



001  
Kinderen op de Granada Community School in Californië in de jaren 1970 krijgen hun lessen in stappen van computers, afhankelijk van hun leerniveau (Rondal Partridge Archive).

001  
Children at the Granada Community School in California in the 1970s receive their lessons in tranches from computers according to their level of learning (Rondal Partridge Archive).

## “Classroom without walls” Van *teaching machines* tot *machine learning*

Georg Vrachliotis

Het samenspel tussen leren, ruimte en technologie is de afgelopen jaren een belangrijk thema geworden. Het ontwerpen van onderwijsomgevingen voor de toekomst krijgt bijzondere aandacht in de architectuur van universitaire campussen. Deze nieuwe universiteitsgebouwen dragen vaak beknopte merknamen die verwijzen naar sleutelwoorden, zoals ‘samenwerking’, ‘creativiteit’ of ‘flexibiliteit’. Opvallende voorbeelden zijn UN Studio’s ‘Echo’ en ‘Pulse’ van ector hoogstad architecten, ontworpen als nieuwe en innovatieve leercentra voor de campus van de TU Delft. Ondanks hun verschillende architecturale kwaliteiten hebben deze projecten een gemeenschappelijke conceptuele rode draad: de integratie van ruimte en technologie om meeslepende leerervaringen te creëren. In het licht van de opkomst van kunstmatige intelligentie is het essentieel om na te denken over hoe leerruimtes kunnen worden aangepast aan dit nieuwe tijdperk. Bovendien wordt het in een datagestuurde maatschappij cruciaal om de aard van het leren zelf te bevragen. De oorsprong hiervan gaat terug tot het experimentele tijdperk van de cybernetica halverwege de twintigste eeuw, waar de convergentie van menselijk en machinaal leren een onvergetelijk stempel drukte op de architectuurgeschiedenis.<sup>1</sup>

‘Inleidende opmerkingen betreffende cybernetica voor toekomstige architecten en stedenbouwkundigen’,<sup>2</sup> zo luidde de titel van een lezing die in 1973 werd gehouden aan de faculteit architectuur van de Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH) in het kader van een seminar met de titel ‘Systeem’, over de automatisering van het leren. Daarbij ging het niet alleen om de informatica van computer graphics, maar ook om zogenaamde *teaching machines* of ‘lesmachines’. Hoewel er op de architectuuropleiding van de ETH Zürich destijds nog niet zulke apparaten werden gebruikt, werd er al verwoed gedebatteerd over het toekomstperspectief van geautomatiseerde leerprocessen. Dat het gesprek over cyberneti-

<sup>1</sup>  
De volgende tekst is oorspronkelijk gepubliceerd als: “Classroom without walls”: Von Teaching Machines zu Machine Learning’, *Arch+ 249* (2022): *Learning spaces*, 164-173.

<sup>2</sup>  
Salomon Klaczko, “Einführende Bemerkungen zur Kybernetik für zukünftige Architekten und Urbanisten,” lezing, in *Systemdenken: Dokumentation einer Vorlesungsreihe: Kurs OEL 1, 1972/1973*, red. W. Custer und H. Imesch (Zürich: Department für Architektur van de ETH Zürich, 1972/1973). Salomon Klaczko was van 1972 tot 1975 gastprofessor Cybernetica aan de ETH.



## “Classroom without Walls” From teaching machines to machine learning

Georg Vrachliotis

The intersection of learning, space, and technology has become a significant focus in recent years. The design of educational environments for the future has emerged as a critical concern within campus architecture. These new university buildings often bear concise brand names that are abbreviated keywords, such as ‘collaboration’, ‘creativity’, or ‘flexibility’. Notable examples include UN Studio’s ‘Echo’ and ‘Pulse’ by ector hoogstad architecten, designed as new and innovative learning centres for the TU Delft campus. Despite their different architectural qualities, these projects share a common conceptual thread—integrating space and technology to create immersive learning experiences. In light of the rise of artificial intelligence, it is essential to consider how learning spaces can be adapted to this new era. Moreover, in a data-driven society, it becomes critical to question the nature of learning itself. The origins of these inquiries can be traced back to the mid-20th century’s experimental era of cybernetics, where the convergence of human and machine learning left an unforgettable mark on architectural history.<sup>1</sup>

“Introductory Remarks on Cybernetics for Future Architects and Urbanists” was the title of a lecture held in 1973 at the Architecture Department of the Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH).<sup>2</sup> Although the ETH drawing tables were not equipped with “learning machines” – which the lecture mentioned along with computer graphics – the prospect of automating the learning process was on everyone’s lips. Yet the fact that cybernetic education was being discussed in the country of Johann Heinrich Pestalozzi, the influential Swiss educator and social reformer, was likely met with a degree of incomprehension and criticism. Pestalozzi’s holistic approach was being challenged by an apparatus-driven world where education was to be broken down into small, prefabricated morsels of knowledge and administered to students through screens and input devices. The

<sup>1</sup>  
The following text was originally published as “Classroom without walls”: Von Teaching Machines zu Machine Learning’, *Arch+ 249* (2022): *Learning spaces*, 164-173.

<sup>2</sup>  
Salomon Klaczko, “Einführende Bemerkungen zur Kybernetik für zukünftige Architekten und Urbanisten,” lecture, in *Systemdenken: Dokumentation einer Vorlesungsreihe: Kurs OEL 1, 1972/1973*, ed. W. Custer und H. Imesch (Zürich: ETH Zurich Department of Architecture, 1972/1973). Salomon Klaczko was a visiting professor for Cybernetics at the ETH from 1972 to 1975.

sche pedagogiek bij uitstek in het geboorteland van de invloedrijke pedagoog en sociaal hervormer Johann Heinrich Pestalozzi plaatsvond, moet kritiek en onbegrip hebben losgemaakt. Want de holistische benadering van Pestalozzi werd immers gecontrasteerd met een mechanistische toekomst waarin het scholingsideaal in kleine, geprefabriceerde stukjes kennis zou worden opgedeeld en via invoerapparatuur en beeldschermen aan scholieren en studenten zou worden aangereikt. De irritatie moet des te groter zijn geweest omdat Zwitserland in de tweede helft van de vorige eeuw, naast Nederland, als een Europees bastion voor innovatieve schoolarchitectuur werd beschouwd, een positie die in nauw verband staat met het werk van de architect Alfred Roth en zijn invloedrijke, in 1950 verschenen werk *Das neue Schulhaus*.<sup>3</sup> Het zal dus niet verbazen dat beide aankomende architecten Jacques Herzog en Pierre de Meuron, zo blijkt uit de documenten, het idee van een cybernetisch gereguleerde pedagogiek weliswaar interessant vonden, maar er zeker niet enthousiast over waren.<sup>4</sup> Het vooruitzicht om in de toekomst deel uit te maken van een geautomatiseerd circuit en op die wijze met apparaten te praten, laat staan om ermee te communiceren, leek hun niet erg aantrekkelijk. Het nieuwe cybernetische jargon waarin nu over leerprocessen werd gesproken, kwam droog en cryptisch over. Daarnaast werd het gebrek aan interesse mogelijk ingegeven door het feit dat er noch gewag werd gemaakt van het ontwerp van pedagogische ruimten, noch van specifieke leeromgevingen. Er gaapte dus een kloof tussen de schoolarchitectuur en deze nieuwe technologische benadering van het leren. Het zou nog bijna tien jaar duren voordat er op het internationale congres *Computers in Education*<sup>5</sup> in Lausanne voor het eerst werd gesproken over ‘computervaardigheid’, waarbij de theoretische grondslagen voor een onderwijsvakgebied werden gelegd die zo’n tien jaar later inmiddels als ‘media-educatie’ werd omschreven. Daarop voortbouwend heeft de opvoedkundige Dieter Baacke een ook tegenwoordig nog vaak aangehaald pedagogisch concept ontwikkeld waarmee hij het tijdperk van de klassieke massamedia probeerde te verbinden met de vroeg-digitale cultuur.<sup>6</sup> Al sinds de jaren vijftig bestond de zogenaamde schooltelevisie.<sup>7</sup> Maar men had nog amper inzicht in de mogelijkheden van computers in het onderwijs, laat staan in die van ‘lesmachines’. Hoewel er aanvankelijk een gebrek aan oriëntatie was, werd de technologisering van het onderwijs zeker niet uitsluitend onder experts besproken, maar werd deze ook beïnvloed door bredere maatschappelijke discussies en ideologische debatten. Wie dus informeert naar de ruimten waarin wordt geleerd, informeert

daarmee altijd ook naar de politieke dimensies van ruimte en technologie.

### Technologisering van het denken

Het seminar aan de ETH Zürich zou een van de laatste pogingen zijn om beginnende architecten – onder wie de reeds genoemde toenmalige studenten Jacques Herzog en Pierre de Meuron – vertrouwd te maken met het idee van de cybernetica en ‘lesmachines’. In de architectuur woedde nog altijd een verhit debat over de vraag of de opmars van apparaten al dan niet ernstige schade had toegebracht aan de vermeend humanistische kern van het ontwerpen. Vrijwel onopgemerkt tekende zich in de marge van dit vooral in de jaren zeventig opkomende debat een intellectueel strijdperk van een heel andere aard af. Daarbij ging het niet om *Computer-Aided Design* (CAD) maar om *Computer-Aided Instruction* (CAI). Dat het ditmaal niet om de digitalisering van het ontwerpen draaide, maar om de digitalisering van het leren, neemt niet weg dat beide aspecten duidelijk met elkaar verbonden waren en dat nog altijd zijn. Met het oog daarop kan de automatiseringsgolf van de jaren zeventig worden gezien als één omvangrijke poging om ‘onbewuste of impliciete kennis’<sup>8</sup> met behulp van regeltechnologie te externaliseren en in de praktijk aan te wenden. Wat de digitalisering van het ontwerpen en het leren met elkaar verbindt, is de technologisering van geestelijke arbeid, zoals Nikolaus Kuhnert het in de *ARCH+*-publicatie *Eine architektonische Selbstbiographie* heeft omschreven: ‘De ontwerper heeft niet alleen te maken met nieuw tekengerei of een ander beeldscherm of papier, of met een lichtpen of stylus, maar ook met nieuwe arbeidsverhoudingen’, schreef Kuhnert met vooruitziende blik. Hij maakte duidelijk dat het bij digitalisering niet louter om een vluchtige introductie van nieuwe werktuigen ging. Veeleer was er sprake van een fundamentele verandering in ‘mentaal werk’, waarbij het niet alleen om ontwerpen maar ook om leren draaide.<sup>9</sup> Bij de discussie over de digitalisering komen dus twee verschillende, maar in wezen aan elkaar verwante vormen van kennisproductie aan bod. Vanuit ruimtelijk perspectief zijn leerruimten in zekere zin ook altijd ontwerpruimten, en vice versa. Of het nu om een tekenkamer, tekentafel, klaslokaal of ‘lesmachine’ ging, in de digitale cultuur draaide het om de technologisering van het denken zelf.

### Automatisering van het leren

In de jaren zestig fungeerden lesmachines als sociaal-technologische brandstof voor de ontwikkeling van nieuwe en ontwrichtende pedagogische

<sup>3</sup> A. Roth, *Das neue Schulhaus*, Zürich 1950.

<sup>4</sup> J. Herzog, P. de Meuron en G. Giser, presentatie over Helmar Frank’s boek, “Kybernetische Grundlagen der Pädagogik (1962),” in Systemtechnik: Arbeits- und Unterrichtshilfsmittel zur Übung “System” (Zürich: Department für Architektur van de ETH Zürich, 1972), 71–73.

<sup>5</sup> *Computers in Education: Proceedings of the IFIP TC-3 3rd World Conference on Computers in Education*, Lausanne, Zwitserland, 27-31 juli 1981.

