

# Kalendersysteme

Physikdidaktik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

28.03.2024

Professor Dr. Thomas Filk



Weitere Kurztexte hier: <https://physikdidaktik.uni-freiburg.de/kurztexte/>

universität freiburg



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kalendersysteme</b>	<b>3</b>
1.1	Tage, Monate und Jahre . . . . .	4
1.1.1	Tage . . . . .	4
1.1.2	Monate . . . . .	4
1.1.3	Jahre . . . . .	5
1.2	Der Menton-Zyklus und die Struktur von Mondkalendern . . . . .	6
1.2.1	Der Jüdische Kalender . . . . .	7
1.2.2	Der Islamische Kalender . . . . .	7
1.3	Die Wochentage . . . . .	7
1.4	Die Kalenderreform von 1582 . . . . .	8
1.5	Kuriositäten der Kalenderreform . . . . .	9

# Kapitel 1

## Kalendersysteme

*Autor: Thomas Filk, Version vom: 28.03.2024*

Der (Sonnen-)Tag als die Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sonnenhöchstständen, der (synodische) Monat als die Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Voll- oder Neumonden und das (tropische) Jahr als die Zeitdauer zwischen zwei Sonnendurchgängen durch den Frühlingspunkt gaben insbesondere in der Antike die wichtigen Perioden der Zeitrechnung vor. Dabei hat die Tatsache, dass weder die Mondphasen noch ein ganzzahliges Vielfaches eines Sonnentages über einen längeren Zeitraum mit den Jahreszeiten und den damit zusammenhängenden Erscheinungen (z.B. die regelmäßig im Juli bis September auftretenden Nilschwemmen in Ägypten) übereinstimmen, zu teilweise sehr komplizierten Kalendersystemen geführt. Tabelle 1.1 enthält die wichtigsten Zahlen, die in diesem Kapitel benötigt werden.

tropisches Jahr in Tagen	365,24219 d
Julianisches Jahr in Tagen	365,25 d
Gregorianisches Jahr in Tagen	365,2425 d
synodischer Monat	29,5306 d

Tabelle 1.1: Die wichtigsten physikalischen Größen im Zusammenhang mit den Kalendersystemen.

Außerdem benötigen wir noch die folgenden Begriffe, die ausführlicher in Kapitel [Der Nachthimmel](#) erläutert werden:

Unter der *Ekliptik* versteht man einen Großkreis am Nachthimmel, den man erhält, wenn man die Sonne von der Erde aus an den Himmel projiziert. Umgekehrt kann man auch die Projektion der Erde vom Mittelpunkt der Sonne aus an den Nachthimmel als Ekliptik definieren. (Der Mittelpunkt der Erde und der Mittelpunkt der Sonne legen eine Gerade fest; diese Gerade überstreicht im Laufe eines Jahres eine Ebene – die Ekliptik.) Die Umlaufbahn der Erde um die Sonne liegt dann in der Ekliptikebene. Der *Himmelsäquator* ist die Projektion des Erdäquators an den Himmel vom Mittelpunkt der Erde aus betrachtet. Man kann ihn auch als den Großkreis am Himmel definieren, der senkrecht zum Himmelsnordpol (der Projektion der Erdachse an den Himmel) steht. Diese beiden Großkreise (Ekliptik und Himmelsäquator) schneiden sich in zwei Punkten: dem *Frühlingspunkt* und dem *Herbstpunkt*. Befindet sich die Sonne von der Erde aus betrachtet im Frühlings- oder Herbstpunkt, sind Nacht und Tag gleich lang, daher spricht man auch von den *Äquinoktien*.

## 1.1 Tage, Monate und Jahre

Wir alle wissen, was im Alltag gemeint ist, wenn wir von „Tag“, „Monat“, oder „Jahr“ sprechen, und doch erweisen sich diese Begriffe als recht komplex und vieldeutig, wenn man versucht, sie präziser zu definieren.

