

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

PHILOSOPHISCH-HISTORISCHE KLASSE

ABHANDLUNGEN · NEUE FOLGE, HEFT 118

Reflexionen über die Zeit

Öffentliche Vortragsreihe
anlässlich des Millenniums

Herausgegeben von
Heinrich Nöth

MÜNCHEN 2000

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEIM VERLAG C. H. BECK OHG MÜNCHEN

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

PHILOSOPHISCH-HISTORISCHE KLASSE

ABHANDLUNGEN · NEUE FOLGE, HEFT 118

Reflexionen über die Zeit

Öffentliche Vortragsreihe
anlässlich des Millenniums

Herausgegeben von
Heinrich Nöth

MÜNCHEN 2000

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEIM VERLAG C. H. BECK OHG MÜNCHEN

Mit Textabbildungen

ISSN 0005-710X
ISBN 3769601130

© Bayerische Akademie der Wissenschaften, München 2000
Reproduktion der Abbildungen: e + r Repro GmbH, Donauwörth
Satz, Druck und Bindung: Druckerei C. H. Beck, Nördlingen
Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier
(hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff)
Printed in Germany

Inhalt

Einleitung des Herausgebers	5
JÜRGEN ROLOFF, Periodisierung der Zeit und Millenniumsmotiv	7
THOMAS O. HÖLLMANN, Vom rechten Augenblick. Zeitkonzepte in China	17
DETLEV PLOOG, Zeit und Zeitmaße im Gehirn	27
KLAUS A. STRUNK, Zeit und Sprache	39
ERNST J. M. HELMREICH, Akzeptanz der Naturwissenschaften im Wandel der Zeit	49
PETER HÄBERLE, Zeit und Verfassungskultur. Zeit und Verfassungsstaat – kulturwissenschaftlich betrachtet	57
JÜRGEN EHLERS, Die Zeit in Physik und Astronomie	75
FRIEDRICH L. BAUER, Zeitlogik und Computer-Software	85

Einleitung

Unter dem Motto „Reflexionen über die Zeit“ standen acht Vorträge, die in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften wenige Wochen vor dem Eintritt in das Jahr 2000 vor einer interessierten Öffentlichkeit gehalten wurden. Es war dies der Beitrag unserer Akademie zu den Millenniumsveranstaltungen des Freistaats Bayern. In vier Abendveranstaltungen stand je ein Thema aus dem Bereich der Geistes- und der Naturwissenschaften zur Diskussion.

Eines ist klar: das Thema läßt sich mit acht Referaten nicht erschöpfend behandeln. So sind diese als *pars pro toto* zu sehen. Sie zeigen auf, wie vielschichtig der Begriff „Zeit“ ist. Dies beginnt mit der persönlichen Wahrnehmung: ich habe keine Zeit, die Zeit läuft mir davon, warum gehen Stunden des Glücks so viel rascher vorbei als jene der Trauer, warum kommt dem einen ein Tag wie eine Stunde, einem anderen eine Stunde wie ein Tag vor. Zeit ist aber nicht nur ein individuelles Empfinden. Zeit ist meßbar und überstreicht dem Menschen kaum vorstellbare Dimensionen. Von der Elementarzeit (10^{-23} s) über chemische „Elementarprozesse“ (ab 10^{-12} s) bis hin zur Jahrmillionenzeitrechnung der Geologie. Anschaulich ist dies fast alles nicht mehr.

Während zeitliche Abläufe als wichtiges Kriterium im naturwissenschaftlichen Bereich zum Grundverständnis von Phänomenen zählen und zählen müssen, ist vielen nicht geläufig, daß Probleme der Zeit sowohl aus der Sicht der Philosophie als auch der Soziologie oder gar der Linguistik eine erhebliche Rolle spielen. Aber auf diesen Gebieten und denen anderer Geisteswissenschaften vollziehen sich Denk- und Entwicklungsprozesse auf einer Zeitschiene. Kurzum: welchen Wissenschaftsbereich man immer auch betrachtet – Entwicklung ist immer mit Zeit, der Dynamik vom Geschehen verbunden. Nicht minder wichtig ist es aber auch, diese Dynamik zu analysieren oder aus ihrer Zeitabhängigkeit zukünftige Entwicklungen abzuschätzen. Es lohnt sich allemal, sich über die unterschiedlichen Zeitbegriffe zu informieren. Die Millenniumsvorträge zum Thema „Reflexionen über die Zeit“ können dazu anregen. Möge dieses Büchlein möglichst viele Leser finden und diese die Zeit, sich mit der Zeit zu beschäftigen.

Heinrich Nöth

Jürgen Roloff

Periodisierung der Zeit und Millenniumsmotiv

Das Datum „1. Januar 2000“ hat einen geheimnisvoll schillernden Glanz. Was ist die Ursache der spannungsvollen Erregung, in die es viele Menschen versetzt? Die aufgeregte Debatte darüber, ob und wie unsere komplizierten Rechnersysteme diesem Datum standhalten würden, und die Spekulationen über durch deren Versagen ausgelöste Zusammenbrüche von Verkehr und Versorgung hatten wohl eher nur Stellvertreterfunktion. In ihnen dürfte sich die sehr viel weitergehende Vermutung artikuliert haben, daß es mit diesem besonderen Datum etwas besonderes auf sich haben müsse. Sie transportierten damit nämlich eine Reihe von Vorstellungen und Motiven mitten in unsere Gegenwart hinein, die in der Vergangenheit unseres Kulturkreises mit dem Berechnen und Deuten von Zeit verbunden gewesen sind. Die Zusammenhänge, aus denen diese Vorstellungen und Motive kommen, mögen weithin vergessen oder verdrängt sein. Trotzdem hat es den Anschein, als habe das Millennium ihr noch immer vorhandenes Wirkungspotential wenigstens punktuell wieder zum Vorschein gebracht.

Zwei dieser Vorstellungen und Motive sollen uns im folgenden beschäftigen: die Periodisierung der Zeit und das Millennium.

I. Periodisierungsschemata: Bedeutung und Auswirkungen

Die Periodisierung der Zeit darf wohl als die neben der Alphabetisierung bedeutendste Kulturleistung der Menschheit gelten. Zeit, anfänglich nur erfahrbar als subjektives Erleben des Einzelnen in der Abfolge verschiedener Lebensphasen und Situationen, wurde durch Periodisierung zu einer transsubjektiven, gemeinschaftlich erfahrbaren und meßbaren Größe. Ihren Anhalt hatte sie zunächst an der Beobachtung regelmäßig wiederkehrender Erscheinungen der Natur.¹ So war im alten Ägypten der herbstliche Hochstand des Nils das Grunddatum, an dem sich die Einteilung des *Jahres* orientierte. Im Verein mit den dadurch bedingten agrarischen Gegebenheiten ergaben sich drei Jahreszeiten: Flut-, Saat- und Erntezeit. Als weitere Periodisierungsfaktoren kamen Beobachtungen des nächtlichen Mond- und Sternenhimmels hinzu. Das alles führte zur Ausbildung eines Sonnenkalenders mit einer Jahresdauer von zunächst 365 Tagen. Dessen Ursprünge werden von der Forschung heute vorwiegend in der ersten Hälfte des dritten vorchristlichen Jahrtausends angesetzt.

In einer gewissen Spannung zu diesem ägyptischen Sonnenkalender stand der Mondkalender, der sich im Zweistromland herausbildete. Die Beobachtung des regelmäßigen Rhythmus von Neu- und Vollmond innerhalb von 29 bzw. 30 Tagen gab Anlaß für die Herausbildung einer weiteren Periodisierungsgröße, nämlich des *Monats*. So ergab sich aus 12 Monaten von je 29 oder 30 Tagen ein Mondjahr, bestehend aus insgesamt 354 Tagen.

Bald schon erkannte man die Differenz des Mondjahres zum solar bestimmten Jahreskreis. Der Versuch, die beiden kalendarischen Regelsysteme zu vereinigen und so zu einer solar bestimmten Jahresrechnung und zugleich zu einem lunar orientierten Monatsrhythmus zu

¹ Zum Folgenden: A. Hermann/F. Schmidtke/L. Koep, Art. *Chronologie*, RAC 3, Stuttgart 1957, Sp. 30–60.

gelangen, war – wie hier nur angedeutet werden kann – eine der Hauptherausforderungen, denen sich die antike Zeitrechnung zu stellen hatte. Babylonier, Griechen und Juden lösten das Problem durch die Einschaltung von Schaltmonaten in größeren Abständen; in Ägypten sowie später, im römischen julianischen Kalender, fügte man in regelmäßigem Zyklus Schalttage ein.

Sehr viel ausführlicher müssen wir hier auf ein weiteres Periodisierungssystem eingehen, das seinen Ansatz im antiken Judentum hatte und von da aus in der jüdisch-christlichen Tradition weittragende Bedeutung erlangte. Es verbindet sich mit dem Begriff *Sabbat* und war im Laufe seiner Geschichte erheblichen Wandlungen unterworfen.² Neuere Forschung hat wahrscheinlich gemacht, daß die Ursprünge des Sabbat im lunaren System lagen. So dürfte sprachgeschichtlich das Nomen *šabbāt* mit der akkadischen Bezeichnung *šapattu* für den 15. Tag des lunaren Monats, also für den Vollmondtag, zusammenhängen. Älteste Bezeugungen im Alten Testament geben Anlaß zu der Vermutung, daß der Sabbat im Israel der vorexilischen Zeit (also vor dem 6. vorchristl. Jh.) der monatlich gefeierte Vollmondtag war. Andere alte Zeugnisse sprechen auch von einer Korrespondenz von Sabbat und Neumond. So läßt der Prophet Hosea Gott sprechen. „Ich verabscheue all ihre Freuden, ihre Feste, ihre Neumond- und Sabbatfeiern“ (Hos 2,13). Offensichtlich waren Neumond- wie Vollmond-Sabbate ursprünglich lunar bestimmte Heilstage, die für kultische Vorhaben als besonders günstig galten.

Erst während der babylonischen Exilszeit hat der Sabbat im Zusammenhang einer tiefgreifenden kultischen Neuorganisation seine Bedeutung als wöchentlicher Ruhetag erlangt. Vielleicht hat es in Israel bereits vorher einen wöchentlichen Ruhetag gegeben. Entscheidend war jedoch dessen Identifikation mit dem Sabbat. Der Ruhetag wurde aus dem ursprünglich lunaren Bezug herausgelöst und nunmehr geschichtstheologisch verankert. Damit wurde der Sabbat nunmehr zum wöchentlichen Tag des Gedenkens an den Exodus, das befreiende Handeln Gottes an seinem Volk: „Denk daran: Als du in Ägypten Sklave warst, hat dich der Herr, dein Gott, mit starker Hand und hoch erhobenem Arm dort herausgeführt. Darum hat es dir der Herr, dein Gott, zur Pflicht gemacht, den Sabbat zu halten.“ (Dtn 5,15).

Einhaltung des Sabbats war nunmehr ein Bekenntnisakt und ein zentrales Merkmal jüdischer religiöser Identität (Ex 31,13.17). Der siebte Tag der Woche galt als ein für Gott geheiligter Tag, ein Tag, an dem das Erinnern an Gottes befreiendes Handeln die Gestalt der Freiheit von Arbeit und täglichen Pflichten gewann. Mit der rituell festgelegten Arbeitsruhe wurde der von Gott seinem Volk geschenkte Status der Freiheit zeichenhaft wahrgenommen und praktiziert (Ex 20,10; Dtn 5,12).³ Damit war zugleich die Sieben-Tage-Woche als das von Gott selbst gebotene Ordnungsschema für die Gestalt menschlichen Lebens etabliert.

Der sogenannte priesterschriftliche Schöpfungsbericht im ersten Kapitel des biblischen Buches Genesis hat dieses Grundverständnis vertieft und ausgeweitet, indem er den Sabbat – und darüber hinaus die Sieben-Tage-Woche – vom göttlichen Schöpfungswerk her begründete. Gott habe am vierten Schöpfungstag – so erfahren wir hier – „Lichter“ am Himmelsgewölbe gesetzt, „um Tag und Nacht zu scheiden. Sie sollen Zeichen sein und zur Bestimmung von Festzeiten von Tagen und Jahren dienen.“ (Gen 1,14) Die Bedeutung von Sonne und Gestirnen für die Messung der Zeit wird also ausdrücklich festgeschrieben, und damit auch der solare bzw. lunare Kalender. Dieser Schöpfungsbericht versteht die Himmelskörper von der ihnen von Gott zugewiesenen Funktion her als himmlische Datumsanzeiger für die Menschen. Damit entzieht er sie jeder direkten mythologischen Deutung.⁴

² C. Körting/H. Spieckermann, Art. *Sabbat* I, TRE 29, Berlin/New York 1998, 518–521.

³ F. Crüsemann, *Bewahrung der Freiheit*, Gütersloh 1983, 58.

⁴ Hierzu C. Westermann, *Genesis*, BK.AT I/1, Neukirchen-Vluyn 1974, 177–182.

Bedeutsamer noch ist ein weiterer Umstand im priesterlichen Schöpfungsbericht: Die von Sonne, Mond und Gestirnen angezeigte Ordnung der Zeit wird dadurch relativiert, daß sie als von jener noch umfassenderen Ordnung umgriffen dargestellt wird, die Gott selbst dem Schöpfungswerk zugrundegelegt und durch sein Handeln als Schöpfer unverbrüchlich in Kraft gesetzt hat, nämlich der heiligen Ordnung der sieben Tage. Diese ist strukturiert nach dem Schema $6+1$ = sechs Arbeitstage und als siebter Tag der Sabbat, der Tag festlicher Freude und Ruhe. Gott der Schöpfer ruhte am Sabbat, und damit präfigurierte er die Ordnung der Sabbatruhe für Israel (Gen 2,2f; Ex 20,8–11).⁵ Die Sieben-Tage-Woche mit ihrem Ruhetag ist später – wenn auch mit anderer Akzentuierung – vom Christentum übernommen worden⁶ und ist bis heute das im Bereich westlicher Kultur maßgebliche Periodisierungssystem geblieben.

Zwei Konsequenzen aus dieser Konzeption verdienen es, besonders hervorgehoben zu werden. Die erste betrifft ganz allgemein das biblische Zeitverständnis. Zeit ist keine absolut-jenseitige Größe, die sich abgetrennt vom irdischen Geschehen betrachten ließe, kein dem Handeln Gottes vorgegebenes Kontinuum. Gott handelt nicht in der Zeit; es ist vielmehr sein Handeln, das Zeit setzt. Zeit ist somit allein im Handeln Gottes real und erfahrbar. Von einer Erschaffung der Zeit weiß der biblische Schöpfungsbericht nichts; ebenso wenig gibt es im Hebräischen ein Wort, das den griechischen und lateinischen Vokabeln für „Zeit“ entspräche. Es gibt allein die „Stunde“, den *kairos*, den Gott dem Menschen jeweils als konkreten Raum seiner Lebensvollzüge und Erfahrungen zuweist – seien diese positiv oder negativ: „Alles hat seine Stunde. Für jedes Geschehen unter dem Himmel gibt es eine bestimmte Zeit: eine Zeit zum Gebären und eine Zeit zum Sterben, eine Zeit zum Pflanzen und eine Zeit zum Abernten der Pflanzen, eine Zeit zum Töten und eine Zeit zum Heilen . . .“ (Koh 3,1–3). So die – in unseren Ohren vielleicht irritierend skeptisch klingende – Weisheit des Kohelethbuchs.

Wichtiger noch ist für unser Thema eine zweite Konsequenz. Weil Gott in seinem Schöpfungswerk das zeitliche Gefüge der $6+1$ Tage geschaffen hat, darum ist darin zugleich das Grundmuster seines gesamten geschichtlichen Handelns in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu erkennen. So ist in einer Reihe von frühjüdischen Schriften die Tendenz ausgeprägt, dieses Grundmuster auf die gesamte Geschichte Israels seit der Schöpfung anzuwenden.

Als typisch für diese Konsequenz kann das apokryphe Jubiläenbuch gelten, das aus der ersten Hälfte des 2. Jhs. v. Chr. stammt und der Gemeinschaft von Qumran am Toten Meer nahe steht.⁷ Es folgt in seiner Geschichtsschau einem periodischen Hebdomadalsystem: In diesem System waren die Zahlen 7, 49, 343, 2401 oder deren Vielfache wie z. B. 70 oder 7000, 490 oder 4900 von epochenbestimmender Bedeutung. 7 Jahre bilden eine Jahrwoche; 7 Jahrwochen ein Jubiläum (= 49 Jahre), dem – eine kleine Unregelmäßigkeit des Systems – als fünfzigstes Jahr ein sogenanntes Erlaßjahr folgt. In diesem sollen die in Schuldsklaverei Geratenen wieder freigelassen werden. Ferner kennt der Verfasser dieser Schrift eine Woche der Jubiläen, bestehend aus 343 Jahren. Er achtet streng darauf, daß jeweils die Sabbate oder die ihnen entsprechenden größeren Siebenereinheiten als Ruhezeiten erscheinen. Übergreifendes Ziel seiner Darstellung ist nämlich, darzulegen, daß der Sabbat durchweg in Israels Geschichte als Ruhetag geheiligt worden ist.

⁵ Zu den verschiedenen Konnotationen der Begründung des Sabbat vgl. R. Albertz, *Religionsgeschichte Israels in alttestamentlicher Zeit*, Bd. 2, GAT 8/2, Göttingen 1992, 424f.

⁶ Zu den christlichen Akzentverschiebungen vgl. die neue Studie der Evangelischen Kirche in Deutschland: *Christen und Juden III. Schritte der Erneuerung im Verhältnis zum Judentum*, Gütersloh 2000, 71–73.

⁷ Zum Folgenden: A. Jaubert, *Le calendrier des Jubilés et la secte de Qumrân. Ses origines bibliques*, VT 7 (1957) 35–61; K. Berger, *Das Buch der Jubiläen*, JSHRZ II/3, Gütersloh 1981, 295–298.

In diesem Zusammenhang tritt nun auch ganz unvermittelt die Zahl 1000 ins Blickfeld. Bei der Erwähnung des Todes Adams, der „am Ende des 19. Jubiläums, in der siebten Jahrwoche, im sechsten Jahr – also nach 930 Jahren – erfolgte, heißt es: „Und 70 Jahre hatte er zu wenig an tausend Jahren. Denn tausend Jahre (sind) ein Tag im Zeugnis der Himmel“. (Jub 4,30)

Wie kommt es zu diesem Überschnitt aus dem Hebdomadalsystem in das Dezimalsystem? Er ist schon deshalb überraschend, weil das Dezimalsystem im damaligen Judentum keineswegs eine Rolle gespielt hat.⁸ Motiviert ist er offensichtlich durch ein Zitat aus Psalm 90: „Tausend Jahre sind vor dir wie ein Tag“ (Ps 90,4). Im Zusammenhang dieses Psalms war die Zahl 1000 schwerlich als eindeutige numerische Größe erschienen, sondern – im Gegenteil – als Inbegriff unbestimmbarer Vielheit, als ein Hinweis auf die Unvereinbarkeit von Gottes unbegrenzter Ewigkeit und begrenzter menschlicher Zeit. Im Zusammenhang des Jubiläenbuchs wird dieser Aussage aber nun ein neuer spekulativer Sinn abgewonnen: Die „tausend Jahre“ gelten hier als die dem Sein Gottes entsprechende Zeiteinheit. Fülle und Ganzheit dieses Seins finden in ihr den ihnen angemessenen Ausdruck. Wenn Adam mit seiner Lebensdauer unter dieser göttlichen Zeiteinheit geblieben ist, so ist dies ein Hinweis auf das Defizitäre seiner Existenz, seinen Abstand zu Gott. Trotz dieser Sinnverschiebung umgibt die Zahl 1000 also auch hier noch die Aura des Geheimnisvollen und Unüberschaubaren. Und das wird im jüdischen Schrifttum auch weiterhin so bleiben. Hier liegt ein Ansatzpunkt für die Rolle, die der Zahl 1000 später im Zusammenhang der Millenniumsvorstellungen zuwachsen sollte.

Bestimmend für jüdisches Zeitverständnis blieb durchweg das in der theologischen Wertung des Sabbat begründete Siebenerschema. Mit einem gewissen Recht läßt sich geradezu von einer *Sabbatisierung von Zeit und Geschichte* in der biblischen Tradition sprechen.⁹ Dies geht vor allem aus den Schriften jüdischer Apokalyptik hervor. Diese sind fast durchweg in der Zeit zwischen 200 v. Chr. und 100 n. Chr. entstanden, und zwar als Reaktionen auf die tiefgehenden politischen, gesellschaftlichen und religiösen Krisensituationen jener Epoche. Geschichtstheologische Spekulationen sollen eine Antwort geben auf die Fragen nach dem Handeln Gottes mit seinem Volk und nach dem Ziel, das Gott dem Weltgeschehen gesetzt hat. Durchweg kommt dabei ein neues Verständnis von Geschichte zum Tragen: Diese wird als ein linearer Geschehensablauf verstanden, der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft umfaßt und der durch einen übergreifenden, festen Regeln folgenden Geschichtsplan Gottes geordnet ist. Dem zyklischen Denken, wie es bislang die Zeitvorstellung der mediterranen Welt bestimmt hatte, wird in der Apokalyptik jedenfalls der Abschied gegeben. Nach ihrem Verständnis ist Zeit ein von Gott bestimmter und geordneter zielgerichteter Ablauf. Und zwar hat Gott selbst dafür gesorgt, daß Gliederung und Struktur dieses Ablaufs sich in Visionen prophetisch-weisheitlicher Erkenntnis erschließt. Diese Auffassung von Geschichte resultiert letztlich aus der heilsgeschichtlichen Orientierung jüdischen Zeitverständnisses. Neu an ihr ist vor allem, daß sie sich nicht mehr auf die Vergangenheit beschränkt, sondern auch die Zukunft mit einbezieht.

Hervorstechendes Merkmal apokalyptischer Geschichtsdarstellung ist die *Periodisierung*. Die Geschichte erscheint als eine Abfolge verschiedener Epochen, die an ihrem Ende in das von Gott vorbereitete endzeitliche Heil einmünden. Das bekannteste Beispiel hierfür bietet die Vier-Weltreiche-Vision des Danielbuches (Dan 7). Nacheinander sieht der Seher vier furchteinflößende Tiere aus dem Meer aufsteigen. Sie sind Symbole der vier Weltreiche, die nach-

⁸ Erst sehr viel später hat es sich durch den Einfluß der Araber im mediterranen Raum durchgesetzt.

⁹ K. Koch, *Sabbatstruktur der Geschichte*, ZAW 95 (1983) 403–430.

einander das Geschick des jüdischen Volkes bestimmten: Babylonien, Medien, Persien und – als letztes und bedrohlichstes – die (als Einheit verstandenen) Reiche der Diadochen, die hellenistischen Nachfolgestaaten Alexanders des Großen. Sie alle werden abgelöst durch etwas grundlegend Neues und Andersartiges, nämlich durch den vom Himmel herabkommenden „Menschensohn-Ähnlichen“ der das „Reich der Heiligen des Höchsten“ symbolisiert. Leser und Leserinnen können aus Details der Darstellung ihren eigenen geschichtlichen Ort innerhalb dieser Epochenfolge unschwer erkennen: Er ist inmitten der Gefährdungen und krisenhaften Bedrängnisse der syrischen Diadochenherrschaft des Königs Antiochus IV Epiphanes (175–164 v. Chr.). Zugleich aber wird ihnen angedeutet: Diese Krise ist die letzte; ihr wird in Kürze die heilvolle Wende folgen. Nach dem Plan Gottes sind die Epochen der Weltreiche an ihr Ende gekommen. Gott selbst wird ein neues Zeitalter, das Zeitalter seiner sichtbaren Herrschaft, anbrechen lassen.

In diesen übergreifenden Bezugsrahmen gehört auch die Jahrwohenvision in Dan 9,20–27 mit ihren spekulativen Periodisierungsschemata.¹⁰ Der Seher erfährt hier durch den Engel Gabriel: nach dem Untergang Babyloniens werden noch 70 Jahrwochen – also 490 Jahre – vergehen, bis der Tempel in Jerusalem seine sühnende Kraft wieder gewinnen wird. Vorher werden Jerusalem und der Tempel in Kriegsläufen von einem Fürsten vernichtet, die Opfer abgeschafft und der „Greuel der Verwüstung“ aufgerichtet werden. Auch in dieser Vision fehlt es nicht an deutlichen Hinweisen auf zeitgeschichtliche Ereignisse, vor allem auf die Gestalt des Seleukidenherrschers Antiochus Epiphanes und seine frevelhafte Entheiligung des Jerusalemer Tempels. Die Leser sollen wissen, daß sie in der Wendezeit vor dem Anbruch der Heilsepoche stehen. Die Hinweise auf geschichtliche Ereignisse innerhalb der nunmehr ihrem Ende zueilenden 490 Jahre werden ebenfalls dem Weltwohenschema zugeordnet, was nun freilich nicht ohne Spannungen zur absoluten Chronologie abgeht. Die Klage des gelehrten Hieronymus, Dan 9 sei „von höchst gelehrten Männern recht unterschiedlich ausgelegt worden“,¹¹ ist nur allzu verständlich.

Wichtiger ist aber in unserem Zusammenhang etwas anderes. Neuere Forschungen, die auch die zahlreichen Erörterungen kalendarischer Fragen in den Schriften von Qumran einbezogen, konnten wahrscheinlich machen, daß Dan 9 sich lückenlos einfügt in ein auch anderswo (z.B. in der Henochliteratur) angedeutetes *Schema der Weltchronologie*. Dieses arbeitet mit einer weiteren Siebenergliederung, indem es sieben Epochen von je 70 Weltwochen = 490 Jahren voraussetzt. Ausgangspunkt ist dabei die Schöpfung. So reicht die sechste Weltwoche nach der Wochenapokalypse (äth.Hen. 93) von der Zerstörung des Tempels bis zum Exil. Demnach wären die 490 Weltwochen von Daniel 9 gleichzusetzen mit der siebten Weltepoche dieses Schemas. Sie ist die letzte. Auf sie folgt das Ende der Geschichte und die Heilsvollendung. Als Gesamtdauer der Welt ergibt sich von da her die Zahl von $7 \times 490 = 3430$ Jahren.

Dieses vom Sabbat bestimmte Siebenermuster hält sich in der apokalyptischen Literatur durch und erscheint in verschiedenen Varianten. Beachtung verdient dabei der Umstand, daß es nicht selten mit der geheimnisvollen Zahl 1000 kombiniert wird, die wir bereits aus dem Jubiläenbuch kennen. Wo das der Fall ist, wird die Weltwoche nicht mit 490, sondern mit 1000 Jahren angesetzt. So wird im slavischen Henochbuch die Dauer der Welt auf sieben Jahrtausende berechnet. Sechs Jahrtausende umfaßt die Weltgeschichte. Nach deren Ende tritt eine Phase der Ruhe ein, der große Weltsabbat. Auf ihn erst folgt die Neuschöpfung als der „achte Tag“. In ihm ist die Zeit aufgehoben: „eine Zeit der Zahllosigkeit und

¹⁰ Ausführliche Diskussion bei K. Koch, *Das Buch Daniel*, EdF 144, Darmstadt 1980, 149–154.

¹¹ „*ab eruditissimis viris varie disputatum*“. Zitiert nach K. Koch, a. a. O. 149.

endlos: weder Jahre, noch Monate noch Wochen, noch Tage, noch Stunden. Wie die Woche einen ersten Tag hat, so soll auch der achte Tag der Woche beständig wiederkehren.“ (Slav.Hen. 33,2)¹²

Dieser achte Tag ist der neue Äon, die Heilszeit.

II. Herkunft und Geschichte des Millenniumsmotivs

Wenden wir uns nun dem frühen Christentum zu, so ist zunächst zu konstatieren: Obwohl dieses in mancher Hinsicht zentrale Motive der Apokalyptik übernommen hat, spielten apokalyptische Zeitspekulationen mit ihrer Periodisierungsschemata in ihm zunächst keine erkennbare Rolle. Den Grund dafür benennt das Jesus zugeschriebene Logion: „Von jenem Tag und jener Stunde (nämlich des Weltendes) weiß niemand, nicht einmal die Engel im Himmel, auch nicht der Sohn, sondern allein der Vater“. (Mk 13,32)

Kommt man von der jüdischen Apokalyptik her, so mag man das offensichtliche Desinteresse des frühesten Christentums an einer chronologischen Einordnung der Geschichte Jesu als überraschend empfinden. Der einzige Hinweis in dieser Sache, der sogenannte Synchronismus Lk 3,1, bezieht sich nicht einmal auf Jesus selbst, sondern auf das Auftreten Johannes des Täufers. Dieses erfolgte „im 15. Jahr der herrscherlichen Macht von Tiberius Cäsar“. Damit wird die damals im Imperium Romanum vorherrschende Datierung von Ereignissen nach den Herrschaftsjahren von Konsuln und Imperatoren¹³ ganz selbstverständlich vorausgesetzt und aufgenommen.

Grundlegend für das frühe Christentum war allerdings die Überzeugung, mit Jesus sei eine Zeitenwende angebrochen, die das Ende der bisherigen Geschichte und den Anfang des endzeitlich Neuen markiere: „Als die Zeit erfüllt war, sandte Gott seinen Sohn“ (Gal 4,4). „Das Alte ist vergangen, siehe: Neues ist geworden“ (2Kor 5,17). Doch das blieb zunächst ohne Auswirkungen auf Zeitrechnung und Sichtweise auf die „alte“ Weltzeit.

Das gilt überraschenderweise auch noch für die Johannesoffenbarung. Diese um 90 n. Chr. in Kreisen frühchristlicher Prophetie entstandene Schrift steht der Gedankenwelt jüdischer Apokalyptik unter allen neutestamentlichen Schriften am nächsten. Nur ein einziges Ereignis der vergangenen Geschichte ist für sie relevant: der Tod Jesu (Offb 5,6–14). Er ist die große Zeitenwende, die alles weitere Geschehen zwischen Gott und Welt bestimmen wird. Nicht nur verzichtet die Offenbarung konsequent auf die Einteilung vergangener Geschichte in Zeiten und Perioden. Auch die Zukunft wird von ihr – wie gegen alle diesbezüglichen Vorurteile zu betonen ist – nicht durchlaufend periodisiert. Lediglich an einer einzigen – allerdings sehr gewichtigen – Stelle nimmt sie eine Periodisierung in den Blick. Es ist dies die Vision über das sogenannte tausendjährige Reich (Offb 20,1–5), von der der Begriff *Millennium* abgeleitet worden ist. Sie steht im Kontext der Schilderung der Endzeitereignisse.

Worum geht es hier im einzelnen?¹⁴ Der Satan, der große Widersacher Gottes, dargestellt im mythologischen Bild des „Drachen“, ist entmachtet, der Engel Gottes fesselt ihn und schließt ihn in ein unterirdisches Verlies ein – und zwar „für tausend Jahre“ (Offb 20,2). Und

¹² Hierzu: Chr. Böttrich, *Das slavische Henochbuch*, JSHRZ V/7, Gütersloh 1995, 930.

¹³ Hierzu H. Lietzmann, *Zeitrechnung der römischen Kaiserzeit, des Mittelalters und der Neuzeit für die Jahre 1–2000 n. Chr.*, Berlin/New York 1984.

¹⁴ Zum Folgenden: J. Roloff, *Die Offenbarung des Johannes*, ZBK.NT 18, Zürich 1987, 188–194; U.B. Müller, *Die Offenbarung des Johannes*, ÖTK 19, Gütersloh 1984, 331–341; J. Frey, *Das apokalyptische Millennium. Zu Herkunft, Sinn und Wirkung der Millenniumsvorstellung in Offenbarung 20,4–6*, in: *Millennium*, hg. v. J. Frey u. a., Gütersloh 1999, 10–72.

nun schaut der Seher Throne, auf denen die in der „ersten Auferstehung“ vom Tod erweckten vollendeten Märtyrer sitzen. Mit dem auferstandenen Christus zusammen werden sie über die befreite Erde herrschen – wiederum „für tausend Jahre“ (Offb 20,4). Nach dem Ablauf dieser Zeit wird der Satan nochmals aus seinem Gefängnis frei kommen; er wird eine Epoche von Wirrnis und Kampf auslösen. Erst nach deren Ende wird das „himmlische Jerusalem“ auf die erneuerte Erde herabkommen und die Vollendungszeit ihren Anfang nehmen (Offb 21,1ff).

Deutlich ist zunächst die Orientierung des judenchristlichen Verfassers der Offenbarung an der apokalyptischen Weltwochenvorstellung, wie sie in slav.Hen 31 begegnet. Sie wird jedoch nicht im Sinn einer durchlaufenden Periodisierung der Geschichte entfaltet. Lediglich die Aussagen über das Ende der Geschichte werden übernommen, freilich in einer charakteristischen Brechung: An die Stelle des abschließenden großen Sabbats, der der Weltvollendung vorausgeht, tritt die tausendjährige Herrschaft des Messias auf der befreiten Erde. Anliegen des Verfassers war es offensichtlich, herauszustellen, daß auch und gerade auf der Erde, die vorher Spielplatz und Herrschaftsraum der widergöttlichen Mächte war, abschließend die Christusherrschaft durchgesetzt wird, und zwar noch vor dem universalen Anbruch der neuen Schöpfung Gottes. Der Realisierung dieses Anliegens dient der Rückgriff auf das traditionelle Weltwochenschema.

Sehr viel enger am traditionellen apokalyptischen Schema bleibt der um 130 – also ca. 40 Jahre nach der Johannesoffenbarung – entstandene Barnabasbrief. Bei seiner Schilderung der Endzeitereignisse (Barn 15,1–9) setzt er nämlich sowohl die Orientierung am Sabbat wie auch die Einteilung der Geschichte in sechs bzw. sieben Weltwochen von je 1000 Jahren voraus.¹⁵ Gott wird das All in sechs Tagen (= 6000 Jahren) vollenden. Der dann folgende Weltsabbat wird – in deutlicher Kritik am jüdischen Sabbat – nicht als Ruhetag, sondern als das Kommen des Sohnes Gottes zum Gericht und als die Beendigung der Zeit der Gottlosen gedeutet.¹⁶ Erst danach wird der wahre Sabbat anbrechen: und zwar ist er der achte – nicht der siebte – Tag. Er wird der Anfang der neuen Welt Gottes sein. Letzteres ist eine deutliche Anspielung auf den Sonntag, den achten Tag als Tag „uns zur Freude, an dem auch Jesus von den Toten auferstanden ist“ (Barn 15,8). Hier wurde erstmals das mit Jesus verbundene Millenniumsmotiv der „1000 Jahre“ in ein lineares Periodisierungsschema eingebaut. Damit waren die Voraussetzungen für einen christlichen Chiliasmus geschaffen.

Solche chiliastische Sichtweise hat denn auch – als Erbe frühchristlicher Apokalyptik – in der Kirche vom 2. Jh. an Boden gewonnen.¹⁷ Sie stand vorwiegend im Dienst des in der Kirche des Westens wachsenden Interesses, den Termin der Parusie Christi und des Weltendes als möglichst nahe bevorstehend zu erweisen, ja sogar zu berechnen.¹⁸ Weithin akzeptiert war dabei zunächst die Anschauung von 6×1000 Jahren Weltzeit und, auf diese folgend, von einem 1000 Jahre währenden Weltsabbat, der eschatologischen Heilszeit. Die millenniaristische Wende von der Weltzeit zum letzten Millennium der Heilszeit setzte man dabei zunächst mit dem Tod Jesu an. Mittels komplizierter Berechnungen suchte man diesen

¹⁵ W. Rordorf, *Der Sonntag. Geschichte des Ruhe- und Gottesdiensttages im ältesten Christentum*, AThANT 43, Zürich 1962, 92f; F.R. Prostmeier, *Der Barnabasbrief*, KAV 8, Göttingen 1999, 478–501.

¹⁶ So Barn 15,5: „Und er ruhte den siebten Tag“. Das bedeutet: Wenn sein Sohn gekommen ist, wird er die Zeit der Gesetzlosigkeit beenden, die Gottlosen bestrafen und die Sonne, den Mond und die Sterne verwandeln, dann wird er in rechter Weise ruhen am siebten Tag.“

¹⁷ Vgl. G. Kretschmar, *Die Offenbarung des Johannes. Die Geschichte ihrer Auslegung im 1. Jahrtausend*, CThM 9, Stuttgart 1985, 71f;

¹⁸ Anders war es in der Kirche des Ostens. Sie lehnte den Chiliasmus ab und erkannte zunächst auch die Johannesoffenbarung, in der sie ihn begründet sah, als kanonische Schrift nicht an.

auf das Jahr 6000 nach Adam zu datieren. Schon bald trat an die Stelle des Todes Jesu seine Geburt – vielleicht deshalb, weil man dadurch etwas mehr Spielraum für den Anbruch der Parusie zu gewinnen hoffte.¹⁹ Das gleiche Anliegen war im Spiel, als sich im 3. Jh. die Datierung der Geburt Jesu auf das Jahr 5500 der Weltzeit durchsetzte, so etwa bei Sextus Julius Africanus, der in seiner *Chronographia* das Schema der 6000 Weltjahre als chronologisches Gerüst für die erste christliche Weltchronik benutzte.²⁰

Ungeklärt blieb bei alledem zunächst die durch Offb 20 angestoßene Frage nach dem tausendjährigen Reich der irdischen Christusherrschaft – und zwar nicht nur als Frage nach dem Wann seines Anbruchs, sondern auch nach dem Wie seiner Gestalt. Geht es dem endgültigen Erscheinen Christi und der endzeitlichen Neuschöpfung voran? In diesem Fall wäre die Parusie Christi erst nach dem Ende des tausendjährigen Weltsabbats zu erwarten. Oder folgt das Millennium erst der Parusie Christi? In diesem Falle wäre die Parusie die Eröffnung des Millenniums, und dieses wäre als Epoche eines tausendjährigen Friedensreiches auf Erden zu deuten, an dessen Ende die Neuschöpfung zu erwarten wäre.²¹

Diese Debatte von der Zeit der Alten Kirche bis in die Neuzeit zu verfolgen, wäre ein eigenes Thema.²² Hier dazu nur so viel: Der große Kirchenlehrer Augustinus hatte die erste Auffassung vertreten und damit bis in das Hochmittelalter hinein die Weichen gestellt. Nach Augustinus war das Millennium, die Zeit der Christusherrschaft, bereits da, und zwar in Gestalt der Kirche, die im Namen Christi die Widersacher Gottes ausschaltete und für die Durchsetzung des heilvollen Willens Gottes Sorge trug. Vom 13. Jh. an gewann jedoch in breiten Kreisen der Kirche die Auffassung an Boden, das Millennium stehe noch aus. Es sei zu erwarten als die mit Christi Wiederkunft beginnende Zeit der Reinigung der Welt von allem Bösen und der Herrschaft der Gerechten über die erneuerte Erde. Nicht unerwähnt will ich lassen, daß sich diese Vorstellung mit einer Drei-Weltreiche-Lehre verband: Dem Reich des Vaters im Alten Testament und dem Reich des Sohnes und der Kirche im Neuen Testament werde das „Reich des Geistes“ folgen – wobei dieses „dritte Reich“ eben das „tausendjährige Reich“ von Offb 20 sein werde.²³ Die Perseveranz dieser Terminologie, ihre Transformierbarkeit in ganz unterschiedliche Vorstellungs- und Gedankenwelten, ist ohne Zweifel ein Anzeichen für die unverwüstliche Faszination, die von diesem Motiv des Millenniums ausgeht und der sich auch unsere heutige säkulare Gesellschaft lustvoll unterwirft.

III. Folgerungen

Diese Faszination wird sich auch durch die Erkenntnis kaum beeinträchtigen lassen, daß jenes Millennium, das wir am 1. 1. 2000 begangen haben, von seinem Ansatz und seiner Begründung her so gut wie nichts mit dem biblisch-theologischen Millenniumsmotiv zu tun hat. Ich kann mich darauf beschränken, dies quasi in der Form eines kurzen Nachtrags zu begründen.

Unser jetziges Millennium ist mittelbar eine Konsequenz des julianischen Kalenders, der von Julius Cäsar für das Imperium Romanum im Jahre 46 v. Chr. eingeführt worden war, sowie des ihn beherrschenden Dezimalsystems. Ursprünglich war die Jahreszählung dieses

¹⁹ Art. Chronologie, RAC 3, Sp. 53.

²⁰ Ebd. Sp. 55.

²¹ Die erste Konzeption wird als Postmillenniarismus, die zweite als Prämillenniarismus bezeichnet.

²² Vgl. O. Böcher/G. G. Blum/R. Konrad/R. Bauckham, Art. *Chiliasmus*, TRE 7, Berlin/New York 1981, 723–745.

²³ Zu dieser Thematik und ihrer Wirkungsgeschichte s. J. G. Fichte, *Grundzüge des gegenwärtigen Zeitalters*, in: Werke (Hg. F. Medicus), Bd. 4, Darmstadt 1962, 333 ff.; K. Löwith, *Weltgeschichte und Heilsgeschehen*, Stuttgart 1953.

Kalenders an Herrscherjahren oder an den sogenannten Indiktionen, den Jahren der von den jeweiligen Herrschern angeordneten Steuererhebungen, orientiert gewesen. Es war der im 6. Jh. lebende Mönch Dionysius Exiguus, auf den die Einführung der Zählung der Jahre nach Christus zurückgeht. Weil es ihn verdroß, daß man in seiner Umgebung die Kalenderjahre nach den Indiktionen des Christenverfolgers Diokletian zählte, schlug er in seinem 525 verfaßten Werk „*De Paschate*“ vor, man möge doch besser die Jahre „*ab incarnatione Christi*“ zählen.²⁴ Dahinter stand letztlich ein aus der griechisch-römischen Tradition übernommenes Motiv, nämlich das der Jahreszählung nach einem Herrscher, der durch seine Gegenwart eine Ära prägte. Das christlich gewordene Imperium sollte deshalb seine Jahreszählung an Christus als dem Herrscher ausrichten, der die gegenwärtige Ära bestimmte.

Dionysius hat sich bei seinem Vorschlag, der sich gewissermaßen als Nebenprodukt aus seinen komplizierten Berechnungen der Osterfesttermine ergab, wie wir heute wissen, um mindestens vier Jahre verrechnet.²⁵ Überdies mußte er darin inkonsequent bleiben, daß er das Jahr nicht mit dem Geburtstag Jesu beginnen lassen konnte. Denn der 1. Januar war der seit langem übliche, nicht mehr veränderbare Jahresbeginn. Aber selbst wenn er seinen Vorschlag hätte konsequent durchsetzen können, so daß das christliche Jahr am 25. Dezember, dem zu seiner Zeit bereits begangenen Fest der Geburt Jesu, begänne, wäre damit nichts gewonnen gewesen. Denn der 25. Dezember ist nur der seit dem 4. Jh. von der Kirche begangene *Gedenktag* der Geburt Jesu. Seinen wahren *Geburtstag* wissen wir nicht.²⁶ Hinzu kommt schließlich noch, daß sich die von Dionysius Exiguus angeregte Jahreszählung mehr als ein Jahrtausend brauchte, um sich in der Christenheit durchzusetzen. Noch heute ist sie keineswegs überall von Christen akzeptiert. Ganz zu schweigen davon, daß andere Religionen und Kulturen die Jahre nach anderen Systemen zählen²⁷ – ein Umstand, den wir in unserem westlichen Hochmut nur allzu leicht übersehen.

²⁴ Hierzu H. Maier, *Die christliche Zeitrechnung*, Freiburg u. a. 1991, 72 f.

²⁵ Jesus ist aller Wahrscheinlichkeit nach noch unter der Regierungszeit Herodes des Großen (gest. 4 v. Chr.) geboren worden; s. G. Theißen/A. Merz, *Der historische Jesus*, Göttingen 1996, 151. Der in Lk 2 mit der Geburt Jesu in Verbindung gebrachte reichsweite Census des Quirinius muß als Datierungshilfe für die Geburt Jesu ausfallen, da er – wenn überhaupt – erst um ca. 8 n. Chr. stattgefunden hat.

²⁶ Dies schon deshalb, weil die Feier von Geburtstagen im Judentum nicht üblich war. Anders war dies im römischen Kulturbereich. Erst dort wurde darum auch die Frage nach dem Geburtstag Jesu akut.

²⁷ So folgt das Judentum einer im 5. Jh. n. Chr. eingeführten Zählung der Jahre nach der Welterschöpfung: das Jahr 2000 n. Chr. ist das jüdische Jahr 5760. Die Zählung des Islam geht von der Hidschra Muhammads (622 n. Chr.) aus und legt überdies ein lunares Periodisierungssystem zugrunde.

Thomas O. Höllmann

Vom rechten Augenblick. Zeitkonzepte in China

Die Zeit ist ein wundersames Ding: Man kann Zeit finden und verlieren, kann Zeit sparen und verschwenden; man kann sie gewinnen, stehlen, rauben oder auch totschiessen, wenn sie – die Zeit – einem nicht davonläuft. „Fugit irreparabile tempus“ lehrt uns bereits Vergil oder – um die chinesische Textsammlung *Huainanzi* aus dem 2. Jahrhundert vor Christus zu zitieren – „die Zeit ist schwer zu fassen, aber leicht zu verlieren“.

Allgemeine Vorbemerkungen

Die Metaphorik der Zeit ist offenbar grenzüberschreitend, ja kontinenteübergreifend. Allerdings kann an dieser Stelle nur sehr begrenzt darauf eingegangen werden, muß der literarische Niederschlag, den die Zeit allenthalben gefunden hat, ebenso ausgeklammert werden wie deren philosophische Reflexion. Schließlich soll auch keine *Landkarte der Zeit* entworfen werden. Dieser vielversprechende Titel eines 1997 von Robert Levine vorgelegten Buches berichtet nämlich nur höchst vordergründig davon, wie (um den Untertitel zu zitieren) „Kulturen mit Zeit umgehen“. Mit Hilfe der Gehgeschwindigkeit, der Bedienungszeit bei der Post und der Genauigkeit von Uhren hat der Verfasser eine Rangliste von 31 Nationen erstellt: ein Tempo-Ranking, das mit der Schweiz beginnt und mit Mexiko endet, mit Deutschland an dritter Stelle und den USA lediglich im Mittelfeld – offenbar wegen der herumtrudelnden Kalifornier. Vielleicht liegt dies aber auch nur daran, daß Fußgänger im Autobahn-durchfurchten Los Angeles weit schwerer aufzuspüren sind als in Bern.

