verfasser ausführlich über die verschiedenen Häuser

aller Planeten.«<sup>23</sup> Bedeutsamer noch ist eine Handschrift aus dem Jahre 1056, die mutmaßlich im Kloster Santa Maria de Ripoll (in Spanien) von einem Mönch namens Oliva verfaßt wurde. In deren viertem, *De astronomia* betitelten Teil, finden wir auf 120 Seiten die Beschreibungen und Darstellungen von Planeten, Sternbildern und Tierkreiszeichen. Diese Handschrift »überschreitet in der konsequenten Verbindung der tradierten Himmelskunde mit dem mythographischen Wissen den durch den *computus* abgesteckten Horizont. Unübersehbar ist das gesteigerte Interesse an astronomischen und kosmologischen Zusammenhängen, das jetzt auch die astrologischen Fragen zumindest berührt.« So wurde etwa der tradierte Sternbilderzyklus mit einer »neuartigen Systematik versehen, die der unterschiedlichen Bedeutung der Konstellationen Rechnung«<sup>24</sup> zu tragen versuchte.

#### 4. Renaissance der Astrologie

Ihren eigentlichen Siegeszug trat die Astrologie indes im 12. Jahrhundert an. Der Kontakt mit der arabischen Wissenschaft provozierte - in Barcelona, Sizilien, Cluny und Paris, dem neuen Zentrum der Scholastik - eine eifrige Übersetzungstätigkeit.<sup>25</sup> Zugleich wurde die Unterlegenheit gegenüber der arabischen Intelligenz heftig beklagt; so schrieb Plato von Tivoli in seiner Übersetzung von Al-Battanis »De motu stellarum«, wie blind und unwissend die lateinische Kultur sei, was dazu geführt hätte, daß die Wissenschaft Roms nicht nur den Ägyptern und Griechen, sondern auch den Arabern nicht mehr gewachsen sei. »Das Hauptinteresse der ersten Generation von Übersetzern konzentrierte sich weitgehend auf Schriften der Astrologie und Astronomie sowie der verwandten mathematischen Disziplinen. Auf diesem Gebiet empfand man den unzureichenden Kenntnisstand des Westens wohl am krassesten, und es bestand offensichtlich ein Bedürfnis nach einführenden Texten, welche die Grundlagen der Sternenkunde vermittelten. Bezeichnend für das astrologisch dominierte Interesse ist auch die Tatsache, daß das *Quadripartitum*, das astrologische Handbuch des Ptolemäus, schon 1138 von Plato von Tivoli übertragen wurde, der kompliziertere *Almagest*, der die astronomischen Berechnungen erklärt, aber erst zwei Jahrzehnte später 1160 in Sizilien und unabhängig davon 1176 noch einmal von Gerard von Cremona.«<sup>26</sup> Das astrologische Grundlagenwerk des *Abu Ma'shar* (787-886) - *Kitâb al-madkhal al-kabîr 'alâ'ilm ahkâm an-nujûm* (von 848) - wurde 1133 von Johannes aus Sevilla, und wenig später (etwa 1140) - unter dem Titel »Introductorium in astronomiam« - durch Hermann von Carinthia ins Lateinische übersetzt. Der Astrologie wurde eine neue Autorität verliehen: die Sterne seien die Vermittler zwischen Gott und den Menschen.<sup>27</sup> Als diese »Vermittler« porträtierte sie beispielsweise Bernardus Silvestris in seiner »Cosmographia« (von 1147/48); der Himmel galt ihm nun als ein aufgeschlagenes Buch mit einer Vielzahl von Bildern, »die den gelehrten Augen in geheimen Zeichen die Zukunft offenbaren«.<sup>28</sup> In der »Cosmographia« wurden natürlich auch die Planeten ausführlich beschrieben, darunter beispielsweise Saturn: und zwar als alter Mann, der alle Söhne verschlingt, die ihm seine fruchtbare Gattin schenkt. Dieses Schreckensbild wurde sogar noch erweitert: wenn es keine neugeborenen Kinder mehr gab,

nahm Saturn »seine scharfe Sichel und mähte nieder, was auch immer schön, was auch immer blühend war. So wie er nicht ertrug, daß einer geboren wurde, ertrug er auch nicht, daß Rosen, Lilien und andere wohlriechende Arten blühten. Mit dem Bild dieses Schauspiels offenbarte er, wie verderblich, wie feindlich er das Menschengeschlecht in baldiger Zukunft bedrängen würde mit der giftigen und verheerenden Eigenschaft seines Sternes.«<sup>29</sup>

Das kirchliche Verbot der Astrologie hatte sich ja - seit dem Konkurrenzkampf mit dem römischen Sonnenkult - auf theologische Gründe berufen: verurteilt wurde der astrologische Glaube an Planeten- und Sterngötter, die Lehre von der unausweichlichen Bestimmung des Schicksals der Individuen durch deren Geburt, und schließlich die Korrespondenz- und Sympathiesysteme, die einen Einklang zwischen Mikro- und Makrokosmos behaupteten, der in den Praktiken schwarzer Magie - von der Wahrsagerei bis zur Nekromantie - genutzt werden konnte. Ausgerechnet Albertus Magnus (1193-1280), der Lehrer Thomas von Aquin, versuchte in seinem Traktat »Speculum Astronomiae« (von 1275), diese tiefgreifenden Einwände zu entkräften. Zunächst korrigierte er die Vergötterung der Sterne und Planeten, indem er das Bild vom Gebrauch der Instrumente und Werkzeuge auf den Schöpfergott selbst übertrug. Gott stehe über dem Kosmos und benütze die »taubstummen Sterne« so, als »wären sie Instrumente«.<sup>30</sup> Als konkretes Beispiel formulierte Albertus die Regel für den »Jahresherrscher«, den Planeten, »der über das Zeichen des Aszendenten herrscht, wenn die Sonne in das Widderzeichen eintritt«. Albertus bezeichnete diesen Planeten als »Stellvertreter der Botschaft Gottes«, wobei sich diese göttlichen »Botschaften« - beispielsweise von »hohen oder niedrigen Getreidepreisen, Krieg oder Frieden, Erdbeben, Überschwemmungen ... und anderen Ereignissen, die in dieser Welt geschehen« - nicht substantiell von den üblichen astrologischen Voraussagen unterschieden. Der freie Wille, so argumentierte Albertus danach gegen den zweiten Einwand der Kirche, werde durch die Schicksalsbestimmung nicht geleugnet oder gar aufgehoben, sondern ganz im Gegenteil: wer astrologisch informiert sei, könne sich seelisch auf künftige Begebenheiten vorbereiten. Denn die Vorausschau sei nicht prinzipiell verboten, sonst könnte niemand Wasser- oder Nahrungsvorsorge treffen für einen trockenen Sommer oder einen kalten Winter. Albertus betonte, daß »der Himmel zufriedengestellt« werde, sobald er »seine Absichten ausgeführt«<sup>31</sup> habe, ohne zu zwingen; ein darüber hinaus gehender Schicksalsglaube sei auch mit den Ansichten der aristotelischen oder ptolemäischen Schulen nicht vereinbar. Den dritten Einwand der Kirche schließlich bestritt Albertus, indem er zwischen einer magischen und wissenschaftlichen Astrologie unterschied und dazu aufrief, bestimmte, namentlich genannte Werke der hermetischen Astrologie - mit Formeln zur Anrufung der dämonischen Kräfte von Planeten oder Tierkreiszeichen - zu meiden. Bei aller Brillanz seiner Argumente geriet Albertus freilich immer wieder - schon aufgrund seiner naturwissenschaftlichen Methoden und Kenntnisse - in den Verdacht, Zauberei zu treiben. Thomas von Aquin setzte sich darum deutlicher ab von der Horoskopie, indem er betonte, daß der Wille lediglich auf dieselbe Weise von den Himmelskörpern beeinflusst werde wie von den Leidenschaften. »Eine Mehrzahl von Menschen folgt aber den Lei-

