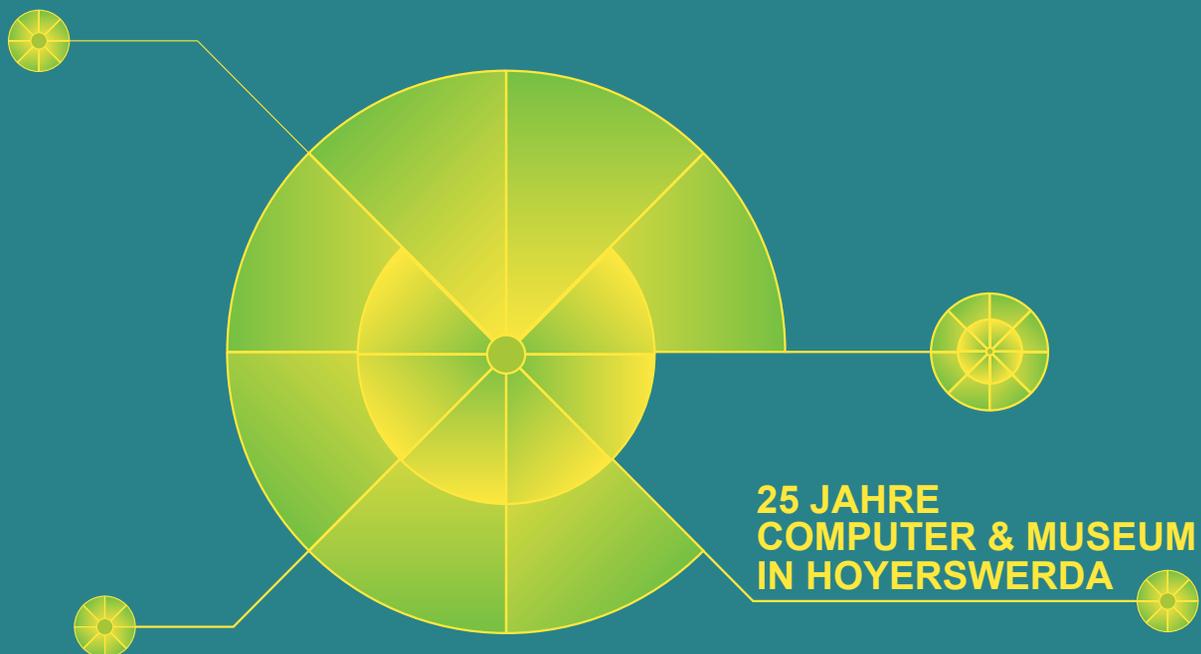


COMPUTER & MUSEUM

BEITRÄGE DES FESTKOLLOQUIUMS

VOM 19.09.2020



IMPRESSUM

Herausgeber: ZCOM-Stiftung, ZCOM Zuse-Computer-Museum
D.-Bonhoeffer-Str.1-3, 02977 Hoyerswerda
info@zuse-computer-museum.com
www.zuse-computer-museum.com

Für den Inhalt der Beiträge sind die jeweiligen Autoren bzw. der Herausgeber verantwortlich.

V. i. S. d. P. für den Inhalt der Fachbeiträge liegt bei den Autoren,

Redaktion: Andrea Prittmann, Marcus Matics
Gestaltung / Satz: Marcus Matics
Druck: Druckhaus Scholz GmbH Hoyerswerda
Copyright: Ein Nachdruck, auch auszugsweise, von Beiträgen aus diesem Band ist nur mit Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Hoyerswerda 2020



Gefördert durch die Kulturstiftung des Freistaates Sachsen.
Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf
der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen
Haushaltes.



Gefördert durch den Kulturraum Oberlausitz-Niederschlesien

INHALT

STEFAN MAJEWSKI
VON MASCHINEN FÜRS LEBEN LERNEN

EVA KUDRAß
IN AKTION: INFORMATIK IN TECHNIKMUSEEN
LEBENDIG VERMITTELN

ANDREAS BAUER
KUNST, TECHNOLOGIE, GESELLSCHAFT

PROF. DR. HORST ZUSE
KONRAD ZUSE: VON HOYERSWERDA ZUR Z3

PROF. DR. KARL HANTZSCHMANN
N. J. LEHMANN UND DIE DRESDNER
D-RECHENAUTOMATEN

DR. MARTIN SCHMITT
AUFBRÜCHE IN DIE DIGITALE GESELLSCHAFT.
COMPUTERNUTZUNG IN DEUTSCHLAND
1951 - 1967

RENÉ MEYER
DIE DDR-COMPUTERSZENE

CLAUDIA MUNTSCHICK
KREATIV WIRTSCHAFTEN MIT DIGITALEN
WERKZEUGEN - „NEUE ARBEIT“ IN DER LAUSITZ

ZUSES ERBE MODERN
VERMITTELN

07

12

17

21

MIT ZUSE DURCH DAS
DIGITALE ZEITALTER

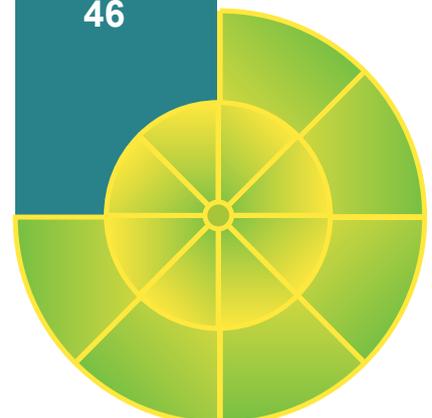
27

34

41

ZUKUNFT DER
LAUSITZ

46



25 JAHRE ZUSE-COMPUTER-MUSEUM IN HOYERSWERDA



Am 19.09.1995 verlieh die Stadt Hoyerswerda Konrad Zuse die Ehrenbürgerwürde. Für diese Ehrung wurde eine kleine Ausstellung vorbereitet. Der Computervater Konrad Zuse eröffnete diese mit den Worten: „Nutzt meinen Namen schamlos aus.“ Dies war die Geburtsstunde des Computermuseums in Hoyerswerda, dem heutigen ZCOM. Mittlerweile ist die Sammlung auf 20.000 Objekte angewachsen, 2017 in neue moderne Räume umgezogen und präsentiert eine interaktive Ausstellung.

Die ZCOM-Stiftung, welche seit 2014 das ZCOM Zuse-Computer-Museum betreibt, widmet sich dem Lebenswerk des Computerpioniers, Künstlers und Visionärs Konrad Zuse sowie der IT-Geschichte.

Ein Standbein des Museums ist die Dauerausstellung - unsere sogenannte Hardware. Diese öffnet ein Fenster zu den Anfängen der Computertechnik und deren Grundlage: Dem Wunsch, das Rechnen zu vereinfachen. Die Besucher erleben die Entwicklung der Computertechnik vom schrankwandgroßen Rechner zum modernen Smartphone. Im musealen Zusammenhang und durch die Einbettung in kulturgeschichtliche Aspekte erfolgt eine Annäherung, die auch ohne besondere technische Vorkenntnisse möglich ist, denn viele Exponate strahlen allein durch ihre Größe etwas Besonders aus.

Das zweite Standbein - unsere sogenannte Software - sind museumspädagogische Angebote, wie Workshops, Veranstaltungen und Vorträge. Ziel ist Kinder und Erwachsene (lebenslanges Lernen) für den MINT-Bereich zu begeistern und Industriekultur zu vermitteln. Dabei spielen das ehemalige Rechenzentrum, der ehemalige Robotron-Betrieb und der Braunkohleabbau eine besondere Rolle bei unseren Forschungs- und Dokumentationsarbeiten.

Um überregional und regional unser Jubiläum zu feiern, veranstaltete das ZCOM am 19.09.2020, genau 25 Jahre nach dem ersten Ausstellungsbesuch Konrad Zuses in Hoyerswerda, ein Vortragskolloquium. Hierbei stand der wissenschaftliche Austausch zu Themen der Computergeschichte aber auch zur Industriekultur und die Ansprüche eines modernen Museums im Fokus. Das gut besuchte Kolloquium verdeutlichte das Interesse in der ehemaligen Braunkohleregion weit über die Grenzen hinaus.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre.

Steffen Markgraf
Stiftungsratsvorsitzender
ZCOM-Stiftung

FAKTEN, GESCHICHTEN UND DENKANSTÖßE. EIN VORTRAGSKOLLOQUIUM ZUM 25. MUSEUMSJUBILÄUM



Sind Museen Bildungs- oder Freizeiteinrichtung? Dies wird gerade in Zeiten der Corona-Pandemie und der damit verbundenen Allgemeinverfügungen kontrovers diskutiert. Ein Museum sollte beides abdecken. Dabei muss jede Institution für sich die Frage der Gewichtung klären.

Zum 25. Jubiläum des Zuse-Computer-Museums wurde neben einem Museumsfest für die ganze Familie ein Festkolloquium für Wissbegierige durchgeführt. Die anlässlich des Kolloquiums referierten Vorträge finden sich in diesem Tagungsband wieder.

Das Thema des Kolloquiums lautete „Computer & Museum“ und gliederte sich in drei Themenbereiche:

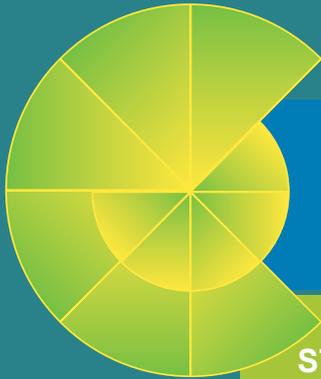
Im Bereich 1: „Zuses Erbe modern vermitteln“ – Welche Erwartungen richten sich an ein Technikmuseum?“ beschrieb Stefan Majewski, welche Kompetenzen in der digitalisierten Welt wichtig sind und veranschaulichte was Computer uns lehren können. Daneben liegt der Schlüssel zum Verständnis von vielen Themenbereichen der Informatik im Selbermachen. Eva Kudraß beleuchtete diesen Zusammenhang an verschiedenen Beispielen der musealen Praxis. Wie das Ars Elektronik Center Linz den Menschen im Themenspektrum von zukunftsweisenden Technologien, Kunst und gesellschaftlichen Wandel nicht aus den Augen verliert, beschrieb Andreas Bauer.

Den 2. Themenbereich: „Mit Zuse durch das digitale Zeitalter“ eröffnete Prof. Dr. Host Zuse mit Geschichten über seinen Vater Konrad Zuse sowie der Entwicklung der Z3. Der Zuse des Ostens hieß N. J. Lehmann. Das umfangreiche wissenschaftliche Lebenswerk des sächsischen Computerpioniers beschrieb Prof. Dr. Karl Hantzschmann. Die Digitalisierung begann generell früher als gedacht. Im Beitrag von Dr. Martin Schmitt wurde dargelegt, wie in verschiedenen Bereichen der Wirtschaft, der Politik oder innerhalb der Sicherheitsdienste in beiden deutschen Staaten frühzeitig Computer eingesetzt wurden. Die Computerszene der DDR beschrieb Rene Meyer daran anschließend.

Der Themenbereich 3: „Die Zukunft der Lausitz“ beleuchtete die digitalen Chancen der Region. Claudia Munschick beschrieb dabei die Kultur- und Kreativunternehmen als Innovationstreiber und dadurch wichtigen Bestandteil einer zukunftsorientierten Wertschöpfung und neuer Arbeitsformen in der Lausitz.

Im Namen der ZCOM-Stiftung bedanke ich mich herzlich bei alle Referenten für Ihre inspirierenden Beiträge. Ein besonderer Dank gilt zudem der Kulturstiftung des Freistaates Sachsen für die Förderung des Kolloquiums sowie des Tagungsbandes.

Andrea Prittmann
Leiterin
ZCOM Zuse-Computer-Museum



ZUSES ERBE MODERN VERMITTELN

STEFAN MAJEWSKI

**VON MASCHINEN FÜRS LEBEN
LERNEN**

EVA KUDRAß

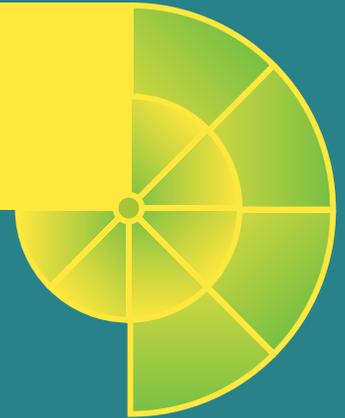
**IN AKTION: INFORMATIK IN
TECHNIK MUSEEN
LEBENDIG VERMITTELN**

ANDREAS BAUER

**KUNST, TECHNOLOGIE,
GESELLSCHAFT**

VON MASCHINEN FÜRS LEBEN LERNEN

STEFAN MAJEWSKI
CHAOS COMPUTER CLUB



Der Chaos Computer Club (CCC) ist eine Vereinigung, deren Mitglieder sich hauptsächlich durch technische Expertise auszeichnen. Insofern nimmt die Mehrheit der Gesellschaft üblicherweise an, dass wir alle Probleme technisch lösen wollen: Sicherheit im Netz durch mehr Kryptografie, lebenswertere Innenstädte durch intelligentere Ampelschaltungen, oder Virusinfektionen durch eine Contact-Tracing-App. Gerade der CCC zeichnet sich jedoch seit Beginn dadurch aus, dass wir technische und soziale Fragen immer zusammen denken.

Für uns ist es zum Beispiel schon lange offenkundig, dass man die Frage nach zeitgemäßer Bildung im digitalen Zeitalter nicht allein dadurch beantworten kann, dass die Politik über den Schulen des Landes einen warmen Regen aus Tablets und Notebooks ergehen lässt. Digitale Lerninhalte können sicherlich den Lehralltag bereichern. Aber die entscheidendere Frage ist, inwieweit die Digitalisierung die Grundsätze unseres Bildungssystems in Zweifel zieht. Die fortschreitende Automatisierung macht vielleicht nicht so viele Arbeitsplätze obsolet wie manchmal angenommen, aber an jedem einzelnen Arbeitsplatz werden Routinetätigkeiten zunehmend von Computern übernommen, sodass die Arbeitskräfte sich verstärkt auf kreative und analytische Fertigkeiten konzentrieren werden.

Diesen Wandel muss auch die Bildung begleiten. Anstatt zum Beispiel einen bestimmten Satz von Fakten über ein im Lehrplan vorgegebenes Thema auswendig zu lernen, sollte das Ziel sein, den Schülern die Kompetenz mitzugeben, sich zu jedem beliebigen Thema informieren zu können, dabei technische Hilfsmittel zum Sichten großer Datenmengen zu nutzen, und erfolgreich Fakten von Meinungen und seriöse Berichterstattung von Fake News zu trennen. Ein derartiger Bildungsprozess muss sicherlich mit digitalen Hilfsmitteln arbeiten. Aber er fokussiert sich auf die Dinge, die Menschen wirklich gut machen: kreatives und kritisches Denken. Und er überlässt den Maschinen die Dinge, die sie besser können: Datenverarbeitung und Routinetätigkeiten.

Und doch, oder vielleicht gerade deshalb, trägt dieser Text die Überschrift „Von Maschinen fürs Leben lernen“. Im Folgenden illustriere ich beispielhaft drei Lebenslektionen, die ich aus meinem Studium der Informatik sowie aus meiner Tätigkeit in der IT-Branche gezogen habe, und die unserer Meinung nach in den Lehrplänen aktuell zu wenig Beachtung finden. Solange dies so bleibt, könnte auch ein Computermuseum wie das ZCOM entsprechende Impulse setzen.

Abb. 1-6: Entwicklung des Gleiters in Conway's Game of Life. Von der Ausgangssituation (Abb. 1) bis zur 110. Generation (Abb. 12) in Schritten von 10 Generationen.

ZCOM-Stiftung

Abb. 1:

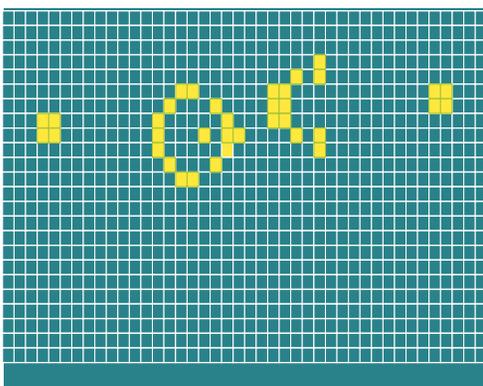


Abb. 2:

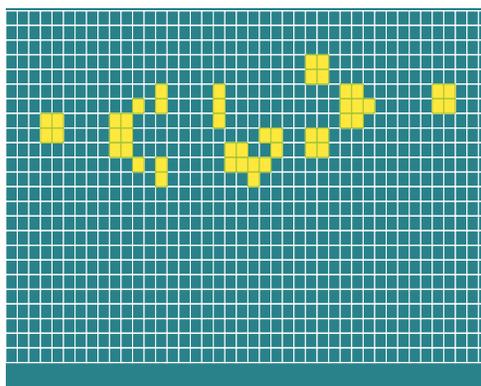
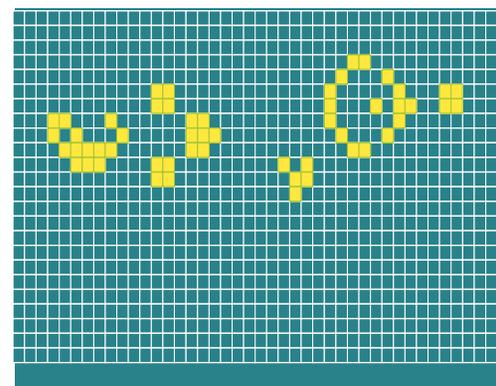


Abb. 3:



LEKTION 1: GAME OF LIFE

Vielleicht nicht eines der wichtigsten, aber sicherlich eines der bekanntesten Untersuchungsobjekte der Informatik ist „Conway’s Game of Life“ (im Folgenden nur „Life“). Hierbei handelt es sich um einen zellulären Automaten, also eine Anordnung von Zellen, von der jede einen bestimmten Zustand hat und diesen Zustand in festen diskreten Zeitschritten nach bestimmten Regeln wechseln kann. Man kann zelluläre Automaten in beliebig vielen Raumdimensionen und mit allen denkbaren Zellformen konstruieren. Im konkreten Fall von Life hat man ein zweidimensionales Raster aus quadratischen Zellen. Eine Zelle kann zwei mögliche Zustände einnehmen, die für gewöhnlich als „tot“ oder „lebendig“ bezeichnet werden. Für den Wechsel zwischen diesen beiden Zuständen ist die direkte Nachbarschaft der Zelle relevant, sprich: die Zustände der acht im Quadratraster nächstgelegenen Zellen (oben, unten, links, rechts; plus vier Nachbarn in diagonalen Richtung). Eine tote Zelle wird lebendig, wenn sie exakt drei lebendige Nachbarn hat. Eine lebendige Zelle mit keinem oder nur einem lebendigen Nachbarn stirbt an Vereinsamung, und eine lebendige Zelle mit vier oder mehr lebendigen Nachbarn stirbt an Überbevölkerung.

Nun wird der Platz in diesem Aufsatz sicher nicht ausreichen, um eine komplette Diskussion des Verhaltens von Life zu führen. Und selbst dann gäbe es in diesem gedruckten Buch keine gute Möglichkeit, das zeitabhängige Verhalten eines Life-Spiels abzubilden. Hierfür eignen sich besser Videos oder Live-Simulationen. Sofern der Leser noch nicht mit Life vertraut ist, ist daher dringend empfohlen, mit einem entsprechenden Simulationsprogramm zu experimentieren. Zum Zeitpunkt der Publikation dieses Textes ist zum Beispiel unter <https://playgameoflife.com> ein derartiges Programm zu finden, welches ohne Installation im Browser läuft und ein umfangreiches Lexikon mit interessanten Startmustern enthält. Der Wikipedia-Artikel zu Life ist ebenfalls ein guter Startpunkt für eine weitere Ausein-

Abb. 4:

Abb. 5:

Abb. 6:

dersetzung mit dem Thema.

Life wurde im Jahre 1970 von einer Forschergruppe um den britischen Mathematiker John Horton Conway vorgeschlagen. Sie fanden erste interessante Strukturen: Stilleben, die sich nie verändern, und Oszillatoren, die sich verändern, aber nach einer bestimmten Anzahl von Zeitschritten wieder in den Ursprungszustand zurückkehren. Außerdem fanden sie den Gleiter, ein Muster aus 5 lebendigen Zellen, das ähnlich wie ein Oszillator nach vier Zeitschritten wieder in seine ursprüngliche Form zurückkehrt, sich dabei aber diagonal um ein Feld weiterbewegt. Derartige Muster werden im Allgemeinen als Raumschiffe bezeichnet, und nach der initialen Publikation durch die Conway-Gruppe fanden Interessierte schnell weitere Raumschiffe mit unterschiedlichen Bewegungsmustern.

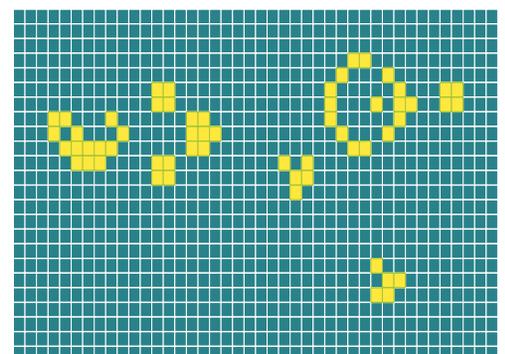
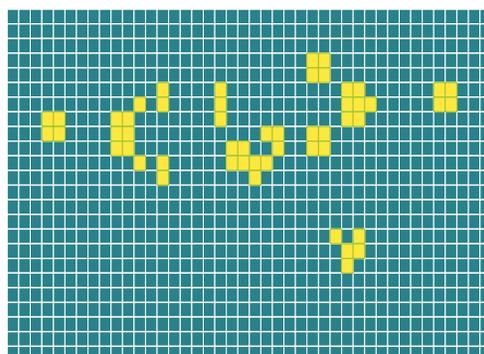
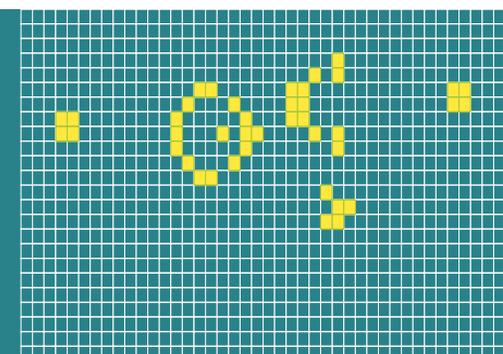
In der initialen Publikation bot Conway ein Preisgeld von 50 US-Dollar für ein Muster, das unbegrenzt wächst. Noch im selben Jahr wurde ein derartiges Muster gefunden: eine sogenannte „Gleiterkanone“, die in regelmäßigen Zeitabständen einen Gleiter produziert, der sich dann von der Kanone weg bewegt. Hierdurch kommt ein endloser Strom von Gleitern zustande. Auch für andere Raumschiffe konnten passende Kanonen konstruiert werden.