Ebenfalls vernachlässigt wird die Feinstrukturierung von Zeit: nicht nur die Einteilung in Sekunden oder Minuten, sondern auch die in Tage, Wochen und Monate. Gestattet sei lediglich der Hinweis, daß fast jede Aufgliederung denkbar ist und daß unter Umständen selbst innerhalb einer ethnischen Gruppe verschiedene Zählverfahren möglich sind: so die Unterteilung des Jahres in acht, dreizehn oder gar hundert Monate bei den Bontok-Igorot auf den Philippinen. Zur Veranschaulichung sei hier nur noch erwähnt, daß die Uhrzeit in den verschiedenen Kulturen höchst unterschiedlich umschrieben werden kann. Beispielsweise gilt die Zeit um 20 Uhr bei den Bewohnern von Samoa als „Zeit des Feueranzündens“, bei den Masai in Ostafrika als „Zeit des Tratschens“, bei den Merina auf Madagaskar als „Zeit des Reisessens“ oder im alten China als „Zeit des Hundes“ (ohne Bezug auf das Abendessen).

Die folgenden Ausführungen sind indes fast ausschließlich den grobmaschigeren Periodisierungsschemata gewidmet, vor allem jenen Einheiten, die Ausdruck sozialer Bindung (und oft genug von Herrschaft) waren und sind – und damit nicht zuletzt die Verankerung in der Geschichte und die Gliederung der Geschichtsbücher bestimmen.

Generell läßt sich festhalten, daß eine durchgängige Zeitrechnung mit Bezugnahme auf einen festen chronologischen Ausgangspunkt keineswegs selbstverständlich ist. Das klassische „profane“ Beispiel für die Verwendung eines historischen oder vermeintlich historischen Datums als Zählbeginn einer Ära ist das alte Rom mit einer „ab urbe condita“ fortlaufenden Chronologie.

Zumeist ist die Rechnung indes an eine Religion – etwa ein mythisches Ereignis oder die Biographie eines Propheten – gebunden: So an den göttlichen Schöpfungsakt, den Eingang des Buddha ins Nirvana, die Geburt Jesu und die Hidschra (die Flucht Mohammeds von Mekka nach Medina). Während Christen danach etwa im Jahre 2000 leben, befinden sich Juden im Jahre 5761, Buddhisten im Jahre 2543 und Muslime im Jahre 1421; letzteres gilt allerdings nur für die sunnitische Mehrheit, die Schiiten sind erst im Jahre 1379 ange-
langt.

Jenseits der Weltreligionen sind es vor allem Naturphänomene und historische Begebenheiten, die die zeitliche Einordnung eines bestimmten Geschehens ermöglichen. Weltweit gibt es wohl kaum eine Gesellschaft, die vollständig auf die Beobachtung des Himmels verzichtet. Ist es etwa die Regelmäßigkeit von Sternenpositionen, Mondphasen, Äquinoktien und Solstitien, die man sich bei der Einteilung kleinerer Zeiträume zunutze macht, so sind es vor allem weithin wahrnehmbare Erscheinungen wie das Leuchten von Kometen, der Einschlag von Meteoriten sowie Mond- und Sonnenfinsternisse, die als Anhaltspunkte zur chronologischen Reihung weiter auseinanderliegender Ereignisse dienen.

Ergänzt wird dies häufig durch andere Naturwahrnehmungen: seien es regelhafte Erscheinungen, etwa im Falle stetig wiederkehrender Luftströmungen, oder seien es Extreme: also Dürreperioden und Überschwemmungen, Erdbeben und Vulkanausbrüche, Schädlingsbefall und Epidemien, letztlich das gesamte Spektrum von Ereignissen, die (zumeist mit negativen Folgen) auf meteorologische, hydrologische, geologische oder biologische Ursachen zurückgeführt werden können. Hinzu kommen noch Begebenheiten, für die der Mensch im wesentlichen alleine verantwortlich ist: darunter Krieg, Allianz und Friedensschluß.

Aus der mündlich, schriftlich oder bildlich tradierten Abfolge derartiger Beobachtungen und Geschehnisse entsteht schließlich – wenn auch vielleicht nur in rudimentärer Form – die Fixierung von Geschichte. Auf alle Fälle aber ergibt sich dadurch die Möglichkeit, andere, für die Gemeinschaft unter Umständen weniger wichtige Ereignisse in die dadurch festgelegte Chronologie einzuordnen – und damit zu datieren. Insbesondere aus Afrika und Nordamerika liegen uns aus dem 19. Jahrhundert zahllose Zeugnisse vor, die eine derartige Vorgehensweise belegen.

Eine weitere, namentlich in Ostafrika anzutreffende Möglichkeit bildet die Orientierung an den Namen von Alters- und Generationsklassen: jener Gruppen also, deren einmal gemeinsam initiierte Mitglieder – gegebenenfalls völlig unabhängig von Jahrgangsunterschieden – als geschlossene Formation zum jeweils nächsthöheren Grad aufrücken: mit der Zuweisung neuer Rechte und Pflichten, aber unter Beibehaltung der einmal (bei der Initiation) festgelegten Benennung, so daß diese auch als Indikator zeitlicher Abfolgen verwendet werden kann.

Das gilt natürlich erst recht, wenn die profane und/oder sakrale Herrschaft an eine Linie von Funktionsträgern oder an eine bestimmte Verwandtschaftsgruppe gebunden ist: wenn also die Genealogie zeitliche wie soziale Hierarchie impliziert. Dynastiengründung und Thronbesteigung bilden dann geradezu ideale Markierungen für die Festlegung von Chronologien: in der Antike wie in der Gegenwart, in den Häuptlingstümern der Fidschi-Inseln wie im chinesischen Kaiserreich.

Kalendervorschriften

Die nähere Befassung mit China ließe sich mit einer Aussage von Günter Dux begründen, der in seinem vielgelesenen Buch *Die Zeit in der Geschichte* schreibt: „Unter allen Berichten

von fremden Kulturen und Zeiten, von denen versichert wird, mit einer anderen Zeit gelebt zu haben oder noch zu leben, steht die chinesische Kultur und die chinesische Zeit voran.“ Allerdings ist dies – zumindest China betreffend – die einzige annähernd überzeugende Feststellung des letztlich ahistorisch argumentierenden Autors; eine inhaltliche Auseinandersetzung mit seinen Thesen ist daher wenig erquicklich.

Versetzen wir uns stattdessen etwa zweihundert Jahre zurück und begeben uns nach Peking, in die Hauptstadt des Reichs der Mitte, welches damals von der mandschurischen (also ursprünglich nicht-chinesischen) Qing-Dynastie regiert wurde. Wir stellen uns sodann die Verbotene Stadt vor, in der sich in den frühen Morgenstunden des ersten Tags des zehnten Monats die in prächtige Roben gekleidete Elite versammelt hat, um einer Veranstaltung beizuwohnen, die zu den wichtigsten Ereignissen des Jahres zählt.

Dabei beziehen – begleitet von je einem Beamten der Zensurbehörde und des Ritenministeriums – zwei Herolde des Amts für das Hofzeremoniell beiderseits des Torwegs Stellung und fordern die Anwesenden mit lauter Stimme auf, die ihrem Rang entsprechenden Plätze einzunehmen. Sobald die Prinzen, Minister, Amtsvorsteher und weiteren Würdenträger niedergekniet sind, wird schließlich eine kaiserliche Anordnung verlesen, die in die folgende Formulierung mündet: „Das Buch der Weisungen für die Zeiten des kommenden Jahres wird hiermit an die Beamten weitergeleitet, auf daß sie (dessen Grundsätze) im ganzen Reich verbreiten.“

Anschließend bezeugen die so Angesprochenen mit drei Fußfällen und neun Stirnaufschlägen die Unterwerfung unter den Kaiser und seine Befehle, bevor ihnen – ebenfalls einer strengen Rangordnung und Etikette folgend – die Exemplare des neuen Kalenders ausgehändigt werden.

Die Zusammenstellung, Drucklegung und Ausgabe des Staatskalenders (welcher unter anderem den rechten Zeitpunkt für Aussaat und Ernte, Jagd und Manöver, Opfer und Strafvollzug verzeichnete) war kaiserliches Privileg. Verstöße gegen dieses Vorrecht wurden gegebenenfalls unnachsichtig geahndet; dies zeigt der im folgenden zitierte Paragraph im *Da Qing Lüli*, dem seit 1740 verbindlichen Gesetzbuch der Qing-Dynastie:

„Jeder, der (. . .) das Buch der Weisungen über die Zeiten nachmacht, ist zu bestrafen. Der Hauptschuldige, welcher die Druckplatten hergestellt hat, wird enthauptet; seine Komplizen werden zu einer leichteren Strafe verurteilt, nämlich zu hundert Stockschlägen und Verbannung (. . .). Derjenige, der mit seiner Anzeige die Verhaftung bewirkt hat, ist hingegen von den Behörden mit 50 Tael Silber zu belohnen.“

Das bedeutet allerdings nicht, daß dem Hof die Verbreitung privater Almanache gänzlich ungelegen kam. Ganz im Gegenteil: Es bestand sogar ein großes Interesse daran, möglichst weite Kreise in der Bevölkerung zu erreichen. Nur durfte dies erst nach der offiziellen Bekanntmachung und nur unter angemessener Berücksichtigung der Leitlinien und wichtigsten Daten des Staatskalenders geschehen. Eine Nichtbeachtung dieser Grundsätze hätte hingegen fürchterliche Folgen gehabt:

Kälteperioden und Hitzewellen; Hagel und Wolkenbruch; Dürre und Überschwemmungen; Erdbeben und Lawinen; Insektenplagen und Hungersnöte; Fehlgeburten und Epidemien; Raubzüge und Invasionen; Flucht und Vertreibung.

Grundlage der Ordnung

Die Verhinderung solchen, durch die Verletzung von Kalendervorschriften bewirkten Unheils war die Pflicht des Kaisers: eine Pflicht, die er freilich nicht nur aus philanthropischen

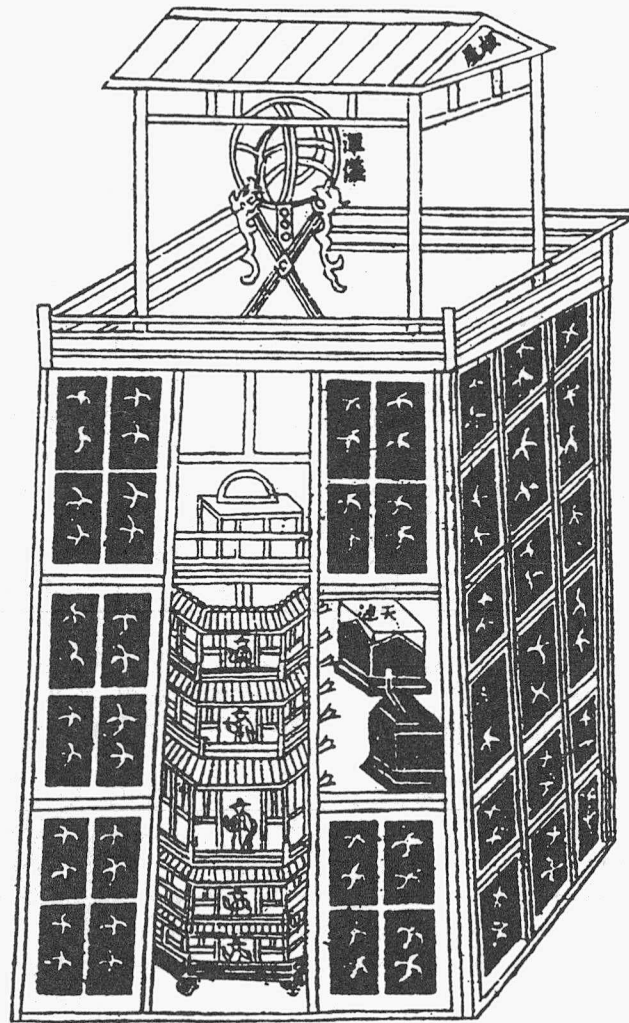


Abb. 1 Zeitgenössische Darstellung des Uhrturms, der gegen Ende des 11. Jahrhunderts nach Entwürfen von Su Song in Kaifeng errichtet wurde.

Motiven heraus zu beachten hatte. Die Häufung von Katastrophen jeglicher Art galt nämlich als Symptom für das Nachlassen kaiserlicher Legitimation und als Vorzeichen für den Entzug des „Mandats des Himmels“ – schlimmstenfalls gar für einen Wechsel der Dynastie.

Somit nimmt es nicht wunder, daß beim höfischen Diskurs schon der Verweis auf außergewöhnliche Naturphänomene mit allerlei Risiken behaftet war. Besonders dann, wenn die Kritik so explizit vorgetragen wurde wie von Jing Fang, der sich im Jahre 43 v. Chr. mit folgenden Worten an den Kaiser gewandt haben soll:

„Seit der Thronbesteigung Eurer Majestät verlieren Sonne und Mond ihren Glanz, die Gestirne haben ihre normale Bahn verlassen, die Berge stürzen nieder, die Quellen fließen über, die Erde bebt, und die Felsen fallen herab; es friert im Sommer, und der Donner grollt im Winter; im Frühling welkt alles dahin, und im Herbst beginnt es zu sprießen. (. . .) Herrscht nun nach der Meinung Eurer Majestät Friede oder Unruhe im Reich?“

Es wird kaum überraschen, daß Jing Fang wenig später hingerichtet wurde. Denn jedem Herrscherhaus mußte an einer Aufrechterhaltung der kosmischen Ordnung gelegen sein: ei-

ner Ordnung, die letztlich auch dadurch gestört werden konnte, daß die Dinge nicht zum richtigen – und das heißt insbesondere: im Kalender festgelegten – Zeitpunkt vollbracht wurden. Seinem Selbstverständnis nach hatte sich der Kaiser folglich nicht nur als Regent über das Reichsgebiet und seine Untertanen zu behaupten, sondern auch als Wächter, ja, wenn man so will, gar als Gebieter über die irdischen Zeitläufte.

Diese Herrschaft drückte sich im chinesischen Altertum auch in der Errichtung einer *mingtang* aus: eines in Übersetzungen oft als „Kalenderhalle“ bezeichneten Sakralbaus, der die Verbindung zwischen Erde und Kosmos widerspiegelte. In ihm proklamierte der Kaiser den Wechsel der Jahreszeiten und den Beginn der Monate. Und wenn wir die Quellen richtig interpretieren, handelte es sich dabei nicht – oder zumindest nicht nur – um die szenische Umsetzung einer vorgegebenen zeitlichen Ordnung. Vielmehr ging die Herrscherideologie der Han-Dynastie (206 v. Chr. bis 220 n. Chr.) wohl davon aus, daß die kaiserlichen Riten den Jahreslauf aktiv gestalteten (oder zumindest beeinflussten).

Dies paßt auch zu der Bemerkung, die Li Qian rund ein Jahrtausend später niederschrieb: „Unter Beachtung des Himmels teilt seit alters her jeder Herrscher, der die Macht über Staat und Volk innehat, die Jahreszeiten zu und macht dies zur Grundlage seiner Ordnung.“

Das heißt in anderen Worten: Die Ordnung mußte stets der Zeit angepaßt werden, oder – nochmals anders formuliert – nur durch Flexibilität konnte Beständigkeit gewährleistet werden. Dabei waren Herrschaft und Zeit geradezu reziprok; denn im Hinblick auf sein konkretes politisches Handeln war der Kaiser seinerseits gehalten, den jeweils „rechten Augenblick“ in Erfahrung zu bringen, wofür die Beobachtungen der Astronomen und die Exempla der Geschichtsbücher die wichtigste Grundlage bildeten.

Vorhersagen

Der Bevölkerungsmehrheit war die systematische Beobachtung der Himmelskörper hingegen strikt untersagt, und auch die historiographischen Schilderungen ließen sich nur sehr bedingt auf den Alltag übertragen. Glückverheißende Tage für Hochzeit, Bestattung und Hausbau mußten also auf andere Weise bestimmt werden.

Auf die zahllosen Methoden von Wahr- und Weissagung kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur kurz angemerkt, daß die vielfältigen Ausprägungen jener Lehre, die längst auch im Westen unter dem Begriff *fengshui* bekannt ist, nicht nur für die Ausrichtung von Räumen, sondern auch für die Bestimmung günstiger Zeitpunkte Verwendung fanden und finden. Ausgangspunkt hierfür ist in der Regel das Geburtsdatum, doch spielen auch weitere Festlegungen eine wichtige Rolle.

Dennoch: Selbst wenn ein Meister seine Vorhersage von diesem einzigen Faktor ableiten würde, müßte er Entscheidungen treffen, die jeweils abweichende Prognosen mit sich brächten. So hätte er – mit dem Auftrag versehen, einen geeigneten Termin für den Beginn dieser Vortragsreihe zu bestimmen – den Geburtstag des Akademiepräsidenten vorgeben können oder aber auch die entsprechenden Daten der amtierenden Klassensekretäre, des Moderators oder der Vortragenden; das Ergebnis wäre jeweils anders ausgefallen! Das gilt erst recht, wenn man zusätzlich die Angaben zur Grundsteinlegung der Residenz, zur Errichtung des Vortragssaales, zu Umzug, Umbau- und Renovierungsmaßnahmen einbezieht. Zugegeben: Diese Darstellung vereinfacht ein wenig – allerdings bei weitem nicht in dem Maße wie die (oft gnadenlosen) Simplifikationen und ein häufig ins Beliebige abdriftender Interpretationsspielraum, die *fengshui* nicht nur bei uns so attraktiv machen.

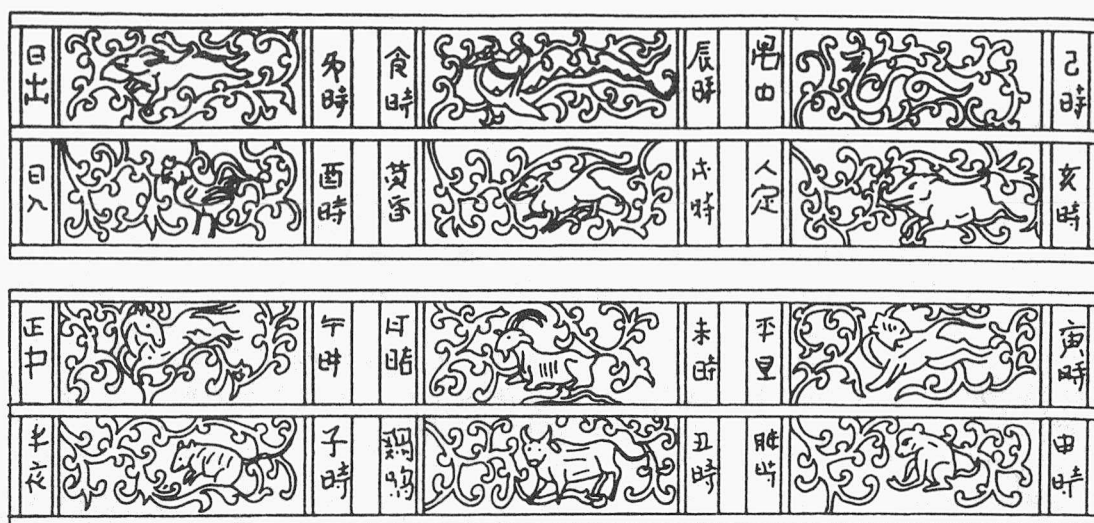


Abb. 2 Die zwölf durch Tierzeichen symbolisierten Doppelstunden eines Tages auf den Bildfeldern einer Silberschale aus dem ausgehenden 9. Jahrhundert (Umzeichnung).

Ebenfalls bis in die Gegenwart läßt sich in China eine spezifische Verwendung des Kalenders weiterverfolgen, die dessen einstmals außergewöhnliche Bedeutung reflektiert: der Gebrauch bei der Abwehr von Gefahren und bei der Heilung von Krankheiten. So wurde der Almanach gerne im Bett, im Schrank oder an einer anderen Stelle des Hauses versteckt, im Reisegepäck mitgenommen oder auch am Körper getragen, um Bedrohungen fernzuhalten, für die man übelwollende Geister verantwortlich machte. Seine Asche wurde hingegen bei hohem Fieber und bei allerlei Anfallsleiden geschluckt; sie galt dann als besonders wirksam, wenn die Verbrennung des Kalenders am Mittag des längsten Tages des Jahres erfolgte.

Periodisierung

Besonders deutlich wird der Anspruch des Kaisers auf die Regulierung der Zeit schließlich im Erlaß von Regierungsdevisen, welche den Beginn einer neuen Jahreszählung markierten. Vom 2. Jahrhundert v. Chr. bis zum 14. Jahrhundert n. Chr. war die Verkündung einer neuen Ära nämlich nicht mehr direkt an die Thronbesteigung gekoppelt. Vielmehr wurde die automatische (und ab dem 14. Jahrhundert wieder übliche) Gleichsetzung von Regierungszeit und Epochenbenennung aufgehoben, und der Anbruch einer neuen Zeit konnte auch während der Herrschaft eines Kaisers mehrfach versinnbildlicht werden. Gerade in Krisenzeiten ließ sich dadurch das „Mandat des Himmels“ wiederbeleben und ein Neuanfang markieren: nicht selten begleitet von der Ausgabe eines neuen Kalenders.

An dieses Prinzip hielten sich im übrigen nicht nur die legitimen Herrscher, sondern auch Eroberer, Usurpatoren und Rebellenführer sowie die Oberhäupter all jener Nachbarstaaten, die sich am chinesischen Modell orientierten: also etwa Japan, Korea und Vietnam. Eine Korrelation zwischen dem Legitimierungsdruck und der Anzahl von Regierungsdevisen ist dabei nicht immer von der Hand zu weisen. Den Rekord (mit 16 Regierungsdevisen) hält nämlich Wu Zetian, eine ehemalige Konkubine, die gegen Ende des 7. Jahrhunderts zur ersten – und einzigen – Kaiserin in der Geschichte Chinas aufstieg.

Weitaus zurückhaltender – und weitblickender – waren da die Mongolen, die im 13. und 14. Jahrhundert über China geboten. Noch vor Gründung der Dynastie erließ Kublai Khan die Regierungsdevise *zhongtong* und unterstrich mit dieser Benennung den Anspruch auf den chinesischen Kaiserthron. Der dazugehörige Erlaß aus dem Jahre 1260 gibt zwar nur bedingt Aufschluß über eine sinnvolle Deutung; er läßt aber – nicht gerade unbescheiden – die politischen Implikationen der Regierungsdevise aufscheinen, weshalb er auszugsweise (und etwas frei) zitiert werden soll:

„Einst eroberten unsere Ahnen durch Überlegenheit und Tapferkeit die Welt. Zwar regierten sie über ihre Untertanen mit Aufrichtigkeit und Tugend, doch fanden sie zunächst keine Muße für eine verfeinerte Kultur. Im Gefolge der politischen Veränderungen sind freilich nunmehr geregelte Beziehungen entstanden, so daß wir nicht nur die Tradition fortführen, sondern auch neue Pläne vorantreiben können. (. . .) Die Verkündung der Regierungsdevise gründet auf eine Herrschertradition von 10000 Generationen. (. . .) Daher werden unsere erhabenen Ziele in hellem Glanz erstrahlen, die Segnungen einer geordneten Regierung entsprechend gedeihen. Es wird eine neue Ära anbrechen, an deren Beginn das 1. Jahr der Regierungsdevise *zhongtong* steht. (. . .) Wer die Macht über das Reich innehat, muß eine Regierungsdevise aufstellen, die im Einklang mit den Zeiten steht. Er muß überdies menschlich handeln und nachvollziehbare Weisungen erteilen; nur dann kann er hoffen, daß alle Wesen dadurch gebessert und erneuert werden.“

Noch eindrucksvoller veranschaulicht wird die Verquickung von Zeit, Regierungsdevise und Herrschaftsanspruch durch eine Diskussion, die sich gegen Ende des 11. Jahrhunderts ereignete. Gegenstand der Auseinandersetzung war die sogenannte „kosmische Maschine“ Su Songs, ein Uhrturm, der zu den bedeutendsten technologischen Errungenschaften jener Epoche zählte.

Dennoch wurde bereits zwei Jahre nach der Fertigstellung (also 1094) von einflußreichen Kreisen bei Hofe sein Abriß gefordert: und zwar ausschließlich mit der Begründung, daß die Uhr noch während der vorangegangenen (und im übrigen von demselben Kaiser erlassenen) Regierungsdevise in Betrieb genommen worden sei. Nur durch allerlei Küngeleien – und nicht durch die Überzeugungskraft von Argumenten – konnte schließlich die Zerstörung vorerst verhindert werden.

Die vor allem von Joseph Needham vehement vorgetragene These, daß die bereits mit einer „Hemmung“ versehene Mechanik in Europa als Vorbild bei der Uhrenherstellung gedient habe, soll hier unkommentiert bleiben. Wichtiger erscheint in diesem Zusammenhang, daß ab dem ausgehenden 16. Jahrhundert aus dem Okzident eingeführte Chronometer am chinesischen Hof eine geradezu beispiellose Sammelleidenschaft hervorriefen.

Indes, neben der Faszination exotischer Güter und einem offenbar unbezähmbaren Spieltrieb der „Himmelssöhne“ sollte man die symbolische Verknüpfung von Machtanspruch und Zeitmessung als Begründung für die Sammelwut keinesfalls ausklammern. Dafür spricht womöglich auch, daß der ansonsten bei Hofe kaum respektierte Kaiser Jiaqing noch 1796, also dem Jahr der Thronübernahme, die von seinem Vater und Vorgänger Qianlong mit enormem finanziellen Aufwand geförderten Werkstätten schließen ließ, denen die Wartung und Reparatur von mehreren tausend im Palastbereich aufgestellten Uhren und Automaten oblag.

Bleibt noch anzumerken, daß Matteo Ricci, der Begründer der China-Mission zu Beginn des 17. Jahrhunderts, offenbar fast ausschließlich wegen seiner Fähigkeiten bei der Herstellung von Zeitmeßgeräten Zugang zu den inneren Zirkeln des Hofes fand. So wichtig war diese Qualifikation, daß die Jesuiten in der Folgezeit Sorge dafür trugen, daß sich in den Abordnungen der geistlichen Herren stets Uhrmacher befanden. Unter seinem chinesischen Na-

犯生七 符人月	犯生六 符人月	犯生五 符人月	犯生四 符人月	犯生三 符人月	犯生二 符人月	犯生正 符人月
						
						
安怡七 時土生 行神人 急主犯 症病辰 請右病 符眼午 起後未 吉心申 係痛方 三肚有 六痛板 九頭竹 月痛壁 修飲香 造食火 不神	睡先六 不不月 寧安生 用主人 果病犯 酒右寅 請眼卯 符心申 起口戌 吉腰亥 係脚方 三痛有 四四大 九肢門 月不香 修安火 造夜祖	寶神五 燭主月 水病生 飯右人 請眼犯 符左子 起脚丑 吉痛辰 係肚午 正痛未 七腰酉 八痛戌 月冷方 修熱有 造往社 來門 用木	痛欄四 四門月 肢石生 不灶人 安壁犯 請主子 符病丑 起心辰 吉痛午 係口未 七痛酉 十二左亥 月脚方 修有木 造眼倉 痛腰牛	四欄三 肢修月 寒坟生 冷拆人 請卸犯 符房子 起床寅 吉主午 係病申 正左酉 六眼方 七左有 十手木 月肚門 修痛鷄 造右栖 脚牛	飛竹二 天鍊月 五刀生 鬼主人 請病犯 符眼子 起痛寅 吉右卯 係手辰 四痛未 五腰酉 七骨戌 八痛方 十一有 月脚木 修痛石 造撞板	吐土正 當板月 天竹生 禮門人 儀灶犯 請主子 符病丑 起眼寅 吉痛申 係肚方 三痛位 四左有 十脚木 月痛石 修寒磚 造熱瓦 嘔動

Abb. 3 Almanach mit Amuletten; 1985.

men machte Ricci übrigens noch posthum Karriere: als Li Madou Pusa bzw. Bodhisattva Ricci wurde er deifiziert und galt in einigen Regionen des Reiches als Schutzheiliger der Uhrmacher.

Vor dem Hintergrund der nicht zuletzt in den Regierungsdevisen widerscheinenden „Neuschaffung“ von Zeit nimmt es nicht wunder, daß sich im chinesischen Kaiserreich eine kontinuierliche Zeitrechnung nicht so recht durchsetzen konnte. Die Orientierung an einem festen chronologischen Ausgangspunkt – etwa analog zum römischen „ab urbe condita“ – macht da wenig Sinn, ganz abgesehen davon, daß die Hauptstadt ebenso wie die Zeit dem Gestaltungswillen des Herrschers unterlag und somit häufig wechselte.

Auch der Buddhismus konnte keinen Wandel herbeiführen. Anders als in den von Christentum und Islam dominierten Regionen der Welt, erlangten Daten, die sich aus der Biographie eines Religionsstifters ableiten lassen, in China nie ein entsprechendes Maß an Verbindlichkeit. Im Gegenteil: Hauptziel der Diskussion um die zeitliche Fixierung des historischen Buddha war eine Anbindung an die chinesische Chronologie. Das gilt zumindest für die irdische Zeitrechnung. In anderen Sphären war der Freiraum größer. Allerdings entsprach den Sutren zufolge ein Tag im Himmel auch bis zu 100 Jahren im Diesseits; im Fall der Hölle gar bis zu 480000 Jahren.

Schließlich ist festzuhalten, daß die Republik China (also die Regierung in Taipeh) bis heute an einer eigenen Zeitrechnung festhält, die das Jahr der Revolution (1911) als Ausgangspunkt nimmt. Danach ist 1999 das Jahr 88 der Republik, wobei die Zählweise zumindest formal stark an die Verwendung der Regierungsdevisen und die Anbindung an die Dynastienfolge gemahnt.

Auf dem gegenüberliegenden Festland feierte 1999 die Volksrepublik ihr 50jähriges Bestehen, wofür die imperialen Gesten keineswegs abgeneigte Führungsspitze angeblich mehr als 24 Milliarden DM ausgab. Freilich: Nicht nur die – bei allem Pomp eher biedere – Ausgestaltung der offiziellen Veranstaltungen steht in keiner chinesischen Tradition, sondern auch das Jubiläum selbst. Anders als im Westen war es den Gebieten über das Reich der Mitte nämlich einstmals schlichtweg egal, ob sich die Gründung ihrer Dynastie gerade zum zehnten, fünfzigsten oder hundertsten Mal jährte. Erst recht gab es keine historischen Fixpunkte, auf die sich Milleniumsfeiern beziehen konnten, so daß die gelehrte Welt sich nicht in festen Abständen genötigt sah, Reflexionen über die Zeit anzustellen.

Weiterführende Literatur in westlichen Sprachen

Kleine Auswahl

- Forte, A.: *Mingtang and Buddhist Utopias in the History of the Astronomical Clock. The Tower, Statue, and Armillary Sphere Constructed by the Empress Wu*. Roma 1988.
- Franke, H.: *From Tribal Chieftain to Universal Emperor and God. The Legitimation of the Yüan Dynasty*. München 1973.
- Fraser, J. T. & Lawrence, N. & Haber F. C. (Hrsg.): *Time, Science, and Society in China and the West*. Amherst 1986.
- Groot, J. J. M. de: *Universismus. Die Grundlage der Religion und Ethik, des Staatswesens und der Wissenschaften Chinas*. Berlin 1918.
- Hallpike, C. R.: *The Foundations of Primitive Thought*. Oxford 1979.
- Huang Chun-chieh & Zürcher, E. (Hrsg.): *Time and Space in Chinese Culture*. Leiden 1995.
- Kuhn, D. (Hrsg.): *Chinas goldenes Zeitalter. Die Tang-Dynastie (618–906 n. Chr.) und das kulturelle Erbe der Seidenstraße*. Heidelberg 1993.
- Needham, J.: *Science and Civilisation in China. III. Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth*. Cambridge 1970.
- Nilsson, M. P.: *Primitive Time-Reckoning. A Study in the Origins and First Development of the Art of Counting Time among the Primitive and Early Culture Peoples*. Lund 1920.

- Palmer, M. (Hrsg.): *T'ung Shu. The Ancient Chinese Almanac*. Boston 1986.
- Schlegel, S.: *Hao Ching (1222–1275) ein chinesischer Berater des Kaisers Kublai Khan*. Bamberg 1968.
- Schmidt-Glintzer, Helwig: *Zeitbewußtsein im älteren China*. In: M. Horvat (Hrsg.), *Das Phänomen Zeit*, Wien 1984, S. 27–41.
- Smith, R. J.: *Chinese Almanacs*. Hong Kong 1992.
- Vogel, H. U.: *Ist die Zeit zeitlos? (Lebens-)Zeit im traditionellen China*. *Damals* 1999 (12), S. 58–63.
- Wilkinson, E.: *Chinese History. A Manual*. Cambridge (Mass.) 1998.
- Zurndorfer, H. T.: *China Bibliography: A Research Guide to Reference Works about China Past and Present*. Leiden 1995.

Detlev Ploog

Zeit und Zeitmaße im Gehirn

Lucius Annaeus Seneca d.J. schrieb einst an seinen Freund Lucilius: „... Alles, Lucilius, ist fremdes Eigentum, nur die Zeit ist unser. Nur diese eine vergängliche und flüchtige Sache hat uns die Natur zu eigen gegeben, und doch vertreibt uns daraus, wer da will. So groß ist die Torheit der Sterblichen, daß sie sich wegen des Geringfügigsten ... zu Dank verpflichtet fühlen, daß aber niemand etwas schuldig zu sein glaubt, wenn er Zeit empfangen hat, während doch dies das Einzige ist, was nicht einmal der Dankbare zurückerstatten kann.“ (Epistulae morales ad Lucilium, 62–65 n. Chr.)

Die Zeit wird als das höchste Gut betrachtet, das uns Menschen gegeben ist. Es ist ein begrenztes Gut mit einem Anfang und einem Ende. Die Zeit ist hier die *Lebenszeit* mit einer Vergangenheit, einer Gegenwart und einer Zukunft, von der Ovid im Zeitmaß des Verses sagt „Eilig entschwindet die Zeit, unmerklich beschleicht uns das Alter.“ Es ist die vom Menschen – und wohl nur von ihm – *erlebte* Zeit, die gemeint ist. Dem steht die *gemessene* Zeit gegenüber, die für Aristoteles das Maß der Bewegung von einem Früher zu einem Später ist. Von beidem, der erlebten und der gemessenen Zeit, soll hier die Rede sein. Die Zitate machen deutlich, daß die Zeit – erlebt oder gemessen – von jeher ein zentrales Phänomen war, das Philosophen und Naturwissenschaftler wie auch Dichter und Musiker in ihren Bann zog und mit Paradoxen konfrontierte. Wie soll man es z.B. erklären, daß eine ereignislose Zeit Langeweile erzeugt, aber in der Erinnerung zusammenschrumpft, während eine ereignisreiche Zeit Kurzweil erzeugt und als lang dauernde Zeit erinnert wird. Warum kommt uns die Zeit der Kindheit lang vor, obwohl wir vergleichsweise wenig erinnern, während wir im Alter zwar viel erinnern, die Zeit uns jedoch „eilig entschwindet“? Vielleicht beruht der Drang des Menschen, die Zeit zu messen, darauf, Ordnung in die Paradoxa der Zeiterlebnisse zu bringen und aus der zeitlichen Folge von Ereignissen auf kausale Zusammenhänge zu schließen.

Gibt es Vorformen des Zeiterlebens bei unseren nächsten Verwandten? Zwar erfahren wir mehr und mehr über die räumliche Orientierungsfähigkeit der Schimpansen und staunen über ihre nichtverbalen Verständigungsweisen, aber es gibt keinerlei Anhalt dafür, daß die Zeit eine Rolle in ihrem Leben spielt, obwohl sie ein vorzügliches Gedächtnis haben und sich an vergangene Ereignisse sehr gut erinnern. Die erlebte wie die gemessene Zeit ist offenbar nur für den Menschen ein Betrachtungsgegenstand. Dabei entwickelt sich das Zeitverständnis beim Kinde langsamer als die Raumvorstellung. Erste Zeitvorstellungen entstehen im vierten Lebensjahr. Ein fünfjähriges Kind, das einige Tage im Krankenhaus verbringen muß, versteht, was die Mutter meint, wenn sie abends beim Abschied sagt, morgen nach dem Frühstück bin ich wieder bei dir. Ungefähr in diesem Alter beginnt sich auch eine Vorstellung über den Tod herauszubilden. Aus der Paläontologie erfahren wir, daß es schon vor etwa 120000 Jahren einen Totenkult bei den Frühmenschen gegeben hat. Proviant für ein Weiterleben nach dem Tode fand sich als Grabbeigabe. Schon früh setzte sich der Mensch mit der Einsicht auseinander, daß sein Leben begrenzt ist.

Ich komme, ich weiß nicht, von wo.

Ich bin, ich weiß nicht was.

Ich fahre, ich weiß nicht wohin.

Mich wundert, daß ich so fröhlich bin.

Der Zeitpfeil zeigt von der Vergangenheit in die Zukunft. Was aber ist die Gegenwart?

Dies wollen wir anhand der folgenden Abbildung (1) erörtern. Die physikalische Zeit im Sinne des Aristoteles (a) läuft linear in regelmäßigen Zeitabschnitten durch Vergangenheit und Zukunft. Diese sind durch einen unendlich kurzen Jetztpunkt getrennt. Die erlebte Zeit hingegen (b) hat *nicht*-lineare Eigenschaften und enthält zwischen Vergangenheit und Zukunft eine erlebte Gegenwart – die Präsenzzeit –, in der ein Teil physikalischer Vergangenheit steckt, ein anderer Teil die unmittelbar erwartete Zukunft ist. Man versetze sich in die Spannung des Läufers im Startloch bevor der Startschuß ertönt.

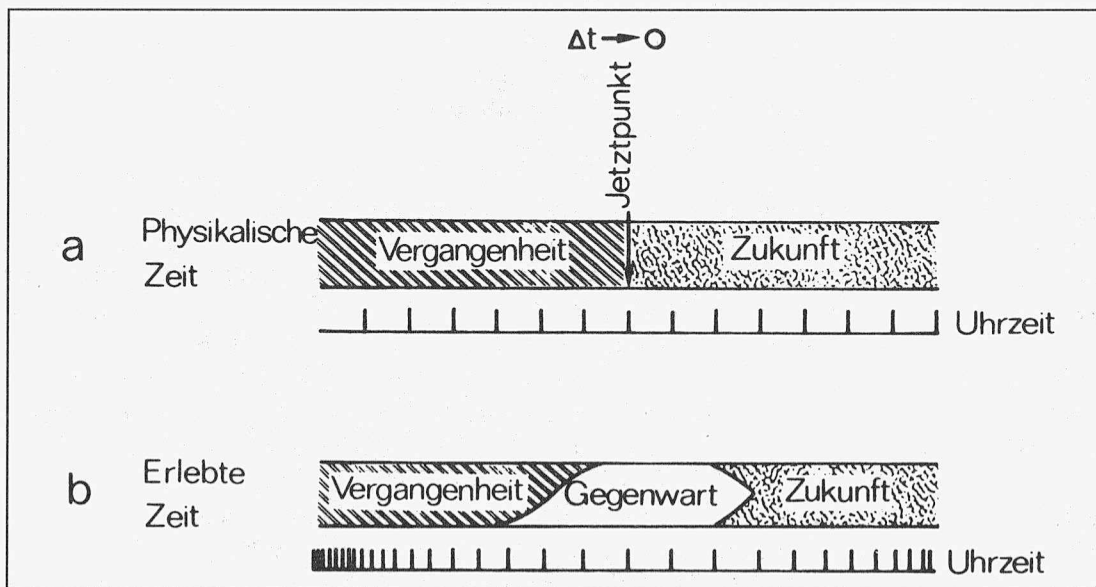


Abb. 1 O.-J. Grüsser, *Zeit und Gehirn*. In: *Die Zeit. Dauer und Augenblick*, H. Gumin, H. Meier (Hrsg.). Piper-Verlag, Bd. 1024, München 1998, S. 87.

Daß die erlebte Gegenwart verschieden lang sein kann und vom Bau unserer Sinnesorgane abhängig ist, läßt sich in vielen Experimenten zeigen. Man stelle sich z.B. einen Diapositivprojektor vor, der eine einfach strukturierte Gestalt – ein Dreieck – auf die Leinwand wirft. Vor dem Projektor rotiert eine Scheibe mit Sektoren. Diese sind so angeordnet, daß jeweils 50 Prozent der Zeit der Lichtreiz auf die Projektionswand fällt; die dazwischen liegenden Zeiten sind Dunkelphasen. Eine allmähliche Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe erhöht das Flimmern des Dreiecks. Die Rotationsgeschwindigkeit bestimmt die Flimmerfrequenz. Beträgt sie weniger als 3 Lichtreize pro Sekunde, so sieht der Beobachter ein Dreieck, das kurz erscheint und wieder verschwindet. Liegt die Flimmerfrequenz über 6 Lichtreizen pro Sekunde, sieht man das Dreieck kontinuierlich auf der Projektionswand, doch schwankt seine Helligkeit periodisch. Die Flimmerreize haben die *Gestaltfusionsfrequenz* erreicht. Einzeln wahrgenommene Dreiecke werden jetzt kontinuierlich gesehen. Wenn die sogenannte *Flimmerfusionsfrequenz* bei 50 Hz erreicht ist, sieht man trotz der intermittierenden Belichtung ein Dreieck von konstanter Helligkeit. Die Flimmerfusionsfrequenz ist durch die Photorezeptoren der Netzhaut und der darin liegenden nachgeschalteten Nervenzellen bestimmt. Für die Gestaltwahrnehmung ist sie von geringer Bedeutung. Die Gestaltfusionsfrequenz wird durch die langsamere Signalverarbeitung in Neuronennetzen der Sehrinde des

Gehirns bestimmt. Je komplexer die Struktur einer Wahrnehmung, desto mehr Verarbeitungszeit brauchen die Neuronen, die dem Wahrnehmen und Erkennen zugrunde liegen. Die Verschmelzungsprozesse bei Bewegungswahrnehmungen kommen uns bekanntlich in der Kinematographie zugute. Es genügen 24 Bilder pro Sekunde, um flüssige Bewegungsbilder zu erzeugen. Das läßt sich besonders schön an Trickfilmen zeigen.

Bleiben wir einen Moment beim Augenblick. Schaut man sich in der Welt um, verschiebt sich der Fixationspunkt der Augen ruckartig von einer Stelle des Blickfeldes zur anderen. Diese ruckartigen Augenbewegungen nennt man Saccaden. Sie dauern 10–80 ms; zwischen ihnen liegen Fixationsperioden von 150–600 ms Dauer. Die während dieser Zeit aufgenommene Information wird also diskontinuierlich, im wörtlichen Sinne für Augenblicke wahrgenommen. Wie jeder an sich selbst beobachten kann, bemerkt man das Rucken der Augen aber nicht. Der Vorgang bleibt unbewußt. Es muß also im zentralen Nervensystem einen Integrationsprozeß geben, der die durch Saccaden unterbrochenen Augenblicke in eine kontinuierliche Wahrnehmung umsetzt. Genau dieser zentralnervöse Mechanismus kommt auch beim Lesen zum Tragen (Abb. 2). Beim Lesen bewegen sich unsere Augen ruckartig über die Zeilen. Kurze, nach rechts gerichtete Saccaden wechseln mit Fixationsperioden von 200–800 ms Dauer ab. Am Zeilenende springen die Augen wieder zum nächsten Zeilenanfang zurück. Auf der Abbildung sind die Augenbewegungen während des Lesens eines einfachen Textes von Albert Schweitzer und eines schwierigen von Hegel dargestellt. In beiden Fällen werden vier Zeilen gelesen. Zum Lesen des schwierigen Textes wird deutlich mehr Zeit gebraucht als beim leichten Text und die sogenannten Regressionssaccaden, kleine Augenbewegungen von rechts nach links – in der Abbildung mit „r“ versehen – sind sehr viel zahlreicher und kennzeichnen den Schwierigkeitsgrad des Textes. Ähnlich gehäufte Regressionssaccaden sind auch für die Augenbewegungen eines gerade Lesen lernenden Schulkindes zu registrieren. Wie beim Umherblicken in der Welt bleibt die Diskontinuität der Augenbewegungen – die schnelle Saccade und die vergleichsweise langsame Informationsaufnahme – dem Lesenden unbewußt. Derjenige, der den Lesenden beobachtet, kann diesen automatisierten, zeitlich programmierten Vorrang leicht beobachten. Fragt man die Leser aber, so glauben sie, daß sich ihre Augen gleichmäßig über den Text bewegen.

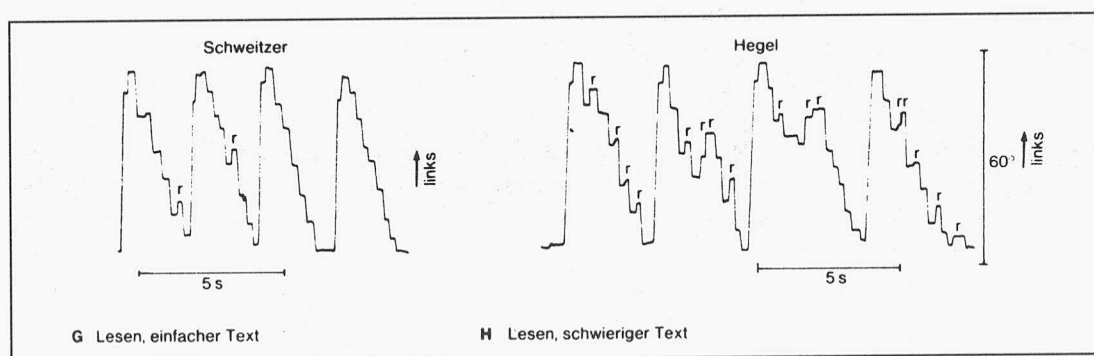


Abb. 2 O.-J. Grüsser, *Zeit und Gehirn*. In: *Die Zeit. Dauer und Augenblick*, H. Gumin, H. Meier (Hrsg.). Piper-Verlag, Bd. 1024, München 1998, S. 99.