enschaften, denen bloß die Weisen Widerstand leisten. In der größeren Zahl der Fälle bewahrheiten sich deswegen bei den Handlungen der Menschen die Voraussagen nach den Beobachtungen der Himmelskörper. Aber dennoch ›ist der Weise Herr über die Gestirne‹, wie Ptolemäus im Centiloquium sagt: ¶weil er nämlich mit dem Widerstand gegen die Leidenschaften durch den freien, der Himmelsbewegung keineswegs unterworfenen Willen eine derartige Wirkung der Himmelskörper verhindert.«<sup>32</sup>

## 5. Vor der Kalenderreform Gregors

Ein wesentlich energischeres Votum für die Natur- und Experimentalwissenschaften formulierte ein englischer Zeitgenosse von Albert und Thomas, der Philosoph und spätere Minoritenmönch Roger Bacon (1214-1292). Prinzipiell unterschied er zwei Wege der Erkenntnis: durch die Vernunft und durch das Experiment. In seinem Hauptwerk, dem »Opus Maius« (1266-1268), postulierte er eine empirisch fundierte Universalwissenschaft, gestützt durch die Mathematik. Bacon wollte mit seinem Reformprogramm »zu den Grundlagen zurückkehren, welche die experimentelle Wissenschaft bietet, denn ohne Experiment kann man nichts zur Gänze begreifen«. Wenn »jemand, der niemals Feuer gesehen hat, durch logisches Denken beweisen will, daß Feuer brennt, Dinge verändert und zerstört, wird er seinen Zuhörer nicht zufriedenstellen. Er wird dem Feuer nicht ausweichen, solange er nicht selbst seine Hand oder etwas Brennbares hineingelegt hat, um durch eigene Erfahrung zu erkennen, was ihm seine Logik schon gesagt hat. Nach dem Experiment des Brennens ist sich der Verstand sicher und ruht im Lichte der Wahrheit. Logisches Denken allein ist nicht genug - man braucht die Experimente.«<sup>33</sup> Nach Maßgabe dieser Prämissen kritisierte Bacon die Rechenfehler und Fahrlässigkeiten der Computisten seit Beda; er argumentierte mit den Konsequenzen, die sich aus den falschen Berechnungen schon für das aktuelle Jahr 1267 ergeben würden: durch »Fehler im Hinblick auf den Beginn des Mondumlaufs im Kalender und bei der Bestimmung der Tagundnachtgleichen gerät die ganze Ordnung der kirchlichen Feierlichkeiten durcheinander. [...] Das Osterfest, an dem die Welt gerettet wird, wird in diesem Jahr nicht zur richtigen Zeit gefeiert, sondern in der gesamten eigentlichen Osterwoche wird noch gefastet. Denn die Fastenzeit dauert acht Tage länger, als sie sollte. Daraus folgt ein weiterer Fehler, nämlich daß die Fastenzeit acht Tage zu spät begann; Christen aßen also acht Tage lang Fleisch, als sie eigentlich schon hätten fasten müssen, was absurd ist. Weder die Rogationes noch Christi Himmelfahrt noch Pfingsten finden dieses Jahr zur rechten Zeit statt. Und so wie es 1267 war, wird es im folgenden Jahr auch passieren.«<sup>34</sup> Der Vorwurf klang in den Ohren der Kirchenobrigkeit so ungeheuerlich, daß Bacon beinahe der Ketzerei angeklagt worden wäre; seine Ordensbrüder in Paris und Oxford stellten ihn unter Hausarrest und belegten ihn mit Schreib- und Leseverbot. Erst die Gunst des Kardinals Guy Le Gros Foulques, der im Jahre 1266 zum Papst - als Clemens IV. - gewählt wurde, veränderte kurzfristig die Lage Bacons; leider starb Clemens bereits im November 1268, vermutlich bevor er Bacons »Opus Maius« zu Ende studiert hatte. Neun Jahre später wurde Bacon erneut von

seinem Orden beschuldigt, fragwürdige Neuerungen zu propagieren; im Gerichtsverfahren wurde er zu einer langjährigen Haftstrafe verurteilt, und seine Lehren wurden verdammt.

Manche Zeitgenossen Bacons waren vorsichtiger, beispielsweise Robert Grosseteste (1175-1253) mit seinem »Computus correctorius«, der eine genauere Beobachtung der Frühjahrsäquinoktien empfahl, oder Johannes de Sacrobosco, der seit 1230 in Paris lehrte und zwischen 1232 und 1235 sein Hauptwerk, den »Computus ecclesiasticus«, verfaßte; darin schlug er vor, alle 288 Jahre einen Schalttag auszulassen, um den *ordo Calendarii* wiederherzustellen.<sup>35</sup> (Diesen Vorschlag lehnte Bacon als unsinnigen Kompromiß ab, der nur der Gewohnheit entsprungen sei, Zahlen nicht exakt zu berechnen, sondern aus Bequemlichkeit auf- oder abzurunden.<sup>36</sup> Tatsächlich zeichnet sich die Zahl 288 - wohlbekannt seit Hrabans »scripulus« - durch ihre dem Hexagesimalsystem, und also dem Kalender, freundliche Faktorisierbarkeit aus:  $288 = 2^5 \times 3^2$ , teilbar also durch 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 16, 18, 24, 32, 36, 72 und 124.) Auch während des 14. Jahrhunderts wurden keine wesentlich neuen Vorschläge zur Kalenderreform entwickelt. Richard von Wallingford konstatierte 1317 in seinem »Exafrenon pronosticationum temporis«, daß die Wintersonnenwende bereits am Tag der heiligen Luzia - am 13. Dezember - stattgefunden habe, während Geoffrey de Meaux, Johannes de Lineriis, Johannes de Saxonia oder Firminus de Bellavalle sich eher mit astrologischen Wetterprognosen beschäftigten als mit neuen Vorschlägen zur Korrektur des Kalenders.<sup>37</sup> Erst Johannes de Muris (~1300 geboren), der überwiegend in Paris lebte und lehrte, nahm nicht nur die kritischen Intentionen Bacons wieder auf, sondern edierte auch die damals umfangreichste Sammlung von astronomischen Beobachtungsdaten, nämlich die sogenannten Alfonsinischen Sterntafeln, benannt nach ihrem Auftraggeber König Alfons X. von Kastilien, die nach der Mitte des 13. Jahrhunderts begonnen und im Jahr 1272 beendet wurden.<sup>38</sup> Johannes errechnete darüber hinaus, um wieviel Tage der christliche Kalender in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts hinter den Sternen zurückbleibe; er kam auf elf Tage, die bis 1440 auf zwölf Tage anwachsen würden. Freilich verzichtete auf allzu konkrete Lösungsvorschläge; er hoffte, seine Schlußfolgerungen würden genügen, und überließ die Entscheidung der Kirche. Zwar wußte er, daß nur eine Auslassung von überzähligen Tagen die gewünschte Kalenderreform ermöglichen würde; aber er sah sich nicht in der Lage, das kirchliche Urteil vorwegzunehmen, oder gar - wie Bacon - einzufordern.<sup>39</sup> Eine Kalenderreformkommission, die Papst Clemens VI. eingerichtet hatte, wurde indes bereits 1345 wieder aufgelöst; die Vorschläge des Johannes de Muris erbrachten nicht den erwünschten Erfolg, zumal im Jahre 1347 die Pest ausbrach - und die Bevölkerung mit anderen Sorgen belastet wurde.