<sup>6</sup> In zijn in 1973 verschenen proefschrift *Kommunikation und Kompetenz* gebruikte Dieter Baacke het begrip ‘Medienkompetenz’ (‘mediavaardigheid’) nog niet, maar legde daarvoor wel de basis. Pas in de jaren negentig introduceerde Baacke het begrip in de bredere discussie over wetenschap, praktijk en -politiek. Zie: D. Baacke, *Kommunikation und Kompetenz. Grundlegung einer Didaktik der Kommunikation und ihrer Medien*, München 1973, en: D. Baacke: ‘Sprachlose Bürger? Medienkompetenz als zentrales Ziel von “Medienpädagogik”’, in: W. Wunden (red.), *Öffentlichkeit und Kommunikationskultur*, Hamburg 1994, 231-243.

<sup>7</sup> Zie ook: H. Heinrichs, *Roboter vor der Schultür? Vom Schulfernsehen zum Lernautomaten* (Historische Pädagogik; 17), Bochum 1964.

<sup>8</sup> Zie ook: L. Schrijver (red.), *The Tacit Dimension: Architecture Knowledge and Scientific Research*, Leuven 2021.

<sup>9</sup> N. Kuhnert, ‘Eine architektonische Selbstbiographie’, *ARCH+* 237 (2019), 94.

sense of irritation must have been all the greater since Switzerland, along with the Netherlands, was considered the European mecca of innovative school construction in the second half of the 20th century – a period closely associated with the architect Alfred Roth and his influential book, *The New School*, published in 1950.<sup>3</sup> No wonder, then, that the two budding architects Jacques Herzog and Pierre de Meuron expressed their reservations about cybernetic ideas in their presentation on the book *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik* (Cybernetic Foundations of Pedagogy)<sup>4</sup> for the “System” seminar accompanying the lecture. The prospect of communicating with or learning from machines as part of a control loop apparently did not appeal to them. The new cybernetic jargon used to discuss learning was too dry and cryptic. Another reason for their indifference may have been that there was no mention of the design of educational spaces or special places of learning – in other words, architectural issues did not seem to play a role. There was a gap between school construction and the new technological vision of learning. And it would be nearly another ten years before “computer literacy” was first mentioned at the *World Conference on Computers and Education* in Lausanne.<sup>5</sup> This concept would serve as the theoretical cornerstone for the educational field that became popular in German-speaking countries yet another decade later, in the 1990s. Combining insights from the era of classic mass media with early digital culture, the educational concept of *Medienkompetenz* (media literacy) was developed by the educationalist Dieter Baacke and is still widely cited today.<sup>6</sup> Educational children’s television programming had already been around since the 1950s.<sup>7</sup> But how a computer could be put to good use in education, or what role machines might play in learning, were still shrouded in speculation. Yet this initial lack of orientation should not obscure the fact that the discourse on the technologization of learning was never conducted solely by experts – it was always shaped by sociopolitical discussions and public ideological debates. When considering spaces of digital learning, we should therefore always keep in mind the political dimension of space and technology.

### Technologization of thinking

The “System” seminar at ETH in 1973 was one of the last attempts to make cybernetics and the idea of learning machines palatable to prospective architects. In architecture at the time, people were still arguing about whether the intrusion of the machine into the supposedly humanistic heart of design would cause serious damage.

Almost unnoticed, a second intellectual battleground of entirely different dimensions emerged on the fringes of this debate in the 1970s. Instead of computer-aided *design*, the focus was on computer-aided *instruction*, i.e., not the digitization of design but the digitization of learning. The two topics were nevertheless closely interconnected – and remain so today. Seen in this light, the automation wave of the 1970s was nothing less than a large-scale attempt to externalize so-called tacit knowledge<sup>8</sup> with the help of control technologies and to make it accessible. What connects the digitization of design and learning is the technologization of intellectual work itself. Nikolaus Kuhnert insightfully described this in 1984 in *ARCH+ 77: Computer-Aided Design 1984*: “It’s not just about a different drawing tool, screen or paper, light pen or pencil, etc., but also about different working conditions to which the designer is exposed.”<sup>9</sup> Kuhnert recognized that digitization would not only give rise to new tools but also spark a fundamental change in “intellectual work” in the future, transforming design as well as learning. Digitization therefore profoundly affected two different yet fundamentally related forms of knowledge production. Spaces of learning are, to some extent, also spaces of designing, and vice versa. Whether drawing hall or drawing machine, learning space or learning machine – what was negotiated in digital culture was the technologization of thinking itself.

### Automation of learning

In the 1960s, learning machines acted as socio-technical fuel, powering the development of new, disruptive educational experiments. This was also when Helmar Frank published his book, *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik*, which was on Jacques Herzog and Pierre de Meuron’s list of references in the early 1970s. It thus took just under a decade for the experimental avant-garde of technologized pedagogy to find its way from the minds of individual cyberneticists into the architecture schools. Frank, a former high school teacher and mathematician, earned his doctorate under Max Bense in Stuttgart in the late 1950s and was thus part of the inner circle that saw “cybernetics,” coined by Norbert Wiener in 1947, not only as a new form of mathematics but also as a new social theory. With his book, Frank was the first in the German-speaking world to address the automation of learning, which caused quite a stir in postwar Germany. The appeal of his information-theory-based worldview lay in its self-assured manner as a techno-experimental counterculture that aimed to deconstruct traditional ways of thinking. The subtitle of Frank’s book said

<sup>3</sup> A. Roth, *Die neue Schule. La Nouvelle Ecole. Das Neue Schulhaus* (Zurich: editions Girsberger, 1950).

<sup>4</sup> *J. Herzog, P. de Meuron and G. Giser*, presentation on Helmar Frank’s book, “Kybernetische Grundlagen der Pädagogik (1962),” in Systemtechnik: Arbeits- und Unterrichtshilfsmittel zur Übung “System” (Zurich: ETH Zurich Department of Architecture, 1972), 71–73.

<sup>5</sup> *Computers in Education: Proceedings of the IFIP TC-3 3rd World Conference on Computers in Education, Lausanne, July 27–31, 1981.*

<sup>6</sup> In his 1973 PhD thesis, “Kommunikation und Kompetenz” (Communication and Competence), Dieter Baacke did not yet use the term *Medienkompetenz* (media literacy) but laid its foundation. It was not until the 1990s that Baacke introduced the term into public discourse on science, practice, and politics. See Dieter Baacke, *Kommunikation und Kompetenz: Grundlegung einer Didaktik der Kommunikation und ihrer Medien* (Munich: Juventa, 1973); Dieter Baacke, “Sprachlose Bürger? Medienkompetenz als zentrales Ziel von Medienpädagogik,” in *Öffentlichkeit und Kommunikationskultur*, ed. Wolfgang Wunden (Hamburg: LIT, 1994), 231–243.

<sup>7</sup> See H. Heinrichs, *Roboter vor der Schultür? Vom Schulfernsehen zum Lernautomaten* (Bochum: Kamp, 1964).

<sup>8</sup> See L. Schrijver, ed., *The Tacit Dimension: Architecture Knowledge and Scientific Research*, Leuven 2021.

<sup>9</sup> N. Kuhnert, “Zu diesem Heft – Rechnergestütztes Entwerfen,” *ARCH+ 77, Computer-Aided-Design: Zum Stand der Kunst* (November 1984), 25.

experimenten. Het boek over deze ontwikkeling dat begin jaren zeventig door Jacques Herzog en Pierre de Meuron werd besproken, was van de hand van Helmar Frank en al tien jaar eerder gepubliceerd. Het duurde nog eens tien jaar voordat het werk van een experimentele voorhoede binnen de getechnologiseerde pedagogiek via afzonderlijke cybernetici zijn weg had gevonden naar architectuuropleidingen van vooraanstaande instellingen. De voormalige vwo-leraar en wiskundige Frank was in de jaren vijftig bij Max Bense in Stuttgart gepromoveerd en behoorde daarmee tot een kleine kring van ingewijden die in de cybernetica van Norbert Wiener niet alleen een nieuwe vorm van wiskunde, maar ook een nieuwe sociale theorie zagen. In *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik* was Frank als eerste in de Duitstalige landen ingegaan op de automatisering van leerprocessen en had daarmee in het naoorlogse West-Duitsland heel wat stof doen opwaaien. Zoals ook in de architectuur en de beeldende kunst berustte de aantrekkingskracht van dit op informatietheoretische concepten gestoelde wereldbeeld op de zelfverzekerde benadering van een soort technologisch-experimentele tegencultuur, die tot doel had bestaande denkpatronen af te breken. *Eine Einführung in die Pädagogistik [sic] für Analytiker, Planer und Techniker des didaktischen Informationsumsatzes in der Industriegesellschaft* ('Inleiding in de pedagogistiek [sic] voor analytici, planners en technici van didactische informatieoverdracht in de industriële samenleving'), zo luidde de programmatische ondertitel van Franks boek. Daarmee presenteerde hij zijn werk niet alleen als een wetenschappelijk en technologisch, maar vooral ook onderwijspolitiek geschrift voor de toekomst.<sup>10</sup> Frank belichaamde een intellectuele voorhoede die een grootse poging ondernam om het onderwijslandschap, dat van oudsher door de geesteswetenschappen was beheerst, met behulp van innovatieve industriële technologieën op te schudden en opnieuw vorm te geven. De belofte van de nieuwe cybernetica, namelijk dat zij het onderwijs sneller en goedkoper zou maken en daarmee het veelbesproken tekort aan leerkrachten zou oplossen, moet talloze politici als muziek in de oren hebben geklonken. Daarbij ging het niet zozeer om het ideaal van kennisvergaring, maar veeleer om industriële strategieën van automatisering en optimalisatie van efficiëntie. Dat was niet verwonderlijk, aangezien de oorsprong van deze onderwijstechnologie in het vakgebied van de 'human engineering' lag, een interdisciplinair onderzoeksterrein dat in de Tweede Wereldoorlog was opgekomen en tot doel had de interactie tussen mens en machine te optimaliseren. De praktische kennis op dit gebied die door het Amerikaanse leger<sup>11</sup> was opgedaan,

werd daarna op verschillende civiele onderzoeksterreinen uitgewerkt, zoals niet alleen bleek uit de Dymaxion-huizen van Buckminster Fuller en de mobiele hangar van Konrad Wachsmann, maar ook uit de automatisering van leerprocessen. Omgekeerd waren lesmachines een poging om de school als maatschappelijke institutie in te bedden in het ideologische strijdperk van de Koude Oorlog, waarbij het niet alleen ging om systeembouw en de scholengemeenschap, maar ook om geautomatiseerde leerprocessen en cybernetische pedagogiek. Deze ontwikkeling werd aangezwengeld door de 'Spoetnik-schok' van 1957, het plotselinge besef dat de Sovjet-Unie met haar geslaagde poging een satelliet in een omloopbaan rond de aarde te brengen een duidelijk technologische voorsprong op het kapitalistische Westen had genomen.<sup>12</sup> De reactie van de Amerikaanse regering liet niet lang op zich wachten. In 1958, slechts een jaar na de lancering van de Spoetnik, werden onder president Dwight D. Eisenhower niet alleen het defensie-instituut DARPA en het ruimtevaartagentschap NASA opgericht, maar werd ook de National Defense Education Act<sup>13</sup> aangenomen, een grootschalige hervorming van het Amerikaanse onderwijs die tot doel had de technologische knowhow van het land te vergroten. Centraal stond daarbij een sterkere individualisering van het onderwijs en de opbouw van innovatieve vormen van interdisciplinaire kennisproductie, waaronder het onderzoek naar creativiteit en *brainstorming* en de ontwikkeling van speciale denktanks en 'zelflerende programma's'.<sup>14</sup> De individualisering van het leerproces leidde tot de opkomst van het vakgebied 'educational technology' of 'edtech', een innovatief onderzoeksterrein binnen de onderwijsindustrie dat vooral berustte op de behavioristische theorieën van de invloedrijke psycholoog en gedragswetenschapper B.F. Skinner.<sup>15</sup> Edtech beloofde efficiëntie in alle opzichten, zowel in de kennisproductie als in de ideologische afscherming tegen communistisch gedachtegoed. De jaren zestig golden als het gouden tijdperk van de 'lesmachines' (*teaching machines*), en de ster van deze ontwikkeling luisterde naar de naam 'PLATO', oftewel 'Programmed Logic for Automated Teaching Operations' ('Geprogrammeerde logica ten behoeve van geautomatiseerde lesmethoden'). Het was een van de meest invloedrijke lesmachines in de naoorlogse periode.<sup>16</sup> Het apparaat was de vrucht van het werk van ingenieurs, pedagogen, wiskundigen en psychologen van de University of Illinois en samengesteld uit oude radarapparatuur. Op grond van behavioristische theorieën zorgde het apparaat voor de compartimentalisatie van kennis in zogenaamde leerquanta. Daarbij zouden thema's en leerstof niet langer uit een geheel van

10  
H. Frank, *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Pädagogistik für Analytiker, Planer und Techniker des didaktischen Informationsumsatzes in der Industriegesellschaft. Band 2: Angewandte kybernetische Pädagogik und Ideologie*, Baden-Baden 1969 (2e ed.).

