

Computus

Der Weg eines Begriffs durch die Geschichte

Jürgen Müller

Berufsakademie Gera
Weg de Freundschaft 4A
D-07546 Gera
juergen.mueller@ba-gera.de

Abstract: Im Beitrag wird den Wurzeln von informationsverarbeitenden Systemen am Beispiel der Entwicklung des Begriffs *Computer* nachgegangen. Die Entwicklung des *computus* des Mittelalters, der die historische Quelle und Vorstufe für diesen Begriff bildet, wird über die Jahrhunderte bis in die Neuzeit verfolgt. Implementationen des *computus* werden dargestellt, die Vorläufer heutiger Computer sind.

1 Computer versus Calculator

Unzweifelhaft steht er im Mittelpunkt der Inhaltsbereiche der informatischen Bildung: der *Computer*. Als Lehrkräfte machen wir deutlich, wie er als zentraler Knoten in Informatiksystemen eingegebene Daten in Informationen verwandelt, dabei von Algorithmen gesteuert wird, die in speziellen Sprachen formuliert werden [GI08, S. 11]. Woher aber kommt dieser Begriff, der heute ohne groß nachzudenken in aller Munde ist, wo liegen seine historischen Wurzeln? Am 12. April 1963 soll dieses Wort in Deutschland in der ZEIT zum ersten Mal gedruckt worden sein. Im englischen Sprachraum taucht der Begriff deutlich früher auf, zuerst vermutlich im Jahr 1897 in einer englischen Ingenieurzeitschrift. Und so erläutern wir den Schülerinnen und Schülern meist: Computer kommt über die englische Sprache, in der *to compute* bekanntlich mit „zählen, rechnen“ übersetzt wird. Aber warum dann nicht *calculator*? *To calculate* ist ebenfalls „rechnen“, sogar im anspruchsvollen Sinn, denn Kurse der höheren Mathematik werden in Nordamerika als *calculus* bezeichnet. Das führt deshalb zu Recht heute zum *pocket calculator*, dem Taschenrechner. Was hebt nun aber den Computer von diesem Begriff ab? Was hieß dieses Wort früher, was wollten die Urväter der Informatik mit dieser Assoziation ansprechen? Ist dieser Begriff quasi vom Himmel heruntergefallen? In gewisser Weise schon, denn Sonne, Mond und Sterne spielen bei der Begriffsbildung eine wichtige Rolle! Es ist der *computus* des Mittelalters, der die historische Quelle und Vorstufe für diesen Begriff bildet. Der *computus* war die Wissenschaft von der Zeitrechnung, genauer der Vorausberechnung des Osterdatums.

Aus heutiger Sicht stellt sich der *computus* als eine Sammlung von komplexen Algorithmen zur Osterrechnung dar. Neben dem Studium der Heiligen Schrift gehörte der *computus* zu den Bildungsstandards bei der theologischen Ausbildung der Geistlichen im Mittelalter, war in gewisser Weise also eine Form informatischer Bildung! Zur Vereinfachung der Arbeit mit dem *computus* wurden Rechenhilfsmittel erdacht, später wurde er auch in Maschinen im Sinne von Rechenmaschinen implementiert. Die ganze Entwicklung war nicht spannungsfrei, in vielem erinnern die Wechselwirkungen des *computus* mit der mittelalterlichen Gesellschaft an die Zusammenhänge zwischen „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ in heutiger Zeit! Und deren Erkenntnis und Bewertung wird ja ausdrücklich in den Bildungsstandards Informatik gefordert [GI08, S. 12]! Im Folgenden wird dargestellt, was die Begriffe *computus* und Computer sachlich miteinander verbindet, wie viel Mittelalter also in unserer Informationsgesellschaft enthalten ist.

2 Vom Problem zum Programm: Wann wird Ostern gefeiert?

2.1 Wurzeln der Informationstechnik

Ein Thematisieren des mittelalterlichen *computus* in der informatischen Bildung – vielleicht projektorientiert in Kooperation mit dem Geschichtsunterricht – kann auch dazu beitragen, das Bild der oft als geschichtslos dargestellten Informatik zu korrigieren! Denn informationsverarbeitende Systeme, wie wir sie heute kennen, wurden erst durch drei Entwicklungen der letzten Jahrtausende der Menschheitsgeschichte möglich [Ha96]:

- (1) *Entwicklung des Zahlensystems und des Umganges mit Zahlen (Numerik)* sowie darauf aufbauend die Entstehung und Nutzung von Mathematik und Logik.
- (2) *Aufklärung und Rationalität sowie Wissenschaft* haben die Voraussetzung dafür gebildet, dass kognitive Prozesse überhaupt verstanden und damit abbildbar gemacht werden konnten. Ohne das Prinzip der Rationalität und seiner Anwendung in einer auf Aufklärung zielenden Wissenschaft sind informationstechnische Systeme nicht denkbar. Von zentraler Bedeutung hierbei ist das explizite Herausstellen von Daten und Prozeduren, die auf diese Daten angewandt werden.
- (3) *Leistungsfähige Mechanisierung und schließlich Industrialisierung*, die dazu geführt haben, dass der Mensch bewusst eine Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine entwickelt und akzeptiert hat.