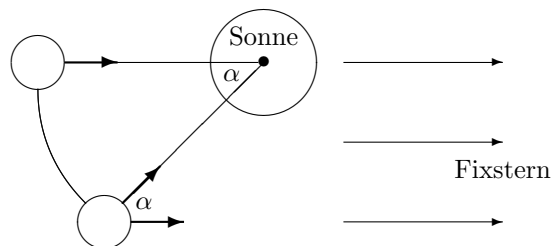
### 1.1.1 Tage

Unter einem Tag verstehen wir im Allgemeinen den Zeitraum zwischen zwei gleichen Sonnenständen, z.B. zwei Sonnenhöchstständen, also von Mittag bis zum Mittag des nächsten Tages. Bei Sonnenhöchststand steht die Sonne für jeden Beobachter nördlich des nördlichen Wendekreises (dem Breitengrad bei  $23,4^\circ$ ) exakt im Süden, für einen Beobachter südlich des südlichen Wendekreises exakt im Norden. Für Beobachter zwischen diesen beiden Wendekreisen hängt der Sonnenhöchststand von der Jahreszeit ab. In jedem Fall befindet sich die Sonne zum Zeitpunkt „12 Uhr mittags (wahre Zeit)“ auf einer gedachten Linie, die den Längengrad des Beobachters (also den Nord-Süd-Meridian, der durch den Ort des Beobachters verläuft) vom Erdmittelpunkt aus an den Himmel projiziert. Ein solcher Tag heißt *wahrer Sonnentag*.

Da der wahre Sonnentag aus verschiedenen Gründen im Laufe eines Jahres in seiner Länge schwanken kann (siehe den Abschnitt zu „Zeitgleichung“, Kap. [Die Zeitgleichung](#)), definiert man einen sogenannten *mittleren Sonnentag*, das ist ein über das Jahr genommenes Mittel der wahren Sonnentage. Dieser mittlere Sonnentag wird in 24 Stunden bzw. 86 400 Sekunden unterteilt.

Versteht man unter einem Tag, dass sich die Erde einmal um ihre Achse gedreht hat, muss man einen Bezugspunkt angeben, der „einmal rum“ spezifiziert. Ist dieser Bezugspunkt die Sonne, erhalten wir den oben beschriebenen Sonnentag. Handelt es sich bei diesem Bezugspunkt aber um den Sternenhimmel, also z.B. einen bestimmten Fixstern, dessen Eigenbewegung wir vernachlässigen können, erhalten wir einen *Sternentag* oder *siderischen Tag*.

Abbildung 1.1: Siderischer Tag und Sonnentag. Da sich die Erde im Verlauf eines Tages um den Winkel  $\alpha$  weiterbewegt hat (hier übertrieben dargestellt), muss sie sich relativ zum Fixsternhimmel um diesen Winkel weiter drehen, damit ein bestimmter Punkt wieder in Richtung Sonne zeigt.



Siderischer Tag und (mittlerer) Sonnentag unterscheiden sich um ein paar Minuten. Grund ist, dass sich die Erde im Laufe eines Tages etwas weiter um die Sonne bewegt hat und daher die Sonne nach einem Tag nicht mehr exakt unter derselben Richtung steht (im Vergleich zum Fixsternhimmel) wie vorher. Ganz grob kann man den Unterschied folgendermaßen abschätzen: Die Erde bewegt sich in rund 365 Tagen einmal um die Sonne, d.h. an einem Tag bewegt sie sich um den Winkel  $\alpha = 365/360 \approx 1$  Grad weiter. Da der Tag  $24 \times 60$  Minuten hat, dreht sich die Erde in 4 Minuten um ein Grad weiter. Der Sonnentag (24h) ist somit im Mittel um rund 4 Minuten länger als der siderische Tag (23h56m). Eine genauere Rechnung ergibt als Differenz 3 Minuten und 56,6 Sekunden.