11  
Zie ook: L. Briggs, 'Teaching Machines for Training of Military Personnel in Maintenance of Electronic Equipment', in: E. Galanter (red.), *Automatic Teaching: The State of the Art*, New York 1959), 131-145, en: J. Olsen en V. Bass, 'The Application of Performance Technology in the Military 1960-1980', *NSPI Journal* juli/augustus 1982.

12  
Zie ook: G. Vrachliotis, 'Whole Earth Catalog: Die Katalogisierung der Welt', in: F. Bark Hagen (red.), *Versuche das Glück im Garten zu finden*, Zürich 2011, 26-143.

13  
Zie ook: B. Barksdale Clowse, *Brainpower for the Cold War. The Sputnik Crisis and National Defense Education Act of 1958*, Westport, CN, 1981.

14  
Zie ook: A. A. Lumsdaine, 'Teaching Machines and Auto-Instructional Programs', 1959; A. A. Lumsdaine en R. Glaser (red.), *Teaching Machines and Programmed Learning: A Source Book*, Washington DC 1960.

15  
B.F. Skinner, 'Why We Need Teaching Machines', *Harvard Educational Review* 31 (1961) 4, 377-398.

16  
PLATO werd ook geëxposeerd op een tentoonstelling die in 1974 in het Walker Art Museum door Mildred S. Friedman was georganiseerd. Zie: M.S. Friedman, 'Context for Learning', *New Learning Spaces & Places, Design Quarterly* 90/91 (1974), 9-10.

002  
Luigi Colani ontwierp in 1971 voor het bedrijf Flötotto een 'leer-ei' of leercel. Dit ontwerp werd gepresenteerd op de *Interschul* handelsbeurs in Dortmund (Courtesy Ya-Zhen Zhao / Colani Design Germany GmbH 2).

003a-b  
Luigi Colani: ontwerptekeningen voor de leercel. Hoewel zijn ontwerp uit 1971 nooit verder kwam dan het prototypestadium, lijkt de visie van een afgesloten digitale leer- of werkomgeving vanuit het perspectief van vandaag bijna profetisch (Courtesy Ya-Zhen Zhao / Colani Design Germany GmbH 2).

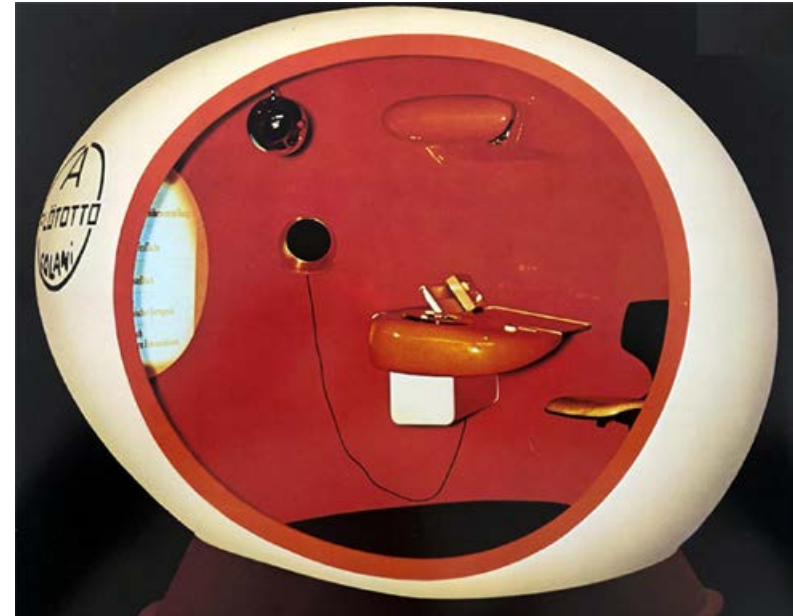
003a



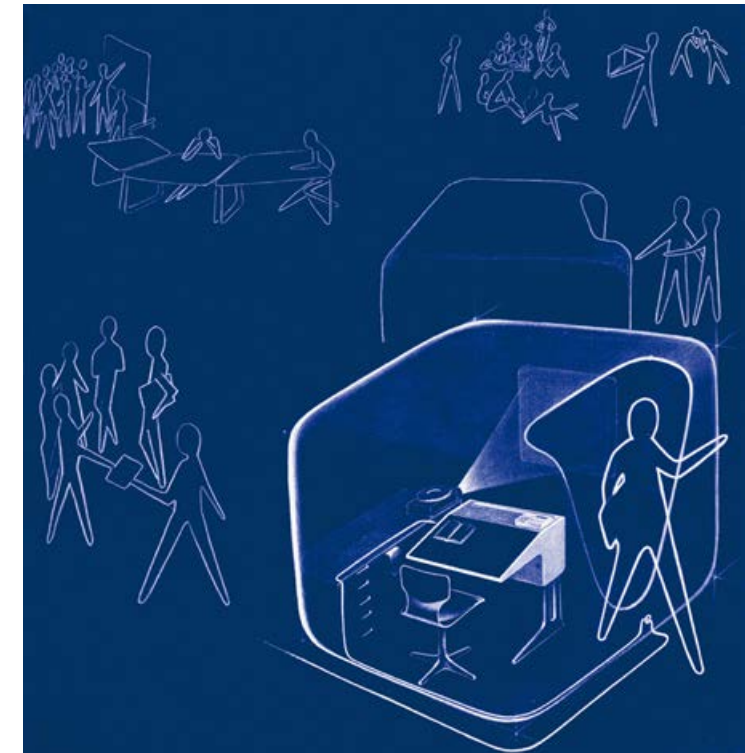
002  
The designer Luigi Colani created a learning cell for the Flötotto company in 1971, which was presented at the "Interschul" trade fair in Dortmund (Courtesy Ya-Zhen Zhao / Colani Design Germany GmbH 2).

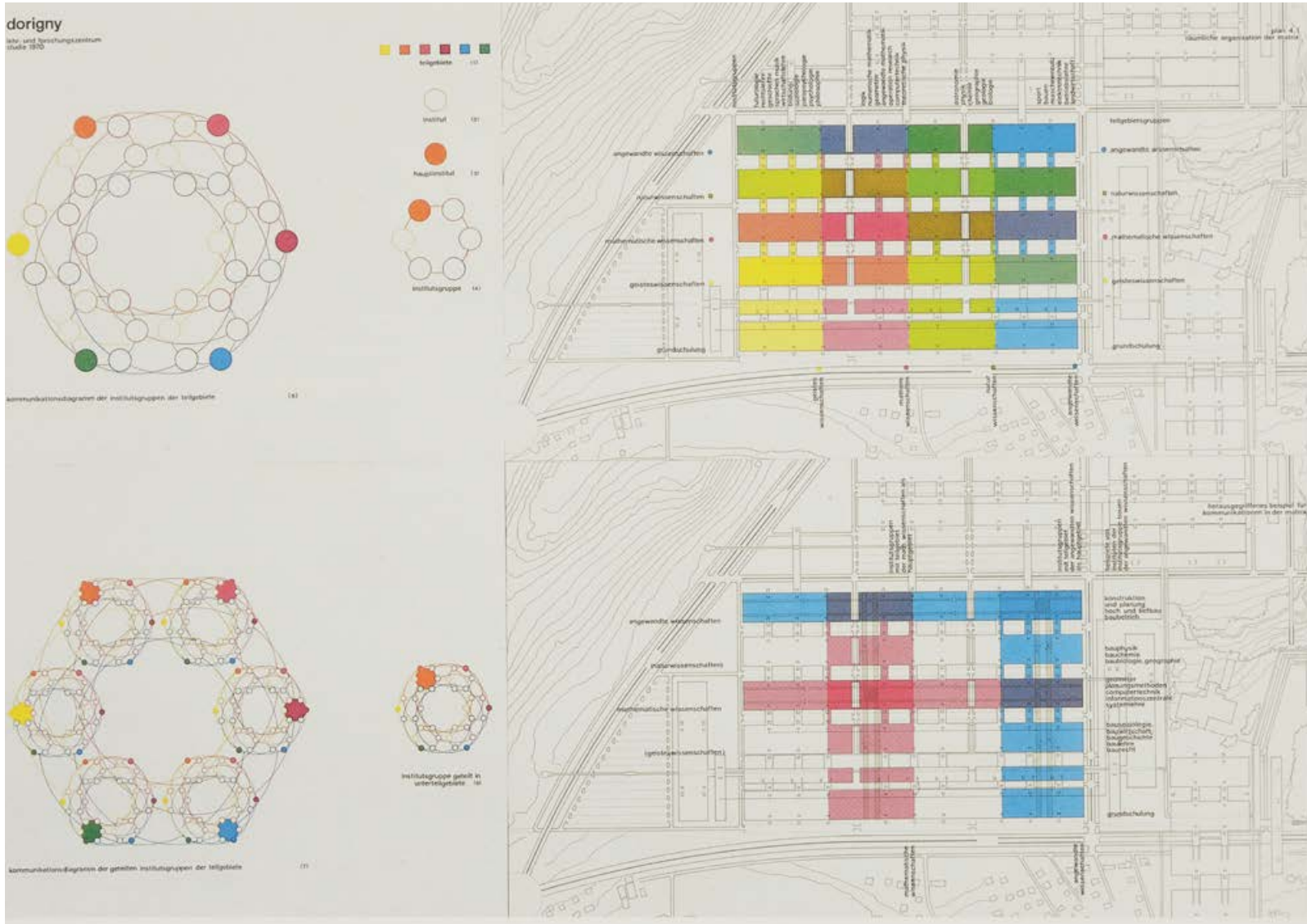
003a-b  
Luigi Colani: Design drawings of the learning cell. Even if his design of 1971 never went beyond the prototype stage, the vision of a sealed-off digital learning or working environment seems almost prophetic from today's perspective (Courtesy Ya-Zhen Zhao / Colani Design Germany GmbH 2).