<https://playgameoflife.com>



Wikipedia: Game of Life



Mit der Zeit wurden immer komplexere Strukturen in Life gebaut. So wie Kanonen Ströme von Raumschiffen erzeugen, können bestimmte Kanonen auch durch Ströme von Raumschiffen an- oder ausgeschaltet werden. Durch strategisches Ausrichten der Raumschiffströme können Kanonen sich gegenseitig kontrollieren und so Logikgatter bilden, aus denen dann ganze Computer gebaut werden können. Im Jahr 2012 gelang die erste Simulation von Life innerhalb eines Life-Spielfeldes.¹ Dies demonstriert eindrucksvoll, dass Life trotz des minimalistischen Regelsatzes turingvollständig ist, sprich: Alle mit einem Computer lösbaren Probleme können theoretisch auch in Life berechnet werden.

Wenn man an „Komplexität“ denkt, denkt man als erstes an Systeme mit besonders vielen Regeln, zum Beispiel die Steuergesetzgebung. Viel häufiger jedoch resultiert komplexes Verhalten aus einem System mit einer vergleichsweise kleinen Menge von Regeln, die aber von sehr vielen Akteuren gleichzeitig ausgeführt werden. Life ist eines der greifbarsten und verständlichsten Beispiele für derartige „emergente Komplexität“. Wenn hunderte Zellen an einer Gleiterkanone teilnehmen, hatte die einzelne Zelle keine konkrete Absicht, eine Gleiterkanone zu bilden. Wie eine biologische Zelle kennt sie nur ihre direkte Nachbarschaft und verhält sich dementsprechend, ohne ihren Anteil am Gesamtorganismus zu verstehen.

Emergente Komplexität gibt es nicht nur in der Technik oder der Biologie. Gesellschaft, Wirtschaft und Politik sind selbst Systeme mit vielen Akteuren, die individuell nach relativ überschaubaren Regeln handeln und deshalb zu emergenter Komplexität neigen. Wer das nicht versteht, ist dazu verurteilt, hypothetischen Entitäten wie „dem Markt“ oder „der Politik“ Intentionen zu unterstellen, die auf dieser Ebene so nicht existieren und daher auch nicht direkt beeinflusst werden können. Wer hingegen emergente Komplexität auf einer intuitiven Ebene

¹ Bradbury, Philip: Life in Life. <<https://www.youtube.com/watch?v=xP5-ileKXE8>> [16.09.2020].

nachvollziehen kann, zum Beispiel durch das Studium von Life, versteht vielleicht besser, welche politischen Maßnahmen tatsächlich effektiv sind, und in welchen Situationen Simulationen wie in der Epidemiologie oder Computational Sociology zum Verständnis emergent komplexer Systeme beitragen.

LEKTION 2: KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI)

Seit den 1950er Jahren befasst sich die Informatik mit der Frage, inwieweit Denkprozesse und „Intelligenz“ im weitesten Sinne in Computern abgebildet werden können.² Aufgrund erster vielversprechender Ergebnisse kam es in den 60er und frühen 70er Jahren zu einer ersten Phase der Euphorie. Führende KI-Forscher erwarteten, dass noch vor 1980 Computer die Intelligenz eines durchschnittlichen Menschen erreichen würden. Diese initiale Euphorie verflüchtigte sich in den späten 70er Jahren aus mehreren Gründen, vorrangig aufgrund der Erkenntnis, dass die damalige Rechentechnik noch nicht ausreichend performant war, um die notwendigen Berechnungen in akzeptabler Geschwindigkeit durchzuführen.

Hiermit in Zusammenhang steht ein anderes Problem der frühen KI, das sogenannte Moravec-Paradoxon. Anders als zunächst angenommen, erfordert Intelligenz im engeren Sinne, also logisches Denken, relativ wenig Rechenleistung. Als größere Herausforderung stellen sich sensorische und motorische Fertigkeiten dar. Wenn man zum Beispiel einem Roboterarm das Nähen beibringen möchte, ist der schwierige Teil nicht das Berechnen des richtigen Schnittmusters, sondern das zuverlässige Erkennen der aktuellen Position der Stoffteile sowie das sichere Führen der Nadel.

Eine zweite Phase der Euphorie in den 80er Jahren fokussierte sich daher auf Künstliche Intelligenz

² Wikipedia: History of artificial intelligence. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_artificial_intelligence&oldid=984040105> [18.10.2020].

Abb. 7:

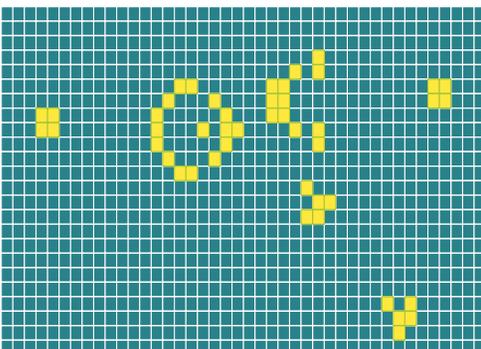


Abb. 8:

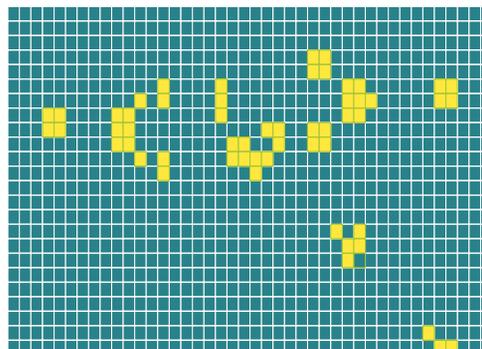
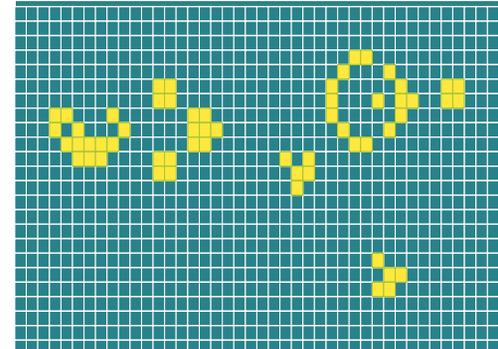


Abb. 9:



im Sinne von logischem Denken. Sogenannte „Expertensysteme“ sollten mit dem gesamten Wissen der Menschheit programmiert werden und in Unternehmen oder Forschungseinrichtungen zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden. Dieser Boom war jedoch von kurzer Dauer, als sich herausstellte, dass derartige Expertensysteme mit einem enorm hohen Pflegeaufwand verbunden sind. Außerdem sind sie mit einem der Grundprobleme der Ontologie konfrontiert: dem Fehlen einer einheitlichen Klassifikationsstruktur, die alle Themengebiete und Perspektiven des menschlichen Wissens abdecken kann.

Seit den 90er Jahren fokussiert sich die Forschung in der KI daher zunehmend auf das sogenannte „Maschinelle Lernen“ (ML), also das Studium und den Einsatz von Computerprogrammen mit begrenzten Aufgabenbereichen, die sich auf der Grundlage passend strukturierter Lerninhalte automatisch selber verbessern können.

Das Forschungsfeld KI ist ein aufgrund seiner Geschwindigkeit besonders drastisches Beispiel, aber die Geschichte der Computertechnik im Allgemeinen ist eine Geschichte gebrochener Erwartungen. Und das gilt auch außerhalb der Computertechnik: Das geozentrische Weltbild, die Äthertheorie und die Rassentheorie sind nur einige Beispiele lange geglaubter Lehrmeinungen, die schließlich revidiert werden mussten. Auch in Politik, Gesellschaft und Ökonomie bestehen populäre Weltbilder regelmäßig nicht den Vergleich mit der Faktenlage.

In einer sich immer schneller weiterentwickelnden Welt ist es daher von elementarer Bedeutung, die eigene Meinung im Angesicht neuer Fakten ändern zu können. Das klingt auf den ersten Blick trivial, aber Erkenntnisse aus der Psychologie zeigen, dass das Ändern der eigenen Meinung zu den schwersten mentalen Aktivitäten gehört. Gerade deswegen muss diese Fähigkeit immer wieder bewusst geübt werden, damit man im richtigen Moment Kritik oder unpassende Fakten nicht einfach wegdiskutiert, sondern anhalten und reflektieren kann.

Im Bereich der Computertechnik gilt dies sowohl für diejenigen, die ihren Arbeitsplatz für niemals automatisierbar halten, als auch für die Technikgläubigen, die in 2015 vorhergesagt haben, dass in 2020 landesweit autonom fahrende Taxis verfügbar sein werden. Wer seine Vorhersagen nicht kritisch reflektieren kann, ist dazu verdammt, von der Realität überholt zu werden und den Anschluss zu verlieren. Die Frage, wie man diese kritische Reflexion im Kontext des Bildungswesens systematisch trainieren kann, dürfte daher eine der großen Fragen unserer Zeit werden.

LEKTION 3: DER BERUFSALLTAG IN DER IT

In der IT ist es nicht unüblich, auf Mitarbeiter zu treffen, die ihre erste Ausbildung nicht in der Informatik, sondern in einem der naturwissenschaftlichen Fächer absolviert haben. Zum Beispiel habe ich meinen ersten IT-Beruf nach Abschluss eines Physikstudiums angetreten und erst in der Folge eine Zusatzqualifikation im Bereich der Informatik erworben. Diese Tendenz hat sicherlich mit den beruflichen Perspektiven zu tun, zum Beispiel mit den Unterschieden in Gehalt und Arbeitsplatzsicherheit zwischen der IT und dem naturwissenschaftlichen Forschungsbetrieb. Aber ein wissenschaftliches Studium lässt sich auch inhaltlich gut auf die Arbeit in der IT übertragen.

Als Wissenschaftler ist man darin geübt, komplexe Systeme auf einfache Modelle herunter zu brechen und diese Modellbildung anhand von Experimenten und Beobachtungen systematisch zu überprüfen. Mit diesem Handwerkzeug ist man gut darauf vorbereitet, die immer komplexer werdenden Computersysteme in Unternehmen und Behörden zu warten und zu pflegen. Für einen studierten Wissenschaftler ist der Umgang mit tatsächlichen Systemen aber oft auch mit einem gewissen Umdenken verbunden. Gerade in der Grundlagenforschung kann man sich darauf beschränken, die eigenen Modelle und

Abb. 10:

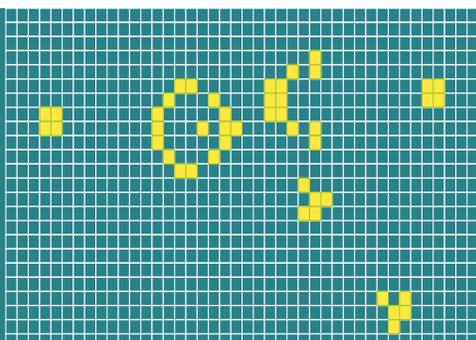


Abb. 11:

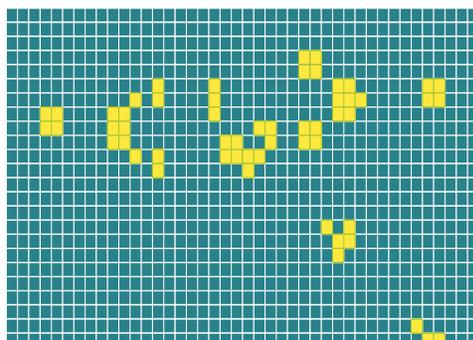
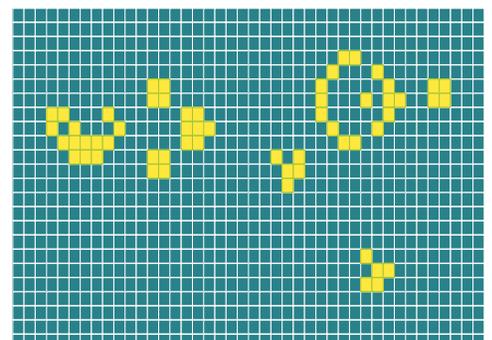


Abb. 12:



Erkenntnisse immer weiter zu verfeinern. In der Praxis muss man aber irgendwann einen Schlusstrich ziehen und eine Entscheidung treffen, auch wenn man noch nicht alle Informationen verfügbar sind, die man gerne für die Entscheidung nutzen würde.

Nicht selten kommt es deswegen dazu, dass zum Beispiel ein defektes System weiterbetrieben wird, anstatt es durch ein neues System zu ersetzen. Schließlich kennt man die Defekte des jetzigen Systems bereits gut und weiß, wie man mit ihnen umgehen kann. Ein neues System hingegen bringt mit hoher Wahrscheinlichkeit völlig neue, ungeahnte Defekte mit sich, die man im Vorhinein kaum abschätzen und quantifizieren kann.

Und auch diese Erkenntnis lässt sich von der IT auf alle Bereiche des menschlichen Handelns erweitern. Praktisches Handeln heißt immer Entscheiden im Angesicht unvollständiger Information. Kein Politiker kann die Folgen einer Gesetzesänderung komplett vorhersagen. Kein Chef kann sich sicher sein, dass er aus einer Gruppe von Bewerbern den besten Kandidaten auswählt. Und kein Passagier kann sich sicher sein, dass der Zug, in den er steigt, pünktlich sein Ziel erreicht.

Praktisches Handeln in diesem Sinne ist in der Bildung leider stark unterrepräsentiert. Zum Beispiel könnte der Geschichtsunterricht stärker darstellen, auf welcher Grundlage historische Akteure Entscheidungen getroffen haben, gerade wenn die Entscheidung im Angesicht der Faktenlage richtig war, sich aber aufgrund späterer Entwicklungen als fatal herausstellte. Wer versteht, dass gute Entscheidungen immer auf einer Momentaufnahme beruhen müssen, lernt auch, dass es meist keinen Sinn ergibt, Entscheidungen nachzutruern, die sich im Nachhinein als suboptimal erweisen.

ZUSAMMENFASSUNG

Diese drei Lektionen halten wir in der Bildung aktuell für fatal unterrepräsentiert: emergente Komplexität verstehen, aus neuen Informationen lernen können, und mit unvollständiger Information handeln können. Besonders deutlich wurde dies gerade in diesem Jahr, in dem die Coronavirus-Pandemie die öffentliche Debatte bestimmt. Als prominente Gegenrede gegen die Handlungen der verschiedenen Regierungsebenen bildete sich die Bewegung der „Querdenker“.

Die Querdenker zeigen eindrucksvoll, welchen Schaden die Gesellschaft nehmen kann, wenn sie die obengenannten Lektionen nicht verinnerlicht.

Erstens kapitulieren Querdenker vor der emergenten Komplexität der globalisierten Welt und vermuten hinter jeder unangenehmen Entwicklung von langer Hand geplante Verschwörungen von mächtigen Geheimorganisationen.

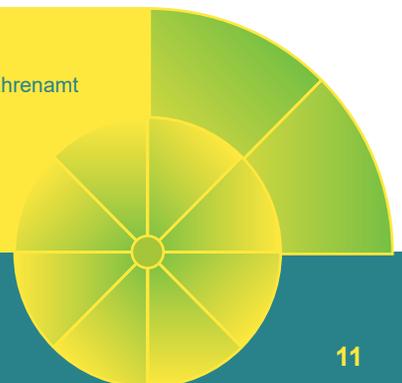
Zweitens verharren Querdenker in ihren zu Beginn der Pandemie gefassten Meinungen und glauben teilweise immer noch, dass ein Virus mit über einer Million bestätigten Todesopfern gar nicht existiert.

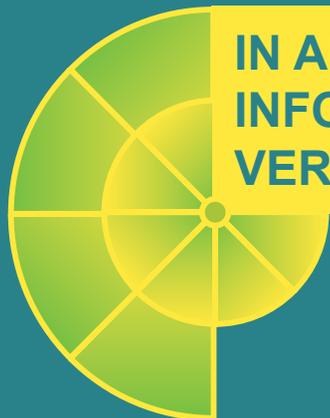
Drittens kritisieren Querdenker die Regierung für Handlungen in der Frühphase der Pandemie, die sich in der Rückschau als zu strikt herausgestellt haben, ohne anzuerkennen, dass die heutigen Erkenntnisse damals noch nicht vorlagen.

Im Angesicht dessen halten wir es nicht für sinnvoll, weitere neue Sachkompetenzen im Lehrplan zu fordern, solange diese Sozialkompetenzen nicht hinreichend vermittelt werden. Das heißt nicht, dass wir im CCC selber diese Lektionen immer hundertprozentig befolgen. Schließlich sind wir auch nur Menschen und deswegen genauso mit den Limitationen des menschlichen Denkens konfrontiert. Aber wir sollten dafür sorgen, dass wir alle öfter lichte Momente haben und rechtzeitig bemerken, wenn wir gerade einen Holzweg beschreiten.

Zum Autor:

Stefan Majewski ist von Beruf Ordnungshüter in der Cloud-IT eines deutschen Großkonzerns und im Ehrenamt Chaoshüter beim Netzbiotop Dresden e.V., einem Ortsverband des Chaos Computer Clubs.





IN AKTION: INFORMATIK IN TECHNIKMUSEEN LEBENDIG VERMITTELN

EVA KUDRAß
STIFTUNG DEUTSCHES
TECHNIKMUSEUM BERLIN

In Deutschland gibt es etwa 40 kleinere und größere Museen mit Informatikbezug von A wie Analogrechnermuseum bis Z wie ZCOM.¹ Neben den Spezialmuseen präsentieren auch einige Technikmuseen Informatikausstellungen wie das Deutsche Museum in München, die Technischen Sammlungen in Dresden oder das Deutsche Technikmuseum in Berlin. All diese Institutionen stehen vor der ähnlichen strukturellen Herausforderung: Wie kann etwas so Abstraktes und Komplexes wie die Informatik für Nichtfachleute anschaulich gemacht werden? Wie kann man in Ausstellungspräsentationen sowohl den technischen Grundlagen wie auch den historischen Kontexten und den aktuellen Bedeutungen und womöglich sogar den zukünftigen Entwicklungen der Informatik gerecht werden?

MUSEEN AN DER DIGITALEN GRENZE?

Diese Herausforderung und die damit einhergehenden Fragen sind durchaus schon älter. Bereits Mitte der 1990er Jahre schrieb der Medienwissenschaftler Friedrich Kittler einen heute noch lesenswerten Aufsatz mit dem Titel „Museen an der digitalen Grenze“. Darin macht er sich Gedanken über die Ausstellbarkeit von Computern und Informatik in Museen und schreibt:

„Offenbar verträgt das Museum nur Computer aus jener Steinzeit, als Zuse in Deutschland noch mechanische Relais und von Neumann in den USA noch klobige Elektronenröhren einsetzen mussten. Die

integrierten Schaltkreise von heute, einige Millionen Transistoren, heißt das, in Reinsiliziumplatten von Daumengröße aufgebracht, spotten dagegen jeder Ausstellung.“ Während – laut Kittler – die Computer der Anfangszeit noch mit Erkenntnisgewinn ausstellbar sind, führt die Miniaturisierung und Beschleunigung der Computer zu einer „Unwahrnehmbarkeit“, die „die Bandbreite der Sinne und die Laufzeit der Nerven“ hintergehe. Die Computermuseen seien daher dazu verurteilt „nur Deckelhauben, Anzeigergeräte oder Benutzerschnittstellen ausstellen zu können, alles das also, was den umgehenden Computeranalphabetismus eher fördert als abbaut.“²

WEGE AUS DER NICHT-AUSSTELL- BARKEIT: IN AKTION

Die in der (medien-)theoretischen und museologischen Literatur³ aufgeworfenen Fragen und grundsätzlichen Probleme des Ausstellens von Computertechnik und Informatik sind in der kuratorischen Praxis täglich spürbar. Während etwa die Grundfunktionen von Konrad Zuses mechanischem Computer Z1 zumindest rudimentär über die Betrachtung des Objektes erschließbar sind, lassen sich aus

2 Kittler, Friedrich: Museen an der digitalen Grenze (Nachdruck eines Vortrags von 1995), in: Hellas, Philine (Hg.), Bild/Geschichte. Festschrift für Horst Bredekamp, Berlin 2007, S. 116.

3 Vgl. etwa Hashagen, Ulf: Der Computer als Ausstellungsobjekt: Eine kurze Geschichte von Ausstellungen zur Geschichte des Computers, in: Vogt, Arnold/Niemitz, Hans-Ulrich (Hg.): Technik – Faszination und Bildung. Impulse zur Museumspraxis, Didaktik und Museologie, München 2008, S. 112–130; Müggenburg, Jan: Vom Medium zum Exponat. Museale Strategien zur Inszenierung der Computergeschichte, Bochum 2005, online unter: docplayer.org/2177466-Vom-medium-zum-exponat.html [20.11.2020].

1 Gesellschaft für Informatik e.V., Fachgruppe Informatikgeschichte: Computermuseen <https://fg-infhist.gi.de/weiteres/computermuseen> [20.11.2020].

der Vitrinenpräsentation eines Smartphones kaum Rückschlüsse auf dessen Funktion ziehen.

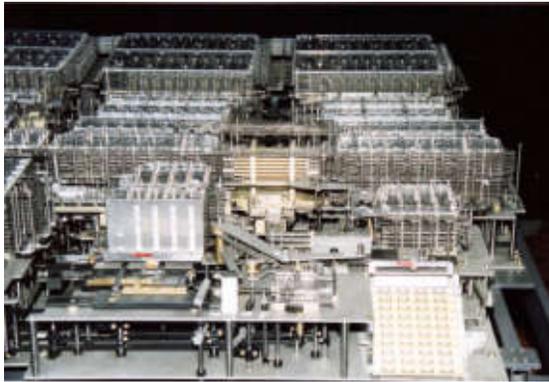


Abb. 1: Konrad Zuses Nachbau des Computers Z1.
SDTB / F. Wittmann

Selbstverständlich gibt es in Ausstellungen rund um die Computer- und Informatikgeschichte mehr zu vermitteln als die pure Funktionsweise. Der soziale und wirtschaftliche Kontext von Computertechnik sowie deren Auswirkung auf die Gesellschaft lässt sich vielfältig in Form von Objekten, Bildern, Filmen, Grafiken ausstellen. Der von Kittler vor Jahrzehnten kritisierte „Computeranphabetismus“ lässt sich jedoch nur abbauen, indem den Besucherinnen und Besuchern zumindest ein Grundverständnis der Funktionsweisen vermittelt wird. Ein unumgänglicher Bestandteil des Ausstellungsbesuches scheint mir daher die eigene Aktivität beim Ausprobieren von Hands-Ons oder historischen Geräten. Prinzipien der Informatik können „in Aktion“ eher verstanden und auf andere Anwendungsfelder übertragen werden, als beim bloßen Anschauen von „stummen Zeugen“ hinter Glas.