### 1.1.2 Monate

Für den Monat gibt es gleich mehrere Definitionen (die Zahlenangaben beziehen sich auf die Bewegung des Mondes am 1. Januar des Jahres 2000):

1. *Synodischer Monat*: Der synodische Monat ist die Zeitspanne zwischen zwei gleichen Stellungen des Mondes relativ zu Erde und Sonne, also beispielsweise die Zeitspanne zwischen zwei Vollmonden oder Neumonden. Bei Vollmond spricht man auch von Opposition, bei Neumond von Konjunktion. Dieser Monat ist am längsten, da sich im Verlauf eines Monats das Erde-Mond-System weiter um die Sonne bewegt hat. Ein synodischer Monat dauert rund 29,5306 Tage oder 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten und 3 Sekunden.
2. *Siderischer Monat*: Beim siderischen Monat hat sich der Mond relativ zum Fixsternhimmel einmal um die Erde gedreht. Der siderische Monat ist deutlich kürzer als der synodische Monat: In einem Monat dreht sich das Erde-Mond-System um etwas weniger als 30 Grad um die Sonne. Das Verhältnis von synodischem zu siderischem Monat ist somit ungefähr  $(360 + 30)/360 = 13/12$ . Genauer erhält man für den siderischen Monat 27,3217 Tage oder 27 Tage, 7 Stunden, 43 Minuten und 12 Sekunden.
3. *Tropischer Monat*: Beim tropischen Monat bezieht sich „einmal rum“ nicht auf den Fixsternhimmel sondern auf den Frühlingspunkt der Erde. Wegen der Präzession - der langsamen Drehung der Rotationsachse der Erde - verschiebt sich dieser Frühlingspunkt im Vergleich zum Fixsternhimmel um rund 7 Sekunden im Monat. Um diese 7 Sekunden ist ein tropischer Monat kürzer als ein siderischer Monat.
4. *Anomalistischer Monat*: Die Mondbahn um die Erde (genauer um den gemeinsamen Schwerpunkt) ist eine Ellipse. Bei einem idealen gravitativen Zwei-Körper-Problem (ohne relativistische Korrekturen) wäre diese Ellipse stabil, d.h., das Perigäum (der erdnächste Punkt dieser Bahn) wäre relativ zum Fixsternhimmel immer derselbe. Durch verschiedene Störfaktoren (insbesondere den Einfluss der Sonne aber auch relativistische Korrekturen) verschiebt sich dieser Punkt jedoch im Laufe der Zeit relativ zum Fixsternhimmel. Als anomalistischen Monat bezeichnet man die Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchläufen des Mondes durch das Perigäum. Diese Definition bezieht sich somit ausschließlich auf die Bahnperiode der Mondbahn um die Erde und bedarf keines äußeren Fixpunkts. Ein anomalistischer Monat dauert 27,55455 Tage oder 27 Tage, 13 Stunden, 18 Minuten und 33 Sekunden.
5. *Drakonitischer Monat*: Die Mondbahn liegt in einer Bahnebene, die relativ zur Ekliptik (also der Bahnebene der Erde um die Sonne) um ungefähr 5 Grad geneigt ist. Als Mondknoten bezeichnet man die beiden Punkte der Mondbahn, die in der Ebene der Ekliptik liegen. Die Zeitspanne zwischen zwei Durchgängen (von Süd nach Nord) des Mondes durch einen Mondknoten bezeichnet man als drakonitischen Monat. Eine Sonnen- bzw. Mondfinsternis kann nur dann von einem Punkt der Erde aus beobachtet werden, wenn diese drei Punkte – der Punkt auf der Erde, der Mittelpunkt des Mondes und der Mittelpunkt der Sonne – auf einer Linie liegen. Dazu muss sich der Mond in diesem Augenblick in der Nähe eines Mondknotens befinden, da sonst der Mond ober- bzw. unterhalb der Sonne (bzw. des Erdschattens der Sonne bei einer Mondfinsternis) vorbeizieht. Der drakonitische Monat ist somit für die Berechnung von Sonnen- und Mondfinsternissen von Bedeutung. Ein drakonitischer Monat dauert 27,21222 Tage oder 27 Tage, 5 Stunden, 5 Minuten und 36 Sekunden.

