

Cyrus C. M. Mody 2016: *The Long Arm of Moore's Law. Microelectronics and American Science*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 304 S., geb., 45,50 \$, ISBN-13: 978-0-26203-549-1.

Inwiefern hängt technischer Wandel mit organisationaler Erneuerung in Wissenschaft und Technik zusammen? Dieser Frage geht das neue Buch von Cyrus Mody für die Vereinigten Staaten nach. Wie der Titel verrät, steht im Mittelpunkt die von Intel-Mitgründer Gordon Moore 1965 gemachte Aussage, dass sich die Größe von Transistoren auf Halbleiterplatten alle zwei Jahre halbiert. Brisant ist diese Aussage bedenkt man, dass sie lediglich zehn Jahre gültig sein sollte, also bis Mitte der 1970er Jahre. Wie Mody erläutert, gibt es seit Ende der 1960er Jahre mit großer Regelmäßigkeit Berechnungen, die ein baldiges Ende von „Moore's Law“ vorhersagen. Dessen ungeachtet ist Moores Aussage im Wesentlichen aber auch heute (2017) noch gültig.

Wie lässt sich erklären, dass das Mooresche Gesetz über fünfzig Jahre nach seiner Formulierung immer noch gültig ist? Mody argumentiert, dass es mehr als eine technische Beobachtung sei. Vielmehr handele es

sich um eine einflussreiche sozio-technische Prophezeiung, die seit Ende der 1960er Jahre Verhaltensänderungen bei den Akteuren der Computer- und Mikroelektronikindustrie bewirkte. Zu diesen Verhaltensänderungen zählte vor allem ihre Bereitschaft, mit unterschiedlichen Partnern, die jeweils über sehr spezifisches technisches und wissenschaftliches Knowhow verfügten, enger zu kooperieren. Die gestiegene Kooperationsbereitschaft wurde durch neue institutionelle Arrangements stabilisiert, insbesondere in Form von industriellen Forschungskonsortien und multidisziplinären Zentren an Universitäten. Mody sieht hierin eine Koevolution technischer mit organisationalen Innovationen. Genauer: die Miniaturisierung mikroelektronischer Schaltkreise hing von neuartigen organisationalen Kontexten ab, in denen diese technischen Innovationen hervorgebracht wurden, und umgekehrt: die Etablierung neuartiger organisationaler Kontexte erforderte die Formulierung kühner technischer Ziele, die Ingenieure und Wissenschaftler dazu motivierten, neue Organisationsformen auszuprobieren.

Entscheidend ist nun, dass diese neuen Organisationsformen über ihre jeweiligen lokalen Kontexte hinaus institutionell prägend wurden – der „long arm“. Industrielle Forschungskonsortien und universitäre Forschungszentren seien, so Mody, hinsichtlich der kontinuierlichen Miniaturisierung – und damit der verlängerten Geltungsdauer von „Moore’s Law“ – höchst erfolgreich gewesen. Ihr Erfolg wiederum führte dazu, dass sie vielfach nachgeahmt und im Laufe der Zeit zu einem Muster der Reorganisation von Universitäten in den Vereinigten Staaten wurden. Aus erfolgreichen institutionellen Experimenten auf lokaler Ebene (allen voran: Cornell, MIT, Berkeley und Stanford) erwachsen somit Kooperationen zwischen Industrie und Universitäten auch in anderen Wissenschafts- und Technikfeldern.

Die Pointe von Modys Argumentation liegt darin, die alleinige Pionierrolle der Lebenswissenschaften und der Biotechnologie bei der Transformation von Wissenschaft und Technik in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu hinterfragen, die ja gerade im Aufbau neuartiger Netzwerke und Kooperationsmodelle zwischen Universitäten und Industrieunternehmen gesehen wird. Mody zeigt in überzeugender Weise, dass die Computer Sciences und die Mikroelektronik mindestens genauso wichtig waren.