Mit der Flimmerverschmelzungsfrequenz, den Saccaden und Fixationsperioden bewegen wir uns im Millisekundenbereich der visuellen Wahrnehmung, von wenigen Millisekunden bis zu einigen Hundert, innerhalb derer Wahrnehmungs- und Erkennungsleistungen erbracht werden können. Trifft diese Zeitbasis für alle Sinne zu oder arbeiten die Sinne auf verschiedenen Basen? Wenden wir uns dem Hören zu. Wir möchten gerne wissen, wann wir zwei akustische

Reize als gleichzeitig oder als ungleichzeitig hören. Dazu kann man ein einfaches Experiment durchführen. Wir setzen einer Versuchsperson einen Kopfhörer auf und geben in jedes Ohr einen Klickton von einer Millisekunde. Wenn das linke und das rechte Ohr gleichzeitig gereizt werden, dann hört unsere Versuchsperson nicht einen Klick rechts und einen links, sondern sie hört nur einen Klick, und zwar mitten im Kopf. Der akustische Reiz auf beide Ohren wird zu einer Wahrnehmung verschmolzen. Man nennt das Klick-Fusion. Läßt man nun ein kleines, nur eine Millisekunde dauerndes Intervall zwischen den beiden Klicks, wandert die Wahrnehmung des Klicks weiter nach links oder rechts, abhängig vom zuerst gereizten Ohr. Auch bei einem Intervall von zwei Millisekunden wird noch ein einziger weiter nach links oder rechts verschobener Klick gehört. Obwohl physikalisch ungleichzeitig, ist es *ein* Ereignis, das man hört. Die beiden Reize liegen im Bereich des sogenannten *Gleichzeitigkeitsfensters*. Außerhalb dieses Fensters – also bei zunehmenden Intervallen – hört man plötzlich zwei Klicks. Das Intervall beträgt ungefähr 3 Millisekunden. Nun könnte man meinen, daß das Gleichzeitigkeitsfenster oder die Schwelle zur Ungleichzeitigkeit in allen Sinnessystemen dasselbe ist. Dies trifft aber nicht zu. Stimuliert man die Haut in analoger Weise, ist das Gleichzeitigkeitsfenster auf etwa 10 ms verlängert. Beim Sehen erhalten wir wiederum ein anderes Ergebnis. Es müssen ca. 30 Millisekunden vergehen, damit zwei Seheindrücke als ungleichzeitig erscheinen.

Mit der Ungleichzeitigkeit zweier Reize können wir nicht viel anfangen, wohl aber um so mehr mit deren Folge. Erst mit der Wahrnehmung der Folge von Ereignissen stellt sich eine Ordnung her. Die minimale Zeit, die vergehen muß, um die Folge zweier Reize zu bestimmen, nennt man die *Ordnungsschwelle*. Im Unterschied zum Gleichzeitigkeitsfenster, das für das Hören, Sehen und Tasten verschieden lang ist, liegt die Ordnungsschwelle für die 3 Sinnessysteme gemeinsam bei ca. 30 Millisekunden. Erst wenn diese Schwelle überschritten wird, können wir die Abfolge von Ereignissen erkennen. Die Verschiedenheit der Gleichzeitigkeitsfenster ist auf die unterschiedliche Bauweise unserer peripheren Sinnesorgane zurückzuführen. Die Fähigkeit, Folgen von Ereignissen wahrzunehmen, ist durch Vorgänge bedingt, die im zentralen Nervensystem ablaufen. Die Suche nach einem gemeinsamen Prinzip, mit dem Informationen von Augen, Ohren und Somatosensorik zu einem Ganzen geformt werden, ist höchstaktuell in der augenblicklichen Hirnforschung.

Daß die feine zeitliche Auflösung und Wahrnehmung der Reizfolge von bestimmten Bereichen des Großhirns abhängig ist, zeigen z.B. Untersuchungen an hirngeschädigten Patienten. Bei Hirnschädigungen rechts vorne, rechts hinten, links vorne und links hinten wirken sich nur die letzteren links hinten beeinträchtigend auf die zeitliche Auflösung von Hörereignissen aus. Hierbei handelt es sich um Hirnverletzte mit einer Sprachstörung, einer Aphasie, die das Sprachverständnis betrifft. Die Betroffenen verstehen gesprochene Sprache nicht. Wenn man diese schwere Beeinträchtigung unter dem Gesichtspunkt zeitlicher Auflösung und Wahrnehmung der Reizfolge sieht, hat man bereits einen zentralen Aspekt dieser rezeptiven Aphasie erfaßt. Der Sprache produzierende Mensch bringt gewöhnlich 2 bis 3 Worte pro Sekunde hervor. Das entspricht einer Artikulation von ungefähr 15 Phonemen, den kleinsten Sprechsegmenten, pro Sekunde. Auch wenn das Sprechtempo wie bei Sportreportern auf 5 Worte gesteigert wird und damit die Rate der Phoneme ansteigt, bleibt das Gesprochene bis zu einer Grenze von ca. 25 Phonemen/Sek. noch verständlich. Ich denke, daß Sie damit eine Vorstellung davon bekommen, welche rezeptive Leistung den Nervenzellen des hinteren, oberen Schläfenlappens pro Zeiteinheit abverlangt wird. Den dabei in diesem Bereich vermehrten Sauerstoffverbrauch der Zellen kann man mit der Positron-Emissionsmethode (PET), einem Röntgenbild vergleichbar, sichtbar machen.

Beim Lesen verschiebt sich die Hirnaktivität weiter nach hinten, einerseits in die Sehrinde, andererseits in einen Bereich, der Lesezentrum genannt wird. Wenn diese Nervenzellen be-

einträchtig sind, kann je nach Schädigungsgrad und genauer Lokalisation des Schadens eine Schreiblese-Schwäche bis hin zur Alexie, zur Leseunfähigkeit entstehen. Anders sieht die Aktivitätsverteilung beim Sprechenden aus. Sie liegt in der motorischen Hirnrinde, nahe dem sogenannten Broca-Zentrum, das an der vorartikulatorischen Phase und am sogenannten inneren Sprechen beteiligt ist. Wichtig für unser Thema ist, daß diese Prozesse in meßbarer Zeit ablaufen, daß sie also nicht einfach da sind, sondern sich zu einer Leistung aufbauen – im Beispiel hier zum Verstehen der Sprache, zum Lesen eines Textes. Die Fähigkeit, phonemische Unterschiede zu erkennen, wie es zum Sprachverständnis unbedingt nötig ist, bringt der Mensch, gleich welcher Sprache, schon mit auf die Welt. Das kann man an Experimenten mit Säuglingen zeigen, die z.B. weiche Anlaute von harten unterscheiden können, etwa ba von pa oder ga von ka. Diese Unterschiede sind durch verschieden lange Stimmanlautzeiten bedingt, die sich im Bereich von 20–60 ms abspielen. Dies genügt dem Säugling zur Unterscheidung dieser Laute. Zum Sprachverständnis des Erwachsenen bedarf es aber einer ganzen Kaskade von Prozessen, die der Entschlüsselung der akustisch-phonetischen Information dient. Die vom Hörsystem aufgenommenen phonetischen Ketten des Sprechers müssen in Teileinheiten zergliedert werden, mit dem Ergebnis, daß einzelne Wörter identifiziert werden. Das sind entweder solche mit inhaltlicher Bedeutung – Substantive, Verben, Adjektive, die wir im Gedächtnis haben, oder Funktionswörter, wie z.B. Artikel, Konjunktionen und Präpositionen, die syntaktische Regeln aktivieren. Aus diesen beiden, der semantisch-lexikalischen und der syntaktischen Information, wird die Botschaft erstellt, die im Zusammenhang mit dem vorhandenen Wissen und der gegenwärtigen Situation interpretiert wird. Die Gesamtheit der einzelnen Prozeß-Schritte wird vom normalen, unbeschädigten menschlichen Verarbeitungssystem in weniger als 250 ms absolviert. Sie werden fragen, wie kann man das messen, was man mit den Sinnen nicht erfassen kann. Es gibt verschiedene Methoden, von denen ich nur die sogenannten ereigniskorrelierten Hirnpotentiale nennen will. Man mißt mit auf der Kopfhaut liegenden flachen Elektroden die Hirnströme, die von der Hirnrinde produziert werden. Verschieden geartete sprachliche Reize – einzelne Wörter oder Sätze – rufen verschie-

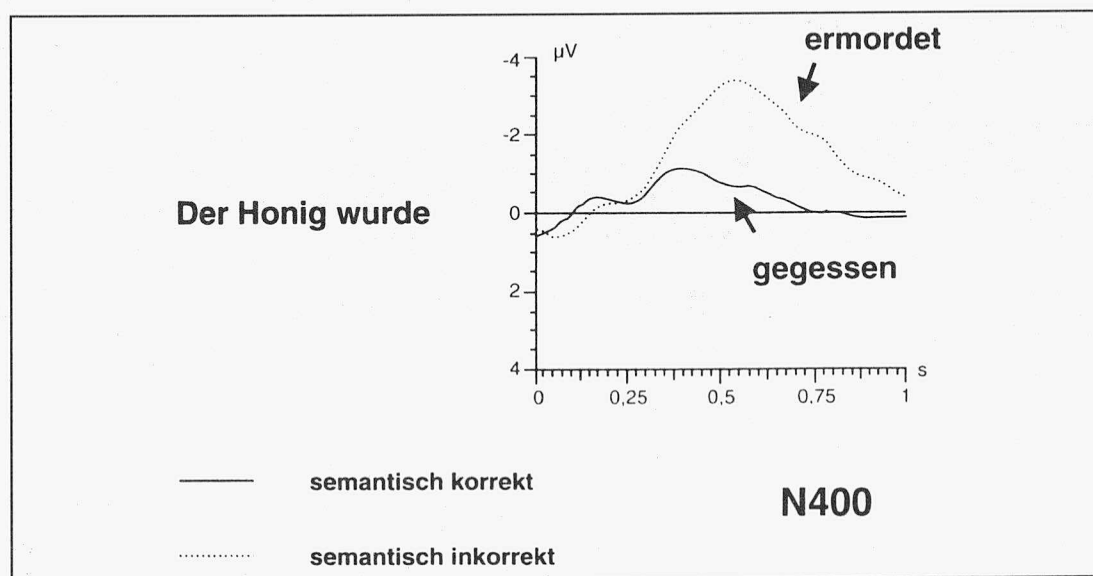


Abb. 3 A.D. Friederici, *Menschliche Sprachverarbeitung und ihre neuronalen Grundlagen*.
In: *Der Mensch und sein Gehirn. Die Folgen der Evolution*, H. Meier, D. Ploog (Hrsg.).
Piper-Verlag, Bd. 2457, München 1997, S. 146.

dene in der Zeit verlaufende Aktivitätsmuster hervor (Abb. 3). Wird einer Versuchsperson z.B. ein Satz präsentiert, der mit einem semantisch unplausiblen Wort endet – etwa „Der Honig wurde ermordet“, so zeigt sich ein Aktivitätsmuster, das sich klar von dem unterscheidet, das durch einen semantisch plausiblen Satz „Der Honig wurde gegessen“ entsteht. Die gepunktete Linie stellt die negative Potentialwelle dar, die bei etwa 400 msec ihren Gipfel erreicht. Dies ist die Zeit, die gebraucht wird, um die semantische Inkorrektheit des Satzes zu entdecken. Sie nimmt einen deutlich negativeren Verlauf als die für den korrekten Satz. Im Prozeß der Verarbeitung der phonetischen Information, die das Ohr trifft, geschieht die Entschlüsselung der Wort- oder Satzbedeutung verhältnismäßig spät, während die syntaktische Komponente der Information früher, nämlich schon nach 200 msec bearbeitet wird. Ein Nachweismittel für diesen Zeitverlauf sind wiederum die Ereignis-korrelierten Potentiale der Hirnrinde. Die Versuchsperson hört z.B. den Satz „Der Freund wurde im besucht“ (Abb. 4) anstatt „Der Freund wurde besucht“. Die Präposition „im“ verlangt als nächstes Wort ein Nomen, z.B. Krankenhaus. Der Regelverstoß bildet sich in der starken Negativität des Hirnpotentials schon nach 200 msec ab. Diese beiden Beispiele mögen genügen, um sich eine Vorstellung vom Zeitverlauf der Verarbeitung von Sprachsignalen zu machen.

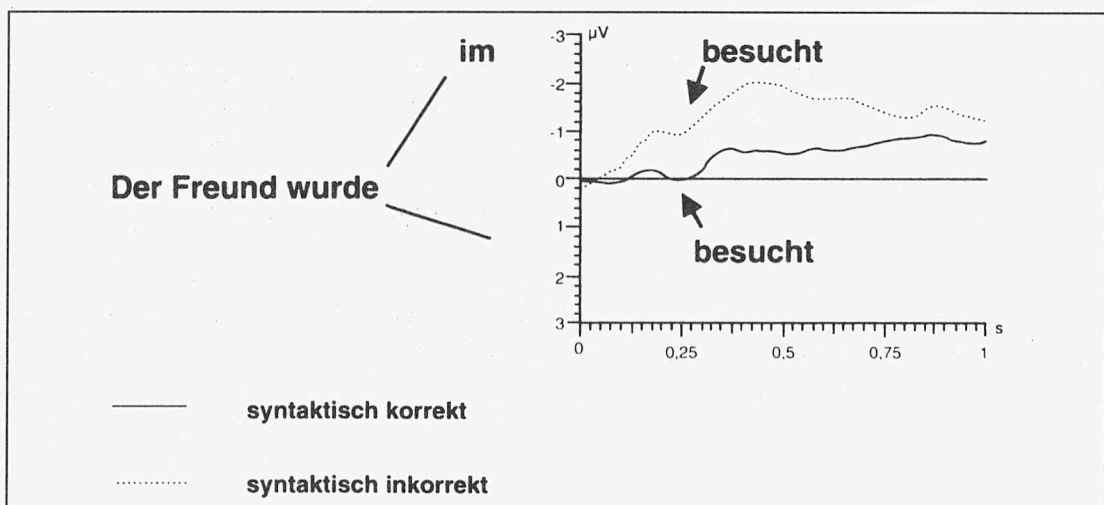
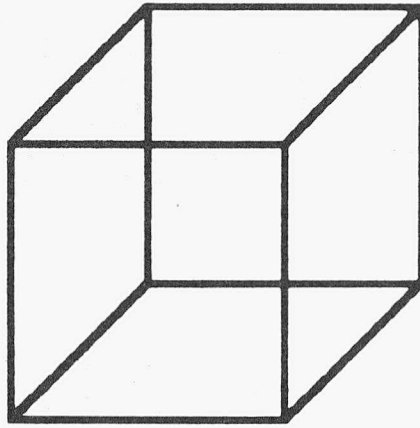


Abb. 4 A. D. Friederici, *Menschliche Sprachverarbeitung und ihre neuronalen Grundlagen*. In: *Der Mensch und sein Gehirn. Die Folgen der Evolution*, H. Meier, D. Ploog (Hrsg.). Piper-Verlag, Bd. 2457, München 1997, S. 148.

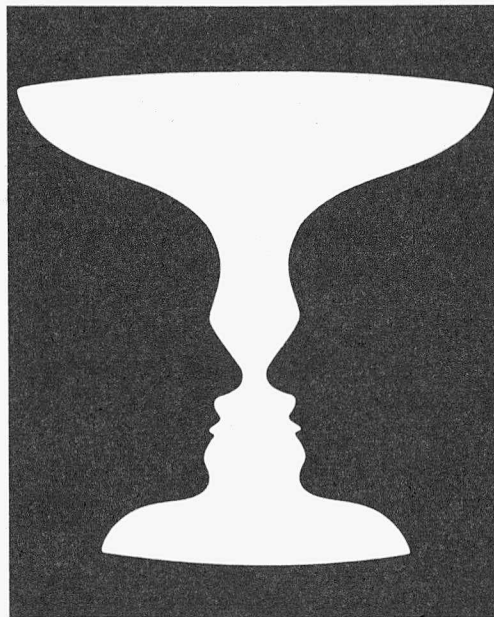
Ich habe mir überlegt, wie man ohne komplizierte Apparaturen einen selbst erlebten Eindruck von der zeitgebunden ablaufenden Hirntätigkeit vermitteln kann. Ich möchte dazu ein kleines Experiment zur Gestaltwahrnehmung machen. Es besteht aus einem Vorexperiment und einem Hauptexperiment. In beiden Fällen sieht man ein Bild, das seine Struktur automatisch ändert, ohne daß man etwas dazu tun mußte, ja, wogegen man sich gar nicht wehren kann, wenn man das Bild unverwandt anschaut. Solche Konfigurationen nennt man Kippfiguren. – Warum, wird sich gleich zeigen. Diejenigen, die diese Figuren schon kennen, mögen dennoch draufschauen und schätzen, wie schnell oder wie langsam eine Wahrnehmung in eine andere umschlägt (Abb. 5). Der Würfel wurde vor mehr als 150 Jahren von Necker beim Betrachten von Kristallen erkannt und ist als Neckerwürfel in das wahrnehmungspsychologische Schrifttum eingegangen. Die Tiefenanordnung kehrt sich in bestimmten Zeitabständen um. Die hintere Fläche kommt nach vorne und man sieht in den Würfel hinein oder man sieht auf den Würfel drauf.

Es gibt langsame und schnelle Wechsler. Die meisten wechseln bei 3 Sekunden. Man kann die Frequenz in Grenzen willentlich beeinflussen. Der Hirnprozeß präsentiert sich uns hier mit 2 rivalisierenden Bewußtseinsinhalten, von denen bei gleicher physikalischer Reizgrundlage nur jeweils ein Bewußtseinsinhalt präsent sein kann, und dies auch nur für jeweils kurze Zeit.



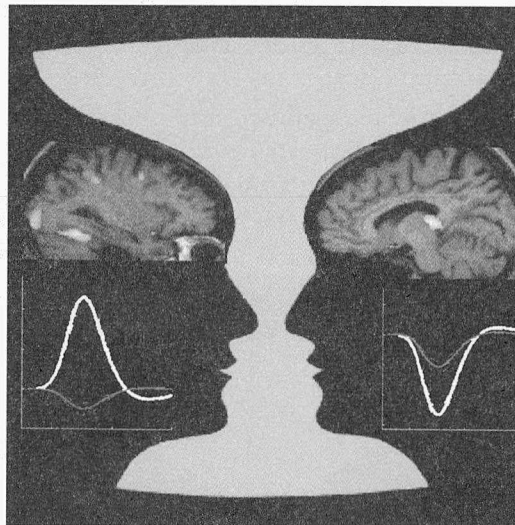
*Abb. 5 E. Pöppel, Grenzen des Bewußtseins. Über Wirklichkeit und Welterfahrung.
Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1985, S. 57.*

Soweit das Vorexperiment. Das Hauptexperiment ist im Grunde das gleiche. Es ist die ebenfalls berühmte Rubin-Vase (Abb. 6). Entweder man sieht die Vase in weiß oder zwei sich gegenüber befindliche Profile in schwarz. Auch hier liegen die Bilder im Wettstreit. Man kann es wieder ausprobieren und zu schätzen versuchen, wie oft die Figur wechselt. Nun



*Abb. 6 B. Kolb, I. Q. Whishaw, Neuropsychologie.
Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg,
Berlin, Oxford 1993, S. 72.*

bekommt dieselbe Abbildung eine Ergänzung (Abb. 7). Die in die beiden Köpfe projizierten Hirnhälften sind Bilder, die mit Hilfe der Kernspin-Tomographie gewonnen wurden. Die Methode beruht auf schwach magnetischen Eigenschaften des roten Blutfarbstoffes und dem Durchblutungsanstieg, der sich an Orten erhöhter Nervenzelltätigkeit einstellt. Man kann damit auch höhere mentale Aktivitäten, z.B. Rechnen, Sprechen und Vorstellen hirnlokal darstellen. Selbst Korrelate nur kurz dauernder Wahrnehmungsänderungen können sichtbar gemacht werden. Das ist es, was man hier sieht. Während der Wahrnehmung eines der beiden Bilder und während des Kippens kommt es in verschiedenen Strukturen des Sehsystems zu zwei kurz dauernden Aktivitätsänderungen. Sie sind als weiße Linie unter den Gehirnen abgebildet, und ihre Lokalisation im Gehirn ist durch Weißfärbung sichtbar gemacht. Im linken Hirnschnitt sind die Aktivitätsanstiege – das ist also die Entstehung der Wahrnehmung des Profils oder der Vase – räumlich im Gehirn und darunter als Resonanzsignal in der weißen Kurve in der Zeit abgebildet; im rechten Hirnschnitt sind die Aktivitätseinbrüche zu sehen, die beim Kippen der Wahrnehmung eintreten. Wir bekommen durch derartige Experimente Hinweise darauf, wie verteilte und spezialisierte Areale im Gehirn bei der Verarbeitung physikalischer Reize kooperieren und die konstruktiven Leistungen erbringen, die uns integrierte Gestaltwahrnehmungen in unserer Welt ermöglichen.



*Abb. 7 A. Kleinschmidt, Vom Radiopuls zum Gedankenblitz –
Magnet-Resonanz-Tomographie als neurowissenschaftliche Methode.
Alexander von Humboldt-Magazin 73, 1999, S. 59.*

Im Lichte dieser neuen technischen Möglichkeiten beginnen wir, die Folgen von Hirnverletzungen und das oft damit verbundene Fehlverhalten der betroffenen Patienten besser zu verstehen und therapieren zu können. Untersucht man z.B. die Wahrnehmungsleistungen von Hirnverletzten oder Hirngeschädigten mit dem Neckerwürfel oder der Rubinvas, stellt sich heraus, daß die Frontalhirngeschädigten, insbesondere die rechts frontal Geschädigten, eine erheblich verlangsamte Kippfrequenz haben. Diese erschwerte Umstellungsschwierigkeit der Frontalhirn-Geschädigten kommt auch bei zahlreichen anderen Untersuchungen heraus.

Wir hatten uns vorhin mit dem Problem der Gleichzeitigkeit und der Folge von Ereignissen beschäftigt und festgestellt, daß die Wahrnehmung von Folgeereignissen eine fundamen-

tale Leistung unseres Nervensystems ist. Letztlich, so sagte ich, profitieren wir, wie gesagt, im Kino davon, indem sich schnell aufeinander folgende Bilder zu Bewegungen formen.

Stellen wir uns in diesem Zusammenhang einen Menschen vor, der keine Bewegungen wahrnehmen kann. In der Tat gibt es diese Störung als Folge einer Hirnschädigung. Man kann sich eine Welt, in der sich nichts in Bewegung befindet, kaum vorstellen. Die Patientin, über die ich kurz berichten will, erlitt mit 43 Jahren einen beiderseitigen Hirnschaden durch eine Thrombose. Eine gestörte Bewegungswahrnehmung war die Folge. Die Patientin hatte große Schwierigkeiten, Straßen ohne Verkehrslichter zu überqueren, weil sie die Geschwindigkeit von Autos nicht wahrnehmen konnte. „Wenn ich zuerst hinsehe,“ sagte sie, „ist das Auto weit weg; wenn ich über die Straße gehe, ist es plötzlich ganz nah.“ Räume, in denen sich mehrere Leute befinden, meidet sie. Sie sagte: „Die Leute sind plötzlich hier oder da, ohne daß ich es merke.“ Sie kann Unterhaltungen schlecht folgen, weil sie die Mimik und die Mundbewegungen der Sprecher nicht wahrnimmt. Beim Einschenken von Kaffee oder Tee sieht die Flüssigkeit wie gefroren aus, und sie nimmt die Füllung der Tasse nicht wahr. Bei Versuchen, den Zeitverlauf von Bewegungen zu schätzen, schätzt sie sehr langsame Bewegungen eines Objekts noch richtig ein, versagt aber bald grob bei zunehmenden Geschwindigkeiten.

Wir lernen aus dieser Hirnfunktionsstörung, daß Bewegungswahrnehmung und Zeitempfinden in einem engen Zusammenhang stehen. Wahrscheinlich hatte Leibniz recht, wenn er behauptete, daß es ohne Veränderungen in der Umwelt unmöglich wäre, die Zeit zu messen. Jedenfalls haben wir unsere Zeit auf der Basis der Bewegung der Erde um ihre Achse gemessen, bis die Periodik der Caesium-Strahlung zum Maßstab der physikalischen Zeitmessung wurde.

Ich habe nur über einen sehr kleinen Ausschnitt zum Thema „Zeit und Zeitmaße im Gehirn“ berichten können. Wo man auch beginnt – beim Artengesang der Grillen und Heuschrecken, beim Vogelgesang, beim Dialog von Affen, beim Wechselgespräch des Menschen, um nur Zeitmaße in Kommunikationsprozessen herauszugreifen, – jeweils ist die Zeit als ordnender, begrenzender und zugleich auch als bindender und gestaltender Faktor unabdinglich. Ernst Pöppel hat auf Grund zahlreicher Untersuchungen in seinem Institut für Medizinische Psychologie postuliert, daß der cerebrale Erkennungsapparat von mindestens zwei Zeitdomänen kontrolliert wird. Die eine Domäne liegt im 30 msec Bereich. Diese schnelle Verarbeitungszeit stützt sich vor allem auf Untersuchungen der zeitlichen Ordnungsschwelle, von der ich ausführlicher gesprochen habe. Ereignisse innerhalb dieser Zeit werden als gleichzeitig, Ereignisse darüber hinaus als Folge erlebt. Diesem schnell arbeitenden neuronalen System steht ein zweites an der Seite, das in vielen Bereichen einen Zeitraum von 3 Sekunden umfaßt. Dieser ist die Basis für die subjektive Gegenwart, für das, was in unserem Bewußtsein gerade gegenwärtig, also weder schon vergangen noch auch zukünftig ist. Durch diesen niederfrequenten Mechanismus werden sukzessive Ereignisse zu einer Wahrnehmung verbunden, oder anders ausgedrückt: Alle 3 Sekunden ist der sensorische Apparat offen für neue Ereignisse. Wir haben das bei den Kippfiguren erlebt.

Eines der großen und faszinierenden Gebiete der Biologie, in denen es um längere Zeiträume geht, möchte ich abschließend berühren. Es sind die circadianen Rhythmen, der daran gekoppelte Schlaf-Wach-Rhythmus, die 24-Stundenperiodik, der Wechsel von Tag und Nacht, dem alle Lebewesen unterworfen sind. Erst in den letzten Jahren sind die zentralnervös lokalisierbare Verankerung dieser Periodik bei den Wirbeltieren und deren molekulargenetische Grundlagen hinunter bis zum Einzeller entdeckt worden. Das ganze, große Gebiet der Chronobiologie bekommt zunehmende Bedeutung für die Medizin, die Pharmakologie, die Psychologie und die Psychopathologie.

Einer der Väter dieses lebensnahen Forschungsfeldes war Jürgen Aschoff, der zusammen mit seinem Mitarbeiter Rütger Wever in der Öffentlichkeit vor allem durch seine „Bunkerversuche“ bekannt geworden ist. Dabei handelt es sich um eine geräusch-isolierte Wohneinheit mit Wohn-/Schlafraum, Küche und Bad, in der die freiwillige Versuchsperson über Tage oder Wochen von jeglicher Information aus der Außenwelt abgeschlossen ist, also keine „Zeitgeber“ empfängt. Unter diesen Umständen regiert allein die „Innere Uhr“ den Ablauf von Tag und Nacht, von Wachen und Schlafen, von Nahrungsaufnahme und allen körperlichen und seelischen Vorgängen, von denen wir hier nur die subjektive Wahrnehmung der Zeit behandeln wollen. Aus den Versuchsprotokollen ließ sich eine mittlere circadiane Periode von 25.0 ± 0.5 Stunden errechnen. Die biologische Uhr des Menschen neigt also zum Nachgehen. Zur Synchronisation mit dem 24-Stunden-Tag muß sie täglich um etwa eine Stunde „vorgestellt“ werden. Größere Korrekturen werden bei Flugreisen nach Ost oder West erforderlich. Die biologische Uhr gerät mit der jeweiligen Ortszeit außer Phase und kann die zeitliche Differenz nur in kleinen Schritten über Tage korrigieren. Dieser Anpassungsvorgang dauert nach einem Westflug nur etwa halb so lange wie nach einem Ostflug. Für die angestrebte Synchronisation erschwerend ist die Tatsache, daß sich die verschiedenen im circadianen System zusammengeschlossenen Funktionen (z.B. Herzfrequenz, Körpertemperatur, Nierenproduktion) nur unterschiedlich schnell an die jeweilige Ortszeit adaptieren. Dadurch ändern sich die Phasenbeziehungen zwischen den einzelnen Rhythmen. Diese Störung der inneren zeitlichen Ordnung trägt zur Minderung der Leistungsfähigkeit während der ersten Tage nach einem Flug bei.

Die freilaufenden Rhythmen des Menschen haben unter diesen Bedingungen der zeitlichen Isolation eine für alle Funktionen einheitliche Periode von mehr als 24 Stunden. Trotz seiner Lösung vom 24-Stunden-Tag bleibt das circadiane System intern synchronisiert. Der Schlaf-Wach-Zyklus kann sich aber auf mehr als 28 Stunden verlängern. Dann lösen sich die Rhythmen der Körpertemperatur und anderer vegetativer Funktionen vom Schlaf-Wach-Zyklus und entwickeln im Freilauf die für sie typische, kürzere circadiane Periode. Dies nennt man „interne Desynchronisation“. Das Ergebnis eines solchen Experiments ist in Abb. 8 so dargestellt: Während der ersten 8 Tage bleibt die Versuchsperson intern synchronisiert ($\tau = 25.3$ h). Am 9. Tag verlängert sich ihr Schlaf-Wach-Zyklus (τ_{sw}) ohne erkennbare Ursache auf 32.8 Stunden, während sich der Rhythmus der Rektaltemperatur ablöst und mit einer Periode (τ_{rt}) von 23.7 Stunden frei läuft. Aus diesen und anderen Versuchsergebnissen sind Modelle über das Funktionieren der Inneren Uhren bei Tieren und Pflanzen entwickelt worden, von denen das Aschoffsche Multioszillator-Modell mit einem zentralen Schrittmacher von den molekularbiologischen Entdeckungen mehrerer an der Inneren Uhr beteiligter Gene bestätigt und auf der Ebene der Genexpression erklärt werden konnte. Die Schrittmacher-Struktur, die synchronisierende Zentraluhr, ist bei Säugetieren und damit beim Menschen in einem kleinen Nervenzellhaufen, dem suprachiasmatischen Kern (SCN) im vorderen Hypothalamus gerade oberhalb der Sehnervenkreuzung gelegen. Zerstört man sie, so geht die Rhythmik verloren. Sie tritt wieder auf, wenn man einem arrhythmischen Tier embryonales SCN-Gewebe ortsgerecht implantiert. Die Lokalisation der Zentraluhr gilt nicht für alle Vertebraten. Bei Vögeln und Reptilien übernimmt die Zirbeldrüse diese Funktion; bei Nicht-Vertebraten gibt es wieder andere Lokalisationen. Allen Schrittmachern ist trotz unterschiedlicher Lokalisation gemeinsam, daß sie mit dem optischen Sinnesapparat in enger Verbindung stehen. Im Prozeß der evolutionären Anpassung von Tieren und Pflanzen an die Periodik von Tag und Nacht wird das Licht der Sonne der entscheidende Umweltfaktor gewesen sein.

Eingangs war von paradoxen Zeiterlebnissen die Rede, z.B. dem Erlebnis der langen Zeit der Kindheit und der Zeit im Alter, die uns „eilig entschwindet“. Den Versuchspersonen im

Widersprüchlichkeiten oder Ungereimtheiten sind die Quellen für die Entwicklung wissenschaftlicher Fragestellungen. Je tiefer wir in das innere Getriebe des Organismus eindringen, je mehr wir vom Zusammenwirken kleiner und großer Systeme, von ihren genetischen Verankerungen und Umweltbedingtheiten, von zellulären und molekularen Funktionen verstehen, umso leichter wird es möglich sein, Erkenntnisse der Grundlagenforschung in der angewandten Forschung am Menschen zu nutzen. Dafür bietet die Chronobiologie im Bereich der Medizin beeindruckende Beispiele.

Klaus A. Strunk

Zeit und Sprache

1. In Wortschatz und Grammatik natürlicher Sprachen existieren Implikationen von Zeit und werden dort von unbefangenen Sprechern spontan verwendet. Sie haben nur bedingt etwas mit der reflektierten und objektivierten Zeit gemein, um die es etwa in der Philosophie und in exakten Naturwissenschaften wie der Physik geht.

2. Zum Verhältnis von Zeit und Sprache bedarf es zunächst einer Vorbemerkung. Verschiedene Sprachen sind jeweils eigene Systeme von Zeichen, die nicht unmittelbar Realitäten der außersprachlichen Welt wiedergeben. Bereits W. v. Humboldt hatte für eine wichtige Gruppe von Zeichen, die Wörter, festgestellt: „Denn das Wort . . . ist nicht ein Abdruck des Gegenstandes an sich, sondern des von diesem in der Seele erzeugten Bildes.“¹ F. de Saussure² präzierte das später in seiner Definition sprachlicher Zeichen. Danach bestehen solche Zeichen stets aus der Kombination eines ‚Lautbildes‘ (frz. ‚Image acoustique‘) und einer ‚Vorstellung‘ (frz. ‚Concept‘). Festzuhalten bleibt hier, daß die Inhaltsseite sprachlicher Zeichen demnach nicht Dinge und Gegebenheiten selbst, sondern in jeweiligen Sprachgemeinschaften konventionalisierte Vorstellungen bietet.

Wie alle sprachlichen Zeichen, so beziehen sich auch Wörter und sonstige Zeichen (z.B. Tempusformen) in Wortfeldern und grammatischen Kategorien für „Zeit“ nicht direkt auf reale oder exakt definierbare Gegebenheiten. Sie variieren von Sprache zu Sprache nicht nur auf ihrer Ausdrucksseite (im Lautbild), sondern können vielfach – grundsätzlich oder in wichtigen Nuancen – auch auf ihrer Inhaltsseite (in der zugrundeliegenden Vorstellung) voneinander abweichen. Mit Wörtern und Zeichen im Wort- und Kategorienfeld „Zeit“ verhält es sich ähnlich wie – um ein berühmtes Beispiel zu nennen – mit Wörtern im Feld von Farbzeichnungen. Es ist bekannt, daß bei Farbadjektiven zwischen einzelnen Sprachen nicht nur – wie gewöhnlich – die Wortkörper (Lautbilder), sondern auch die Wortinhalte differieren können. Anders ausgedrückt: das Farbenspektrum wird von manchen Sprachgemeinschaften gewissermaßen unterschiedlich segmentiert (aufgegliedert). So benennt etwa das Altgriechische mit seinem Farbadjektiv *khlōrós* (*chlōrós*) eine in anderen europäischen Idiomen nicht versprachlichte Übergangszone zwischen „grün“ und „gelb“ im Spektrum: *khlōrós* charakterisiert bei Homer sowohl die Farbe junger Aussaat, frischen Blattgrüns usw. als auch diejenige des Honigs (*Il.* 11,631; *Od.* 10,234). Entsprechend voneinander abweichende Segmentierungen einer imaginären Zeitlinie liegen etlichen Wörtern indogermanischer Sprachen für „Zeit“ selbst und Zugehöriges zugrunde. Das lehren schon wenige ausgewählte Fälle:

2.1 Erstens bezeichnet gr. *khrónos* bei Homer „Zeit“ im Sinne einer nicht irgendwie begrenzten Dauer.³

2.2 Zweitens meinen Wörter für „Zeit“ genaugenommen bestimmte Abschnitte auf der Zeitlinie. Das gilt u.a. für lat. *tempus* nach Ausweis von Verbindungen wie *hoc tempore* „zu dieser Zeit“, *matutina tempora* „Morgenstunden“ usw. Dazu stimmt eine explizite Aussage

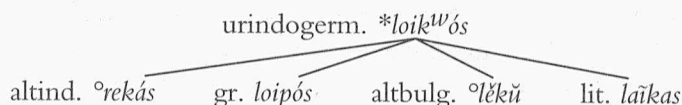
¹ W. v. Humboldt, *Gesammelte Schriften*. Band VI/1. Berlin 1907, 179.

² F. de Saussure, *Cours de linguistique générale*. Publié par Ch. Bally et A. Sechehaye avec la collaboration de A. Riedlinger. Lausanne-Paris 1916 (2. Aufl. Paris 1922), 98–100.

³ H. Fränkel, *Wege und Formen frühgriechischen Denkens*. 2. Aufl. München 1960, 1–2.

Ciceros, der *tempus* folgendermaßen definiert hat (*inv.* 1, 39) *tempus . . . est . . . pars quaedam aeternitatis cum alicuius annui, menstrui, diurni nocturnive spatii certa significatione* „tempus . . . ist . . . ein gewisser Teil der Ewigkeit mit einer bestimmten Anzeige irgendeiner Jahres-, Monats-, Tages- oder Nachtstrecke“. Ähnlich im Vordergrund steht die Auffassung begrenzter Zeit bei neuhochdeutsch *Zeit*, niederdeutsch *tīd* und dem damit etymologisch identischen neuenglischen *tide*: Zum einen bilden im Deutschen *Zeit* und *Ewigkeit* ein semantisches Gegensatzpaar; zum andern sind zu beachten Junktoren wie nhd. *Jugendzeit*, *Zeit der Reife*, *viktorianische Zeit* usw., Fritz Reuters niederdeutsche Werktitel „Ut de Franzosentid“, „Ut mine Festungstid“, „Ut mine Stromtid“ sowie die im altenglischen *tīd* noch nicht eingetretene spätere Spezialisierung von begrenzter Zeit auf die „Gezeiten“ von Ebbe und Flut im neuenglischen *tide*.

Für das litauische Wort *laikas* geben Wörterbücher⁴ die Bedeutungen „Zeit, Zeitpunkt, Zeitdauer, Frist, Termin“ an. Die Auffassung begrenzter Zeit dürfte auch hier zentral und jedenfalls primär gewesen sein. Das legen zahlreiche gängige Verbindungen nahe vom Typ lit. (*dárbo, pietų, bañdymo*) *laikas* „(Arbeits-, Mittags-, Probe)zeit“. Merkwürdigerweise kann nun lit. *laikas* in manchen Wendungen vereinzelt auch soviel wie „Tod“ bedeuten, der sonst gewöhnlich durch das mit lat. *mors*, Gen. *mort-is*, nhd. *Mord* usw. verwandte Wort lit. *mirtis* ausgedrückt wird: z. B. *gál tù . . . laiko ieskai* „vielleicht . . . suchst du den Tod“, *laiką rado* „er fand den Tod, starb“.⁵ Möglicherweise liegt der Schlüssel für das Verständnis dieser seltsamen marginalen Nebenbedeutung in der Etymologie des baltischen Wortes: lit. *laikas* (lett. *laiks*) gehört innerbaltisch zum Verbum lit. *lik-ti* „übrigbleiben“; außerbaltisch hat *laikas* formal genaue Entsprechungen in altbulg. (*otŭ*)*lĕkŭ* „(Über)rest“, altind. (*ati*)*rekās* „Überschuß, Überbleibsel“, gr. *loipós* „übrig“. Alle zusammen stammen wohl aus einem ererbten Wort für „übrig, Rest“, aus dem sie sich nach den je eigenen Lautgesetzen der beteiligten Einzelsprachen entwickelt haben:



Demnach hätte lit. *laikas* ursprünglich das, was übrigbleibt, den Rest (einer Zeitspanne) bezeichnet, was, bezogen auf die Lebenszeit, dann gelegentlich auch Verwendung des Wortes für den Tod ermöglichte. Das gleiche Benennungsmotiv – der Tod als Rest – findet sich notabene bei Shakespeare in den berühmten letzten Worten des sterbenden Hamlet: „Der Rest ist Schweigen“ (Übersetzung A. W. v. Schlegels).

2.3 Neben genaunommenen Ausdrücken für primär undeterminierte Zeit wie hom. *khronos* und solchen für primär begrenzte Zeitabschnitte gibt es drittens Wörter, die zunächst bis auf einen bloßen Punkt verkürzte Zeitausschnitte betreffen. Dazu gehören im Altindischen das ältere vedische *rtús* „bestimmte(r) Zeit(punkt)“ – etwa für den Vollzug ritueller Handlungen – und das etwas jüngere *kālās* „richtige(r), günstige(r) Zeitpunkt“ für etwas. Ähnlich verhält es sich mit *kairós*, dem semantisch weitgehend entsprechenden griechischen Wort, in frühen Belegen „rechter, entscheidender Zeitpunkt“, so zuerst bei Hesiod, *Op.* 694 derjenige für den Beginn einer Seefahrt.

2.4 Den bisher angeführten Wörtern für „Zeit“ in indogermanischen Sprachen ist gemeinsam, daß sie offenbar alle das Kontinuum einer imaginären Zeitlinie voraussetzen, auf der sie

⁴ M. Niedermann – A. Senn – A. Salys, *Wörterbuch der litauischen Schriftsprache. Litauisch : Deutsch.* II. Band. Heidelberg 1951, 3–4; E. Fraenkel, *Litauisches etymologisches Wörterbuch.* Band I. Heidelberg 1962, 331.

⁵ Nach K. Büga bei E. Fraenkel, a. a. O. (Anm. 4).

zumindest ursprünglich oder anfänglich – d.h. in manchen Fällen vor sekundären semantischen Nivellierungen in Richtung auf undifferenzierte Zeit – gruppenweise unterschiedlich extensive Ausschnitte benennen. Eine ganz andere Voraussetzung und damit Grundvorstellung scheint dagegen nach Ausweis seiner Etymologie dem slavischen Wort für „Zeit“ (russ. *vrémja* und seinen Entsprechungen in anderen Slavinen) zugrunde zu liegen. Darauf wird aus gegebenem Anlaß im Schlußteil dieser Ausführungen zurückzukommen sein.

3. Nach traditioneller, von griechischen Philosophen ausgehender Sprachlehre spielt linear verstandene Zeit nun auch in der Grammatik, in Flexionsformen und Syntax, eine erhebliche Rolle. Diese zunächst für das Altgriechische entworfene, dann von römischen Grammatikern für das Latein übernommene Lehre wurde später auch auf moderne europäische und andere indogermanische wie außerindogermanische Sprachen übertragen. Bedenken hinsichtlich der sachlichen Adäquatheit und Allgemeingültigkeit eines letztlich antiken Grammatikmodells und der ihm eigenen Implikationen von Zeit sind dann vor allem im 20. Jh. von verschiedenen Seiten vorgetragen und begründet worden. Von zwei Fällen dieser Art wird hier bald zu reden sein. Zunächst soll jedoch kurz das herkömmliche Bild grammatikalisierte Zeit erläutert werden.

3.1 Bis heute erscheint auch grammatikalisierte Zeit – ähnlich wie nach dem bisher Gesagten die im Wortschatz realisierte – im wesentlichen als lineares Phänomen. Eine demnach systematisch in der Sprache angelegte Zeitlinie kommt der traditionellen Lehre zufolge bei der Wortart ‚Verbum‘ zum Ausdruck. Diese Zuordnung findet sich zuerst mehrfach bei Aristoteles, z.B. in der Schrift ‚*Perì hermēneías*‘ (lat. ‚De interpretatione‘), 3. Dort wird vom *rhēma* (lat. *verbum*) gesagt, es bezeichne im Gegensatz zum *ónoma* (lat. *nomen*) zusätzlich Zeit. Der deutsche Ausdruck ‚Zeitwort‘, aufgekommen in den Sprachgesellschaften des 17. Jahrhunderts, setzt diese Definition auch terminologisch fort. Nach Aristoteles haben griechische – ihrem Vorbild folgend römische – Grammatiker und schließlich die neuere herkömmliche Sprachwissenschaft das Konzept linearer Zeit vorzugsweise mit den grammatischen Tempora beim Verbum in Zusammenhang gebracht. Diese reflektieren demnach im Kern drei verschiedene Zeitstufen. Die dahinter stehende außergrammatische Vorstellung von Gewesenen, Seiendem und Bevorstehendem erscheint früh, in der ersten Hälfte des 1. Jahrtausends v. Chr., nicht nur bei den Griechen (Homer, *Il.* 1,70), sondern auch im alten Iran (bei Zarathustra, *Y.* 33,10). Im Schema nacharistotelischer griechischer Grammatiker sowie ihrer römischen Gefolgsleute kehrt diese lineare Zeiteinteilung in einer kategorialen Abfolge von drei grammatischen *khrónoi*/*tempora* wieder: (*khrónos*) *enhestós*/(*tempus*) *praesens* für die Gegenwart; *parelēuthós*/*praeteritum* für die Vergangenheit; *mélōn*/*futurum* für die Zukunft (Dion. Thrax p. 53,1 Uhlig/Don. *gramm.* IV 384,10 u.a.); auf weitere Unterteilungen dieses Systems von drei mit entsprechenden linearen Zeitstufen korrelierenden grammatischen Tempora braucht hier nicht eingegangen zu werden. Das zitierte Grundschema wirkt bis heute jedenfalls so stark nach, daß es uns auf den ersten Blick als allein angemessen und selbstverständlich erscheinen mag.

4.1 Einwände wurden und werden zum einen gegen die aus der Antike fortgeschriebenen Deutungen der einschlägigen Befunde in indogermanischen Sprachen angemeldet. Als ein Beispiel unter anderen läßt sich dafür anführen Harald Weinrichs Buch *Tempus. Besprochene und erzählte Welt* (Stuttgart 1964, 5. Auflage 1994). Weinrich bestreitet geradezu, daß Zeit und verbale Tempora etwas miteinander zu tun hätten. Wie schon der Untertitel seines Buchs andeutet, möchte Weinrich den von ihm auf zwei Hauptklassen verteilten Tempora ganz andere Grundfunktionen zuerkennen: der ersten Tempusklasse die Funktion des Besprechens, der zweiten diejenige des Erzählens. Ein wichtiges Tempus innerhalb der ersten Klasse

sei das Präsens als besprechende Kategorie, ein solches innerhalb der zweiten das Präteritum (gegebenenfalls auch zwei Präterita wie u. a. im Französischen) als erzählende Kategorie(n).