Abb. 2: Computernetzwerk für das Publikum des Museums für Verkehr und Technik, 1986.

SDTB / W. Ulmann

HANDS-ON UND MITMACHMUSEUM

Das Konzept des Mitmachmuseums hat eine lange Tradition, die weiter zurückliegt als die Problematik der Ausstellbarkeit von Informatik. Seit 1889 gab es in der Berliner Urania bereits Laienexperimentiersäle, in denen das Publikum selbstständig physikalische Experimente durchführen konnte.⁴ Im Deutschen Museum München wurde dieser Ansatz in Form der sogenannten „Knopfdruckexperimente“ weitergeführt, bei denen Versuche auf Tastendruck vorgeführt wurden. 1969 wurde mit dem Exploratorium das weltweit erste Science Center in San Francisco gegründet. Das erklärte Ziel dieses und aller folgenden Science Center war es, die Phänomene der Naturwissenschaften interaktiv und selbsterprobend zu vermitteln. In ausdrücklicher Anknüpfung sowohl an die Urania als auch an das Exploratorium wurde Anfang der 1980er Jahre das erste Science Museum in Deutschland gegründet, zunächst als „Versuchsfeld“ innerhalb des Berliner Museums für Verkehr und Technik, seit 1990 als Science Center Spectrum im Deutschen Technikmuseum.⁵ Das „Versuchsfeld“ war auch Vorreiter bei der Präsentation von Computertechnik zum selbst Ausprobieren: Bereits 1985, in einer Zeit als nur wenige „Nerds“ Homecomputer nutzten, wurde dort ein Computernetzwerk mit sieben Acorn BBC Micro Computern aufgebaut, die in der gesamten Ausstellung verteilt wurden. Einer der damals beteiligten Techniker beschrieb es so: „Mit dem Netzwerk konnten sich Besucher zu verschiedenen Themen informieren, ihr Wissen testen und mit einem Vorläufer der SMS Informationen ans Museum schicken.“⁶ Im Museumsalltag diente diese Installation vor allem der spielerischen Annäherung und dem Ausprobieren

4 Vgl. Wolfschmidt, Gudrun: URANIA in aller Welt – Ausbreitung und Wirkung der Urania-Idee. in: Bleyer, Ulrich / Herrmann, Dieter B. (Hg.): 125 Jahre Urania Berlin. Wissenschaft und Öffentlichkeit. Eugen Goldstein Kolloquium, 19. April 2013. Eine Gemeinschaftsveranstaltung der Urania Berlin e.V. und der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, Berlin 2013, S. 103–117.

5 Vgl. Lührs, Otto: Der Weg zum SPECTRUM. in: Bleyer, Ulrich / Herrmann, Dieter B. (Hg.): 125 Jahre Urania Berlin. Wissenschaft und Öffentlichkeit. Eugen Goldstein Kolloquium, 19. April 2013. Eine Gemeinschaftsveranstaltung der Urania Berlin e.V. und der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, Berlin 2013, S. 53 – 62.

6 E-Mail von Walter Ulmann an die Verfasserin, 26.06.2019.



Abb. 3: Hands-On zum Funktionsprinzip der Paketvermittlung im Deutschen Technikmuseum, Ausstellung: Das Netz.

SDTB / U. Steinert

von Mikrocomputern und Computernetzwerken, für einen Großteil des damaligen Museumspublikums war das der erste unmittelbare Kontakt mit Computertechnik schlechthin.

Heute würde man die Besucherinnen und Besucher nicht mehr allein dadurch in den Bann ziehen, dass sie die neueste Computertechnik ausprobieren können. Hands-On werden in Informatikausstellungen vor allem dafür konzipiert, um auch komplexere und abstraktere Themen, wie etwa die Paketvermittlung im Internet durch Ausprobieren erfahrbar zu machen.

OPERATIVES MUSEUM

Das Konzept des operativen Museums stellt die jüngste Entwicklung der Mitmachkonzepte im Museum dar. Ich möchte mit diesem Begriff diejenigen Museen charakterisieren, die funktionsfähige historische Objekte präsentieren - entweder als Vorführobjekte oder zur persönlichen Benutzung durch das Publikum. Die Gründung solcher Museen im Bereich der Informatik kam meist aus privater Initiative und aus den Kreis von technikbegeisterten Computerliebhabern oder auch von Computerfirmen. So wurde etwa 1979 das Digital Computer Museum von der amerikanischen Digital Equipment Corporation gegründet, das funktionsfähige Computer präsentierte und in den 1980er Jahren (nun unter dem Namen Boston Computer Museum) bereits weitreichende Konzepte zur langfristigen Sicherung von



Abb. 4: Schülerinnen und Schüler an einem Amiga 500 des Oldenburger Computermuseums.

Software vorlegte.⁷ In der deutschsprachigen Museumslandschaft wurde dieser Ansatz ebenfalls von einer Computerfirma eingeführt, nämlich in Form des 1994 gegründeten Haus zur Geschichte der IBM-Datenverarbeitung in dem ehemalige IBM-Mitarbeiter bis 2012 funktionsfähige Lochkartenanlagen und IBM Großcomputer in Funktion zeigten. Aber auch das heutige ZCOM, das 1995 als Konrad-Zuse-Computermuseum eröffnet wurde, setzte in der Gründungsphase konzeptuell auf alte funktionsfähige Computer, so wie auch viele kleinere private oder von Vereinen betriebene Computermuseen.⁸

Ein konsequent auf funktionsfähige Geräte ausgerichtetes Computermuseum ist das Oldenburger Computermuseum, das sich vor allem auf die frühe Heimcomputerkultur der 1970er und 80er fokussiert und darüber hinaus auch eine Sammlung spielbarer Arcade-Automaten aus dieser Zeit präsentiert. Dieses Museum zeigt alle Exponate funktionsbereit und mit der Software seiner Zeit ausgestattet, es ermuntert das Publikum ausdrücklich zum Erproben, Erforschen und selbst Programmieren und bewirbt sich auch selbst mit dem Label „operatives Computermuseum“. Auf einem ausgestellten Apple II kann

7 Vgl. Bearman, David: Collecting Software. A New Challenge for Archives and Museums. in: Archival Informatics Technical Report 1/1987, 2, S. 1–80.

8 Vgl. zur Geschichte der in diesem Absatz genannten Computermuseen Hashagen, Ulf: Der Computer als Ausstellungsobjekt: Eine kurze Geschichte von Ausstellungen zur Geschichte des Computers, in: Vogt, Arnold/Niemitz Hans-Ulrich (Hg.): Technik – Faszination und Bildung. Impulse zur Museumspraxis, Didaktik und Museologie, München 2008, S. 112–130.



Abb. 5: Vintage Computing Festival Berlin 2018 im Deutschen Technikmuseum.

SDTB / U. Steinert



Abb. 6: Blick ins Retro Lab des Heinz Nixdorf MuseumsForums.

Heinz Nixdorf MuseumsForum / C. Berg

dort etwa VisiCalc (Apples Tabellenkalkulationssystem aus den 1980er Jahren) ausprobiert werden oder das in den 1980er Jahren berühmt-berüchtigte Computergame Castle Wolfenstein gespielt werden. Die lauffähigen Geräte bleiben jedoch nicht auf ihre ursprüngliche Nutzungszeit reduziert, sondern es werden beispielsweise auch neu für den Apple II programmierte Spiele angeboten, wie etwa Retro Fever von 2014. Darüber hinaus werden die Besucherinnen und Besucher befähigt, mit einfachen BASIC Programmierbefehlen selbst zu programmieren, etwa eine Grafik zu erstellen.⁹

Der große Vorteil dieser Art der Präsentation ist das Eintauchen in die alte Technik: Durch das Ausprobieren können spezifische Phänomene des historischen Gerätes begriffen werden, deren Entwicklungen und Beschränkungen verstanden und das Artefakt in Bezug zur heutigen Computertechnik gesetzt werden. Der Nachteil dieses Konzeptes ist der große personelle Aufwand, der erforderlich ist, um funktionsfähige historische Geräte der Allgemeinheit zugänglich machen zu können. Das beginnt bei der Notwendigkeit, zunächst Expertinnen und Experten ausfindig zu machen, die die Systeme warten und reparieren können. Bei ständiger Benutzung ist der Wartungsaufwand der Systeme entsprechend hoch und die Beschaffung von adäquaten Ersatzteilen erweist sich oft als langwierig. Über diesen rein tech-

⁹ Vgl. zur Präsentation des Apple II und anderer gezeigter Computer das Begleitbuch zur Ausstellung des Oldenburger Computer Museums: Höltgen, Stefan: RESUME. Hands-On Retrocomputing, Bochum / Freiburg 2016 (Computerarchäologie; 1).

nischen Aufwand hinaus ist aber auch eine umfangreiche personelle und didaktische Betreuung in der Ausstellung nötig. Um zu verstehen, wie historische Computer funktionieren, brauchen die Besucherinnen und Besucher zunächst eine vergleichsweise lange Aufmerksamkeitsspanne. Es ist ja ein Kernelement der Nutzung älterer Computersysteme, dass man sich vorab mit dem Gerät und seiner Peripherie eingehend beschäftigen musste und nicht einfach per „Plug and Play“ problemlos zum Ziel kam. Es wäre anachronistisch und undidaktisch, diesen Prozess stark abzukürzen, gleichzeitig führt es gerade bei jüngeren Interessenten zu Frust, weshalb eine möglichst umfangreiche persönliche Unterstützung beim Ausstellungsbesuch nötig ist. Eine solche Präsentation ist daher nur dann sinnvoll, wenn die Nutzung der lauffähigen Geräte erklärt und personell fachlich begleitet wird. Dieser Ansatz ist daher schwer nach oben kalibrierbar. Das Oldenburger Computermuseum ist regulär an einem Abend in der Woche drei Stunden geöffnet und die maximal etwa zwanzig Besuchenden können individuell in ihrem Erkunden der alten Computer unterstützt werden. In großen Museen wie etwa dem Deutschen Technikmuseum mit mehr als 600.000 Besuchenden pro Jahr kann so eine individuelle Betreuung nicht durchgängig angeboten werden.

Doch auch in den größeren Museen gibt es Möglichkeiten des betreuten Erkundens historischer Computer zu bestimmten Zeiten oder für bestimmte Personengruppen. Im Heinz Nixdorf MuseumsForum wurde dafür beispielsweise das sogenannte

Retro Lab eingerichtet. Hier werden lauffähige Retrocomputer im Rahmen von Veranstaltungen wie der Langen Nacht der Museen zugänglich gemacht oder auf Nachfrage von Medienvertretern für filmische Computerdokumentationen zur Verfügung gestellt.¹⁰

Über Retrofestivals wie etwa das Vintage Computing Festival Berlin im Deutschen Technikmuseum



Abb. 8: Vorführung des Chiffriergerätes ENIGMA.

SDTB / U. Steinert

können ebenfalls Angebote einer Nutzung von lauffähigen Geräten gemacht werden. Derartige Veranstaltungen dienen im Museumskontext nicht nur dem Austausch der Sammler und Aussteller alter Computer untereinander, wie manche Vereinstreffen. Sie sind vor allem auch dazu gemacht, eine breitgefächerte Öffentlichkeit für Computergeschichte zu interessieren und das Fachwissen verständlich an Laien weiterzugeben.

VORFÜHRUNGEN

Manche Museumsexponate sind jedoch so komplex, einzigartig oder empfindlich, dass sie den Besucherinnen und Besuchern nicht direkt zur Nutzung angeboten werden können. In der Sammlung des Deutschen Technikmuseums befindet sich beispielsweise eine funktionsfähige Enigma der Deutschen Wehrmacht. Auch wenn das Interesse an einer ständigen persönlichen Nutzung dieses berühmten Chiffriergerätes durch die Museumsbesucherinnen und -besucher groß wäre, kann diese Maschine aus restauratorischen Gründen nur einmal pro Monat von eingewiesenem Fachpersonal vorgeführt werden.

¹⁰ Aktuell sind hier 80 lauffähige Systeme aufgestellt: <https://www.hnf.de/retrolab-intro.html> [20.11.2020].



Abb. 7: Vorführung des Nachbaus der Z3 durch Horst Zuse. SDTB / U. Steinert

Computersysteme, die im historischen Nutzungskontext ausschließlich für Fachleute vorgesehen waren, sind im Museumsalltag kaum der Allgemeinheit zugänglich zu machen, da hier noch größeres Vorwissen vorausgesetzt wird als etwa bei den historischen Homecomputern. Im Computermuseum Stuttgart sind etwa Rechenanlagen aus den 1950er und 60er Jahren funktionsfähig ausgestellt und werden im Rahmen von Führungen vorgeführt.¹¹ Für eine individuelle Nutzung durch Laien wären diese Geräte zu komplex. Im Deutschen Technikmuseum führt Horst Zuse seit 2012 seinen Nachbau von Konrad Zuse Z3 vor. Eine direkte Besuchernutzung kann sich auch bei diesem Computer nur auf Einzelschritte wie etwa die Zahleingabe beschränken. Auch wenn eine unmittelbare Hands-On Nutzung bei vielen lauffähigen historischen Systemen nur eingeschränkt möglich ist, ist die Faszination ungebrochen, die von allen Museumsgeräten in Funktion ausgeht. Durch die praktische Vermittlung historischer Informatikkonzepte erreicht man erfahrungsgemäß eine breit gefächerte Zielgruppe – von Familien über Schulklassen bis hin zu Fachleuten. Der Aufwand für die Vorführung oder die direkte Besuchernutzung funktionsfähiger Geräte ist im Vergleich zu den „stillen“ Vitrinenobjekten sehr groß, aber der didaktische Wert und das Besuchererlebnis ist so nachhaltig, dass auch die größeren Computer- und Technikmuseen Elemente des operativen Museums verstärkt in ihre Darstellung einplanen sollten.

¹¹ Vgl.: <http://www.computermuseum-stuttgart.de> [20.11.2020].

Zur Autorin:

Eva Kudraß ist Kuratorin und Leiterin des Sammlungsbereichs Mathematik und Informatik der Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin.

Nach dem Studium der Kultur- und Geschichtswissenschaft war sie Mitarbeiterin im Ausstellungsbüro hürlimann + lepp, Berlin, am Institut für Geschichtswissenschaft der Universität Bremen sowie freie Kuratorin von wissenschafts- und technikhistorischen Ausstellungen.

ARS ELECTRONICA KUNST - TECHNOLOGIE - GESELLSCHAFT

ANDREAS BAUER
ARS ELECTRONICA CENTER LINZ



Am 18. September 1979 beginnt die erste Ars Electronica. 20 Künstler*innen und Wissenschaftler*innen aus aller Welt versammeln sich bei diesem neuen „Festival für Kunst, Technologie und Gesellschaft“ in Linz, um sich über die Digitale Revolution und ihre etwaigen Folgen auszutauschen. Aus diesem Grundstein entwickelte sich eine Institution, die zur weltweit größten und wichtigsten ihrer Art werden wird.

Im Mittelpunkt wir Menschen. Seitdem hat sich unsere Welt von Grund auf geändert und die Digitalisierung nahezu alle unsere Lebensbereiche erfasst. Die Philosophie von Ars Electronica ist in all den Jahren geblieben. Aktivitäten sind stets von der Fra-

ge geleitet, was neue Technologien für unser Leben bedeuten. Gemeinsam mit Künstler*innen, Wissenschaftler*innen, Entwickler*innen, Designer*innen, Unternehmer*innen und Aktivist*innen werden aktuelle Entwicklungen unserer digitalen Gesellschaft beleuchtet und über ihre Ausprägungen in der Zukunft spekuliert. Dabei wird nie gefragt, was Technologie alles kann oder können wird, sondern stets was sie für uns leisten soll. Wir versuchen nicht, uns an Technologie anzupassen, sondern wollen umgekehrt, dass sich die Entwicklung von Technologie an uns orientiert. Im Mittelpunkt des künstlerischen Forschens stehen daher immer wir Menschen selbst, unsere Bedürfnisse, unsere Wünsche,



Abb. 1: Ars Electronica Center Linz.

Ars Electronica / Robert Bauernhansl



Abb. 2: Infotrainer mit Gruppe im Ausstellungsbereich „Understanding AI“. Ars Electronica / Robert Bauernhansl



Abb. 3: Techtrainer mit Besucher*innen beim Programmieren eines Roboters im Machine Learning Studio. Ars Electronica / Robert Bauernhansl

unsere Gefühle.

Im Ars Electronica Center wird seit 1996 Jahr für Jahr mit zehntausenden Kindergartenkindern, Schüler*innen, Lehrlingen, Familien und Studierenden an Fragestellungen zur immer weitergehenden Digitalisierung unserer Lebenswelt diskutiert. Im Fokus steht dabei das Potential des nächsten Game Changers: Künstliche Intelligenz.

Als zentrale Vermittlungsdrehscheibe und Diskussionspartner fungiert dabei ein versiertes Team von Infotrainer*innen. Dies führt immer wieder zu einem Überraschungsmoment, gilt doch die Annahme, dass in einem Museum der Zukunft neueste Audio-guides, Apps oder Roboter zum Einsatz kommen, um durch die Ausstellung führen. Dass seit Eröffnung des Centers die Infotrainer*innen die Held*innen des Hauses sind, liegt der tiefen Überzeugung zugrunde, dass Technik nicht wieder durch Technik erklärt werden kann. Besucher*innen kommen mit ihren ganz eigenen Bildungshintergründen, Themen, Erfahrungen und Mindsets. Auf diese individuell zu reagieren, sie ein Stück weit zu begleiten hin zu technologiemandigeren Bürger*innen, ist nur durch die reale Diskussion mit Menschen möglich. Genau diese Aufgabe übernehmen die Infotrainer*innen. Nachdem sich Museen zuerst der Sammlungspräsentation, dann der Interaktion verschrieben haben, steht nun das „zuhörende Museum“ als nächste Evolutionsstufe an.

Mit der neuen Ausstellung „Compass – Navigating the Future“ und der damit einhergehenden Fokussierung auf Künstliche Intelligenz sowie entsprechenden Anwendungen wurde ein neues Berufsfeld entwickelt: Techtrainer*in. Diese Personengruppe setzt sich aus klassischen Infotrainer*innen und Museumstechniker*innen zusammen. Angesiedelt im Machine Learning Studio erkunden sie zusammen mit Besucher*innen anhand von Computer Vision- und Machine Learning-Anwendungen, wie Maschinen lernen und die Umgebung wahrnehmen. Besucher*innen und Techtrainer*innen bauen und trainieren hier gemeinsam selbstfahrende Modellautos, programmieren Roboter mit Gesichtserkennung und bekommen einen Einblick, wie sie diesen Geräten verschiedenste Tätigkeiten beibringen können.

Schritt für Schritt wird so nicht nur erfahrbar gemacht, wie diese Technologie funktioniert, sondern auch, dass jegliches Wissen der Maschinen von uns selbst bestimmt wird. Das Machine Learning Studio gibt nicht nur Einblick in das verborgene Innenleben unserer lernenden Geräte: Hier werden auch Prototypen und Objekte von den Techtrainer*innen gewartet oder repariert und Abläufe des Museumsbetriebs sichtbar gemacht, die üblicherweise hinter den Kulissen stattfinden.

Mit der Durchdringung aller Lebensbereiche durch Digitalisierung ist es unabdingbar auch Menschen zu erreichen, deren vorrangiges Interesse nicht Technologie ist, wird sie doch auch auf diese Personengruppe reale Auswirkungen haben. Das Ars Electronica Center ist in seinem Selbstverständnis eine Bildungseinrichtung. Kommend aus einem Festival für Kunst – Technologie – Gesellschaft werden neue Wege unter Einbindung von Kunst und Kreativität im edukativen Angebot beschrrieben. Unter dem Schlagwort STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) werden, im Gegensatz zum klassischen STEM (zu Deutsch MINT – Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik), Bildungsformate mit interdisziplinären Inhalten angeboten. Ausgangsbasis hierfür sind oft künstlerische Arbeiten, die sich mit technologischen Fragestellungen beschäftigten, dies aber nicht von einem technischen Blickwinkel aus tun. Technik steht zumeist nicht im Vordergrund, sondern die Auseinandersetzung mit ihrem Umgang wird thematisiert. Somit sind Zugänge über kreative Fächer wie Musik, Bildnerische Erziehung, Gestaltung und Design möglich.

Mit Machine Learning und Co läuten wir heute den Übergang von der Automatisierung zur Autonomisierung ein. Das Digitale wird damit erstmals selbstständig. An der Schwelle dieser neuen Ära müssen wir die Weichen dafür stellen, dass unsere digitale Gesellschaft auch weiterhin Grundwerten wie

Menschenwürde, Freiheit, Demokratie, Gleichheit, Rechtsstaatlichkeit und Menschenrechten verpflichtet bleibt. Gemeinsam mit Künstler*innen, Wissenschaftler*innen, Entwickler*innen, Designer*innen, Unternehmer*innen und Aktivist*innen aus aller Welt wollen wir zu einem solchen Digitalen Humanismus beitragen.

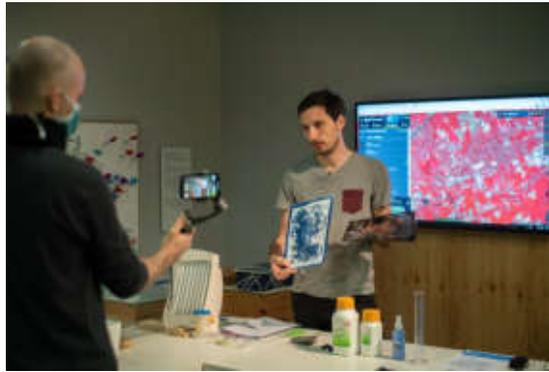


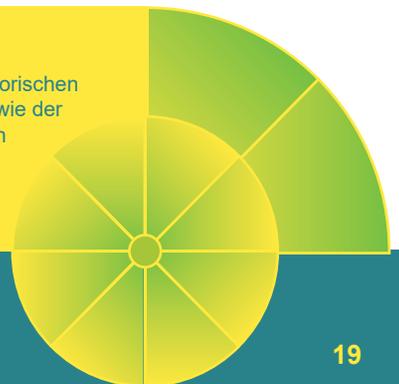
Abb. 4: Workshop Weltbilder – Von wissenschaftlicher Betrachtung und kreativer (Um)Deutung.
Ars Electronica / Robert Bauernhansl



Abb. 5: Ausstellung European Plattform for Digital Humanism, Postcity Linz 2019.
Jürgen Grünwald

Zum Autor:

Andreas Bauer leitet seit 2011 das Ars Electronica Center in Linz. Er ist insbesondere für den organisatorischen Betrieb, aber auch für die Zusammenarbeit mit Partnern und internationalen Forschungseinrichtungen wie der ESA (European Space Agency) verantwortlich. Im Jahr 2016 brachte er das European Space Education Resource Office (ESERO.at) nach Linz. Dieses Büro hilft, LehrerInnen und SchülerInnen für MINT Fächer durch die Faszination des Weltraums zu begeistern. Als Projektleiter war er für den Umbau von Deep Space 8k verantwortlich. Seit 2017 ist er Mitglied des Beirats für Luft- und Raumfahrt des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.