Die womöglich wesentlichste Einsicht zur Zeitrechnung im 14. Jahrhundert wurde in keinem Traktat zur Kalenderreform oder zur Computistik formuliert, sondern vielmehr in einer mathematisch-kosmologischen Abhandlung des Bischofs von Lisieux (seit 1377), eines bedeutenden Theologen, Philosophen, Mathematikers und Ökonomen (der im »Tractatus de

mutationibus monetarum«<sup>40</sup> eine erste Theorie der Geldabwertung entwarf). Nicole Oresme (~1320-1382) aus der Normandie war ein strikter Gegner der Astrologie, wie seine - vor 1364 entstandenen - Schriften »Tractatus contra iudicarios astronomos«, »Le livre de divinacions« oder »De causis mirabilium« bezeugen. Oresme, zeitweiliger Kaplan und Berater König Karls V., Übersetzer einer Reihe aristotelischer Schriften aus dem Lateinischen ins Französische (darunter die »Ethica« und die »Politik«), befaßte sich mit einer Vielzahl mathematischer und physikalischer Fragen. Manchen Historikern galt er gar als Pionier der analytischen Geometrie. Wie Johannes Buridan (~1300-1358), mit dem er vermutlich gemeinsam in Paris studiert hatte, vertrat er in »Le livre du ciel et du monde« - fast zweihundert Jahre vor Nikolaus Kopernikus - die These, daß die Bewegung des Himmels auch auf die Rotation der Erde zurückgeführt werden könnte.<sup>41</sup> Oresme war ein herausragender Protagonist des Pariser Nominalismus; auf dem Hintergrund seiner mathematischen Theorie der Proportionen entwickelte er schließlich - im »Tractatus de commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi«<sup>42</sup> - das entscheidende Argument gegen jeglichen kosmologischen Pythagoräismus und vor allem gegen die Astrologie: alle Konfigurationen der Planeten seien einzigartig, eine Regularität am Himmel gebe es nicht, und diese Inkommensurabilität der planetarischen Bewegungen erlaube daher auch keine astrologischen Voraussagen. Die Konsequenzen für die computistische Zeitrechnung lagen auf der Hand, auch wenn sie nicht explizit ausgesprochen wurden. Die Kalenderwissenschaft mußte sich stets mit Näherungswerten (wie der Goldenen Zahl des metonischen Zyklus) begnügen; ihre Fehler und Irrtümer entsprangen einer Identifikation von Quantitäten mit ontologischen Qualitäten. Aber die Sehnsucht nach ganzzahligen Proportionen - oder nach einer zeitrechnungsfreundlichen Zahl wie 288 - werde vom Sternenhimmel nicht erfüllt. Mit John L. Heilbron gesagt: »When God made everything according to measure and number, He chose hard ones for astronomy.«<sup>43</sup> Was Oresme demnach - im Horizont seines Kampfes gegen die Astrologie - behauptete, nahm in der Logik der Argumentation gewissermaßen die Theorie der reellen Zahlen vorweg.

## **6. »Sun in the Church«**

Weniger in historischer als in logischer Konsequenz folgte dem Inkommensurabilitätsargument im 15. Jahrhundert jene experimentelle Empirie, die Roger Bacon noch vergeblich postuliert hatte. Auf dem Konzil von Konstanz (1408-1418) - das im Jahre 1417 das Schisma des Doppelpapats in Rom und Avignon beenden sollte - referierte der Astronom und Kardinal Pierre d'Ailly (~1350-1420) einen weiteren Vorschlag zur Kalenderreform, auf den Papst Johannes XXIII. (von Avignon) 1412 mit einem Dekret reagierte, das die Auslassung von vier Tagen vorsah; doch dieses Dekret wurde nicht mehr umgesetzt. 1436 trat Nicolaus Cusanus (1401-1464) auf dem Konzil von Basel - als Sprecher einer Kalenderreformkommission - auf, um folgende Lösung zu empfehlen: im Jahr 1439 sollten sieben Tage ausgelassen und alle 304 Jahre ein weiterer Tag übersprungen werden.

Auch dieser Vorschlag wurde nicht angenommen, zumal die Kritiker darauf bestanden, daß die Astronomie nach wie vor keine ausreichend exakten Daten liefere, um das wirtschaftliche Chaos zu rechtfertigen, das durch die Streichung von Tagen eintreten könnte: Verwirrungen bei Terminen, Verträgen oder Zinstilgungen.<sup>44</sup> Immerhin war die Kirchenführung inzwischen bereit, das Problem anzuerkennen; sie förderte - zumindest in gewissem Rahmen - die astronomischen Experimente und Berechnungen zur Kalenderreform. John L. Heilbron hat insofern recht (auch wenn er provokant übertreibt), daß die römisch-katholische Kirche »gave more financial and social support to the study of astronomy for over six centuries, [...] than any other, and, probably, all other, institutions. Those who infer the Church's attitude from its persecution of Galilei may be reassured to know that the basis of its generosity to astronomy was not a love of science but a problem in administration.«<sup>45</sup> So erhielt beispielsweise Paolo dal Pozzo Toscanelli (1397-1482) - ein Geograph und Mathematiker aus Florenz, der 1474 eine Karte mit dem Seeweg nach Indien und China zeichnete und darüber mit Christoph Kolumbus korrespondierte - den Auftrag, seine Berechnung des Sonnenumlaufs und der Äquinoktialpunkte ausgerechnet im Dom von Florenz *Santa Maria del Fiore* voranzutreiben. 1475 konstruierte er in dieser Kirche ein »Sonnenloch« und einen »Meridian«. Dabei ging es um folgendes Verfahren: ein kleines Loch in einer Südwand oder im südlichen Dach projiziert einen Sonnenstrahl auf den Boden, der bogenförmig wandert. Mit den Jahreszeiten verschiebt sich auch dieser Bogen; die Markierungen der Gipfelpunkte dieser verschiedenen Lichtbögen bilden indes eine gerade Linie, den gesuchten »Meridian«. (Mehr als fünfzig Jahre zuvor hatte Brunelleschi bekanntlich seine »Camera obscura«-Experimente am Portal des florentinischen Doms veranstaltet.<sup>46</sup>) Toscanellis »Gnomon« blieb nicht der einzige. Knapp ein Jahrhundert später befestigte Egnatio Danti (1536-1586), Dominikaner, Astronom und Mathematiker in den Diensten Cosimos (als Professor für Mathematik in Pisa), astronomische Meßinstrumente an der Fassade der Kirche Santa Maria Novella in Florenz, mit deren Hilfe er 1574 feststellte, daß die Äquinoktien elf Tage vor ihrer kalendarischen Datierung eintraten; danach konstruierte er auch einen »Meridian« in derselben Kirche. Nach dem Tode Cosimos 1576 mußte er allerdings - binnen 24 Stunden - die Toskana verlassen und ging nach Bologna, wo er - ebenfalls als Professor für Mathematik - bis 1583 lehrte; in der Kathedrale von Bologna, San Petronio, ließ er gleichfalls einen berühmten »Meridian« errichten, der später durch Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) verbessert wurde. 1583 wurde Danti von Papst Gregor XIII. zum Bischof von Alatri ernannt; zuvor hatte er an der großen Kalenderreform mitgewirkt und im Torre dei Venti (im Vatikan) einen weiteren »Meridian« konstruiert.<sup>47</sup>