Wie aber lässt sich dieser Einfluss der Computer Sciences und der Mikroelektronik historisch erklären? Mody arbeitet akribisch heraus, dass sich US-Unternehmen seit den frühen 1970er Jahren in einem stark wettbewerblichen Umfeld befanden und zugleich eine weitverbreitete Panik hinsichtlich der technischen Überlegenheit japanischer Firmen herrschte. Der starke Wettbewerb führte zu fallenden Preisen und damit verbunden zu sinkenden Profitmargen, so dass nur diejenigen Unternehmen überleben

konnten, die Skalenerträge erzielten. Zugleich führte die wahrgenommene technisch-wissenschaftliche Herausforderung durch Japan zu einer Reihe von politischer Maßnahmen, darunter der Bayh-Dole Act (1980) und der National Cooperative Research Act (1984), die das Ziel verfolgten, die hohen Forschungs- und Entwicklungskosten für amerikanische Firmen zu senken und damit ihre nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Mody legt Wert auf die Feststellung, dass die von ihm rekonstruierte Koevolution von technischen mit organisationalen Innovationen keinem Masterplan folgte. Die lokalen institutionellen Experimente wurden schrittweise aufgebaut, und erst als ihr Erfolg sichtbar wurde, kam es zu einer raschen und breiten Nachahmung außerhalb des Bereichs der Computer Sciences und der Mikroelektronik. Der Autor verweist hierbei auch auf die Bedeutung von Organisationsfeldern bei der Verbreitung technischer Innovationen, hier: einer nationalen Infrastruktur von multidisziplinären Forschungszentren an Universitäten. Ein diesbezüglich relevantes Beispiel ist das National Nanotechnology Infrastructure Network (NNIN) aus den 1990er Jahren – einer Infrastruktur, die bereits in Modys Buch *Instrumental Community* (2011) analysiert wird.

Mody kontrastiert in seinem neuen Buch auch Konzepte und Termini, die prägend für die Zeit des Kalten Krieges waren mit gegensätzlichen Konzepten und Begriffen aus der Zeit danach. Hierzu zählt erstens die Gegenüberstellung des linearen Innovationsmodells, das die Forschungs- und Technologiepolitik im Kalten Krieg ideologisch dominierte, mit dem Zickzackinnovationsmodell, in dem vermeintlich klare funktionale Aufgabenzuschreibungen von Grundlagenforschung über angewandte Forschung und Entwicklung bis zu industriellen Prototypen institutionell nicht mehr durchzuhalten waren. In den genannten multidisziplinären Forschungszentren amerikanischer Universitäten wurden neuartige Formen der Arbeitsteilung zwischen Industrie und dem akademischen Sektor etabliert, und genau hierin lag Mody zufolge ihr Erfolg. Zweitens, auch die Vorstellung eines Marktversagens, das durch staatliche Investitionen in große industrielle oder militärische Forschungsorganisationen behoben werden müsse, weicht bereits in den 1980er Jahren der Vorstellung eines Netzwerkversagens: die staatliche Forschungs- und Technologiepolitik zielte nunmehr auf die Förderung ziviler interorganisationale Verbünde, die ohne Intervention aufgrund hoher Kosten und institutioneller Trägheit so nicht zustande gekommen wären.

Mody schließt mit seinem neuen Buch eine Lücke, die durch das normativ gefärbte Buch *Open Innovation* von Henry Chesbrough (2003) vor einigen Jahren gerissen wurde. Darin wurde die im kalifornischen Palo Alto ansässige Firma Xerox zum Buhmann einer aus Chesbroughs Sicht

völlig veralteten Technologie- und Organisationsmodells gemacht und international vernetzen, erfolgreichen Technologiefirmen gegenübergestellt. Bei Chesbrough kommt aber nicht in den Blick, dass Xerox zu jenen vertikal integrierten Technologieunternehmen zählt, die besonders gut an den institutionellen Kontext des Kalten Krieges angepasst waren und die dann im Zuge des erwähnten Paradigmenwechsels in der amerikanischen Forschungs- und Technologiepolitik zu einem Auslaufmodell wurden, weil neuartige institutionelle Arrangements (Industriekonsortien, universitäre Forschungszentren) gefördert wurden. Es ist daher ein großes Verdienst von Mody, eine schlüssige historische Analyse für diesen engen Zusammenhang zwischen technischer und organisationaler Entwicklung während des Kalten Kriegs und in der Folgezeit geliefert zu haben.

Modys *The Long Arm of Moore's Law* ist uneingeschränkt zur Lektüre zu empfehlen, wobei Wissenschafts- und Technikhistoriker wohl besonders die Kapitel 2 bis 5 mit Gewinn lesen werden, während für historisch interessierte Wissenschafts- und Organisationssoziologen, besonders die Kapitel 1 und 6 sowie der Epilog von besonderem Interesse sind.

Thomas Heinze, Wuppertal