Im Mittelalter unterstützten das Vorhandensein einer elementaren Numerik und die sich entwickelnde Scholastik als Vorläufer des Rationalismus das Voraus- und Zurückberechnen der Positionen der Gestirne, insbesondere von Sonne, Mond und Planeten. Das war zum einen für das Alltagsleben von hoher Bedeutung, hing doch von ihren Positionen nach damaliger Vorstellung das Schicksal der Menschen ab. Zum anderen hatte auch die Kirche Interesse an genauen Berechnungen der Positionen von Sonne und Mond, hier jedoch zur Festlegung des Kalenders und insbesondere zur Bestimmung des Osterdatums.

2.2 Numerik und die Herkunft des Wortes *computus*

Die heidnischen Römer besaßen das Tätigkeitswort *computare* für „zusammenrechnen, an den Fingern abzählen“, das daran erinnerte, dass die römischen Zahlzeichen den menschlichen Fingern nachgebildet waren. Später kam ein Wort für den Umgang mit Rechensteinen hinzu, *calcularē*, „mit Zahlzeichen rechnen“. *Calx* (Kieselstein), *calces*, *calculi* bezeichneten die Rechensteine der Römer. Ein eigenes Wort *computus* fand seit dem 4. Jahrhundert Verbreitung, eingeführt wurde es um 335 von Julius Firmicius Maternus in einem Lehrbuch der Astrologie. „Derselbe Geist, der aus dem Himmelsfeuer aufbrach und sich zur Leitung und Lenkung in das irdisch Gebrechliche einließ, überlieferte uns diese Wissenschaft, die *computi*. Er zeigte uns von Sonne, Mond und sonstigen Sternen ... den Lauf und den Rückweg, die Häuser, die Konjunktionen, die Zuwächse, Aufgänge und Untergänge“ [Bo04, S. 25]. *Computus* hieß somit nicht wie *computatio* generell Zählung oder Schätzung, sondern hatte zu tun mit der Beobachtung und Vorausberechnung von Planetenbahnen und deren astrologischer Ausdeutung.

2.3 Rationalität und die Sorgen der Skeptiker

Nach dem politischen Sieg des Christentums im Römerreich des 4. Jahrhunderts mussten verschiedene Zeitsysteme miteinander verbunden werden: der zu Neujahr beginnende Sonnenkalender der Römer (Julianischer Kalender), das jüdische Passahfest am ersten Frühlingsvollmond (also der Mondkalender) und der sonntägliche Wochenbeginn als Tag von Christi Auferstehung. Konstantin der Große verfügte 321 den Sonntag für Arbeitsruhe und Gottesdienst. Dann versuchten Kaiser und Konzil in Nicaea 325 mit der Einheit des Glaubensbekenntnisses auch das einheitliche Osterfest durchzusetzen, mit deutlicher Frontstellung gegen jüdische Bräuche. Das Konzil legte fest – zumindest nach der Darstellung späterer Computisten – dass Ostern jeweils auf den 1. Sonntag nach dem Frühlingsvollmond fallen sollte. Für die Tag-und-Nachtgleiche im Frühling, das sog. Frühlingsäquinoktium, wurde der 21. März festgelegt. Allerdings sind die erhaltenen Akten des Konzils unvollständig, im erhaltenen Rest gibt es keinerlei Beschlüsse bzgl. des Termins für das Äquinoktium oder gar einen verbindlichen Osterzyklus [Sp02, S. 36]. Es ist gut vorstellbar, dass das Konzil gar keine konkreten Beschlüsse bzgl. des Ostertermins getroffen hat, denn die frömmsten Denker der frühen Christenheit waren gegen die Verdinglichung der Zeit, somit auch gegen die kalendarische Jahresordnung und auch von den konkreten Zahlen hielten sie wenig. Langfristige Berechnungen könnten ja leicht die Versuchung fördern, sich in Gottes Pläne einzumischen und kurzfristige Messungen gaukeln dem Menschen nur die Verfügung über den Augenblick vor. Augustinus (354 bis 430), einer der bedeutendsten Kirchenlehrer an der Schwelle zwischen Antike und Mittelalter warnte: „Der gute Mensch soll sich hüten vor den Mathematikern und all jenen, die leere Vorhersagungen zu machen pflegen, schon gar dann, wenn diese Vorhersagen zutreffen. Es besteht nämlich die Gefahr, dass die Mathematiker mit dem Teufel im Bunde den Geist trüben und den Menschen in die Bande der Hölle verstricken.“ [Na01, S 23]