Mit der Durchsetzung der gregorianischen Kalenderreform, bei der bekanntlich auf Donnerstag, den 4. Oktober 1582, sofort Freitag, der 15. Oktober 1582, folgte (und also zehn Tage ausfielen),<sup>48</sup> erst recht mit der Umwandlung mancher Kathedralen in astronomische Observatorien - die noch Bernard de Fontenelle zu dem halb ironischen Kommentar veranlaßten, San Petronio in Bologna sei ein neuer »Orakeltempel« Apolls, in dem die Sonne in allen astronomischen Fragen konsultiert werden könne<sup>49</sup> - sah es so aus, als hätten die

Sterne (und mit ihnen die am Himmel, und nicht an alten Tabellen orientierte Zeitrechnung) endgültig gegen die arithmetische Kalenderrechnung der alten Computistik gesiegt. Freilich blieb dieser Sieg in mehrfacher Hinsicht temporär. Zunächst einmal wurde die Kalenderreform von den protestantischen Ländern nicht akzeptiert, sondern bekämpft. Schon Luther hatte Ostern als »Schuckelfest« bezeichnet und eine feste Verankerung im Kalender (wie beim Weihnachtsfest) gewünscht; Datierungsprobleme sollten in seiner Kirche ohnehin nicht mit Glaubensfragen verwechselt werden. Luther opponierte gegen die im Kirchenjahr verankerte Heiligenverehrung; und natürlich verurteilte er die Verrechenbarkeit von Zeit und Seelenheil, die sich seit der Konzeption des Fegefeuers im 12. Jahrhundert - etwa in Gestalt des Ablasshandels - durchgesetzt hatte.<sup>50</sup> Bereits im Sommer 1583 vermutete daher der Heidelberger Astronom Michael Mästlin hinter der päpstlichen Reform einen Anschlag auf die evangelische Freiheit. Seinem noch vergleichsweise nüchtern formulierten Gutachten folgten verschiedenste Schmähschriften gegen das »papistische Machwerk«; so hieß es beispielsweise in einem Flugblatt aus dem Jahre 1584, das als »Bawrenklag über des römischen Bapstes Gregorii XIII. newen Calender« verbreitet wurde, die Bauern würden nicht mehr wissen, wann sie die Felder bestellen müßten, und die Vögel wären unsicher, wann sie singen oder abfliegen sollten. Zur Strafe wünschte der Verfasser dem Papst, er möge durch das Jüngste Gericht zehn Tage vor dem Rest der Menschheit verdammt werden. In einem polemischen Traktat von 1583 fragte der Theologe Lucas Osiander gar, wer denn so gottlos sein könne, vom Papst - diesem Antichrist, dem apokalyptischen Tier, der Hure von Babylon - einen Kalender anzunehmen. Auch die wohlwollenden Urteile über die Kalenderreform, die von so anerkannten Astronomen wie Tycho de Brahe oder Kepler (etwa auf dem Regensburger Reichstag von 1613) formuliert wurden, konnten die protestantischen Glaubensgenossen nicht überzeugen; folglich benötigte die kleine Kalenderkorrektur Gregors, die seit dem 13. Jahrhundert gefordert und vorbereitet worden war, abermals einige Jahrhunderte für ihre Etablierung. Erst um die Wende zum 18. Jahrhundert wurde der gregorianische Kalender in Dänemark und in den protestantischen Teilen Deutschlands und der Niederlande eingeführt, 1752 in England und in den amerikanischen Kolonien, 1812 in der Schweiz, zwischen 1912 und 1917 in Osteuropa, 1918 in Sowjetrußland, und schließlich 1923 in Griechenland.<sup>51</sup>

## **7. Kalenderdruck, Uhren und »Eisenbahnzeit«**

Der Einbruch der Sonne in die Kirchen und die Aufwertung der Astronomie für die Zeitrechnung wurde indes weniger durch die protestantische Ablehnung der gregorianischen Reform in Frage gestellt als durch die technologischen Entwicklungen des 15. und 16. Jahrhunderts. Der Buchdruck ermöglichte bald die Verbreitung von Kalendern, zunächst als »immerwährende Kalender«, und ab der Mitte des 16. Jahrhunderts als Jahreskalender, die »Tagbüchel« oder Almanache genannt wurden. Kalender, wie sie beispielsweise von Johannes Müller, dem berühmten Regiomontanus (1436-1476), für die Jahre 1439-1514 und

1475-1531 verfaßt wurden, zählten dagegen zu einer Textsorte, die wir heute als »astronomisches Jahrbuch« bezeichnen würden. Beliebte waren ab dem 16. Jahrhundert die mit Holzschnitten illustrierten Einblattdrucke, auf denen Kalenderdaten, Wetterregeln und »Aderlaßmännchen« angezeigt wurden; aus ihnen entwickelten sich die Volks- und Bauernkalender (als Hefte), die sich rasch verbreiteten und dazu beitrugen, daß die Kalender mit ihren astrologischen Terminen, Wettervorhersagen, Lostagen, Gesundheitsanweisungen und schließlich mit eigenen Geschichten zu Lesebüchern aufsteigen konnten, die - neben der Bibel - in den meisten Haushalten verwendet wurden.<sup>52</sup> Amtliche Hof-, Landes- und Staatskalender - als Einblattdrucke und als Bücher, die von privilegierten Druckern hergestellt wurden - avancierten bald zu gesuchten fiskalischen Einnahmequellen; mit den Erlösen aus dem Kalenderverkauf wurde beispielsweise jahrelang die Berliner Akademie der Wissenschaften finanziert. Durch gedruckte Kalender wurde die astronomisch fundierte Zeitrechnung rasch zur Angelegenheit einer Minderheit von Experten, die gelegentlich - von Johannes Kepler bis zu Johann Heinrich Lambert - ihren Unterhalt mit der Berechnung von Kalenderdaten verdienten. Die Division durch die Zahl 19 - vielleicht die wichtigste Rechenoperation der Computistik - mußte nicht mehr eigens trainiert werden; zugleich triumphierte aber mit den »hinkenden Boten«, jenen Kalendern, die häufig von Kriegsveteranen verkauft wurden,<sup>53</sup> neuerlich der Blick in Bücher und Tabellen über den Blick zum Sternenhimmel.