002



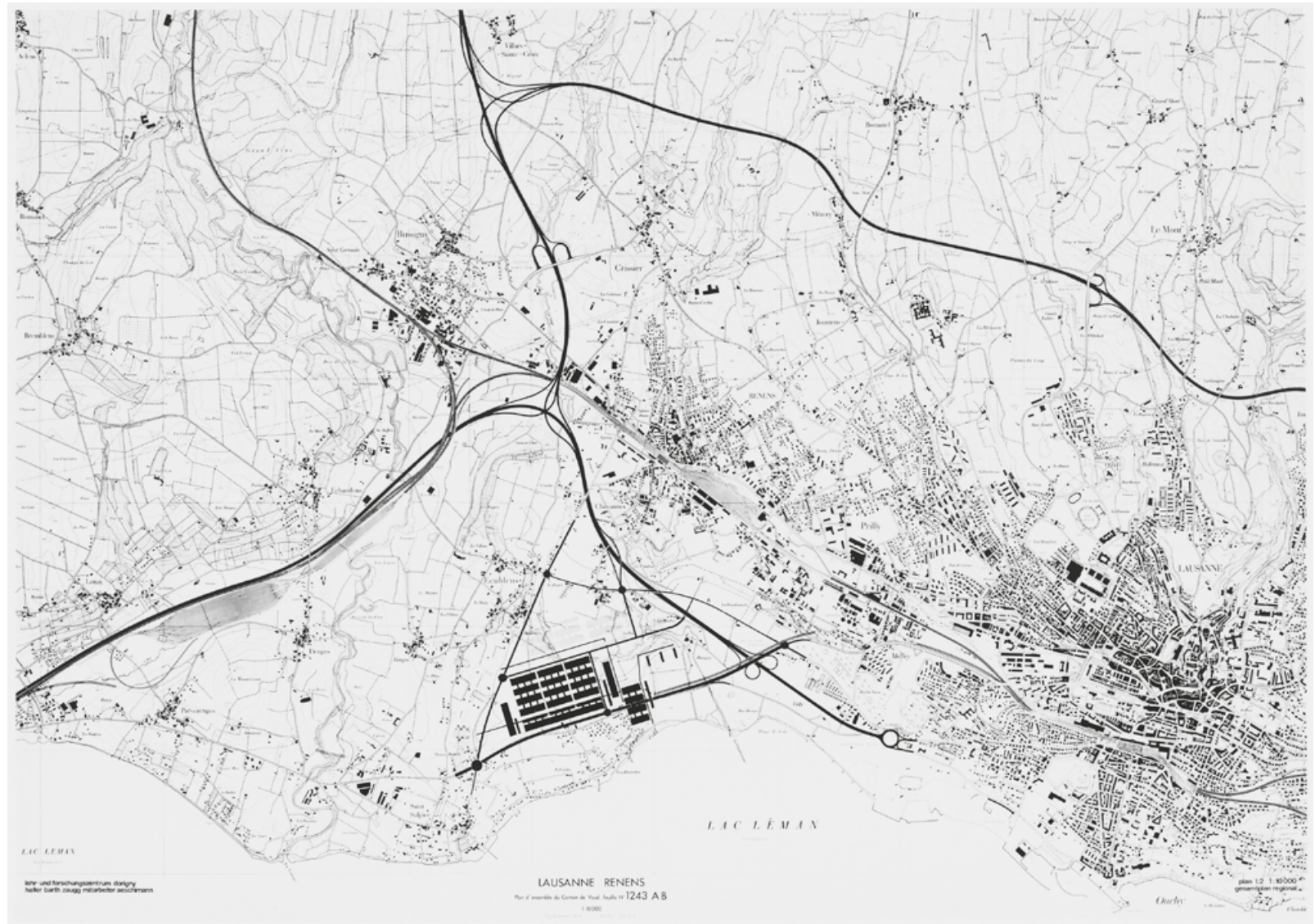
003b





**004**  
 Fritz Haller, Alfons Barth, Hans Zaugg: ontwerp voor de École Polytechnique Fédérale (EPFL) bij Lausanne. De programmatieke en ruimtelijke structuur van het ontwerp voor de EPFL Dorigny campus volgt ook het idee van het netwerk. De disciplines zijn gerangschikt in een driedimensionale matrix, waardoor contactpunten ontstaan tussen verwante disciplines (gta Archiv / ETH Zürich, Fritz Haller).

**004**  
 Fritz Haller, Alfons Barth, Hans Zaugg: Design for the École Polytechnique Fédérale (EPFL) near Lausanne. The programmatic and spatial structure of the design for the EPFL Dorigny campus also follows the idea of the network. The disciplines are arranged in a three-dimensional matrix, creating points of contact between related disciplines (gta Archiv / ETH Zürich, Fritz Haller).



**005**  
 De ligging van de EPFL Dorigny campus in Ecublens bij Lausanne. Het benadrukken van de infrastructurele routes ondersteunt het idee van de nieuwe universiteit als een schakel in een transnationale kennisnetwerk (gta Archiv / ETH Zürich, Fritz Haller).

**005**  
 The site of EPFL Dorigny campus in Ecublens near Lausanne. The highlighting of the infrastructural routes supports the authors' idea of the new university as a link in a transnational knowledge network (gta Archiv / ETH Zürich, Fritz Haller).



Norbert Wiener (1894-1964), die wordt beschouwd als de grondlegger van de cybernetica, hield zich zijn hele leven bezig met de kwantificering van menselijke gedragspatronen en de overdraagbaarheid daarvan op machineprocessen – wat veel aandacht trok onder pedagogen. Op deze foto staat hij rechts, sigaar in de hand, met jonge collega's voor de 'autocorrelator', waarvan hij hoopte dat deze ooit hersengolven zou kunnen decoderen (MIT Museum).

Seymour Papert (1928-2016), oprichter van de Epistemology and Learning Group aan het Massachusetts Institute of Technology, met een van zijn 'schildpadden'. Deze schildpad onderwees wiskunde aan studenten (Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0).

De belofte van Silicon Valley dringt door tot de popcultuur in New York: Keith Haring en Sean Lennon zitten 9 oktober 1984 voor een Macintosh computer, die John Lennons en Yoko Ono's zoon voor zijn negende verjaardag kreeg van Steve Jobs (rechts op de achtergrond). Een andere prominente gast was Andy Warhol (© The Andy Warhol Foundation for the Visual Arts Inc. c/o Pictoright Amsterdam, image excluded from the CC BY 4.0 license).

Norbert Wiener (1894-1964), who is considered the founder of cybernetics. Throughout his life, he was concerned with the quantification of human behavioral patterns and their transferability to machine processes - which attracted a lot of attention among educators at the time. Here on the right, he is with colleagues in front of the "autocorrelator", which he hoped would one day be able to decode brain waves (MIT Museum).

Seymour Papert (1928-2016), founder of the Epistemology and Learning Group at the Massachusetts Institute of Technology, with one of his "turtles". This device taught pupils mathematics (Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0).

The promise of Silicon Valley is making its way into pop culture circles in New York: Keith Haring and Sean Lennon sit October 9th 1984 in front of a Macintosh computer, given by Steve Jobs (right in the background) to John Lennon's and Yoko Ono's son for his ninth birthday. Another prominent guest was Andy Warhol (© The Andy Warhol Foundation for the Visual Arts Inc. c/o Pictoright Amsterdam, image excluded from the CC BY 4.0 license).

it all: "An Introduction to Pedagogy for Analysts, Planners, and Technicians of Didactic Information Transfer in Industrial Society" (*Eine Einführung in die Pädagogistik für Analytiker, Planer und Techniker des didaktischen Informationsumsatzes in der Industriegesellschaft*). This title articulated the ambition to present a scientific and technological approach not only to the future but also to education.<sup>10</sup> As such, it was part of a wider attempt to disrupt and restructure the educational landscape, traditionally controlled by the humanities, with the help of novel industrial technologies. The promise of cybernetics to make teaching faster and less expensive, and to rectify the teacher shortage that was already being publicly discussed at the time, must have sounded like the beautiful melody of a better future to the ears of many politicians. The focus was less on the ideal of gaining knowledge than on industrial strategies for efficient regulation and optimization. The roots of this educational technology can be traced back to the field of human engineering, an interdisciplinary branch of research established around World War II that aimed to optimize the interaction between humans and machines. Knowledge gained in the context of the US military was applied to various aspects of civilian life.<sup>11</sup> These included not only Buckminster Fuller's Dymaxion Houses and Konrad Wachsmann's US Aircraft Hangar but also the automation of learning. Conversely, attempts were made to integrate the school as a social institution into the Cold War's competition of systems, which involved not only standardized construction and the democratization of secondary education but also teaching machines and cybernetic pedagogy. Catalyzing this development was the "Sputnik shock" induced by the realization that the Soviet Union had a technological lead over the capitalist West with its successful launch of its Earth-orbiting satellite in 1957.<sup>12</sup> The US government's response was not long in coming. In 1958, just one year later, President Dwight D. Eisenhower established not only the defense institution DARPA and the space agency NASA but also the National Defense Education Act, which led to sweeping reforms of the US school curriculum and the upgrading of the country's technical expertise.<sup>13</sup> The focus was on more individualized instruction and developing novel forms of interdisciplinary knowledge production, including research on creativity and brainstorming as well as the development of special "think tanks" and "auto-instructional programs."<sup>14</sup> The individualization of learning led to the establishment of "educational technology," or *edTech*, a new branch of research in the education industry that drew strongly on behaviorist theories by the influential psychologist and behaviorist B. F. Skinner.<sup>15</sup> EdTech promised

efficiency in every respect, in knowledge production and in ideological protection against communist ideas. The 1960s were the golden age of teaching machines. The star of this movement went by the name PLATO – short for Programmed Logic for Automated Teaching Operations – and was arguably the most influential teaching automation system of the postwar era.<sup>16</sup> Assembled by engineers, educators, mathematicians, and psychologists at University of Illinois from parts of an old radar set, the new machine required breaking up knowledge into "learning quanta" according to behaviorist theories. Learning content and topics would no longer be thought of in terms of complex contexts but sequentially and additively, as if on an assembly line. One could say that the automation of teaching went hand-in-hand with the automation of learning. The goal was to build a foolproof control loop of learning comprising theory, hardware, software, information, and users. A focus was placed on creating devices that could be operated with simple buttons: the hand was considered the main tool of sensory perception and haptic feedback in the operation of early teaching machines. Few are likely aware that in 1948, one year after the publication of his legendary book, *Cybernetics*, Norbert Wiener developed a special device intended to help deaf people. His machine translated spoken language into vibration patterns that deaf people could feel with the help of small sensors on their fingertips. Ultimately, Wiener did not pursue the development of the "correlator" beyond the prototype stage. However, the project shows how the development of early teaching machines was mainly a question of hardware and haptic human-machine communication, in which physical space and furniture hardly played a role.

### Institutionalization of learning

Although most of these machines barely made it beyond the prototype phase, they held out the promise of being able to solve the problems and challenges of both education and society in one fell swoop. But this promise was not just a matter of theory and industry but also of institutions. This is evidenced in a 1969 article in issue 6 of *ARCH+* about the newly founded Institute for Cybernetics at the Pädagogische Hochschule (College of Education) in West Berlin.<sup>17</sup> Written by the computer scientist Uwe Lehnert,<sup>18</sup> one of the founding fathers of cybernetic education, it is more a detailed account than a reflective text and remains wedded to the jargon characteristic of cybernetics. What is remarkable is how multilayered the new institute was in its structure and the technocratic vigor with which it tried to

H. Frank, *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik: Eine Einführung in die Pädagogistik für Analytiker, Planer und Techniker des didaktischen Informationsumsatzes in der Industriegesellschaft*, vol. 2: *Angewandte kybernetische Pädagogik und Ideologie* (Baden-Baden: Agis, 1969).

See L. Briggs, "Teaching Machines for Training of Military Personnel in Maintenance of Electronic Equipment," in *Automatic Teaching: The State of the Art*, ed. Eugene Galanter, (New York: Chapman and Hall, 1959), 131–145; John Olsen, Virginia Bass, "The Application of Performance Technology in the Military: 1960–1980," *NSPI Journal* 21/6 (July/August 1982): 32–36.