Und auch 1600 Jahre nach Augustinus warnen Skeptiker vor den dunklen Seiten von Wissenschaft und insbesondere Informationstechnik, etwa Joseph Weizenbaum (1923 bis 2008), der Dissident und Ketzer der Informatik (Selbstbezeichnung Weizenbaum), wenige Wochen vor seinem Tod in der Süddeutschen Zeitung: „Es ist im Prinzip unmöglich, den Menschen rein wissenschaftlich zu begreifen. Deswegen ist das Streben, Roboter in Menschengestalt herzustellen, absurd. Es kann nur aus Größenwahn oder Uterusneid entstehen. Der Glaube, dass Wissenschaft und Technologie die Erde vor den Folgen des Klimawandels bewahren wird, ist irreführend. Nichts wird unsere Kinder und Kindeskinde vor einer irdischen Hölle retten.“ [We08] All diesen Skeptikern scheint das Grundprinzip aller Informationstechnik Sorge zu bereiten, dass Maschinen (oder bei Augustinus mathematische Verfahren) aus eingegebenen Daten bearbeitete Daten erzeugen, die vom Menschen als „Information“ verstanden werden. Dieses Grundprinzip bedingt, dass informationstechnische Systeme keine Werkzeuge sind, da ja keine Materie unter Einsatz von Energie umgewandelt wird, wie das sonst Werkzeugen üblich ist. Vielmehr stellen Rechenmaschinen *Denkzeuge* dar, welche es erlauben, das Denken zu unterstützen, zu ergänzen oder auch ganz zu substituieren. Und diese Möglichkeit, das Denken Prozessen zu überlassen, die in Maschinen ablaufen, erzeugt natürlich Unsicherheit und Unbehagen in der Gesellschaft.

2.3 Der Große Osterzyklus und das Entstehen einer Wissenschaft

Dass das Mittelalter zum Zeitalter des *computus* wurde, ist dem skytischen Abt Dionysius Exiguus (der Kleinwüchsige) zu verdanken. Er entdeckte den sog. *Großen Osterzyklus* 525 (200 Jahre nach dem Konzil in Nicaea) in Rom, als er vom Papst den Auftrag erhielt, den Ostertermin des nächsten Jahres auszurechnen. Wie schon dargestellt, müssen zur Ermittlung des Osterdatums der Beginn des Naturjahres (Frühlingsanfang), das Mondjahr (Vollmonddatum) und der Wochentag (Sonntagsberechnung) in die Rechnungen einfließen. Die drei Bedingungen ergeben jährlich eine neue von Sonne und Mond abhängende Konstellation. Bereits Meton von Athen fand 433 v. Chr., dass 235 Mondumläufe fast genau in 19 Sonnenjahre passen. Daraus entstand der Alexandrinische Kalenderzyklus (19-Jahre-Zyklus), der auch heute noch die Goldene Zahl des christlichen Kalenders bestimmt. Da das julianische Jahr alle vier Jahre einen Schalttag aufweist, ergibt sich für die Wochentage ein Sonnenzyklus von 7×4 julianischen Jahren, nach dem sich die Zuordnung der Wochentage zu den 365 Tagen des Jahres exakt wiederholt. Mit dem Mondzyklus zusammen entsteht ein großer Zyklus, der sog. Osterzyklus, von $28 \times 19 = 532$ Jahren, nach dessen Ablauf die Ostertermine in gleicher Ordnung wiederkehren. Dionysius stellte eine Tafel auf (Abbildung 1), die 532 Jahre umfasst. Dafür musste natürlich ein Bezugspunkt gesetzt werden. Dionysius bezog seine Ostertafel auf das Anfangsdatum der *incarnatione domini nostri Jesu Christi*, der Fleischwerdung von Jesus Christus. Wenn Christus Herr über die Zeit war, durfte man sich sein Erdendasein auch in die Zeitspirale holen! Seit dieser Zeit gibt es also die heute gebräuchlichen Jahreszahlen, die allerdings erst sehr viel später auch wirklich verwendet wurden.



Abbildung 1: Ein frühes Rechenhilfsmittel, die Ostertafel von Ravenna, mit dem 532jährigen Osterzyklus.

Cassiodor, ein Zeitgenosse von Dionysius, preist um 550 die Arithmetik als eine Grundwissenschaft: „Es ist uns auch gegeben, größtenteils unter Anleitung dieser Disziplin zu leben. Wenn wir durch sie die Stunden lernen, wenn wir die Monatsläufe ausrechnen, wenn wir den Zeitraum des wiederkehrenden Jahres berechnen, werden wir durch die Zahl belehrt und vor Verwirrung bewahrt. Nimm der Welt den *compotus*, und alles verfällt blinder Unwissenheit“ [Bo04, S. 32]. Aus dem Kreis um Cassiodor kam 562 die erste Schrift mit dem programmatischen Titel „*Computus paschalis*“. Ostertag und Zeitrechnung waren darin miteinander verzahnt, *computus* hieß fortan Osterberechnung. Isidor von Sevilla sammelte um 630 die kalendarischen Formeln und stellte sie zur freien Verfügung der Christenheit. Obgleich auch *computare* bei Isidor einfach addieren oder multiplizieren heißen konnte, erhoben sich diejenigen, welche universaler Zeitrechnung nachgingen, weit über den Kleinkram eines *calculator*, der einzelne Zahlen zusammenklaubte. Der *computus* war damit eine Sammlung von nicht trivialen Rechenvorschriften – heute würden wir Algorithmen dazu sagen – die es ermöglichten, zu einem bestimmten Jahr das Osterdatum, die darauf bezogenen kirchlichen Feiertage und eigentlich den gesamten Jahreskalender anzugeben. Im Unterschied zur algebraischen Handhabung (zum Beispiel bei der Bestimmung des größten gemeinsamen Teilers von Zahlen nach Euklid) handelte es sich beim *computus* um einen *Prozess*, der Algorithmus schließt also die Beschreibung des zeitlichen Ablaufs der einzelnen Rechenschritte mit ein! Damit ist der *computus* vergleichbar mit der genau determinierten Webstuhlsteuerung mittels Lochkarten, der Steuerung eines Musikautomaten durch die Stiftwalze oder den Verfahren zur Ver- und Entschlüsselung von Daten! Der *computus* ermöglichte damit schon, wofür unsere Computer heute auch oft genutzt werden: Simulationen. Die theoretische Grundlage der Planetenbewegung, das Gravitationsgesetz, war noch nicht entdeckt. Mit dem *computus* stand ein Modell zur Verfügung, mit dem sich Prozesse durchspielen ließen, hier eben die Bewegung von Sonne und Mond.