### 1.1.3 Jahre

Auch beim Jahr kann man wieder mehrere Definitionen unterscheiden (auch hier beziehen sich die Zahlenangaben auf die Bewegung der Erde um die Sonne am 1. Januar 2000; die Dauer eines Jahres ist aus dieser Bewegung rechnerisch extrapoliert):

1. *Siderisches Jahr*: Ein siderisches Jahr bezeichnet die Zeitdauer, in der sich die Erde relativ zum Fixsternhimmel einmal um die Sonne bewegt hat. Es dauert 365 Tage, 6 Stunden, 9 Minuten und 9,54 Sekunden oder 365,2563604167 Tage.
2. *Tropisches Jahr*: Für das tropische Jahr gibt es zwei Definitionen. Die ältere Definition bezieht sich auf den Durchgang der Erde durch den Frühlingspunkt. Der Frühlingspunkt ist dabei der Zeitpunkt, bei dem die Sonne vom Erdmittelpunkt aus betrachtet genau über dem Äquator steht.<sup>1</sup> Zu diesem Zeitpunkt sind an einem idealisierten Tag die Sonnenstunden (der helle Tag) und die Nachtstunden gleich lang. Daher spricht man auch von der Tagundnachtgleiche bzw. dem Äquinoktium. Eine zweite Interpretation (dieser ersten Definition) ist: Zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Erde in einem der beiden Schnittpunkte ihrer Bahnebene (der Ekliptik) mit ihrer Äquatorebene, d.h. die Rotationsachse der Erde steht senkrecht zur Verbindungslinie Erde-Sonne. Die Länge des so definierten tropischen Jahres kann in verschiedenen Jahren um mehrere Minuten (bis zu einer Viertelstunde) schwanken. Die Einflüsse anderer Planeten auf die Präzession der Erde oder auch die Tatsache, dass der Frühlingspunkt (wegen der Präzession) immer an einem anderen Punkt der elliptischen Bahn der Erde ist, spielen hier eine wesentliche Rolle.

Die Internationale Astronomische Union (IAU) hat daher 1955 beschlossen, diese zwar sehr anschauliche aber durch keinen präzisen Wert angebbare Definition der Länge eines tropischen Jahres durch eine zweite Definition zu ersetzen. Danach bestimmt man die Länge eines tropischen Jahres in Bezug auf einen bestimmten Augenblick. In diesem Augenblick wird die Winkelgeschwindigkeit einer mittleren Sonne – die periodische Schwankung der Winkelgeschwindigkeit der Sonne aufgrund der elliptischen Bahn der Erde wird hierbei durch den Bezug auf eine mittlere Sonne ausgeglichen – bestimmt und extrapoliert, wie lange es dauert, bis bei dieser Winkelgeschwindigkeit  $360^\circ$  zurückgelegt werden. Dies bezeichnet man dann als momentanes tropisches Jahr. Diese Winkelgeschwindigkeit der mittleren Sonne wird auf die Drehachse der Erde, ein sogenanntes „mittleres Äquinoktium des Datums“, bezogen. Diese Definition ist zwar unanschaulich, hat aber den Vorteil, dass man einem tropischen Jahr zu jedem Augenblick einen präzisen Wert zuordnen kann.

Am 1. Januar 2000 dauerte ein tropisches Jahr nach dieser Definition 365,24219052 SI-Tage.

3. *Anomalistisches Jahr*: Ähnlich wie beim anomalistischen Monat bezeichnet ein anomalistisches Jahr die Zeitdauer zwischen zwei Periheldurchgängen der Erde, wobei das Perihel der sonnennächste Punkt der Erdbahn ist. Aufgrund des Einflusses anderer Planeten sowie relativistischer Korrekturen verschiebt sich das Perihel jedes Jahr um ungefähr 5 Minuten relativ zum siderischen Jahr. Das anomalistische Jahr (1. Januar 2000) dauert 365,259635864 Tage oder 365 Tage, 6 Stunden, 13 Minuten und 52,54 Sekunden.