Zutreffend an diesem Versuch einer neuen Klassifikation der Tempora ist neben anderem die heute auch sonst kaum noch bezweifelte Einsicht, daß das Präsens sehr oft für zeitlose Aussagen verwendet wird, die etwas besprechen, erwähnen, beschreiben oder feststellen. Sätze wie *Wasser gefriert bei 0 Grad Celsius* oder *Eltern lieben ihre Kinder* geben mit ihren Präsensformen keine aktuellen gegenwärtigen Geschehnisse, sondern zeitlos gültige Sachverhalte wieder. Diese Erkenntnis darf jedoch nicht umgekehrt ihrerseits unzulässig verallgemeinert werden. In bestimmten Kontexten und Situationen dient das Tempus Präsens durchaus im Sinne der alten Auffassung auch zur Wiedergabe aktuell gegenwärtiger, d. h. zeitgleich mit der Sprecheraussage ablaufender oder – in anderen Fällen – mit der Sprecheraussage identischer Vorgänge und Handlungen: z. B. bei der sogenannten Teichoskopie (Mauerschau) im alten Epos und im Drama, in modernen Rundfunkreportagen oder in bestimmten Sprechakten des Typs *Hiermit taufe ich dich auf den Namen x*. Man wird dem Tempus ‚Präsens‘ also zwei von der Art der jeweiligen Äußerung abhängende Funktionen zuerkennen müssen: eine zeitindifferente Funktion in Erwähnungen, Feststellungen, Beschreibungen und eine zeitbezogene Funktion in Teichoskopien, Reportagen, bestimmten Sprechakten. Und gute Gründe sprechen auch dafür, daß ein Tempus ‚Präteritum‘ zwar weitgehend erzählende (berichtende) Funktion hat, aber zugleich auf Vergangenheit als zeitlichen Rahmen für das Erzählte verweist.

Etwas anders als gemäß dem herkömmlichen Modell dreier versprachlichter Zeitstufen ist es freilich auch unseres Erachtens um die gemeinindogermanische Gültigkeit des dritten elementaren Tempus, des Futurums, bestellt. Einige indogermanische Sprachgruppen – das Tocharische, Altanatolische (Hethitische und Luwische), Armenische, Slavische, Albanische und Germanische – kennen jedenfalls keine synthetischen Flexionsformen eines Futurums; sie haben – allesamt oder teilweise – solche vielleicht nie besessen. Die Futurformen der übrigen indogermanischen Idiome sind untereinander morphologisch weitgehend unvergleichbar, haben in diesen Fällen also keine gemeinsamen prähistorischen (urindogermanischen) Vorläufer. Da sich andererseits viele Präsens- und manche Präteritalbildungen unter Einzelsprachen formengeschichtlich entsprechen, legt dieser Gesamtbefund folgenden diachronischen Schluß nahe: im Urindogermanischen scheint es die Tempora Präsens und Präteritum, aber kein eigentliches Futurum gegeben zu haben; die Zeitlinie war hier sprachlich offenbar ursprünglich zweigliedrig strukturiert: für Gegenwart und Vergangenheit, zunächst womöglich sogar allgemeiner für Vergangenheit und Nichtvergangenheit⁶ oder für Gegenwart und Nichtgegenwart.

Solche elementar zweigliedrigen Tempussysteme kommen auch in modernen Sprachen vor. Dahinter mag stehen, daß Zukünftiges konzeptuell weniger gewiß als Vergangenes und Gegenwärtiges und insoweit von anderer Qualität ist. Dazu paßt, daß in der Entwicklungsgeschichte der indogermanischen Sprachen Zukunft zunächst lediglich indirekt, vor allem im Rahmen verbaler Modi wie Konjunktiv, Optativ, Desiderativ und Imperativ für gewollte, mögliche, gewünschte und befohlene Vorgänge angesprochen worden zu sein scheint. Darauf deutet zumal die Tatsache hin, daß die offenbar erst nachträglich in den indogermanischen Einzelsprachen, weil morphologisch weitgehend verschieden zustande gekommenen Futura meist auf älteren Modalformen basieren. So ist z. B. das lateinische Futurum *ero* „ich werde sein“ ein ehemaliger Konjunktiv, der in altavestischem *aṇhā* und homerisch-griechischem *ἔō* „ich will sein“ noch als solcher erhalten ist. Berücksichtigt man wieder die Wirkung jeweiliger einzelsprachlicher Lautgesetze, so erweisen sich alle drei Formen als Fortsetzungen des gleichen grundsprachlichen Konjunktivs:

⁶ Dazu B. Comrie, *Tense*. Cambridge 1985 (Reprints 1986, 1987, 1990), 45 und 49.

urindogerm. **h₁ésō* (1. Sg. Konj.) „ich will sein“

altavest. *aphā*
(1. Sg. Konj.)

gr.hom. *éō*
(1. Sg. Konj.)

lat. *ero*
(1. Sg. Fut.)

Die Tendenz, einzelsprachliche Futurformen erst aus modalen Ausdrücken zu entwickeln, hat sich später auf jüngeren Sprachstufen wiederholt: so ist das neuenglische periphrastische Futur (Beispiel *I shall go, he will go*) modalen Ursprungs (*„ich soll gehen, er will gehen“). Und das Futur der romanischen Sprachen stammt aus spätlateinischen Syntagmen mit modalen Funktion: so hat etwa spätlat. *ire habeo* „ich habe zu gehen (muß gehen)“ im Französischen (*j'irai*) „ich werde gehen“ ergeben.

4.2 Schon Jahrzehnte vor Weinrichs Versuch, die Tempora indogermanischer Sprachen umzudeuten, hatte zum andern der Amerikaner Benjamin L. Whorf (1897–1941) das Fehlen von verbalen Tempora in einer nichtindogermanischen Sprache, der der Hopi-Indianer im Nordwesten von Arizona, konstatiert. Daraus und aus einigen weiteren Beobachtungen folgte er, daß das Hopi eine „timeless language“,⁷ eine Sprache ohne Zeit sei. Im Rahmen der von seinem Lehrer E. Sapir und ihm selbst vertretenen Theorie sprachlicher Relativität (‘linguistic relativity’), wonach Denken und Anschauungen von Sprachgemeinschaften durch deren Sprachen erheblich präterminiert seien, ging Whorf sogar noch weiter: er meinte, den Hopis fehle aufgrund ihrer „timeless language“ auch die Vorstellung dimensionaler Zeit überhaupt.

Whorfs nachhaltiges Aufsehen erregende Beurteilung der Hopi-Sprache hat sich aber mittlerweile als unhaltbar erwiesen, namentlich dank der auf Feldforschungen gegründeten Untersuchung von E. Malotki, *Hopi Time. A Linguistic Analysis of the Temporal Concepts in the Hopi Language* (Berlin-New York-Amsterdam 1983).⁸ Malotkis Nachweisen zufolge erscheint Zeit auch in der Hopi-Sprache grammatikalisiert, zwar nicht in genuinen Tempora, aber in temporalen Partikeln, Adverbien und vor allem in solchen Verbalkategorien, von denen Whorf gesagt hatte, sie reflektierten in Aussagen unterschiedliche Arten von Gültigkeit: so u. a. die eines Tatsachenberichts (mit Faktizität) einerseits und die einer Erwartung (ohne Faktizität) andererseits. Dabei wird nun, wie Malotki zeigen konnte, Zeitbezug jedenfalls beiläufig immer mitbezeichnet. Die Whorfsche Verbalkategorie für Erwartung z. B. wird ausgedrückt durch ein modal-futurisches Suffix *-ni*, im folgenden Beispiel zusätzlich gestützt durch eine temporale Partikel (Adverb) im Sinne von „danach, später“:

<i>ason</i>	<i>nu'</i>	...	<i>uu-mi</i>	<i>yóri-k-ni</i>	⁹
später	ich		dir-zu	sehen VOL/FUT	

„Später . . . will ich dich sehen (besuchen)“

Der Verbal Ausdruck steht hier in einer Art Modus, der Zukunft impliziert. Parallel dazu hatte es sich ja vorhin (oben 4.1) gezeigt, daß Modales in indogermanischen Sprachen oft Vorstufe eines Futurtempus war. Nach Malotki¹⁰ gehört das Hopi zu einer beschränkten Klasse mensch-

⁷ Benjamin L. Whorf, *Language, Thought and Reality. Selected Writings*. Ed. by John B. Carroll. Cambridge Mass. 1956 (3. Aufl. 1967), 216.

⁸ Dazu auch Andrea Stahlschmidt, *Das Verbalssystem des Hopi. Eine semantische Strukturanalyse der Hopi-Grammatik unter besonderer Berücksichtigung von B. L. Whorfs Thesen zur Zeitauffassung der Hopi-Indianer*. Diss. Münster (SAIS Arbeitsberichte, Heft 7). Kiel 1983; vorbereitend schon früher H. Gipper, *Gibt es ein sprachliches Relativitätsprinzip? Untersuchungen zur Sapir-Whorf-Hypothese*. Frankfurt/Main 1972.

⁹ Aus E. Malotki, *Hopi-Time. A Linguistic Analysis of the Temporal Concepts in the Hopi-Language*. Berlin-New York-Amsterdam 1983, 539.

¹⁰ E. Malotki (wie Anm. 9), 626.

licher Sprachen, die die Zeitlinie binär in zwei Abschnitte für Zukunft und Nichtzukunft gliedern.¹¹

Der entscheidende Trugschluß Whorfs hatte darin bestanden, daß er aus dem Fehlen bestimmter Ausdrucksmittel wie genuiner Tempora im Hopi das dortige Fehlen von versprachlichter wie vorgestellter Zeit überhaupt ableiten wollte. Comrie hat das inadäquate Schlußverfahren Whorfs in einem Bonmot treffend beleuchtet: „Es wäre ebenso logisch zu behaupten, daß Sprecher von Sprachen, denen grammatische Kategorien nominaler Genera fehlen, eine grundlegend andere Vorstellung von natürlichem Geschlecht (Sexus) haben als Sprecher von Sprachen mit solchen grammatischen Genuskategorien“.¹²

4.3 In zahlreichen Sprachen gibt es nun eine weitere Gruppe zeitbezogener grammatischer Kategorien, die der verbalen sogenannten ‚Aspekte‘. Diese erscheinen dort, wo sie auftreten, nur teilweise mit verbalen Tempora verquickt. Durch Aspekte wird nicht, wie durch Tempora, angegeben, wann sich Handlungen und Vorgänge relativ zum Standpunkt des Sprechers (Erzählers, Autors) auf der Zeitlinie ereignen, sondern wie sie sich auf dieser Zeitlinie dimensional darstellen. Im Rahmen eines vorrangig zweigliedrigen (‚binären‘) Gegensatzes werden dabei im wesentlichen einerseits ‚vollendete‘ oder als punktiv gewertete Vorgänge mit der Kategorie eines ‚perfektiven‘ (‚konfektiven‘) Aspekts, andererseits ‚unvollendete‘ oder als noch verlaufend gefaßte Vorgänge mit der Kategorie eines ‚imperfektiven‘ (‚infektiven‘) Aspekts ausgedrückt. Nach üblicher Auffassung ist dabei entscheidend die Wiedergabe der einen oder der anderen Vorgangsmodalität aus der Sicht (deshalb der Terminus ‚Aspekt‘, russ. ‚vid‘) des Sprechers (Erzählers, Autors). Doch wird dieser oder jener ‚Aspekt‘ oft auch von gewissen unterschiedlichen Bedeutungsmerkmalen, den sogenannten ‚Verbalcharakteren‘ und ‚Aktionsarten‘ verwendeter Verballexeme, sowie von bestimmten Eigenarten einer jeweiligen Textumgebung (des ‚Kontexts‘) beeinflusst. Darauf wird hier alsbald an Hand zweier einschlägiger Beispiele zurückzukommen sein. Jedenfalls ist ‚Aspekt‘ somit keine, wie man früher verschiedentlich gemeint hat, bloß ‚subjektive‘ Kategorie in dem Sinne, daß die Wahl zwischen ‚perfektiven‘ (‚konfektiven‘) und ‚imperfektiven‘ (‚infektiven‘) Verbalausdrücken ganz dem Belieben eines Sprechers (Erzählers, Autors) überlassen wäre.

Aspektkategorien sind in indogermanischen Sprachen nicht überall gleichermaßen vorhanden oder ausgeprägt. Deutlich ausgebildete Aspekte haben beispielsweise das Alt- und Neugriechische, das Russische und andere Slavinen sowie das Neuenglische. Zudem gibt es außerhalb der indogermanischen Sprachen solche wie etwa die semitischen, bei denen Aspektkategorien dominant sind und verbale Wiedergabe absoluter Zeitstufen nicht durch Tempora erfolgt; Vergangenheit und Nichtvergangenheit (Gegenwart, Zukunft) von Handlungen, Vorgängen und Ereignissen werden dort verbal vielmehr konkomitant durch den perfektiven (konfektiven) und imperfektiven (infektiven) Aspekt mit ausgedrückt.¹³

Die soeben exemplarisch genannten indogermanischen Sprachen verfügen über je eigene formale Ausdrucksmittel für die Wiedergabe von Verbalaspekten. Ein inhaltlicher Gegensatz wie beispielsweise der von „er schrieb“ ohne Rücksicht auf Abschluß der Tätigkeit und „er schrieb“ im Sinne der zum Abschluß gekommenen Tätigkeit erscheint altgriechisch in der Opposition von Imperfekt- und Aoristpräteritum (genauer: in der von Präsens- und Aoriststamm): *égraphie* vs. *égrapse*; russisch im Gegensatz zwischen einfachem imperfektivem und

¹¹ Zu Sprachen mit diesem Typus von Tempusgliederung allgemein B. Comrie (wie Anm. 6), 49–50.

¹² B. Comrie (wie Anm. 6), 4; hier oben übersetzt.

¹³ Dazu zuletzt R. Stempel, *Abriss einer historischen Grammatik der semitischen Sprachen*. Frankfurt am Main 1999, 135–136; ferner N. Nebes (Hrsg.), *Tempus und Aspekt in den semitischen Sprachen*. Wiesbaden 1999, mit einschlägigen Beiträgen auch zu Sonderfällen und Spezialfragen. – Nach umfangreicher früherer Literatur zum Aspekt allgemein und in weiteren Sprachen der Welt B. Comrie, *Aspect*. Cambridge 1976 (reprinted zuletzt 1989).

präfigiertem perfektivem Verb: *on pīsal* vs. *on napīsal*; neuenglisch im Kontrast zwischen sogenannter ‚progressive‘ und ‚simple‘ form: *he was writing* vs. *he wrote*.

Der bereits angedeutete Umstand, daß vielfach Eigenarten jeweils verwendeter Verballexeme und der Kontexte die Aspektwahl steuern, läßt sich gut an bestimmten Fällen des homerischen Griechisch ablesen. Schon eine allgemeine Erwägung legt es nahe, daß z.B. ein Verbum mit der Bedeutung „finden“, die nichtdurativer (punktativer) Natur ist, weil es kein zeitlich andauerndes „finden“ gibt, für den imperfektiven (infektiven), einen Vorgangsverlauf anzeigenden Aspekt ungeeignet sein dürfte. Tatsächlich verhalten sich denn auch dementsprechend die homerischen Belege des einschlägigen griechischen Wortes. Das Verbum für „finden“ kommt bei Homer 90 mal in Formen des für den perfektiven (konfektiven) Aspekt zuständigen Aoriststamms – Infinitiv *heurēin* usw. – vor. Nur ein einziges Mal erscheint es dort in einer solchen des den imperfektiven (infektiven) Aspekt wiedergebenden Präsensstammes. Dieser eine Sonderfall aus der Odyssee ist charakteristischerweise erkennbar durch ein zusätzliches kontextuelles Merkmal bedingt: Penelope, von den Freiern bedrängt, sagt zu ihrem heimgekehrten, aber von ihr noch unerkannten Gatten Odysseus

Od. 19, 157 *nūn d' oút' ekphugéin dúnamai gámon oúte tin' állēn*
 158 *mētīn éth' heurískō*

„Jetzt aber kann ich einer Vermählung nicht mehr entgehen und finde auch keinen anderen Rat mehr“

Ausschlaggebend ist hier, daß das Verbum *heurískō* „ich finde“ mit seinem bei Homer ungewöhnlichen Präsensstamm im Kontext negiert (*oúte* . . . *éth'* „auch nicht . . . mehr“) wird: Im Unterschied zu immer punktuell realisiertem „finden“ ist nämlich „nicht finden“ von zeitlicher Dauer, hat gewissermaßen Zustands- oder Verlaufseigenschaft und kann deshalb im imperfektiven (infektiven) Aspekt des Präsensstamms auftreten.¹⁴ Umgekehrt als das in der altpetrischen griechischen Sprache sonst nur im perfektiven (konfektiven) Aorist belegte punktative Verbum für „finden“ verhält sich dort dessen konverses Gegenstück, das Verbum *zēteîn*, *zēteúein* mit seiner durativen, einen Vorgangsverlauf implizierenden Bedeutung „suchen“. An seinen – freilich selteneren – Belegstellen im altgriechischen Epos kommt es seinerseits bezeichnenderweise ausschließlich im imperfektiven (infektiven) Aspekt des Imperfekts und sonstiger Formen des Präsensstamms vor: 3. Sg. Impf. *zētei* „suchte“ *Il.* 14,258; *h.Merc.* 22; Inf. *zēteúein* „suchen“ *h.Merc.* 392; Part. *zēteúōn* „suchend“ *h.Apoll.* 215; 2. Sg. Konj. *mē pote* . . . *zēteúēis* „niemals . . . suche!“ *Hes. Op.* 399–400.

Wenigstens Ansätze zur hier angedeuteten Aspektlehre lassen sich ebenfalls schon bei den antiken Griechen, und zwar bei den Stoikern nachweisen. Diese unterschieden bereits – wenngleich mit teilweise anderen Zuordnungen zu verbalen Formenklassen des Griechischen als wir heute – unter anderem, d.h. mit variierenden Termini, zwischen *khrónoi ateleis* „unvollendeten Tempora“ und *khrónoi téleioi* „vollendeten Tempora“.¹⁵ Aber sie blieben noch weit hinter dem modernen, durch die Kenntnis der slavischen, semitischen usw. Sprachen geschärften Verständnis von Aspekten zurück.

¹⁴ E. Hermann, „Die altgriechischen Tempora, ein strukturanalytischer Versuch“, *NAWG* 1943, 615 (dazu K. Strunk, *Glotta* 49, 1971, 198) argumentierte, das Präsens *heurískō* von Vers 158 stehe parallel zum präsentischen Ausdruck *ekphugéin dúnamai* „kann entgehen“ in Vers 157 und meine demzufolge ein „Findenkönnen“; das sollte wohl heißen, es handle sich hier nicht um ein Präsens für einen aktuell gegenwärtigen, sondern für einen außerzeitlichen allgemeinen Sachverhalt (vgl. dazu hier oben im Text 4.1, Abs. 1–2), das auch bei einem punktativen Verbum möglich sei.

¹⁵ Das Wesentliche zusammengefaßt bei E. Schwyzer – A. Debrunner, *Griechische Grammatik*. Zweiter Band. *Syntax und syntaktische Stilistik*. München 1950, 249 (mit älterer Literatur).

5. Insgesamt gesehen, operieren nicht nur die indogermanischen, sondern auch die sonstigen Sprachen der Welt durchweg mit Zeitbezügen. Das ist wohl ein sogenanntes Universale.¹⁶ Was zwischen Sprachen mehr oder weniger variiert, sind die dazu verwendeten Ausdrucksmittel. Diese sind innerhalb einer jeden Sprachgemeinschaft eindeutig und konventionalisiert. Zwischen verschiedenen Sprachgemeinschaften können sie im Extremfall bis zur Gegensätzlichkeit differieren. So erwähnt Henry D. Thoreau¹⁷ „Puri-Indianer, von denen es heißt, daß sie für ‚gestern‘, ‚heute‘ und ‚morgen‘ nur *ein* Wort besitzen und den Unterschied . . . ausdrücken, indem sie für gestern rückwärts, für morgen vorwärts und für heute über den Kopf nach oben deuten“. Das erscheint im Einklang mit der Zeitrichtung normal, ist aber nicht selbstverständlich. Denn demgegenüber vermerkt Penny Boyes Braem zur Gebärdensprache der Maya-Indianer, daß in ihr „vor dem Gebärdenden plazierte(n) Gebärden etwas Vergangenes bezeichnen“ (vielleicht, weil Vergangenes bekannt und damit gleichsam ‚sichtbar‘ ist), während „Gebärden mit . . . Zukunftsbedeutung . . . auf der Zeitlinie hinter dem Gebärdenden plazierte“ werden (womöglich, weil Zukunft unbekannt und somit gleichsam unsichtbar ist).¹⁸

5.1 Hinter wie auch immer in Tempussystemen versprachlichter Zeit steht nahezu allenthalben die Vorstellung linearer Zeit. Diese wird allerdings unterschiedlich segmentiert. Dreigliedrigen Tempussystemen zur Wiedergabe von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft stehen verschiedene elementar zweigliedrige gegenüber. Bei diesen im Prinzip binären Systemen gibt es in erster Linie solche für Vergangenheit und Nichtvergangenheit, vereinzelt solche für Zukunft und Nichtzukunft (wie das Hopi)¹⁹ und wohl auch für Gegenwart und Nichtgegenwart.²⁰

6. In einem letzten Teil unserer Betrachtung bleibt immerhin daran zu erinnern, daß es neben linearer auch zyklische Zeitvorstellung gibt. Stets wiederkehrende Jahreszeiten und Feste, immerwährender Wechsel von Tag und Nacht, von Sonnenauf- und -untergang, von Mondphasen sowie anderes mehr, in Kulturen (Religionen) mit Wiedergeburtsglauben auch der Kreislauf zwischen Tod und Leben legen die Anschauung einer sich in Zyklen drehenden statt in linearen Kontinua fortschreitenden Zeit im Grunde nahe. Auch im griechischen Mythos wechselt Persephone, die Tochter der Demeter, regelmäßig und damit zyklisch zwischen Unter- und Oberwelt, zwischen Hades und Olymp.

Sprachlich allerdings finden sich Reflexe von kreisender Zeit eher in den Bereichen des Wortschatzes und der Phraseologie als systematisch in dem von verbalen Tempora. So begegnet beispielsweise im altindischen Epos *Mahābhārata* (2,342; 4,1607 u.ö.) das Kompositum *kālacakram* „Rad der Zeit“, ähnlich später das ebenso dichtersprachliche, typologisch vergleichbare deutsche Gegenstück in einem von Schiller an Goethe gerichteten Gedicht aus dem Jahre 1800:

*Es wär ein eitel und vergeblich Wagen,
zu fallen ins bewegte Rad der Zeit . . .*²¹

¹⁶ So auch E. Malotki (wie Anm. 9), 630.

¹⁷ Henry D. Thoreau, *Walden oder Hüttenleben im Walde*. Zürich 1979, 118. (Einen Hinweis darauf verdanke ich G. Neumann, Würzburg, den genauen Stellennachweis Elisabeth Neumann, München.)

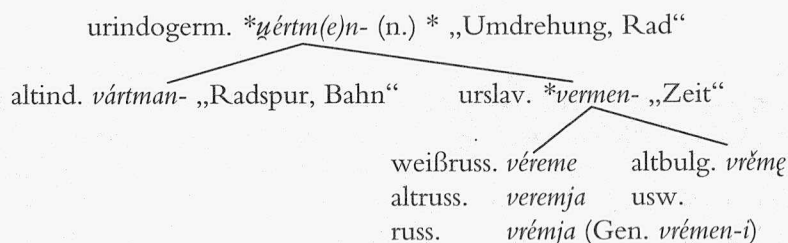
¹⁸ Penny Boyes Braem, *Einführung in die Gebärdensprache und ihre Erforschung* (Internationale Arbeiten zur Gebärdensprache und Kommunikation Gehörloser, Band 11). Hamburg 1990, 71.

¹⁹ B. Comrie (wie Anm. 6), 48–50.

²⁰ Dazu (für die indogermanische Grundsprache) K. Strunk, „Zeit und Tempus in altindogermanischen Sprachen“, in: *Indogermanische Forschungen* 73, 1968, 279–311, bes. 287–294; B. Comrie (wie Anm. 6), 50 (skeptisch gegenüber einem solchen Typus binärer Tempusgliederung).

²¹ Friedrich Schiller, *Sämtliche Werke*. Erster Band. 8., durchgesehene Aufl. München (Hanser) 1987, S. 211, Vers 29–30.

Dem slavischen Wort für „Zeit“, russ. *vrémja* (n.), weißruss. *véreme* usw. lag ursprünglich wohl das gleiche Benennungsmotiv zugrunde. Es geht wahrscheinlich mit dem so dieselbe Wurzel und Stammbildung aufweisenden, seit dem R̥gveda, dem ältesten Text, belegten altind. Wort *vártman-* (n.) „Radspur, Bahn“ auf einen beiden gemeinsamen Vorläufer zurück:²²



Die slavische Benennung der Zeit beruhte dann auf einer sogenannten Metonymie (Bedeutungsverlagerung unter Gliedern eines komplexen Ausdrucks: *Rad der Zeit* > *Rad* „Zeit“) oder auf einer frühen Metapher (Zeit als „Rad“). Formal war sie so einst verbalnominale Ableitung verbreiteten Bildungstyps von einem ebenso schon grundsprachlich vorhanden gewesenem Verbum, das u.a. in altind. *vártate*, lat. *vertitur* „dreht, wendet sich“ fortlebt. Außer im Wortschatz hat die Vorstellung kreisender Zeit sprachlichen Niederschlag phraseologischer Art gefunden. Homer spricht mehrfach von *periplómenoi eniautoi* „(im Kreis) umlaufenden Jahren“. Vergil hat diese Wendung *Aen.* 1,234 mit *volventibus annis* „im Umlauf der Jahre“ ins Lateinische umgesetzt, ähnlich Ovid, *met.* 5,565 *volventem . . . annum*. Andere römische Autoren bieten leicht abgewandelte Wortverbindungen unter Verwendung des ererbten lateinischen Verbums *verti* „sich wenden, drehen“, dessen indogermanischer Vorläufer, wie sich soeben gezeigt hat, offenbar auch im slavischen Wort für „Zeit“ steckt. Bei Plautus, *Persa* 628 heißt es *hunc mensem vortentem* „während dieser Monat sich dreht“, bei Cicero, *nat.deor.* 2,53 *anno fere vertente* „nahezu in der Umdrehung eines Jahres“.

Dagegen lassen die uns bekannten Sprachen der Welt fast durchweg keine zyklische Zeitvorstellung in grammatischer Tempusgestaltung erkennen. Vereinzelte Ausnahmen von dieser Regel scheint es in einigen wenigen australischen Eingeborenensprachen zu geben. In einer davon, im Burera, zu dem noch am ehesten – wenngleich ebenfalls nur dürftige – einschlägige Informationen vorliegen,²³ wird ein binärer temporaler Gegensatz durch zwei kontrastierende Verbalsuffixe, *-nga* und *-de*, ausgedrückt. Von der Warte des Sprechers aus bezeichnet *-nga* zeitliche Nähe, *-de* zeitliche Ferne. Außergewöhnlich ist nun, daß nach vorliegenden Angaben *-nga* „zeitlich nah“ sowohl bezogen auf heute als auch bezogen auf jüngere Vergangenheit vor heute anzeigt und sich *-de* – komplementär dazu – sowohl auf heute als auch auf

²² So jedenfalls nach der gemeinhin favorisierten Etymologie des slavischen Wortes: s. M. Vasmer, *Russisches Etymologisches Wörterbuch*. Erster Band. Heidelberg 1953, 235 (s.v. *vrémja*); M. Mayrhofer, *Etymologisches Wörterbuch des Altindischen*. II. Band, Lieferung 17. Heidelberg 1995, 520 (s.v. *vártman-*), jeweils mit weiterer Literatur. Das in altind. *vártman-* erhaltene inlautende *-t-* des Rekonstrukts dürfte im Slavischen vor Nasal auch sonst regelgerecht geschwunden sein (W. Vondrák, *Vergleichende Slavische Grammatik*. I. Band. Zweite Aufl. Göttingen 1924, 369; R. Aitzetmüller, *Altbulgarische Grammatik als Einführung in die Slavische Sprachwissenschaft*. 2. verbesserte und erweiterte Aufl. Freiburg i.Br. 1991, 45). – Ganz anders – aber kaum vorzuziehen – über den Konsonantismus im Inlaut und folglich über die Etymologie des slavischen Wortes für „Zeit“ A. Vaillant, *Grammaire comparée des langues slaves*. Tome I. Lyon-Paris 1950, 91; Tome II. Première Partie. Lyon-Paris 1958, 212: altbulg. *vrěmę* aus **ver-men-* zur Wurzel von russ. *verenica* „lange Reihe, Strich, Zug (von Vögeln)“, lit. *vėrti* „reihen, einfädeln“ usw. (so im wesentlichen schon J. Zubatý, *Archiv für slavische Philologie* 16, 1894, 418). Diese Etymologie hat gegenüber der erstgenannten und hier zugrunde gelegten u.a. den Nachteil, nicht auf eine Stammgleichung mit einer außerslavischen Wortentsprechung zurückgreifen zu können.

²³ Wiedergegeben bei B. Comrie (wie Anm. 6), 88–89.

Ernst J. M. Helmreich

Akzeptanz der Naturwissenschaften im Wandel der Zeit

Überlegungen über die Zeit in den Naturwissenschaften geben Stoff für mehrere abendfüllende Vorträge. Man könnte sich mit den sehr schnellen Reaktionen in der Physik und Chemie, oder den sehr langsamen Zeitabläufen in der Evolution der Lebewesen und den noch langsameren, in Hunderten von Millionen von Jahren ablaufenden Vorgängen in der Erdgeschichte befassen. Eingedenk dieser fast unbegrenzten Möglichkeiten, habe ich die Qual der Wahl vermieden und ein Thema für meinen Vortrag gewählt, das eine andere Art der Reflexion über die Zeit behandelt: Nämlich, die Akzeptanz der Naturwissenschaften im Wandel der Zeit. Ich fand dieses Thema interessant, weil der Wandel der Akzeptanz der Naturwissenschaften in unserer Zeit den Wandel in den Naturwissenschaften selbst reflektiert.

A: Wie haben sich die Naturwissenschaften in den letzten hundert Jahren geändert?

B: Wie haben sich die Erwartungen der Naturwissenschaftler geändert?

C: Welche Konsequenzen hat das für die Akzeptanz der Naturwissenschaften?

Mit diesen Themen werde ich beginnen. Die Beispiele, die ich meiner Betrachtung zu Grunde lege, kommen aus den Biowissenschaften. Die Zeitspanne die behandelt wird, umfaßt das ausgehende Jahrhundert und die Gegenwart.

In den letzten hundert Jahren verlief das Wachstum der Naturwissenschaften explosiv und exponentiell. Das läßt sich ermessen, wenn man berücksichtigt, daß die Zahl der Menschen, die heute Wissenschaft betreiben, größer ist als die Zahl aller Menschen, die in den Jahrtausenden davor je Wissenschaft betrieben haben.

In diesem Jahrhundert hat der Mensch, unter anderem, die Luft und den Weltraum erobert. Die Welt ist kleiner geworden. Fast jeder Winkel dieser Erde ist den vermögenden Bürgern der industrialisierten Welt zugänglich. Die weltweite Kommunikation hat jedes Ereignis, wo auch immer in der Welt, bekannt gemacht und die Globalisierung der Wirtschaft und der Weltmärkte ermöglicht. Und schließlich haben die Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Medizin die Lebensqualität und die Lebenserwartung der Menschen in der industrialisierten, wissenschaftgeprägten Welt in einem kaum zu erhoffenden Maße verbessert.

In den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts begannen Biologie und Biochemie die lebende Materie molekular zu erklären und waren speziell erfolgreich bei der Erforschung der genetischen Grundlagen des Lebens. Ein Beispiel ist die Genmanipulation der Pflanzen, die schonenderen Anbau, gesündere und hochwertigere Produkte und bessere Erträge ermöglichen wird, um 6 Milliarden Menschen auf unserer Erde ernähren zu können. Ein großer Fortschritt im Vergleich mit der bisher üblichen Genmanipulation durch Hybridisierung und Pfropfung. Oft wird vergessen, daß die Entwicklung unserer Nutzpflanzen und Nutztiere das Ergebnis Jahrhunderte alter empirischer Genmanipulationen ist.

Bedingt durch diese schnellen und unerwarteten Entwicklungen haben sich auch das Selbstverständnis und die Erwartungen der Wissenschaftler geändert. Noch im letzten Jahrhundert hoffte man endgültige Wahrheiten zu finden. Das Lager der Naturwissenschaftler war daher gespalten in Positivisten und Defätisten. Von diesen Extremen sind wir heute weit entfernt. Trotz unbestrittener Erfolge ist der moderne Naturwissenschaftler kein Positivist. Das Ziel

der modernen Naturwissenschaft hat Karl Popper definiert. Unsere Aufgabe ist es, neue Konzepte und Theorien zu entwickeln und zu verifizieren und Gegenentwürfe zu falsifizieren.

Wissenschaftler unserer Zeit glauben zwar, daß sie Fortschritte machen in dem Verständnis der Natur. Aber für uns ist Wissenschaft immer nur Suche nach der Wahrheit. Die Hoffnung ist, daß Theorien und Konzepte mehr und mehr widerspruchsfrei auf eine immer größere Vielfalt von beobachtbaren Phänomenen der Welt anwendbar werden und diese plausibel erklären können. Wir erwarten nicht mehr endgültige Erkenntnisse und Wahrheiten, jedoch rasantes Wachstum der Wissenschaft und überraschende Entwicklungen in der Zukunft. Wie umfassend unsere Theorien auch werden mögen und wie tiefgreifend diese auch die Strukturen und Prozesse der Natur erfassen mögen, es bleibt immer noch die Möglichkeit, sie zu verbessern oder sie auf neue Bereiche anzuwenden.

Unser pragmatischer Realismus ist auch tolerant. Es gibt für uns mehr als einen Weg, mehr als den eigenen Weg, sich der Wahrheit zu nähern. Für die Naturwissenschaften gibt es kein festes Programm und kein endgültiges methodisches Repertoire. Vieles kann sich ändern. Wissenschaft kritisiert und korrigiert sich selbst.

Das heute viel bescheidenere Selbstverständnis der Naturwissenschaftler hat schließlich auch das Verhältnis zur Religion entkrampft. Wissenschaft ist weder ein Religionsersatz, noch schafft sie eine allgemein verbindliche Ethik, wie noch Jacques Monod glaubte. Moderne Naturwissenschaft ist durchaus vereinbar mit einem kulturellen Pluralismus. Das hat der Molekularbiologe und Physiker Alfred Gierer in seinem schönen Buch, „Die Physik, das Leben und die Seele“ hervorgehoben.

Vor diesem Hintergrund des Wandels in den Naturwissenschaften und im Selbstverständnis der Naturwissenschaftler und den unglaublichen Erfolgen in den letzten 60–70 Jahren, scheint der Wechsel in der Akzeptanz der Naturwissenschaften von Wissenschaftsbegeisterung und Fortschrittsgläubigkeit zu Skepsis und Angst zunächst paradox.

Vom Beginn der Industrialisierung in der Mitte des 19. Jahrhunderts bis weit in dieses Jahrhundert war das Vertrauen in die Wissenschaft und den wissenschaftlichen Fortschritt unbegrenzt. In den letzten Jahrzehnten dieses ausgehenden Jahrhunderts hat sich das geändert. Viele Menschen begegnen der Wissenschaft und den auf ihren Ergebnissen fußenden technischen Entwicklungen mit Mißtrauen, und das, obwohl nie zuvor in der Geschichte der Menschheit der wissenschaftliche und technische Fortschritt größer war.

Ich will versuchen Gründe zu finden für den Wandel in der Akzeptanz der Naturwissenschaften in dieser sich schnell ändernden Zeit.

Gründe für einen Wandel in der Akzeptanz der Naturwissenschaften.

- A: Unbegründete Ängste.
- B: Verständnis- und Kommunikationsschwierigkeiten.
- C: Verständliche Befürchtungen.
- D: Das Bild des Wissenschaftlers in der Öffentlichkeit.

Oft müssen die periodisch-wiederkehrenden, medienwirksamen Umweltskandale herhalten, um die Wissenschaft, vor allem die Chemie, als unreelle Söldner im Dienst der Wirtschaft für solche Vorkommnisse verantwortlich zu machen. Aber vergessen wird, daß es die Wissenschaft ist, die allein in der Lage ist, diese Gefahren frühzeitig genug zu erkennen und zu beseitigen. Oft sind die Befürchtungen auch unbegründet, weil man vergißt, daß Chemie und Toxikologie analytische Methoden entwickelt haben, die unvorstellbar kleine Mengen nachzuweisen erlauben, und daß man, wenn man diese Spurensuche bis zur möglichen Nachweisgrenze ausnutzt, finden wird; daß die Grundlagen unserer täglichen Nahrung, unsere

natürlichen Pflanzen, selbst die heute so beliebten, biologisch angebauten Früchte und Gemüse, gefährliche Stoffe beinhalten.

Allerdings gibt es Umweltgefahren, Erdbeben, eine globale Temperaturänderung, neuartige Seuchen, die zu existentieller Gefährdung führen können. Aber auch in diesen Fällen wird nur die Wissenschaft uns vor diesen Gefahren rechtzeitig warnen und schützen können.

Wenn solche ephemeren Ängste also sicher keine plausiblen Gründe für den Wandel in der Akzeptanz der Naturwissenschaften sind, muß es andere Gründe geben.

Ein Grund, der die Akzeptanz der Naturwissenschaften in unserer Zeit sicher erschwert, ist, daß Wissenschaft und Technik heute schwerer zu vermitteln sind. Wolfgang Frühwald, der frühere Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, hat 1997 bei der Jahrestagung der Leopoldina in Halle einen Vortrag über die Sprache der Wissenschaft gehalten. Seinem Vortrag entnehme ich ein Beispiel: Er erwähnt eine Postkarte, die der Physiker Max von Laue am 7. Juni 1912 an einen Kollegen geschickt hat. Die Postkarte ist ein Photo mit der Unterschrift: ZnS, durchstrahlt parallel einer 4-zähligen Symmetrieachse. Auf die Postkarte schrieb er:

Lieber Kollege! Anbei Interferenzerscheinungen mit Röntgenstrahlen. Die Abhandlung wird morgen der Akademie vorgelegt, am 14^{ten} trage ich in der Physikalischen Gesellschaft in Berlin darüber vor. Mit bestem Gruß Ihr M. Laue.

Mit dieser Mitteilung zeigte Max von Laue einem Fachkollegen seine Entdeckung an, die ihm den Nobelpreis eintrug.

Mit seiner lapidaren Äußerung stellte er fest, daß 1) eine feste kristallisierte Materie, das ZnS, einen geregelten Gitter-Aufbau hat, daß 2) Röntgenstrahlen Wellennatur haben und daß 3) die Wellenlänge der Röntgenstrahlen den Abständen der Atome im Kristallgitter entspricht.

Diese Lakonik ist wie die Mathematik ein Beispiel ästhetischer Wissenschaftssprache. Sie ist hervorragend geeignet, Resultate zu beschreiben. Aber sich dem Laien verständlich zu machen, bedarf mehr als die Beschreibung eines Resultates. Kommunikation mit Laien verlangt auch die verständliche Erklärung von Konzepten und Ideen, die kritische Durchleuchtung ihrer Beweiskraft und der Erwartungen, die an sie geknüpft werden. Das ist heute wohl schwieriger denn je.

Versetzen wir uns zurück in das 19. Jahrhundert und in die ersten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts. In die Zeit der rauchenden Schlote, der Eisenbahnen und der großen Brücken, der großen Dampfschiffe und der ersten Automobile. Das waren Entwicklungen, die begeisterten, weil man sie verstehen konnte. Erinnern wir uns, daß die meisten Älteren von uns als Buben mit einer Eisenbahn spielten. Wie ein OTTO-Verbrennungsmotor funktioniert kann man heute noch jedem Autofahrer erklären. Aber zu erklären wie die Übertragung der genetischen Information in unseren Zellen vor sich geht ist schon schwieriger, weil es mehr Wissen von Fakten verlangt.

Der wichtigste Grund für den Wechsel in der Akzeptanz der Naturwissenschaften jedoch sind wohl Entwicklungen im Gefolge des explosiven Wachstums der Biowissenschaften und der Genetik in den letzten zwei Jahrzehnten. Es ist das Merkmal jeder theoretisch fundierten, reifen und erfolgreichen Wissenschaft, daß sie zu vielen technischen Anwendungen führt. Das ist auch der Fall mit den Biowissenschaften. Eine technische Anwendungsmöglichkeit ist die Genmanipulation. Die Ängste, die diese Technik hervorruft, kann man verstehen, weil diese Möglichkeiten jeden Menschen berühren. Der Mensch beginnt, in seinen eigenen Bauplan einzugreifen. Bisher haben Physik und Chemie die äußere Welt unter die Kontrolle des Menschen gebracht, jetzt bringt die Molekularbiologie des Menschen eigene Natur unter ihre Kontrolle.

Wohl kaum eine andere Frage beschäftigt die Menschen mehr als die Möglichkeit der Klonierung des Menschen, und über kaum eine andere Frage wird so viel Unsinn, auch in den Medien, verbreitet. Ich erinnere an die Debatte über Peter Sloterdijk's Elmauer Rede. Wenn auch die Resonanz, die diese Frage jetzt in der Philosophie gefunden hat, an und für sich erfreulich und zu begrüßen ist, zeigt sie doch, wie kurzsichtig die Annahme eines unüberbrückbaren Gegensatzes der zwei Kulturen, der Geisteswissenschaften und der Naturwissenschaften war, den C.P. Snow popularisiert hat. Aber das Interesse, das diese Debatte gefunden hat, zeigt doch, daß der Humanist in unserem Kulturleben immer noch mehr Aufmerksamkeit bei den Gebildeten findet, als der Naturforscher. Allerdings sollten die naturwissenschaftlichen Fakten stimmen, die einer solchen Debatte zugrunde liegen. Das ist aber leider oft nicht der Fall. Diese Fakten hat kürzlich der deutsche Hirnforscher Wolf Singer dankenswerter Weise nochmals klargestellt. Er hat klar gemacht daß wir das Wissen, das uns vom Geschöpf zum Schöpfer machen könnte, nicht besitzen. Ähnlich zurückhaltend hat sich übrigens schon der Physiker Niels Bohr in den 30er Jahren über die Grenzen des Verstehens lebender Objekte geäußert.

Hier ist Nachhilfeunterricht in molekularer Genetik von Nöten.

Als Biochemiker weiß ich, daß die Gene die Eiweißstoffe, die Proteine, die Instrumente der Zelle programmieren. Ich weiß aber auch, daß es nur in ganz wenigen Fällen möglich ist, aus der genetischen Information die Funktion eines Proteinmoleküls im Zusammenspiel mit vielen anderen Molekülen in der Zelle vorauszusagen. Aber nur in diesem Fall könnten die Folgen der Modifikation eines Gens direkt am Phenotyp, an der Änderung der Funktion eines Proteins, verfolgt werden. Aber selbst in diesem Falle wären noch die weitgehend unbekannten kompensatorischen Einflüsse der vielen anderen, benachbarten Gene im Chromosom auf die Expression des manipulierten Gens zu berücksichtigen. In den meisten Fällen müssen aber viele Proteine, kodiert von vielen Genen, miteinander kooperieren, um eine physiologisch- oder pathologisch-relevante Funktionsänderung hervorzurufen. In einem solchen multi-faktoriellen Geschehen ist es kaum möglich, die Folgen der Manipulation eines einzigen Gens vorauszusagen. Noch komplizierter und noch multifaktorieller ist aber der Abruf der genetischen Information, die die Entwicklung des Menschen *ab ovo* steuert. Die Möglichkeiten, mit denen Zellen im Laufe der Entwicklung auf Veränderungen von Genen reagieren, sind unbegrenzt und nicht voraussehbar. Man sollte sich daher hüten, einen Eingriff ins Erbgut des Menschen in den Fällen vorzunehmen, in denen die Folgen einer genetischen Änderung nicht voraussehbar sind.

Aber in Zarathustra's Visionen geht es ja nicht um die Veränderung von einzelnen Genen und einzelnen Merkmalen. Es geht um etwas ganz anderes. Es geht um die Züchtung des Menschen, um die Schöpfung eines neuen, besseren Menschen. Das aber ist kein Thema für die molekulare Biologie und Genetik. Jedoch könnte die Reproduktionsmedizin versucht sein, Menschen nach einer gewünschten, genetischen Schablone zu reproduzieren. D.h. Menschen zu klonieren. Eine gesteuerte, künstliche Paarung *in vitro* ist eine mögliche Technik, wie die erfolgreiche Klonierung des Schafes, Dolly, gezeigt hat. Ich will hier nicht die Versuche von Ian Wilmut und seinen Kollegen besprechen, die den Zellkern mit seiner genetischen Information aus einer voll ausdifferenzierten Zelle, aus der Brustdrüse eines erwachsenen Schafes entnommen und in eine embryonale Eizelle, dessen Zellkern entfernt wurde, eingepflanzt haben. Mit der gleichen Technik konnten in der Zwischenzeit auch Mäuse, Schweine und Rinder kloniert werden. Aber selbst wenn die Gesellschaft es tolerieren sollte und eine künstliche Einschmelzung menschlicher Gene ohne Mißbildungen als Folge möglich wäre, wäre es ein Irrtum, zu erwarten, daß die Produkte der künstlichen Paarung die exakten Ebenbilder der Genspender sein werden.

Die Ausprägung von Persönlichkeitsmerkmalen, die den Menschen zum Individuum machen, hängt nicht nur von den Genen allein ab, sondern auch von der Umwelt und deren vielfältigen Einwirkungen. Schon in der frühesten Kindheit können Umweltsignale die Verknüpfungen der Nervenzellen im Gehirn ganz erheblich ändern, was schon J.-L. Conel (1939–1963) in seinen histologischen Studien am menschlichen Nervensystem auffiel und was Jean Piaget phänomenologisch am Lernverhalten von Kleinkindern gezeigt und Wolf Singer kürzlich betont hat. Das beste Beispiel sind eineiige Zwillinge, die trotz vieler äußerlicher Ähnlichkeiten wie Augenfarbe oder Körperbau anscheinend in unterschiedlichem Maße von Geisteskrankheiten, von denen man glaubt, sie seien genetisch determiniert, wie z.B. Schizophrenie, manisch depressivem Irresein, betroffen sind. Das ist auch zu erwarten, weil eineiige Zwillinge zwar genetisch identisch sind, aber nicht auch ein identisches zentrales Nervensystem und Gehirn haben, weil dieser Bereich dem direktem Determinismus der Gene entzogen ist. Jean-Pierre Changeux hat daher den Begriff des genetischen Rahmens eingeführt um die unveränderlichen Merkmale, die dem strengen Determinismus der Gene unterworfen sind, von den Bereichen zu unterscheiden, die wie unser kognitives Hirnsystem in großem Maße plastisch und veränderlich sind. Vor allem beim Menschen läßt der genetische Rahmen immer größeren Raum für individuelle Variabilitäten. Daher macht die Clonierung des Menschen zum Zwecke der Züchtung eines idealen Prototyps keinen Sinn. Aber Clonierung in großem Ausmaß könnte den Verlust der genetischen Variabilität bedeuten. Es wäre eine unsinnige Verletzung der Gesetze der biologischen Evolution und könnte gefährliche Folgen haben.