3 Der Computus im Lauf der Jahrhunderte

3.1 Komputistik: Eine Wissenschaft entwickelt sich

Die Ostertafel des Dionysios aus dem Jahr 525 musste für die Jahre ab 722 neu berechnet werden, was für eine Vereinheitlichung hätte sorgen können. Allerdings vertrauten Zeitrechner wie Isidor von Sevilla und dessen Schüler nicht dem Griechen Dionysios sondern eher dem Gallier Victorius von Aquitanien, der schon im Jahr 457 für den römischen Papst eine „lateinische“ Ostertafel mit einem 84jährigem Zyklus errechnet hatte, die auch noch im 8. Jahrhundert ohne Änderung zu benutzen war. Und so liefen für ein und dasselbe Verfahren der Zeitbestimmung die verschiedensten Formeln, Begriffe und Erklärungen um. All das musste gesammelt und verglichen; darüber hinaus Experten ausgebildet werden, die die verschiedenen Meinungen kompetent vertreten konnten. Diese Experten erhielten in einem merowingischen Lehrbuch von 727 erstmals die passende Berufsbezeichnung, *computistae*. Diese benahmten sich nun so, wie es sich für Experten gehört: Kaum waren sie unter sich, begannen sie, sich zu zanken. Streiten sich heute die Informatiker um Betriebssysteme oder Programmiersprachen, so stritten sich deren Vorläufer, die Komputisten, um die richtigen Algorithmen zur Berechnung des Osterdatums. So kam es zwar zu einer raschen Verschriftlichung der Komputistik und zur Verbreitung ihrer Ideen, von einer Vereinheitlichung konnte aber keine Rede sein. Nun musste aber das Osterfest zum überall gleichen Zeitpunkt begangen werden, nicht in Irland so und bei den Römern anders! Diese Forderung bewegte einen Meister der Komputistik, den angelsächsischen Mönch Beda Venerabilis. Sein generelles Lehrbuch von 725 hieß „De temporum ratione“, Rechenschaft von den Zeiten, das erste Kapitel darin: *De computo vel loquela digitorum*. Beda entschied sich in seinem Lehrbuch gegen die Ostertafel des „Lateiners“ Victorius (84jähriger Zyklus) und für die des Griechen Dionysius Exiguus (532jähriger Zyklus). Und Beda führte 731 in seiner „Kirchengeschichte des englischen Volkes“ die Jahresdatierung nach der Fleischwerdung Christi ein. Dieses Buch wurde vorbildlich für die mittelalterliche Geschichtsschreibung, daher reden wir heute nicht vom 2761ten Jahr nach Gründung der Stadt Rom sondern vom Jahr 2009 nach Christi Geburt. Und auch der Jahreskalender, zunächst verfasst nach dem caesarischen System, profitierte von der Komputistik. Die von den Komputisten ermittelten Sternbewegungen und Rechenhilfen wurden in den Jahreskalender übertragen, damit wurde er zum Zeitweiser nicht nur für geistliche Zwecke sondern gab praktische Hilfe für das Leben auf Erden. Und auch das ist typisch für die Entwicklung informationsverarbeitender Systeme: Es entstehen bei der Arbeit an informatischen Problemen „Abfallprodukte“, die gern von Nicht-Informatikern aufgegriffen und genutzt werden. Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationssysteme und natürlich auch die Internetdienste seien als Beispiele der heutigen Zeit angeführt.