## 1.2 Der Menton-Zyklus und die Struktur von Mondkalendern

Viele antike Kalendersysteme sind Mondkalender, d.h. bei ihnen ist der Monat die natürliche Einheit und zur ungefähren Anpassung an die Jahreslänge wurden gelegentlich zusätzliche Tage oder gar zusätzliche Monate eingefügt. Schon im antiken Babylon war bekannt, dass 19 Jahre ziemlich genau 235 Monaten entsprechen. Wählt man die Julianische Schaltjahrregelung, nach der ein Jahr 365,25 Tage hat, entsprechen 19 Jahren 6939,75 Tage. Andererseits entsprechen 235 synodische Monate

<sup>1</sup>Es gibt zwei solche Punkte im Jahr: der Frühlingspunkt und der Herbstpunkt. Man sollte daher spezifizieren, dass die Sonne vom Erdmittelpunkt aus betrachtet in diesem Augenblick den Äquator von Süd nach Nord durchläuft.

6939,691 Tage. Auf 19 Jahre ein Fehler von 0,059 Tagen (oder 1 Stunde, 24 Minuten und 58 Sekunden) bedeutet, dass sich in  $19 \times 1/0,059 = 322$  (Julianischen) Jahren die Beziehung zwischen Mondphasen und Sonnenjahr um einen Tag verschiebt. Definiert man andererseits die Länge eines Jahres als  $1/19$ tel von 235 Monaten (das entspricht 365,2469 Tagen), so liegt diese Zeitdauer zwischen dem tropischen Jahr und dem Jahr nach dem Julianischen Kalender. Die Dauer von 235 (synodischen) Monaten bezeichnet man auch als Menton-Zyklus.

Im Folgenden geht es meist nur um die größten Regeln eines Kalenders, sodass Jahre in Monate und Monate in Tage unterteilt werden können. Die meisten Kalender enthalten weitere Ausnahmeregelungen, auf die hier nicht eingegangen wird.

### 1.2.1 Der Jüdische Kalender

Der Jüdische Kalender ist ein reiner Mondkalender. Monate mit 29 und 30 Tagen wechseln sich im Wesentlichen ab. Ein Jahr besteht aus 12 Monaten. Damit hat ein Jahr rund 354 Tage. Da dies etwas zu kurz ist, werden gelegentlich Schaltmonate mit meist 30 Tagen eingefügt. Insgesamt richtet sich diese Einteilung nach dem Menton-Zyklus, d.h. 19 Jahre bestehen aus 235 Monaten. Da 19 Jahre mit 12 Monaten nur 228 Monaten entsprechen, werden in den 19 Jahren insgesamt 7 Monate als Schaltmonate eingefügt, und zwar in den Jahren 3, 6, 8, 11, 14, 17 und 19. Auf diese Weise erreicht man, dass der Jahresanfang mehr oder weniger gleich bleibt; im Jüdischen Kalender im September oder Oktober.

### 1.2.2 Der Islamische Kalender

Es gibt mehrere verschiedene islamische Kalender, aber der Kalender, nachdem sich auch heute noch die Festtage (oder beispielsweise der Beginn des Monats Ramadan) bestimmen, umfasst 12 Monate mit jeweils 29 oder 30 Tagen. Während im altarabischen Kalender alle zwei oder drei Jahre ein Schaltmonat eingefügt wurde (dieser Kalender also dem Jüdischen Kalender ähnelte), wurde im Islam dieser Schaltmonat abgeschafft. Ein Jahr hat nun also rund 354 Tage. Damit verschieben sich der Jahresanfang und auch die wichtigsten Feiertage jährlich um rund 10-12 Tage nach vorne und wandern im Verlauf der Zeit durch das ganze Jahr.

## 1.3 Die Wochentage

Schon in der Schöpfungsgeschichte (Genesis) des alten Testaments, die vermutlich auf das 5. bis 6. Jahrhundert vor Christus zurückgeht, ist davon die Rede, dass Gott die Welt in sechs Tagen erschuf und am siebten Tage ruhte. Die Zeiteinheit „Woche“ als sieben Tage war schon in Babylon in Gebrauch und vermutlich hat die jüdische Tradition diese Einheit während des babylonischen Exils übernommen.