Der zweite technologische Entwicklungsprozeß, der ab dem 15. und 16. Jahrhundert den Aufstieg der Astronomie zur Leitwissenschaft - auch in der Zeitrechnung - bremste, entfaltete sich mit der Erfindung mechanischer Uhren: die Uhren als »irdische Zeitmaschinen« traten gleichsam erfolgreich in Konkurrenz zu den Sonnen-, Mond und Planetenzyklen als »himmlischer Zeitmaschine«. Nicht umsonst war es ausgerechnet Oresme, der das Universum schon früh mit einer Uhr verglichen hatte; er assoziierte die Bewegungen der Himmelskörper mit den Rhythmen des Hemmungsmechanismus einer Uhr, die durch Gewichte verursacht werden. »Es ist, wie wenn eine Person ein Uhrwerk hergestellt hat und in Gang setzt«, schrieb er in seinem »Livre du ciel et du monde«, das dann »von allein läuft«.<sup>54</sup> Zu dieser Bemerkung wurde Oresme vielleicht angeregt durch die große mechanische Uhr, die Karl V. im Jahr 1362 in seinem Pariser Palast aufstellen ließ. Mechanische Uhren konnten erst gebaut werden, nachdem der Mechanismus der Spindelhemmung mit Waagbalken - vermutlich gegen Ende des 13. Jahrhunderts - erfunden worden war.<sup>55</sup> Zunächst waren es ausschließlich öffentliche Uhren, die - im Zuge der rasanten Expansion der Städte - errichtet wurden. Die Kirche San Eustrogio von Mailand erhielt 1309 eine eiserne Uhr, die Kathedrale von Beauvais im Jahre 1324; das Kloster von Cluny besaß 1340 eine eigene Uhr und die Kathedrale von Chartres sogar zwei. In Padua wurde 1344 die erste Uhr installiert, in Triest 1352, in Genua, Florenz, Avignon und Windsor Castle 1353, in Prag 1354, in Pisa und Bologna 1356, in Venedig und Regensburg 1358, in Siena 1360 und in Ferrara 1362.<sup>56</sup> Allerdings waren diese Uhren außerordentlich teuer; sie kosteten »ein Vermögen, das von vielen Städten nur schwer aufgebracht werden konnte. Kosten verursachte nicht nur der Bau selbst, sondern auch die

Unterhaltung, die in der Regel das Gehalt für einen Vorsteher (*governatore*) umfaßte, der manchmal der Erbauer selbst war. Aus diesem Grund kam die Entscheidung zum Bau einer Uhr oft nur nach langen und hitzigen Debatten der Bürgerschaft zustande.«<sup>57</sup> Aber die Uhren galten als urbane Prestigeobjekte *par excellence*; so wurde beispielsweise im Jahre 1481 folgende Petition im Stadtrat von Lyon vorgelegt: »Es besteht ein starkes Bedürfnis nach einer großen Uhr, deren Klang von jedermann gehört wird. Wenn man eine öffentliche Uhr einrichtet, werden mehr Kaufleute zu den Messen kommen, die Bürger werden fröhlicher und zufriedener leben und ein geordnetes Leben führen, und die Stadt wird an Schönheit gewinnen.«<sup>58</sup> Freilich waren diese ersten Uhren noch nicht sehr genau, worauf bereits Oresme hinzuweisen schien, wenn er betonte, daß die »himmlische Uhr« des Planetensystems weder zu schnell noch zu langsam gehe, und überdies niemals stehenbleibe.<sup>59</sup> Private Uhren gab es (auch an den Höfen) noch kaum; selbst Karl V., »der unter seinen Kunstgegenständen mehrere Uhren sein eigen nannte und öffentliche Uhren in mehreren seiner Schlösser hatte anbringen lassen, las die Zeit in seinen Privaträumen an markierten Kerzen ab.«<sup>60</sup> Bis zum Ende des 15. Jahrhunderts blieb die Nachfrage nach Uhren - schon aus ökonomischen Gründen - so begrenzt, daß sich kein eigener Berufsstand herausbilden konnte; die frühen Uhrmacher waren schlicht Schmiede, Schlosser oder Kanonengießler, mit einem Wort: Handwerker der Metallverarbeitung. Erst nach Erfindung der federgetriebenen Uhr, die eine Konstruktion kleinerer, transportabler Uhren möglich machte, nahm der private Uhrenbesitz im 16. und 17. Jahrhundert deutlich zu.

Kalenderdrucke und Taschenuhren sorgten dafür, daß die alltägliche Messung und Berechnung der Zeit ohne Sonne, Mond und Sterne auskommen konnte. Selbst die Wettervorhersagen wurden nun häufiger von Bildern und Texten abgelesen, als vom Himmel. Zifferblätter ersetzten die astralen Konstellationen, und selbst die Astrologie löste sich von ihrer visuellen Bindung an die Ekliptik. Dieser neuerliche Paradigmenwechsel zwischen »irdischer« und »himmlischer« Zeitrechnung wurde durch den Prozeß industrieller Modernisierung forciert. Die Rationalität von Serienfertigungen oder Arbeitszeitkontrollen (bis zum Taylorismus), von Verkehrs-, Transport- und Informationsflüssen, konnte nur auf der Basis einer ebenso unkomplizierten wie kollektiv verbindlichen Zeitrechnung funktionieren; die Gleichung Zeit = Geld, die ehemals von den Katholiken (in Gestalt der Kritik am Zinswucher), danach von den Lutheranern (in Gestalt der Verurteilung des Ablasshandels), bekämpft worden war, reüssierte nun in der Ökonomie. So konnte Benjamin Franklin dekretieren: »Bedenke, daß die *Zeit Geld* ist; wer täglich zehn Schillinge durch seine Arbeit erwerben könnte und den halben Tag spazieren geht, oder auf seinem Zimmer faulenzet, der darf, auch wenn er nur sechs Pence für sein Vergnügen ausgibt, nicht allein dies berechnen, er hat nebedem noch fünf Schillinge ausgegeben oder vielmehr weggeworfen.«<sup>61</sup> Und auch Marx resümierte, ein Jahrhundert später: »Ökonomie der Zeit, darein löst sich schließlich alle Ökonomie auf.«<sup>62</sup> Doch diese neue »Ökonomie der Zeit« bedurfte keiner Sternenkunde mehr, sondern einer Vereinheitlichung der Zeit, die zunächst als