Auch wenn ich glaube, daß uns dieser frivole Unsinn erspart bleiben wird, werden wir doch immer wieder entscheiden müssen, was wir tun und was wir lassen sollen. Ein solches Beispiel gebe ich zum Schluß.

Dieses Beispiel zeigt auch, daß Möglichkeiten, die die Wissenschaft eröffnet, dann am ehesten ohne Vorbehalte akzeptiert werden, wenn sie Fortschritte in der Medizin versprechen. Einer Entwicklung, die dem Menschen verspricht, gesund zu werden und länger zu leben, läßt sich kaum widersprechen. Auch komme ich zum Schluß meiner Betrachtung, glücklicherweise, doch noch auf Reflexionen über die Zeit *in sensu stricto* zurück, nämlich über die Zeitbegrenzung des biologischen und speziell des menschlichen Lebens.

Bisher wurden Anfang und Ende, Geburt und Tod respektiert. Das Altern wurde als gegeben und der Tod als selbstverständliche Konsequenz des Alterns respektiert. Schon der heilige Augustinus hat in seinen Reflexionen über die Zeit seine Schüler instruiert, die unterschiedlichen Abhängigkeiten von Körper und Seele von Zeit, Raum und Welt zu berücksichtigen. Neue wissenschaftliche Entwicklungen könnten aber in der Zukunft die Menschen vor die Entscheidung stellen, ob sie die natürliche Begrenzung des Lebens respektieren oder aber diese Grenzen überschreiten und das Leben verlängern wollen.

Embryonale Stammzellen, die man aus menschlichen Föten isolieren und im Reagenzglas vermehren kann, eröffnen Möglichkeiten für den Ersatz menschlicher Gewebe. Ob sich und wann sich solche Möglichkeiten realisieren lassen, ist ungewiß. Heute noch ist die Forschung mit embryonalen menschlichen Zellen bei uns vom Gesetzgeber durch das Embryonenschutzgesetz verboten. Aber die Meinung wurde geäußert, da die Abtreibung bis zum dritten Monat bei uns wie in in vielen Ländern erlaubt sei, könne man schwer verstehen, warum man sich über die Entnahme von ein paar Zellen aus einem sowieso dem Tod geweihten Föten empöre. Ob ethische Bedenken das verhindern werden, lasse ich offen. Jeder weiß, was machbar ist, speziell wenn es das Leben verlängern könnte, wird schließlich auch gemacht werden. Aber die Forschung bleibt nicht stehen, es könnte bald gelingen, statt omnipotenter embryonaler Stammzellen pluripotente Stammzellen aus adulten Organen zu isolieren und im Reagenzglas zu propagieren. Das würde den ethischen Konflikt vermeiden.

Ich weiß natürlich, daß es viele wünschenswerte, lebensrettende Indikationen für Gewebeersatz in der Medizin gibt, z.B.: Gewebeersatz bei schweren Verbrennungen, Substitution mittels fötaler Zellen bei Diabetes, bei Parkinson's und vielleicht auch bei Alzheimer's Krankheit.

Aber widersinnig wäre für mich die Verlängerung des biologisch begrenzten Lebens durch Organersatz oder durch Substitution mit Telomerase oder durch was auch immer, nur mit dem Zweck, den biologisch programmierten Tod alter Menschen hinauszuschieben. Das Abstellen unserer biologischen Uhr widerspricht den Gesetzen der Evolution, die die zeitliche Begrenzung des Lebens aller Organismen, von der Eintagsfliege bis zur Schildkröte, einstellt, entsprechend dem Energieverbrauch und den Gegebenheiten der Reproduktion der Arten.

Ich fasse zusammen:

Die Beispiele, die ich vorgestellt habe, erklären den Wandel in der Akzeptanz der Naturwissenschaften. Die Gründe für den Wandel sind nicht Wissenschaftsfeindlichkeit. Sie sind komplexer Art, und auch zum Teil verständlich. Der Naturwissenschaftler präsentiert sich der Öffentlichkeit heute einmal als Dr. Jekyll und einmal als Mr. Hyde. Fortschritte, die die Lebensqualität verbessern, werden gerne akzeptiert. Aber gleichzeitig fühlt man sich ausgeliefert der Allmacht einer nicht mehr beeinflussbaren Entwicklung. Man fühlt sich wie der Zauberlehrling, der die Geister, die er rief, nicht mehr los wird. Einerseits weiß man, daß Wissenschaft und Technik unverzichtbar sind, weil wir ohne sie in einer Welt, die wir uns mehr und mehr nach unseren Vorstellungen schaffen, nicht mehr überleben können, ganz zu schweigen dem Wunsch gerecht zu werden, das Leben von Milliarden unserer Mitmenschen, von denen die meisten nicht so privilegiert sind wie wir, erst lebenswert zu machen. Aber auf der anderen Seite fühlt man sich ohnmächtig einer Wissenschaft ausgeliefert, die man nicht mehr versteht und die man als manipulativ und bedrohlich empfindet. Daher ist man leicht zu beeinflussen durch falsche oder übertriebene Horrorszenarien. Mit dieser schizophrenen Einstellung unserer Mitmenschen werden wir Wissenschaftler wohl leben müssen, auch im kommenden Millennium. Das darf uns nicht entmutigen. Aber was allen Menschen Zuversicht geben sollte ist, daß die Zukunft offen und voller Überraschungen bleibt. Es gibt keinen Endpunkt in der Entwicklung der Physik, der Chemie, Biochemie und Biologie. Die Zukunft ist unbestimmt und bleibt offen. Lassen wir uns also überraschen.

Vielleicht hilft uns auch Darwin. In seinem Buch, 'Darwin's Spectre. Revolutionary Biology in the Modern World' hat Michael R. Rose eine Antithese des Sozialdarwinismus entwickelt, den 'immanent Darwinism' in dem der Mensch den Auftrag von der Evolution mitbekommen hat, in jeder Situation eine neue Entscheidung zu treffen, ganz gleich wie er sich vorher entschieden haben mag. Der freie Wille ist für Rose ein Ausdruck evolutionsbiologischer, Darwin'scher Fitness. Das ist für Rose auch der Grund, warum der Sozialismus nicht funktionieren kann: Selbst wenn ein wohlmeinender Staat das Leben seiner Untertanen plant, werden die Menschen versuchen, ihren eigenen Weg zu gehen und werden sich jeder Planung widersetzen. (Siehe auch Besprechung in der FAZ, Nov. 1999.)

Mit dieser Hoffnung und einem Zitat von Karl Popper möchte ich schließen:

„Neben der Musik und der Kunst ist die Wissenschaft die größte und schönste Errungenschaft des menschlichen Geistes und sicher die Errungenschaft, die am meisten Einsicht bringt und das Dunkel erhellt. Ich verabscheue die heutige, laute und aufdringliche intellektuelle Mode, die versucht, die Errungenschaften der Wissenschaft herabzusetzen. Ich bewundere, mehr als alles andere, die großartigen Ergebnisse, die in unserer Zeit Biologen und Biochemiker erzielt haben und die von der Medizin angewandt werden zum Heile der Leidenden, überall auf unserer schönen Erde“.

Literatur:

- Changeux, Jean-Pierre, *Der neuronale Mensch*. Rowohlt Verlag, GmbH, Reinbek bei Hamburg, 1984.
- Conel, J.-L., *Post-natal development of the human cerebral cortex*. Cambridge, Mass. USA. Harvard University Press, Vols. I to VI, 1939–1963.
- Frühwald, Wolfgang, *Die Sprache der Wissenschaft in: Was kann Naturwissenschaft leisten?* Nova Acta Leopoldina. NF 76, 303, 383–394 (1997).
- Gierer, Alfred, *Die Physik, das Leben und die Seele. Anspruch und Grenzen der Naturwissenschaften*. Piper, München, Zürich.
- Helmreich, Ernst J.M., *Geisteswissenschaften-Naturwissenschaften: Zwei getrennte Welten?* Studium generale an der Julius Maximilians Universität Würzburg. Folge 14 (Mai 1990).
- Helmreich, Ernst, J.M., *The Biochemistry of Cell Signalling*. Oxford University Press. Oxford. UK (in press: 2000).
- Mittelstraß, J., *Der Flug der Eule. Von der Vernunft der Wissenschaft und der Aufgabe der Philosophie*. Suhrkamp, Frankfurt/Main 1989.
- Monod, J. *Le Hasard et la Necessité*. Edition du Seuil, Paris, France (1970).
- Murdo William McRae, Ed. *The Literature of Science. Perspectives on popular scientific writing*. University of Georgia Press, Athens Georgia, USA (1993).
- Piaget, J., *Die Entwicklung des Erkennnens*. Klett-Cotta, Stuttgart (1972/73).
- Popper, K., *Realism and the aim of Science*, New Jersey, Rowan and Littlefield. 1983.
- Popper, K., *Objective Knowledge: An evolutionary approach*. Oxford. Clarendon Press (1975).
- Singer, W., *Ironische Züge im Gesicht der Wissenschaft. Die Utopie von der planbaren Evolution oder planbare Evolution, eine contradictio in adjecto*. Frankfurter Allgemeine Zeitung 232 (Feuilleton), 39 (6. Okt. 1999).
- Singer, W., *Das Bild im Kopf? ein Paradigmenwechsel*. In: Gene, Neurone, Qubits & Co. Unsere Welten der Information. Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, (Eds.) D. Ganten u. a. S. Hirzel Verlag, Stuttgart, Leipzig 267–278 (1999).
- Singer, W., *Hirnforschung an der Schwelle zum nächsten Jahrhundert*. In: Jahrhundertwissenschaft Biologie, (Ed.) P. Sitte. Verlag Beck, München 203–233 (1999).
- Rose, M.R., *Darwin's Spectre: Evolutionary Biology in the Modern World*. Princeton Univ Press. 1999/2000. ISBN: 0691050082; (Zitate bezüglich W. Singer and M.R. Rose sind Beiträgen entnommen, die in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung 1999 publiziert wurden).
- Snow, P. C., *The two cultures. And a second look*. Cambridge University Press. 1969.

Peter Häberle

Zeit und Verfassungskultur

Zeit und Verfassungsstaat – kulturwissenschaftlich betrachtet

I. Einleitung: Makrodimension – Mikrodimension – Alltagsbeispiele

Der Versuch, dem Thema „Zeit“ im Lichte der Verfassung und ihrer Kultur nachzugehen, beginnt mit einer ersten Annäherung anhand von Alltagsbeispielen und brisanten tagespolitischen Fragen (Stichworte sind – zumal angesichts einer Jahrtausendwende – der emphatische Begriff Zeitenwende,¹ aber auch Zeitgeist² oder time management). Kontroverse Themen sind die Grenzen der Staatsverschuldung oder die Endlagerung von Atommüll, schließlich pragmatische Fragen wie die Verkürzung der Juristenausbildung. Die Zeitproblematik entfaltet sich im politischen Gemeinwesen in zwei Dimensionen: die erste, große, „historische“ läßt sich als „Verfassung in der Zeit“ kennzeichnen. Sie ist die Makro-Dimension. Die zweite oder „kleine“ Mikro-Dimension kann als „Zeit im Verfassungsrecht“ charakterisiert werden. Im Makrobereich geht es um Verfassungen und ihr Recht vor und in der Geschichte, im Mikrobereich um die Zeit in der Gegenwart des konkreten Verfassungsrechts, in Deutschland also des Grundgesetzes.

Beginnen wir mit Beispielen, wie der Bürger die Zeit im Recht erfährt. Schon dem Laien sind aus dem juristischen Alltag in der Mikrodimension rechtliche Figuren mit Zeitbezug vertraut: Fristen, deren Nichteinhaltung den Verlust von Rechten mit sich bringt; die Verjährung von Rechtsansprüchen oder der strafrechtlichen Verfolgbarkeit im Interesse des Rechtsfriedens. Gerichtsurteile werden rechtskräftig, Verwaltungsakte der Behörden bestandskräftig. Manche Eltern werden den Schritt ihrer Kinder zur Volljährigkeit schon mit 18 Jahren mit gemischten Gefühlen betrachten, ebenso wie manche Politiker die entsprechend erfolgte Herabsetzung des Wahlalters (jüngst des Kommunalwahlrechts in Niedersachsen und Hessen: 16 Jahre). Denken wir aber auch an die Legislaturperioden z.B. des Bundestages oder an Amtsperioden für Regierende, jeweils als ein Stück Kontrolle und Legitimation der politischen Macht in Demokratien, etwa im Falle der sog. „Abwahl“ der Präsidenten Carter und Giscard (1980 bzw. 1981), Bush (1992) sowie des Bundeskanzlers H. Kohl (1998) evident.³ Eine Fülle weiterer rechtlicher Formen der Periodizität von Geschehnissen wäre nachweisbar. Im Problemfeld des Rechtsschutzes zeigt sich die Verknüpfung der Gerechtigkeit mit der Recht-

¹ W. Huber, *Kirche in der Zeitenwende*, 1998; H. Schwartz, *Zeitenwende-Weltende? Visionen beim Wechsel der Jahrhunderte 990–1990*, 1992; W. Sommer/H. Utzschneider (Hrsg.), *Zeitenwende – Zeitenende. Beiträge zur Apokalyptik und Eschatologie*, 1997.

² H. Schulze-Fielitz, *Das Bundesverfassungsgericht in der Krise des Zeitgeistes*, AöR 1997, S. 1 ff.; Th. Würtenberger, *Zeitgeist und Recht*, 2. Aufl. 1991.

³ Der Zeitfaktor spielt je nach staatlichem Funktionsbereich eine unterschiedliche Rolle. Die 4-jährige Wahlperiode des Bundestages z.B. entspricht seiner Funktion als parlamentarisches Organ; die Begrenzung der Amtsdauer von Bundesverfassungsrichtern auf 12 Jahre (§ 4 BVerfGG) ist aber nicht selbstverständlich, früher wurden sie auf Lebenszeit gewählt. Der Grundsatz, bestimmte öffentliche Aufgaben in bestimmten Gremien bzw. Funktionen nur auf Zeit zu übertragen, rechtfertigt sich aus einer Vielzahl einzelner Gesichtspunkte: etwa Verhinderung von Machtmißbrauch, demokratische Legitimation, Öffnung gegenüber neuen Entwicklungen, z.T. auch Stärkung der (richterlichen) Unabhängigkeit: Zeit und (öffentliches) Amt sind einander spezifisch verbunden. Umgekehrt gilt aber auch, daß ein Mandat auf bestimmte Zeit anvertraut ist, vom Mandatsträger verantwortet werden muß und dieser nur ausnahmsweise vorzeitig aus seiner Verantwortung entlassen werden sollte.

zeitigkeit nicht nur an der Diskussion um die Dauer der Verwaltungsgerichtsprozesse (z.B. bei Asylbewerbern), das Planverfahren im Straßenbau oder am „einstweiligen Rechtsschutz“; schon die enormen „zeitlichen Belastungen“ z.B. in NS-Prozessen (wie dem Majdanek-Prozeß, im Fall Priebke (1996)) oder in den Fällen König⁴ und Probstmeier⁵ verdeutlichen, wo die Gerechtigkeit (schon) wegen unangemessen langer Verfahrensdauer verfehlt werden kann.⁶

Aufsätze wie „50 Jahre Grundgesetz“⁷ rufen ins Bewußtsein, wie stark die Zeit unsere – „bewährte“ – Verfassung prägt; denn in diesen fünf Jahrzehnten erfolgten nicht weniger als 46 formalisierte Verfassungsänderungen: Die Makrodimension wird sichtbar. Die Verfassungsrechtswissenschaft steht hier nicht allein: Ganz allgemein, d.h. kulturell wird die Geschichte „widerentdeckt“.

Von großer Brisanz sind heute zwei rechtliche Fragen, hinter denen die Zeitthematik ganz neu sichtbar wird in Gestalt des Problems der Verfassung als eines „Generationenvertrages“: erstens beim Schutz der noch ungeborenen Nachwelt vor dem (endgelagerten) „Atommüll“; zweitens bei der Frage der Grenzen der Staatsverschuldung, die im Interesse späterer Generationen zu ziehen sind.⁸ Beide Fragen haben mehreres gemeinsam: Die positiven Texte des GG (vgl. nur Art. 115 Abs. 1 S. 2; s. jetzt aber auch Art. 20a GG)⁹ lassen uns weitgehend im Stich. Darum ist grundsätzlich vom Verfassungsverständnis aus und tiefer kulturwissenschaftlich zu argumentieren: Beinhaltet eine als dynamisierter (Sozial-)Vertrag i.S. eines „immer neuen sich Vertragens“ verstandene Verfassung nicht auch den Schutz der späteren Generationen, ihrer kulturellen Güter als materielles und immaterielles Substrat für ihr Leben, ihrer Umwelt und ihrer Freiheit vor übermäßigen Steuerlasten? Der heutige Verfassungsinterpret und -politiker sähe sich also auch zeitlichen Grenzen gegenüber: in der Makrodimension. Auf diese verfassungstheoretisch noch auszumessenden Fragen könnte das Thema „Zeit und Verfassungskultur“ antworten. Denn „Kultur“ erinnert an Verantwortungen und Bindungen, die die rein juristische Betrachtungsweise nicht zu erkennen vermag. Und die Verfassungslehre muß sich dem Zeit-Thema ganz allgemein stellen.

II. Bestandsaufnahme: Das Zeitproblem in Verfassungspraxis und -theorie

1) Ausgangspunkte der Diskussion

Der Verfassungsstaat gemeineuropäisch/atlantischer Prägung ist gekennzeichnet durch die Menschenwürde als kulturanthropologische Prämisse, durch Volkssouveränität und Gewalt-

⁴ EGMR, NJW 1979, S. 477 ff. Er hätte schon aus Art. 19 Abs. 4, 103 Abs. 1 GG „richtig“ entschieden werden können. Vgl. BVerfGE 55, 349 (369): „Wirksamer Rechtsschutz bedeutet zumal auch Rechtsschutz innerhalb angemessener Zeit“. S. aber auch BVerfGE 55, 1 (6): Das rechtliche Gehör verwehrt, „daß mit dem Menschen ‚kurzer Prozeß‘ gemacht wird.“

⁵ EGMR EuGRZ 1997, S. 405 ff.

⁶ Ein Beispiel für die Arbeit mit dem Zeitargument bei der Feststellung von Gewohnheitsrecht: BVerfGE 34, 293 (304).

⁷ Vgl. nur I. von Münch, *Fünfzig Jahre Grundgesetz*, Jura 1999, S. 225 ff.; H.-P. Schneider, *50 Jahre Grundgesetz*, NJW 1999, S. 1497 ff.; W. Hoffmann-Riem, *Das Grundgesetz – zukunftsfähig?*, DVBl. 1999, S. 657 ff.; J. Ziekow, *Einheit in Freiheit – 50 Jahre Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland*, JuS 1999, S. 417 ff.; P. Häberle, *Verfassungslehre als Kulturwissenschaft am Beispiel von 50 Jahren Grundgesetz*, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament B 16/99 vom 16. April 1999, S. 20 ff.; W. Hassemer, *50 Jahre Grundgesetz*, DRiZ 1999, S. 185 ff.; ferner: D. Merten/R. Morsey (Hrsg.), *30 Jahre Grundgesetz*, 1979; H.P. Ipsen, *40 Jahre Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland*, JöR 38 (1989), S. 1 ff.

⁸ Aus der Lit. hier nur: J. Isensee, *Schuldenbarriere für Legislative und Exekutive – Zu Reichweite und Inhalt der Kreditklauseln des GG*, FS Friauf, 1996, S. 705 ff.; W. Höfling, *Staatsschuldenrecht*, 1993; P. Häberle, *Zeit und Verfassungskultur* (1988), in: H. Gumin/H. Meier (Hrsg.), *Die Zeit*, 2. Aufl. 1990, S. 289 (339 ff.).

⁹ Aus der Lit.: M. Kloepfer, *Umweltschutz als Verfassungsrecht*. Zum neuen Art. 20a GG, DVBl. 1996, S. 73 ff.; H. Schulze-Fielitz, in: H. Dreier (Hrsg.), *Grundgesetz-Kommentar*, Bd. 2, 1998, Art. 20 a.

tenteilung, durch Grundrechte und Toleranz, Parteienvielfalt und Unabhängigkeit der Gerichte; er wird aus gutem Grund als pluralistische Demokratie bzw. offene Gesellschaft gerühmt. Seiner Verfassung, verstanden als rechtliche Grundordnung von Staat und Gesellschaft, kommt erhöhte formelle rechtliche Geltungskraft zu. Sie stiftet das Moment der Stabilität und Dauer;¹⁰ eindrucksvolles Beispiel ist die mehr als zweihundertjährige US-Bundesverfassung. Dieser Dauer wegen – das GG wagt für seine Grundprinzipien in Art. 79 Abs. 3 analog einigen anderen, ihm vorangegangenen und später nachfolgenden Verfassungen sogar einen „Ewigkeitsanspruch“! – bedarf es aber auch der Instrumente und Verfahren, dank derer sich die Verfassung als „öffentlicher Prozeß“¹¹ an Entwicklungen in der Zeit flexibel anpaßt, ohne daß der Sinn der Verfassung Schaden leidet: nämlich „Anregung und Schranke“ i. S. R. Smends zu sein, auch „Norm und Aufgabe“ (U. Scheuner) und „Beschränkung und Rationalisierung“ staatlicher Macht (H. Ehmke), auch gesellschaftlicher Macht. Gerade die US-Bundesverfassung kennt neben der zahlenmäßig in zweihundert Jahren ungewöhnlich selten in Anspruch genommenen Verfassungsänderung (derzeit erst 28 Amendments) Verfahren des Wandels: vor allem durch Verfassungsrichterspruch.

Die deutsche Staatsrechtslehre hat sich mit dem Zeitthema erst in den 70er Jahren näher beschäftigt. Sowohl die Reformeuphorie dieser Jahre als auch die Verfassungs-Jubiläen und der berechtigte Stolz auf das GG und seine Geschichte dürften dem Zeitthema günstig gewesen sein. So finden wir 1974 die Stichworte „Zeit und Verfassung“,¹² später die Modifizierung zu „Verfassung und Zeit“,¹³ W. Maihofers Wort von der „Rechtswissenschaft als Zukunftswissenschaft“ (1971) und G. Husserls frühe Studien über „Recht und Zeit“ (1955) waren hier ebenso motivierend wie die Entdeckung der Planung als „neuer“ Staatsfunktion.¹⁴ Auch das „Prinzip Hoffnung“ Ernst Blochs könnte eine dauernde Ermutigung sein, die Zeitdimension im gesellschaftlichen Zusammenleben zu thematisieren und sie im Recht bewußt zu reflektieren.¹⁵ Dafür hat sich die Verfassungslehre zu sensibilisieren.

Für die meisten heutigen Arbeiten zum Zeitthema ist ein Doppeltes charakteristisch: Erstens vernachlässigen sie die Ambivalenz des Janus „Zeit“: Zeit wird voller Entdeckerfreude

¹⁰ Hierzu D. Grimm, *Die Langzeitperspektive der Verfassung* . . . , Vortrag zum 80. Geb. K. Hessens am 5. Februar 1998 in Freiburg/Br.

¹¹ Zum Ganzen: P. Häberle, *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978 (3. Aufl. 1998); zu den Ewigkeitsklauseln ders., *Verfassungslehre als Kulturwissenschaft*, 2. Aufl. 1998, S. 275 ff.

¹² P. Häberle, *Zeit und Verfassung*, in: ZfP 21 (1974), S. 111 ff., auch in: ders., *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978 (3. Aufl. 1998), S. 59 ff.

¹³ Vgl. M. Klopfer, *Verfassung und Zeit*, in: Der Staat 13 (1974), S. 457 ff.; W.-R. Schenke, *Verfassung und Zeit* . . . , in: AöR 103 (1978), S. 566 ff. Aus der Literatur ferner und zuvor: W. Fiedler, *Sozialer Wandel, Verfassungswandel, Rechtsprechung*, 1972; G. Dürig, *Zeit und Rechtsgleichheit*, in: FS Tübinger Juristenfakultät, 1977, S. 21 ff. Früh: R. Bäumlin, *Staat, Recht und Geschichte*, 1961, S. 9 ff. u. ö.; S. Rosenne, *The time factor in the Jurisdiction of the International Court of Justice*, 1960; K. Engisch, *Vom Weltbild des Juristen*, 2. Aufl. 1965, S. 67 ff.; zuletzt: G. Winkler, *Zeit und Recht*, 1995; H. Maier, *Die christliche Zeitrechnung*, 1991; C. M. Cipolla, „Gezählte Zeit“. *Wie die mechanische Uhr das Leben veränderte*, 1997; S. Kirste, *Die Zeitlichkeit des positiven Rechts und die Geschichtlichkeit des Rechtsbewußtseins*, 1997; A. Voßkuhle, „Wer zuerst kommt, mahlt zuerst“, *Die Verwaltung* 32 (1999), S. 22 ff.

¹⁴ Dazu J. H. Kaiser, in: J. H. Kaiser (Hrsg.), *Planung*, Bd. I (1965), S. 7, 31 f.

¹⁵ Die Utopie, als klassische Literaturgattung in der Staatslehre bekannt, holt als utopischer Entwurf die Zukunft spezifisch in die Gegenwart herein. Sie hat in ihr schon im jeweiligen Heute eine Funktion: als Hoffnung, aber auch als Entlastung. Es darf der Satz gewagt werden, Utopien seien unentbehrlich für politisches Denken und Handeln. Ihr „élan créateur“ ist jeweils eine Herausforderung an die Gegenwart und ihre Möglichkeiten. Auch der heutige Verfassungsstaat war einmal eine Utopie! Die kritische Sonde, die Utopien implizite oder explizite an die Gegenwart anlegen – oft durch Verlegung von Raum und Zeit ins Utopische – ist auch in der offenen Gesellschaft unverzichtbar. Sie ist ein legitimes Mittel der Kritik an bestehenden Zuständen, so „unerträglich“ Utopien oft erscheinen. Das Eigentümliche ist, daß hier eine Literaturgattung mit Hilfe des Kunstgriffs der Raum- und Zeitverschiebung eine Grundlagenwissenschaft wie die Staats- und Verfassungslehre mit bestimmt.

vor allem im Blick auf die Zukunft betrachtet, der traditionale Aspekt ist nicht gleichermaßen grundsätzlich und differenziert behandelt. Da aber die Eigenart des Verfassungsstaates, ja seine besondere Leistung in einer flexiblen Verknüpfung von dynamischen und statischen Momenten liegt, müssen Tradition bzw. Erbe und Gegenwart bzw. Zukunft mit Offenheit nach vorn verarbeitet werden können. Mögen die Akzente und Bedürfnisse im Laufe der Entwicklungsgeschichte einer Verfassung wechseln, verfassungstheoretisch sind von vornherein beide Perspektiven ins Auge zu fassen.

Zweitens wird das Zeitthema weder methodisch noch sachlich prinzipiell über das im engeren Sinne Juristische hinausgeführt: etwa im Blick auf das übergreifend Kulturelle hin, von dem Verfassung und Recht doch nur ein Teil sind. Spätestens das Buch von R. Wendorff „Zeit und Kultur“ von 1980 wird daher zur Herausforderung, unser Thema „Zeit und Verfassung“ von 1974 heute (2000) zum Thema „Zeit und Verfassungsstaat – kulturwissenschaftlich betrachtet“ fortzuführen.

2) Verfassungsstaatliche Instrumente und Verfahren zur Anbindung der Verfassung an die Zeit

Vergleichen wir verfassungsstaatliche Verfassungen, so erweist sich, daß sie dem Zeitfaktor in zwei Richtungen Tribut zollen:

(1) *Im Blick zurück (retrospektiv): auf die Vergangenheit, auf Tradition und Überlieferung, Herkommen und „kulturelles Erbe“;*

(2) *im Blick nach vorn (prospektiv): auf das Gegenwärtige, Zukünftige, Werdende (z.B. in der Form von sog. „Verfassungswandel“, gesetzlichen Experimentierklauseln, Vorwirkung von Gesetzen und völkerrechtlichen Verträgen oder Verfassungstextänderungen).*

Im Spannungsfeld beider Dimensionen, im Wechselspiel der einzelnen stärker traditionellen bzw. prospektiven Verfahren erst „lebt“ die Verfassung offener Gesellschaften, deren Eigenart gerade die Anerkennung der Ungleichzeitigkeiten gesellschaftlicher Entwicklungen (und damit des Pluralismus) ist. Langfristig kommt es durch beide Dimensionen hindurch zu kulturellen Prozessen der Produktion und der Rezeption, an denen Verfassungen teilhaben und in ihnen alle Interpreten einer offenen Gesellschaft: staatliche und öffentliche Funktionen, Gesetzgeber und Parteien, Bürger und Gruppen, Bundesverfassungsgericht und Untergerichte, die mehr als sog. bloße „Fachgerichte“ sind, Staatsrechtslehre, sogar andere Wissenschaften, ja (selbst und besonders auch) die Kunst.

Im einzelnen:

(1) Anbindung der Verfassung an Tradition und Herkommen

Verfassungen entstehen nicht auf der tabula rasa einer kulturlosen Stunde Null. Selbst wenn sie aus revolutionären Prozessen geboren sind, kennen sie Formen der Anbindung an Vorgefundenes, bleiben Bruchstücke der alten (Verfassungs-)Rechtskultur erhalten. Das GG und die westdeutschen Landesverfassungen seit 1946 sowie die ostdeutschen seit 1992 kennen ein differenziertes Instrumentarium der Einbeziehung von Tradition und Traditionen. Seine Behandlung muß vor der Erörterung des Wandels von Verfassungen stehen.

a) Rezeptions- und „kulturelles Erbe“-Klauseln

An die erste Stelle gehört die ausdrückliche Rezeption (Tradition durch Rezeption): Beispiele wie Art. 140 GG (die Übernahme des Weimarer „Staatskirchenrechts“), aber auch

Herkommensklauseln wie Art. 12 Abs. 2 GG oder Art. 123 Abs. 1 GG („Recht aus der Zeit vor dem Zusammentritt des Bundestages gilt fort, soweit es dem Grundgesetz nicht widerspricht.“) sind klassische verfassungsstaatliche Rezeptionsformen.¹⁶ Im übrigen gibt es eine Fülle mehr oder weniger stillschweigender Rezeptionen vor allem im Grundrechtsteil.¹⁷ Ganze Rechtskulturen wie das Bürgerliche Recht, das BGB, haben auf diese Art große Verfassungsumbrüche überlebt,¹⁸ mitunter im Wege einer „Sprung-Rezeption“ über Perioden – wie das sog. „Dritte Reich“ – hinweg. Im Medium der „historischen Auslegung“ als dem klassischen Mittel, die Vergangenheit juristisch einzubinden,¹⁹ wird so schließlich ein „vorverfassungsrechtliches Gesamtbild“ (H. Nawiasky)²⁰ zum Anknüpfungspunkt an die Vergangenheit.²¹ Für unseren Zusammenhang besonders zu beachten ist jene Gattung von Verfassungssätzen, die intensiv auf „verfassungskulturelle“ Tiefendimensionen verweisen. Gemeint sind Normen, die sich auf Aspekte des „kulturellen Erbes“ berufen, vornehmlich in Präam-

¹⁶ Weitere Beispiele: vgl. Art. 178 Abs. 2 S. 1 und Abs. 3 WRV; s. auch die Regelungen in Art. 170 Abs. 3 S. 1, 174 S. 1 WRV. Ferner: Art. 94 Abs. 3 Verf. Bad.-Württ.; Art. 196 Abs. 2 und 3 Verf. Bayern; Art. 85 Verf. Berlin a.F.; Art. 151 Abs. 2 Verf. Hessen (Antastung der „bestehenden Rechtseinheit“ nicht ohne zwingenden Grund); Art. 55 Verf. Niedersachsen a.F.; Art. 137 Verf. Rheinl.-Pfalz; Art. 132 Verf. Saarland mit einer Anpassungsklausel. Zuletzt Art. 2 Abs. 3 Verf. Brandenburg (1992): Rezeption der EMRK. S. auch Art. 56 Abs. 2 Verf. Niedersachsen a.F.: „Die überkommenen heimatgebundenen Einrichtungen dieser (sc. ehemaligen) Länder . . .“. Mitunter ist aber gerade hier schon auf künftige Verfassungen Bezug genommen: Art. 152 Verf. Bremen; s. auch Art. 153 Abs. 2 Verf. Hessen: „Künftiges Recht der deutschen Republik bricht Landesrecht“. Ferner Art. 141 Verf. Rheinl.-Pfalz.

¹⁷ Dazu allg. P. Häberle, *Die Wesensgehaltgarantie des Art. 19 Abs. 2 GG*, 1. Aufl. 1962, S. 162ff. Durchmustert man die deutschen Länderverfassungen seit 1946, so gibt es Rezeptionsklauseln in bezug auf 140 GG (so Art. 5 Verf. Bad.-Württ., Art. 22 Verf. NRW), wie überhaupt das Staatskirchenrecht in Deutschland nicht nur ausweislich Art. 140 GG eine betont „rezeptionshaltige“ Materie ist, vgl. etwa die Kirchenvertragsgarantien in Art. 8 Verf. Bad.-Württ. oder die Status-quo-Garantie in Art. 7 Abs. 1 ebd. (Leistungen an die Kirchen bleiben dem Grunde nach gewährleistet); ähnlich Art. 145 Abs. 1 Verf. Bayern, Art. 133 Abs. 1 S. 2 Verf. Bayern: „anerkannten Religionsgemeinschaften“; s. auch Art. 37 Abs. 2 Verf. Saarland; Art. 60 Abs. 2 Verf. Hessen: Status-quo-Garantie für theologische Fakultäten an den Universitäten. – Bezug genommen wird mitunter auf eine „abweichende Übung“ (Art. 10 Verf. Bad.-Württ.). Überall dort, wo auf christliche Kulturwerte verwiesen wird, bricht mehr oder weniger deutlich der Rezeptionsaspekt auf, vgl. Art. 3 Abs. 1 S. 3 Verf. Bad.-Württ.: „Christliche Überlieferung“; Art. 16 Abs. 1 Verf. Bad.-Württ.: „christliche und abendländische Bildungs- und Kulturwerte“. S. auch BVerfGE 41, 29 (52); zuletzt E 93, 1 (19, 23).

¹⁸ Dabei können einst wichtige Institute textlich verblassen bzw. verlorengehen! Ein Beispiel ist das Öffentlichkeitsprinzip für die Rechtsprechung. In Art. X § 178 Paulskirchenverfassung heißt es noch: „Das Gerichtsverfahren soll öffentlich und mündlich sein“. Im GG fehlt eine solche Norm (s. aber Art. 90 Verf. Bayern: Grundsatz öffentlicher Gerichtsverhandlungen!). Ihr Inhalt ist aber in Art. 92 GG mitzudenken (ähnliches gilt für die in Art. XI § 184 Paulskirchenverfassung programmierte kommunale Selbstverwaltung bzw. Art. 28 Abs. 2 GG). In Art. 109 WRV mußte es in Abs. 3 noch heißen: „Öffentlich-rechtliche Vorrechte oder Nachteile der Geburt oder des Standes sind aufzuheben; Adelsbezeichnungen gelten nur als Teil des Namens . . .“. In Art. 3 GG wurde das immanent vorausgesetzt. Viele der in Art. 129 WRV noch einzeln aufgeführten Prinzipien gehören heute zu den „hergebrachten Grundsätzen“ des Berufsbeamtentums nach Art. 33 Abs. 5 GG. So gesehen schaffen Verfassungen in vielerlei Formen der ausdrücklichen oder stillschweigenden Rezeption Kontinuität.

¹⁹ Dazu auch Ch. Starck, *Die Bindung des Richters an Gesetz und Verfassung*, VVDStRL 34 (1976), S. 43 (72); P. Häberle, *Zeit und Verfassung* (1974), später in: *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978 (3. Aufl. 1998), S. 59 (76ff.).

²⁰ H. Nawiasky, *Allgemeine Rechtslehre*, 2. Aufl. 1948, S. 130f.; s. auch BVerfGE 56, 22 (28): „Vorverfassungsrechtliches Gesamtbild des Prozeßrechts“. Früh E 2, 380 (403).

²¹ Es darf nicht *zeit-los* interpretiert werden, um die Bildung von „Verfassungsfossilien“ zu vermeiden; vgl. kritisch W.-R. Schenke, aaO., AöR 103 (1978), S. 566 (584). Beispiele für die Gefahren solcher Versteinierung lassen sich unschwer bei Auslegungen der „hergebrachten Grundsätze des Berufsbeamtentums“ (Art. 33 Abs. 5 GG) finden. – Rezeptionen vorgefundener (Rechts-)Texte sind keine lediglich „passive“ Übernahme. Die inkorporierten Texte gewinnen in ihren neuen Kon-Texten neue Dimensionen und entsprechend gewandelte Inhalte. Umgekehrt beeinflussen sie ihrerseits diese Kon-Texte. Insofern kommt es auch hier zu einem Wechselspiel von (kultureller) Rezeption und Produktion.

beln,²² aber auch in anderen Rechtstexten.²³ Ergiebig sind hier vor allem die Verfassungen der Entwicklungsländer.

b) Klassikertexte und Erziehungsziele

Ähnlich wirksame kulturelle „Transmissionsriemen“ für Überlieferung sind Klassikertexte und Erziehungsziele.

Klassikertexte eines Locke oder Montesquieu²⁴ haben den Verfassungsstaat wesentlich vorangetrieben und ausgebaut. Was zur Zeit des John Locke und danach noch „Utopie“ war, ist heute täglich praktizierte verfassungsstaatliche Errungenschaft: Denken wir an Elemente des Rechtsstaates, die Bindung aller öffentlichen Gewalt, an das Widerstandsrecht als ultima ratio. Diese Klassikertexte erweisen sich im Laufe der neueren (Verfassungs-)Geschichte immer wieder als Legitimationsebene und Herausforderung für den Verfassungsstaat. Nicht nur die „Federalist Papers“ von 1787 für die USA, auch alte und neue Texte (von Sophokles über F. Schiller bis B. Brecht) etwa zur Menschenwürde²⁵ speichern kulturelle Einsichten und Erfahrungen, die den „positiven“ Verfassungsgeber überdauern. Spätere Verfassungsausleger können die alten Texte jeweils neu interpretieren – sie sollen sie aber nicht archivieren! Erinnert sei beispielhaft daran, wie man Montesquieu und J.-J. Rousseau auch für das Demokratieverständnis des GG immer wieder gegeneinanderstellt.²⁶

Schließlich tradieren die ausdrücklichen ebenso wie die durch Interpretation gewonnenen Erziehungsziele Bildungsgüter (etwa nach Art. 131 Abs. 2, 136 Abs. 2 Bayer. Verf. z.B. Toleranz, Menschenwürde, Völkerversöhnung etc., ähnlich Art. 22 Verf. Thüringen); sie formulieren auf einem Teilbereich ein Stück des „kulturellen Erbes“.²⁷ Insofern dienen sie als Instrument, das Vorgefundene zu stabilisieren; zugleich richten sich die Erziehungsziele auf die Zukunft: Sie grundieren die offene Gesellschaft kulturell, übers Juristische hinaus, und si-

²² Vgl. Präambel Verf. Hamburg: „Als Welthafenstadt eine ihr durch Geschichte und Lage zugewiesene Aufgabe . . .“. Präambel Verf. Bayern: „Mehr als tausendjährige Geschichte“. Präambel Verf. Brandenburg: „ . . . im Geist der Traditionen von Recht, Toleranz und Solidarität“. Präambel Verf. Sachsen: „gestützt auf Traditionen der sächsischen Verfassungsgeschichte“. – Die vielleicht umfassendste, über das Juristische hinausführende Umschreibung des – kulturellen – Erbes findet sich in der Präambel der EMRK von 1950: „ . . . entschlossen, als Regierungen europäischer Staaten, die vom gleichen Geiste beseelt sind und ein gemeinsames Erbe an geistigen Gütern, politischen Überlieferungen, Achtung der Freiheit und Vorherrschaft des Gesetzes besitzen . . .“. Präambeln erweisen sich mithin als diejenigen Bestandteile von Rechtstexten, die dem umfassenden Kulturellen am ehesten Raum lassen und die Brücke zwischen diesem und dem rechtlich Ausgeformten schlagen. Schon die vorangegangene Satzung des Europarates vom 5. Mai 1949 hatte in ihrer Präambel ebenfalls zwischen dem Geistigen und den Rechtsprinzipien Brücken geschlagen: „ . . . in unerschütterlicher Verbundenheit mit den geistigen und sittlichen Werten, die das gemeinsame Erbe ihrer Völker sind und der persönlichen Freiheit, der politischen Freiheit und der Herrschaft des Rechts zugrunde liegen, auf denen jede wahre Demokratie beruht“. – Die europäische Sozialcharta (ESC) von 1961 beschwört schon in ihrer Präambel die Ideale und Grundsätze, die der Mitglieder des Europarates „gemeinsames Erbe sind“; zugleich will sie aber auch „Weiterentwicklung der Menschenrechte und Grundfreiheiten“. Allgemein: P. Häberle, *Verfassungslehre als Kulturwissenschaft*, 2. Aufl., 1998, S. 920 ff.

²³ Vgl. Art. 1 Europäisches Kulturabkommen vom 19. Dez. 1954 (zit. nach F. Berber (Hrsg.), *Völkerrecht, Dokumentensammlung*, Bd. 1, 1967): „Jede Vertragspartei trifft geeignete Maßnahmen zum Schutz und zur Mehrung ihres Beitrags zum gemeinsamen kulturellen Erbe Europas“. S. auch Art. 5 ebd.: „Als Bestandteil des gemeinsamen europäischen kulturellen Erbes“. – Art. 151 Abs. 1 EGV (Amsterdam): „gemeinsames kulturelles Erbe“. All diese Rezeptionsformen sind ein Stück Legitimation der Gegenwart durch Tradition.

²⁴ Einzelheiten zum folgenden in: P. Häberle, *Klassikertexte im Verfassungsleben*, 1981, S. 11 ff., 35, 47 f. u. ö. – Aus der („klassischen“) Lit. noch T. S. Eliot: *Was ist ein Klassiker?* (1944), 1963.

²⁵ Dazu der Athener Gastvortrag von P. Häberle über die Menschenwürde, in: *Rechtstheorie* 11 (1980), S. 389 (420 f., 423 f.).

²⁶ Etwa im Verhältnis von Art. 38 zu Art. 21 GG.

²⁷ Einzelheiten in P. Häberle, *Kulturpolitik in der Stadt – ein Verfassungsauftrag*, 1979, S. 29 ff.; ders., *Verfassungsprinzipien als Erziehungsziele*, in: FS Hans Huber, 1981, S. 211 ff.; ders., *Verfassungslehre als Kulturwissenschaft*, aaO. (Anm. 22), S. 758 ff.

chern so den Verfassungsstaat in der Generationenfolge. Mit Rezeption kann so bereits auch der Wandel rezipiert werden: Damit kommen, nach den verschiedenen Stufen der Vergangenheitsbewältigung, Gegenwart und Zukunft ins Blickfeld.

(2) Verarbeitung des Zeitfaktors in Gegenwart und Zukunft

Die Verfahren und Instrumente zur verfassungsrechtlichen Verarbeitung des Zeitfaktors im Blick auf Gegenwart²⁸ und Zukunft sind vielgestaltig; ein stärker „dynamisches“ Verfassungsverständnis²⁹ wendet sich ihnen primär zu. Gestuft nach dem Grad der Formalisierung ergibt sich folgendes Bild:

a) Zukunfts- und Fortschrittsklauseln

Eine besondere Form verfassungstextlicher Beanspruchung der Zukunft findet sich in mehreren Varianten: in der absoluten, „ewigen“ Festlegung auf bestimmte Prinzipien – ähnlich Art. 79 Abs. 3 GG –,³⁰ in der Formulierung eines „immerwährenden Geltungsanspruchs“³¹ oder in der dauernden Negierung besonders verwerflicher früherer Rechtszustände wie der Leibeigenschaft oder der Titel.³² Hier schlägt die scharfe Vergangenheitsbewältigung in einen hohen Zukunftsanspruch um. Eine weitere Thematisierung der Zukunft findet sich in Verfassungen, die ausdrücklich von „segensreicher Zukunft“ sprechen,³³ die kommenden deutschen Geschlechter ansprechen,³⁴ von der Republik die Förderung der kulturellen Entwicklung verlangen³⁵ oder den „Fortschritt“ beschwören: in Klauseln, die sich zur Feiertagsgarantie des 1. Mai als Bekenntnis zum Fortschritt äußern (Art. 32 Verf. Hessen 1946) oder weit allgemeiner.³⁶ Die zwei Seiten einer Kultur, ihre traditionale wie ihre prospektive, kommen hier schon deutlich zum Ausdruck.³⁷

²⁸ Vergessen wir nicht, daß der Faktor Zeit auch Gegenwärtigkeit bedeutet. Im Verfassungsrecht heißt dies „Geltung“, Bejahung und Annahme durch die Verfassungsinterpreten der offenen Gesellschaft, Durchsetzbarkeit und Präsenz im Bewußtsein der Rechtsgemeinschaft. Dennoch dürfte „Gegenwart“ eher Sache der Verwaltung sein, s. P. Kirchhof, *Verwalten und Zeit. Über gegenwartsbezogenes, rechtzeitiges und zeitgerechtes Verwalten*, 1975, bes. S. 2 ff. im Anschluß an G. Husserl, *Recht und Zeit*, 1955, S. 42 ff., 52 f. Zuletzt: F. Ossenbühl, *Soziale Gleichheit in der Zeit*, FS Zacher 1998, S. 673 ff.

²⁹ Vgl. als stärker „statisch“ orientierten Ansatz aber: W. Leisner, *Antigeschichtlichkeit des öffentlichen Rechts?*, in: *Der Staat* 7 (1968), S. 137 ff.

³⁰ Vgl. Art. 16 Erkl. 1789; Art. 110 Abs. 1 Verf. Griechenland (1975); Art. 130 Verf. Belgien; Art. 9 Verf. Türkei (1961); Art. 89 Abs. 5 Verf. Frankreich (1958); Art. 75 Abs. 1 S. 2 Verf. Bayern (1946).

³¹ So Art. 25 Abs. 2 Verf. Griechenland (1975): „immerwährende Menschenrechte“.