See G. Vrachliotis, "Whole Earth Catalog: Die Katalogisierung der Welt," in *Versuche das Glück im Garten zu finden*, ed. Franziska Bark Hagen (Zurich: Lars Mueller, 2011), 120–138.

See B. Barksdale Clowse, *Brainpower for the Cold War: The Sputnik Crisis and National Defense Education Act of 1958* (Westport: Greenwood Press, 1981).

See A. A. Lumsdaine, "Teaching Machines and Auto-Instructional Programs," *Audio Visual Communication Review* 7/3 (Summer 1959): 163–181; A. A. Lumsdaine and R. Glaser, eds., *Teaching Machines and Programmed Learning: A Source Book* (Washington: National Education Association, 1960).

B. F. Skinner, "Why We Need Teaching Machines," *Harvard Educational Review* 31 (1961), 377–398.

The system was featured in the 1974 exhibition *New Learning Spaces & Places* at the Walker Art Museum, curated by Mildred S. Friedman. See Mildred

S. Friedman "Context for Learning," *Design Quarterly* 90/91: *New Learning Spaces & Places* (1974), 9 f.; published in German in *Bildungsschock: Lernen, Politik und Architektur in den 1960er und 1970er Jahren*, ed. Tom Holert, HKW, exhib. cat. HKW, Berlin, Berlin 2020, 254–257.

U. Lehnert, "Institut für Kybernetik PH Berlin," *ARCH+* 6 (April 1969), 3–6.

See U. Lehnert, "Computer im Schulwesen," *Data Report* 3 (1968): 29–34; Uwe Lehnert, "Der Stand des rechnerunterstützten Ausbildungswesens in der Bundesrepublik Deutschland im Spiegel des 8. Internationalen Symposions über Programmierte Instruktion und Lehrmaschinen," *Neue Unterrichtspraxis* 4 (1970), 219–223.



complexen bestaan, maar – als op een lopende band – in een duidelijke volgorde en accumulatief worden behandeld. Zo bezien ging de automatisering van het lesgeven gepaard met de automatisering van het leren. Het doel was de creatie van een soepele en ononderbroken leersequentie waarin theorie, hardware, software, informatie en de *user* allemaal werden samengebonden. Daarbij richtten men zich vooral op het ontwerp van apparaten die met een paar eenvoudige toetsen bediend konden worden. Aanvankelijk speelden de fysieke ruimte, het meubilair en ook het menselijk lichaam in deze opstelling nog een ondergeschikte rol, met uitzondering van de hand. In het geval van de eerste *teaching machines* werd de hand gezien als het centrale werktuig voor de zintuiglijke waarneming en haptische feedback. Het is amper bekend dat Norbert Wiener in 1948, een jaar nadat hij zijn baanbrekende verhandeling over de cybernetica had gepubliceerd, ook een speciaal apparaat voor doven ontwikkelde, waarmee spraak werd omgezet in afzonderlijke trillingspatronen die door slechthorenden en doven met behulp van kleine sensoren aan hun vingertoppen opgevangen en zo begrepen konden worden. Wiener ontwikkelde deze zogenaamde *correlator* niet verder, maar het project maakt duidelijk dat het bij de ontwikkeling van de eerste *teaching machines* vooral draaide om hardware en om de haptische communicatie tussen mens en machine en dat de ruimtelijke omgeving van het leren nog amper een rol speelde.

## Institutionalisering van het leren

Hoewel de meeste van deze apparaten nauwelijks verder kwamen dan het stadium van prototype, beloofden ze wel de problemen en uitdagingen van het onderwijs en de samenleving op te lossen. Dat het bij deze belofte niet alleen om theorie en industrie ging, maar ook om het instituut onderwijs, wordt duidelijk uit een artikel over het kort daarvoor opgerichte Institut für Kybernetik van de Pädagogische Hochschule Berlin, dat in 1969 in de tweede uitgave van *ARCH+* verscheen<sup>17</sup> en was geschreven door de informaticus Uwe Lehnert,<sup>18</sup> een van de grondleggers van de cybernetische pedagogiek. Het artikel leest meer als een uitgebreid verslag dan als een overdenking van het betreffende thema en is verwoord in het voor de cybernetica kenmerkende jargon. Opvallend is hoe veelzijdig de gelaagdheid van het pas opgerichte instituut was en hoe technocratisch het sociale onderwijsideaal werd ontleed. Als op een cybernetische operatietafel werd het humanistische onderwijsideaal in vijf belangrijke gebieden opgedeeld, die werden aangeduid met termen die overkomen als een blauwdruk voor een groots

opgezette automatisering van het leren: ‘Theorie en techniek van lesmachines’, ‘Informatiepsychologie en informatie-esthetiek’, ‘Computergestuurde didactische informatie-aanzet’, ‘Organisatiecybernetica’ en ten slotte ‘Leeralgoritmisatie’.<sup>19</sup> Het is duidelijk dat de oprichting van het instituut niet door pedagogische of sociaal-politieke redenen was ingegeven maar van de industrie was uitgegaan, ook al was in dit geval de grens tussen academisch en industrieel onderzoek tamelijk poreus: ‘Beslissend voor dit nieuwe hoofdstuk in de geschiedenis van het instituut was het besluit van Siemens AG om zonder enige voorwaarden een dataverwerkingsapparaat van het type S303 ter beschikking te stellen. Intussen heeft het Institut für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nog eens vier digitale computers van het type N820 van de firma Nixdorf ontvangen.’<sup>20</sup> Het vernieuwende aan deze band tussen onderwijs en technologie was het feit dat de pedagogiek niet alleen de aandacht trok van de psychologie, maar ook van de toegepaste wiskunde en de werktuigbouwkunde. ‘Leren’ werd nu door de bril van een volstrekt nieuwe wetenschapsindustriële kruising tussen gedragpsychologie, pedagogiek, elektro-techniek en informatica bekeken. Maar dat zegt nog niet zoveel. Pas door de institutionalisering van deze nieuwe vakgebieden kon het beoogde onderwijspolitieke succes worden nagestreefd. Het is dan ook geen toeval dat deze technisch geavanceerde ideeën over onderwijs gepaard gingen met de oprichting van een hele reeks nieuwe instituten, waarvan het Institut für Kybernetik van de Pädagogische Hochschule Berlin slechts een van vele voorbeelden was. Vooral in Duitsland draaide het daarbij aanvankelijk niet zozeer om het creëren van architectonische ruimten, maar om het scheppen van institutionele ruimte. Dat zal misschien verbazing wekken, maar het maakt duidelijk hoezeer het onderwijs werd bepaald door bureaucratische besluitvorming en strikte voorstellingen over de samenleving. Niet zelden versmolt het ene met het andere en kon men specifieke onderwijsopvattingen afleiden uit de hele opzet van een instituut. Het organigram van deze instituten groeide uit van een cybernetisch circuit van kennisoverdracht en technische transparantie tot een diagrammatische blauwdruk voor kwantificeerbare leerprocessen.

## ‘Learning capsule’

Foto’s van de vroege lesmachines maken duidelijk hoe onbeholpen deze innovatieve onderwijstechnologie werd gebruikt. De vaak niet al te eenvoudig te bedienen apparaten kwamen op de houten bankjes van de scholieren nog als echte *Fremdkörper* over. Ruimte, mens en apparaat

<span>17</span>
U. Lehnert, ‘Portrait: Institut für Kybernetik PH Berlin’, <i>ARCH+</i> 2 (1969) 6, 3-6.
<span>18</span>
Zie ook: U. Lehnert, ‘Computer im Schulwesen’, <i>Data Report</i> 1968, nr. 3, 29-34, en: ‘Der Stand des rechnerunterstützten Ausbildungswesens in der Bundesrepublik Deutschland im Spiegel des 8. Internationalen Symposions über Programmierte Instruktion und Lehrmaschinen’, <i>Neue Unterrichtspraxis</i> 1970, nr. 4, 219-223.
<span>19</span>
Lehnert 1968 (noot 18), 4.
<span>20</span>
Lehnert 1968 (noot 18), 4.

dismantle the social ideal of learning. As if being dissected on a cybernetic operating table, the humanistic ideal of learning was broken down into five key areas whose titles sound like a blueprint for the large-scale project of automating learning: “Theory and Technology of Teaching Machines,” “Information Psychology and Information Aesthetics,” “Computer-Assisted Didactic Information Transfer,” “Organizational Cybernetics,” and “Educational Algorithms.”<sup>19</sup> It speaks for itself that the institute was not founded out of educational or sociopolitical motives but industrial interests, although the line between academic and industrial research was fluid here: “The decision of Siemens-Aktiengesellschaft to provide the institute with a type S303 data processing system on an unconditional basis was decisive for this new stage in the institute’s history. The institute has since received four more N820 digital computers from the Nixdorf company for research and development.”<sup>20</sup> What was new about this connection between education and technology was that pedagogy drew interest not only from the field of psychology but also applied mathematics and engineering. “Learning” was viewed through the lens of an entirely new science-industry hybrid comprising behavioral psychology, education, electrical engineering, and computer science. But that does not say much; only the institutionalization of these new sciences could promise the hoped-for success in terms of educational policy. It is therefore no coincidence that techno-avant-garde notions of learning were accompanied by a series of new institutions, of which the Institute for Cybernetics at the Pädagogische Hochschule in Berlin was just one of many. Instead of architectural space, the initial concern, particularly in Germany, was creating institutional space. That may sound surprising, but it illustrates the extent to which bureaucratic decisions and rigid social models controlled the field of education. It was not uncommon for the one to merge with the other, and an institution’s structure often revealed its educational approach. The institution’s organizational chart became a cybernetic loop of knowledge transfer, and technological transparency became a diagrammatic symbol of quantifiable learning.

## Learning capsule

Photos of the first learning machines show how cumbersome it was to implement the new educational technology. The more or less compact machines stood like foreign objects on the students’ wooden desks in the classrooms. The space, the people, and the machines were completely decoupled from each other. Learning technology was upgraded without considering

the spatial dimension of learning. Design barely played a role; people were too busy inventing special machines and interfaces. Luigi Colani tried to change just that, albeit in an extroverted manner. At the 1971 education fair in Dortmund with the programmatic title *Interschul* (Interschool), Colani presented his prototype for an organically shaped, almost embryonic walk-in learning apparatus as part of his ergonomic furniture series for the company Flötotto. Equipped with headphones, students sat as if in a cockpit or space capsule surrounded by screens, slide projectors, and new-fangled recording devices. The walls, floor, ceiling, and even the furniture were made of plastic, with the technology seamlessly integrated. How people were expected to learn in that environment remains a mystery to this day, although the intention is obvious: the architectural space was not merely meant as a container for machines but as a place of learning yet to be designed. Colani’s egg-shaped, walk-in learning capsule can be considered a well-intentioned, though rather bizarre, attempt at designing the learning environment of the future. But what applies to Colani’s prototype also applies to many of today’s digitally fabricated pavilions in architecture: they symbolize a single, experimental innovation that cannot or does not aspire to be feasible in a broader societal context. Nevertheless, Colani’s attempt raises the highly topical question of how spaces should be designed for the new age of digital learning.

## Learning labs

Colani’s ergonomic capsule can be seen as an extravagant party piece in the design history of educational technology. But in the 1970s, people increasingly spoke of “learning labs” as if it were part of an open-ended scientific experiment – which, in a way, it was. Students were the main protagonists in this foray into education technology dealing with knowledge, information, attention, machines, and space, and where the social function of the teacher was shifted onto the machine. A hallmark of this laboratoryization<sup>21</sup> of learning was the spatial dimension of the human-machine coupling propagated by cybernetics. What was still closely bound in Norbert Wiener’s work was now expanded into the space by concepts of decentralization, albeit still on a small scale.