Die Zahl sieben für die Anzahl der Tage in einer Woche geht vermutlich auf astronomische Beobachtungen zurück: Die damals bekannten sieben beweglichen Himmelskörper waren (in aufsteigender Reihenfolge ihrer Umlaufzeiten): Mond (1 Monat), Merkur (3 Monate), Venus (7 Monate), Sonne (1 Jahr), Mars (2 Jahre), Jupiter (12 Jahre) und Saturn (30 Jahre). Wie man heute noch an den Bezeichnungen in einigen europäischen Sprachen ablesen kann, wurden die Wochentage ursprünglich nach diesen sieben Himmelskörpern benannt (Tab. 1.2)

Auch in den germanischen Sprachen sind diese Ursprünge teilweise erkennbar. Der Donnerstag ist der Tag des Donnergottes Thor (im Englischen Thursday erkennbar), der wiederum dem römischen Gott Jupiter entsprach. Und der Freitag ist vermutlich der Freyastag, der Tag der Götting Freya, die wiederum der römischen Gottheit Venus entsprach. Hier gibt es aber unterschiedliche Theorien.

Deutsch	Englisch	Französisch	Lateinisch	Himmelskörper
Sonntag	Sunday	dimanche	Solis dies	Sonne
Montag	Monday	lundi	Lunae dies	Mond
Dienstag	Tuesday	mardi	Martis dies	Mars
Mittwoch	Wednesday	mercredi	Mercurii dies	Merkur
Donnerstag	Thursday	jeudi	Iovis dies	Jupiter
Freitag	Friday	vendredi	Veneris dies	Venus
Samstag	Saturday	samedi	Saturni dies	Saturn

Tabelle 1.2: Die Wochentage in verschiedenen europäischen Sprachen und die zugehörigen Planeten.

## 1.4 Die Kalenderreform von 1582

Einen relativ genauen Sonnenkalender hat Julius Cäsar um 45 v. Chr. eingeführt: Er sah vor, dass ein Jahr 365 Tage hat und dass alle vier Jahre ein sogenanntes Schaltjahr eingefügt wird, bei dem ein Jahr 366 Tage hat. Der zusätzliche Tag ist der 29. Februar. Diese Schaltjahrregelung war schon vorher in Ägypten in Gebrauch, und Cäsar hat sie für das römische Reich übernommen und angepasst.

Damit ergibt sich für die Jahreslänge im Julianischen Kalender

$$(4 \cdot 365 + 1)/4 = 365,25 \text{ Tage.} \quad (1.1)$$

Diese Formel folgt aus folgender Überlegung: Ein Zeitraum von 4 Jahren bildet eine Periode des Julianischen Kalenders, d.h. nach vier Jahren wiederholt sich das Schema. Diese vier Jahre haben  $4 \times 365$  Tage plus einen weiteren Tag wegen des Schaltjahrs. Teilt man diese Anzahl von Tagen wieder durch die Anzahl der Jahre einer Periode (also 4) so erhält man die mittlere Dauer eines Jahres in Tagen.

Unsere Jahreszeiten werden durch das tropische Jahr bestimmt, d.h. durch den Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Frühlingspunkten. Ein tropisches Jahr dauert 365,24219 (Sonnen)Tage (genau gilt dies für ein von der Bewegung der Sonne am 1. Januar 2000 extrapoliertes Jahr). Die Differenz zum Julianischen Kalender sind 0,00781 Tage (oder 11 Minuten und 14,8 Sekunden) pro tropischem Jahr, bzw. alle 128 Jahre verschiebt sich im Julianischen Kalender der Frühlingspunkt um einen Tag (nach vorne). Diese Differenz war bereits im 9. Jahrhundert bekannt.<sup>2</sup> Da der Frühlingspunkt, d.h. der Beginn des Frühjahrs, im christlichen Jahr eine besondere Bedeutung hat – Ostern (und damit viele bewegliche Feiertage im Kirchenjahr) bestimmt sich aus dem ersten Vollmond im Frühjahr – wollte man natürlich nicht, dass beispielsweise Ostern irgendwann im Herbst stattfindet und Weihnachten im Hochsommer. Daher gab Papst Gregor XIII. die Ausarbeitung einer Kalenderreform in Auftrag, die er dann im Jahre 1582 per päpstlichem Dekret verkündete.