MIT ZUSE DURCH DAS DIGITALE ZEITALTER

PROF. DR. HORST ZUSE	KONRAD ZUSE: VON HOYERSWERDA ZUR Z3
PROF. DR. KARL HANTZSCHMANN	N. J. LEHMANN UND DIE DRESDNER D-RECHENAUTOMATEN
DR. MARTIN SCHMITT	AUFBRÜCHE IN DAS DIGITALE ZEITALTER. COMPUTERNUTZUNG IN DEUTSCHLAND, 1951 - 1967
RENÉ MEYER	DIE DDR-COMPUTERSZENE

KONRAD ZUSE: VON HOYERSWERDA ZUR Z3

PROF. DR.
HORST ZUSE

Am 12. Mai 2020 jährte sich zum 80sten Mal der Tag, an dem Konrad Zuse seine funktionsfähige Rechenmaschine Z3 im Jahr 1941 einer kleinen Gruppe von Besuchern in der Methfesselstraße 7, in Berlin-Kreuzberg vorstellte. Unbemerkt von der Öffentlichkeit hatte Konrad Zuse damit seinen Traum von der vollautomatischen Rechenmaschine erfüllt und das Zeitalter des Computers eröffnet.

Prof. F. L. Bauer (Universität München) hat dies einmal so zusammengefasst: „Zuse ist Schöpfer der ersten vollautomatischen, programmgesteuerten und frei programmierbaren, in binärer Gleitpunktrechnung arbeitenden Rechenanlage.“

Sie war 1941 betriebsfertig.

Konrad Zuse (1910-1995), geboren am 22.6.1910 in Berlin, aufgewachsen in Braunsberg (Ostpreußen), legte 1928 am Realgymnasium in Hoyerswerda sein Abitur ab. Die Familie Zuse wohnte von 1924-28 in diesem Postamt in Hoyerswerda. Das Gebäude steht noch heute, es ist jetzt ein Ärztehaus, aber das alte Postamt, Eingang links unten, existiert noch.

Während der Schulzeit in Hoyerswerda gibt es einige bemerkenswerte Aktivitäten von Konrad Zuse wie Malereien/Aquarelle, aber auch den Konstruktionen mit dem Stabilbaukasten.

Nach 1928 studierte er bis 1934 an der Technischen Hochschule Charlottenburg, kündigte 1935 seine aussichtsreiche Stelle bei den Henschel-Flugzeugwerken in Berlin und teilte seinen verblüfften Eltern mit, dass er das Wohnzimmer benötige, um eine vollautomatische Rechenmaschine zu bauen. Die Ursache für seinen spontanen Beschluss war die Vision, die stupide Arbeit des Rechnens, durch eine vollautomatische Maschine erledigen zu lassen. Wie auch andere Pioniere der Entwicklung von automatischen Rechenmaschinen war Konrad Zuse über die stupiden Rechnungen (hier im Bauingenieurwesen) schockiert. Humorvoll pflegte er oft zu sagen:



Abb. 1: Der Innenraum des Postamtes im erhaltenen historischen Zustand.

Horst Zuse



Abb. 2: Historisches Bild der Kirchstraße und des Postamtes.

Schloss & Stadtmuseum Hoyerswerda

„Ich war zu faul zum Rechnen.“

Konrad Zuse wollte binär arbeitende Rechner bauen. Sie sollten mit bistabilen Bauelementen arbeiten. Nicht nur die Zahlen wollte er binär darstellen, sondern die gesamte Maschine sollte auf diesem

Bauelemente für die Z1 (tausende mit der Laubsäge zurechtgeschnittene Bleche), entwarf Konrad Zuse das Gerät Z2 (1938-1939). Er verwendete das Prinzip des mechanischen Speichers der Z1, setzte für das Festkommarechenwerk jedoch Telefonrelais



Abb. 3: Perspektiven, 1926, Aquarell.



Abb. 4: Selbstbildnis, 1926, Aquarell.

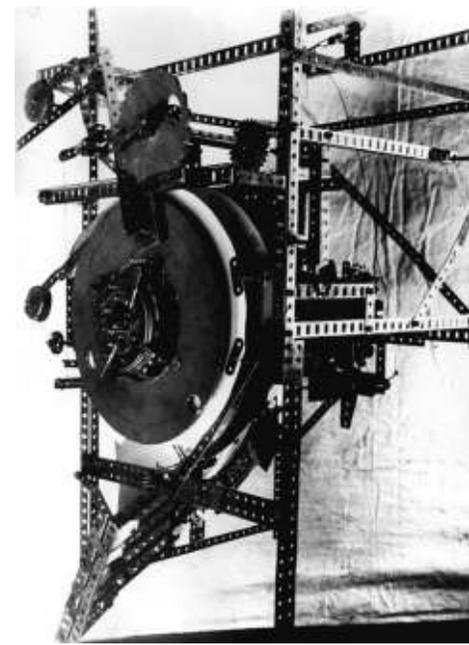


Abb. 5: Konstruktionen mit dem Stabil-Baukasten (ca. 1927).

Horst Zuse

Prinzip (Aussagenlogik) arbeiten. Er entwickelte dazu ein leistungsfähiges binär arbeitendes Gleitkommarechenwerk, welches es erlaubte, sehr große und sehr kleine Zahlen mit hinreichender Genauigkeit zu verarbeiten. Er konstruierte einen Speicher zur Speicherung beliebiger Daten, entwarf eine Steuereinheit zur Steuerung des Rechners per Lochstreifen (auf dem das Programm stehen sollte) und implementierte Ein- bzw. Ausgabeinheiten im Dezimalsystem.

Seine erste Maschine Z1, die nach diesem Prinzip arbeitete, konstruierte er von 1936-1938. Die Z1 war eine Maschine mit einem Speicher von 64 Worten mit je 22 Bits und den oben angegebenen Komponenten. Die Z1 ist die erste programmgesteuerte Rechenmaschine der Welt, basierend auf der binären Schaltungslogik und dem binären Gleitkommensystem. Die Finanzierung der Z1 erfolgte vollständig aus privaten Mitteln. Die Eltern, die Schwester, Studenten des A.V. Motiv und der Rechenmaschinenfabrikant Kurt Pannke unterstützten ihn.

Unzufrieden mit der Zuverlässigkeit der gewählten

(800 Relais) ein. Die Zuverlässigkeit der Relais-technik überzeugte Konrad Zuse und so bestand die Z3 vollständig aus Relais (ca. 600 im Rechenwerk und 1400 im Speicher). Die Maschine Z3, teilweise gefördert durch die DVL (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt), wurde 1941 fertiggestellt und gilt heute als der erste funktionsfähige, frei programmierbare, auf dem binären Zahlensystem (Gleitkommazahlen) und der binären Schaltungstechnik basierende Rechner der Welt.

Die Rechenanlage Z4, deren Bau 1942 begonnen wurde und die bis 1945 in Berlin nicht mehr fertiggestellt werden konnte, wurde als einzige Maschine vor der Zerstörung durch Bombenangriffe gerettet. Der Rechner Z4 war eine Erweiterung der Z3. Sie wurde 1949 in Neukirchen Kreis Hünfeld in Hessen restauriert und arbeitete ab 1950 für fünf Jahre erfolgreich an der ETH (Eidgenössische-Technische Hochschule) in Zürich. Sie war 1950 die einzige kommerziell eingesetzte programmgesteuerte Rechenanlage in Europa.

Mit seinem in den Jahren 1942-1945 (Endfassung

1945/46) in Hinterstein und Hopferau entwickelten Programmiersystem, dem Plankalkül, wollte Konrad Zuse schwierige Aufgaben der Ingenieure, wie z.B. aus dem Bauwesen, in Programme fassen. Sein Plankalkül enthielt die weit über das pure Zahlen-



Abb. 6: Konrad Zuse in Berlin 1936.

Horst Zuse

rechnen hinausgehenden Regeln des logischen Schließens der mathematischen Logik. Im Plankalkül finden wir u.a. folgende Sprachkonstrukte: Zuweisungszeichen, mächtige hierarchische Datenstrukturen, Datentypen wie Gleitkommazahlen, Festkommazahlen, komplexe Zahlen, Unterprogrammtechnik, bedingte Anfragen, sieben verschiedene Schleifenarten (u.a. die WHILE-Schleife), Listenverarbeitung, Relationen, Prädikatenkalkül, arithmetische Ausnahmebehandlungen und sechzig Seiten Schachprogramme (Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, dass der am 23. Oktober 2000 verstorbene Claude Shannon die ersten Schachprogramme schrieb). Für Konrad Zuse war klar, dass künftige Rechner Aufgabenstellungen aus der Kombinatorik (in Zuses Worten: alle rechenbaren Probleme) lösen sollten.

Neben den algebraischen Maschinen Z1-Z4, führte er 1943 das Konzept der logistischen Maschine ein,

die die Programmiersprache Plankalkül verstehen sollte. In einem Bericht von 1946 gibt Konrad Zuse ein Anwendungsbeispiel für seine Idee der logistischen Maschinen, die er das erste Mal 1943 diskutierte: „Es soll eine Brücke gebaut werden. Die Ausgangsangaben sind: Grundsätzliche Angaben über Konstruktion: z. B. Bogenbrücke mit drei Öffnungen; Bautechnik: z.B. Stahlbau geschweißt; Länge der Brücke, Durchfahrtsbreiten und -Höhen. Die Maschine liefert als Ergebnis: Vollständigen Entwurf des Systems mit seinen konstruktiven Einzelheiten. Statische Berechnung. Gewichts- und Massenermittlung. Kostenvoranschlag. Mechanische Anfertigung der Konstruktionszeichnungen, einschließlich aller Details.“

Hier sehen wir bei Konrad Zuse die Verbindung zwischen Hardware und Software.

Konrad Zuse wollte nie einen Lehrstuhl an einer Universität, er wollte seine Vision realisieren, vollautomatische Rechenmaschinen zu bauen und zu verkaufen. Dazu gründete er 1941 die Zuse-Apparatebau in Berlin, 1946 das Zuse-Ingenieurbüro in Hopferau im Allgäu und 1949 die Zuse KG in Neukirchen Kreis Hünfeld. Konsequenterweise setzte er seine Vision in die Tat um, Ingenieuren das stupide Rechnen durch vollautomatische Maschinen abzunehmen. Die Zuse KG war bis 1964 im Besitz von Konrad Zuse und seiner Frau und produzierte 250 Computer im Wert von mehr als 100 Millionen DM. Die Zuse KG war für gut 15 Jahre federführend im europäischen Computerbau, danach konnte sie der (ausländischen) Konkurrenz nicht mehr widerstehen.

In der Vergangenheit haben Wissenschaftler wie Ingenieure lange Debatten darüber geführt, welche Komponenten einen Computer ausmachen und wer als wahrer Erfinder anzuerkennen ist. Konrad Zuse war lange Zeit in Beweisnot für seine Z3, denn seine Z3 von 1941 wurde 1943 bei einem Bombenangriff in Berlin zerstört. Er hatte nur die Patentanmeldung Z391. Noch 1959 bat Konrad Zuse Personen zu berichten und aufzuschreiben, was sie 1941 in seiner Werkstatt in der Methfesselstraße in Berlin-Kreuzberg gesehen hatten. Howard Aiken (USA) hatte es da einfacher, denn er konnte seine Maschine MARK I ab 1944 vorführen. Konrad Zuse konnte den Beweis, die Z3 im Jahr 1941 funktionsfähig vorgestellt zu haben erst Anfang der 60er Jahre erbringen. Im

Rahmen der Weltmathematiker-Konferenz 1998 fand in Paderborn der Kongress International Conference on History of Computing vom 14.8.-16.8.1998 statt. Es trafen renommierte Experten aus aller Welt zusammen. Auf der abschließenden Podiumsdiskussion: Who invented the Computer?, sprachen die Fachleute mit überwältigender Mehrheit Konrad Zuse die größte Bewunderung für seine Leistungen auf dem Gebiet der Computerentwicklung aus. Im Jahr 1999 wurde ihm posthum der Fellow des Computer Museum History Center in Palo Alto für sein Werk verliehen. Es war die Anerkennung in den USA.

Oft angesprochen auf die Macht der Computer sagte Konrad Zuse: Wenn die Computer zu mächtig werden, dann zieht den Stecker aus der Steckdose.

ANDERE FRÜHE RECHNER

Es ist immer wieder heftig gestritten worden, wer der Erfinder des Computers ist oder ob es einen solchen überhaupt gibt, da viele Pioniere an der Entwicklung des Computers beteiligt waren. Um den Rechner Z3 und die Arbeiten von Konrad Zuse historisch einordnen zu können, werden hier die wichtigsten frühen Rechenmaschinen (Computer) vorgestellt.

Charles Babbage (1792-1871) entwarf zwei Rechenmaschinen, die Difference Machine (1823) und die Analytical Engine (1834). Die Maschinen wurden niemals fertiggestellt. Das lag nicht an Entwurfsfehlern, sondern an der mangelnden Präzision der Feinmechanik zu dieser Zeit. Beide Maschinen basierten auf der Dezimalarithmetik mit 50 Stellen pro Dezimalzahl. Babbage formulierte auch die ersten Ideen der Programmierung.

Im Jahr 1936 postulierte Alan Turing die rein theoretische Turing-Maschine mit einem faszinierend einfachen Aufbau als eine Papiermaschine. Turing ging es darum, die Berechenbarkeit von Funktionen zu beweisen. Die Turing-Maschine ist niemals gebaut worden, aber heutzutage ein anerkanntes theoretisches Konzept. Der Begriff Turing-Universeller Rechner ist weit verbreitet.

Im Jahr 1939 baute George Stibitz (1904-1994) einen Rechner bei den Bell-Labs in New York

(BELL I) mit Relais und einem Festkommarechenwerk zur Berechnung von komplexen Zahlen. Es war ein Spezialrechner, der nicht programmierbar oder sogar frei programmierbar war. Stibitz entwickelte dazu den Drei-Excess-(Stibitz)Code und baute als erstes einen Complex-Number-Computer speziell zum Multiplizieren und Dividieren von komplexen Zahlen. Es folgten die Modelle II bis V, die von 1943-1947 für die Landesverteidigung der USA entwickelt wurden. BELL V arbeitete in der Gleitkommadarstellung. Stibitz ist damit - wie Zuse schon 1936 - ebenfalls ein Pionier der Gleitkomma-rechnung im Binärsystem.

Der bis 1942 von Vincent Atanasoff gebaute Rechner ABC war ein nicht programmierbarer Spezialrechner in Röhrentechnik und basierte auf dem Binärprinzip (einfache Integerrechnung: Gaußsche Elimination: Lösung von linearen Gleichungssystemen). Der ABC kann als Prototyp des Parallelrechners angesehen werden.

Im Jahr 1944 vollendete Howard Aiken die MARK I, die noch ein dezimales Rechenwerk verwendete und die Trennung von Speicher, Steuereinheit und Rechenwerk nicht kannte. Die MARK I war frei programmierbar. Es war eine gigantische Maschine von 35 Tonnen Gewicht.

Die 1945/46 fertig gestellte ENIAC von Eckert und Mauchly in den USA mit ihren ca. 18000 Röhren war eine nicht frei programmierbare, aber konfigurierbare Maschine und arbeitete ebenfalls mit einem Dezimalrechenwerk. Die Steuerung der Maschine (Konfigurierung) wurde durch das Setzen von Hunderten von Drehschaltern und das Stecken von Kabelverbindungen erreicht.

Die in England von 1943-1945 gebauten zehn COLOSSUS-Rechner waren wiederum Spezialrechner mit Röhren im Binärprinzip, sie waren nicht frei programmierbar und wurden erfolgreich zur Entschlüsselung von Funksprüchen der deutschen Wehrmacht (Chiffriermaschine SZ42) eingesetzt. Angeblich wurden auf Befehl Churchills alle Maschinen und Unterlagen 1946 zerstört, aber es existiert im Bletchley Park nördlich von London ein Nachbau. Der Rechner EDSAC wurde am 6.Mai 1949 in Cam-

bridge (England) von Wilkes und Renwick fertiggestellt. Es war der erste Rechner, der das Programm und die Daten zusammen im Speicher ablegte und dort auch verändern konnte.

Es ist keine Frage, dass es vieler hervorragender Wissenschaftler, Ingenieure und Manager bedurfte, den heutigen Computer bzw. den PC zu konstruieren und zu der heutigen Verbreitung zu verhelfen. Das ist nicht das Werk einer einzelnen Person. Konrad Zuse ist nicht alleiniger Erfinder der Programmsteuerung, auch nicht des binären Zahlensystems, aber Konrad Zuse hat die dezimalen und besonders die binären Gleitkommazahlen konsequent in seine Maschine eingeführt. Auch der Speicher ist keine alleinige Erfindung von Konrad Zuse. Vieles geht auf Charles Babbage zurück. Auch haben andere Personen, wie z.B. Valtat oder Couffignal Ideen zum Binärsystem formuliert oder einige erste Relaischaltungen für Binärschaltungen beschrieben.

Aus meiner Sicht liegt Konrad Zuses geniale Leistung darin, als erster eine funktionierende Maschine Z3 mit einer Architektur verwirklicht zu haben, die die größte Ähnlichkeit von historischen Rechenmaschinen mit heutigen modernen Computern hat. Dies hat er in Unkenntnis und Isolation anderer Pioniere getan. Dazu zählt:

Die freie Programmierung der Maschine mit binär kodierten Lochstreifen. Dies beinhaltet die Befehle und die Adressierung des Speichers über das Wählwerk.

Ein binäres Gleitkommarechenwerk, welches sich von der logischen Struktur her in fast jedem modernen Prozessor wiederfindet. Die Gleitkommazahlendarstellung in Computern ist Konrad Zuses Erfindung.

Die abstrakte Schaltungstechnik, die alle Funktionen der Maschine auf die aussagenlogischen Grundoperationen AND, OR und NOT zurückführt.

Der einschrittige Übertrag für die binäre Addition von Binärzahlen. Er ist Konrad Zuses Erfindung.

Das Minimalprinzip des Entwurfs seiner Maschinen, d.h. die Z-Maschinen sind mit minimalen Aufwand konstruiert.

Seine über das reine Zahlenrechnen formulierten Ideen der Anwendung solcher Maschinen, wie das Abbilden von Daten, Buchstaben, usw. in Bitketten.

Die Schaffung des Programmiersystems Plankalkül mit der Endfassung im Jahr 1945/46. Es ist eine bemerkenswerte vollständige Programmiersprache mit arithmetischen Operationen, dem Zuweisungszeichen, der Listenverarbeitung, der umfassenden Datenstrukturen, der Anwendung der Prädikatenlogik, usw.

Aus meiner Sicht kann man sagen, dass Konrad Zuse enorme Beiträge zum modernen Computer geleistet hat, was z.B. auch bei F. L. Bauer anerkannt wird. In der Vergangenheit haben Wissenschaftler wie Ingenieure lange Debatten darüber geführt, welche Komponenten einen Computer ausmachen und wer als wahrer Erfinder anzusprechen ist. Im Rahmen der Weltmathematiker-Konferenz 1998 fand in Paderborn der Kongress: International Conference on History of Computing vom 14.8.-16.8.98 statt. Hier trafen renommierte Experten aus aller Welt zusammen. Auf der abschließenden Podiumsdiskussion: Who invented the Computer? sprachen die Fachleute mit überwältigender Mehrheit Konrad Zuse die größte Bewunderung für seine Leistungen auf dem Gebiet der Computerentwicklung aus.

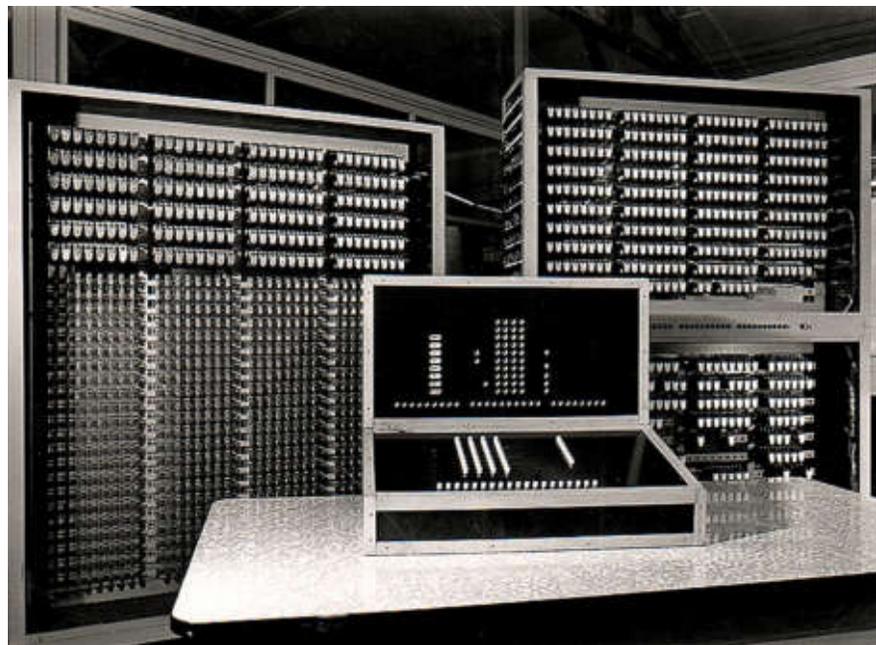


Abb. 7: Nachbau der Rechenanlage Z3 durch die Zuse KG, 1969.