³² „Die Leibeigenschaft bleibt immer aufgehoben“: § 25 Verf. Württ. (1819); ähnlich Art. IX § 166 Paulskirchenverf.; Art. 11 § 137 ebd.: „Alle Titel . . . sind aufgehoben und dürfen nie wieder eingeführt werden“. Art. 186 Abs. 1 Verf. Bayern (1946): „Die Bayerische Verfassung vom 14. August 1919 ist (!) aufgehoben“.

³³ Präambel Hessische Verfassungsurkunde (1831); s. auch die „Zukunft“ in Präambel Verf. Hessen (1946).

³⁴ So die generationenorientierte Präambel der Verf. Bayern (1946); jetzt Präambel Verf. Ukraine (1996): „past, present and future generations“. S. auch Präambel Verf. Kwazulu Natal (1996): „present generation and posterity“. Ähnlich Präambeln Verf. Kasachstan (1995), Verf. Armenien (1995) und Verf. Aserbaidshans (1996), zit. nach JöR 46 (1998), S. 123 ff.; 47 (1999), 634 ff.

³⁵ Art. 9 Abs. 1 Verf. Italien (1947).

³⁶ Präambel Verf. Spanien (1978): „Fortschritt von Wirtschaft und Kultur zu fördern“. S. auch Art. 41 Abs. 2 Verf. Türkei. Bezugnahmen auf künftige Verfassungen sind eine Sonderform: Art. 152 Bremen; Art. 153 Abs. 2 Hessen; Art. 141 Rheinland-Pfalz.

³⁷ Prägnant Art. 9 Verf. Italien: Die Republik fördert die kulturelle Entwicklung (Abs. 1), sie schützt die Landschaft und das historische und künstlerische Erbe der Nation (Abs. 2). – Die Texte sind zitiert nach P. C. Mayer-Tasch (Hrsg.), *Die Verfassungen der nichtkommunistischen Staaten Europas*, 2. Aufl. 1975, nach E. R. Huber (Hrsg.), *Dokumente zur deutschen Verfassungsgeschichte*, Bd. 1, 1961, sowie nach Ch. Pestalozza (Hrsg.), *Verfassungen der deutschen Bundesländer*, 6. Aufl. 1999.

b) *Verfassungswandel kraft Verfassungsinterpretation*

Relativ unauffällig und ohne Formalisierung vollzieht sich der Verfassungswandel³⁸ kraft Interpretation, d.h. ohne ausdrückliche Textänderung. Allein im Wege der Interpretation, sei es durch die Gerichte, sei es durch die Staatspraxis, öffentliche Meinung und die Wissenschaft bzw. in ihrem Verbund, wird hier eine Verfassungsnorm neu bzw. anders verstanden. Das Eigentum, z.B. auch das des BGB von 1900, ist so einem tiefgreifenden Wandel unterlegen.³⁹ Hierher gehören Wachstumsprozesse, die einzelne Verfassungsprinzipien mit enormen Resultaten ergriffen haben. So hat das Verständnis des „sozialen Rechtsstaats“ von 1999 z.B. mit der Auslegung des GG von 1949 nur noch wenig gemeinsam. Auch die – unverändert aktuellen⁴⁰ – rechtsschöpferischen Leistungen, die dem BVerfG 1960 im (ersten) Fernsehurteil im Blick auf Art. 5 GG geglückt sind,⁴¹ bilden ein Beispiel für Wandel durch Interpretation.⁴² Die Grenzen – etwa die Grenze des Wortlauts – sind viel behandelt,⁴³ aber schwer zu ziehen.

Verfassungsinterpretation ist je nach Methode in sich teils retrospektiv,⁴⁴ teils prospektiv. Die einzelnen Auslegungsmethoden „organisieren“ nichts anderes als die Zeit! Die historische Auslegung bringt die Entstehungszeit ein, die objektive die Gegenwart und die folgenorientierte, prognostische die Zukunft. Vielleicht ist die generelle „Unberechenbarkeit“ der Zeitläufe der Grund, weshalb bislang keine Methodenlehre die einzelnen Auslegungsmethoden gewichten konnte. Vermutlich ist ihr Verhältnis zueinander eine Funktion der Zeit, also flexibel. Was Rezeptionsklauseln einerseits, Verfassungsänderungen andererseits im Großen bedeuten – sie tradieren Erbe und öffnen sich der Zukunft –, das organisieren die Interpretationsmethoden „im Kleinen“. Verfassungsinterpretation ist freilich kaum je nur dem Erbe oder nur der Zukunft zugewandt. Das Mischverhältnis der traditionellen bzw. gegenwartsnahen und zukunfts offenen Momente dürfte seinerseits variabel sein. Verfassungsinterpretation – „schöpferisch“ verstanden als Ausdruck des (public) law in action im Sinne J. Essers⁴⁵ – ist eben hierdurch in die Zeitachse „gespannt“.

³⁸ Verf. benutzt hier mit der h. M. (G. Jellinek, *Verfassungsänderung und Verfassungswandel*, 1906, Nachdruck 1996) den Begriff „Verfassungswandel“, obwohl dieser nach seiner Ansicht eigentlich „verabschiedet“ werden müßte: vgl. P. Häberle, *Zeit und Verfassung* (1974), in: ders., *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978, S. 59 (82f.). Aus der Literatur s. P. Lerche, *Stiller Verfassungswandel als aktuelles Politikum*, in: Festgabe für Maunz, 1971, S. 285 ff.; K. Hesse, *Grenzen des Verfassungswandels*, in: FS für Scheuner 1973, S. 123 ff.; W.-R. Schenke, aaO., AöR 103 (1978), S. 566 (585 ff.); E.-W. Böckenförde, *Anmerkungen zum Begriff des Verfassungswandels*, FS Lerche, 1993, S. 3 ff.; P. Badura, *Verfassungsänderung, Verfassungswandel, Verfassungsgewohnheitsrecht*, HdBSStR Bd. VII, 1992, S. 57 ff.

³⁹ Dazu etwa: T. Maunz, *Wandlungen des verfassungsrechtlichen Eigentumsschutzes*, in: BayVBl. 1981, S. 321 ff. – Probleme auch der Mikrodimension behandelt C. Timm, *Eigentumsgarantie und Zeitablauf*, 1977; zuletzt J. Eschenbach, *Der verfassungsrechtliche Schutz des Eigentums*, 1996, passim, bes. S. 68 ff.

⁴⁰ Vgl. z.B. die Entscheidung des BVerfG zum saarländischen Privatrundfunkgesetz (BVerfGE 57, 295), zuletzt die Urteile bzw. Beschlüsse BVerfGE 90, 60 (87 ff.); 91, 125 (133 ff.); 95, 220 (234 ff.).

⁴¹ BVerfGE 12, 205.

⁴² Die rechtswissenschaftliche Literatur zum Wandel ist kaum mehr zu überblicken, vgl. etwa J. Harenburg/A. Podlech/B. Schlink (Hrsg.), *Rechtlicher Wandel durch richterliche Entscheidung*, 1980; W. Fikentscher/H. Franke/O. Köhler (Hrsg.), *Entstehung und Wandel rechtlicher Traditionen*, 1980; U. Immenga (Hrsg.), *Rechtswissenschaft und Rechtsentwicklung*, 1980; vgl. auch T. W. Adornos Diktum: „Seine Zuflucht hat das Alte allein an der Spitze des Neuen, in Brüchen, nicht durch Kontinuität“.

⁴³ Vgl. K. Hesse, aaO., FS U. Scheuner, 1973, S. 123 (136 ff.). Vgl. auch H.-M. Pawlowski, *Methodenlehre für Juristen*, 3. Aufl. 1999, S. 172 ff.; N. Horn, *Einführung in die Rechtswissenschaft und Rechtsphilosophie*, 1996, S. 109; O. Depenheuer, *Der Wortlaut als Grenze*, 1988; F. Müller, *Juristische Methodik*, 6. Aufl. 1995, S. 183 ff. – Aus der weiteren Lit.: G. Haverkate, *Normtext-Begriff-Telos*, 1996; P. Raisch, *Juristische Methoden*, 1995, S. 142 ff.

⁴⁴ Das BVerfG ist dann insofern „Rezeptionsorgan“, neben ihm alle an der Verfassungsinterpretation Beteiligten.

⁴⁵ J. Esser, *Grundsatz und Norm in der richterlichen Fortbildung des Privatrechts*, 1956, hat insofern juristische Interpretation als Vorgang in der Zeit klassisch zum Ausdruck gebracht (4. Aufl. 1990).

Wenn das BVerfG den Prognoseentscheidungen anderer staatlicher Instanzen, vor allem des Gesetzgebers, funktionellrechtlich richtig, Raum läßt,⁴⁶ ist dies eine Form interpretatorischer Bewältigung der Zeit: ein Stück Zukunft wird schon jetzt berücksichtigt. Zwar hat jede staatliche Funktion ein Stück Prognosekompetenz. In der Demokratie kommt indes dem parlamentarischen Gesetzgeber die „Vorhand“ zu, nicht aber ein Monopol. Schließlich sei – eng damit verbunden – die folgenorientierte Auslegung als Tribut an die Zeit erwähnt. Rechtsprechungsänderungen sind ebenfalls Ausdrucksformen der Mikrodimension „Zeit im Verfassungsrecht“ wie auch die Rückwirkung von Gesetzen. Das BVerfG mit seiner „Solange“-Rechtsprechung⁴⁷ hat auch (erfolgreich) versucht, Rechtsprechungsänderungen des EuGH in der Zeitachse zu erwirken. Erwähnt sei hier schließlich noch der Beschleunigungsfaktor in der Rechtsprechung des BVerfG zur deutschen Einigung.⁴⁸

c) Sondervoten

Das Sondervotum durch alternativ interpretierende Verfassungsrichter kann zu einer speziellen Form der Ankündigung und Beförderung, ja Beschleunigung von „Verfassungswandel“ werden. Vor allem die Geschichte der Verfassungsgerichtsbarkeit in den USA liefert hierfür erstaunliche Beispiele,⁴⁹ etwa im Zusammenhang mit der Respektierung der New-Deal-Gesetzgebung Roosevelts. Auch bei uns sind schon Anzeichen solcher Wirkungen der „Alternativjudikatur“ von Sondervoten auf die Entwicklung der Rechtsprechung des BVerfG insgesamt nachweisbar.⁵⁰

In der Zeitachse gesehen, gibt es zwei Arten von Sondervoten: die retrospektiven und die prospektiven. Prospektive Sondervoten sind gemeinhin spektakulärer, weil ihnen die Zukunft gehört oder doch zu gehören scheint: Sie weichen durch neue Einsichten vom Überkommenen, bisher Herrschenden ab und stellen den Konsens in der Gegenwart mit neuen Erkenntnissen „produktiv“ in Frage. Ein Beispiel ist das Sondervotum W. Rupp-von Brünneck zum Eigentumscharakter von Sozialleistungen,⁵¹ das später vom BVerfG für Rentenanprüche insgesamt aufgegriffen wurde,⁵² auch das Sondervotum Simon/Heußner in Sachen Mühlheim-Kärlich wird immer wichtiger, es nimmt in der Wissenschaft vertretene neue Positionen auf und denkt das Mehrheitsvotum konsequent zu Ende⁵³ (etwa die Lehre vom „status activus processualis“). Das Sondervotum von Erwin Stein im Mephistofall⁵⁴ könnte insofern zu einem „prospektiven“ und „produktiven“ Sondervotum werden, als ihm seit der Wiederveröffentlichung des Klaus Mannschen Buches im Deutschland der 80er Jahre die Zukunft zu gehören scheint. Das Persönlichkeitsrecht von G. Gründgens tritt jetzt zurück, sei es durch Zeitablauf, sei es in Korrektur an der Mehrheitsmeinung des Senats. Die Grenze zwischen dem Rechtlichen und dem Widerrechtlichen kann also gerade durch das Vorpre-

⁴⁶ Dazu R. Stettner, *Verfassungsbindungen des experimentierenden Gesetzgebers*, NVwZ 1989, S. 806 ff. S. z.B. BVerfGE 50, 290 (331 ff.); 56, 54 (78 ff.); 95, 267 (314).

⁴⁷ BVerfGE 37, 271 – Solange I und E 73, 339 – Solange II.

⁴⁸ BVerfGE 95, 1 (23); 94, 334 (351); 95, 267 (313); BVerfGE 83, 162 (173); zum Ganzen: L. Michael, *Die Wiedervereinigung und die europäische Integration als Argumentationstopoi in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts – Zur Bedeutung der Art. 23 S. 2 a. F. und 23 Abs. 1 S. 1 n. F. GG*, AöR 124 (1999), S. 606 ff.

⁴⁹ Dazu W. Haller, *Supreme Court und Politik in den USA*, 1972.

⁵⁰ Belege bei P. Häberle, *Kommentierte Verfassungsrechtsprechung*, 1979, S. 24 ff.; eine Zusammenstellung der Sondervoten bei B. Zierlein, *Erfahrungen mit den Sondervoten beim Bundesverfassungsgericht*, DÖV 1981, S. 83 (94 ff.). Zuletzt K. Schlaich, *Das Bundesverfassungsgericht*, 4. Aufl. 1997, S. 38 ff.

⁵¹ BVerfGE 32, 129 (141 ff.).

⁵² BVerfGE 53, 257 (289 ff.). S. auch E 92, 365 (405).

⁵³ BVerfGE 53, 30 bzw. 69; dazu ferner K. Redeker, *Grundgesetzliche Rechte auf Verfahrensteilhabe*, in: NJW 1980, S. 1593 ff., zuletzt E 90, 60 (96).

⁵⁴ BVerfGE 30, 173, Sondervotum ebd. S. 200.

schen eines Sondervotums variabel werden.⁵⁵ Die normative Kraft von Sondervoten, ihre Rolle als „Alternativjudikatur“ ist an diesem Beispiel besonders plastisch, ebenso der Vorgang von Produktion und Rezeption weit über das Juristische hinaus: Die Vitalität kultureller Prozesse wird effektiv.

Retrospektive Sondervoten bringen demgegenüber eine Meinung in Begründung oder Ergebnis zum Ausdruck, die von der „modernerer“ der Mehrheit überholt bzw. „überwunden“ („overruled“) wurde. Vereinfacht gesagt: Der „konservative“ Standpunkt ist in der Minderheit geblieben.⁵⁶ – Im Zusammenhang gesehen kann sich über längere Zeit in Sondervoten eine ganz bestimmte (Außenseiter-)Richtung repräsentieren, die ein Teil des ganzen Spektrums der Republik und der offenen Gesellschaft ihrer Verfassungsinterpreten ist. Hinter der personellen Kontinuität wird die Kontinuität in der Sache sichtbar, über die Grenzen der einzelnen Senate hinaus. So können Sondervoten in wenigen Jahren Traditionen begründen und schließlich einmal in Zukunft die Mehrheit gewinnen – oder auch als auf Dauer nicht konsensfähig zur bloßen „Fußnote“ der Rechtsprechungsgeschichte werden. Man darf den (Anti-)Kruzifix-Beschluß des BVerfG samt den Sondervoten (E 93, 1) unter diesem Aspekt betrachten.

d) Gesetzgebung(saufträge)

Die Tätigkeit des Gesetzgebers läßt sich als ständige Verarbeitung des sozialen Wandels in der Zeit begreifen und offenbart eine Fülle von einschlägigen Verfahren und Techniken. In der Frühzeit des GG galt es, die offenen (oder versteckten) Verfassungsaufträge, etwa zur Gleichberechtigung der Geschlechter (Art. 3 Abs. 2 GG), der unehelichen Kinder (Art. 6 Abs. 5 GG) oder auch zur innerparteilichen Demokratie (Art. 21 Abs. 1 S. 3 GG) zu „erfüllen“⁵⁷ (vgl. auch Art. 95 Abs. 3, 117 Abs. 2 und Art. 143 GG⁵⁸); heute sind es oft durch Interpretation gewonnene Aufträge des Bundesverfassungsgerichts, die die Legislative in die Pflicht nehmen, in Zukunft verfassungsgerechte(re) Folgerungen zu ziehen:⁵⁹ sei es, daß eine Regelung für „noch nicht“ (aber bald) verfassungswidrig erklärt wird – wie bei der Reform der Witwenrente, die bis 1984 erfolgt sein mußte –,⁶⁰ sei es, daß eine Regelung für verfassungs-

⁵⁵ Erwin Steins Sondervotum dürfte auf diejenigen, die eine Wiederveröffentlichung des Romans von Klaus Mann in der Bundesrepublik verantworten zu können glaubten, eher als Ermutigung gewirkt haben, vgl. B. Spangenberg, Vorwort zu: K. Mann, *Mephisto*, 1980, S. 11, IV; M. Reich-Ranicki, FAZ vom 18. Dezember 1980, S. 23; B. Spangenberg, *Karriere eines Romans*, 1981.

⁵⁶ Es wäre reizvoll zu untersuchen, ob es in der relativ jungen Geschichte des Sondervotums im BVerfG auch dafür schon Beispiele gibt (vermutlich sind die USA ergiebiger). – Eine eher retrospektive Begründung (zu „Gemeinwohl“, „öffentlichem Interesse“ usw.) in: Sondervotum Böhmer (BVerfGE 56, 249 (266 ff.)) zur Gondelbahntscheidung; vgl. auch das Sondervotum von F. v. Schlabrendorff, BVerfGE 33, 35 ff. Erforscht werden müßte auch, ob und wie das retrospektive und prospektive Moment an und in den Auslegungsmethoden einzelner Sondervoten ablesbar wäre.

⁵⁷ Vgl. aber auch A. Arndt, *Das nicht erfüllte Grundgesetz*, 1960, in: ders., *Gesammelte juristische Schriften*, 1976, S. 141 ff. – Zu „Gesetzgebungsaufträgen“ aus Schweizer Sicht: gleichnamig T. Jaag, FS Häfelin, 1989, S. 275 ff.

⁵⁸ Art. 143 Abs. 1 GG duldete Abweichungen vom Grundgesetz, „soweit und solange infolge der unterschiedlichen Verhältnisse die völlige Anpassung an die grundgesetzliche Ordnung noch nicht erreicht werden kann.“ Aber laut Unterzeichnungsprotokoll zum EV haben diese Worte ausdrücklich „nur zeitliche Bedeutung; sie sind deshalb keine Vorgabe für die künftige Gesetzgebung“. Vgl. hierzu BVerfGE 88, 384 (404) – Zinsanpassung; P. Lerche, *Fortgeltung von DDR-Recht und Gesetzesvorbehalt*, in: FS f. H. Helmrich, 1994, S. 57 ff., 67 f. Auch hierin liegt eine Form des „Solange-Vorbehalts“, vgl. P. Häberle, *Perspektiven einer kulturwissenschaftlichen Transformationsforschung*, in: FS f. E. G. Mahrenholz, 1994, S. 133 ff., 147.

⁵⁹ Vgl. auch Ch. Pestalozza, „Noch verfassungsmäßige“ und „bloß verfassungswidrige“ Rechtslagen, in: *Festgabe 25 Jahre Bundesverfassungsgericht*, 1976, Bd. 1, S. 519 (540 ff., 558 ff.); K. Schlaich, *Das Bundesverfassungsgericht*, 4. Aufl. 1997, S. 263 ff. – S. auch das Thema „Grundrechtliche Schutzpflichten des Gesetzgebers“: BVerfGE 85, 191 (212); 97, 125 (148 ff.).

⁶⁰ Vgl. BVerfGE 39, 169 (194 f.).

widrig erklärt wird, dem Gesetzgeber aber zu ihrer Neuerung Zeit gelassen ist⁶¹ oder daß „nachzubessern“ ist.⁶² Die Diskussion um Verfassungsaufträge,⁶³ ja die Deutung des GG und seiner wesentlichen Prinzipien als „Verfassungsauftrag“ ist eine mehr oder weniger bewußte Thematisierung der Zeit, die sich in die neuere Entwicklung einfügt. Die Weimarer Staatsrechtslehre hatte die Gesetzgebungsaufträge charakteristischerweise in der Alternative: „Programmsatz oder aktuelles Recht?“ stehen lassen.⁶⁴

Auch ohne solche Aufträge konkretisiert die Legislative durch ihre einfache Gesetzgebung ständig und immer wieder neu die grundrechtlichen Freiheiten und Rechtsprinzipien des GG⁶⁵ und wirkt mit veränderten rechtspolitischen Akzenten „von unten“ auf die Verfassung als öffentlichen Prozeß: Hier begegnet auch am ehesten die Problemfülle der Mikrodimension von „Zeit im Verfassungsrecht“:⁶⁶ von den Fristen im Gesetzgebungsverfahren über Fragen des Geltungsbeginns, der Geltungsdauer (als einem der wichtigsten Gleichheitsfaktoren,⁶⁷ der Stichtage oder des Übergangsrechts bis hin zur Rückwirkung von Gesetzen, auch der „dynamischen“ Verweisungen).⁶⁸ Verfassungsdogmatische Figuren wie Vertrauensschutz oder Bundestreue, auch die Figur des dynamischen Grundrechtsschutzes⁶⁹ verbergen Probleme (auch) der Zeitgerechtigkeit.⁷⁰

⁶¹ Vgl. auch BVerfGE 97, 186 (1996). – Der österreichische Verfassungsgerichtshof verpflichtet den Gesetzgeber mitunter zu einer nach seinen zeitlichen Möglichkeiten abgestuften Reform-Gesetzgebung.

⁶² BVerfGE 83, 1 (19 ff.). Dazu P. Badura, *Staatsrecht*, 2. Aufl. 1996, S. 99; Ch. Mayer, *Die Nachbesserungspflicht des Gesetzgebers*, 1996. – Zum „Altern“ von Gesetzen: BVerfGE 58, 49 (59 ff.).

⁶³ P. Lerche, *Das Grundgesetz und die Verfassungsdirektiven*, AöR 90 (1965), S. 341 ff.; s. aber auch ders., *Die Verfassung als Quelle von Optimierungsgeboten?*, FS Stern, 1997, S. 197 ff.; E. Wienholtz, *Normative Verfassung und Gesetzgebung*, 1968, ebd. S. 3 ff. Nw. aus der Rspr. des BVerfG; M. Kleuker, *Gesetzgebungsaufträge des BVerfG*, 1993. – Es gibt Materien, die über längere Perioden immer ein Auftrag an die Zukunft waren – lange Zeit galt dies für die Gleichstellung des unehelichen Kindes in Gestalt der Verfassungsaufträge wie Art. 121 WRV bzw. 6 Abs. 5 GG. Oft braucht der Verfassungsstaat die Arbeit und den Einsatz vieler Generationen. Denkmal- und Naturschutz ist eine seit langem vorhandene, der Tradition verpflichtete, sich aber in der Zukunft intensivierende Aufgabe. – Der Aufbau und Ausbau der neuen Bundesländer und die „Erfüllung“ ihrer Verfassungen erfordern heute viele Ausgestaltungen, dazu P. Häberle, *Die Schlußphase der Verfassungsbewegung in den neuen Bundesländern*, JöR 43 (1995), S. 355 (387 ff.).

⁶⁴ Dazu E. Wienholtz, aaO., S. 14 ff. Art. 29 Abs. 1 S. 1 GG wurde durch Verfassungsänderung (1975) vom Verfassungsauftrag zur bloßen Kompetenznorm zurückgestuft. Umgekehrt können auch bloße Kompetenznormen zu Verfassungsaufträgen umgedacht werden. Art. 3 Verf. Bayern ist als Ist- und Soll-Norm zu verstehen, die in die Dimension des Verfassungsauftrages hinüberwächst.

⁶⁵ Vgl. P. Häberle, *Die Wesensgehaltgarantie des Art. 19 Abs. 2 GG*, 1. Aufl. 1962 (3. Aufl. 1983), S. 219 ff.; W.-R. Schenke, aaO., AöR 103 (1981), S. 566 (586).

⁶⁶ Vgl. M. Klopfer, *Verfassung und Zeit*, Der Staat 13 (1974), S. 457 ff.

⁶⁷ G. Dürig, *Zeit und Rechtsgleichheit*, in: FS Tübinger Juristenfakultät, 1977, S. 21 (29); s. auch G. Dürig, in: T. Maunz/G. Dürig/R. Herzog/R. Scholz, *GG, Kommentar*, 5. Aufl. 1980, Art. 3 Abs. 1 GG/Rdn. 194 ff. – Vgl. BVerfGE 55, 100 ff.: Der Gesetzgeber muß gesetzliche Regelungen, die das BVerfG für unvereinbar mit Art. 3 Abs. 1 GG erklärt hat, auch für die Vergangenheit entsprechend neu regeln.

⁶⁸ Aus der Lit.: B. Pieroth, *Rückwirkung und Übergangsrecht*, 1981; K. Vogel, *Rückwirkung: eine festgefahrene Diskussion*, FS M. Heckel, 1999, S. 875 ff. – Die Zeitproblematik steckt auch hinter der Rechtstechnik der Verweisung in Gesetzen, also der Bezugnahme auf andere Regelungen („Verweisungsobjekte“, z.B. andere Normen, Verwaltungsvorschriften, DIN-Normen, Regeln privater Vereinigungen), soweit es sich um „dynamische“ oder „antizipierte“ (Terminologie: F. Ossenbühl, *Die verfassungsrechtliche Zulässigkeit der Verweisung als Mittel der Gesetzgebungstechnik*, in: DVBl. 1967, S. 401) Verweisungen handelt. Diese beziehen sich im Gegensatz zu den „statischen“ Verweisungen nicht auf die bei Verabschiedung der Verweisungsnorm geltende, sondern auf die jeweilige Fassung der Verweisungsobjekte. Da sie häufiger und leichter aktualisiert werden als Gesetze, werden letztere durch dynamische Verweisungen „zeitoffener“. Der jeweils neue Entwicklungsstand findet Eingang ins Gesetz. Es hält sich dadurch beweglich, macht sich andererseits aber auch abhängig vom Verweisungsobjekt und dessen Gestalten. – Aus der Judikatur: BVerfGE 47, 285 (311 ff.); 67, 348 (363 ff.); 92, 191 (197 f.).

⁶⁹ Vgl. BVerfGE 49, 89 (137).

⁷⁰ S. auch die Zeitklausel in § 40 BVerfGG.

e) Vorwirkung von Gesetzen

Nur noch kurz seien zwei erst jüngst stärker bewußte Formen der Hereinnahme der Zeit in die Verfassungsentwicklung erwähnt: zunächst die Vorwirkung von Gesetzen und Verträgen.⁷¹ Die Vorwirkung formell noch nicht wirksamen Rechts ist ebenso nachweisbar wie – differenziert – zulässig. Im internationalen Bereich fällt die Vorwirkung des Salt-II-Vertrages auf: die USA und die damalige UdSSR hielten sich lange noch stillschweigend an den Vertragsentwurf. Vorwirkungen sind aber nichts anderes als eine Beschleunigung des Zeitfaktors.

f) Experimentier- und Erfahrungsklauseln

Schließlich sei ein Blick auf gesetzliche Experimentier- und Erfahrungsklauseln geworfen. Sie treten besonders in reformfreudigen Zeiten auf und erweisen sich als Versuch einer zeitlich befristeten begrenzten Vorwegnahme des Zukünftigen. In den 70er Jahren wurden sie in Deutschland zum Thema. Bekanntes Beispiel war § 5b DRiG – die einstufige Juristenausbildung. Hier können diese schon von Montesquieu gesehenen⁷² Klauseln nicht im einzelnen diskutiert werden,⁷³ sie sind aber als eine Form der „probeweisen“ Vorwegnahme der Zukunft zu registrieren. Heute wendet sich das Interesse der Evaluation von Gesetzen zu: Die Implementationsforschung z.B. behandelt ganze Gesetze, als ob sie ein Experiment wären, um möglicherweise verbessernde Gesetzesnovellen vorbereiten zu können (besonders im Umweltschutz- und im Planungsrecht);⁷⁴ „Gesetzgebung auf Zeit“, z.B. im Hochschul- und Kommunalrecht, wird zum Thema⁷⁵ (zuletzt ihr „Verfalldatum“). Genannt sei in diesem Kontext noch ein weiteres aktuelles Beispiel: die „Staatsbürgerschaft auf Zeit“ für in Deutschland geborene Kinder von ausländischen Mitbürgern in ihrem Spannungsfeld zu Art. 16 S. 1 GG.

g) Verfassungsänderungen

Das klassische Institut, um Neuem formalisiert und unmittelbar Eingang in die Verfassung zu eröffnen, ist die Verfassungsänderung, also die Änderung des Verfassungstextes in bestimmten Verfahren mit meist qualifizierter Mehrheit als vergrößerter Konsensbasis (vgl. Art. 79 Abs. 2 GG). Alle Verfassungsstaaten mit Verfassungsurkunde kennen diese Möglichkeit, dem Wandel der Zeit auch textlich Rechnung zu tragen, mögen sich die Voraussetzungen im einzelnen (etwa die Größe der Mehrheit, die Art der Beteiligten) unterscheiden.

Verfassungsänderungen können der Anpassung an Entwicklungen dienen, die faktisch schon gelaufen sind; sie können solche aber auch erst herbeiführen (wollen). „Anpassungs-“ und „Gestaltungsänderung“ sind also zu unterscheiden. Dauer und Stabilität einer Verfassung scheinen zunächst gegen Verfassungsänderungen zu sprechen, doch können diese der Dauer

⁷¹ Zur Vorwirkung von Gesetzen: M. Klopfer, *Vorwirkung von Gesetzen*, 1974; P. Häberle, *Öffentliches Interesse als juristisches Problem*, 1970, S. 396, Anm. 148, S. 486 und ff.; ders., *Zeit und Verfassung* (1974), in: ders., *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978 (3. Aufl. 1998), S. 59 (83 ff.).

⁷² Vgl. Montesquieu, *Vom Geist der Gesetze*, II. Buch, 2. Kap. a.E. (Reclam 1976, S. 109).

⁷³ Näheres bei P. Häberle, *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978 (3. Aufl. 1998), S. 85 ff.; s. auch D. Pirson, *Vorläufige und experimentelle Rechtsetzung im Schulrecht und Hochschulrecht*, in: FS Jahrreiß, 1974, S. 181 ff. – Zur Gesetzgebung als Experiment im Bereich von „Pilotprojekten“: W. Schmitt Glaeser, *Kabelkommunikation und Verfassung*, 1979, S. 205, 207 ff.; allgemein: H.-D. Horn, *Experimentelle Gesetzgebung unter dem Grundgesetz*, 1989; W. Hoffmann-Riem, *Experimentelle Gesetzgebung*, FS Thieme, 1993, S. 55 ff.

⁷⁴ Vgl. R. Mayntz (Hrsg.), *Implementation politischer Programme*, 1980; H. Wollmann (Hrsg.), *Politik im Dickicht der Bürokratie*, 1980; E. Blankenberg/K. Lenk (Hrsg.), unter Mitarbeit von R. Rogowski, *Organisation und Recht*, 1980.

⁷⁵ W. Hugger, *Legislative Effektivitätssteigerung: Von den Grenzen der Gesetzesevaluierbarkeit zum Gesetz auf Zeit*, in: PVS 20 (1979), S. 207 ff.; s. auch K. Eckel, *Das Sozialexperiment – Finales Recht als Bindeglied zwischen Politik und Sozialwissenschaft*, in: ZfS 7 (1978), S. 39 ff.; K. Hopt, *Finale Regelungen, Experiment und Datenverarbeitung in Recht und Gesetzgebung*, JZ 1972, S. 65 (70); H. Schulze-Fielitz, *Zeitoffene Gesetzgebung*, in: W. Hoffmann-Riem/E. Schmidt-Abmann (Hrsg.), *Innovationen und Flexibilität des Verwaltungshandelns*, 1994, S. 141 (163 ff., 193 ff.).

und Stabilität eines Gemeinwesens gerade auch dienen, wenn sie „zeitgerecht“ sind. Ob das so ist, läßt sich nur im Einzelfall und bereichsspezifisch sagen.⁷⁶

Das gilt erst recht für jene Bündelung von Verfassungsänderungen, die zur „Totalrevision“ einer Verfassung führen sollen. Die deutsche Diskussion in und um die Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages in den 70er Jahren hat sich seinerzeit als offenbar unzeitgemäß erwiesen:⁷⁷ Sie ist verfassungspolitisch und wissenschaftlich weitgehend im Sande verlaufen. Die Arbeit der Gemeinsamen Verfassungskommission (1993) war nur wenig erfolgreich.⁷⁸ Die Schweizer Diskussion⁷⁹ könnte sich demgegenüber mittel- und langfristig als wirksamer erweisen: dies zeigt die Vorgeschichte der „nachgeführten“ Bundesverfassung (1999). Besonders fruchtbar aber waren und sind die Totalrevisionen der Schweizer Kantonsverfassungen, zuletzt Appenzell A.R.h., 1995; künftig z.B. St. Gallen, Schaffhausen und Zürich.

Diese sachliche Bestandsaufnahme relativiert die analytische Trennung von Mikro- und Makro-Dimension: Beide Ebenen sind vielfältig miteinander verschränkt. Die Summierung kleiner Zeiteinheiten in den spezifischen Verfahren und Instrumenten einer Verfassung bildet letztlich ein Stück der historischen Makro-Wirkdimension der Zeit (Verfassungsinterpretation kann schließlich zur Verfassungsänderung, diese sogar zu einem Stück Verfassungsgebung werden!). Auch umgekehrt gilt: Die Makrodimension „Verfassung in der Zeit“ beeinflusst die Mikrodimension „Zeit im Verfassungsrecht“. Vermutlich ist die Veränderung der richterlichen Funktion, vor allem der verfassungsrichterlichen, eine entsprechend bedeutsame Wende: Die Anerkennung von verfassungsrichterlichen Sondervoten (z.B. in Spanien und Kroatien) und der Vorwirkung von Gesetzen usw. beinhaltet ja eine Auflockerung der Bindung an das Gesetz und insoweit auch der relativen Dauer. Die richterliche „Emanzipation“ vom Gesetz, die in der Gewinnung prätorischer Funktionen liegt, spiegelt eine veränderte Lage im Mikrobereich: Auch der Richter, nicht nur der Gesetzgeber, (re-)agiert auf Wandel: Gerechtigkeit heute, hier und jetzt!

⁷⁶ Dazu näher P. Häberle, *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978 (3. Aufl. 1998), S. 88 ff. S. aber auch die Zeitgrenze für Verfassungsänderungen in Art. 110 Abs. 6 Verf. Griechenland (1975): Eine Verfassungsänderung vor dem Ablauf von 5 Jahren nach dem Abschluß der vorhergehenden ist unzulässig. Vgl. auch Art. 284 Abs. 1 Verf. Portugal (1976/92). Allgemein noch P. Häberle, *Verfassungslehre als Kulturwissenschaft*, 2. Aufl. 1998, S. 267 ff.; K. Stern, *Das Staatsrecht der Bundesrepublik Deutschland*, Bd. I, 2. Aufl. 1984, S. 153 ff.; B.-O. Bryde, *Verfassungsentwicklung*, 1982, S. 116 ff.; H. Dreier, in: ders., (Hrsg.), *Grundgesetz-Kommentar*, Bd. 2, 1998, Art. 79 II.

⁷⁷ Zu ihr: Enquête-Kommission Verfassungsreform, *Schlußbericht* 1976 (BT-Drs. 7/5924); ferner: R. Grawert, *Zur Verfassungsreform*, in: *Der Staat* 18 (1979), S. 229 ff.; R. Wahl, *Empfehlungen zur Verfassungsreform*, AöR 103 (1978) 1 S. 477 ff. – Zur Gemeinsamen Verfassungskommission: U. Berlit, *Die Reform des Grundgesetzes nach der staatlichen Einigung Deutschlands*, JöR 44 (1996), S. 17 (27 ff.); K. Hesse, *Grundzüge des Verfassungsrechts der Bundesrepublik Deutschland*, 20. Aufl. 1995, S. 42 f., 295; R. Scholz, *Aufgabe und Grenzen einer Reform des Grundgesetzes*, FS Lerche, 1993, S. 65 ff.

⁷⁸ Auch sonst gab und gibt es Verfassungsreformkommissionen als Versuch, dem Zeitfaktor gerecht zu werden; in Sachen Neugliederung etwa nach Art. 29 GG die (folgenlose) Ernst-Kommission (1972) bzw. Luther-Kommission (1955), in Sachen Staatsziele die fruchtbare Sachverständigenkommission (1983). Auf Länderebene kam es zu Verfassungsreformkommissionen, z.B. in den Stadtstaaten Berlin, Bremen, Hamburg (1989) und jüngst in Rheinland-Pfalz (aus der Lit.: P. Unruh, *Zum Stand der Verfassungsreform in Hamburg*, DÖV 1995, S. 205 ff.; C. Gusy/A. Müller, *Die verfassungsrechtliche Entwicklung in Rheinland/Pfalz von 1986 bis 1996*, JöR 45 (1997), S. 509 ff. – Zum Stand der vorläufig gescheiterten Verfassungsreform in Italien P. Häberle, *Zwei Aspekte der Verfassungsreform in Italien*, FS Leser, 1998, S. 399 ff.

⁷⁹ Vgl. den Entwurf einer Schweizer Bundesverfassung (1977), abgedruckt in: AöR 104 (1979), S. 475 ff.; ferner: P. Saladin, *Verfassungsreform und Verfassungsverständnis*, AöR 104 (1979), S. 345 ff., sowie die Beiträge in: ZSR N.F. 97 (1978), 1. Halbbd., S. 229 ff.; G. Müller, *Totalrevision der schweizerischen Bundesverfassung*, in: *Der Staat* 20 (1981), S. 83 ff. Zuletzt: Y. Hangartner, *Der Entwurf einer nachgeführten Bundesverfassung*, AJP/PJA 1997, S. 139 ff.; G. Müller, *Zur Bedeutung der Nachführung . . .*, in: ZSR 116 (1997), S. 21 ff. sowie viele Beiträge in: FS Hangartner, 1998, bes. S. 497 ff., 551 ff.; R. Rhinow, *Zur Aktualisierung der Bundesverfassung*, in: B. Sitter-Liver (Hrsg.), *Herausgeforderte Verfassung*, 1999, S. 563 ff.

Ein Ensemble von staatlichen und nichtstaatlichen „*Zukunfts-Kommissionen*“ kann Reformen initiieren, auf den Weg bringen – sozusagen als „Vorverfahren“.⁸⁰ Der Beispielbogen reicht von der formell eingesetzten parlamentarischen Enquetekommission, dem Sachverständigenrat „Schlanker Staat“ oder einer Reform des Umweltrechts (UWGBuch) über gesellschaftlich/staatliche „Zukunftskommissionen“ (Beispiel bayerisch/sächsische Zukunftskommission, Bericht von 1997)⁸¹ bis zu wissenschaftlichen Reform- bzw. Zukunftskreisen bzw. -gremien.⁸² Auch „Gemeinsame Worte“ der beiden Kirchen in Deutschland, 1997, z. B. zu den Herausforderungen durch Migration und Flucht,⁸³ können Reformpotentiale erschließen,⁸⁴ sogar private Stiftungen wie die Ludwig-Erhard-Stiftung mit ihrem 6-Punkte-Programm 1998,⁸⁵ der Deutsche Juristentag oder einzelne kritische Intellektuelle wie N. Bobbio in Italien, J. Habermas, G. Grass oder J. Reich in Deutschland, R. Dahrendorf in Europa, A. Muschg in der Schweiz. Als Beispiel für eine „falsche“ bzw. „überflüssige“ Reform, die auch die Intellektuellen nicht verhinderten, darf die Rechtschreibreform in den drei deutschsprachigen Ländern gelten.

III. Thematisierung der Zeit durch den kulturwissenschaftlichen Ansatz – Der Brückenschlag zu einem komplexen kulturellen Zeitbegriff – Zeit als kulturelle Kategorie

1) *Verfassungen als Garanten von Kontinuität und Wandel*

Die Bestandsaufnahme hat gezeigt, wie sich verfassungsstaatliche Verfassungen zwischen Tradition und Zukunft entfalten und zu bewähren suchen; insgesamt eine eindrucksvolle Entwicklungsgeschichte,⁸⁶ in der manche Momente des kulturellen „Erbes“ aber auch verworfen oder vergessen wurden.

„Verfassung in der Zeit“ ist, aufs Ganze des Werdens des Verfassungsstaates als Typus gesehen, keine Zeit ohne Verfassung! Es gibt seitdem kein Denken über die Zeit jenseits aller verfassungsstaatlichen Elemente – selbst nicht am Vorabend von Verfassunggebungen.⁸⁷

⁸⁰ Dazu näher P. Häberle, *Das Grundgesetz vor den Herausforderungen der Zukunft*, in: Festschrift Dürig, 1990, S. 3 (10 ff.).

⁸¹ Zit. nach FAZ vom 28. Nov. 1997, S. 16, Stichworte: „unternehmerische Wissensgesellschaft“, ehrenamtliche „Bürgerarbeit“.

⁸² Z. B. P. L. Berger (Hrsg.), *Die Grenzen der Gemeinschaft, Ein Bericht der Bertelsmann-Stiftung zu dem Club of Rome*, 1997.

⁸³ „... und der Fremdling, der in deinen Toren ist“, FAZ vom 5. Juli 1997, S. 8.

⁸⁴ S. auch das Gemeinsame Wort „zur wirtschaftlichen und sozialen Lage in Deutschland: Für eine Zukunft in Solidarität und Gerechtigkeit“, FAZ vom 1. März 1997, S. 1, oder die Thesen zur Arbeitsmarktpolitik bzw. die „Elemente für einen neuen Beschäftigungspakt aus der Feder des Zentralkomitees der deutschen Katholiken“: „Gemeinnützige Arbeit muß aufgewertet werden“ (FAZ vom 2. Okt. 1997, S. 19).

⁸⁵ FAZ vom 27. März 1998, S. 17: z. B. Rückführung der Staatsverschuldung bzw. auch kapitalgedeckte Alterssicherung etc.

⁸⁶ Die in Deutschland erreichten Verfeinerungen der Instrumente und Verfahren (z. B. das verfassungsrichterliche Sondervotum und Art. 79 Abs. 3 GG) erlauben sogar, von einem „Fortschritt“ im Ausbau des Verfassungsstaates zu sprechen. Freilich: Die verfassungsstaatlichen Instrumente zur Einbindung von Entwicklungen sind nicht per se Instrumente für den „Fortschritt“. Reformen können, müssen aber nicht zu Besserem führen.

⁸⁷ Ex post gesehen verlaufen die geschichtlichen Entwicklungen eher kontinuierlich. Für den Verfassungsjuristen sind sie der Eigenheit des Rechts gemäß, das sich an Äußerem, Greifbarem, z. B. an Terminen, festhalten muß, weniger kontinuierlich: Eine Verfassungsänderung kulminiert in einem bestimmten vorgeschriebenen Verfahren, zu einem bestimmten „Zeitpunkt“, ein Sondervotum objektiviert sich – vielleicht nach längerer Vor-Diskussion in der Wissenschaft und im Gericht – mit einem Mal. Über die „Totalrevision“ einer Verfassung wird dann einmal entschieden (oder sie wird verworfen).

Der Zeitfaktor prägt nämlich Verfassungsgebung besonders, denn hier wird eine „neue“ Verfassung kreiert. Die *neue Zeit* beginnt meist mit einem Akt der Verfassungsgebung. In dem Maße, wie sich Verfassungsinterpretation und Verfassungsgebung im Rahmen des gemeineuropäisch/atlantischen Verfassungstypus näher rücken,⁸⁸ relativiert sich aber die Bedeutung der Verfassungsgebung und damit der sogenannte „neue Anfang“. Gerade der verfassungskulturelle Ansatz baut Brücken von der alten zur neuen Verfassung, die die formaljuristische, vom Volkssouveränitätsdogma verfälschte Betrachtung, fixiert auf den explosionsartig gedachten Akt der Verfassungsgebung, nicht sehen kann. – Hier ein Beispiel: Vieles an der Weimarer Verfassung war schon außer Kraft, bevor revolutionäre Akte des NS-Regimes sie auch formell außer Kraft setzten. Umgekehrt haben sich formell fortgeltende Verfassungsprinzipien über eine längere Zeit hin stärker geändert, als dies die bloß juristische Betrachtungsweise erkennen kann: sei es über tiefgreifende formelle Verfassungsänderungen, die weite Ausstrahlungswirkungen entfalten, sei es durch „stillen Wandel“ der Interpretation desselben Textes. Die Tiefenwandlungen der US-Bundesverfassung im Laufe von mehr als 200 Jahren vermag nur eine kulturwissenschaftliche Verfassungsbetrachtung zu erfassen.

Unser Denken von „Zeit“ geschieht heute je immer schon im Kraftfeld von einzelnen Verfassungen als Beispielen des Typus, zumal seit dem „annus mirabilis“ 1989: Verfassungen als freiheitliche Ordnungen des Pluralismus versuchen der Zeit in doppelter Weise gerecht zu werden: in Gestalt der Bereitstellung von Verfahren, die Konflikte im sozialen Wandel befrieden und auffangen, aber auch durch Schaffung von Instituten, die Dauer garantieren und Identität des einzelnen und des politischen Gemeinwesens im Wandel sichern.⁸⁹ Verfassungen schaffen und bewahren ein Stück kultureller Kontinuität.⁹⁰ Wie stark ist z.B. unser Bewußtsein seit 2 Jahrhunderten von Menschenwürde, (kultureller) Freiheit, Toleranz, Gewaltenteilung, Pluralismus, Privatautonomie, „habeas corpus“ etc. geprägt! Unser modernes Rechtsbewußtsein ist aber zugleich besonders von der Idee geformt, Recht und Gerechtigkeit seien wandelbar, die „Reform des Rechts“ sei für das Recht wesentlich, bis hin zur Konsequenz einer „Reform der Reformen“.

⁸⁸ Dazu P. Häberle, *Verfassungsinterpretation und Verfassungsgebung* (1978), in: ders., *Verfassung als öffentlicher Prozeß*, 1978 (3. Aufl. 1998), S. 182 ff.; aus der Lit. zur verfassungsgebenden Gewalt: H.-P. Schneider, *Die verfassungsgebende Gewalt*, HdBStR Bd. VII, 1992, S. 3 ff.; P. Kirchhof, *Die Identität der Verfassung in ihren unabänderlichen Inhalten*, HdBStR Bd. I, 1987, S. 775 ff.