»Eisenbahnzeit« gegenüber den lokalen Zeiten eingeführt wurde (worauf noch die Redensart »es ist allerhöchste Eisenbahn« hinweist). Vor »1874 wurde in Deutschland nach den mittleren Zeiten von Berlin, Köln, Königsberg, Lübeck, Oldenburg, Elmshorn, Gießen, Frankfurt/Main, Leipzig, München, Stuttgart usw. gerechnet. In diesem Jahr wurde wenigstens für die norddeutschen Eisenbahnen die Berliner Zeit für den inneren Dienst vorgeschrieben. Eisenbahnen wirkten wie ›große Nationaluhren‹. In anderen Ländern, vor allem in solchen mit geringer West-Ost-Erstreckung, war der Übergang zur Eisenbahnzeit als landesweiter Ortszeit weit rascher und mit weniger Aufhebens vollzogen worden.«<sup>63</sup> Schließlich gelang es sogar, die nationalen Zeiten zu einer einzigen »Weltzeit« zu synchronisieren, die zunächst telegraphisch, dann über Funk vermittelt wurde. Es ist wohl kein Zufall, daß die astronomische Bestimmung dieser »Weltzeit« (nach der mittleren Sonnenzeit der jeweiligen Längengrade, westlich oder östlich des »Nullmeridians« von Greenwich) in den Sechzigerjahren des 20. Jahrhunderts aufgegeben wurde. Seither wird die Zeit physikalisch definiert, und zwar nach den 9 192 631 770 Schwingungen, die das Cäsiumatom in jeder Sekunde ausstrahlt.<sup>64</sup> Und es ist wohl auch kein Zufall, daß wir - anlässlich der letzten Jahrtausendwende - einen »Weltuntergang« fürchteten, der nicht - wie in zahllosen Versionen der traditionellen Apokalyptik - durch Kometen, vom Himmel stürzende Sterne, stehenbleibende Planeten oder Sonnen- und Mondfinsternisse angekündigt worden wäre, sondern durch ein Versagen der weltweit vernetzten Kalenderrechnung in den modernsten Uhren und »irdischen Zeitmaschinen« überhaupt - den Computern.

## **8. Ein globaler Kalender (und seine mathematischen Voraussetzungen)**

Zumindest überblicksweise lassen sich also mehrere Paradigmenwechsel zwischen den himmlischen und den irdischen Maschinen der Zeitrechnung gegeneinander abgrenzen: die Himmelskunde der Babylonier verschwand hinter den Kalenderrechnungen der ägyptischen Priesterwissenschaft, die Spekulationen der griechisch-römischen Astronomie (bis zu den Weltalterspekulationen) verloren sich in den Tabellen und Listen der christlich-mittelalterlichen Computistik, und schließlich wurde die - arabisch vermittelte - »Wiederkehr der Sterne« (bis zur Umgestaltung der Kathedralen in Solarobservatorien) gleichsam von der »Eisenbahnzeit« überwunden, der industriellen Verbreitung und Perfektion gedruckter Kalender, mechanischer oder digitaler Uhren. Es ist paradox: seit der Durchsetzung der gregorianischen Kalenderreform im Oktober 1582 scheiterten alle weiteren Versuche, die Zeitrechnung zu verbessern: der jakobinische Revolutionskalender von 1793, die sowjetischen Kalenderexperimente (zwischen 1929 und 1940), aber auch alle Bemühungen der UNO, eine Kalenderreform (beispielsweise mit einem festen Ostertermin) zu beschließen.<sup>65</sup> Diese Verbindlichkeit, die spätestens mit der gregorianischen Kalenderreform erreicht wurde, verhalf einem Kalendersystem - als »europäischer Figur« - zu globaler Macht, das sich in einem einzigen Punkt tatsächlich von allen historischen Gestalten der Zeitrechnung nachdrücklich unterscheidet. Während die meisten Kalender von einem Ursprungsereignis

ausgehen, wird der christlich-europäische Kalender um ein Achsenereignis gleichsam gedreht, so daß eine Zählung vor und nach diesem Ereignis praktiziert werden konnte. Zwar versuchte schon Beda Venerabilis in seiner »Ecclesiastical History of the English People« (von 731) an manchen Stellen rückwärts zu zählen, etwa wenn er feststellte, Caesar sei *ante vero Incarnationis Dominicae tempus anno sexagesimo*, also im Jahre 60 vor Christus, nach England gekommen; aber er gebrauchte diese Zählung nur für kleinere Zeiträume - und ohne die alternative Jahresrechnung *ab urbe condita* gänzlich auszuschließen. Nach Beda tauchten erst in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts rückwärtsgewandte Datierungen auf, z.B. in den »Flores Temporum« von 1292. Während die meisten Chronisten mit ihren Werken im Horizont nachchristlicher Zeit blieben, griff der anonyme schwäbische Autor der *Flores Temporum* »mit Angst und Bangen und unter Zweifeln«, wie er schrieb, auf die vorchristliche Zeit zurück. Und dabei verwendete er, erstmals seit Beda, die retrospektive Zeitrechnung, die Zählung der Jahre *vor Christus* - durchaus in systematischer Absicht und im Bewußtsein, »eine *media via* zwischen biblizistischer Unsicherheit und annalistischer Kurzatmigkeit gefunden zu haben. Seine Darstellung griff in hohe Zahlen aus: Ganze Weltalter wurden jetzt in die neue Retrospektive einbezogen; so fiel der Anfang der Welt auf *ante Jesum 5200 minus 1*, der Beginn des dritten Weltalters auf das Jahr 3184 usw. Kaum nötig zu erwähnen, daß der schwäbische Minorit auch die nachchristliche Zeit streng nach der Inkarnationsära gliederte, wobei ihm die korrekte Datierung des Heiligenkalenders besonders am Herzen lag.«<sup>66</sup>

Die retrospektive Zeitrechnung wurde erst nach der Erfindung des Buchdrucks wirklich populär. Sie verdankte ihre Durchsetzung der indoarabischen Zahlenschrift, die den Zauber der Null und der »negativen Zahlen« zu bannen und zu funktionalisieren verstand. Angst und Zweifel des Verfassers der »Flores Temporum« korrespondierten ja auch der Unheimlichkeit, die eine Zahl wie die Null in einem qualitativ verfaßten Zahlensystem auszulösen vermag. Sie erscheint dort buchstäblich wie das »signifizierte Nichts«<sup>67</sup>, ein Zeichen, dessen Verwendung gelegentlich sogar verboten werden mußte: wie beispielsweise 1299 in Florenz, wo just für den Handel wieder die römische Zahlenschrift verordnet wurde, angeblich auch, um den möglichen Fälschungen im indoarabischen Stellenwertsystem vorzubeugen. Erst der Buchdruck reduzierte die Aussichten auf solche Fälschungen, weshalb es eben kein Zufall ist, daß erst im 15. und 16. Jahrhundert jene Ziffer rehabilitiert wurde, die zuvor als *umbre et encombre*, als »dunkel und unklar« erschienen war - und deren Name darauf verwies, daß sie *nulla figura*, also kein geometrisierbares Zeichen, sei. Die negativen Zahlen absolvierten eine ähnliche Entwicklung: auch sie wurden erst im 16. Jahrhundert allgemein als »Zahlen« anerkannt. Nicht umsonst nannte der große Mathematiker Diophant aus Alexandria Gleichungen mit negativer Lösung »absurd«. Erst viel später, nämlich »im Europa des 13. Jahrhunderts«, waren »Mathematiker wie Leonardo Fibonacci bereit, die Vorteile negativer Größen zu erkennen, wenn bei finanziellen Problemen Verluste angegeben werden müssen. Aber auch dann betrachtete man formale Aufgaben wie drei minus sieben noch nicht als sinnvoll. Im 16. Jahrhundert scheinen negative Zahlen allgemein anerkannt zu sein; man nennt sie im Gegen-

satz zu den »wahren« positiven Zahlen »falsche« Zahlen.«<sup>68</sup> Wo freilich die Nullen - und in ihrem Gefolge die negativen Zahlen - auftauchten, verschwanden die alten mystischen Zahlenqualitäten; auch damit mußten die Bindungen der Kalender an den Sternenhimmel - und dessen phantastische Bildersequenzen und ontologische Zahlenproportionen - erschüttert und relativiert werden.