The cognitive psychologist George A. Miller was one of the first to grasp the social dimension of this new decentralized learning paradigm and formulated it in a scenario for the future. In “Alternative Systems of Learning,” a chapter from his 1967 essay “Some Psychological Perspectives on the Year 2000,” Miller details his vision for learn-

<span>19</span>
Lehnert 1968 (note 18), 4.
<span>20</span>
Lehnert 1968 (note 18), 4.
<span>21</span>

It should be noted that the term “laboratory” in this context has less positive connotations than in the exhibition *Learning Laboratories: Architecture, Instructional Technology, and the Social Production of Pedagogical Space Around 1970*. Curated by Tom Holert, it took place in 2016/17 at BAK, basis voor actuele kunst in Utrecht. See the exhibition *Lab Cult: An Unorthodox History of Interchanges between Science and Architecture*, curated by Evangelos Kotsioris in 2018 at CCA in Montreal. See also Kotsioris’s presentation at the symposium *Repositioning Architecture in the Digital*, organized by Georg Vrachliotis and Dirk van der Heuvel in 2020 at TU Delft.

waren nog geheel van elkaar losgekoppeld. De mediatechnologische uitrusting van de leerlingen voltrok zich nog zonder aandacht voor de ruimtelijke dimensie van het leren; het een had nog maar weinig te maken met het ander. Ook spellen vormgeving en design vrijwel geen rol, want men richtte zich nog te zeer op het bedenken van specifieke apparaten en toepassingsgebieden. Daarin wilde de ontwerper Luigi Colani verandering brengen, ook al probeerde hij dat op een wat excentrieke manier. Op de handelsbeurs die in 1971 onder de programmatische titel *Interschul* in Dortmund werd gehouden, toonde Colani het prototype van een organisch, bijna embryonaal aandoend ‘leer-ei’, dat deel uitmaakte van zijn ergonomische meubelserie voor Flötotto. In plaats van een tastbare machine op een schoolbankje te plaatsen, kon de leerling dit ‘leer-ei’ in eigen persoon betreden. Daarin werd de scholier, als in een cockpit of ruimtecapsule, voorzien van een koptelefoon en werd hij of zij omringd door allerlei mediatechniek, van beeldschermen en diaprojectors tot nieuwe opnameapparatuur. Het leer-ei en zijn interieur waren geheel van kunststof en versmolten met de aanwezige technologie. Hoe iemand in zo’n omgeving zou kunnen leren, is tot op heden een raadsel, hoewel de bedoeling van het leer-ei meteen duidelijk was: de architectonische ruimte moest niet alleen een container voor apparaten zijn, maar als een nader vorm te geven leerplek worden opgevat. Men zou kunnen zeggen dat Colani’s ‘leer-ei’ een volstrekt goedbedoelde, maar tamelijk bizarre poging is geweest om zoiets als *learning environments* voor de toekomst te ontwikkelen. Voor zijn prototype gold in elk geval wat voor zovele digitaal ontworpen paviljoens in de architectuur geldt: ze symboliseren op experimentele wijze één enkel innovatief idee, waarbij men verder geen aandacht heeft geschonken – of heeft willen schenken – aan de uitvoerbaarheid ervan in de maatschappelijke context. Toch riep Colani’s poging de relevante vraag op hoe ruimte met het oog op het nieuwe tijdperk van het digitale leren eigenlijke ontworpen zou moeten worden.

### Leerlaboratoria

Terwijl Colani’s ergonomische capsule kan worden opgevat als een extravagant staaltje meubelontwerp in de geschiedenis van het design, werd in de jaren zeventig steeds meer gesproken over ‘leerlaboratoria’, alsof het daarbij om een wetenschappelijk experiment zonder een duidelijke uitkomst ging. En in zekere zin ontbrak die duidelijke uitkomst ook. De scholieren speelden de hoofdrol in een nieuw onderwijstechnologisch theaterstuk waarin het om kennis, informatie, oplettendheid,

apparatuur en ruimte draaide en waarin de functie van leraar naar die van de apparatuur werd verschoven. Een van de kenmerken van deze ‘laboratorisering’<sup>21</sup> van het leren was de ruimtelijke uitbreiding van de in de cybernetica beoogde ‘koppeling tussen mens en machine’. Wat bij Norbert Wiener nog sterk met elkaar verbonden concepten waren, was nu ruimtelijk uitgebreid aan de hand van concepten van decentralisatie, zij het nog op kleine schaal.

Het was de cognitiepsycholoog Georges A. Miller die als eerste de maatschappelijke dimensie van het nieuwe, gedecentraliseerde onderwijsparadigma inzag en in een toekomstscenario vertaalde. In ‘Alternative Systems of Learning’, een hoofdstuk uit zijn in 1967 verschenen essay *Some Psychological Perspectives on the Year 2000*, beschreef Miller uitvoerig hoe hij zich toekomstige ruimtelijke leeromgevingen voorstelde:

‘Stelt u zich een klaslokaal voor dat is opgedeeld in halfopen cabines. Elke cabine bevat een beeldscherm als dat van een televisietoestel en een fotosensitief lichtpistool. Al deze stations (en andere in andere lokalen) staan in verbinding met een computer. Een leerling communiceert met de computer door op de toetsen te typen of door met zijn lichtpistool bepaalde punten op het scherm aan te wijzen; de computer communiceert met de leerling door een spraakopname via de hoofdtelefoon te laten horen of door via de kathodestraalbuis teksten of tekeningen te tonen. (...) Een sciencefictionscenario? Zeker niet. (...) De kinderen leren ongeveer evenveel als dat ze op een reguliere manier zouden hebben gedaan, maar zij ondergaan het leren volkomen anders. Het leren is leuk, ze worden nieuwsgieriger en ze hebben plezier in het leren met de computer. (...) Er zijn verschillende redenen om te denken dat een computerschool zinvol is. Leerlingen kunnen in hun eigen tempo werken. Wie ergens moeite mee heeft, kan extra taken krijgen; wie geen fouten maakt, kan verder met gevorderde taken. Slimme leerlingen hoeven zich niet meer te vervelen door te moeten luisteren naar een leraar die vertelt wat ze al weten; trage leerlingen worden niet gefrustreerd doordat ze achterop raken. Proefwerken zijn niet meer nodig; de voortgang van de leerlingen wordt automatisch bijgehouden. (...) Voor veel mensen is de computer synoniem met mechanische ontmensenlijking, en computeronderricht wordt vaak beschouwd als een manier voor de leraar om zijn persoonlijke verantwoordelijkheid jegens zijn leerlingen te ontlopen. De angst wordt wel uitgesproken dat de computer een lopendebandbenadering van het onderwijsproces vertegenwoordigt die vervreemding, identiteitscrises, anomie en zo meer in de hand werkt. Dat lijken toch vooral

<sup>[1]</sup> Gezegd moet worden dat in deze context het begrip laboratorium niet zo positief opgevat moet worden als in de tentoonstelling Learning Laboratories: Architecture, Instructional Technology, and the Social Production of Pedagogical Space, ca. 1970. Zie ook de door Evangelos Kotsioris aan het Canadian College of Architecture in Montreal georganiseerde tentoonstelling Lab Cult: An Unorthodox History of Interchanges between Science and Architecture, in de Octagonal Gallery, 22 maart 2018 tot 2 september 2018, en: Kotsioris’ lezing op het door Georg Vrachliotis en Dirk van den Heuvel georganiseerde symposium.

ing spaces: “Imagine a classroom partitioned into semi-isolated booths. In each booth are a pair of headphones, a typewriter keyboard, a screen similar to a television set, and a photosensitive ‘light gun.’ All of these stations (and others in other classrooms) are in communication with a central computer. A student communicates with the computer by typing on the keyboard or by touching his light gun to designated spots on the screen; the computer communicates with a student by playing recorded speech through the student’s earphones, or by writing or drawing pictures on the cathode ray tube. [...] A science-fiction fantasy? Not at all. [...] The children are learning about the same amount they would have learned under the regular system, but their attitude toward learning is entirely different. Learning is fun, they are more curious, and they enjoy studying from the computer. [...] There are several reasons to think that a computer-based school makes sense. Students can go at their own pace. One who has trouble can get additional material; one who makes no mistakes can go on to more advanced material. Bright students are not bored while the teacher explains what they already know; dull students are not baffled by being left behind. There is no need for testing; students’ records are maintained automatically. [...] For many people the computer is synonymous with mechanical depersonalization, and computerized instruction is frequently regarded as a way for the teacher to avoid his personal responsibility to his students. Fears have been expressed that the computer represents an assembly-line approach to the educational process that will increase alienation, identity crises, *anomie*, and so forth. Such attitudes seem overly emotional. The evidence points in the opposite direction. The computer gives the child a measure of individual attention that he could receive in no other way, short of a private tutor. [...] I believe these devices can help to solve an important educational problem. Needless to say, stations do not have to be located in classrooms. They could be in libraries, or factories, or even private houses; all that is required is a telephone line to the computer.”<sup>22</sup> Miller’s scenario of the future was radical – spatially, institutionally, technologically, and even educationally. With the field of cognitive science that he established with Noam Chomsky, Miller heralded a paradigm shift that not only transformed the concept of learning but also had an impact on architecture. Through the machine, people and space were brought into a new relationship of dependency. Classrooms were transformed into media-equipped, mainframe-connected spaces for decentralized communication and networked with libraries, factories, and private homes. Students became actors in a new

feedback culture consisting of haptic keyboards, graphic interfaces, and speech recognition systems. The learning process itself was individualized and personalized. Miller thus turned the spatial and social foundations of established educational ideals on their head. Almost casually, he also introduced industrial concepts into education, such as the effective distribution of information, new methods for quantitative learning assessments, and personalized timekeeping systems. It was a decidedly disruptive attack on the traditional places, technologies, practices, and ideals of learning.

Miller’s vision is also remarkable in another respect. The dominance of behaviorism, as represented in particular by B. F. Skinner since the 1950s, weakened and lost support as cognitive science grew in popularity.<sup>23</sup> While behaviorist theories were mainly concerned with measuring behavior without regard for the cognitive processes of thinking, cognitive science started at the opposite end. Miller and Chomsky argued that complex, intelligent behavior – learning in particular – could not be understood without studying the corresponding mental processes. Instead of seeing human beings as a “black box,” the focus was now on delving into their inner life. The consequence of this reorientation, known in the history of science as the “cognitive turn,” was a rediscovery of thinking – and of space. Miller could therefore be mentioned in the same breath as Kevin Lynch, even if such comparisons are always somewhat stretched. Kevin Lynch researched empirical methods of urban perception at MIT in the 1960s and is considered an important historical representative of environmental psychology and the interdisciplinary field of spatial cognition.<sup>24</sup> Both Lynch and Miller helped architecture rediscover space, albeit at different scales and under other technological conditions. Lynch examined the spaces of the city, Miller the spaces of learning. The former conducted research with maps, memory logs, and diagrams; the latter with learning machines, feedback, and communication networks. Unlike Lynch, Miller deliberately collaborated in the grand narrative in which strengthening individual agency through intelligence-augmenting technology promised not only greater efficiency in education but also a new form of democratic community. The latter was reflected in the terminology used to describe the new forms of learning. It is unsurprising that Miller spoke of building an “on-line intellectual community with shared data base.”<sup>25</sup> This was possibly the first time he linked concepts of decentralization with individual forms of learning and the spatial dimension of digital network technologies.

<sup>[2]</sup> 22 G.A. Miller, “Some Psychological Perspectives on the Year 2000,” Daedalus 96/3, Toward the Year 2000: Work in Progress (Summer 1967): 883–896; 892.

<sup>[3]</sup> 23 See B. F. Skinner, The Technology of Teaching (New York: Appleton-Century-Crofts, 1968).

<sup>[4]</sup> 24 See D. R. Montello, “Spatial Cognition,” in International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, ed. N.J. Smelser and P.B. Baltes (Oxford: Elsevier, 2001), 14771–14775.