3.2 Komputistik und Politik

Die dargestellten Zusammenhänge wurden in der Karolingerzeit noch vertieft. So befahl Karl der Große 789, dass alle Geistlichen neben Psalmen, Noten, Grammatik mit dem *computus* vertraut und mit Lehrbüchern darüber versehen sein müssten. Der Kaiser ging mit gutem Beispiel voran, erlernte die *ars computandi* und betrieb aktiv Sternenkunde. Das Interesse Karls am *computus* hatte handfeste Gründe: Er begann nach 780 sein Reich über einen Großteil des lateinischen Europa auszudehnen. Um seine Untertanen zu beherrschen und zu vereinen, drängte Karl auf eine Vereinheitlichung der kalendarischen Praxis. Diese karolingische Kalenderreform setzte bei den theoretischen Grundlagen der Zeitrechnung an, also bei der Komputistik. Karl rief dazu Fachleute aus aller Herren Länder an seinen Hof, dass sie sich über Deutung, Bestimmung und Nutzung der Zeit einigen mögen. Damit löste er seit 790 eine neue Serie komputistischer Streitschriften aus. Die meisten Experten waren inzwischen bereit, Bedas Konzept der dionysianischen Osterrechnung (532jähriger Zyklus) zu übernehmen; die neuartige Berechnung der Weltjahre seit Christi Geburt fand indes weniger Anklang. Aber auch hier schlug Karl mit der Faust auf den Tisch; seine Kaiserkrönung Weihnachten 800 sollte mit der richtigen Zeitangabe in die Geschichte eingehen. Und Kaiser Karl ließ in einer siebenbändigen Enzyklopädie zusammentragen, was Fachleute über Komputistik wissen sollten. Eine Sammlung komputistischer Regeln lehrte die enthaltenen Tabellen und den Jahreskalender zu benutzen. Den lokalen Fürsten wird die zentrale kaiserliche Regelung des *computus* nicht recht gewesen sein, bedeutete der einheitliche Reichskalender doch einen Machtverlust zugunsten der Zentralgewalt. Vielleicht kommt aus dieser Zeit auch die Urangst heutiger föderaler Bildungspolitik, die Unterweisungen in den „modernen *computus*“, sprich den Informatikunterricht, in den Lehrplänen verbindlich zu verankern.

3.3 Die Verdrängung des *computus* durch Astrolab und Abacus

Schon hundert Jahre nach Karl machte sich eine Ermüdung in Komputistik und Chronistik breit; den meisten Geistlichen wurde nicht mehr das Studium von Bedas Grundgleichungen zugemutet, nur noch die Kenntnis des *computus minor*, der Faustregeln für das laufende Jahr waren nötig. Trotzdem forderten einzelne Bischöfe, vornehmlich im Westfrankenreich, von ihren Priestern die Kenntnis des *computus necessarius*. Sie sollten anhand von Buchstaben für Sonntage und Mondstände, von Zahlen für Epakten, Konkurrenten und Regulare die Wochentage, Monatsanfänge, Fastenzeiten, Ostertermine und Hauptfeste des Jahres bestimmen können. Im zehnten Jahrhundert jedoch konnte das Kirchenrecht nicht mehr verlangen, dass jeder Priester den *computus* beherrschen müsse. Auch das scheint ein Erbe des *computus* zu sein, nutzen doch auch heute viele Anwender den Computer lediglich nach „Faustregeln“, wie beispielsweise die Inhalte des „Europäischen Computerführerscheins (www.ecdl.de) deutlich machen. Die Kenntnis der Grundlagen von informationsverarbeitenden Systemen scheint immer weniger gefragt zu sein. Immer häufiger sind informationsverarbeitende Verfahren in Gegenstände des täglichen Gebrauchs eingebettet – wir reden auch von *embedded systems* – und nicht mehr als solche zu erkennen.

Auch diese Entwicklung gab es bereits im Mittelalter! Dieselben Araber, die Nordspanien in jener Zeit verheerten, brachten auch Kenntnisse und Geräte für Zeitmessung mit, deren Genauigkeit das christliche Europa verblüffte. So ein Gerät der Araber war das Astrolab, mit dem die Bewegung der Sonne und der Fixsterne genau gemessen werden konnte und das auch eine Umrechnung der Temporalstunden des Sonntages in die wahre Himmelszeit der Fixsternsphäre mit 24 Äquinoktialstunden erlaubte. Für diese Umrechnungen setzten sich die Begriffe *calcolare* und *numerare* durch. War ein Astrolab richtig gebaut und eingestellt, nahm seine analoge Anzeige dem Menschen Gedächtnisleistung und Rechenarbeit ab. Das Astrolab wurde damit zum frühesten Analogrechner der europäischen Wissenschaft und zum modernen Konkurrenten des *computus*!

Und auch ein Rechengerät, das „digital“ arbeitete, nämlich die Rechenergebnisse durch voneinander getrennte Zahlzeichen angab, wurde intensiv genutzt, der Abacus. Gerbert von Aurillac (um 950 bis 1003), der spätere Papst Silvester II, bezeichnete beim Multiplizieren mit dem Abacus die Zahlen des Produkts *digiti*, Fingerzahlen, soweit sie die Zahl von 1 bis 9 angaben, und *articiuli*, Gelenkzahlen, wenn sie darüber hinaus gingen. Gerbert nannte die Benutzer des Rechenbrettes *abacista*; nicht etwa *compotista*. Komputistische Termini und Methoden begannen sich aufzulösen und mit allgemein mathematischen zu vermengen. Mit Astrolab und Abacus wurde die Zeitrechnung genauer, da sie sich auf Beobachtungen stützte. Der *Computus* wurde der neuen Arithmetik zugeschlagen; die Zahl löste sich von der Zeit. War der *computus* also im Begriff, von der theoretischen Klärung der Zeitbegriffe abzulassen und in Rechenpraxis aufzugehen?