⁸⁹ Vermutlich gibt es ein optimales Verhältnis zwischen den eher vergangenheitsorientierten „rezeptiven“ und den eher zukunftsorientierten „prospektiven“ Teilen verfassungsstaatlicher Verfassungen. Ein Übermaß an „Neuanfängen“ könnte die neue Ordnung zu labil machen, ein Übermaß an Rezeptionstätigkeit der verfassungsgebenden Kräfte könnte (wie beim GG ?) zu früh Verfassungsänderungen oder andere Formen des Wandels erzwingen. Ein Denken, das Verfassungen möglichst in der Zeit sich entwickeln sehen will, wird beide Extreme meiden. Unter dem Zeitaspekt kann es sich empfehlen, eine ausgeglichene Mischung von bloßen Kompetenznormen einerseits, „zwingenden“ Verfassungsaufträgen andererseits herzustellen. Werden zu viele – unerfüllbare – Verfassungsaufträge postuliert, wird die Verfassung u. U. im ganzen unglaubwürdig, weil sie nicht alle gleichzeitig einlösen kann. Werden nur formale Kompetenzen eingeräumt, bleibt der Forderungscharakter von Verfassungen zu schwach und zu blaß. Im ganzen wäre eine Skala von Techniken zu erstellen, wie der Verfassungsgeber die Zeit in die Verfassung einbaut. Neben der erwähnten „großen“ Abstufung von der Verfassungsänderung über das Sondervotum bis zum Wandel durch Interpretation träte „im kleinen“ eine weitere Differenzierung: vom Programmsatz bzw. von der bloßen formalen Kompetenz (Art. 15 GG) über die materielle Kompetenz (Art. 74 Ziff. 16) bis zum Verfassungsauftrag (z.B. Art. 6 Abs. 5, Art. 3 Abs. 2 S. 2 GG).

⁹⁰ Einen Teilaspekt liefert hier z.B. die unter Historikern geführte Kontinuitäts-Diskussion: s. H. M. Baumgartner, *Kontinuität als Paradigma historischer Konstruktion*, in: *Philosophisches Jahrbuch* 1973, S. 254 ff.; grundsätzlich: R. Koselleck, *Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten*, 1979; J.-M. Guyau, *Die Entstehung des Zeitbegriffs*, 1993; S. Kirste, *Recht und Zeit im deutschen Idealismus*, ARSP 1999, S. 53 ff.

2) Zeit als kulturelle und interdisziplinäre Kategorie

Die Kategorie „Zeit“, wie sie sich im Verfassungsrecht ausprägt, folgt primär der zeitlichen Strukturierung der täglichen Handlungen des Menschen (und seiner „Anschauungen“ mit subjektiv-objektiven⁹¹ Komponenten) bzw. seiner Gemeinschaft. Dieses Bewußtsein und Verständnis von Zeit⁹² als Strukturmerkmal sozialer Ordnungen und menschlicher Erfahrungen steht nicht neben, sondern im Zusammenhang mit den Ausprägungen von „Zeit“ in den übrigen Wissenschaften⁹³ und Künsten, weil diese alle⁹⁴ letztlich Ausformung einer Kulturperiode sind. So gewiß die „Eigenständigkeit“ des Rechts (und der Rechtswissenschaft) gegenüber dem Sozialen (und den Sozialwissenschaften) bleibt,⁹⁵ so sicher hat das Recht, besonders das Verfassungsrecht, Teil an der Gesamtkultur einer Zeit, also auch am Denken über Zeit und am Handeln in und mit der Zeit (bzw. ihrem „Tempo“).

Der die Wissenschaften und Künste einer Epoche verbindende interdisziplinäre Zeitbegriff ist gewiß komplex⁹⁶ und findet seine Grenzen an der Relativität der auf die jeweiligen Gegenstandsbereiche der Einzelwissenschaften zugeschnittenen Zeitbegriffe und Zeithorizonte. Gleichwohl lassen sich dank des Zusammenhanges der Kultur der jeweiligen Epoche im Zeitverständnis⁹⁷ Aspekte eines gemeinsamen kulturellen bzw. kulturbedingten Zeitbegriffs

⁹¹ Auch auf Verfassungsebene hat Zeit objektive und subjektive Komponenten. Einerseits finden sich durch die Objektivität der Zeit festgelegte Fristen (etwa Art. 68 Abs. 2 GG, Art. 62 Abs. 1 S. 2 Verf. Brandenburg), andererseits auch Zeitregelungen, die subjektivierende Elemente enthalten, also auf Vorstellungen der Individuen abstellen. Ein Beispiel für die subjektive Komponente ist der häufig erscheinende Begriff „unverzüglich“ (z.B. in Art. 63 Abs. 4 S. 1, Art. 76 Abs. 2 S. 3, Art. 115 d Abs. 2 S. 2, Art. 115 1 Abs. 2 S. 3 GG, Art. 101 Abs. 2 S. 2 Verf. Hessen, Art. 30 Abs. 2 S. 1 Verf. Niedersachsen, Art. 52 Abs. 3 S. 2 Verf. Nordrhein-Westfalen). Deutlich werden subjektive Zeitvorstellungen auch herangezogen, wenn darauf abgestellt wird, daß etwas „als besonders eilbedürftig bezeichnet“ wurde (Art. 76 Abs. 2 S. 4 GG), „für dringlich erachtet“ bzw. „bezeichnet“ wird (Art. 84 Abs. 5 S. 2, Art. 85 Abs. 3 S. 3, Art. 115 d Abs. 2 S. 1 GG), „frühzeitig“ zu erfolgen hat (Art. 39 Abs. 1 S. 1 Verf. Mecklenburg-Vorpommern), daß die Lage „ein sofortiges Handeln erfordert“ (Art. 115 a Abs. 2 S. 1, Art. 115 i Abs. 1 GG) oder daß etwas nicht mehr „rechtzeitig“ möglich ist (Art. 115 a Abs. 2, Abs. 3 S. 2, Art. 115 e Abs. 1 GG). Derartige Formulierungen finden sich bes. zahlreich in den Bestimmungen des GG für den Verteidigungsfall (Art. 115 a ff.).

⁹² Neben der Zeit ist es der „Raum“, der menschliches Handeln strukturiert. Und vielleicht gehören die Verfassungstheorie der Zeit und des Raumes letztlich zusammen. Ansätze zu einer Verfassungstheorie des Raumes bei P. Häberle, *Kulturpolitik in der Stadt – ein Verfassungsauftrag*, 1979, S. 38 ff.; s. auch R. Wendorff, *Zeit und Kultur*, 1980, S. 660 f. (3. Aufl. 1985).

⁹³ U.R. von Ehrenfels, *Zeitbegriff und Stufenfolge in völkerkundlicher Sicht*, Studium generale 19 (1966), S. 736 ff.; J. T. Fraser, *The interdisciplinary study of time*, Studium generale 19 (1966), S. 705 ff.; ders. (ed.), *The study of time*, 1972; R. W. Meyer (Hrsg.), *Das Zeitproblem im 20. Jahrhundert*, 1964; W. E. Moore, *Man time and society*, 1963; J. Piaget, *Die Bildung des Zeitbegriffs beim Kinde (1955)*, 1974; M. Schöps, *Zeit und Gesellschaft*, 1980; H. Yaker (ed.), *The future of time, man's temporal environment*, 1971; J. A. Roth, *Time tables*, 1963.

⁹⁴ Die Gestaltungsmöglichkeiten der Geisteswissenschaften sollten nicht gering geschätzt werden. Sie entscheiden mit, welche Klassikertexte als solche tradiert werden, sie bestimmen das „kulturelle Erbe“, das z. B. eines Montesquieu nicht entraten kann. Die Rechtswissenschaft arbeitet dabei Hand in Hand mit der Politik- und Geschichtswissenschaft. Die Wiederentdeckung eines Tocqueville war auch ein Dienst am Verfassungsstaat als gemeineuropäisch/atlantischer Leistung.

⁹⁵ Vgl. K. Larenz, *Die Bindung des Richters an das Gesetz als hermeneutisches Problem*, in: FS E. R. Huber, 1973, S. 291 ff. S. auch H.-M. Pawlowski, *Methodenlehre für Juristen*, 3. Aufl. 1999, S. 8, 238, 241.

⁹⁶ Vgl. nur N. Luhmann, *Temporalstrukturen des Handlungssystems*, in: W. Schluchter (Hrsg.), *Verhalten, Handeln und System*, 1980, S. 32 ff., hier S. 56 ff.; s. a. ders., *Soziologische Aufklärung 2*, 1975, S. 103 ff.; vgl. auch N. Elias' Unterscheidung zwischen zwei Begriffen von „Zeit“: der physikalischen Zeit („Fließbandzeit der Momente“) und der historisch-gesellschaftlichen Zeit der Utopie als „Prozeßzeit“, in der sich die Vergangenheit über die Gegenwart mit der Zukunft zusammenschließt (FAZ vom 26. Juni 1981, S. 25, Utopie-Kolloquium in Bielefeld).

⁹⁷ In diesem Sinne: R. Wendorff, *Zeit und Kultur*, 1980, z. B. S. 653 ff. (3. Aufl. 1985).

erarbeiten, die der Verfassungsrechtswissenschaft weiterhelfen.⁹⁸ Das Bewußtsein vom immer rascheren Wandel dürfte eine solche Gemeinsamkeit sein, die für die Verfassungen und ihre Kultur ähnlich wie für andere Wissenschaften und die Künste gilt.

Umgekehrt dürfen etwa die Sozialwissenschaften die spezifische Verwendungsweise von Zeit durch den Juristen, z.B. die differenzierten Instrumente des Verfassungsrechts, nicht einebnen, etwa unter der Forderung „sofortiger und totaler Rezeption von Wandel durch das Recht“.⁹⁹ Dies bedeutete Auflösung des Rechts, Verlust der Rechtssicherheit und damit eines Gerechtigkeitselements sowie Negierung der Verfassung, die nach ihrem Telos „Grundordnung“ sein soll: Dazu gehört ein Mindestmaß an Dauer und Stabilität (z.B. durch Rezeptionen, Disziplinierung richterlicher Rechtsschöpfung, behutsames Vorgehen bei Reformen¹⁰⁰ etc.), dem sich auch ein dynamisches und „prozedurales“ Verfassungsverständnis¹⁰¹ verpflichtet weiß. Hier treffen wir uns mit R. Wendorff, der „um einen Ausgleich, ein Gegengewicht gegen die Einseitigkeiten unserer linearen Zeitkultur“ ringt,¹⁰² nach „bleibenden Werten“ sucht¹⁰³ und so eine spannungsreiche „Polarität“ in der westlichen Welt erhofft;¹⁰⁴ heute gilt diese Hoffnung (auf) der ganzen Welt.¹⁰⁵

Das schließt ein, daß sich der Verfassungsstaat je national auf vielen Ebenen dringenden Reformen stellen muß: etwa dem Abbau der internen Massenarbeitslosigkeit, wobei im Hintergrund der Streit um die „richtige Abgrenzung zwischen Staat und Wirtschaft“ steht, dem Problem der „Zähmung“ des neuen Kapitalismus (Gräfin Dönhoff), der Reduzierung der

⁹⁸ Ein Einblick in das in der Verfassung zum Ausdruck gelangende Zeitverständnis einer Rechtskultur ergibt sich auch aus Einsichten in das Selbstverständnis des Menschen und Bürgers überhaupt. Zum „Selbstverständnis als Rechtskriterium“ gleichnamig M. Morlok, 1993. Vgl. auch BVerfGE 70, 138 (162 ff.), für die Kirchen; E 83, 238 (356), für Religionsgesellschaften.

⁹⁹ Das (Verfassungs-)Recht und seine Wissenschaft täten sich einen schlechten Dienst, gäben sie jedem sozialen Wandel eilfertig nach, reagierten sie auf jede kulturelle Herausforderung oder gar Provokation. Sie verlören ihren Stellenwert im Zusammenwirken mit den anderen kulturellen Faktoren und Vorgängen. Der Weg zwischen Behauptung und Wandel ist gewiß schwer, aber er ist der Weg des (Verfassungs-)Rechts. Auch die richterliche Unabhängigkeit gehört zu den verfassungsstaatlichen Instrumenten, die dem „Eigenwert“ des Rechts gegenüber anderen Vorgängen dienen wollen und können. Was letztlich den Gang der (Verfassungs-)Geschichte steuert, ist eine Frage an das, besser die „Subjekte“ der Geschichte. Sie kann nur in Glaubenssätzen beantwortet werden, ein solcher ist der Satz von der dem Menschen möglichen Sinngebung der Geschichte i. S. Sir Poppers.

¹⁰⁰ An gesetzlichen Reformen zeigt sich, wie sehr es kultureller Wachstumsprozesse bedarf, damit das – neue – Recht „Wurzeln“ schlägt. Ein etwaiges Übermaß an Reformen im rechtlichen Bereich greift nicht mehr. Der Gesetzgeber mag noch so viel „von oben“ reformieren: Wird den Reformen nicht genügend Zeit gelassen, in der Praxis zu wirken, werden sie gegenstandslos. Der Prozeß der Rechtsgeltung ist mit der Verkündung einer Norm im Bundesgesetzblatt nicht gewonnen, denn das Vertrautmachen und Vertrautwerden der Gesetzesadressaten mit der Norm braucht Zeit. Die Bedingungen für die Geltung von Rechtsnormen sind letztlich kultureller Natur: sie sind weder nur „staatlich“ noch nur „gesellschaftlich“, weder nur sachlich noch nur persönlich begründet.

¹⁰¹ Die verschiedenen „Schulen“ dürften sich gerade durch ihr unterschiedliches Zeitverständnis, ihre verschiedenen „Einstellungen“ zur Zeit unterscheiden: Die ältere denkt eher statisch, die von R. Smend angeführte Richtung eher dynamisch. Je nachdem ist der Stellenwert von Normativität als „Unverbrüchlichkeit“ verschieden; vgl. auch W.-R. Schenke, aaO., AöR 103 (1978), S. 566 (570 ff.).

¹⁰² R. Wendorff, *Zeit und Kultur*, 1980, S. 655 (3. Aufl. 1985).

¹⁰³ R. Wendorff, aaO., S. 657.

¹⁰⁴ Dazu R. Wendorff, aaO., S. 653 ff.: „Polarität, Spannung, Ausgewogenheit“. – Die Zeitebenen verschränken sich vielfältig: Der Verfassungshistoriker, der „Vergangenes“ berichtet, tritt dabei mehr oder weniger bewußt und offen auch als Kommentator des Gegenwärtigen auf, der Staatsrechtliche Dogmatiker hat auch seine Vorverständnisse und Anleihen aus der Geschichte und seine Hoffnungen auf die Zukunft; der Verfassungspolitiker des „Prinzips Hoffnung“ lebt auch aus Vergangenheit und Gegenwart und sei es auch nur, indem er ein Kontrastprogramm zu ihnen (bis hin zur „konkreten Utopie“) entwirft.

¹⁰⁵ Dabei ist die Frage, ob die Verfassung eine „Zukunft“ habe (vgl. D. Grimm, *Die Zukunft der Verfassung*, 1991), positiv zu beantworten.

Staatsbürokratie (Stichwort „schlanker Staat“, „l'état modeste“, „new public management“), die Bekämpfung der organisierten Kriminalität und der Korruption, die Bewältigung der Herausforderungen durch neue Techniken sowie durch Migrationsbewegungen, der rechtlichen und ethischen Verstärkung der Idee von „Menschenpflichten“ (Alt-Bundeskanzler H. Schmidt). Welt- bzw. menscheitsbezogene Reformthemen sind die Herausforderung durch die Globalisierung der Märkte („global society“), der Kulturgüterschutz, der Abbau von Armut, die Einrichtung ständiger Internationaler Gerichtshöfe der UN zur weltweiten, nicht nur regionalen Verfolgung von Verbrechen gegen die Menschlichkeit bzw. Völkermord, die Durchsetzung der universalen Menschenrechte, auch bei Wegfall effektiver Staatsgewalt.

Halten wir fest: „Brückenbegriff“ zu dieser Einbettung des Verfassungsrechts und seiner Zeitprobleme einschließlich der Reformfragen ist die „Kultur“, die Methode dieses „Brückenschlages“ muß daher kulturwissenschaftlich sein: Nur so erscheinen eine theoretische Anbindung des Verfassungsstaates an die Zeit, sein Zugleich von Vergangenheitsorientierung und Offenheit sowie seine materiale Fundierung als Teil eines „kulturellen Wachstumsprozesses“ (L. Kolakowski) möglich.

Jürgen Ehlers

Die Zeit in Physik und Astronomie

Das Wort *Zeit* bezeichnet einen Grundbegriff der lebensweltlichen wie der wissenschaftlichen Weltbeschreibung und technischen Weltgestaltung. Jeder Mensch erlebt sich jeweils in der Gegenwart, erinnert sich an seine Vergangenheit und erwartet die Zukunft. Gemeinsame Wahrnehmungen der Außenwelt legen die Vorstellung einer objektiven, universellen Zeit nahe, und Bedürfnisse des Zusammenlebens veranlassen die Einführung von Zeitzählungen (Kalendern) und Zeiteinteilungen. Ohne ein allgemein verbindliches Zeitmaß können Bewegungen und allgemeinere Veränderungen nicht quantitativ erfasst und mitgeteilt werden, und ohne eine allgemein zugängliche *öffentliche Zeit* können Ereignisse, ob Geburten oder Feste, Flugzeuglandungen oder Sonnenfinsternisse, nicht fixiert oder als künftige Handlungen geplant werden.

Im Hauptteil dieses Referats möchte ich darstellen, wie im 20. Jahrhundert die jetzt akzeptierten *naturwissenschaftlichen Zeitbegriffe* aus dem Zusammenwirken von astronomischen Beobachtungen, physikalischen Messungen und theoretischen Begriffsbildungen zustande gekommen sind. Daran anschließend werde ich im Zusammenhang mit der Kosmologie kurz etwas über unser noch lückenhaftes Verständnis des Zustandekommens der *Zeitrichtung* sagen und am Schluß Vermutungen darüber erwähnen, bei welchen Abmessungen die im Hauptteil beschriebene kontinuierliche Zeit- und Raumstruktur nach den vorliegenden Ansätzen zu einer Vereinigung von Allgemeiner Relativitätstheorie und Quantentheorie ungültig wird und durch eine diskrete Struktur verfeinert werden muß.

Zeit an einem Ort. Gestützt auf Zeitwahrnehmungen oder Registrierapparate werden Vorgänge in der Nähe eines Ortes, die sozusagen mit einem Blick zu übersehen sind, in frühere und spätere Ereignisse geordnet, was zu dem Bild von der *Zeitgeraden* führt, die ich als von unten (früher) nach oben (später) verlaufend zeichne, siehe Abb. 1. Für viele Zwecke reicht

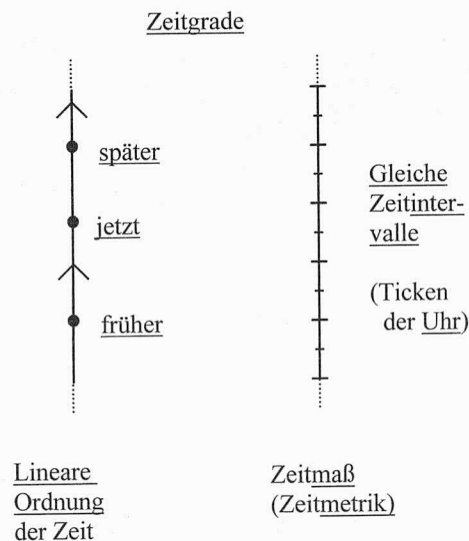


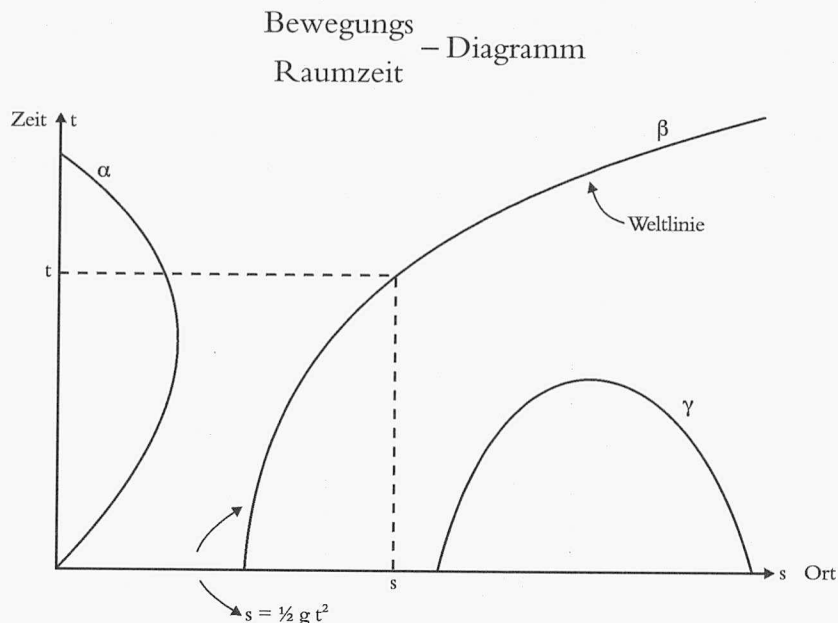
Abb. 1 und 2 Zeit an einem Ort

diese *Ordnungsstruktur* nicht aus. Um die Änderungen physikalischer Größen, wie z.B. Abstände von Körpern, Temperaturen von Flüssigkeiten, Ströme in elektrischen Leitern, quantitativ darzustellen, benötigt man ein *Zeitmaß*. Es besteht das Bedürfnis, zwei zeitlich getrennte Vorgänge nach ihrer *Dauer* zu vergleichen. Von vornherein hat es keinen Sinn, von einem Vorgang zu behaupten, er dauere ebenso lange oder $2\frac{1}{2}$ mal so lange wie ein anderer Vorgang; denn das *Zeitempfinden* ist von Person zu Person verschieden und stimmungsabhängig. Es müssen also Vereinbarungen getroffen und Meßverfahren entwickelt werden, um Dauern – Zeitintervalle – intersubjektiv verbindlich zu vergleichen, also in der symbolischen Darstellung auf der Zeitgeraden „gleich lange“ Abschnitte zu markieren, wie in Abb. 2 angedeutet. Dies soll nach Möglichkeit so geschehen, daß die Abhängigkeiten anderer Größen von „der Zeit“ möglichst einfach sind, wie z.B. in Galileis Fallgesetz (3)

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

oder in der viel komplizierteren Darstellung der Planetenbewegungen.

Die Veranschaulichung des Fallgesetzes (Abb. 3) ist ein Beispiel eines *Raum-Zeit-Diagramms*. Es stellt eine Bewegung als eine Kurve in einer (Ort, Zeit) $\equiv (s, t)$ – Ebene dar. Hier wie in der später zu besprechenden Relativitätstheorie wird die Zeit nicht „verräumlicht“; das Diagramm erfüllt den gleichen Zweck wie eine Formel, eine Tabelle oder ein Fahrplan mit zusammengehörigen (s, t) – Werten. Ein solches Diagramm erlaubt, den Bewegungsablauf als Ganzes zu vergegenwärtigen. Um allgemein Bewegungen quantitativ darzustellen, benötigt man ein *Bezugssystem*, das es ermöglicht, den Ort und die Zeit eines Ereignisses durch drei Raumkoordinaten x, y, z und eine Zeitangabe t festzulegen.



Die Kurven α und β stellen mögliche Bewegungen dar, die Kurve γ dagegen stellt keine Bewegung dar; denn ein Teilchen hat zu jeder Zeit einen und nur einen Ort.

Abb. 3 Galileis Fallgesetz 1638

Zur *Zeitmessung* dienen die Längen von Strecken, die „Uhrzeiger“ zurücklegen. Von vornherein ist nicht klar, was mit *gleichförmiger* Bewegung, z.B. von Zeigern, gemeint ist. Folgen-

de *Vereinbarung* erweist sich als zweckmäßig: Geräte mit bewegten Zeigern sind *Uhren*, wenn für je zwei solche Geräte die Weglängen ihrer Zeiger zwischen irgend zwei Augenblicken ein von der Wahl dieser Augenblicke unabhängiges Verhältnis haben. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß sich solche Geräte herstellen lassen. (Um zu entscheiden, ob ein einzelnes Gerät eine Uhr ist, benötigt man mindestens ein zweites ähnliches Gerät. In der Praxis werden zur genauen Zeitmessung mehrere Uhren verwendet; nur so kann auch die Ganggenauigkeit beurteilt werden.)

Zur Zeitmessung dienten schon im 16. vorchristlichen Jahrhundert Sonnen- und Wasseruhren. Seit etwa 1300 gibt es von Gewichten getriebene, mit Hemmungen versehene Räderuhren. Um die Mitte des 17. Jahrhunderts entwickelten Galilei, Huygens und Hooke Pendeluhren bzw. Uhren mit Federunruhe. Während die ersten Räderuhren bis auf etwa 15 Minuten pro Tag genau gingen, maß Harrisons Schiffsuhr 1761 die Zeit bereits bis auf eine Unsicherheit von nur 15 Sekunden in fünf Monaten; dies entspricht einer Ganggenauigkeit von

von $\frac{\delta T}{T} = \frac{15s}{5\text{Monate}} \approx 5 \times 10^{-6}$. Die besten Pendeluhren erreichten zu Anfang des

20. Jahrhunderts eine Genauigkeit von etwa 10^{-7} über einen Tag. Seit 1930 gebaute Quarzuhren steigerten diese Genauigkeit noch um etwas mehr als eine Größenordnung. Damit wurden 1936 erstmals Schwankungen in der Erdrotationsdauer, der Dauer eines Sterntags, nachgewiesen. Noch genauere Uhren, bei denen die Schwingungen eines Quarzkristalls auf Übergänge von Atomen zwischen genau definierten Zuständen – Energieniveaus – abgestimmt und damit extrem konstant gehalten werden, haben mittlererweile eine Genauigkeit erreicht, die es ermöglicht, die Dauer eines Tages bis auf eine Milliardstel Sekunde zu bestimmen (Ganggenauigkeit 10^{-14}), und gegenwärtig werden noch genauere Uhren entwickelt. Wir können also an jedem Ort, jeder Stelle eines Körpers eine *lokale Zeit*, die sog. *Eigenzeit* des Ortes, definieren. Wenn als *Einheit* nach einer internationalen Vereinbarung von 1967 die *SI-Sekunde* als ein bestimmtes Vielfaches der Periode eines bestimmten Übergangs des Cäsium-Atoms Cs133 genommen wird, sind die Eigenzeiten aller Körper bzw. Stellen auf Körpern bis auf ihre Nullpunkte festgelegt, ob sich die Körper relativ zueinander bewegen oder nicht. Nach aller Erfahrung stehen die in lebenden Organismen vorhandenen Zeitgeber sowie ihre Wahrnehmungs- und Entwicklungszeiten im Mittel in festen Verhältnissen zu der an ihrem Ort geltenden physikalischen Eigenzeit. Die von Herrn Ploog erläuterten Zeitintervalle des menschlichen Wahrnehmungsapparats z.B. beziehen sich auf die Eigenzeit.

Jetzt stellt sich die für Physik und Astronomie fundamentale, und auch für den globalen, interkontinentalen Verkehr praktisch wichtige *Frage* bezüglich der Zeit: Stimmen die an verschiedenen Orten der Erde oder allgemeiner die mit den in der Welt vorhandenen, relativ zueinander bewegten Körpern verknüpften lokalen Eigenzeiten nach geeigneter Einstellung ihrer Nullpunkte alle überein, m.a.W. messen sie alle (bis auf zufällige Abweichungen) ein und dieselbe *universelle Zeit*?

Unter dem Eindruck der erfolgreichen Newtonschen Mechanik (1687) und wohl auch aufgrund der technisch erzielten Uhrengenauigkeit wurde lange angenommen, die Antwort laute *ja*, in Übereinstimmung mit Newtons oft zitierter „Erklärung“: „Die absolute, wahre und mathematische Zeit fließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig und ohne Beziehung auf irgendeinen äußeren Gegenstand“. Demnach hätte es einen Sinn, ohne Bezugnahme auf bestimmte Uhren oder Bewegungen von irgend zwei Ereignissen in der Welt zu sagen, sie seien *gleichzeitig*, und auch von zwei Vorgängen zu sagen, sie hätten *gleiche Dauer*, wie in Abb. 4 angedeutet.

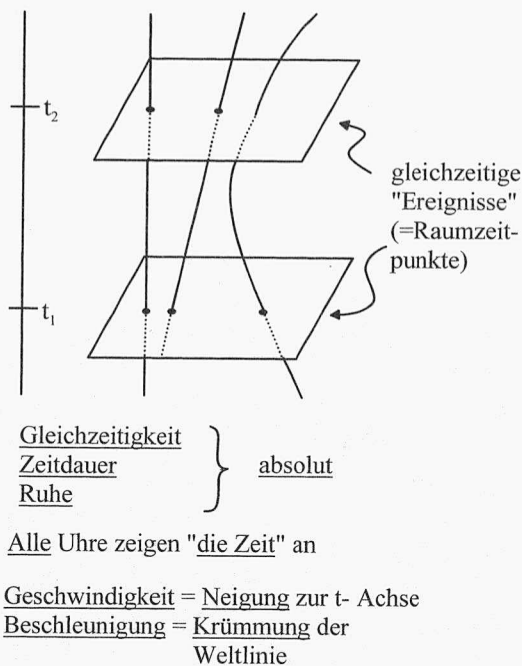


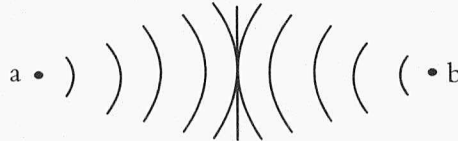
Abb. 4 Newtons absolute Zeit 1687

Während Newton annahm, daß auch *Gleichzeitigkeit*, und damit die Unterscheidbarkeit zwischen Ruhe und Bewegung, einen objektiven Sinn habe, hat sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Einsicht durchgesetzt, daß zumindest für die Dynamik, die Lehre von den Bewegungen materieller Körper unter dem Einfluß von Kräften, ein *Relativitätsprinzip* gilt. Es besagt, daß die Bewegungsgesetze nicht nur in *einem* raumzeitlichen Bezugssystem eine durch Einfachheit ausgezeichnete Standardform haben, sondern daß es unendlich viele, relativ zueinander gleichförmig bewegte, solche *Inertialsysteme* gibt. Dasjenige Bezugssystem, in dem der Schwerpunkt des Planetensystems in Ruhe ist und von dem aus ferne Galaxien in konstanten Richtungen gesehen werden, realisiert ein Inertialsystem.

Die Frage, was mit der Gleichzeitigkeit entfernter Ereignisse gemeint sei, warf erst 1883 James Thomson, Bruder des großen Physikers Lord Kelvin, auf, und 1898 erörterte der berühmte Mathematiker und Physiker Henri Poincaré diese Frage, ohne eine Antwort zu geben. Es war der 26jährige Patentangestellte Albert Einstein, der 1905 die oben gestellte Frage mit *nein* beantwortete und in seiner *Speziellen Relativitätstheorie* eine überraschende Änderung der Auffassung der Physiker über die Struktur der Zeit begründete.

Einstein war, vor allem durch das Studium elektromagnetischer Vorgänge und deren Erklärung durch die Faraday-Maxwellsche Elektrodynamik (1873), zu der Überzeugung gelangt, das in der Mechanik bewährte *Relativitätsprinzip* gelte für die ganze Physik, nicht nur für die Mechanik. Einsteins vorgeschlagene Verallgemeinerung des Relativitätsprinzips widersprach zwar den Erwartungen der meisten Physiker, die an einen Äther als Medium der Lichtwellen und damit an ein bevorzugtes Bezugssystem glaubten, aber es war in Einklang mit der Maxwellschen Theorie der Elektrodynamik und Optik und mit mehreren Experimenten, die eine Bewegung der Erde relativ zum Äther hätten zeigen müssen, aber negativ ausgefallen waren. Das berühmteste dieser Experimente ist 1887 von Michelson und Morley ausgeführt worden.

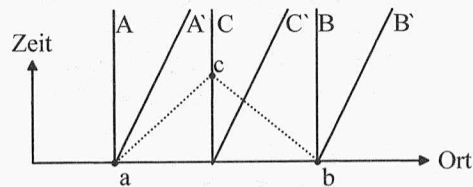
Einsteins Relativitätsprinzip enthält u. a. folgende Aussage, die als *experimentelles Kriterium für Gleichzeitigkeit* dienen kann: Zwei Ereignisse a und b, die an zwei verschiedenen Orten eines Inertialsystems S stattfinden, sind in S gleichzeitig, wenn in a und b ausgesandte, im Vakuum laufende Lichtsignale in der Mitte der Strecke (a, b) zusammentreffen, siehe Abb. 5. Werden in S ruhende Uhren so eingestellt, daß gleiche Zeigerstellungen auf allen Uhren gleichzeitigen Ereignissen im Sinne des Einsteinschen Kriteriums entsprechen, so ergibt sich eine für das Inertialsystem S globale Zeit, und die mit den so synchronisierten Uhren und mit ruhenden Maßstäben gemessene Lichtgeschwindigkeit hat dann in allen Richtungen den selben Wert c ungefähr gleich $c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.



a und b sind gleichzeitig in S

Abb. 5 Spezielle Relativitätstheorie, Einstein 1905

Berücksichtigt man die Erfahrungstatsache, daß die Ausbreitung des Lichts im Vakuum unabhängig vom Bewegungszustand der Lichtquelle erfolgt, so ergibt sich eine überraschende Folgerung: Wenn zwei Ereignisse a und b in einem Inertialsystem S gleichzeitig sind, sind sie es in einem relativ zu S bewegten Inertialsystem nicht, siehe Abb. 6. Weiter folgt aus dem



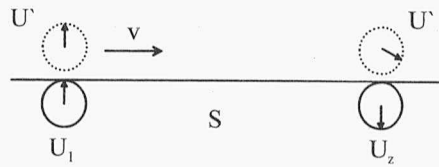
Die Weltlinien A, B, C stellen Punkte dar, die im Bezugssystem S ruhen, A', B', C', sind die Weltlinien von Punkten, die in S' ruhen. S' bewegt sich, von S aus beurteilt, nach rechts. In a und b ausgesandte Lichtblitze treffen sich in c, am Ort C in der Mitte zwischen A und B, aber nicht in der Mitte C' zwischen A' und B'. a und b sind also gleichzeitig in S, aber nicht in S'.

Abb. 6 Relativität der Gleichzeitigkeit

Relativitätsprinzip, daß die Eigenzeit einer relativ zu S mit der Geschwindigkeit v bewegten Uhr U' relativ zu in S ruhenden, nach dem obigen Kriterium synchronisierten, Uhren U_1 ,

U_2 um den Faktor $\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$ langsamer geht, wie Abb. 7 veranschaulicht. Diese sogenannte

Geschwindigkeits-Zeitdehnung ist inzwischen vielfach mit großer Genauigkeit experimentell nachgewiesen worden, am genauesten mit Atomuhren in einer relativ zur Erde bewegten Rakete. Aus der Geschwindigkeits-Zeitdehnung folgt auch der Zwillingeffekt, oft irrtümlich Zwillingsparadoxon genannt.



Zwei in S ruhende Uhren.

Eine relativ zu S bewegte Uhr

U' geht nach, von S aus beurteilt.

$$t' = t \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

Abb. 7 Geschwindigkeits-Zeitdehnung

Eine besonders wichtige Folgerung aus der Speziellen Relativitätstheorie ist, daß die *Lichtgeschwindigkeit* die *obere Grenze* darstellt für die Geschwindigkeiten aller Teilchen und Felder, die Informationen übertragen, also Wirkungen auslösen können.

Die definitive Antwort auf die oben gestellte Hauptfrage über Zeit ist also *nein*. In jedem Inertialsystem definieren zwar die Eigenzeiten ruhender, synchronisierter Uhren eine globale Zeit, aber die so definierten Zeiten zweier relativ zueinander bewegter Inertialsysteme sind verschieden. Sie lassen sich mittels der sog. Lorentztransformation ineinander umrechnen.

Aus der Speziellen Relativitätstheorie ergibt sich, daß die *Beziehung zwischen Zeitstruktur und Kausalität* wesentlich verschieden ist von derjenigen, die der Newtonschen Physik zugrunde liegt. Nennt man *Vergangenheit* oder *Erfahrungsbereich* eines Ereignisses b, etwa eines Beobachters B in einem Augenblick t seiner Eigenzeit, alle und nur die Ereignisse, von denen B zur Zeit t durch irgendwelche Signale (Licht, Schall, Teilchen, Telefonanrufe . . .) etwas erfahren haben kann – siehe Abb. 8 – und *Einflußbereich* von b diejenigen Ereignisse, die

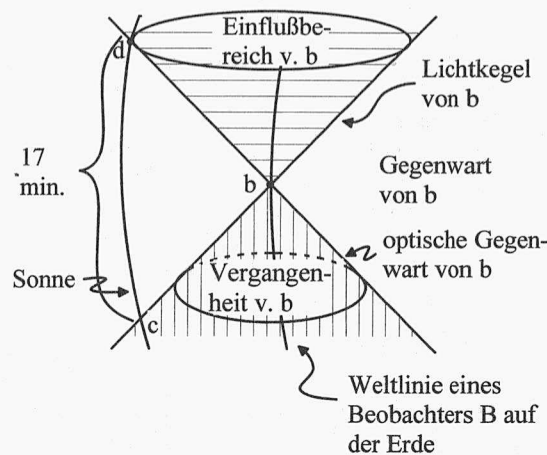


Abb. 8 Zeit und Kausalität in der Relativitätstheorie

B durch Handlungen zur Zeit t beeinflussen kann (was B zu einer späteren Zeit überprüfen kann), so sind diese Bereiche wegen der Bedeutung der Lichtgeschwindigkeit als der größten Signalgeschwindigkeit durch einen Bereich *Gegenwart* voneinander getrennt, der mit wachsendem Abstand von B immer größer wird. Auf der Sonne dauert in diesem Sinne die Ge-

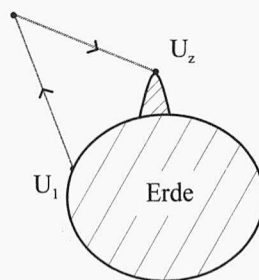
genwart für einen Beobachter auf der Erde bereits etwa 17 Minuten. Nach heutiger Kenntnis gibt es keine objektive, von willkürlichen Festsetzungen unabhängige Möglichkeit, von den Ereignissen, die zwischen c und d auf der Sonne stattfinden, eines als „mit b gleichzeitig“ auszuzeichnen. Dies steht in krassem und für das physikalische Weltbild wesentlichem Gegensatz zu der älteren Vorstellung, wonach Vergangenheit und Einflußbereich von b einen gemeinsamen Rand haben, die absolute Newtonsche Gegenwart, die nach Leibniz und Kant der absoluten Zeit ihre kausale Bedeutung gab. Ob man in der Speziellen Relativitätstheorie als *Zukunft* von b alles das bezeichnen will, von dem B in b noch nichts erfahren haben kann – was die oben definierte Gegenwart einschließt – oder den Einflußbereich von b, ist eine Frage des Sprachgebrauchs. Wesentlich ist, daß diese Bereiche nicht zusammenfallen, was als erster Hermann Minkowski 1908 erkannte.

Die Spezielle Relativitätstheorie läßt die *Gravitation* unberücksichtigt. Sie ist nach heutigem Verständnis eine (oft sehr gute) Näherung zur Beschreibung solcher Vorgänge, bei denen die Gravitation vernachlässigbar schwach ist.

Die Gravitation muß natürlich im Bereich der Geo- und Astrophysik berücksichtigt werden. Aus der hierfür zuständigen Allgemeinen Relativitätstheorie, deren Grundzüge Einstein 1915 in Berlin formulierte, haben sich weitere, erst in den vergangenen 30 Jahren experimentell mit wachsender Genauigkeit überprüfte und bestätigte Folgerungen für die Beziehungen zwischen den lokalen Eigenzeiten ergeben, die ich jetzt beschreiben möchte.

Wegen des Vorhandenseins der Gravitation gibt es genau genommen keine Inertialsysteme. Das aus der Newtonschen Mechanik in die SR übernommene *Trägheitsgesetz* ist nicht anwendbar, weil *alle* Körper und sogar das Licht ein Gewicht haben und also im Newtonschen Sinn nicht kräftefrei sind. Die einfachsten wirklich aufweisbaren Bewegungen sind die *frei fallender Körper*, die aber relativ zueinander beschleunigt erfolgen, also nicht dem klassischen Trägheitsgesetz genügen; eben darin zeigt sich nach der Allgemeinen Relativitätstheorie das Vorhandensein eines Gravitationsfeldes.

Ein für uns Menschen wichtiges Gravitationsfeld ist das der Erde. Es kann als zeitlich unveränderlich angesehen werden, und wir können das durch die Erde gebildete starre, rotierende Bezugssystem durch geostationäre Satelliten auf den Erdraum erweitern. An den so fixierten Orten können Uhren angebracht werden, die je ihre Eigenzeit anzeigen. Die AR und Präzisionsmessungen zeigen: Alle diejenigen Uhren dieses Systems, die sich auf einer Fläche gleichen Schwerepotentials (näherungsweise: auf gleicher Höhe über dem Meeresspiegel) befinden, sind Gang-synchron, d.h. sendet man von einer solchen Uhr U_1 in deren Eigenzeitabstand Δt_1 zwei Radarsignale nach U_2 am Ort B – so kommen sie dort mit der glei-



$$\Delta t_2 - \Delta t_1 \approx \frac{gh}{c^2} \Delta t_1$$

Abb. 9 Einfluß des Schwerefeldes auf den Uhrengang: Gravitative Zeitdehnung

chen, von U_2 gemessenen Eigenzeitdifferenz an. Befindet sich aber U_1 an einem Ort A des Schwerepotentials Φ_1 und U_2 an einem Ort B mit Φ_2 , – siehe Abb. 9 – so ergibt sich bei dem entsprechenden Signalvorgang nach der AR

$$\Delta t_2 = \Delta t_1 + \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{c^2} \Delta t_1$$

Befindet sich z.B. U_1 auf Meeresniveau, U_2 dagegen 3km darüber, so weicht Δt_2 von Δt_1 in einem Tag um etwa 30 ns ab, was von heutigen Cäsiumuhren gemessen werden kann.

Die Frage „Welche der beiden Uhren zeigt die wahre Zeit an?“ ist sinnlos. Die oft zu findende Formulierung „In A läuft die Zeit langsamer als in B“ ist auch sinnlos; denn „die Zeit“ gibt es eben nicht – zumindest nicht als experimentell gestützten Begriff einer bewährten physikalischen Theorie.

Um eine einheitliche Zeit im Erdraum „herzustellen“, werden die Gänge von etwa 200 Normaluhren (einige an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig, einige am Greenwich-Observatorium, viele am Naval Observatory in Washington . . .) so eingestellt, daß die eben beschriebene *gravitative Zeitdehnung* kompensiert wird. Außerdem werden die Nullpunkte geeignet eingestellt, so daß alle Uhren zusammen eine im ganzen Erdraum verfügbare Zeit, die sogenannte Internationale Atomzeit (TAI), anzeigen, die 1980 eingeführt wurde. (Die Gangsynchronisation geschieht wegen der Erdrotation nicht nach der Einsteinschen Synchronisationsvorschrift, die nur für Inertialsysteme eine brauchbare, globale Zeit ergibt.)

Die oben im Zusammenhang mit der SR beschriebene Beziehung zwischen Vergangenheit, Zukunft und Kausalität wird von der AR qualitativ nicht verändert, sondern „nur“ quantitativ verfeinert dadurch, daß die Lichtkegel durch gravitierende Materie verformt („gekrümmt“) werden. Weil es außerdem in Gravitationsfeldern keine Inertialsysteme gibt, ist – wie ich am Beispiel des Erdraums erläutert habe – eine globale Zeit nur bei Kenntnis des jeweiligen Gravitationsfeldes durch „Korrekturen“ an den Eigenzeiten definierbar, und zwar auf unendlich viele Weisen.

Aus dem Gesagten ergeben sich einige tiefgreifende Folgerungen für die Beschreibung physikalischer Vorgänge:

1. Nach heutiger Kenntnis gibt es keine naturgesetzlich identifizierbare, von willkürlichen Konventionen unabhängige Gleichzeitigkeit von Ereignissen. Das „Jetzt“ kommt in der physikalischen Naturbeschreibung nicht vor.
2. Die Beschreibung eines Vorgangs als zeitliche Aufeinanderfolge räumlicher Anordnungen von Körpern, Feldern u. dgl. ist zwar möglich mittels eines konventionellen Zeitparameters, aber auf unendlich viele Weisen, die alle prinzipiell gleichwertig sind.

H. Weyl hat diese Erkenntnis so ausgedrückt (1930): Die objektive Welt *geschieht* nicht, sie *ist*.

Trotzdem läßt sich die Wahrnehmungsfolge eines oder mehrerer Beobachter in die „zeitlose“ Raumzeitbeschreibung der AR einfügen als die Schar der nach den betreffenden Eigenzeiten linear geordneten Vergangenheitslichtkegel mit den darin befindlichen Informationen z.B. über Himmelskörper, die der Beobachter jeweils in seiner „optischen“ Gegenwart sieht. Nach G. Ludwig (unveröffentlichter Vortrag am 16. 1. 98) mag man sich die Sache so vorstellen, als ob ein „Fenster“ an der Weltlinie von B entlang glitte, das den Beobachter während einer Dauer von etwa 0,02s den nahe seinem Vergangenheits-Lichtkegel befindlichen Teil der Welt jeweils als „Gegenwart“ wahrnehmen läßt. Diese Beschreibung zeigt, daß die Gegenwartswahrnehmungen von Beobachtern und die zeitlose AR-Raumzeit miteinander verträglich sind – nicht mehr, aber auch nicht weniger. Auch die Kommunikation zwischen Beobachtern kann so beschrieben werden, ohne daß eine „universelle Gegenwart“ dabei herangezogen wird oder auch nur von Nutzen wäre.

So ist es *prinzipiell* nach der AR; *praktisch* ist es aber meistens möglich und zweckmäßig, durch Verabredungen eine globale Zeit einzuführen, die von den relevanten Eigenzeiten nur wenig und in angebbarer Weise abweicht und die eine Beschreibung eines Vorgangs als Zeitfolge von Zuständen in einem dreidimensionalen Raum ermöglicht, dessen Größenbeziehungen („Metrik“) sich im Laufe der globalen Zeit verändern. Eine solche Beschreibung liegt insbesondere dem *Standard-Modell* des Universums, der Welt im Großen, zugrunde. Danach erfüllten nach einer Urexplosion vor etwa 14 Milliarden Jahren die Materie und die Strahlung fast gleichförmig mit extrem hoher Massendichte und Temperatur den Weltraum und dehnten sich seitdem aus, wobei das kosmische Gas und die Strahlung sich abkühlten. Schließlich, nach einigen Milliarden Jahren, bildeten sich aus kleinen Dichteschwankungen aufgrund der Anziehungskraft der Gravitation durch eine Art Kondensationsvorgang Sterne und Galaxien.