<sup>[5]</sup> 25 Miller, “Some Psychological Perspectives on the Year 2000” (see note 22), 893.

overdreven emotionele reacties. Er is juist bewijs van het tegendeel. De computer geeft het kind een zekere individuele aandacht die het op geen enkele andere manier zou krijgen, behalve dan van een privédocent. (...) Ik ben van mening dat deze apparatuur kan helpen een serieus onderwijsprobleem op te lossen. Uiteraard hoeven de stations niet in klaslokalen te staan. Ze kunnen in bibliotheken, in fabrieken of zelfs bij mensen thuis worden geplaatst; er is alleen maar een telefoon-aansluiting voor de computer voor nodig.’<sup>22</sup>

Millers toekomstscenario was in ruimtelijk, institutioneel, technologisch en ook onderwijspoli-tiek opzicht zeer radicaal. Met het door hem en Noam Chomsky vormgegeven vakgebied van de cognitiewetenschappen had hij een paradigma-verschuiving ingeluid die niet alleen ons beeld van het leren veranderde, maar ook de architectuur zou beïnvloeden. Mens en ruimte gingen door de inbreng van digitale apparatuur een nieuwe arbeidsverhouding aan; klaslokalen veranderden in gedecentraliseerde leeromgevingen die van mediatechniek waren voorzien en via een grote computer waren verbonden met een netwerk van bibliotheken, fabrieken en privéwoningen; scholieren zouden actoren worden in een nieuwe feedbackcultuur die berustte op haptische invoer-apparatuur, grafische interfaces en auditieve spraaksystemen; en het leerproces zelf zou daarmee geïndividualiseerd en gepersonaliseerd worden. Daarmee zette Miller de ruimtelijke en sociale grondslagen van het gevestigde scholingsideaal op zijn kop. Bijna terloops introduceerde hij ook enkele nieuwe industriële concepten in het onderwijsdiscours, waaronder de efficiënte distributie van informatie, nieuwe methoden voor kwantita-tieve lescontrole en gepersonaliseerde tijdwaar-nemingssystemen. Zo bezien ging het om een volstrekt ontwrichtende aanval op de traditionele plekken, technologieën, methoden en idealen van het leren.

Maar Millers toekomstvisie is nog in een ander opzicht opmerkelijk. De sinds de jaren vijftig bestaande dominantie van het behaviorisme, dat vooral door B.F. Skinner<sup>23</sup> werd vertegenwoordigd, verloor door de groeiende populariteit van de cog-nitiewetenschappen aan terrein. Terwijl men zich in behavioristische theorieën hoofdzakelijk bezighield met de waarneming van gedrag en daarbij de achterliggende cognitieve processen van het den-ken verwaarloosde, ging de cognitiewetenschap in zekere zin omgekeerd te werk. Complexe intelli-gente gedragingen, en met name het leren, waren volgens Miller en Chomsky zonder de bestudering van de daarbij betrokken mentale processen niet te begrijpen. In plaats van de mens als een *black box* te beschouwen, ging het nu om het inzicht in het menselijke denken. Het gevolg van dit nieuwe

perspectief, dat in de wetenschapsgeschiede-nis als ‘cognitieve omslag’ wordt aangeduid, was een herontdekking van het denken en van denk-ruimten. In dit opzicht kan Miller in één adem worden genoemd met Kevin Lynch, hoewel zulke vergelijkingen altijd wat tekortschieten. Lynch deed in de jaren zestig het MIT-onderzoek naar de wijze waarop mensen de stedelijke omgeving waarnemen. Hij geldt tot op heden als een van de grondleggers van de ‘omgevingspsychologie’ en het interdisciplinaire vakgebied van de ruimtelijke cognitie.<sup>24</sup> Beide onderzoeksterreinen leidden ertoe dat men in de architectuur de ruimte heront-dekte, zij het op uiteenlopende schalen en onder verschillende technologische omstandigheden. Lynch deed onderzoek naar de ruimte van de stad, Miller naar de ruimte van het leren. Daarbij maakte de eerste gebruik van kaarten, denkpro-tocollen en -diagrammen, terwijl de laatste zich richtte op leermachines, feedback en communi-catienetwerken. Anders dan Lynch droeg Miller doelbewust bij aan het bredere beeld van het lerende individu, een beeld waarin met behulp van technisch-intellectuele voorzieningen niet alleen een grotere onderwijsefficiëntie bereikt zou wor-den, maar daarmee ook een vorm van democrati-sering zou optreden. Dat laatste uitte zich ook in de terminologie waarmee nieuwe leerprocessen werden beschreven. Het zal niet verbazen dat Miller hier van de opbouw van een ‘online intel-lectuele gemeenschap met gedeelde database’ sprak en daarmee waarschijnlijk als een van de eersten concepten met betrekking tot decentrali-satie verbond met individuele leerprocessen en de ruimtelijke dimensie van digitale netwerktechnolo-gieën.<sup>25</sup>

### Leren in netwerken

Millers theorieën werden ook in Europa veel besproken, ook al was de computertechnologie hier nog niet zo ver ontwikkeld als in de VS. In de jaren zeventig verrees in West-Duitsland een hele reeks hogescholen die met behulp van geprefa-briceerde elementen waren gebouwd en waarin de hervormingsbereidheid in de onderwijspolitiek werd gesymboliseerd door nieuwe bouwsystemen en opvattingen over flexibele ruimten. Daartoe behoren de universiteiten van Bochum, Dortmund en ook Marburg. Een belangrijke theoretische aanjager was het door een groep rond bioloog, natuurkundige en SPD-politicus Ernst Ulrich von Weizsäcker samengestelde en in 1970 verschenen boek *Baukasten gegen Systemzwänge* (‘Blokken-dozen tegen systeemdwang’).<sup>26</sup> Daarin waren de verwijzingen naar Millers toekomstvisie overduide-lijk. Zo riepen de auteurs op tot de introductie van volstrekt nieuwe onderwijs- en lesmethoden en

22
G. A. Miller, ‘Some Psycho-logical Perspectives on the Year 2000’, *Daedalus* 96 (zomer 1967) 3: *Toward the Year 2000: Work in Pro-gress*, 893.

23
Zie ook: B.F. Skinner, *The Technology of Teaching*, New York 1968.

24
Zie ook: D.R. Montello, ‘Spatial Cognition’, in: N.J. Smelser en P.B. Baltes, *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, Oxford 2001, 14771-14775.

25
Miller, ‘Some Psychological Perspectives on the Year 2000’ (zie noot 22), 893.

### Learning in communication networks

Miller’s theories were also discussed in Europe, although computer technology there was not yet as advanced. The 1970s saw the construction of several university buildings using prefabrication, particularly in West Germany, where the will to reform education was embodied by standardized construction and flexible spatial concepts; exam-ples can be found at the universities of Bochum, Dortmund, and Marburg. An important theoretical catalyst for this trend was the 1970 book *Baukas-ten gegen Systemzwänge* (Building Blocks against System Constraints), which was edited by a group of experts allied with Ernst Ulrich von Weizsäcker, a biologist, physicist, and Social Democrat politi-cian.<sup>26</sup> The book’s reference to Miller’s vision of the future is more than obvious: its authors call for entirely new forms of teaching and learning and propose a modular principle based on examples in the United States. Their aim was to advance inter-disciplinarity, research-based learning, and the possibility of distance learning as well as to over-come social barriers to education. The formula seemed simple and initially plausible: the school, now understood as an open building and learning system, became a spatial cipher for the ideal of the open society.

While people in West Germany were still thinking about learning spaces mainly at the level of architectural building systems, in Switzerland, they were already a step ahead. Since the 1950s, Swiss architect Fritz Haller had designed several innovative school and university buildings, and was known well beyond the country’s borders for his USM Haller modular building system and furniture system.<sup>27</sup> His competition submission for the new university campus of École Polytech-nique Fédérale de Lausanne (EPFL) attempted the leap from the architectural building system to a technological communication system.<sup>28</sup> A univer-sity, Haller argued, was no longer an autonomous entity but a node in a global knowledge network linked by telephones, televisions, data networks, and high-speed trains. Added to this was the idea that universities were no longer limited to aca-demic discourse but were “cultural centres” that radiate into society.

This network thinking was the hallmark of the project. Haller, who prepared for the compe-tition by visiting recently completed university buildings in West Germany, and was also familiar with von Weizsäcker’s book, developed a specu-lative scheme for how learning spaces would develop in the future. According to Haller, the “general transformation trend” of school models would evolve in four stages, from the traditional

hierarchy-based model to an increasingly flat hier-archy. First, the school principals would disappear, followed by the teachers. Then, classical frontal teaching would be replaced by dynamic forms of community-based education and “team teaching.” In the fourth and final stage, the school would be an interdisciplinary learning network with interlink-ing nodes. Specific room types were assigned to these various stages under the heading “Building Structure.” The first three stages can be illustrated by examples from Haller’s built school buildings, such as the cantonal secondary school in Baden (1957–1964), the Wasgenring secondary school in Basel (1958–1962), and the Höhere Technische Lehranstalt (technical college) in Brugg-Windisch (1961–1966). The last stage he proposed was an open-plan school based on a system open on all sides, with rooms that could be joined and sepa-rated depending on visual, acoustic, and climatic teaching needs.

By the late-1970s, however, the era of vision-ary school construction projects seemed to be over, and Haller’s networked university was not awarded the commission. The competition jury found his vision too radical and not adequately use-oriented. Haller expressed his disappointment to the Study Group for Systems Research<sup>29</sup> in Hei-delberg, co-founded by Horst Rittel: “The experts said the work was interesting, but too progres-sive – too inhuman – too un-architecture. Maybe something like it can be built at a later date.”<sup>30</sup>

Haller held fast to the notion of being able to expand learning spaces through communication technologies. In 1996, nearly three decades after George A. Miller’s “on-line intellectual community” and just a few years after the foundations of the modern World Wide Web were laid at the Euro-pean Organization for Nuclear Research (CERN), Haller expressed his conviction: “Schools will no longer be schools. They are communication nodes in a global network of relationships and data, where people of all levels of knowledge and rank will act within their means to create new value.”<sup>31</sup>

### ‘From instruction to discovery’<sup>32</sup>

In 1970, the same year Haller submitted his entry to the EPFL competition, Marshall McLuhan published his essay, “Education in the Electronic Age,”<sup>33</sup> creating arguably one of the most influen-tial blueprints for digital learning culture. McLuhan argued that dividing knowledge into different disciplines was a relic from the age of print media with its partitions and specialisms, a time before feedback. Anyone could learn just about anything on their own if they were just given encourage-ment and tools, McLuhan asserted. It was in this regard that the early culture of digital tools had

26
E.U. von Weizsäcker et al., eds., *Baukasten gegen Systemzwänge: Der Weizsäcker-Hochschulplan*, Munich 1970.

27
L. Stalder and G. Vrachliotis, eds., *Fritz Haller: Architect and Researcher*, Zurich 2015.

28
In mid-1970, the decision was made in favor of the structuralist project of Jakob Zweifel and Heinrich Strickler, the first stage of which was built from 1973 to 1982 following a revision of the design.

29
K.F. Hünemörder, “The Heidelberg Study Group for Systems Research and the Rise of Futures Studies in the 1960s,” *Technology Assessment: Theory and Practice* 13/1 (March 2004).

30
F. Haller, Letter to Thorbjörn Mann, July 16, 1970; gta Archive, ETH Zurich: Fritz Haller Estate, Folder 189-0316.

31
1996; gta Archive, ETH Zurich: F. Haller Estate.

32
“Education must shift from instruction, from the imposing of stencils on brain pens, as it were, to discovery – to probing and exploration and to the rec-ognition of the language of forms.” In M. McLuhan and Q. Fiore, *The Medium is the Massage: An Inventory of Effects* (Berkeley, CA: Ginko Press, 1968), 100.