3.4 Algorismus und *computus ecclesiasticus*

Im späten 12. Jahrhundert erlebte die Zeitrechnung einen unerwarteten Aufschwung. Die neue Rechenpraxis des Dezimalsystems, der nach al-Chwarizmi's Rechenbuch benannte *Algorismus* drang in die Komputistik ein, früher als in die königliche Finanzpolitik oder bürgerliche Geldwirtschaft. In einem „Salzburger *Computus*“ stellte 1143 ein Anonymus das Verfahren der Zeitrechnung auf indische Ziffern um, während sich Geschäftsleute noch zweihundert Jahre mit den sperrigen römischen Zahlen abmühten [Bo04, S. 84]. Mit indischen Ziffern ermittelten die Komputisten die entscheidenden Bruchteile bei der Berechnung des Mondmonats. In den 1250er Jahren wurde der erreichte Fortschritt im Umgang mit Zahlen gewürdigt und gefordert, Zeitrechnung mit indischen Ziffern zu betreiben. Einer der zentralen Begriffe des Informatikunterrichtes, der „Algorithmus“, ist also schon seit frühester Zeit eng mit dem *computus* verbunden! Der größte Enzyklopädist des Hochmittelalters, Vinzenz von Beauvais, besprach beide Konzepte zusammen „De computo et algorismo“ [Bo04, S. 88]. Es lag nahe, die neuen Methoden nun auch zur Verbesserung der christlichen Zeitrechnung heranzuziehen. Aber nichts dergleichen geschah. Die Scholastiker Albertus Magnus und Thomas von Aquin wussten, dass sich Zeit mit modernen Verfahren genau errechnen und beobachten ließ. Das herkömmliche und nicht genaue Verfahren nannten sie *computus ecclesiasticus*, ein Begriff, der bis in unsere Zeit überdauert hat, wie später gezeigt wird.

3.5 Vom computus zum Konto

Die Engländer formten den *computus* noch entschiedener um. König Heinrich I. überließ um 1130 den Londoner Bürgern einträgliche Verwaltungsämter gegen Entrichtung von 300 Pfund *ad compotum*, also gegen rechnerischen Nachweis, vor der königlichen Finanzbehörde. Schatzmeister Richard von Ely beschrieb um 1178 die Arbeit dieser Behörde und erwähnt nicht nur den *calculator*, der die Summen am Abacus verrechnet, sondern auch *computatores*, die das eingehende Bargeld zählen. Die jährlichen Schlussabrechnungen heißen bei Richard *magni annalis compotorum rotuli*. Das Geldwesen verlagerte den Zusammenhang zwischen Zeit und Zahl ganz ins Stoffliche. In Italien hieß *conto* noch um 1250 astronomische Zeitrechnung, wie lateinisch *computus*, aus dem es abgeleitet war. Zusammen mit der Buchführung wandert das Wort *conto* ins Französische als *compte*, ins spanische als *Cuento* und ins Deutsche als *Konto*. Die Finanzwirtschaft drang wie bei den Engländern in die öffentliche Verwaltung ein. In Paris hieß die Rechnungskammer in der Mitte des 13. Jahrhunderts *camera compotorum*, die Deutschen entlehnten im 15. Jahrhundert *comptoir* für Zahlstisch, später Handelsniederlassung; im Kontor lebt es heute noch fort. Die Wanderung des Begriffs *computus* in das Finanzwesen hatte gute Gründe: Kalendertage müssen hier klar definiert und addiert werden können. Die Praxis der Benennung von Tagen nach christlichen Heiligen, wie wir sie auch heute noch in den Namenstagen finden, hätte zu Unklarheiten geführt. In den verschiedenen Landstrichen wurden die Tage eines Jahres durchaus jeweils anderen Heiligen geweiht.

4 Der Computus implementiert

4.1 Mechanisierung: Uhren und Rechenmaschinen

Haben sich die Verfahren zur Berechnung des Osterdatums auch in Geräten niedergeschlagen, so dass man von Vorläufern des *computus* im Sinn von Rechenmaschinen reden kann? Diese Frage ist für die Informatik von grundlegender Bedeutung, definiert sie sich doch als Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, insbesondere der automatischen Verarbeitung mithilfe von Rechanlagen [CS88, S. 269]. Die angeführten astronomischen Phänomene von wiederkehrenden Ereignissen, die Umläufe von Erde, Mond, Sonne und Sternen, lassen sich besonders gut in mechanisierten, zyklischen Abläufen darstellen. Mechanische Geräte wie Uhren erlauben eine solche Darstellung aus ihrer Natur heraus. Die analogen Uhren mit Ziffernblatt überstreichen in 24 Stunden zweimal die 360 des Kreises mit dem Stundenzeiger. Bereits seit dem 14. Jahrhundert wurden planetarische Uhren entwickelt, die Abläufe darstellen, unter anderem die Mechanismen des *computus*. Eindrucksvolle Beispiele dafür sind in Mitteleuropa die astronomischen Uhren des Straßburger Münsters, der Rostocker Marienkirche oder des Altstädter Rathauses in Prag. Das 17. Jahrhundert baute Rechenschieber und Rechenmaschinen, mit denen auch die Zeit berechnet werden konnte.

