

Er war dem Denken seiner Zeit weit voraus

Der Herr der Netze

Zur Erinnerung an den Mathematiker Carl Adam Petri

von André Schwarz

Die Ehrung, die Carl Adam Petri persönlich am meisten bewegt hat, ist unzweifelhaft die Verleihung des Werner-von-Siemens-Rings 1997, eine Auszeichnung, die er mit Wernher von Braun, Walter Bruch, Artur Fischer und Konrad Zuse teilt. Als er den ebenfalls anwesenden Bundespräsidenten Herzog darauf hinweist, dass er seine Petri-Netze bereits für die Analyse parlamentarischer Debatten und Gerichtsprozesse verwendet hat, meint dieser: „Da hätten sie was Besseres tun können.“ Herzog ist sich wie Petris Zeitgenossen von 1962 nicht der großen Tragweite von Petris damaliger Dissertation „Kommunikation mit Automaten“ bewusst.

Dies hat wohl damit zu tun, dass seine Arbeit keine klassische Dissertation darstellt, sondern eher ein Programm für die damals noch junge Informatik. Diese entwickelt sich in jenen Jahren stürmisch und ungeplant, getrieben von ihrem technischen und ökonomischen Potenzial. Die Zielsetzung von Petris Dissertation, langfristig eine neue und bessere Modellierungstechnik für die Informatik einzuführen, interessiert seine Zeitgenossen zunächst nur wenig.

Seine neue Modellierung möchte Petri im Einklang mit der Physik sehen. Dazu gehört für ihn insbesondere, die Fiktion der bis dahin favorisierten globalen Zustände aufzugeben: So macht es wenig Sinn, z.B. den Rechenschritt eines im Internet eingebundenen PCs als Änderung eines globalen Zustandes des gesamten Internets zu beschreiben. Statt Aktionen wie bis dahin in einer rein zeitlichen Abfolge zu ordnen, schlägt Petri vor, sie nach ihrer Ursache-Wirkung-Zusammenhängen zu ordnen. Weiterhin soll die Modellierung in der Tradition naturwissenschaftlicher Theoriebildung stehen. Petri meint damit: Naturwissenschaftliche Theorie basiert auf Invarianten (z.B. Stoffgleichungen in der Chemie, Energieerhaltung in der Physik). Auch die elementaren diskreten Aktionen in der Informatik sollten einer entsprechenden Invarianz genügen. Schließlich soll die Modellierung die Kommunikation zwischen Menschen und Automaten, wie auch die Kommunikation zwischen Menschen mit Hilfe von Automaten beschreiben.

Neue Modellierungswerkzeuge

Um die Vorteile seiner Modellierungstechnik zu illustrieren, greift er ein ganz konkretes Problem auf: Bei der maschinellen Berechnung



Carl Adam Petri (1926-2010) war ein Quer- und Weiterdenker zwischen Mathematik und Theoretischer Informatik, der dafür 2009 mit dem renommierten „IEEE Computer Pioneer Award“ geehrt wurde. (Foto: Fraunhofer SCAI)

rekursiver Funktionen weiß man nie, ob der Speicherplatz für die Berechnungen reicht. Wenn nicht, muss man mit einem größeren System die Berechnungen wieder neu starten. Petri möchte dies vermeiden. Er zeigt, dass asynchron arbeitende Systeme ohne Neustart ihre Ressourcen ergänzen und damit weiter rechnen können. Für seine Modellierungstechnik, die sich auch auf solche asynchrone Systeme anwenden lässt, führt er u.a. die neuen, grundlegenden Begriffe der „Stelle“ (zur Beschreibung lokaler Zustände) und der „Transition“ (für lokal wirkende Aktionen, Ereignisse etc.) ein.