## Anmerkungen

1. Vgl. Dava Sobel: *Längengrad*. Die wahre Geschichte eines einsamen Genies, welches das größte wissenschaftliche Problem seiner Zeit löste. Übersetzt von Mathias Fienbork. Berlin: Berlin Verlag 1996.
2. *Ebda.* S. 59 f.
3. Otto Neugebauer: *Die Bedeutungslosigkeit der »Sothisperiode« für die älteste ägyptische Chronologie*. In: *Astronomy and History. Selected Essays*. New York/Berlin/Heidelberg/Tokyo: Springer-Verlag 1983. S. 188 f.
4. Aurelius Augustinus: *Bekenntnisse*. Übersetzt von Joseph Bernhart. Frankfurt/Main: Insel 1987. S. 667 f.
5. Vgl. Udo Reinhold Jeck: *Zeitkonzeptionen im frühen Mittelalter*. Von der lateinischen Spätantike bis zur karolingischen Renaissance. In: Trude Ehlert (Hrsg.): *Zeitkonzeptionen Zeiterfahrung Zeitmessung*. Stationen ihres Wandels vom Mittelalter bis zur Moderne. Paderborn/München/ Wien/Zürich: Ferdinand Schöningh 1997. S. 179-202.
6. Vgl. Jacques Le Goff: *Wucherzins und Höllenqualen*. Ökonomie und Religion im Mittelalter. Übersetzt von Matthias Rüb. Stuttgart: Klett-Cotta 1988.
7. Zitiert nach: Arno Borst: *Computus*. Zeit und Zahl in der Geschichte Europas. Berlin: Wagenbach 1990. S. 34.
8. *Ebda.* S. 34.
9. David Ewing Duncan: *Der Kalender*. Auf der Suche nach der richtigen Zeit. Übersetzt von Kristina Ruhl. München: Heyne 1999. S. 151.
10. Vgl. Gerald J. Whitrow: *Die Erfindung der Zeit*. Übersetzt von Doris Gerstner. Hamburg: Junius 1991. S. 119 ff.
11. Vgl. Arno Borst: *Computus*. A.a.O. S. 40.
12. *Ebda.* S. 39.
13. Vgl. die karolingischen Monatsnamen in David Ewing Duncan: *Der Kalender*. A.a.O. S. 156: *Wintarmanoth* (Januar), *Hornung* (Februar), *Lentzinmanoth* (März), *Ostarmanoth* (April), *Winnemanoth* (Mai), *Brachmanoth* (Juni), *Heuvimanoth* (Juli), *Aranmanoth* (August), *Witumanoth* (September), *Windumemanoth* (Oktober), *Herbistmanoth* (November), *Heiligmanoth* (Dezember).
14. Vgl. Eva-Maria Engelen: *Zeit, Zahl und Bild*. Studien zur Verbindung von Philosophie und Wissenschaft bei Abbo von Fleury. Berlin/New York: Walter de Gruyter 1993.
15. Arno Borst: *Astrolab und Klosterreform an der Jahrtausendwende*. Heidelberg: Winter 1989. S. 65.
16. *Ebda.* S. 67.
17. Zitiert nach: *Ebda.* S. 66.
18. Vgl. Eva-Maria Engelen: *Zeit, Zahl und Bild*. A.a.O. S. 144.
19. Arno Borst: *Astrolab und Klosterreform an der Jahrtausendwende*. A.a.O. S. 76.
20. *Ebda.* S. 80.
21. Zitiert nach: Arno Borst: *Computus*. A.a.O. S. 54.
22. Dieter Blume: *Regenten des Himmels*. Astrologische Bilder in Mittelalter und Renaissance. Studien aus dem Warburg-Haus Band 3. Berlin: Akademie-Verlag 2000. S. 3.
23. *Ebda.* S. 14.
24. *Ebda.* S. 17.
25. Vgl. Jacques Le Goff: *Die Intellektuellen im Mittelalter*. Übersetzt von Christiane Kayser. Stuttgart: Klett-Cotta 1991. S. 24-28.
26. Vgl. Dieter Blume: *Regenten des Himmels*. A.a.O. S. 21 und 22.
27. *Ebda.* S. 22 f.
28. *Ebda.* S. 28.
29. Bernardus Silvestris: *Cosmographia*. Microcosmos V,6. Zitiert nach: *Ebda.* S. 29 und 214.
30. Albertus Magnus: *Speculum Astronomiae*. Zitiert nach: Lars Steen Larsen / Erik Michael / Per Kjaergaard Rasmussen: *Astrologie*. Von Babylon zur Urknall-Theorie. Übersetzt von Ursula Strauß. Wien/Köln/Weimar: Böhlau 2000. S. 84.
31. Albertus Magnus: *Speculum Astronomiae*. Zitiert nach: *Ebda.* S. 84.
32. Thomas von Aquin: *Summe der Theologie*. Band II: Die sittliche Weltordnung. Herausgegeben und übersetzt von Joseph Bernhart. Leipzig: Alfred Kröner 1935. S. 79 (9,5). Vgl. auch Lars Steen Larsen / Erik Michael / Per Kjaergaard Rasmussen:

- Astrologie*. A.a.O. S. 85.
33. Roger Bacon: *Opus Maius*. Zitiert nach: David Ewing Duncan: *Der Kalender*. A.a.O. S. 254.
  34. *Ebda*. S. 255.
  35. Vgl. Christine Gack-Scheidung: *Johannes de Muris »Epistola super reformatione antiqui kalendarii«*. Ein Beitrag zur Kalenderreform im 14. Jahrhundert. Hannover: Hahn 1995. S. 19.
  36. Vgl. David Ewing Duncan: *Der Kalender*. A.a.O. S. 254.
  37. Vgl. Christine Gack-Scheidung: *Johannes de Muris »Epistola super reformatione antiqui kalendarii«*. A.a.O. S. 36-46.
  38. Vgl. *Ebda*. S. 26-29.
  39. Vgl. *Ebda*. S. 98.
  40. Vgl. Nicolas von Oresme: *Traktat über Geldabwertungen*. De Mutatione Monetarum Tractatus. Übersetzt von Wolfram Burckhardt. Berlin: Kadmos 1999.
  41. Vgl. Hans Blumenberg: *Die Genesis der kopernikanischen Welt*. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1975. S. 188-194. Vgl. auch Ferdinand Fellmann: *Scholastik und kosmologische Reform*. Studien zu Oresme und Kopernikus. Münster: Aschendorff 1988.
  42. Vgl. Nicole Oresme and the kinematics of circular motion. Tractatus de commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi. Herausgegeben, übersetzt und kommentiert von Edward Grant. Madison/Wisconsin: University of Wisconsin Press 1971.
  43. John L. Heilbron: *The Sun in the Church*. Cathedrals as Solar Observatories. Cambridge (Massachusetts)/London: Harvard University Press 1999. S. 24.
  44. Vgl. David Ewing Duncan: *Der Kalender*. A.a.O. S. 271 f.
  45. John L. Heilbron: *The Sun in the Church*. A.a.O. S. 3.
  46. Vgl. Shigeru Tsuji: *Brunelleschi and the camera obscura*. The Discovery of Pictorial Perspective. In: *Art History* Jahrgang 13. September 1990. Oxford: Blackwell 1990. S. 276-292.
  47. Vgl. John L. Heilbron: *The Sun in the Church*. A.a.O. S. 62-81.
  48. Vgl. Hans Maier: *Die christliche Zeitrechnung*. Freiburg/Brsg./Basel/Wien: Herder 1991. S. 29.
  49. Zitiert nach: John L. Heilbron: *The Sun in the Church*. A.a.O. S. 91.
  50. Vgl. Jacques Le Goff: *Die Geburt des Fegefeuers*. Übersetzt von Ariane Forkel. Stuttgart: Klett-Cotta 1984.
  51. Vgl. Margo Westrheim: *Kalender der Welt*. Eine Reise durch Zeiten und Kulturen. Übersetzt von Bernardin Schellenberger. Freiburg/Brsg./Basel/Wien: Herder 1999. S. 104.
  52. Vgl. Ludwig Rohner: *Kalendergeschichte und Kalender*. Wiesbaden: Athenaion 1978. Vgl. auch Jan Knopf (Hrsg.): *Die deutsche Kalendergeschichte*. Ein Arbeitsbuch. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1983. Vgl. auch Jan Knopf: *Geschichten zur Geschichte*. Kritische Tradition des »Volkstümlichen« in den Kalendergeschichten Hebels und Brechts. Stuttgart: Metzler 1973.
  53. Vgl. dazu Inga Wiedemann: *»Der Hinkende Bote« und seine Vettern*. Familien-, Haus- und Volkskalender von 1757 bis 1929. Katalog der Kalendersammlung des Museums für Deutsche Volkskunde. Berlin: Museum für Deutsche Volkskunde 1984.
  54. Nicole Oresme: *Le livre du ciel et du monde*. Übersetzt und herausgegeben von Albert D. Menot. Madison/Wisconsin: University of Wisconsin Press 1968. Zitiert nach: David Ewing Duncan: *Der Kalender*. A.a.O. S. 269.
  55. Vgl. zur Konstruktion der Hemmung Gerhard Dohrn-van Rossum: *Die Geschichte der Stunde*. Uhren und moderne Zeitordnungen. München/Wien: Carl Hanser 1992. S. 52-55.
  56. Vgl. Carlo Cipolla: *Die gezählte Zeit*. Wie die mechanische Uhr das Leben veränderte. Übersetzt von Friederike Hausmann. Berlin: Klaus Wagenbach 1997. S. 38-40. Vgl. auch Gerhard Dohrn-van Rossum: *Die Geschichte der Stunde*. A.a.O. S. 125-128.
  57. Carlo Cipolla: *Die gezählte Zeit*. A.a.O. S. 40.
  58. Eugène Vial / Claudius Côte: *Les Horlogers Lyonnais de 1550 à 1650*. Lyon 1927. S. 4. Zitiert nach: Carlo Cipolla: *Die gezählte Zeit*. A.a.O. S. 41.
  59. Nicole Oresme: *Le livre du ciel et du monde*. A.a.O. Zitiert nach: David Ewing Duncan: *Der Kalender*. A.a.O. S. 269.

60. Carlo Cipolla: *Die gezählte Zeit*. A.a.O. S. 49.
61. Zitiert nach: Max Weber: *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*. In: *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie*. Band I. Tübingen: Mohr 1920. S. 31.
62. Karl Marx: *Der Mensch in Arbeit und Kooperation*. Aus den Grundrissen der Kritik der politischen Ökonomie. Texte zu Methode und Praxis. Band III. Herausgegeben von Günther Hillmann. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt's Klassiker 1967. S. 45.
63. Gerhard Dohrn-van Rossum: *Die Geschichte der Stunde*. A.a.O. S. 319.
64. Vgl. *Ebda*. S. 321.
65. Vgl. die Dokumentation im Anhang zu Hannes E. Schlag: *Ein Tag zuviel*. Aus der Geschichte des Kalenders. Würzburg: Königshausen + Neumann 1998. S. 284-322.
66. Hans Maier: *Die christliche Zeitrechnung*. A.a.O. S. 38.
67. Vgl. Brian Rotman: *Signifying Nothing*. The Semiotics of Zero. Stanford (California): Stanford University Press 1987.
68. John D. Barrow: *Ein Himmel voller Zahlen*. Auf den Spuren mathematischer Wahrheit. Übersetzt von Anita Ehlers. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1999. S. 145.

## Verzeichnis der Abbildungen

1. Abbildung 1 (zu Abschnitt 1): Astronomisches Meßgerät aus Qumran, Sonnenuhr, zwischen 3. Jahrhundert v. Chr. und 1. Jahrhundert n. Chr. (Palästina). Bildquelle: *Geburt der Zeit*. Eine Geschichte der Bilder und Begriffe. Kassel: Edition Minerva 1999. S. 39.
2. Abbildung 2 (zu Abschnitt 2): Computus-Osterberechnung des Beda Venerabilis, 8. Jahrhundert (Fulda). Bildquelle: *Geburt der Zeit*. A.a.O. S. 226.
3. Abbildung 3 (zu Abschnitt 3): Arabisches Astrolabium des Ibrahim al Sahlì, 1086 (Valencia). Bildquelle: *Geburt der Zeit*. A.a.O. S. 115.
4. Abbildung 4 (zu Abschnitt 4): Der kosmische Mensch, umgeben von den Tierkreiszeichen. Aus: Agrippa von Nettesheim, *De occulta Philosophia Libri tres*, 1533 (Köln). Bildquelle: Rudolf Drössler: *Planeten, Tierkreiszeichen, Horoskope*. Ein Ausflug in Mythologie, Spekulation und Wirklichkeit. Leipzig: Koehler & Amelang 1984.
5. Abbildung 5 (zu Abschnitt 5): Titelblatt der ersten ausführlichen Darstellung des gregorianischen Kalenders in deutscher Sprache, 1586 (München). Bildquelle: *Geburt der Zeit*. A.a.O. S. 293.
6. Abbildung 6 (zu Abschnitt 6): Die astronomische Uhr im Straßburger Münster, Isaac Brun, 1619 (Straßburg). Bildquelle: *Geburt der Zeit*. A.a.O. S. 262.
7. Abbildung 7 (zu Abschnitt 7): Wißbegieriger Kalender für 1775, der auch für alle einfachen Jahre, außer den Schaltjahren, die Monatstage nach altem und neuem Stil, das heißt nach dem Griechisch-russischen und dem Gregorianischen Kalender angibt und für Deutsche und fast ganz Europa nutzbar ist, ebenso die Daten nach dem Jüdischen, Türkischen, Altrömischen oder dem jetzigen wissenschaftlichen Kalender, 1775 (Petersburg). Bildquelle: *Geburt der Zeit*. A.a.O. S. 318.
8. Abbildung 8 (zu Abschnitt 8): Dreh-Tabelle zur Bestimmung der Weltzeit, Mitte des 17. Jahrhunderts (Hamburg). Bildquelle: *Geburt der Zeit*. A.a.O. S. 281 f.