Die erste moderne Rechenmaschine, entworfen 1623-24 von dem Tübinger Mathematiker Wilhelm Schickard, sollte die chronologischen und astronomischen Arbeiten von Johannes Kepler unterstützen. Und auch Schickard benutzt das Wortfeld des *computus*, wenn er über seine Maschine schreibt, sie könne sechsstellige Zahlen automatisch zusammenrechnen, *datos numeros statim automatos computet* [Bo04, S. 118]. Ganz anders der junge Blaise Pascal, der für seinen Vater, einem Steuerpächter, ebenfalls eine Rechenmaschine erfand. Obwohl sie ihm ein Uhrmacher nach seinen Plänen baute, empfahl er ihre Benutzung nicht den Zeitrechnern. Pascal wandte sich gegen die rationalistische Mode seines Jahrhunderts, die unter dem Einfluss von Descartes den Menschen als Mechanismus aus Leib und Seele verstand und darum für berechenbar hielt. Für Pascal waren Weltschöpfung und Heilsgeschichte keine Rechenaufgaben sondern Glaubenssache. Mit dieser Einstellung wollten viele Europäer, die im 17. und 18. Jahrhundert Rechenmaschinen erfanden, lediglich den Geist hervorragender Denker von mechanischer Routinearbeit befreien. Die Geräte wurden daher lateinisch als *machina arithmetica*, englisch als *Calculating Machine* und deutsch als *Rechnungs-Maschine*, später *Rechenmaschine* bezeichnet. Für komputistische Zwecke wurde keine dieser Maschinen gebraucht.

4.2 Der Kirchenkomput im Straßburger Münster

Trotzdem gab es erfolgreiche Versuche, die mittelalterliche Komputistik in mechanischen Geräten fortleben zu lassen. Die astronomische Uhr des Straßburger Münsters ist wohl eines der eindrucksvollsten Beispiele für die Implementierung des *computus* weltweit. Die heutige astronomische Uhr im Münster, die bisher dritte an dieser Stelle, ist von 1838 bis 1848 durch Jean Baptiste Schwilgué (1776 bis 1856) erbaut worden. Er hatte die zweite Uhr als Kind kennengelernt und erlebte 1788, dass sie nicht mehr in Bewegung zu setzen war. Schwilgué eignete sich im Eigenstudium die notwendigen Kenntnisse an, um die Uhr zu modernisieren und in der heute noch zu besichtigenden Form zu realisieren. Als schwierigstes Problem erwies sich der sog. Kirchenkomput. Er vereinigt alle zyklischen Daten wie Jahr, Sonnenszirkel, Goldene Zahl, Indiktion, Sonntagsbuchstabe und Epakten (Abbildung 2). Das Gerät ist in der Lage, die Zyklen, Epakten, Sonntagsbuchstaben und Ostersonntage für alle Jahre seit der Gregorianischen Reform 1582 anzugeben. Sechs symmetrische Zifferblätter stellen die Daten des *Computus* dar. Die Jahreszahl steht oben, in der Mitte wird die *Indiktion* (Römische Zinszahl) angezeigt, die noch heute für die Datierung päpstlicher Bullen Verwendung findet. Sie verfolgt einen Zyklus von 15 Jahren. Der 28jährige Sonnenzyklus wird oben links angezeigt. Unten links findet sich der Sonntagsbuchstabe. Er weist jedem Tag des Jahres einen Buchstaben zu, der sich zyklisch verschiebt. Die Goldene Zahl wird oben rechts berechnet. Sie durchläuft die Werte von 1 bis 19. Unten rechts stehen schließlich die Epakten, die für den Gregorianischen Kalender erfunden werden mussten.



Abbildung 2: Der Kirchenkomput im Straßburger Münster.

Die Regeln des Gregorianischen Kalenders sowie die inkommensurablen Umlaufzeiten für Sonne und Mond machten eine mechanische Realisierung des *computus* fast unlösbar. Trotzdem gelang dem Mechaniker Schwilgué 1815 die Lösung! Die Berechnung der Zahnräder ermöglicht eine Genauigkeit für ein mittleres Erdjahr von zwei Millisekunden! Alle Anzeigen werden auch in 1000 Jahren noch die genauen astronomischen Ereignisse melden, wenn es gelingt, die Mechanik so lange in Funktion zu halten! Dieser frühe Computer stellt mit seiner Korrektheit des Programms sowie seiner Zuverlässigkeit wohl alle Rechner heute weit in den Schatten! Natürlich ist das alles mechanisch fest programmiert. Aber auch gerade heute arbeitet die Mehrzahl der Computer in Handys, Autos, Waschmaschinen usw. nicht nach der frei programmierbaren Weise der digitalen Universalrechner, sondern mit ebenfalls festem Programm. Für sie alle ist der *computus* des Mittelalters der Namensgeber und die astronomische Uhr in Straßburg die noch immer funktionsfähige Implementation.