Die Kalenderreform bestand aus zwei Anteilen:

1. Die 10 Tage zwischen dem 4. Oktober und dem 15. Oktober 1582 wurden ausgelassen, d.h. Donnerstag, dem 4. Oktober 1582, folgte Freitag, der 15. Oktober 1582. Die dazwischenliegenden Tage gibt es im Gregorianischen Kalender nicht. Damit wurde der Frühlingsanfang wieder auf den 21. März gelegt, wie im Jahr 325, als auf dem Konzil von Nicäa die Bestimmung des Osterfestes in Abhängigkeit vom Frühlingsanfang festgelegt wurde.

<sup>2</sup>Bereits Mitte des 8. Jahrhunderts wusste man, dass sich die Mondphasen relativ zu den theoretischen Überlegungen (nach denen sich die Mondphasen alle 235 Jahre wiederholen – dies wusste man schon im alten Babylonien) verschoben hatten.



2. Die Schaltjahrregelung wurde leicht abgeändert: Alle vier Jahre (in den Jahren, die glatt durch 4 teilbar sind) gibt es ein Schaltjahr mit 366 Tagen, allerdings gibt es alle hundert Jahre (in den Jahren, die glatt durch 100 teilbar sind) kein Schaltjahr, jedoch gibt es alle 400 Jahre (in den Jahren, die glatt durch 400 teilbar sind) trotzdem ein Schaltjahr. Somit gab es im Jahr 1600 und 2000 ein Schaltjahr, in den Jahren 1700, 1800 und 1900 jedoch nicht.

Damit ergibt sich für die Jahreslänge im Gregorianischen Kalender:

$$(400 \cdot 365 + 100 - 4 + 1)/400 = 365,2425 \text{ Tage.} \quad (1.2)$$

Hier gilt wieder: Eine Periode des Gregorianischen Kalenders dauert 400 Jahre, in diesen 400 Jahren finden  $100 - 4 + 1 = 97$  Schaltjahre mit 366 Tagen statt, alle anderen Jahre haben 365 Tage. Die Differenz zwischen gregorianischem Jahr und tropischem Jahr beträgt nun 0,00031 Tage (oder 26,8 Sekunden). Das heißt, alle 3226 Jahre verschiebt sich dieser Kalender relativ zum tropischen Jahr (des Jahres 2000) um einen Tag. Damit kann man zunächst einmal leben. Weitere Kalenderreformen sind in die ferne Zukunft verschoben.

Vom Kalendersystem unabhängig ist die Festlegung des Jahresbeginns. Obwohl schon der Kalender von Julius Caesar den Jahresbeginn auf den 1. Januar festgelegt hatte, waren unterschiedliche Konventionen in Gebrauch. Erst im 16. und 17. Jahrhundert setzte sich der 1. Januar als Jahresbeginn weitgehend durch.

## 1.5 Kuriositäten der Kalenderreform

Die Kalenderreform von Papst Gregor XIII. wurde nicht überall gleich angenommen. Selbst katholische Gebiete sträubten sich teilweise, und protestantische bzw. reformierte Gebiete verweigerten sich der Reform schon alleine deshalb, weil sie vom Papst ausging. So wurde der Kalender in England erst 1752 übernommen (zu diesem Zeitpunkt mussten bereits 11 Tage ausfallen), in Sowjetrußland erst 1918 (hier wurden 13 Tage gestrichen) und beispielsweise in Griechenland erst 1923. In manchen orthodoxen Ostkirchen gilt heute noch der Julianische Kalender. Mit diesen unterschiedlichen Daten der Übernahme des Gregorianischen Kalenders sind einige Kuriositäten verbunden.