Petri-Netze

Von der zunächst geringen Resonanz lässt Petri sich jedoch nicht irritieren. In den USA wird seine neue Modellierungstechnik bereits 1964 in den Bell Telephone Labs als sogenanntes „Petri Net“ verwendet, wie Software-Pionier Tom DeMarco sich erinnert: „Among ... was a giant diagram that Ms. Hoover called a Petri Net. It portrayed the system being simulated as a net net-

work of sub-component nodes with information flows connecting the nodes. In a rather elegant trick, some of the sub-component nodes were themselves portrayed as Petri Nets ...“. Ein erster Durchbruch im Bereich der Theorie kommt Ende der 1960er Jahre mit der Beachtung von Petris Arbeit in einem MIT-Projekt. Ab 1963 als Leiter des Rechenzentrums der Universität Bonn und ab 1968 der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung baut er mit seinen Mitarbeitern und vielen Besuchern (er wird als wunderbarer Gesprächspartner geschildert) seine Vorstellungen aus. Er publiziert nicht sehr viele Arbeiten, aber was er veröffentlicht, hat einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Informatik – und wird ihn weiter haben.

Mit Beginn der 1980er Jahre steigt die Zahl der theoretischen und praktischen Arbeiten zu Petrinetzen sprunghaft an. Es werden Konferenzreihen organisiert, insbesondere die jährliche „International Conference on Applications and Theory of Petri Nets“. Petri-Netze sind heute ein weltweit in vielen

Anwendungsgebieten anzutreffendes Modell verteilter Systeme, so im Bankwesen, in Ökonomie, Workflow-Management, Konfliktlösung, Biochemie und System-Biologie. Auch im Bereich der Telekommunikation und Prozess-Steuerung werden diese geschätzt, wie Petri selbst hervorhebt: „Bei den Ingenieuren führten Petri-Netze zu einem Durchbruch in der Behandlung diskret gesteuerter Systeme ...“, was Konrad Zuse zu seinem Buch „Petri-Netze aus der Sicht des Ingenieurs“ anregt.

Denn die Grundidee der Petrinetze ist sehr einfach: Ein Netz besteht aus Stellen (dargestellt durch Kreise), auf denen durch Markierung ein möglicher Zustand als vorliegend angezeigt werden kann, und durch Transitionen (dargestellt durch Kästchen), die eine Veränderung des Zustands erlauben. Als Fundamentalsituationen können in Petri-Netzen drei Beziehungen zwischen Transitionen auftreten: Sequenz, Nebenläufigkeit und Konflikt. Durch diese äußerst einfachen Grundsätze und ihre grafische Ausdrucksweise machen sie komplizierte Zusammenhänge auch dem Nicht-Fachmann zugänglich und bieten zugleich tief gehende mathematische Analysemethoden an.

Ein neuer Begriff von „Information“

Seit seiner Begegnung mit den Werken Einsteins als Gymnasiast in Leipzig ist Petri fasziniert von Einsteins radikaler Infragestellung vermeintlicher offensichtlicher Wahrheiten. Er liebt es, die Physik als das Gebiet zu betrachten, mit dem sich die Informatik zu vergleichen hat. Die Idee der Reversibilität von Berechnungen führt ihn in seinen späten Jahren zu der Suche nach einem Gesetz der „Erhaltung der Information“. Als Naturgesetz könnte es die Entdeckung neuer Formen von Information ermöglichen und klarmachen, was Information eigentlich ist. Für ihn ist es etwas, das mit Begriffen der Physik erklärt werden könnte, aber nicht notwendigerweise mit Begriffen der bereits vorhandenen Physik. Es war sehr typisch für Carl Adam Petri, großartige Ziele in der fernen Zukunft klar zu sehen und die derzeitigen Ergebnisse als nur winzige Schritte dorthin anzusehen. ■

Bibliografie: Bauer, Wilfried, Reisig, Wolfgang: *Carl Adam Petri und die „Petrinetze“*, in Informatik Spektrum 29, Oktober 2006; Smith, Einar: *Carl Adam Petri*, Springer 2014; Rozenberg, Grzegorz: *Carl Adam Petri und die Informatik*, Universität Hamburg 1991.