4.3 Industrialisierung und die Wiedergeburt des *computus*

Das 19. Jahrhundert stellte Rechenmaschinen als Massenware her und nannte sie meistens *Calculating Machines*. Sie rationalisierten jene Rechenarbeiten in Wirtschaft und Verwaltung, die wenig Intelligenz aber viel Zeit und damit Lohn kosteten. Im Jahr 1878 wurde jedoch eine mechanische Rechenmaschine des Amerikaners William Hart unter dem Namen *Hart's Mercantile Computing Machine* patentiert (siehe Abbildung 3), deren runde Bauform wieder an die zyklischen Berechnungen des *computus* erinnert.



Abbildung 3: Hart's Mercantile Computing Machine, 1878.

Der amerikanische Ingenieur und Statistiker Herman Hollerith baute seit 1884 ein *Electric Tabulating System* mit uhrenförmigen Zählwerken, *Counters*. Diese Maschine vereinfachte 1890 die Volkszählung in den USA auf der Basis von Lochkarten. Die erste wirklich brauchbare und wirtschaftlich erfolgreiche Addiermaschine war das *Comptometer*, entwickelt vom Amerikaner Dorr Eugene Felt und patentiert im Jahr 1887. Mit Holleriths *Counters*, der *Computing Machine* von Hart oder dem *Comptometer* gelangte also das Wortfeld des *computus* zu neuen Ehren. Wendungen wie Computer oder to compute waren allerdings für Menschen und deren höhere Mathematik reserviert. Diese Grenze wurde kurz vor der Jahrhundertwende überschritten. In einer englischen Ingenieurzeitschrift wurde 1897 erstmals der Name Computer für Rechenmaschinen benutzt. Zufällig wurde im selben Jahr Papst Leo XIII. von Astronomen vorgeschlagen, die Komputistik durch Einführung eines immerwährenden Kalenders mit festem Osterdatum ganz abzuschaffen. Holleriths Lochkartenmaschine hieß wenige Jahre später *Statistical Computer*; seine Firma, die jetzige IBM, seit 1911 *Computing Tabulating Recording Company*. Als in den dreißiger und vierziger Jahren Maschinen zur elektronischen Datenverarbeitung entwickelt wurden, verkürzte man das übliche *Calculation Machine* zu *Calculator*; analog wurde seit 1940 die *Computing Machine* zum Computer. Auf die Unterscheidung zwischen dem Menschen und seinem Denk-Zeug wird vollends verzichtet.

An der Genese des Begriffs *computus* lassen sich in der Schule wichtige Etappen der Entwicklung der Informatik deutlich machen: Die Verarbeitung von Informationen begann mit der Entwicklung mathematischen Denkens (zyklische Bewegungen der Himmelskörper, 532jähriger Osterzyklus). Unter Einbeziehung von gegenständlichen Hilfsmitteln (Ostertafel) sowie von mechanischen, elektrischen oder elektronischen Prinzipien lassen sich die jeweiligen Operationen erleichtern (Astrolab, Abacus), beschleunigen (Schickardsche Rechenmaschine) und weitestgehend fehlerfrei realisieren (Kirchenkomput). Weiterhin konnte der Grad der Verknüpfung von Operanden erheblich

erweitert werden (Kirchenkomput). Im *computus* zeigt sich bereits das funktionale Schema der programmgesteuerten Rechenautomaten, die Denkprozesse des Menschen weitestgehend nachzubilden. Zu Recht tragen daher unsere heutigen Rechenmaschinen seinen Namen.

Literaturverzeichnis

- [Bo04] Borst, Arno: *Computus - Zeit und Zahl*. Wagenbach, Berlin, 2004.
- [CS88] Claus, V.; Schwill, A: *Duden Informatik*. Dudenverlag, Mannheim, 1988.
- [GI08] Gesellschaft für Informatik e. V.: *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule*, Berlin, 2008.
- [Ha96] Haefner, Klaus: *Informationstechnik und ihre Nutzung in der Gesellschaft*. PDF-Dokument, 1996, <http://www2.tu-berlin.de/~dibpaed/LehrveranstaltunglHomepage-Stiehl-Stand021107/ITG-M.htm>.
- [Na01] Naumann, Friedrich: *Vom Abakus zum Internet – Die Geschichte der Informatik*. Primus-Verlag, Darmstadt, 2001.
- [Sp02] Springfeld, Kerstin: *Alkuins Einfluss auf die Komputistik zur Zeit Karls des Großen*. Stuttgart, 2002.
- [We08] Weizenbaum, Joseph: *Grenzen des Wissens – Wir gegen die Gier*. In: *Süddeutsche Zeitung*, 8.1.2008, <http://www.sueddeutsche.de/wissen/529/429282/text/>.