Horst Zuse

Das Computer Museum History Center in Mountain View (Kalifornien) hat extra seine Satzung geändert, um Konrad Zuse im Jahr 1999 posthum den Fellow zuerkennen zu können. Die Begründung lautete: „In 1941, Konrad Zuse created the first fully-automated, program-controlled, and freely-programmable computer for binary floating-point calculations, and later, the basic programming system, „Plankalkül“.



Abb. 8: Nachbau der Z1 im Deutschen Technikmuseum Berlin, Bauzeit 1987-1989. Der Nachbau umfasst ca. 30000 Einzelteile, wie Bleche, Stifte, Federn, Schrauben.

Horst Zuse

His contributions were so striking, and made under such adversity, that the History Center has made an exception to its usual practice and named him a Fellow posthumously.“



Abb. 9: Konrad Zuse, 1950.

Horst Zuse

Übersetzung des Autors: „1941 schuf Konrad Zuse den ersten vollautomatischen programmgesteuerten Computer für Rechnungen mit binären Gleitkommazahlen, und später das grundlegende Programmiersystem Plankalkül. Seine Beiträge sind so beeindruckend / außergewöhnlich und wurden unter solchen Widrigkeiten vollbracht, dass das History Center eine Ausnahme von der gängigen Praxis gemacht hat, und ihn posthum zum „Fellow“ ernannt.“

Der Fellow für Konrad Zuse wurde am 30. September 1999 von seinem Sohn Horst Zuse in Palo Alto / Kalifornien in Empfang genommen.

Zum Autor:

Prof. Dr. Horst Zuse wurde 1945 geboren und studierte von 1967 bis 1973 Elektrotechnik an der Technischen Universität Berlin. Im Jahr 1985 promovierte er auf dem Gebiet der Softwarekomplexitätsmaße. Seit 2006 ist er Professor an der Universität Cottbus. Im Jahr 2010 baute er die Maschine Z3 von Konrad Zuse von 1941 nochmals in Originalgröße nach, die heute im Deutschen Technikmuseum in Berlin steht und weitestgehend funktionsfähig ist.

N. J. LEHMANN UND DIE DRESDNER D-RECHENAUTOMATEN

PROF. DR.
KARL HANTZSCHMANN

Im Folgenden soll über einen Mann berichtet werden, über den viele im Dresdner Raum sehr stolz sind: N. J. Lehmann zählt zweifellos zu den hoch angesehenen Wissenschaftlern, die in der Vergangenheit an der heutigen Technischen Universität Dresden gelehrt und geforscht haben.

National und international wird N. J. Lehmann als „Computerpionier aus Sachsen“ gewürdigt. So fand sein Name auch Aufnahme in das schöne Buch von Jähnicke/Genser „Die Vergangenheit der Zukunft: Deutsche Computerpioniere“, in welchem den Pio-



Abb. 1: N. J. Lehmann (1921 -1998).
Karl Hantzschmann / Bildstelle TH Dresden

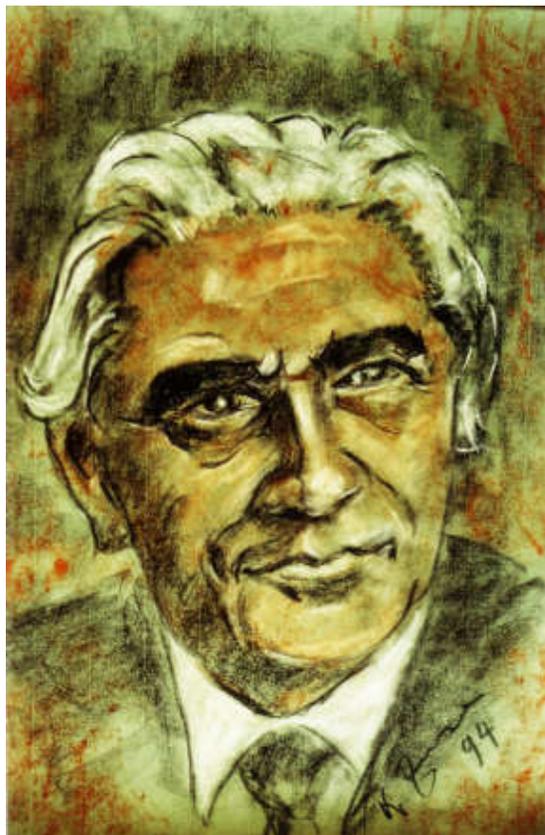


Abb. 2: N. J. Lehmann portraitiert durch Konrad Zuse.

nieren der Rechentechnik eine verdiente Würdigung zuteil wird: durch Schilderung ihrer Biografien, Leistungen und ergänzt durch von Konrad Zuse gemalte Portraits. Dabei handelt es sich um jene im deutschsprachigen Raum angesiedelten Wissenschaftler an Universitäten, die in den ersten Nachkriegsjahren mit den damals verfügbaren technischen und logistischen Mitteln erste frei programmierbare elektronische Rechenautomaten entworfen, konstruiert und gebaut haben. Als Vertreter aus dem Osten finden wir die Namen Kämmerer und Lehmann.

Das hat N. J. Lehmann in Fachkreisen den oft zu hörenden ehrenvollen Beinamen „Zuse des Ostens“ eingebracht.

Die damals entwickelten und gebauten Automaten blieben weitestgehend Einzelexemplare, waren wichtige Hilfsmittel für viele rechentechnische Projekte in den Natur- und Ingenieurwissenschaften und schufen den notwendigen Entwicklungsvorlauf für die später einsetzende Entwicklung einer industriellen Fertigung von Computern.

Auch wenn meine Ausführungen vorrangig auf das Wirken von N. J. Lehmann als Konstrukteur und Erbauer der D-Rechenautomaten an der TU Dresden in den 1950er und 1960er Jahren ausgerichtet sind, muss das wissenschaftliche Lebenswerk von N. J. Lehmann wesentlich weiter gefasst werden. So soll auch ein kurzer Ausblick auf seine international hoch anerkannten Arbeiten im Bereich der Numerischen Mathematik und zur von ihm initiierten Computer-Analytik gegeben werden.

AUS DER BIOGRAPHIE N. J. LEHMANNS

Geboren 1921 in Camina bei Radibor (Oberlausitz) besuchte N. J. Lehmann dort die Radiborer sorbische Volksschule und später die Katholische Oberschule in Bautzen und danach die Landesständische Oberschule zu Bautzen, wo er 1939 das Abitur ablegte.

Die Tatsache, dass er nicht „kv“ (kriegsverwendungsfähig) eingestuft worden war und deshalb nur im Heimat-Kriegsgebiet eingesetzt werden konnte, erlaubte es ihm, während der Kriegsjahre mit Unterbrechungen an der Technischen Hochschule in Dresden ein Studium der Technischen Physik zu absolvieren, mit starker Orientierung zur Mathematik. Seine Diplomarbeit zum „Magnetoptischen Kerreffekt“ wurde beim Bombenangriff auf Dresden vernichtet. Er verzichtete auf die angebotene Anerkennung und schrieb eine zweite Diplomarbeit zu mathematischen Verfahren der Eigenwert-Berechnung.

1946 erfolgte schließlich der Abschluss des Studiums als Dipl.-Ing. Mit dem ihm eigenen Elan stürzte er sich danach in die für jeden Wissenschaftler notwendigen Qualifizierungsarbeiten, die er in unglaublich kurzer Zeit erarbeitete.

Es folgte 1948 die Promotion zum Dr.-Ing. mit einer Dissertation zum Thema: „Beiträge zur numerischen Lösung linearer Eigenwertprobleme“. Anschließend 1951 die Habilitation zum Thema: „Der Zusammenhang allgemeiner Randwertaufgaben mit der Integralgleichungstheorie“. 1953 wird er zum Professor für „Angewandte Mathematik“ an die Technische Hochschule Dresden berufen. Von nun an begann sein Weg als erfolgreicher Hochschullehrer:

1956–1968: Direktor des „Instituts für Maschinelle Rechentechnik“ an der Technischen Hochschule/ Technischen Universität Dresden.

1968: Leiter des Wissenschaftsbereiches „Mathematische Kybernetik und Rechentechnik“ an der TU Dresden.

1986: Emeritierung.

1998: Tod in Folge eines Herzinfarktes.

Sein umfangreicher wissenschaftlicher Nachlass befindet sich seit 1999 im Deutschen Museum in München.

DIE DRESDNER D-RECHENAUTOMATEN D1 UND D2

Es ist das große Verdienst von N. J. Lehmann, die Bedeutung der sich in den Nachkriegsjahren auf elektronischer Basis entwickelnden maschinellen Rechentechnik erkannt zu haben. Beeindruckt hatte ihn eine Publikation über den ersten elektronischen Automaten in Amerika, den ENIAC. Ein maschinelles Hilfsmittel, das pro Sekunde 1.000 arithmetische Operationen ausführen konnte, war



Abb. 3: Der Autor am Gedenkstein in Camina/Sa.
Karl Hantzschmann

eine kleine Sensation. Der technische Aufwand und die umständliche Handhabung konnten aber nur abschrecken. Lehmanns Ideen gingen deswegen davon aus, dass sich der Aufwand ganz entscheidend reduzieren ließe, wenn man eine rotierende Trommel mit magnetischer Oberfläche sowohl als Impuls- und Zahlenspeicher als auch als steuernde und speichernde Basis einsetzt.

So konstruierte er in den 1950er Jahren mit den damals verfügbaren Mitteln (im Wesentlichen Röhren aus alten Wehrmachtsbeständen) die ersten elektronischen Rechenautomaten im Bereich der damaligen DDR. Die ersten beiden Geräte D1 und D2 sind überzeugende Beispiele, wie mit einer gut durchdachten logischen Struktur und einem leistungsfähigen Befehlscode bei minimalem technischen Aufwand ein Optimum an Leistungsfähigkeit erreichbar ist. Sicher hat dabei auch die in dieser Zeit beginnende Bekanntschaft mit dem Erfinder des ersten programmgesteuerten Rechners der Welt, Konrad Zuse, für die Dresdner Arbeiten eine nicht zu unterschätzende Wirkung gehabt. Neben dem Problem,



Abb. 4: Konrad Zuse und N. J. Lehmann im Disput.
Karl Hantzschmann

den technischen Aufwand so gering wie möglich zu halten, waren die Überlegungen von N. J. Lehmann vor allem darauf gerichtet, mit einer ausgefeilten Logik eine Befehlsstruktur zu entwickeln, die einprägsam war und das Erstellen zeitoptimaler Programme ermöglichte.

Am Beispiel des D1, der wegen seiner ausgefeilten Logik-Architektur auch internationale Aufmerksamkeit erfuhr und sowohl die Erfordernisse rechenintensiver mathematischer wie auch die Bearbeitung vornehmlich logischer und ordnender Aufgabenstellungen berücksichtigte, soll das Beschriebene näher

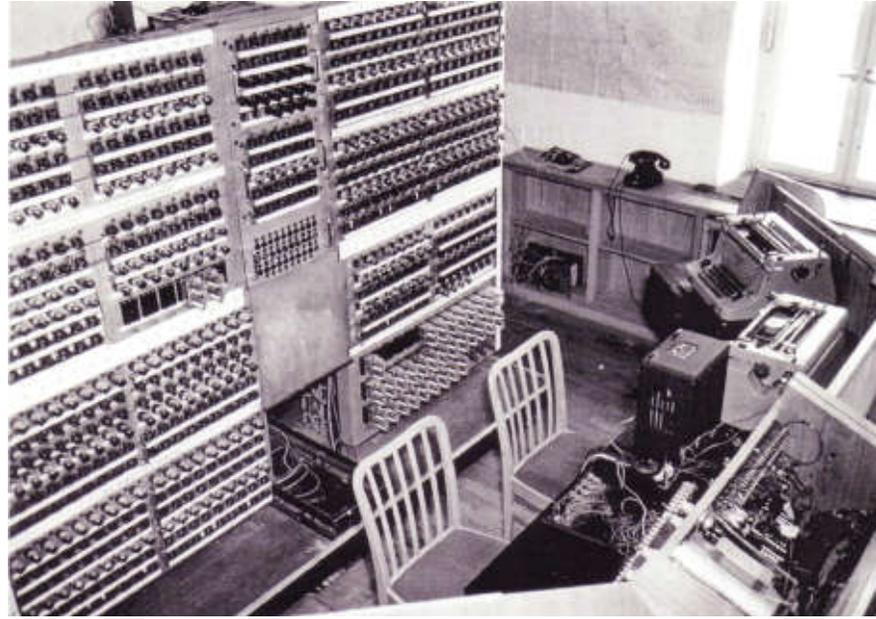


Abb. 5: Rechenautomat D1.
Karl Hantzschmann / Bildstelle TH Dresden

erläutert werden.

Der D1 war ein mit 72-stelligen dualen Festkommazahlen in serieller Arbeitsweise operierender 1-Adress-Computer und kam in seinem technischen Aufbau mit 760 Elektronenröhren aus. Neben dem eigentlichen Rechenwerk existierte für die vier arithmetischen Grundoperationen ein besonderes Steuerrechenwerk zur Steuerung des gesamten Befehlsablaufs und zur Entlastung des Rechenwerks, so dass neben der Befehlsaufbereitung und Befehlsentschlüsselung auch Zähloperationen, Wiederholungsbefehle oder logische Verknüpfungen parallel zur Arbeit des Arithmetikrechners realisiert werden konnten. Die Existenz eines Kellerspeichers, der Tiefe für zwei Zahlen im Arithmetik-Prozessor vorsah, ermöglichte die Berechnung relativ allgemeiner arithmetischer Ausdrücke, ohne Abspeichern von Zwischenresultaten. Drei Indexregister gestatteten bequeme Adressmodifikationen für die Arbeit mit Datenvektoren.

Die Befehlsstruktur war einprägsam und erlaubte eine formelgerechte Programmierung. Jeweils drei mnemotechnisch dargestellte Befehle waren in einem Maschinenwort untergebracht. Die Leistungsstärke des Befehlscodes wird auch dadurch demonstriert, dass die Programmierung eines Skalarproduktes mit nur drei Befehlen, also mit einem einzigen Befehlsaufruf möglich ist: $\rightarrow a1<, R-x>b1<, GN>c<$. Der dritte Befehl ist ein Wiederholungsbefehl, der das Wiederholen der Befehlsgruppe mit um c modifizierter Adresse veranlasst, bis die mit einem Kennzeichen markierte letzte Komponente b_n des Vektors b erreicht ist.

Ausgehend von den Erfahrungen bei der Fertigstellung und Inbetriebnahme des D1 schloss sich in den

Jahren 1956 – 1959 der Rechenautomat D2 an. Das bewährte logische Konzept wurde beibehalten und ausgebaut. Insbesondere durch technische Maßnahmen konnte eine Rechengeschwindigkeit von 1.000 arithmetischen Gleitkommaoperationen pro Sekunde erreicht werden, wobei aber der Aufwand gegenüber dem D1 mit 1.400 Röhren kaum verdoppelt wurde. Der zentrale Trommelspeicher für etwa 4.300 Worte zu 56 Bit mit 18.000 Umdrehungen pro Minute war damals eine Spitzenleistung der Mechanik. Ein Teil war davon zudem als Schnellspeicher organisiert, der autonom im Zeitschatten anderer Prozessoren Inhalte mit dem Hauptspeicher austauschen konnte. Konstruktiv wurde bereits ein industrienaher Aufbau aus steckbaren Baugruppen erreicht, der für eine Serienfertigung geeignet war. Bemerkenswert war die Wahl einer achtstelligen Dualzahl als Basis für die Gleitkomma-Darstellung. Obwohl bereits vor der Fertigstellung des D2 erkennbar war, dass die Halbleitertechnik die Zukunft des Computers bestimmen würde, war der D2 für Jahre der schnellste Rechenautomat der DDR.

MIT DEM D4A AUF DEM WEG ZUM PERSONALCOMPUTER

Bereits Anfang der 1960er Jahre, also zu einem Zeitpunkt als noch niemand von den faszinierenden Dimensionen und Möglichkeiten der heutigen hochleistungsfähigen Arbeitsplatz-Rechentechnik zu träumen wagte, verfolgte N. J. Lehmann mit der ihm eigenen Hartnäckigkeit sein Projekt, den Computer in „Zigarrenkistengröße“ zu entwickeln. Damals wurde dies von vielen ob der realen technischen Möglichkeiten und im Wirtschaftsgebiet der ehemaligen DDR im Besonderen belächelt. Mit der Konstruktion des Kleinrechenautomaten D4a verfolgte er das Ziel, dezentral einsetzbare Kleinrechentechnik bereitzustellen, die sich bequem zum Gebrauch auf dem Schreibtisch eignet, auf Grund ihres einfachen Aufbaues billig produzierbar ist, aber durch eine ausgefeilte logische Struktur relativ leistungsfähig und nutzerfreundlich handhabbar ist.

Als leistungsfähiger und billiger Speicher fand eine mit 18.000 Umdrehungen pro Minute rotierende Magnettrommel Anwendung. Für die arithmetischen und alle Steueroperationen stand jeweils nur ein Register (Akkumulator und Zählregister) zur Verfü-

gung. Das Einführen neuartiger Befehlstypen, die die besonderen Eigenschaften des Trommelspeichers ausnutzten, gestattete, dass Grundbefehle wie Addition und Subtraktion dualer Festkommazahlen, logische Verknüpfungen, Transportoperationen (eventuell mit Links- oder Rechtsverschiebung des Akkumulatorinhaltes gekoppelt) mit den Inhalten sämtlicher Speicherfächer einer Trommelspur bzw. mit einem programmierbaren Teil dieser Speicherfächer ausgeführt werden. Derartige Gruppenbefehle erhöhten die Effektivität des Befehlssystems und die Rechengeschwindigkeit sehr wesentlich. Nicht verdrahtete arithmetische Operationen ließen sich damit durch wenige Befehle programmtechnisch realisieren. Die geschickte Anordnung der Speicherzellen auf der Trommelspur in einem Fünfer-Schritt sicherte eine nahezu optimale Befehlsfolgefrequenz. Der leistungsfähige Befehlsschlüssel des D4a ermöglichte es, elementare Funktionen fast ebenso schnell wie bei Maschinen mit vollständig verdrahteten vier Grundrechenoperationen auszuführen.

Der D4a hatte mit 60 cm x 45 cm x 42 cm die Abmessungen eines mittleren Fernsehgerätes. Neben dem lärmgekapselten Magnettrommelspeicher war darin die gesamte Elektronik mit nur 200 Transistoren und 1.600 Halbleiterdioden samt der Stromversorgung sowie einer Ein- und Ausgabemechanik und Tastatur untergebracht. Es ist sicher nicht übertrieben, hier von einem echten Vorläufer des späteren

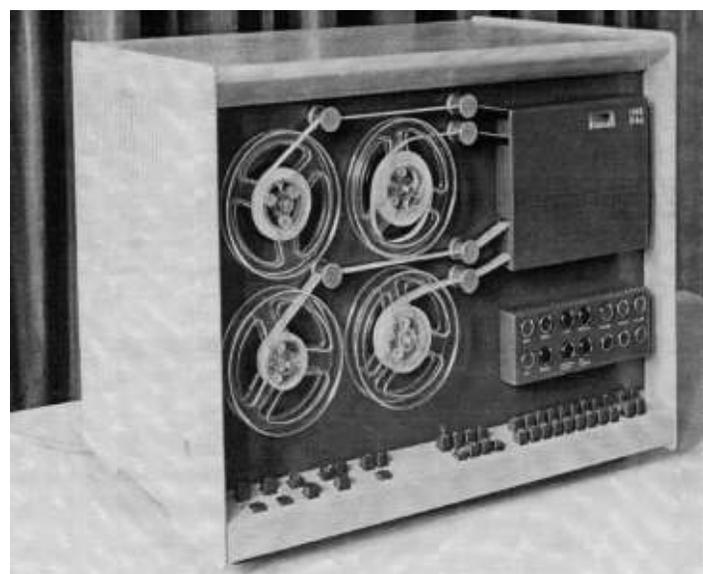


Abb. 6: Kleinrechenautomat D4a.
Karl Hantzschmann / Bildstelle TH Dresden

Personalcomputers (PC) zu sprechen, der bereits alle wesentlichen Kriterien dafür erfüllte.

Wer Leser der DNN („Dresdner Neueste Nachrichten“) ist, konnte dort vor einigen Jahren eine Serie zu hervorragenden Wissenschaftlern in der Geschichte der TU Dresden lesen. Der vierte Beitrag dieser Serie zu N. J. Lehmann begann mit der Überschrift: „Lehmann entwickelte mit dem D4a die Urform des PC“. Etwas lokalpatriotisch wurde festgestellt „Ohne den Dresdner wäre die Geschichte des Personalcomputers kaum denkbar.“

Obwohl der D4a dann später in einer an die Tradition der Bürotechnik angepassten Version als Cellatron C8201 in über 3.000 Exemplaren gebaut und zumeist exportiert wurde, musste N. J. Lehmann leider zu der Feststellung kommen: „Man kommt mit dem notwendigen historischen Abstand doch nicht umhin, zu bedauern, dass von der Computer herstellenden Industrie diese neuen Möglichkeiten nicht in erforderlichem Umfang erkannt wurden und von diesem Erkenntnis- und Entwicklungsvorlauf in völlig ungenügendem Maße Gebrauch gemacht wurde.“

„MASCHINELLE RECHENTECHNIK“ AN DER TU DRESDEN ALS VOR- LÄUFER DER INFORMATIK

Die damals an der TU entwickelten und gebauten Rechenautomaten bildeten eine rechentechnische Basis, die erste Arbeiten zur effizienten Nutzung dieser neuen Technik in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen nach sich zog. So entstanden eine Reihe von Anwendungsprogrammen für ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Aufgabenstellungen, zwar noch nicht mit dem Anspruch und der Komplexität, wie sie mit den heutigen Möglichkeiten der Computertechnik bewältigt werden, aber immerhin bereits mit einem hohen Nutzen für die Anwender. Zudem auch mit beträchtlichem Erkenntnisgewinn für weitere Arbeiten auf dem Gebiet der Programmierungstechnik.