1. William Shakespeare und Miguel de Cervantes starben offiziell beide am 23. April 1616. Allerdings liegt der Todestag der beiden Dichter 10 Tage auseinander: In England verwendete man Anfang des 17. Jahrhunderts noch den Julianischen Kalender, in Spanien bereits den Gregorianischen. Das bedeutet, Cervantes starb tatsächlich 10 Tage vor Shakespeare.
2. Für die Lebensdaten von Newton findet man zwei Versionen: 25.12.1642 bis 20.3.1726 und 4.01.1643 bis 31.03.1727. Der Unterschied im Geburtsdatum ist offensichtlich: Das eine Geburtsdatum (Dezember 1642) bezieht sich auf den Julianischen Kalender, der zu diesem Zeitpunkt in England noch gültig war, das andere Datum (Januar 1643) auf den Gregorianischen Kalender. Überraschend am Todesdatum ist weniger der Tag (20.3. bzw. 31.3.), der sich durch die Differenz zwischen Julianischem und Gregorianischem Kalender ergibt, als vielmehr das Jahr: 1726 bzw. 1727. In England war Neujahr 1727 (der Tag des Jahreswechsels) der 25. März und nicht der 1. Januar (diese Konvention bezeichnet man als *Annuntiationsstil*, weil der 25. März als die Verkündigung (Annuntiation) der Empfängnis von Maria galt). Das bedeutet, nach dem damals in England gültigen Kalender starb Newton noch vor dem Jahreswechsel (also im Jahr 1726), nach dem Gregorianischen Kalender nach dem Jahreswechsel (also im Jahr 1727).
3. Ebenfalls kurios ist Newtons Beerdigung, die nach dem Julianischen Kalender am 28. März 1727 stattfand. Das bedeutet, Newton ist nach dem Julianischen Kalender am 20. März 1726

gestorben und am 28. März 1727 beerdigt worden. Das klingt zunächst so, als ob zwischen dem Sterbedatum und der Beerdigung über ein Jahr liegt. Doch wie schon erwähnt fand in England damals der Jahreswechsel am 25. März statt.

4. Die sogenannte Oktoberrevolution in Russland fand nach dem Julianischen Kalender am 25. Oktober 1917 statt, nach dem Gregorianischen Kalender am 7. November 1917. Im Jahre 1917 galt in Russland jedoch noch der Julianische Kalender, daher „Oktober-“Revolution. Nach dem heutigen in Russland (bzw. der früheren Sowjetunion) gültigen Kalender handelte es sich eigentlich um eine Novemberrevolution. In der Sowjetunion wurde der Jahrestag der Oktoberrevolution immer am 7. November gefeiert.

# Index

- Äquinoktien, 3
- Cervantes, Miguel de, 9
- Ekliptik, 3
- Ekliptikebene, 3
- Frühlingspunkt, 3
- Herbstpunkt, 3
- Himmelsäquator, 3
- Jahr
  - anomalistisches, 6
  - siderisches, 6
  - tropisches, 6, 8
- Julianischer Kalender, 7
- Kalender, 3–10
  - Gregorianischer, 8
  - islamischer, 7
  - jüdischer, 7
  - Julianischer, 7, 8
- Kalenderreform, 8
- Konjunktion, 5
- Menton-Zyklus, 7
- Monat, 4
  - anomalistischer, 5
  - drakonitischer, 5
  - siderischer, 5
  - synodischer, 5
  - tropischer, 5
- Mondfinsternis, 5
- Mondkalender, 6
- Newton, Isaac, 9
- Oktoberrevolution, 10
- Opposition, 5
- Ostern, 8
- Präzession, 5
- Schaltjahr, 9
- Schaltmonat, 7
- Shakespeare, William, 9
- Sonnenfinsternis, 5
- Sonntag, 4
  - mittlerer, 4
  - wahrer, 4
- Sterntag, 4
- Tag, 4
  - siderischer, 4
- Woche, 7
- Wochentage, Bezeichnungen, 7