Nun einige Bemerkungen zur viel diskutierten Frage der *Zeitrichtung*. Fast alle jetzt für fundamental gehaltenen Naturgesetze sind zeitsymmetrisch, sie zeichnen keine Richtung Vergangenheit $\rightarrow$ Zukunft aus. Die Ausdehnung des Weltalls und die damit verbundene lokale Erwärmung und globale Abkühlung, die sich für uns darin zeigt, daß wir von der heißen Sonne erwärmt werden und vom kalten Weltraum umgeben sind, prägt dem Naturgeschehen eine mit dem 2. Hauptsatz der Wärmetheorie verträgliche Zeitrichtung auf. Obwohl irreversible Vorgänge im Erdraum (= Erde mit Atmosphäre) Entropie erzeugen, nimmt die Gesamtentropie dieses offenen Systems ab; denn die vom System abgegebene kalte Strahlung entfernt mehr Entropie als durch die heiße Sonnenstrahlung zugeführt wird. Nach heutiger Auffassung kann die Zeitrichtung nicht allein aufgrund der Veränderungen regelnden Naturgesetze verstanden werden, sondern sie ist durch den *Anfangszustand* und die sich daraus nach den Gesetzen entwickelnde *Strukturbildung* bedingt.

Nur der Vollständigkeit halber erwähne ich noch, daß die nicht abgeschlossenen Ansätze zu einer Theorie, die die AR und die Quantentheorie vereinigen soll, zu der Vermutung Anlaß geben, daß das bisher bis zu Abständen von der Größe 10^{-17} cm bewährte Modell der Raumzeit als eines beliebig unterteilbaren Kontinuums bei der sog. *Plancklänge* $l_p \approx 10^{-33}$ cm bzw. der *Planckzeit* $t_p \approx 10^{-43}$ s unbrauchbar wird. Es muß vielleicht durch eine mit einem fluktuierenden Netzwerk oder Schaum vergleichbare, diskrete Struktur ersetzt werden. Danach würden die Begriffe Abstand und Dauer unterhalb der Planckeinheiten ihren Sinn verlieren. Auf diese noch spekulativen Ideen möchte ich nicht eingehen, zumal meine Vortrags-Eigenzeit abgelaufen ist.

Wie dieser Vortrag bestätigt, ist uns die Beschaffenheit der Welt nicht unmittelbar zugänglich oder geoffenbart, sondern sie kann nur schrittweise durch Denken und Handeln ermittelt werden. Dieser Prozeß wird wohl weiter gehen, solange es Menschen gibt; denn die Wirklichkeit ist reichhaltiger als unsere Theorien und Vorstellungen von ihr. Diese Einsicht gehört wohl auch noch zum unerschöpflichen Thema Zeit.

Literaturhinweise

- Born, Max, *Die Relativitätstheorie Einsteins*, 5. Aufl., Springer-Verlag, Berlin 1969.
 Börner, G., Ehlers, J. und H. Meier (Herausg.), *Vom Urknall zum komplexen Universum*, Piper-Verlag, München 1993.
 Breuer, R., *Die Pfeile der Zeit*, Meyster-Verlag, München 1984.
 Ehlers, J. und G. Börner (Herausg.), *Gravitation*, 2. Aufl., Spektrum-Verlag, Heidelberg 1996.
 Einstein, A. *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (gemeinverständlich)*, Vieweg, Braunschweig 1916, seitdem viele Auflagen.
 Goenner, H., *Einsteins Relativitätstheorien*, C.H. Beck-Verlag, München 1997.
 Peisl, A. und A. Mohler, *Die Zeit*, R. Oldenbourg-Verlag, München 1983.

Friedrich L. Bauer

Zeitlogik und Computer-Software

In memoriam Wolfgang Stegmüller (1923–1991)

„Die Zeit, die ist ein sonderbar Ding“ läßt Hugo von Hoffmannsthal die Feldmarschallin im Rosenkavalier von Richard Strauß sagen. Die Zeit ist dort Thema des Alterns – in der Millenniums-Vortragsreihe der Bayerischen Akademie wurde auch die bewußte Zeitwahrnehmung, die sprachliche Zeitfassung, die physikalische Zeitmessung thematisiert. Die Rolle der Zeit in der Logik ergänzt diese Aspekte, so wie die formale Logik überhaupt, ist das Thema Zeitlogik ein Stiefkind unserer Bildungslandschaft.

Die klassische Aussagenlogik wurde spätestens durch George Boole (1815–1869) mittels Wertetafeln im natürlichen Begriffsfeld von *wahr* und *falsch* mathematisch formal faßbar. Modale Logiken, die auch bis in die Antike zurückreichen und die im Mittelalter bei theologischen Disputen eine große Rolle spielten, lassen sich nicht so bewältigen. Sie galten deshalb den Mathematikern nach Boole eher suspekt und wurden von den Philosophen mit verbalen, nicht-formellen Mitteln nur unzureichend erfaßt.

Eine Wende trat nach der Mitte des 20. Jahrhunderts ein, und zwar durch zweierlei Anstöße. Ab 1959 unternahm es Saul Kripke, den modalen Logiken eine mathematische Semantik zu geben. Für die temporale Logik entwickelten damit N. Rescher und A. Urquhart 1971 eine an Diodorus Chronus anknüpfende Fassung. Von linguistischer Seite her kam 1967 das Buch von A. Prior. Es stützte sich auf den Ansatz, den schon 1927 J. M. E. Taggart gemacht hatte. Weitere linguistisch orientierte Beiträge kamen mit den Büchern von J. A. W. Kamp 1968, von D. Gabbay 1976, von J. F. A. K. van Benthem 1983. Von Seite der mathematischen Logik her stießen M. A. E. Dummett und E. J. Lemmon 1959 auf Logiken, die zwischen den von C. I. Lewis 1932 eingeführten Modallogiken S4 (alethisch) und S5 (epistemisch) liegen und die temporale Interpretationen erlaubten.

Von Seite der Informatik machte es dann um 1960 die aufkommende Diskussion um die Semantik von Computer-Programmen notwendig, über verzweigte Abläufe präzise Aussagen zu machen. Dabei führten 1969 Zohar Manna, 1976 Leslie Lamport, 1977 Amir Pnueli und Fred Kröger, ferner 1982 B. T. Hailpern und S. Owicki eine modale Logik in die Praxis ein, die sich am zeitlichen Ablauf orientierte, allerdings mit einem gegenüber dem banalen etwas verallgemeinerten Zeitbegriff, der auch Verzweigungen in der Zeit zu berücksichtigen erlaubt (Stegmüller: Alternativ-Zukunft, „offene Zukunft“).

Dies aber war um 1960 gerade das Neue in der Informatik: die Untersuchung parallel ablaufender Prozesse. Gerade heute ist die Beherrschung nebenläufiger Prozesse ein praktisch wichtiges Arbeitsgebiet der Informatik-Forschung und ihrer Anwendungen. Aus dieser praktischen Sicht heraus soll die temporale Logik, die Zeitlogik, in diesem Vortrag verständlich gemacht werden.

Was sind Modalitäten?

Das Lexikon sagt uns: „Modalitäten drücken die Art und Weise eines Seins aus, etwa die Möglichkeit oder die Notwendigkeit eines Seienden oder Geschehens“. Das Möglich-sein

und das Notwendig-sein sind dabei zueinander in einer dualen Beziehung, die mittels der Negation ausgedrückt werden kann:

Die sprachliche Partikel NICHT MÖGLICH IST, DASS ...

bedeutet so viel wie NOTWENDIG IST, DASS NICHT ...

Um ein Beispiel zu geben:

Nicht möglich ist, daß ein Kamel durch ein Nadelöhr geht und

Notwendig ist, daß nicht ein Kamel durch ein Nadelöhr geht

bedeuten das Gleiche.

Die Modalität des Möglichen und Notwendigen ist nur *ein* Beispiel; auf Aristoteles zurückgehend, wird sie als **alethisch** bezeichnet (gr. *aletheia* ‚Wahrheit‘). Andere Modalsysteme umfassen die dualen Paare

GEBOTEN und ERLAUBT (**deontisch**),

BEWEISBAR und UNWIDERLEGBAR (**intuitionistisch**),

ALLE und EINIGE (**existentiell**),

BEKANNT und GLAUBHAFT (**epistemisch**).

Und da ist schließlich auch, was uns mit dem Thema der ganzen Reihe, der Zeit verbindet, das Modalsystem der Zeitlogik

IMMER und IRGENDWANN (**temporal**).

Aspekt	$\Box$ ($= \neg \Diamond \neg$)	$\Diamond$ ($= \neg \Box \neg$)	Bemerkungen
deontisch	GEBOTEN	ERLAUBT	definale Struktur
alethisch	NOTWENDIG	MÖGLICH	Präordnung
temporal	IMMER	IRGENDWANN	lokalkonvexe Präordnung
intuitionistisch	BEWEISBAR	UNWIDERLEGBAR	terminale Ordnung
existential	ALLE	EINIGE	Äquivalenz
epistemisch	BEKANNT	GLAUBHAFT	Äquivalenz

Aspekt	$\neg \Diamond$ ($= \Box \neg$)	$\neg \Box$ ($= \Diamond \neg$)
deontisch	VERBOTEN	UNGEBOTEN
alethisch	UNMÖGLICH	ENTBEHRlich
temporal	NIEMALS	[NICHT IMMER]
intuitionistisch	WIDERLEGBAR	UNBEWEISBAR
existential	KEINE	[NICHT ALLE]
epistemisch	UNGLAUBHAFT	UNBEKANNT

Abb. 1 Modale Logiken und abgeleitete Modalitäten

Abb. 1 zeigt eine Zusammenstellung. Die Reihenfolge ist so gewählt, daß Modalitäten, an die stärkere Anforderungen gestellt werden, tiefer stehen. Schließlich führt man abkürzende Zeichen ein: Die Zeichen $\Box$ (*box*) und $\Diamond$ (*karo*).

Mit den eben eingeführten Abkürzungen kann man die oben getroffene alethische Feststellung, daß

NICHT MÖGLICH IST, DASS ... so viel bedeutet wie

NOTWENDIG IST, DASS NICHT ...,

formelhaft ausdrücken (Abb. 1) als

$$\neg \Diamond = \Box \neg$$

Für $\neg \Diamond$ und $\neg \Box$ gibt es umgangssprachlich einige eigene Bezeichnungen, die in Abb. 1 zu finden sind, etwa NIEMALS für NICHT IRGENDWANN. Überdies hat man, da doppelte Verneinung sich aufhebt, auch die in Abb. 1 vermerkten Beziehungen

$$\Diamond = \neg \Box \neg \quad \Box = \neg \Diamond \neg$$

um also etwa auszudrücken, daß

MÖGLICH IST, DASS ... so viel bedeutet wie

NICHT NOTWENDIG IST, DASS NICHT ...

und NOTWENDIG IST, DASS ... so viel bedeutet wie

NICHT MÖGLICH IST, DASS NICHT ...

Die Anordnung in Abb. 1 ist so gewählt, daß immer die stärkere Modalität links steht: Was GEBOTEN ist, ist auch ERLAUBT; was NOTWENDIG ist, ist auch MÖGLICH; was IMMER ist, ist auch IRGENDWANN; was BEKANNT ist, ist auch GLAUBHAFT usw. Des weiteren: Was VERBOTEN ist, ist auch UNGEBOTEN, was UNMÖGLICH ist, ist auch ENTBEHRlich, was WIDERLEGBAR ist, ist auch UNBEWEISBAR usw.

Dieses Grundgesetz aller aufgeführten modalen Logiken kann in Form einer Folgerung geschrieben werden (Abb. 2)

D: wenn $\Box p$, dann $\Diamond p$.

Dabei bezeichnet nun p („proposition“) eine beliebige Aussage, eine Aussage, die „je nach Lage der Dinge **wahr**“, aber auch „je nach Lage der Dinge **falsch**“ sein kann.¹

D:	wenn $\Box p$, dann $\Diamond p$	deontisch, alethisch, temporal
T:	wenn $\Box p$, dann p	alethisch, temporal
T':	wenn p , dann $\Diamond p$	alethisch, temporal
4:	$\Box \Box p$ genau dann, wenn $\Box p$	alethisch. temporal
4':	$\Diamond \Diamond p$ genau dann, wenn $\Diamond p$	alethisch, temporal
G:	wenn $\Diamond \Box p$, dann $\Box \Diamond p$	temporal
Grz:	wenn $\Box (\Box (p \rightarrow \Box p) \rightarrow p)$, dann p	terminal temporal
M:	wenn $\Box \Diamond p$, dann $\Diamond \Box p$	terminal temporal

Abb. 2 Besondere Gesetze der alethischen und der temporalen Modalitäten

¹ Zwei ausgezeichnete und deshalb besonders bezeichnete Aussagen sind

L für „unter allen Umständen **wahr**“ und

O für „unter allen Umständen **falsch**“.

Es gibt weitere einsichtige Gesetzmäßigkeiten, die für alle Modalsysteme gefordert werden, sozusagen Mindestanforderungen, insbesondere über das Zusammenspiel mit logischen Partikeln UND, ODER, aber damit soll der Leser nicht behelligt werden. Nur soviel sei gesagt: MANCHMAL steht für IRGENDWANN UND NICHT IMMER.²

Gemeinsamkeiten der alethischen und der temporalen Modalitäten

Für die alethischen Modalitäten (und alle danach aufgeführten, nicht also in der deontischen Logik) gilt überdies das Grundgesetz der alethischen Logik (in der üblichen Terminologie S4), der „Logik des Müssens“ (Abb. 2)

T: wenn $\Box p$, dann p .

T': wenn p , dann $\Diamond p$.

Um wieder ein Beispiel zu geben: alethisch gilt

*Wenn es notwendig ist, daß ein Floh durch ein Nadelöhr geht,
dann geht ein Floh tatsächlich durch ein Nadelöhr.*

*Wenn tatsächlich ein Floh durch ein Nadelöhr geht,
dann ist es möglich, daß ein Floh durch ein Nadelöhr geht.*

In der temporalen Logik gilt entsprechend

Wenn der Krug immer bricht, dann bricht der Krug jetzt.

Wenn der Krug jetzt bricht, dann bricht irgendwann der Krug.

Das „Müssen“ ist jedoch gebieterischer als das „Sollen“. In Lessings ‚Nathan der Weise‘ findet sich „Kein Mensch muß müssen“. Umgangssprachlich kann „muß“ nicht iteriert werden. Dementsprechend gilt alethisch und temporal (Abb. 2)

4: $\Box\Box p$ genau dann, wenn $\Box p$

oder genauso gut

4': $\Diamond\Diamond p$ genau dann, wenn $\Diamond p$.

In Worten ausgedrückt alethisch:

*Notwendig ist, daß p notwendig ist genau dann, wenn p notwendig ist.³
möglich ist, daß p möglich ist genau dann, wenn p möglich ist.*

Die temporalen Fassungen von 4 und 4':

IMMER IMMER p genau dann, wenn IMMER p

IRGENDWANN IRGENDWANN p genau dann, wenn IRGENDWANN p

klingen sprachlich seltsam; das Gesetz besagt, daß der Pleonasmus der Konstrukte ‚immer immer‘ und ‚irgendwann irgendwann‘ vermieden werden kann.

Verzweigte, vorwärtsgerichtete temporale Logik.

In der temporalen Logik gibt es auch die Redensart

Wenn irgendwann immer p, dann immer irgendwann p.

Dies führt zu einem für die temporale Logik⁴ eigentümlichen, in der alethischen und in der deontischen Logik nicht gültigen Gesetz (Abb. 2)

G: wenn $\Diamond\Box p$, dann $\Box\Diamond p$.

² Manchmal hat viele Synonyme: zuweilen, bislang, dann und wann, von Zeit zu Zeit, hin und wieder, ab und zu, ab und an.

³ Stegmüller: *Was notwendig ist, das ist mit Notwendigkeit notwendig.*

⁴ In der üblichen Terminologie S4.2.

Besser verständlich wird dieses Gesetz, wenn die sprachliche Einkleidung den vorwärtsgerichteten Ablaufaspekt der Zeit deutlich macht

*Wenn von irgendwann an immer p sein wird,
dann wird immer von irgendwann an p sein.*

Dies legt es nahe, für die Modalitäten $\Diamond\Box$ und $\Box\Diamond$ eigene temporale Sprachpartikel SCHLIESSLICH IMMER und IMMER WIEDER einzuführen:

Wenn schließlich immer p ist, dann ist immer wieder p .

Eine Zusammenstellung von acht temporalen Modalitäten zeigt Abb. 3. Die negierten gemischten Modalitäten finden Verwendung etwa in den Floskeln

Schließlich niemals mehr aufstehen, niemals immer gehorchen.

$\Box$ IMMER	$\Diamond\Box$ SCHLIESSLICH IMMER	$\Box\Diamond$ IMMER WIEDER	$\Diamond$ IRGENDWANN
$\neg\Diamond (= \Box\neg)$	$\neg\Box\Diamond (= \Diamond\Box\neg)$	$\neg\Diamond\Box (= \Box\Diamond\neg)$	$\neg\Box (= \Diamond\neg)$
NICHT IRGENDWANN	NICHT IMMER WIEDER	NICHT SCHLIESSLICH IMMER	NICHT IMMER
IMMER NICHT	SCHLIESSLICH IMMER NICHT	IMMER WIEDER NICHT ⁵	IRGENDWANN NICHT
NIEMALS	SCHLIESSLICH NIEMALS	NIEMALS IMMER	

Abb. 3 Acht Modalitäten der temporalen Logik

Wegen 4 ist IMMER IMMER, wegen 4' IRGENDWANN IRGENDWANN entbehrlich. Man könnte aber denken, daß es weitere gemischte iterierte Modalitäten, wie IRGENDWANN IMMER WIEDER ($\Diamond\Box\Diamond$) IMMER SCHLIESSLICH IMMER ($\Box\Diamond\Box$) gäbe. Ein philosophisch bedeutsames Ergebnis besagt, daß aus den Gesetzen D, T, 4, G mathematisch streng bewiesen werden kann, daß diese dreifachen Modalitäten und die vierfachen $\Diamond\Box\Diamond\Box$, $\Box\Diamond\Box\Diamond$ nichts Neues bringen, daß

IRGENDWANN IMMER WIEDER = IMMER WIEDER und
IMMER SCHLIESSLICH IMMER = SCHLIESSLICH IMMER ist, somit auch etwa
SCHLIESSLICH IMMER SCHLIESSLICH IMMER = SCHLIESSLICH IMMER.

Ferner sind auch gleichbedeutend NIEMALS NIEMALS und IMMER WIEDER.

Modelle der verzweigten temporalen Logik („Kripke-Strukturen“)

Die verzweigte temporale Logik soll Abläufe beschreiben – anders gesagt, Abläufe geben Modelle für die verzweigte temporale Logik. Solche Ablaufmodelle bestehen aus einer Anzahl von Situationen („Zustände“ in der Sprechweise der Informatik, „Welten“ in der allgemeinen Sprechweise der Modallogik), zwischen denen Abfolgebeziehungen herrschen: Wenn auf einen Zustand A im Ablauf ein Zustand B folgen kann, richten wir in einem Diagramm einen Pfeil von A nach B . Was sich ergibt, nennt man einen Graphen.

Jeder Zustand ist „sich selbst der Nächste“, Zeitabläufe können „stehen bleiben“: Wir richten also stets von einem Zustand A einen Pfeil auf A selbst (eine „Schlinge“). So ein Graph wird *reflexiv* genannt (Abb. 4 links).

⁵ IMMER WIEDER NICHT heißt „dialektische Negation“ (Stegmüller).

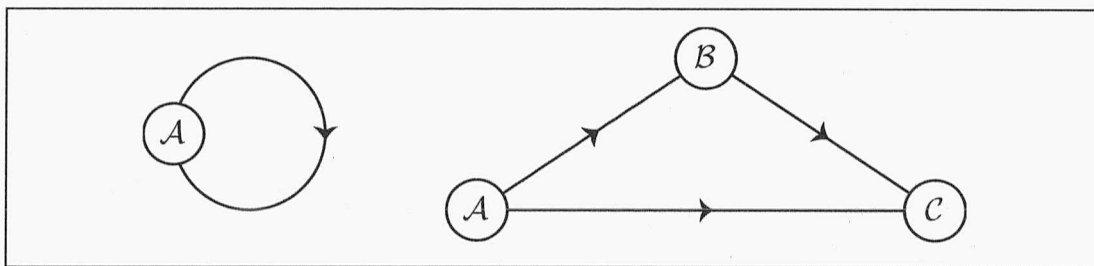


Abb. 4 Reflexiv (links) und transitiv (rechts)

Folgt B auf A und C auf B , so folgt C auch auf A : es gibt also auch einen Pfeil von A auf C ; der Graph wird *transitiv* genannt (Abb. 4 rechts). Strukturen, die reflexiv und transitiv sind, nennt man *Präordnungen*.

Die großartige Intuition von Saul Kripke stellte nun 1963 den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Modellstrukturen und den Gesetzen der Modalausdrücke her. Es stellte sich heraus, daß

die Transitivität der Kripke-Struktur genau mit dem Gesetz 4 korrespondiert,

die Reflexivität der Kripke-Struktur genau mit dem Gesetz T korrespondiert.

Mit dem Gesetz D korrespondiert, daß die Kripke-Struktur *definal* ist: Auf jeden Zustand folgt mindestens *ein* Zustand.

Nun kann beispielsweise der Graph auch *symmetrisch* sein, wenn nämlich zu jedem Pfeil von A nach B es auch einen von B nach A gibt. Solche Modelle passen auf die existenziale und die epistemische Modallogik, nicht jedoch auf die temporale Modallogik. Denn technische, an die Zeit gebundene Abläufe erlauben solche Symmetrie nicht: Wenn B auf A folgt und A auf B , dann fallen notwendigerweise A und B zusammen. Anders ausgedrückt: Folgt B auf A und ist A von B verschieden, so kann nicht A auf B folgen. Man sagt, eine solche Ablaufbeziehung ist *antisymmetrisch*.

Welches Gesetz der temporalen Logik korrespondiert mit der Antisymmetrie des Graphen? Ist es das Gesetz G? Fragen wir anders herum: Welche strukturelle Eigenschaft des Ablaufgraphen korrespondiert mit dem Gesetz G?

Eine Rechnung, die wir hier übergehen, ergibt folgendes Resultat:

Eine Modallogik erfüllt das Gesetz G genau dann, wenn jede zugehörige Modellstruktur folgende Eigenschaft hat: Folgen auf einen Zustand A sowohl ein Zustand P wie auch ein Zustand Q , so gibt es einen Zustand Z , der sowohl auf P wie auf Q folgt.

Anders ausgedrückt: Spalten sich Abläufe im Zustand A auf, so gibt es einen Zustand Z , in dem sie wieder zusammengeführt werden (Abb. 5).

Die Mathematiker nennen einen Graphen, der diese Eigenschaft hat, *lokal-konvex* oder auch *lokal konfluent* (Church-Rosser-Eigenschaft). Die Informatiker stießen schon in den 50er Jahren bei Versuchen, die zur Steigerung der Rechengeschwindigkeit eingeführte Parallelarbeit geeignet zu beschreiben und zu beherrschen, auf diese Eigenschaft; in einem vom GAMM-Programmierungsausschuß 1959 herausgegebenen Glossar wurden dafür die Begriffe ‚Aufspaltung‘ und ‚Sammlung‘ eingeführt, die auch in die DIN-Norm 44300 eingingen und deren Sinnbilder in der DIN-Norm 66001 aufgeführt sind.

Auch die frühen Versuche von John McCarthy (1962), die Semantik programmiersprachlicher Konstrukte in den Griff zu bekommen, machten vor nebenläufigen Situationen nicht Halt. Besonders im Umkreis von Zohar Manna wurde dann die Verifikation von Programmen mit nebenläufigen Prozessen in den Zusammenhang mit modallogischen Techniken gebracht.

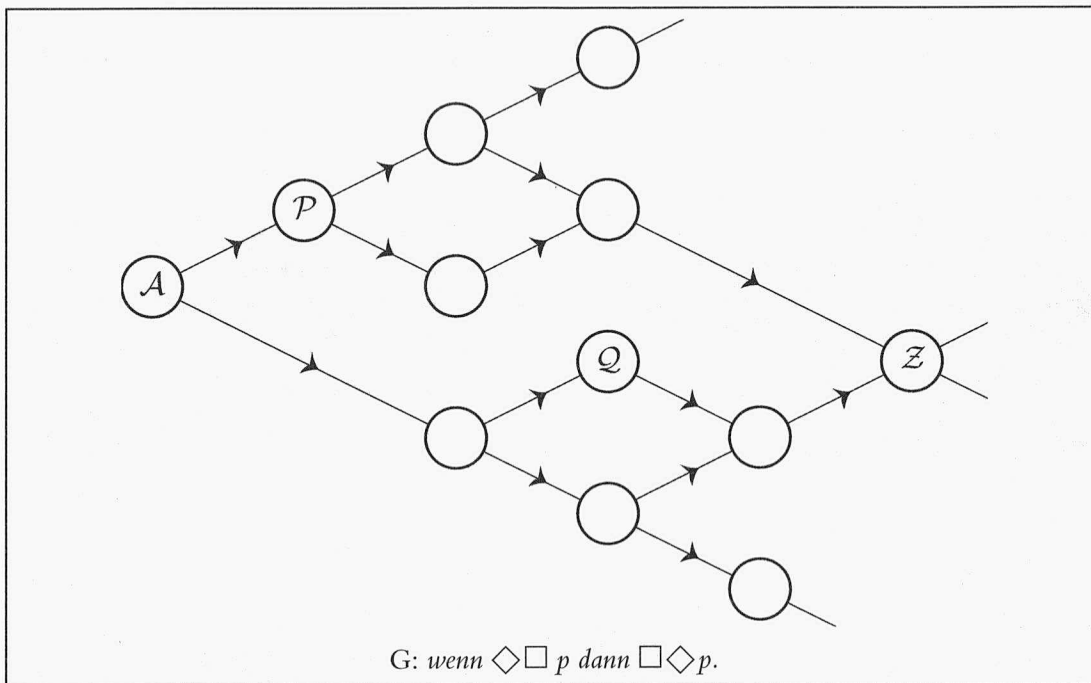


Abb. 5 Lokal-Konvexität

Terminale Ordnungen, Logik der schließlich stationären Zustände

Wir greifen nun die Frage auf, welches Gesetz der temporalen Logik mit der Antisymmetrie des Graphen korrespondiert. Man hat lange nach einem solchen modalen Gesetz gesucht und keines gefunden. Langsam drängt sich da der Verdacht auf, daß es vielleicht gar keine Korrespondenz geben könne: Aus dem erfreulichen Umstand, daß man zwischen einigen wohlbekannten Struktureigenschaften und einigen einleuchtenden modalen Gesetzen einen Zusammenhang herstellen konnte, folgt ja nicht zwingend, daß das immer so sein muß.

Zwischenzeitlich ist man von der Informatik her dem Problem näher gekommen. Strukturen, die neben reflexiv und transitiv auch antisymmetrisch sind, nennt man seit langem Ordnungen. Die in der Informatik bei verzweigten Abläufen auftretenden Strukturen sind Ordnungen, sie haben jedoch eine wünschenswerte zusätzliche Eigenschaft: sie sind **terminale Ordnungen**,⁶ grob gesagt Ordnungen mit terminierenden Abläufen. Genauer: sie sind Ordnungen ohne unendliche Abläufe, also Ordnungen, bei denen jeder Weg schließlich auf einen Endzustand (mit Schlinge) S , einen stationären Zustand („Fangzustand“) führt (Abb. 6). Es kann viele solcher Fangzustände geben.

Ordnungen können keine Maschen enthalten, sie erlauben keine Kreiswege. Endliche Ordnungen, also Ordnungen mit endlich vielen Zuständen, sind naturgemäß terminale Ordnungen. Wenn man aber bei der Übertragung dieses anschaulichen Begriffes auf Strukturen

⁶ Auch die intuitionistische Modallogik (Gödel 1932, Solovay 1976) ist eine terminale Ordnung (in der üblichen Terminologie S4[Grz])

mit unendlich vielen Zuständen keine passende Einschränkung macht, geschieht das Unglück. Man hat zwischenzeitlich für eine ganze Reihe von Struktureigenschaften, neben der Antisymmetrie auch die Irreflexivität oder die Freiheit von Kreiswegen, gezeigt, daß sie kein entsprechendes modales Gesetz haben, und hat auch den Grund dafür aufgezeigt – der allerdings nicht ganz einfach anzugeben ist.

Das modale Gesetz, das eine Einschränkung auf die terminierenden Abläufe nach sich zieht und darüber hinaus die Antisymmetrie sicherstellt, sieht allerdings, verglichen mit den bisher aufgeführten, furchterregend kompliziert aus und läßt auch keine leicht faßliche umgangssprachliche Deutung zu. Es wurde um 1965 von Andrzej Grzegorzcyk aufgestellt und lautet (Abb. 2)

Grz: wenn $\Box(\Box(p \rightarrow \Box p) \rightarrow p)$, dann p .

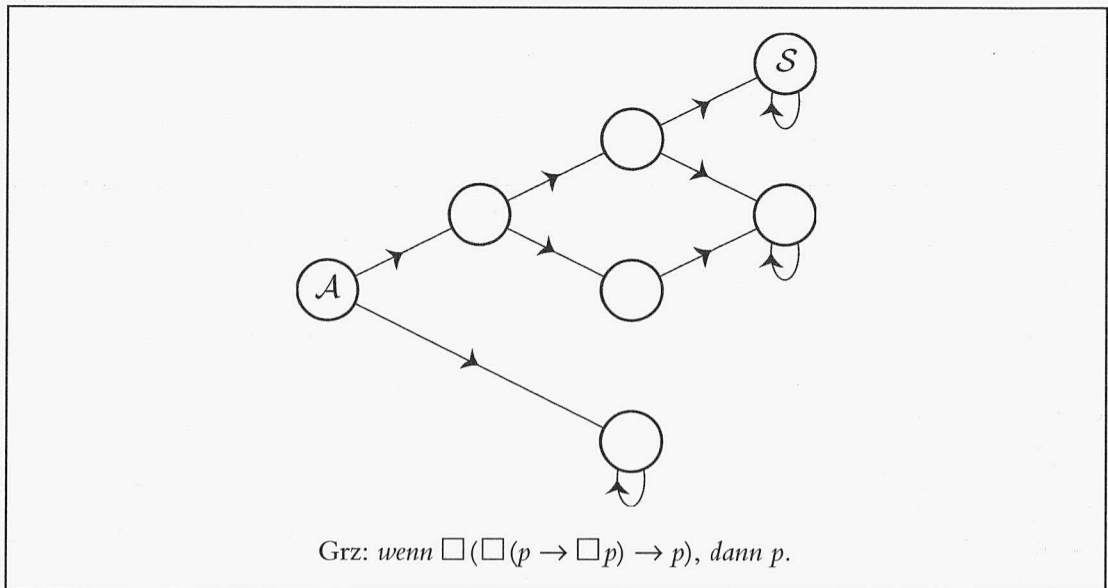


Abb. 6 Terminierende Abläufe, Fangzustände

Eine der wichtigsten Forderungen der Programmkorrektheit, die Terminierung von Programmen, läßt sich auf die Frage nach terminierenden Ablaufstrukturen zurückführen. Gelingt es, modallogisch die Gültigkeit des Grzegorzcyk-Gesetzes Grz zu zeigen, ist der Terminierungsbeweis geführt. Wir stehen hier vor dem neuerdings sehr wichtig gewordenen Problem der beweisbar korrekten Software.

Lokalkonvexe terminale Ordnungen

Im übrigen stellt sich heraus, daß für terminale Ordnungen, die sogar lokalkonvex sind (also zu terminalen temporalen Logiken gehören), die Modalitäten $\Diamond\Box$ und $\Box\Diamond$ zusammenfallen. Denn in einer terminalen Ordnung gibt es, wie gesagt, keinen unendlichen, nichtterminierenden Weg; also gilt, daß auf einen beliebigen Zustand A ein gewisser Zustand S folgt derart, daß für jeden Zustand T , der auf S folgt, $T = S$ ist.

Somit ist in terminaler temporaler Logik richtig

SCHLIESSLICH IMMER p oder SCHLIESSLICH IMMER NICHT p ,

also

wenn NICHT SCHLIESSLICH IMMER NICHT p , dann SCHLIESSLICH IMMER p ,

oder

wenn IMMER WIEDER p , dann SCHLIESSLICH IMMER p .

Es ergibt sich also⁷ (Abb. 2) das Gesetz (McKinsey und Tarski 1941)

M: wenn $\Box \Diamond p$, dann $\Diamond \Box p$.

Zusammen mit dem zur Lokalkonvexität korrespondierenden obigen Gesetz

G: wenn $\Diamond \Box p$, dann $\Box \Diamond p$

ergibt sich die Behauptung, daß in terminaler temporaler Logik die Modalitäten SCHLIESSLICH IMMER und IMMER WIEDER zusammenfallen. Durch die eine Sprachpartikel SCHLIESSLICH IMMER WIEDER kann man diese zusammenfallende Modalität bezeichnen. Ist eine terminale Ordnung sogar lokalkonvex, hat sie genau einen Fangzustand, in dem sich alle Verzweigungen wieder sammeln.

Lokalkonnexe Ordnungen

Eine Fülle von Verfeinerungen der temporalen Logik haben sich in den letzten dreißig Jahren eingestellt.⁸ Nicht alle sind an den Anwendungen der verzweigten temporalen Logik für Fragen der Korrektheitsbeweise von Programmen orientiert, aber solche Fragestellungen haben doch großen Einfluß gehabt. Zwei wesentliche Vereinfachungen wurden dabei ins Spiel gebracht: einerseits wird häufig eine *diskrete* temporale Logik benutzt. Man verzichtet dabei in einer solchen *Zeitschritt-Logik* auf Modelle, in denen ein Kontinuum von Zuständen vorkommt. Mehr darüber sogleich.

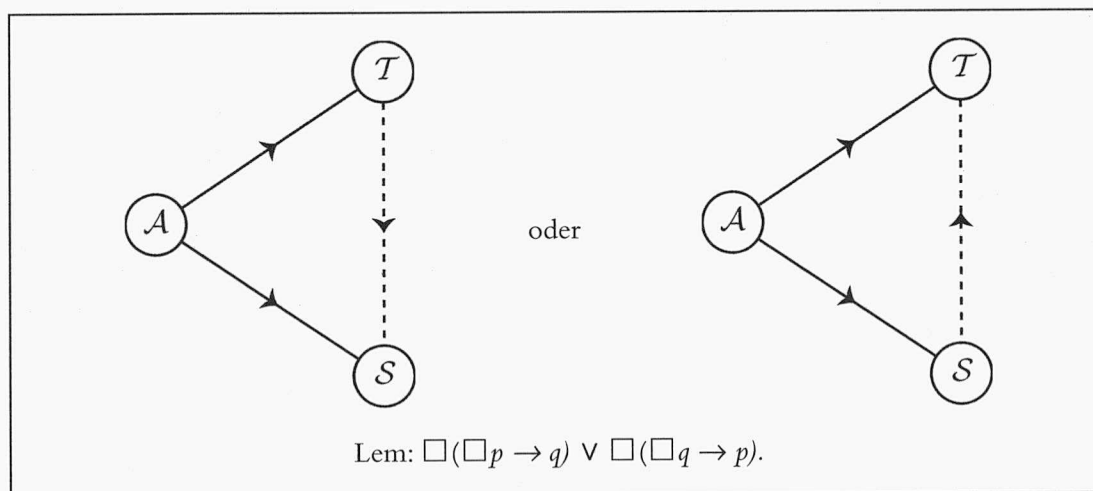


Abb. 7 Lokal-Konnexität

⁷ Eine direkte Ableitung aus Grz geht auf Sobociński 1964 zurück.

⁸ Eine davon ist die dimodale temporale Logik, die nebeneinander vorwärtsgerichtete und rückwärtsgerichtete temporale Modalitäten betrachtet.

Andererseits gibt es eine weitere interessante strukturelle Eigenschaft eines Graphen: Folgen auf einen Zustand A sowohl ein Zustand S wie auch ein Zustand T , so folgt entweder T auf S oder S auf T (Abb. 7). Die Mathematiker nennen einen Graphen, der diese Eigenschaft hat, *lokal-konnex*. Es gibt ein korrespondierendes modales Gesetz (Lemmon 1966, Segerberg 1971), das aber etwas umständlich zu formulieren ist, so daß wir es hier am liebsten nicht bringen würden:

Lem: $\Box(\Box p \rightarrow q) \vee \Box(\Box q \rightarrow p)$.

Es ist aber offensichtlich, daß die Eigenschaft *lokal-konnex* die Eigenschaft *lokal-konvex* nach sich zieht. Die Hinzufügung der Eigenschaft *lokal-konnex* zu den Eigenschaften *reflexiv* und *transitiv* einer Präordnung bringt mit sich, daß „ein Zustand hinter dem anderen“ liegt und führt damit zur Unterdrückung von Verzweigungen, zu einer unverzweigten („linearen“) Präordnung, zu einer unverzweigten („linearen“) temporalen Logik.⁹

Worauf es dem Informatiker jedoch ankommt, ist eine verzweigte temporale Logik besonderer Art, eine sogleich zu erläuternde verzweigte Zeitschritt-Logik.

Verzweigte Zeitschritt-Logik

Während es rein mathematisch keine Schwierigkeiten macht, Modelle von Ordnungen anzugeben, die kontinuierlich sind – die geordnete Menge der reellen Zahlen beispielsweise wird gerne herangezogen – liegen für den Informatiker diskrete Modelle den Realitäten der heutigen Mikroelektronik näher. Sie bauen, wie oben gesagt, auf (unteilbaren) Zeitschritten auf. Zeitschritt-Logik ist heute ein wichtiges Thema in der Theoretischen Informatik (Zohar Manna und Amir Pnueli, *The Temporal Logic of Reactive and Concurrent Systems*).

Eine *unverzweigte diskrete* alethische oder temporale Logik, deren Modelle als weitere Modalität den „nächsten Schritt“ heranziehen, wurde 1968 von J. A. W. Kamp eingeführt. Es gibt dabei einen weiteren modalen Operator $\circ$ („ball“), temporal gelesen NÄCHSTES MAL. Wir kommen so zu einem uns vertrauten und der physikalischen Realität nicht widersprechenden unverzweigten („linearen“), diskreten Zeitbegriff. Damit sind wir schließlich wieder auf grobsinnlich anschaulichem Boden.

Umgangssprachlich klingt es nicht unvernünftig,

NÄCHSTES MAL NICHT mit NICHT NÄCHSTES MAL

gleichzusetzen, und

IMMER	mit	JETZT UND NÄCHSTES MAL IMMER, dual
IRGENDWANN	mit	JETZT ODER NÄCHSTES MAL IRGENDWANN

Dementsprechend kann man zu den bisherigen Gesetzen der alethischen oder temporalen Logik hinzunehmen die folgenden

Sd: $\circ \neg p$ genau dann, wenn $\neg \circ p$

Step: wenn $\Box p$, dann p und $\circ \Box p$

Step': wenn p oder $\circ \Diamond p$, dann $\Diamond p$

Die in der sprachlichen Fassung ausgedrückten Umkehrungen lassen sich beweisen, darauf soll sogleich eingegangen werden.

⁹ In der üblichen Terminologie S4.3.

Auch daß

IMMER: WENN Q , DANN NÄCHSTES MAL Q

nach sich zieht

WENN Q , DANN IMMER Q

muß auf keinen Protest stoßen, der Kenner akzeptiert es als ‚Induktionsprinzip‘. Die auch hier angezeigte formale Kurzschrittfassung werden wir uns ersparen.

Interessant ist aber, daß das Induktionsprinzip zusammen mit einsichtigen Ableitungsregeln, die wir ebenfalls nicht explizit formulieren (sie wurden erstmals von Fred Kröger 1984, von Robert Goldblatt 1987 angegeben), unter Verwendung von Step, Step' nicht nur die eben erwähnte Umkehrung zu beweisen erlaubt, sondern auch die Gültigkeit der Gesetze T, T' und 4, 4'.

Das Gesetz Sd erweist sich jedoch als unnötig stark, es schränkt nämlich die modale Schritt-Logik bereits zur *unverzweigten* temporalen Logik ein: Aus Sd ist das Gesetz Lem, das die Lokal-Konnexität ausdrückt, ableitbar. Dies kann man so verstehen: Das Gesetz Sd drückt aus, daß der Schritt NÄCHSTES MAL eindeutig bestimmt („deterministisch“) ist.

Es besteht aber für Software-Systeme kein Grund, sich von der Unverzweigtheit der realen Zeit erschlagen zu lassen. Es sollen auch nicht-deterministische Modelle einer modalen Schrittlogik zulässig sein. Die Beherrschung nebenläufiger Prozesse erfordert eine verzweigte, diskrete temporale Logik, die sich freilich über die grob-sinnliche Anschauung hinwegsetzt. Sie hat sich heute in der Software vieler Computersysteme niedergeschlagen, es handelt sich bei diesem Zeitbegriff um eine ‚virtuelle Zeit‘.

Die Informatik ist dabei, die Fesseln der physikalischen Realität zu sprengen; was gelegentlich als virtuelle Realität bezeichnet wird und was uns heute bereits in zwei- und dreidimensionaler Fiktion auf Bildschirmen vorgeführt wird, ist nur ein Vorgeschmack. Die verzweigte Zeitschritt-Logik ist es jedoch, die zur korrekten Erstellung solcher Software unerlässlich ist; mehr und mehr wird sie, vor allem bei sicherheitskritischen Systemen, bereits auch formal (und rechnerunterstützt) angewandt. Dieses praktische Vorgehen wird die Logik zu einer angewandten Wissenschaft machen. Die verzweigte Zeitschritt-Logik gehört heute zum Standard der Beschreibungssprachen für Computer-Software.

Unser inzwischen verstorbene Akademiemitglied, der Philosoph Wolfgang Stegmüller (1923–1991), schrieb 1975 in seinem Buch ‚Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie‘: *Die Zeitlogik dürfte voraussichtlich bald mehr Beachtung finden als bislang, da sie von fast universeller philosophischer Relevanz ist.* Stegmüller führte dafür einige philosophische Gebiete auf. Die Informatik nannte er noch nicht, konnte sie auch kaum nennen, da vor 25 Jahren der Aufbruch dort noch kaum eingesetzt hatte.

Eine stürmische Entwicklung, die die wissenschaftliche Informatik im letzten Vierteljahrhundert durchgemacht hat, führte nicht nur zur Bereicherung der Logik, sie führte auch zur Bereicherung der Philosophie. Ich finde es schön, wenn Mathematiker, Logiker und Informatiker der Mutter Philosophie etwas zurückgeben können.

Referenzen

- J. M. E. McTaggart, *The nature of existence*, Vol. I, Cambridge 1927
- C. I. Lewis und C. H. Langford, *Symbolic Logic*, The Century Co., New York 1932
- J. C. C. McKinsey und A. Tarski, *A solution of the decision problem for the Lewis Systems S2 and S4*, Journal of Symbolic Logic 6, 117–1345 (1941)
- G. H. von Wright, *An essay in modal logic*, North Holland, Amsterdam 1951
- A. Prior, *Time and modality*, Clarendon Press, Oxford 1957

- M. Dummett und E. J. Lemmon, *Modal logics between S4 and S5*, Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik **5**, 250–264 (1959)
- S. Kripke, *Semantical analysis of modal logic (abstract)*, Journal of Symbolic Logic **24**, 323–324 (1959)
- S. Kripke, *Semantical analysis of modal logic I: Normal propositional calculi*, Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik **9**, 67–96 (1963)
- S. Kripke, *Semantical analysis of modal logic II*. In: *The theory of models*, North Holland, Amsterdam 1965, p. 206–220
- G. H. von Wright, *And next*, Acta philosophica Fennica **18**, 293–304 (1965)
- A. Prior, *Past, Present and Future*, Clarendon Press, Oxford 1967
- J. A. W. Kamp, *Tense Logic and the Theory of Linear order*, Ph. D. thesis. Michigan State University 1968
- Z. Manna, *Properties of programs and the first-order predicate calculus*, Journal ACM **16**, 244–255 (1969)
- N. Rescher und A. Urquhart, *Temporal Logic*, Springer-Verlag, New York 1971
- A. Grzegorzczik, *An approach to logical calculus*, Studia Logica **30**, 33–43 (1972)
- D. Gabbay, *Modal and tense logic with applications to philosophy and linguistics*, D. Reidel, Dordrecht (1976)
- R. Goldblatt, *Metamathematics of modal logic*, Reports on Mathematical Logic **6**, 41–78 (1976)
- L. Lamport, *The synchronization of independent processes*, Acta informatica **7**, 15–34 (1976)
- F. Kröger, *LAR: A logic of algorithmic reasoning*, Acta Informatica **8**, 243–246 (1977)
- A. Pnueli, *The temporal logic of programs*, Proc. 18th IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, 46–57 (1977)
- Z. Manna und A. Pnueli, *The modal logic of programs*, Lecture Notes in Computer Science **71**, 385–409, Springer-Verlag, Berlin 1979
- A. Pnueli, *The temporal semantics of concurrent programs*, Theor. Comp. Sci., **13**, 1–20 (1981)
- Z. Manna, *Verification of sequential programs: Temporal axiomatization*. In: M. Broy und G. Schmidt (eds), NATO Advanced Study Institutes Series D, D. Reidel, Dordrecht, 53–102 (1982)
- B. T. Hailpern, *Verifying Concurrent Processes Using Temporal Logic*, Lecture Notes in Computer Science **71**, 385–409, Springer-Verlag, Berlin 1982
- J. F. A. K. van Benthem, *The logic of time*, D. Reidel, Dordrecht 1983
- Z. Manna und A. Pnueli, *Logics of time and computation*, CSLI Lecture Notes **7**, Stanford University, Stanford (1987)
- F. L. Bauer und M. Wirsing, *Elementare Aussagenlogik*, Springer-Verlag, Berlin 1991
- Z. Manna und A. Pnueli, *The Temporal Logic of Reactive and Concurrent Systems*, Springer-Verlag, New York 1992

ISSN 0005-710X
ISBN 3 7696 0113 0