Bereits 1956 wurde im Rahmen der Mathematik an der damaligen TH Dresden ein „Institut für Maschinelle Rechentechnik“ (IMR) gegründet. Es war die erste Einrichtung dieser Art in ganz Deutschland. Unter Leitung von N. J. Lehmann war damit eine institutionelle Basis für Lehre und Forschung

für dieses zukunftssträchtige Fachgebiet geschaffen worden. Neben der Entwicklung von Rechengeräten waren die begleitenden grundlagenorientierten Forschungsaktivitäten in diesem Institut auf alle Aspekte der maschinellen Rechentechnik ausgerichtet. Das Spektrum reichte dabei von Algorithmen der Numerischen Mathematik für den Computereinsatz, über Arbeiten zur effizienten Programmierungstechnik im Kleinen, zu problemorientierten Programmierungssprachen und Compiler-Technik oder der Nutzung von Computern als analytischen Maschinen im Rahmen einer Computeralgebra und Computeranalytik. Eine Aufgabe höchster Priorität ergab sich aber aus der Erkenntnis, dass sich die gerade begonnene Entwicklung nur erfolgreich fortsetzen lässt, wenn die für die intensive Nutzung von Computern benötigten Fachleute rechtzeitig herangebildet werden. Im Rahmen der Mathematik wurde deshalb bereits Mitte der 50er Jahre eine Studienrichtung „Maschinelle Rechentechnik“ aufgebaut, die sicher als Vorläufer einer späteren Informatikausbildung angesehen werden kann und damals bildungspolitisches Neuland darstellte.

Wenn auch das damalige Curriculum noch nicht mit dem heutigen in gängigen Informatik-Studiengängen verglichen werden kann, konnte sich das Angebot durchaus sehen lassen:

- » Mathematische Maschinen I und II
- » Programmierungstechnik
- » Analogrechentechnik
- » Schaltalgebra
- » Programmiersprache ALGOL 60
- » Seminare zu den theoretischen Grundlagen der Rechentechnik
- » Praktika
- » Algorithmen der Numerischen Mathematik
- » Elektrotechnik als technisches Nebenfach.

Das Faszinierende an dieser Ausbildung war dabei die Möglichkeit, selbständig an und mit den im Institut entwickelten Computern arbeiten zu können. Noch heute erinnere ich mich gern an diese Anfangsjahre der Nutzung des D1 für die mathematischen Praktika.

N. J. LEHMANN ALS MATHEMATIKER

Obwohl N. J. Lehmann mit seinen Pionierleistungen beim Bau von Rechenautomaten und den begleitenden und nachfolgenden Forschungsleistungen zur Programmierung und Anwendung dieser neuen Hilfsmittel ohne Zweifel zum Wegbereiter der sich in den späteren Jahren entwickelnden neuen Wissenschaft Informatik geworden ist, hat er nie ein Hehl daraus gemacht, Mathematiker zu sein – ein Standpunkt, den er mit vielen der Computerpioniere aus Mathematik und Elektrotechnik teilt. N. J. Lehmanns „Institut für Maschinelle Rechentechnik“ und der sich mit der Hochschulreform 1968 daraus rekrutierte „Wissenschaftsbereich Mathematische Kybernetik und Rechentechnik“ waren immer in der Mathematik angesiedelt, obwohl es ab 1968 auch eine Sektion Informationsverarbeitung (später Informatik) an der TU Dresden gab. Vermutlich spielten da auch politische Randbedingungen eine nicht zu unterschätzende Rolle.

N. J. Lehmann sah sich immer als Vertreter der Angewandten Mathematik. Die kaum übersehbare Anzahl wissenschaftlicher Publikationen weist ihn als einen in seiner Vielseitigkeit heute nur noch selten anzutreffenden Wissenschaftler mit Ideenreichtum aus. Vor allem seine in der internationalen Fachwelt hoch angesehenen Beiträge zu wichtigen Themen der Numerischen Mathematik und der Computeranalytik seien hier genannt. Im Rahmen dieses Beitrages besteht natürlich nicht die Möglichkeit, diese Arbeiten auch nur überblicksmäßig hinreichend vorzustellen. Um aber das wissenschaftliche Werk N. J. Lehmanns einigermaßen abzurunden, sollen wenigstens einige kurze Andeutungen gemacht werden.

SCHWERPUNKTE DER ARBEITEN ZUR NUMERISCHEN MATHEMATIK

Komplizierte Sachverhalte aus Technik und Natur werden dominierend durch mathematische Gleichungen modelliert, die nur für bestimmte Werte der in ihnen enthaltenen Parameter (Eigenwerte) Lösungen haben. Sowohl diese Eigenwerte als auch die existierenden Lösungen lassen sich aber im Allgemeinen nicht exakt ermitteln. Der Ausweg besteht

nur darin, dass man sich mit Näherungswerten und Näherungslösungen begnügt. N. J. Lehmanns Arbeiten befassen sich mit der Bestimmung von oberen und unteren Schranken für solche Eigenwerte, um die gesuchten Eigenwerte mit der erforderlichen Genauigkeit einzugrenzen. Als Grundlage für die von Lehmann entwickelten Algorithmen zur Berechnung von Näherungslösungen bei Rand- und Eigenwertproblemen entwickelte er einen interessanten Zusammenhang zwischen den üblicherweise in Form von Differentialgleichungen vorliegenden Aufgaben und der Integralgleichungstheorie, wodurch ihm ein gut erforschter mathematischer Apparat für seine Untersuchungen zur Verfügung stand. Besonders wichtig war ihm immer die Frage: Wie genau sind denn die ermittelten Näherungslösungen? Er entwickelte eine ganze Reihe von Möglichkeiten zur Berechnung von Fehlerschranken für Näherungslösungen.

COMPUTER-ANALYTIK ALS WERKZEUG FÜR DEN ANALYTISCH ARBEITENDEN WISSENSCHAFTLER

Ohne die Methoden und Werkzeuge der Mathematik sind die Natur- und Ingenieurwissenschaften bei ihren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nur eingeschränkt leistungsfähig. So war es für N. J. Lehmann als Vertreter der Angewandten Mathematik ein wichtiges Anliegen, leistungsfähige Hilfsmittel für die Nutzung des Computers durch nicht numerisch, sondern überwiegend formelmäßig arbeitende Wissenschaftler zu entwickeln. N. J. Lehmann war davon überzeugt, dass der Computer mit seiner universellen Fähigkeit zur Verarbeitung beliebiger Symbole das ideale Hilfsmittel ist, rechnergestützt Mathematik zu betreiben. Aus diesen Überlegungen entstand Anfang der 1980er Jahre die Idee der „analytischen Maschine“ und damit das Konzept einer „Computer-Analytik“, eines an der Nahtstelle zwischen Mathematik und Informatik angesiedelten Arbeitsgebietes, als dessen Begründer N. J. Lehmann international anerkannt ist. Voraussetzung für die Nutzung des Computers als „analytische Maschine“ ist das Vorhandensein eines leistungsfähigen Formelmanipulationssystems (heute: Computeralgebrasystem), das heute in genügender Anzahl und mit einem weit gefächerten Leistungsspektrum zur

Verfügung steht.

Die Ziele einer derartigen Computer-Analytik lassen sich wie folgt abstecken:

- » Bestimmung formelmäßiger Näherungslösungen, die die Problemeigenschaften möglichst gut widerspiegeln und eventuelle Parameterinflüsse zum Ausdruck bringen
- » Formelausdrücke möglichst einfach und übersichtlich gestalten bei Gewährleistung realer Genauigkeitsansprüche
- » Beurteilung der Genauigkeit durch Fehlerabschätzungen, die ohne manuelle Aufbereitung vollständig vom Computer geliefert werden

Wichtig ist, dass sich diese analytisch orientierte Arbeitsweise in Form symbolischen Rechnens sinnvoll mit der bewährten numerischen Arbeitsweise des Computers verbinden lässt.

Leider war es N. J. Lehmann nicht vergönnt, das von ihm nach seiner Emeritierung begonnene Softwareprojekt „Experimentalsystem Computer-Analytik“ zu vollenden. Mit diesem System wollte er den Versuch unternehmen, das von ihm erarbeitete Konzept einer Computer-Analytik und die meisten der bisher entwickelten Algorithmen in einer nutzerfreundlichen Form, auf PC-Technik verfügbar zu machen.

ERGÄNZENDES

In den Jahren nach seiner Emeritierung wandte sich N. J. Lehmann verstärkt seinem früheren, als Hobby betriebenen, Anliegen historischer mechanischer Rechengерäte zu. Bereits zu seiner aktiven Zeit entstand so an der TU Dresden eine hochinteressante Sammlung historischer Rechenmaschinen, die auf ganz eigenständige Weise ein Stück sächsischer Wissenschafts- und Technikgeschichte verkörpern (Glashütte). Besonders intensiv setzte sich N. J. Lehmann mit der von Leibniz konstruierten 4-Spezies-Rechenmaschine auseinander.



Abb. 7: Leibniz-Rechenmaschine.
Konrad Zuse Forum Hoyerswerda e. V.

Seine Untersuchungen der originalen Leibniz-Maschine (etwa 1700 – 1716) führten zur Feststellung eines prinzipiellen Denkfehlers bei Restaurierungsarbeiten um 1894, die eine vollständige Funktionsfähigkeit des Übertragungsmechanismus verhinderten. Basis war die Aufklärung von Verständnislücken zur Ideenskizze von Leibniz zum Sprossenrad als Bauelement mechanischer Rechenmaschinen. Ein Dresdner Nachbau des Gerätes in Originalabmessungen, das den Intentionen von Leibniz voll entsprach, führt nun alle Rechenoperationen einwandfrei aus.

Zum Autor:

Prof. Dr. Karl Hantzschmann war Schüler Lehmanns und betreut dessen wissenschaftlichen Nachlass. Er war bis zu seiner Berufung an die Universität Rostock über zwei Jahrzehnte enger und vertrauter Mitarbeiter im von Lehmann geleiteten "Institut für Maschinelle Rechentechnik" an der TU Dresden. Nach der Wende oblag ihm die Verantwortung für den strukturellen, inhaltlichen und personellen Neuaufbau der Rostocker Informatik. Seine Erfahrungen im Wissenschaftsbetrieb der DDR und sein Engagement in verschiedenen Leitungsfunktionen wurden in zahlreichen wissenschaftlichen Gremien geschätzt. Über 2 Wahlperioden war er Vizepräsident der Gesellschaft für Informatik.



AUFBRÜCHE IN DAS DIGITALE ZEITALTER COMPUTERNUTZUNG IN DEUTSCHLAND, 1951 - 1967

DR. MARTIN SCHMITT
TU DARMSTADT / ZZP POTSDAM

Die Digitalisierung in Deutschland begann früher als gemeinhin angenommen. Bisher erachtete die Forschung die 1970er-Jahre mit der breiten Durchsetzung digitaler Computertechnologie als deren Anfang. Manche HistorikerInnen machten diese gar erst in den späten 1980er-Jahren mit der Verbreitung des Personal Computers aus. Demgegenüber möchte ich mit Blick auf den Einsatz von Computertechnik in deutschen Institutionen und Unternehmen zeigen, wie vor allem in der Bundesrepublik dieser Prozess früher wirkmächtig wurde.¹

Bereits 1952 experimentierten im Max-Planck-Institut für Physik in Göttingen WissenschaftlerInnen mit dem Bau erster Digitalcomputer. 1953 wagte die Optische Industrie einen ersten Schritt in die Digitalisierung und setzte auf Zuse-Fabrikate; es war der erste Computereinsatz in der deutschen Wirtschaft. Unternehmen wie RWE in Essen setzten auf elektronische Zusatzmodule zu ihren Lochkartenanlagen. 1955 folgte der erste Computer in der DDR: Carl-Zeiss präsentierte die OPREMA, die 1960 als Zeiss Rechenautomat 1 (ZRA 1) in Serie ging. 1955 unterschrieb die Betriebsleitung der Farbwerke Hoechst als Vorreiter der Chemiebranche den Vertrag zur Nutzung eines IBM-Großrechners. Auch kommunale Institutionen setzten auf Digitalcomputer; 1956 beispielsweise das Landesamt für Flurbereinigung in meiner Geburtsstadt Ludwigsburg. Auch hier wurden Zuse-Fabrikate bevorzugt.

¹ Dieser Text erschien leicht verändert schon an anderer Stelle. Für die Langfassung und einen breiteren wissenschaftlichen Apparat sei verwiesen auf meine bald erscheinende Dissertation Schmitt, Martin: Die Digitalisierung der Kreditwirtschaft. Computereinsatz in den Sparkassen der Bundesrepublik und DDR, 1957-1991. Göttingen, 2021.

1956 lässt sich zudem eine Entwicklung in der Breite feststellen: Mit dem Europäischen Rechenzentrum von Univac und dem IBM-Rechenzentrum in Sindelfingen markierten zwei große US-Hersteller das Feld. Daneben setzte die Bundeswehr und das Bundesministerium für Verteidigung auf Computer, wie meine Kollegin Janine Funke herausgearbeitet hat; so auch die Bundesversicherungsanstalt für Arbeit in Berlin, was Thomas Kasper gezeigt hat. Universitäten wie die TH München profitierten nun von einem Förderprogramm der DFG. Unternehmen wie die Allianz, Opel oder Volkswagen betrieben Computer in der Verwaltung, wie beispielsweise Frank Bösch betonte. Jenseits des Eisernen Vorhangs trieben ComputerentwicklerInnen ihre Pläne weiter voran: an der TU Dresden arbeitete Nikolaus Lehmann mit seinem Team an kleinen Experimentalrechnern für den Schreibtisch.²

1957 folgten zahlreiche weitere Installationen. Und zum ersten Mal wagten sich auch Kreditinstitute hervor: Die Deutsche Bau- und Bodenbank in Mainz, die eine IBM 650, den ersten serienmäßig produzierten Computer, in der Verwaltung einsetzte. Ein Jahr später schaffte die Dresdner Bank in Hamburg eine UCT von Univac an (auf der Karte grün markiert).

Die hier präsentierten Zahlen ergeben ein klares Bild: Bereits Mitte der 1950er-Jahre setzten deutsche Unternehmen, Universitäten und öffentliche Einrichtungen auf Computer. Dabei kamen vorwiegend Rechner mittlerer Größe an der Schwelle zur digitalen Technik zum Einsatz. Dies spricht für die spezifische Wirtschaftsstruktur Deutschlands mit starkem Mittelstand. Dabei kam es zu einer inter-

² Siehe Beitrag von Karl Hantzschmann in diesem Band.

essanten regionalen Häufung in den industriellen Zentren, beispielsweise im Ruhr- und Rhein-Main-Gebiet. Zudem zeigt die Entwicklung, dass die Kreditinstitute bei der Digitalisierung ganz im Trend lagen, wenn auch nicht die Sparkassen (siehe auch Abb. 2).

Die Tragweite dieser Entwicklung sind Gegenstand des zweiten Teils des vorliegenden Beitrags. Warum setzten Institutionen in beiden deutschen Staaten zu Beginn der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts auf digitale Computer und Software? Welche Wechselwirkungen traten dabei zwischen Programmen, Computern und Organisation auf? Im Folgenden werde ich dies an Hand von fünf Schlaglichtern aus dem Leibniz-geförderten Projektes „Aufbrüche in die digitale Gesellschaft. Computerisierung und soziale Ordnungen in der Bundesrepublik und DDR“ aufzeigen. Das Projekt wurde unter der Leitung von Prof. Frank Bösch von 2014-2018 am Zentrum für Zeithistorische Forschung Potsdam durchgeführt.

DIGITALISIERUNG UND COMPUTER

Was genau ist unter Digitalisierung zu verstehen? Die präzise Definition der analytischen Begriffe wie dem der Digitalisierung ist von besonderer Wichtigkeit. Der Begriff ist derzeit in aller Munde, von der Bundeskanzlerin bis zu FabrikarbeiterInnen. Die Relevanz des Themas ist unbestritten. In der gesellschaftlichen Debatte droht der Begriff aber seine analytische Trennschärfe zwischen Hoffnungen und Ängsten zu verlieren. Demgegenüber verstehe ich unter Digitalisierung zwei Dinge:

Erstens einen technischen Prozess der Umwandlung analoger in digitale Signale. Etymologisch stammt „digital“ von lateinisch digitus ab, was „Finger“ oder „Zehe“ bedeutet. Digitalisierung als technischer Prozess meint die ziffernmäßig-zählende, elektronische Repräsentation von Werten und Signalen, beispielsweise der Uhrzeit. „Digital“ bedeutet



Abb. 1: Frühe Computerinstallationen in Deutschland, 1957, Auswahl.

nicht zwangsläufig „binär“, ist allerdings in Computern die dominante Repräsentationsweise. Daraus entstand das binary digit „Bit“, das sich zur wichtigen Maßeinheit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts entwickelte. Quantifizierung und Manipulierbarkeit der Daten stehen dabei im Vordergrund.

Zweitens verstehe ich unter Digitalisierung einen historischen Prozess. Dies meint die Verbreitung digitaler Informationstechnologie und deren Durchdringung aller Bereiche von Staat über Wirtschaft bis hin zu Gesellschaft. Die Betonung liegt hier auf dem zeitlichen Verlauf und der wechselseitigen Beeinflussung von Technik und Gesellschaft. Computerisierung war ein Teilprozess der Digitalisierung mit dem Computer als dominanter Technologie. Damit leistet der Beitrag eine historische Einordnung der Digitalisierung in die breitere deutsche Zeitgeschichte.

Unter Computer verstehe ich eine frei programmierbare beziehungsweise „speicherprogrammierbare“ Maschine, den universalen Digitalcomputer. Er zeichnet sich durch seine „Turingvollständigkeit“ aus, jegliches berechenbares Problem bei ausreichender Zeit berechnen zu können. Software machte den Universalcomputer zweckgebunden, einsetzbar und nützlich. Software meinte dabei nicht nur Programme, sondern auf das Verständnis der 1950er-Jahre rekurrierend eine Dienstleistung, alles jenseits der Kabel und Recheneinheiten, von Arbeitsanweisungen über Dokumentationen und

Programmcode bis hin zu Rechtsordnungen und Routinen. Verschiedene Akteure setzten Software ein, um den Computer für ihre Zwecke, Motive und Visionen nutzbar zu machen, darunter staatliche Akteure, zum Beispiel die Rentenversicherung, die Polizei, Geheimdienste und das Militär. Wirtschaftliche Akteure wie Konzerne oder Banken setzten sie zur Kontrolle und Optimierung ihrer Prozesse ein. Auch gesellschaftliche Akteure wie HackerInnen bemächtigten sich der Technologie. Sie formten dabei aus, was heute unter Digitalisierung verstanden wird. Gleichzeitig wirkte sie auf sie zurück und veränderte die Institutionen.

STAAT I: RENTENVERSICHERUNG

Staatliche Bürokratie wie die Rentenversicherung setzte bereits früh auf digitale Computer, wie Thomas Kasper in seiner Dissertation gezeigt hat.³ So lässt sich in der Bundesrepublik der erste Computereinsatz bereits 1956 in der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte Berlin nachweisen. Sie setzte auf IBM 650 zur Arbeitsentlastung durch gestiegene Anforderungen des Sozialstaats. „Rationalisierung“ war hier das Schlagwort. 1957 folgte bereits die zweite Anlage in einer weiteren Landesversiche-

3 Kasper, Thomas: Wie der Sozialstaat digital wurde. Die Computerisierung der Rentenversicherung im geteilten Deutschland, Göttingen 2020 (Medien und Gesellschaftswandel im 20. Jahrhundert 13).

Jahr	Institution	Rechner
1952	Max-Planck-Institut für Physik, Göttingen	G1
1953	Optische Werken Ernst Leitz, Wetzlar	Zuse Z5
1954	MPI Göttingen	G2
1955	Carl-Zeiss, Jena	OPREMA
-	TU Dresden / Funkwerk Dresden	D1
1956	Univac, Europäisches Rechenzentrum Frankfurt	UNIVAC I
-	IBM, Rechenzentrum Sindelfingen	IBM 650
-	Maschinelles Berichtswesen, Bundeswehr	IBM 650
-	Bundesversicherungsanstalt Berlin (1)	IBM 650
-	Allianz, Hamburg	IBM 650
-	TH München	PERM
-	DEW Krefeld	IBM 650
-	Volkswagen, Wolfsburg	IBM 650
-	Chemische Werk Hüls, Marl	Siemens
-	Flurbereinigungsdirektion, Bamberg	Zuse Z11
-	Landesamt für Flurbereinigung, Ludwigsb.	Zuse Z11

Jahr	Institution	Rechner
1957 /01	AEG Berlin	IBM 650
- /02	TH Darmstadt	DERA; 2x IBM 650
- /04	Mannesmann Düsseldorf	IBM 650
- /06	TH Hannover	IBM 650
- /09	BFA Berlin (2)	IBM 650
- /10	Quelle, Fürth	SEL ER-56
-	Bundesbahndirektion, Frankfurt	SEL
- /11	Bayer Leverkusen (1)	IBM 650
-	Farbwerke Hoechst AG, Frankfurt a.M.	IBM 705
-	Leitz, Wetzlar	Elliot 402 F
-	Opel, Rüsselsheim	SEL
-	Bayr. Landesvermessungsamt, Münch.	Zuse Z11
-	TU Dresden / Funkwerk Dresden	D2
-	Deutsche Bau- und Bodenbank Mainz	IBM 650
1957/58	Dresdner Bank, Hamburg	Univac S590
...

Abb. 2: Computerinstallationen in Deutschland, 1953-1957, Auswahl.

rungsanstalt. Die Rentenversicherung blickte dabei auf eine lange Tradition (elektronischer) Rechenmaschinen zurück. Die Digitalisierung erfolgte dort auch in Vorbereitung der Rentenreform 1957.

Welche Wechselwirkungen zeigten sich durch den Computereinsatz? Der Rentenversicherung gelang eine problemlose Umstellung der „Bestandsrenten“. Sie erzielte eine deutliche Beschleunigung ihrer Vorgänge. Dies ermöglichte eine qualitative Funktionsausweitung eines sich ausdifferenzierenden Sozialstaats der Boom-Jahre bis Mitte der 1970er-Jahre.

In der DDR arbeitete die Rentenversicherung noch länger mit elektronischen Rechenmaschinen, die nicht frei programmierbar waren. Den ersten Computer erhielt sie mit dem Robotron 300 im Jahr 1968 im Kontext kybernetischer Konzepte sozialistischer Steuerung. Die Rechenkraft der Sozialversicherung wurde im Rechenzentrum Leipzig konzentriert. Auch dort ermöglichten der Computer und seine Software eine Rationalisierung der Arbeitsvorgänge. Eine weitreichende Funktionsausweitung lässt sich hingegen nicht feststellen, sondern vielmehr eine Rationalisierung der Verwaltung, die den eigenen Ansprüchen des Staates entsprach.

STAAT II: POLIZEI / GEHEIMDIENST

Rüdiger Bergien zeigte, wie die Sicherheitsdienste der Bundesrepublik insgesamt eher als „Spätstarter“ zu betrachten sind.⁴ So schuf Anfang der 1960er-Jahre der Bundesnachrichtendienst einen Computer für Kryptoloanalyse an. 1965/66 folgten im BND drei IBM 360-Systeme, ein IBM 360/40, ein 360/30 und ein 360/20 für die Verarbeitung von Personendaten sowie die Technische Aufklärung. 1961 setzte die Kriminalpolizei München als eine der ersten Polizeidienststellen auf Computerunterstützung. Breitenwirksam eingeführt wurde diese erst unter der Ägide von Horst Herold, der im Landeskriminalamt

4 Bergien, Rüdiger: „Big Data“ als Vision. Computereinführung und Organisationswandel in BKA und Staatssicherheit (1967–1989), in: Zeithistorische Forschungen/Studies in Contemporary History 14 (2017), H. 2, S. 258–285; ders.: Programmieren mit dem Klassenfeind. Die Stasi, Siemens und der Transfer von EDV-Wissen im Kalten Krieg, in: VfZ 67 (2019), H. 1, S. 1–30; ders.: Südfürchte im Stahlnetz: der polizeiliche Zugriff auf nicht-polizeiliche Datenspeicher in der Bundesrepublik, 1967-1989, in: Bösch, Frank (Hg.): Wege in die digitale Gesellschaft. Computernutzung in der Bundesrepublik 1955-1990, Göttingen 2018, S. 39–63.

Nürnberg 1968 eine Modernisierung der Polizei vorantrieb. Als Chef des Bundeskriminalamtes verfolgte er diesen Kurs weiter. 1972 nahm seine Behörde ein Zentrales Rechenzentrum in Betrieb. Hier lässt sich also eine Digitalisierung „von unten“ feststellen, bei der lokale und regionale Akteure in der föderalen Bundesrepublik wichtige Impulse setzten.

In der DDR blieb die Staatssicherheit angesichts der Entwicklungen im Westen und des großen Potenzials nicht untätig. Sie setzte 1965 auf eine Bull Gamma 10 aus französischer Produktion zur Überwachung des Reiseverkehrs. Weitere Bull-Maschinen folgten in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts. Dabei handelte es sich meist um Importmaschinen. 1970 konnte die Staatssicherheit mit der Unterstützung von Siemens den Aufbau eines Großrechenzentrums abschließen.

Die Wechselwirkungen zwischen Computertechnologie und der Arbeit der Sicherheitsdienste waren dabei geringer, als in der Presse oftmals dargestellt. So betont Bergien, dass durch die Digitalisierung eben kein totaler „Überwachungsstaat“ aufgebaut wurde; vielmehr standen retardierende Momente wie der Kampf um Datenschutz und Widerstände gegen Kompetenzerweiterung dem im Wege.

GESELLSCHAFT: HACKERINNEN

Den Kampf um Datenschutz schrieben sich vor allem gesellschaftliche Akteure wie HackerInnen auf die Fahnen. In den 1960er-Jahren war dies zumindest in politischer Hinsicht noch ein Phänomen, das sich hauptsächlich in den USA feststellen ließ. Ende der 1970er-Jahre und mit der Verbreitung von Personal Computern in der Bundesrepublik etablierte sich dort Gruppen engagierter junger Erwachsener, die an Computer bastelten und diese zum Wohle der Gesellschaft einsetzen wollten. HackerInnen im eigentlichen Wortsinn finden sich in Deutschland in den 1980er-Jahren. Durch öffentlichkeitswirksame Aktionen wiesen sie staatliche und gesellschaftliche Akteure in ihre Grenzen auf, was die sichere und verantwortliche Digitalisierung des Landes betraf. Dabei setzten sie geschickt ihr technisches Wissen mit Praktiken des Bastelns, Spielens und Entdeckens dafür ein, die Computertechnologie von einem staatlich-ökonomischen Framing zu befreien. Damit hatten sie großen Einfluss auf die Entwick-

lung der Technik selbst und ihrer gesellschaftlichen Adaption.⁵

STAAT III: MILITÄR

Janine Funke wiederum untersucht die Entwicklung und den Einsatz von Computern im Militär beider deutscher Staaten. Früher Computereinsatz lässt sich beispielsweise in der bundesdeutschen Rüstungsindustrie nachweisen, so 1958 bei Bölkow. Auch der Logistikbereich und die Materialversorgung innerhalb der jungen Bundeswehr wusste die Dienste digitaler Computer zu schätzen. Hinzu kam die Luftwaffe, die früh auf Computer und die Nutzung digitaler Daten zur Simulation von Luftkämpfen und dem Training von Piloten setzte. Dabei verweist sie auf eine Spannung zwischen Geschlechterkonstruktion eines männlich geprägten Militärs und der Technik, die in der Verwaltung aus stärker weiblich geprägten Arbeitsbereichen wie der Ausführung von Berechnungen als „Rechenmädchen“ oder dem Büro herrührte.⁶

WIRTSCHAFT I: BANKEN UND SPARKASSEN

Die Konnotation von Computertechnik als weiblich, beispielsweise die Zuweisung der Software und damit den „weichen“ Teile der Technik als Aufgabe von Frauen, lässt sich ebenfalls in der Wirtschaft nachspüren. So waren klassisch weiblich dominierte Branchen wie die Kreditwirtschaft mit einem Frauenanteil von deutlich mehr als 50 Prozent frühe Akteure der Digitalisierung. Digitalisierung bedingte damit die Erwerbstätigkeit von Frauen und vice versa. 1957 schaffte das erste Kreditinstitut in Deutschland einen IBM-Computer an: Die Deutsche Bau und Bodenbank in Mainz. Sie steht exemplarisch für viele andere steht. Die Phase der Initialisierung zeichnete sich durch tastende Experimente und die

5 Erdogan, Julia Gül: Technologie, die verbindet: die Entstehung und Vereinigung von Hackerkulturen in Deutschland, in: Bösch, Frank (Hg.): Wege in die digitale Gesellschaft: Computernutzung in der Bundesrepublik 1955-1990, Göttingen 2018, S. 227–249.

6 Funke, Janine: Digitalisierung in der frühen Bundeswehr. Die Einführung elektronischer Rechenmaschinen in Verwaltung, Forschung und Führungssystemen, in: Bösch, Frank (Hg.): Wege in die digitale Gesellschaft: Computernutzung in der Bundesrepublik 1955-1990, Göttingen 2018 (Geschichte der Gegenwart), S. 86–101.

Überführung der neuen Technologie in den Produktionseinsatz aus. Es war noch nicht ausgemacht, wofür BankmitarbeiterInnen den Computer einsetzen konnten und ob er sich rentierte. Dem Management der Bau- und Bodenbank gelang es, bei konstanter Personalzahl eine steigende Bilanzsumme zu verwalten, zusätzliche Geschäftsfelder zu erschließen und überschüssige Rechenzeit zu vermieten. Die Bank digitalisierte die interne Verbuchung und ging von der analogen Kontokarte zum digital geführten Konto über.

Dabei zeigte sich schnell, welche Eigendynamik die Digitalisierung bekam. Nach kurzer Zeit setzten die MitarbeiterInnen den Computer für Zwecke jenseits der ursprünglich anvisierten Nutzung ein. Die Folge daraus war, dass sich innerhalb von drei Jahren der Software-Einsatz von einem Programm zu 50 Programmen auswuchs. Mehr als die Hälfte erledigte bankfremde Arbeiten. Hier lässt sich zeigen, wie die Digitalisierung bereits früh in Wechselwirkung mit den Banken deren Charakter veränderte.

Dies habe ich in meiner Dissertation „Die Digitalisierung der Kreditwirtschaft. Computereinsatz in den Sparkassen der Bundesrepublik und der DDR, 1957-1991“⁷ gezeigt. Weiterhin verdeutlicht meine Arbeit, dass die Sparkassen der Bundesrepublik im Vergleich eher spät in die Digitalisierung einstiegen. Sie hatten in den 1950er-Jahren noch aufwändig ihren Maschinenpark an Lochkartenmaschinen überholen lassen. Anfang Juli 1961 nahm mit der Württembergischen die erste Sparkasse einen Computer in Betrieb, drei Monate vor der Kreissparkasse Saarbrücken. Damit konnte ich die bisher so stark betonte Erstanwenderrolle Saarbrückens gegenüber breiter Anwendung differenzieren, denn viele weitere Institute digitalisierten: 1962 allein zehn. Markante Chiffre des Wandels war die Einführung des kostenlosen Girokontos, das die Lohntüte ablöste.

Auf beiden Seiten des Eisernen Vorhangs lechzte die Kreditwirtschaft nach Erfahrungen mit Computern. So gelang eine Broschüre der Kreissparkasse Saarbrücken über die Grenze und wurde in der DDR über einhundert Mal reproduziert. Hier konnte ich die internationalen Verflechtungen und politischen Aufladungen der Digitalisierung im sozialistischen

7 Schmitt, Martin: Die Digitalisierung der Kreditwirtschaft. Computereinsatz in den Sparkassen der Bundesrepublik und DDR, 1957-1991. Göttingen, 2021.

Staate zeigen. Sie war einerseits eingebettet in die kollektiven, von der Sowjetunion inspirierten Ansätze zentraler Großrechenzentren und belegloser Datenübertragung.

Hauptziel war in der DDR anfangs die Planoptimierung; die Rationalisierung folgte dem nur nachrangig. Dies unterschied sich deutlich von der Herangehensweise im Westen, wo zudem weiterhin auf den Beleg gesetzt wurde. Andererseits importierten die Finanzorgane 1965 einen Rechner vom US-Militär – übrigens über besagte Mitra AG als Zwischenhändler. Sie setzten so auf Technik aus dem Westen, bevor eigene Technik verfügbar war. Es war vor allem die Software, in der sich ein sozialistischer Weg in das Digitale Zeitalter zeigte, so meine These. Ab 1970 wagten sich die Finanzorgane der DDR an den Aufbau eines landesweiten Netzwerkes für den bargeldlosen Zahlungsverkehr. Dieses bauten sie bis 1973 mit Rechenzentren in allen Bezirkshauptstädten auf.

WIRTSCHAFT II: INDUSTRIE

Dem Computereinsatz in der Industriearbeit spürten demgegenüber Annette Schuhmann und Frank Bösch nach. Annette Schuhmann untersuchte den „Traum vom perfekten Unternehmen“ und schaute sich dabei die Computerisierung der Arbeitswelt in der Bundesrepublik Deutschland von den 1950er- bis in die 1980er-Jahre an. Sie weist auf die klassischen Diskursstränge der Computerisierung von Beschleunigung und Dequalifikation hin, weil nun selbst ungelernete Kräfte mit den neuen, computer-gesteuerten Methoden schnell auf ähnliche Stückzahlen kamen, wie dies zuvor nur erfahrene ArbeiterInnen taten. Hinzu kamen Konflikte zwischen den Arbeitern und der neuen Berufsgruppe der Programmierer. Digitalisierung wurde von manchen IndustriearbeiterInnen als nächste Stufe kapitalistischer Ausbeutung verstanden, bei der der Stress ansteige, der Lohn aber gleichbliebe und der Stolz der ArbeiterInnen angegriffen werde. Diese Binnenwahrnehmung perspektiviert Schuhmann mit der Zeit des Strukturbruchs und schafft so eine differenziertere Betrachtungsweise von Computerisierung

und Digitalisierung.⁸

Frank Bösch zeigt weiterführend, wie der Computer zu einem „Gegenstand der Zeitgeschichtsforschung“ werden kann. „Computer“ so Bösch, „sind entsprechend nicht nur als Motoren von Veränderungen zu fassen. Vielmehr ist ihr Einsatz auch als Reaktion auf spezifische Problemlagen zu untersuchen“.⁹ Dabei geht er vor allem auf den Computereinsatz bei Volkswagen ein. Er zeigt, wie VW bereits 1967 Computer in seine Autos einbaute, um Abgaswerte zu regulieren und Diagnose für die TechnikerInnen zu ermöglichen. Damit ist es ein Beispiel für den Übergang der Groß- und Zentralrechner hin zu Kleincomputern, wie sie für Deutschland bereits seit Beginn der Digitalisierung in den 1950er-Jahren prägend war.

FAZIT

Die historische Analyse mit besonderem Schwerpunkt auf die NutzerInnen der Computer ergab zusammenfassend, dass die Digitalisierung in Deutschland früher begann als gemeinhin angenommen. Sie war keine glatte Entwicklungsgeschichte. Gerade in der Software, also den Dienstleistungen und Anwendungen rund um die Maschine, zeigten sich retardierende Momente und Probleme. Die Aufbrüche in das Digitale Zeitalter lassen sich in drei Kernpunkten zusammenfassen.

Erstens lässt sich um 1956 ein breiter Trend der Digitalisierung in Deutschland erkennen. Zahlreiche Unternehmen und Institutionen machten sich auf den Weg, ihre Motive und Ziele mit dem Computer zu erreichen. Für die Gesellschaft blieb die Digitalisierung dabei aber nur mittelbar relevant, beispielsweise im nun digital geführten Girokonto oder der computerberechneten Rente. Die DDR hinkte dabei keineswegs hinterher. Zwar erfolgte der Einsatz tendenziell etwas später, dann aber massiert.

8 Schuhmann, Annette: Der Traum vom perfekten Unternehmen. Die Computerisierung der Arbeitswelt in der Bundesrepublik Deutschland (1950er- bis 1980er-Jahre), in: Zeithistorische Forschungen 2012 (2012), H. 2, S. 231–256.

9 Bösch, Frank: Wege in die digitale Gesellschaft: Computer als Gegenstand der Zeitgeschichtsforschung, in: Bösch, Frank (Hg.): Wege in die digitale Gesellschaft: Computernutzung in der Bundesrepublik 1955-1990, o. O. 2018, S. 7–36.

Zudem fanden ebenfalls Experimente und frühe Nutzung statt. Die Optische Industrie ist dabei in beiden Staaten als ein Vorreiter auszumachen.

Zweitens zeichnet die Zeit von 1950 bis 1970 ein experimentierten mit der unbekanntem Maschine aus. Die Akteure wie Unternehmen suchten noch nach den richtigen Routinen und Einsatzformen. Dies zeigt sich in einer längeren Begriffsfindung und des notwendigen Akzeptanzaufbaus, beispielsweise bei ManagerInnen, MitarbeiterInnen oder der Bankkundschaft. Zahlreiche mittlere bis große Hersteller wie die Zuse KG oder Siemens standen in einem intensiven Wettbewerb, der sich auch durch häufig wechselnde Lösungsangeboten und großen Innovationszyklen in der Technik niederschlug. Mit der Konsolidierung der technischen wie mentalen Landschaft setzte sich die Digitalisierung im Laufe der 1960er-Jahre auf breiter Basis durch.

Drittens hatten alle fünf genannten Schlaglichter die Rationalisierung als ein Kernthema. Von der Berechnung der Renten über die Polizeiarbeit und die Verarbeitung von Kontoständen bis hin zur Kriegsführung sollten Prozesse rationalisiert werden – HaeckerInnen kritisierten ebendies und wollten die wundervolle Maschine Computer von einer derartigen Engführung befreien. Allerdings lässt sich im Laufe der 1960er-Jahre auch bei den staatlichen und wirtschaftlichen Akteuren ein Umdenken feststellen, bei dem der Computer nicht mehr allein zur Rationalisierungsmaschine verkam, sondern an der Restrukturierung der Unternehmen und Institutionen mitwirkte oder kreative Freiräume in Gestaltung, Marketing und Planung eröffnete. Die Digitalisierung wurde bereits früh zu einem wichtigen Bestandteil der deutschen Geschichte und bleibt es bis heute.

Besuchen Sie unseren Blog auf:
<http://www.computerisierung.com>

KERNPUBLIKATIONEN AUS DEM PROJEKT:

Bergien, Rüdiger: Programmieren mit dem Klassenfeind. Die Stasi, Siemens und der Transfer von EDV-Wissen im Kalten Krieg, in: VfZ 67 (2019), H. 1, S. 1–30.

Bösch, Frank: Wege in die digitale Gesellschaft: Computernutzung in der Bundesrepublik 1955–1990, Göttingen 2018 (Geschichte der Gegenwart 20).

Erdogan, Julia Gül: „Computer Wizards“ und Haecksen. Geschlechtsspezifische Rollenzuschreibungen in der privaten und subkulturellen Computernutzung in den USA und der Bundesrepublik, in: Technikgeschichte 87 (2020), H. 2, S. 101–132.

Kasper, Thomas: Wie der Sozialstaat digital wurde. Die Computerisierung der Rentenversicherung im geteilten Deutschland, Göttingen 2020 (Medien und Gesellschaftswandel im 20. Jahrhundert 13).

Schuhmann, Annette/Danyel, Jürgen: Wege in die digitale Moderne. Computerisierung als gesellschaftlicher Wandel, in: Bösch, Frank (Hg.): Geteilte Geschichte: Ost- und Westdeutschland 1970–2000, Göttingen 2015, S. 283–319.

Schmitt, Martin: Die Digitalisierung der Kreditwirtschaft. Computereinsatz in den Sparkassen der Bundesrepublik und DDR, 1957–1991. Göttingen, 2021.

Schmitt, Martin: Die Geschichte des Potsdamer Rechenzentrums: Sozialistische Computernutzung und die Digitalisierung in Ostdeutschland, Potsdam 2020. URL: <http://lernort-garnisonkirche.de/?p=456> [18.11.2020]

Zum Autor:

Dr. Martin Schmitt ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Darmstadt sowie assoziiert am Leibniz-Zentrum für Zeithistorische Forschung Potsdam. Zu seinen Forschungs- und Publikationsfeldern gehören u.a. Technik- und Wirtschaftsgeschichte sowie die Geschichte des Digitalen Zeitalters. Zuletzt erschien von ihm "Histories of Computing in Eastern Europe", Cham 2019 (Hrsg. zus. mit Christopher Leslie) und Internet im Kalten Krieg. Eine Vorgeschichte des globalen Kommunikationsnetzes, Bielefeld 2016.

DIE DDR-COMPUTERSZENE GESTERN UND HEUTE

RENÉ MEYER

Für die meisten beginnt das Zeitalter des Computers in den achtziger Jahren. Commodore und Atari, IBM und Apple, Computerklubs, Zeitschriften, Treffen. Auch in der DDR dringt Rechentechnik in Betriebe, Schulen und Haushalte. Vielleicht ein paar Jahre später, vielleicht eine Nummer kleiner.

Der vom Westen isolierte Osten erkennt in der Mikroelektronik die Zukunft. Nach der Entwicklung der ersten Mikroprozessor-Familie entstehen innerhalb von zehn Jahren, von 1980 bis 1989, unzählige Produkte: Bürocomputer, Drucker, Taschenrechner, Kleincomputer, eine Spielkonsole, ein Spielautomat. Manches davon findet sich unter Marken wie Präsident und MBO sogar in westdeutschen Katalogen wieder. Als eines von wenigen Ländern weltweit entwickelt die DDR dazu praktisch alle Bestandteile. Ein halbes Dutzend Kombinate mit mehreren hunderttausend Beschäftigten bauen Prozessoren, Speicherchips, Transistoren, Batterien, Gehäuse und Speichermedien. Während die Bürorechner kompatibel zu Industriestandards wie CP/M und DOS sind, geht man bei den Kleincomputern eigene Wege. Und so wie im Westen viele ihre ersten Er-

fahrungen mit dem C64 machen, sind es im Osten nicht selten der KC 85/1 von Robotron Dresden und der KC 85/2 von Mikroelektronik Mühlhausen, die erste Berührungspunkte schaffen

COMPUTERKLUBS

Ab Mitte der siebziger Jahre entstehen weltweit Vereine von Computer-Enthusiasten. Als erster und letztendlich berühmtester gilt der Homebrew Computer Club. Er wird 1975 gegründet und vernetzt viele Pioniere der Computer-Industrie, etwa Steve Wozniak, den Mitgründer von Apple. Die älteste Vereinigung in Westdeutschland ist die AUGÉ – Apple User Group Europe. Sie entsteht bereits 1979 und deckt heute sämtliche Computersysteme ab. 1981 wird der CCC – Chaos Computer Club gegründet. Ebenfalls noch heute existiert der 1985 gegründete ABBUC – Atari Bit Byter User Club, der bereits vor der Wende Kontakt zu Gleichgesinnten in der DDR sucht.

Dort, in Ostdeutschland, bilden sich in den achtziger Jahren ebenfalls zahllose Klubs und Vereine. Sie



Abb. 1: KC 85.

René Meyer

Abb. 2: Leipziger Herbstmesse 1985 - interscola -
Übungsplatz Elektronische Rechentechnik.

Leipziger Messe



bieten häufig wöchentliche Treffen zum Erfahrungsaustausch oder gemeinsamen Programmieren an und dienen vor allem als Software-Börse, also dem Austausch von Programmen. Allerdings staatlich reglementiert: In der DDR sind unabhängige Vereine nicht möglich; es gibt nicht einmal eine Rechtsgrundlage. Erst Anfang 1990 erlaubt ein Gesetz das Bilden von Vereinigungen.

In den Zeiten davor sind meistens Massenorganisationen Träger von Vereinen. Bei Computerklubs ist das oft die GST – Gesellschaft für Sport und Technik. Hier entsteht mit „Computersport“ sogar eine eigene Sektion. Auch Hochschulen bilden häufig Computerklubs unter dem Banner der GST. So gründet Ilmenau 1987 eine Computersport-Abteilung. Auch die FDJ – Freie Deutsche Jugend ist Träger von Klubs, etwa in Hochschulen; genau wie der Kulturbund, unter dem der Computerklub Leipzig gegründet wurde. Zudem bilden sich an vielen Einrichtungen Zirkel; häufig in den weit verbreiteten Stationen Junger Naturforscher und Techniker, wie in Erfurt und Eisenach, oder Informatik-AGs an den Erweiterten Oberschulen. Am 1986 eingeweihten Kultur- und Sportzentrum Suhl entsteht ein Klub für den Z 1013. Selbst die NVA – Nationale Volksarmee ist Träger verschiedener Klubs, etwa im beschauli-

Abb. 3: Leipziger Frühjahrsmesse 1986, Präsentationsstand Informations- und Kommunikationstechnik.

Leipziger Messe



Abb. 4: Computerklub im Haus der jungen Talente Berlin mit Clubleiter Stefan Paubel (Mitte).

Stefan Paubel

chen Tautenhain. Ein bekanntes Computerkabinett beherbergt der 1979 eröffnete Pionierpalast Berlin (das heutige FEZ). Mitte der achtziger Jahre sind dort zwei Dutzend Kleincomputer aufgebaut. Sie werden für Arbeitsgemeinschaften, Kursen und Einzelveranstaltungen genutzt. Für Spiele, aber auch für Nützliches.

WESTCOMPUTER

Parallel zu den Klubs mit DDR-Rechnern gibt es Gruppierungen, die sich auf Westrechner konzentrieren. Der Staat zeigt sich offen für solche Vereinigungen. Vielleicht, weil ihm klar ist, dass die DDR nicht genug Computer fertigen kann, um Haushalte auszustatten: Während allein vom C64 in der Bundesrepublik drei Millionen Stück verkauft werden, liegt die Gesamtproduktion aller DDR-Kleincomputer bei nur mehreren zehntausend. Sie gehen in Schulen, Betriebe und Freizeiteinrichtungen und gelangen kaum in den freien Handel.

So wird im Februar 1989 in Berlin ein Klub für die 8-Bit-Rechner von Atari gegründet, wie Atari 600XL, 800XL oder 130XE. Ganz offiziell, unter dem Banner des Kulturbunds. Nur sollte ein amerikanischer Firmenname nicht an erster Stelle stehen; daher einigt man sich auf den Namen 8-Bit Atariclub.

Der Klub zieht eher Erwachsene an, die auch beruflich im EDV-Bereich arbeiten. Der Kulturbund hilft mit Räumlichkeiten für Treffen aus. Dort steht das ernsthafte Arbeiten mit den Heimcomputern im Vordergrund, wie das Programmieren in BASIC und Assembler sowie das Bauen von Hardware-Lösungen. Auch in Dresden entsteht Ende 1989 ein Atari-Klub: „Ich fand bald einen kleinen Kreis von 15 bis 20 Usern, die von meiner Idee begeistert waren“, erzählt Gründer Thomas Wedler dem ST-Magazin.

„Rechtliche und materielle Unterstützung fand ich beim Kulturbund der DDR. Bedingung war allerdings, dass alle Club- Interessenten bereit waren, beim Kulturbund mitzumachen, um zu dessen Finanzierung beizutragen.“ Rund 40 Interessenten kommen zum ersten Treffen der „IG ATARI - Computerclub im Kulturbund der DDR“. Der Club wächst rasch an und ist einige Jahre aktiv. Der vielleicht bekannteste Computerklub der DDR öffnet am 1986 im Haus der jungen Talente in Berlin. Der größte Jugendtreff Berlins bietet mehr als fünfzig Arbeitsgemeinschaften und zieht jedes Jahr mehrere hunderttausend Besucher an. Am ersten Tag kommen 400 Besucher in den Raum, der eigentlich nur Platz für 40 Personen bietet. Schnell entwickelt sich der Klub zum Renner. Die Besonderheit: Der Klub ist nicht mit den typischen Kleincomputern aus der DDR ausgerüstet. Leiter Stefan Paubel entscheidet sich dafür, auf Geräte aus dem Westen zu setzen – und demonstriert auch bei den Veranstaltungen den Stand der Technik. Das kommt an. Bereits wenige Monate später darf Paubel auf einer Aktivtagung von Jugendklubs darüber sprechen, wie Schüler, Lehrlinge und Facharbeiter sein Kabinett nutzen würden, um ihre Kenntnisse zu festigen und zu erweitern. Programme werden unter der Hand getauscht. Den Mangel an Software aus dem Westen machen sich Geschäftemacher zunutze, die Preislisten mit Hunderten von Titeln verschicken: „Bei Kauf erfolgt der Versand der gewünschten Programme auf einer neuen ORWO-Kassette per Nachnahme.“ Was im Westen schon damals Abmahnanwälte auf den Plan bringt, interessiert in der DDR höchstens das Finanzamt.



Abb. 5: Z 1013 auf dem DDR-Computertreffen in Garitz.
René Meyer



Abb. 6: KC auf der Gamescom, 2012.

René Meyer

SZENE HEUTE

Noch heute ist es eine kleine, aber sehr aktive Szene, die sich vor allem auf die Kleincomputer konzentriert. Sie vernetzt sich im Forum von robotrontechnik.de, wo zugleich ein gewaltiger Wissensschatz rund um DDR-Rechentechnik aufgebaut wurde, und im KC-Club, der sich kurz nach der Wende Ende 1991 bildete. Seit 1995 gibt es ein jährliches Treffen. Mit seinem 25. Geburtstag 2019 ist es die langlebigste Retro-Veranstaltung in Deutschland und mit rund 100 Teilnehmern eine der größeren. In den vergangenen Jahren fand es in einem Landgasthof tief in Sachsen-Anhalt statt. Gäste sind willkommen, und sie betreten eine fremde Welt: Statt C64 und Atari gibt es den Bastelrechner Z 1013 aus Riesa und Bürocomputer wie den PC 1715 aus Sömmerda. Und vor allem einen Rechner, den es in der DDR gar nicht gab: einen KC 85/5. So nennt die Community einen KC 85/4, der von der Community von 64 auf 256 KByte RAM aufgerüstet wurde und mehr ROM und ein angepasstes Betriebssystem hat. Dafür entsteht allerlei Zubehör, USB-Schnittstelle, Internet-Zugang. Eine echte Gemeinschaftsarbeit ist etwa das neue Soundmodul für den KC 85, das den bisherigen schlichten Piepser um einen Soundchip und einen Klinkenstecker für die Tonausgabe ergänzt. Wermutstropfen: Produkte wie dieses kann man nicht fertig kaufen; oft genug gibt es nur eine Leiterplatte und eine Liste mit Bauteilen. So wird neben Smalltalk und Vorträgen auf den Treffen vor allem gelötet. Mit Glück lassen sich mitgebrachte defekte Geräte gleich vor Ort wieder fit machen.

MUSEEN

Eng verbunden mit der Website robotrontechnik.de ist das RECHENWERK in Halle an der Saale. Das Museum rund um DDR-Rechner wird ohne Förderung und ohne Eintrittsgelder von Enthusiasten betrieben und leistet unschätzbare Arbeit beim Retten und Restaurieren alter Technik. Manche Computer gelten als ausgestorben, bei manchen fehlen Dokumentationen, teilweise gibt es kein Betriebssystem mehr. Eines, der in der Szene begehrtesten Fundstücke ist der Spielautomat Poly-Play, von dem einst 2.000 Stück gefertigt wurden, von denen heute nur noch wenige erhalten geblieben sind. Verrottete Geräte werden aus Fabrikrüinen geborgen und wieder lauffähig gemacht. Daten von betagten Medien werden ausgelesen und archiviert. Wer freundlich fragt, kann zum Beispiel seine alten Tonbandkassetten mit KC-Programmen auslesen und auf CD-ROM brennen lassen.

Während sich das RECHENWERK schon allein aus Platzgründen auf seiner 520 qm großen Ausstellungsfläche auf Tisch-Computer konzentriert und Anlagen in der Größenordnung einer Anbauwand eine Ausnahme sind, finden sich in den Technischen Sammlungen Dresden auch große Brummer, wenngleich nur als inaktive Schaustücke. Hier steht etwa das einzig erhaltene Exemplar des Zeiss-Rechen-Automat ZRA1, von dem ab 1955 32 Stück gebaut wurden, und die Robotron 300 aus den

sechziger Jahren. Eine große Unterstützung kommt dabei vom Förderverein des Museums, dessen AG Rechentechnik sich einerseits um die Instandhaltung der Geräte bemüht und andererseits in den vergangenen Jahren zahlreiche Dokumentationen erstellt hat.

Ebenfalls einen Schwerpunkt DDR-Computer hat das ZCOM Zuse-Computer-Museum in Hoyerswerda, das 1995 in einem Raum startete und mehrfach zum heutigen 1.000 Quadratmeter großen ZCOM ausgebaut wurde. Neben Rechnern von Konrad Zuse, der mehrere Jahre in Hoyerswerda lebte, zeigt es die darauf aufbauenden Computer aus West- und Ostdeutschland.

Das neue, kleine aber schicke Robotron-Museum in Dresden kann nur per Voranmeldung oder an raren Tagen der offenen Tür besucht werden. Es verbindet das einstige DDR-Kombinat mit dem gleichnamigen Nachfolge-Unternehmen, das Datenbank-Software entwickelt. Das Elektromuseum Erfurt hatte von 2000 bis 2012 eine Dauerausstellung, bis es seine Räumlichkeiten verlor. Seitdem sind die Exponate nur noch punktuell zu sehen.

Zur Geschichte der DDR-Rechentechnik recherchiert das Leibniz-Zentrum für Zeithistorische Forschung Potsdam; außerdem gibt es eine Reihe Buch-Veröffentlichungen, wie die Autobiographie von Karl Nendel, dem Regierungsbeauftragtem der DDR für Mikroelektronik.

Zum Autor:

René Meyer war als Schüler selbst Teil der Computerszene der DDR. Seit fast 30 Jahren arbeitet er als Journalist mit dem Schwerpunkt Geschichte des Heimcomputers und des Computerspiels. 2019 veröffentlichte er das Buch: „Computer in der DDR“. Er unterhält das Wandermuseum "Haus der Computerspiele", das regelmäßig auch DDR-Rechentechnik zeigt.



ZUKUNFT DER LAUSITZ - DIGITALE CHANCEN -

CLAUDIA MUNTSCHICK

KREATIV WIRTSCHAFTEN MIT
DIGITALEN WERKZEUGEN
- „NEUE ARBEIT“ FÜR DIE LAUSITZ

KREATIV WIRTSCHAFTEN MIT DIGITALEN WERKZEUGEN

- „NEUE ARBEIT“ FÜR DIE LAUSITZ

CLAUDIA MUNTSCHICK
KREATIVES SACHSEN

NEUE ARBEIT IM KONTEXT GESELLSCHAFTLICHER ENTWICKLUNGEN

Bereits 1984 begründete der österreichisch-US-amerikanische Philosoph Frithjof Bergmann die New-Work-Bewegung mit der Installation eines "Zentrums für Neue Arbeit" in Flint. Ziel war es damals, Projekte zu entwickeln, die es den Angestellten der Automobilindustrie ermöglichten, Beschäftigungsmodelle für die neu entstandene Freizeit zu finden, die aufgrund der Automatisierung in den Fabriken entstanden war. Die Ergebnisse des Experiments waren damals teilweise ernüchternd, dennoch hatte Frithjof Bergmann mit seiner Arbeit einen Großteil der Entwicklungen in der Arbeitswelt vorausgesagt, die erst in den letzten zwei Dekaden Realität geworden sind. Schon damals charakterisierte Bergmann einen Typus von Erwerbstätigen, die selbstbestimmt, unabhängig und kollaborativ ar-

beiten, Mehrwert auch in Form von Emotionen und Selbstverwirklichung erleben und eine große Offenheit für neue technologische Entwicklungen besitzen. Diese Analyse beschreibt die Akteure in einem Wirtschaftszweig, der seit 2009 in Deutschland wirtschaftspolitisch definiert wird: die Kultur- und Kreativwirtschaft.

BRANCHENDEFINITION KULTUR- UND KREATIVWIRTSCHAFT

Unter dem Begriff "Kultur- und Kreativwirtschaft" werden zwölf Teilbranchen zusammengefasst, die den Bereich der privatwirtschaftlichen Unternehmen abbilden, die ihre Wertschöpfungskette auf einem "schöpferischen Akt" begründen. Dazu gehören der Architekturmarkt, Software-/Gamesindustrie, Werbemarkt, Pressemarkt, Designwirtschaft, Buchmarkt, Kunsthandwerk, Musikwirtschaft, Filmwirtschaft, Rundfunkwirtschaft sowie der Markt für Darstellende Künste.

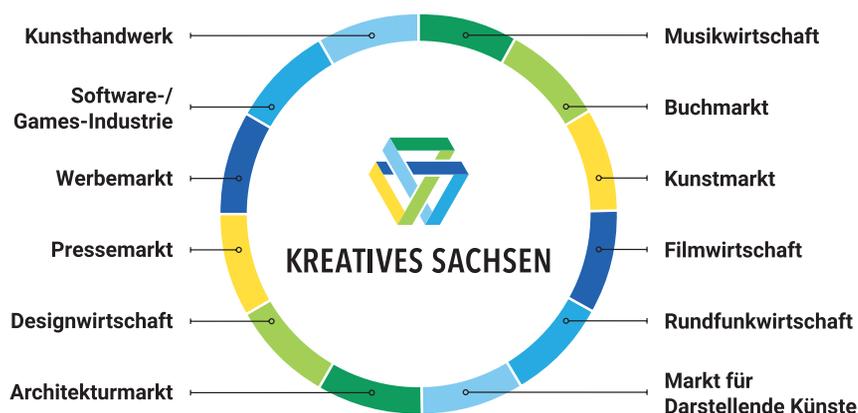


Abb.1: Teilbranchen der Kultur- und Kreativwirtschaft.

KREATIVES SACHSEN

Bildende und Darstellende Kunst. Die Kultur- und Kreativwirtschaft unterscheidet sich vom öffentlichen Teil des Kultursektors (z.B. öffentlich-rechtlicher Rundfunk, Museen, Theater) und dem intermediären Teil (z.B. soziokulturelle Vereine).

Deutschlandweit sind 1,2 Millionen Kernerwerbstätige und über 500.000 geringfügig Beschäftigte in den zwölf Teilbranchen tätig und erwirtschaften jährlich eine Bruttowertschöpfung von rund 106 Milliarden Euro.¹ Damit liegt die Kultur- und Kreativwirtschaft im Vergleich hinsichtlich der Bruttowertschöpfung weit vor anderen bedeutenden Branchen wie etwa der Energieversorgung (47,9 Mrd. Euro), der Chemischen Industrie (50,6 Mrd. Euro) und ist fast auf Augenhöhe mit dem Maschinenbau (107,1 Mrd. Euro). Zusätzlich verzeichnet die Statistik ein kontinuierliches Wachstum von jährlich 3% hinsichtlich der Bruttowertschöpfung und 4% hinsichtlich der sozialversicherungspflichtig Angestellten.

KULTUR- UND KREATIVWIRTSCHAFT ALS MOTOR WIRTSCHAFTLICHEN WANDELS

Die Arbeitsweise der zumeist hochqualifizierten Akteure ist im Vergleich zu anderen Branchen überdurchschnittlich netzwerkorientiert und innovations-treibend.

Aufgrund der Kleinteiligkeit der Branche - über 90% der Unternehmen sind Kleinstunternehmen mit maximal 10 Mitarbeitern - werden neue Anwendungen schneller entwickelt und getestet, als es in Großunternehmen mit komplexen Strukturen möglich ist. Die Tatsache, dass der Investitionsaufwand in die technische Infrastruktur im Vergleich zu Unternehmen anderer Branchen relativ gering ist, ermöglicht es auch kleinen Teams, zukunftsfähige Lösungen oder Produkte mit globaler Relevanz zu entwickeln. Ohne digitale Werkzeuge ist diese Form der Wirtschaft nicht denkbar und bietet vielfältige Anwendungsfelder für neue Technologien. Zahlreiche Untersuchungen² belegen, welche Impulse durch

1 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie Hg.): Monitoringbericht Kultur- und Kreativwirtschaft. Berlin 2020.

2 Lange, Bastian / Knetsch, Florian / Riesenberger, Daniel: Kollaborationen zwischen Kreativwirtschaft und Mittelstand. Erfolgsfaktoren, Methoden und Instrumente. Wiesbaden 2016.



Abb. 2: VR-Brillen-Nutzerin beim Netzwerktreffen der Kreativen Lausitz „TAKATAK“ in Cottbus. KREATIVES SACHSEN / Tine Jurtz

Kreativunternehmen für Unternehmen anderer Branchen erbracht werden und welchen Einfluss das auf die regionale Wertschöpfung hat.

Die regionale Präsenz von Kreativunternehmen wirkt sich zusätzlich in vielfältiger Weise auf die sogenannten weichen Standortfaktoren wie das Image einer Region oder ein breit gefächertes Freizeitangebot aus. Das Vorhandensein dieser Faktoren ist auch ein wichtiger Ansiedlungsaspekt für Fachkräfte anderer Wirtschaftsbereiche.³ Sie sind somit ein entscheidender Faktor im Wettbewerb der europäischen Regionen um kreative und innovative Köpfe, die mit Transformationskompetenz und Interdisziplinarität Wirtschaft, Kultur und digitale Werkzeuge neu denken.

BEDEUTUNG DER BRANCHE FÜR DIE LAUSITZ

Im sächsischen Teil der Lausitz werden aktuell mehr als 900 Unternehmen in diesem Sektor erfasst. Für den brandenburgischen Teil wurden allein für die Stadt Cottbus im Jahr 2010 bereits rund 230 Kreativunternehmen erhoben,⁴ für die weiteren vier

3 Deutsches Institut für Urbanistik (Hg.): Kurzstudie zu kommunalen Standortfaktoren. Ergebnisse auf Grundlage der Daten des Difu-Projekts „Koordinierte Unternehmensbefragung“, Berlin 2017.

4 Altenberg, Marc (u.a.): Die Kultur- und Kreativwirtschaft in Cottbus. Analyse und Bewertung. Cottbus 2012.



Abb. 3: Raum für Möglichkeiten im „Prima Wetter“ in Cottbus.

KREATIVES SACHSEN / Tine Jurtz

Brandenburger Landkreise liegt kein aktuelles Zahlenmaterial vor.

In der Lausitz sind Unternehmen der Kultur- und Kreativwirtschaft bereits heute als Innovationsmotor und Zukunftstreiber aktiv und sorgen durch branchenübergreifende Zusammenarbeit mit Tourismus, Handwerk, Industrie oder Logistik für die Entstehung neuer Wertschöpfungsketten.⁵ Kreativunternehmen zählen zu den wenigen „Hidden Champions“ und internationalen Playern der Region, die sich dynamisch in innovativen Zukunftsfeldern entwickeln. Gleichzeitig prägen Unternehmen der Kreativwirtschaft das Innen- und Außenbild der Region entscheidend- Sie sind mit ihrem Know-how in Bereichen wie Software, Medien und Design Schlüssel für die Digitalisierung kleiner und mittlerer Unternehmen aller Branchen.

Die geographische Lage, die Attraktivität der Landschaft und die reiche Innovationsgeschichte der Lausitz bieten den optimalen Nährboden für die Ansiedlung neuer Kreativunternehmen und den

Ausbau bestehender Strukturen. Dabei spielt das Angebot von Arbeitsplätzen häufig keine Rolle bei der Entscheidungsfindung für den Umzug oder die Rückkehr in die Lausitz, denn viele Kreativakteure bringen ihre Arbeit sozusagen „mit“. Die Tatsache, dass Wertschöpfungs- und Produktionsketten digital organisiert werden können, ermöglicht, dass Faktoren wie die Verfügbarkeit von bezahlbarem Raum in landschaftlich reizvoller Umgebung, gute Anbindung an die digitale Infrastruktur und vielfältige Freizeitangebote die wichtigsten Grundlagen erfolgreicher Ansiedlungspolitik für Kreativunternehmen sind. Während der Industrialisierung hat die Lausitz eindrücklich bewiesen, dass sie ein Umfeld für hochinnovative Entwicklungen bieten kann - es gilt also, neues Unternehmertum in dieser traditionsreichen Region mitten in Europa zu initiieren und zu ermöglichen.

⁵ Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (Hg.): Zweiter Kultur- und Kreativwirtschaftsbericht für Sachsen, Dresden 2019.

STARKE NETZWERKE FÜR SICHTBARKEIT UND INNOVATIONSTRANSFER

Mit der Gründung der Kreativen Lausitz als Unternehmensverband für die Kultur- und Kreativwirtschaft entsteht seit 2019 ein Netzwerk, das die Akteure in der Lausitz zusammenbringt, sichtbar macht und kontinuierlich an der Verbesserung der Rahmenbedingungen für die privatwirtschaftlich orientierten Kreativen arbeitet. Neben der Lobbyfunktion für die bestehenden Unternehmen bietet der Verband auch die ideale Schnittstelle für Rückkehrer und Neuankömmlinge in diesem Wirtschaftsbereich.

Neben Beratung, Vernetzung und Sichtbarmachung der Protagonisten entwickelt der Verband auch Innovationswerkstätten für branchenfremde Unternehmen, Politik und Verwaltung, um den kontinuierlichen Wissenstransfer zu gewährleisten. Die Adaption bereits bestehender Erfolgsmodelle und die Entwicklung regionalspezifischer Produkte und Dienstleistungen gehören zu den wichtigen Motoren zukunftsfähiger Prozesse. Das immense Potential der Lausitzer Kultur- und Kreativwirtschaft ist noch längst nicht vollständig erschlossen und bietet im Kontext des Strukturwandels die einmalige Gelegenheit, eine "Lausitz der Möglichkeiten" zu erschaffen und zukunftsfähig zu gestalten.



Abb. 4: Crossinnovation im Projekt FABMOBIL: Die Lausitzer Christian Zöllner vom Designbüro The Constitute und Tischlermeister Axel Schuster. KREATIVES SACHSEN / Ellen Türke

Zur Autorin:

Claudia Muntshick ist gebürtige Bautznerin, studierte Architektin und arbeitet seit 2012 wieder in der Lausitz, u.a. für das Haus Schminke in Löbau. Im EU-Projekt „TOPOMOMO – Topographie der Bauten der Moderne“ entwickelte sie gemeinsam mit ihrem Team ein überregionales Baukulturnetzwerk. Seit 2017 ist sie in Ostsachsen für die Beratung, Vernetzung und partizipative Raumentwicklung für „Kreatives Sachsen“, das Sächsische Zentrum für Kultur- und Kreativwirtschaft, tätig.

the *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) and the *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA).

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the application of behavior analysis to various areas of human behavior. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

The *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the experimental and applied aspects of behavior analysis. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

Both journals are highly respected in the field of behavior analysis and provide a platform for researchers to share their findings and advance the science of behavior.

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) and the *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) are both published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the application of behavior analysis to various areas of human behavior. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

The *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the experimental and applied aspects of behavior analysis. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

Both journals are highly respected in the field of behavior analysis and provide a platform for researchers to share their findings and advance the science of behavior.

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) and the *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) are both published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the application of behavior analysis to various areas of human behavior. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

The *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the experimental and applied aspects of behavior analysis. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

Both journals are highly respected in the field of behavior analysis and provide a platform for researchers to share their findings and advance the science of behavior.

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) and the *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) are both published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the application of behavior analysis to various areas of human behavior. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

The *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) is a peer-reviewed journal that publishes research on the experimental and applied aspects of behavior analysis. It is published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).

Both journals are highly respected in the field of behavior analysis and provide a platform for researchers to share their findings and advance the science of behavior.

The *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA) and the *Journal of Experimental and Applied Behavior Analysis* (JEA) are both published by the Society for Applied Behavior Analysis (SABA).



SACHSEN



Gefördert durch die Kulturstiftung des Freistaates Sachsen.
Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf
der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen
Haushaltes.