33
M. McLuhan, “Education in the Electronic Age,” *Inter-change* 1, no. 4 (1970), 1–12.



pleitten aan de hand van het blokkendoosprincipe – dat op voorbeelden uit de VS berustte – voor een interdisciplinair en onderzoekend leren en voor de bevordering van het studeren-op-afstand. Daarnaast riepen ze op om onderwijsprivileges in de samenleving af te breken. Hun aanpak leek eenvoudig, en aanvankelijk ook plausibel: de school, die nu werd opgevat als een open bouw- en leersysteem, was de ruimtelijke belichaming van het ideaal van de open samenleving geworden.

Maar terwijl men in West-Duitsland de ruimtelijkheid van het onderwijs grotendeels nog op het niveau van architectonische bouwsystemen opvatte, was men in Zwitserland een stap verder. Daar had de uit Solothurn stammende architect Fritz Haller sinds de jaren vijftig een reeks vernieuwende school- en universiteitsgebouwen uitgevoerd en was dankzij zijn firma’s USM Haller Bausysteme en USM Haller Möbelsysteme inmiddels ver buiten Zwitserland bekend.<sup>[27]</sup> Voor een prijsvraag ten behoeve van de nieuwe universiteitscampus van de École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) diende hij een ontwerp in waarmee hij de sprong van architecturaal bouwstysteem naar technologisch communicatiesysteem waagde.<sup>[28]</sup> Volgens Haller was een hogeschool geen autonoom bouwsel meer, maar een knooppunt in een wijdvertakt kennisnetwerk dat via telefoon, televisie, dataverkeer en hogesnelheidstreinen was verbonden. Daarnaast meende hij dat hogescholen zich niet langer uitsluitend tot het academische discours zouden moeten beperken, maar als ‘cultuurcentra’ de hele samenleving moesten informeren en verrijken.

De kern van Hallers project was gelegen in dit netwerkdenken. Kort vóór de indiening van zijn ontwerp had Haller enkele pas voltooide universiteitsgebouwen in West-Duitsland bezichtigd en daarnaast was hij bekend met het boek van Von Weizsäcker. Voor zijn eigen project ontwierp hij een speculatief schema van de wijze waarop de leerruimten van de toekomst zich zouden ontwikkelen. De ‘algemene veranderingstrend’ van het schoolmodel zou zich volgens Haller in vier stadia ontvouwen: van het aloude, sterk hiërarchische model tot een steeds egalere hiërarchie. Allereerst zou de schoolleider verdwijnen en vervolgens ook de leraar; daarna zou het klassieke lesgeven voor de klas worden vervangen door dynamische vormen van gemeenschappelijk leren en *team teaching* of *co-teaching*. In het vierde en laatste stadium ontwikkelde de school zich tot een knooppunt binnen een netwerk van interdisciplinaire leerprocessen. Aan de verschillende stadia werden onder het kopje ‘bouwkundige structuur’ bepaalde ruimtelijke typen toegekend. Terwijl de eerste drie stadia vertegenwoordigd werden door

voorbeelden van Hallers eigen schoolgebouwen, waaronder de Kantonsschule Baden (1957-1964), de Sekundarschule in Brugg (1958-1962) en de Höhere Technische Lehranstalt in Brugg-Windisch (1961-1966), introduceerde hij voor het laatste stadium een school met grote ruimten als een open systeem, waarin afzonderlijke vertrekken naar believen konden worden afgebakend, al naargelang de optische, akoestische en klimatologische vereisten van het onderwijs.

Eind jaren zeventig leek de tijd voor visionaire schoolbouwprojecten definitief te zijn afgesloten. En dus werd Hallers ‘netwerkuniversiteit’ niet verkozen. De prijsvraagjury vond zijn visie te radicaal en te weinig toepassingsgericht. Zijn teleurstelling sprak Haller uit tegenover de mede door Horst Rittel opgerichte Studiengruppe Systemforschung<sup>[29]</sup> in Heidelberg: ‘De experts noemden het werk interessant, maar te progressief, te onmenselijk, te onarchitectonisch. Misschien zou men zoiets later een keer kunnen bouwen.’<sup>[30]</sup>

Maar Haller bleef vasthouden aan het idee dat de onderwijsruimte met behulp van communicatietechnologie uitgebreid kon worden. In 1996, bijna dertig jaar na Georges A. Millers ‘online intellectual community’ en slechts een paar jaar nadat in het Conseil Européen pour la recherche nucléaire (CERN) de grondslagen van het moderne world wide web waren gelegd, was Haller overduidelijk in zijn opvatting: ‘Scholen zullen geen scholen meer zijn. Het zullen communicatieknooppunten binnen een wereldwijd netwerk van betrekkingen en dataverkeer zijn, waarin mensen van alle mogelijke expertises en rangen binnen het raamwerk van hun mogelijkheden ageren en nieuwe waarden creëren.’<sup>[31]</sup>

### ‘Van onderricht tot ontdekking’<sup>[32]</sup>

In 1970, het jaar waarin Haller zijn project voor de prijsvraag ten behoeve van de nieuwe EPFL-campus indiende, publiceerde Marshall McLuhan een essay met de titel ‘Education in the Electronic Age’, waarschijnlijk een van de meest invloedrijke blauwdrukken voor de digitale onderwijscultuur.<sup>[33]</sup> Volgens McLuhan behoorde ook de onderverdeling in afzonderlijke vakgebieden nog tot het compartimentaliserende en specialiserende tijdperk van de boekdrukkunst, een tijd waarin feedback nog ontbrak. Iedereen aan wie maar voldoende aanmoediging en hulpmiddelen ter beschikking werden gesteld, kon zo’n beetje alles uit zichzelf leren, aldus McLuhan. En daarin lag nu juist het utopische potentieel van de vroeg-digitale instrumentencultuur. Het waren onderwijsoplossingen – van de vroege *teaching machines* tot Georges Millers ‘online intellectual community’ en Fritz Hallers wereldwijde universitaire netwerken – die de

26
E.U. von Weizsäcker, G. Dohmen en H.T. Jüchter, *Baukasten gegen Systemzwänge: Der Weizsäcker-Hochschulplan*, München 1970.

27
L. Stalder en G. Vrachliotis, *Fritz Haller: Architekt und Forscher*, Zürich 2015.

28
Half 1970 viel de beslissing over het structuralistische project van Jakob Zweifel en Heinrich Strickler in hun voordeel uit, waarna de eerste fase na een herziening van 1973 tot 1982 werd uitgevoerd.

29
K.F. Hünemörder, ‘Die Heidelberger Studiengruppe für Systemforschung und der Aufstieg der Zukunfts-forschung in den 1960er Jahren’, *Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis* 13/1 (maart 2004).

30
Brief Fritz Haller aan Thorbjörn Mann, 16 juli 1970, ETH Zürich, gta Archiv, Nachlass Fritz Haller, Ordner 189-0316.

31
1996, ETH Zürich, gta Archiv, nalatenschap Fritz Haller.

32
‘Education must shift from instruction, from the imposing of stencils on brain pens, as it were, to discovery – to probing and exploration and to the recognition of the language of forms.’, in: M. McLuhan en Q. Fiore, *The Medium is the Massage: An Inventory of Effects* (Berkeley, CA: Ginko Press, 1968), 100.

33
M. McLuhan, ‘Education in the Electronic Age’, *Interchange* 1.4 (1970), 1-12.

utopian potential, and it would be educational issues that determined the future of computers and society, from the early teaching machines to George Miller’s “on-line intellectual community” and Fritz Haller’s global university networks.

McLuhan was convinced that transforming the spaces of learning could transform learning itself. Modern communication technologies could even liberate society from the rigid thought patterns of academic institutions so that, ultimately, they would no longer be needed on a practical level. The reform potential of technology, he said, would no longer be in schools but in the outside world, in cities and the environment we live in. It is no coincidence that McLuhan spoke of “classrooms without walls”<sup>[34]</sup>– a wonderful metaphor that could be used as a proxy for the myriad experimental sites of learning in the digital age.

“The changes have gone on *outside*, not inside the school. The outside environment perhaps for the first time in history is, in terms of information, many times more heavily laden than the inside environment of the school. What is going on inside the school is puny and undernourished compared to what goes on the moment the child steps outside. [...] What goes on inside the school is an interruption of education, of the education available in the current environment. In the electric age people make their world in an entirely new way; the whole environment is created.”<sup>[35]</sup>

For McLuhan, schools should transcend institutional and built spaces. Perhaps this was because in the mass media, communication technologies in particular, he saw a novel global feedback infrastructure for unfolding independent and individual learning. McLuhan would have had as little use for the teaching machines and methods of machine-driven instructed learning developed by Helmar Frank at the Institute for Cybernetics in Berlin as he did for Colani’s capricious learning capsule. For McLuhan, education in the electronic age should be about discovery and exploration.

“When I speak about discovery, I mean take elementary school children in small teams of four or five and give them some objective to investigate like Punishment in the Society; what it is for and how it works; and just let them have a few weeks to prowl and take notes and talk among themselves about it; that is what I mean by discovery. They would be given projects, assignments, in that sense that involved the total community – the way James Bond roamed the community, or Sherlock Holmes. We live in the age of the detective, the investigator, because in an information environment there is nothing else to do except investigate.”<sup>[36]</sup>

McLuhan’s ideas were radical, but he was by no means alone in his views. For example, the

computer sociologist Ted Nelson spoke of “hyper-text” as early as the 1960s and published his manifesto-like book *ComputerLib/Dream Machines* in 1974.<sup>[37]</sup> He set another ball rolling with his simple assertion that “everything is interesting,” calling for a playful and completely free approach to computers. Instead of being constantly instructed and controlled by machines in predefined, mono-functional spaces, the focus should be on experimenting and investigating one’s surroundings – which was clearly to be understood in spatial terms as well. The mathematician and educationalist Seymour Papert took a similar view and founded the Epistemology and Learning Group at MIT, an interdisciplinary research group influenced by the theories of the developmental psychologist Jean Piaget.<sup>[38]</sup> As mentioned in *ARCH+ 117* of June 1993, the group advocated a “humane understanding of technology and attempts to link research with concrete didactic goals.”<sup>[39]</sup> The stars of this group were the “turtles”: small devices that rolled independently across the floor on wheels, consisting of sundry cables and microchips enclosed in a transparent plexiglass dome that allowed a glimpse into their technical inner workings. With the electronic turtles, students could now explore spatial, social, and sensory aspects – in other words, the physical dimensions – of digital technologies.

Perhaps the most unusual date in the pop history of digital culture that could be considered emblematic of this development is October 9, 1984. For the ninth birthday of Sean Lennon, son of Yoko Ono and John Lennon, there was a small celebration where no less than Andy Warhol, Keith Haring, and Steve Jobs happened to be guests. Just a few months earlier, Apple had aired “1984,” a commercial inspired by George Orwell’s book of the same name, creating arguably one of Silicon Valley’s most successful emancipation narratives. So it was no coincidence that Jobs gifted the young Lennon the new Macintosh personal computer for his birthday, which neither Haring nor Warhol knew how to use. It was ultimately Sean who kneeled down in front of the small screen alongside Haring and Warhol and began to experiment intuitively with the graphic interface, exploring it on his own in the spirit of McLuhan. The machine, it was now clear at the latest, had finally become an informal tool for individual learning and exploration. And it did not seem to require any special kind of room or furniture. You just sat on the floor and learned.

### Machine learning

Today, nearly 50 years after the two young students Jacques Herzog and Pierre de Meron

34
M. McLuhan, “Classroom without Walls,” in *Explorations in Communication*, ed. E. Carpenter, M. McLuhan (Boston: Beacon Press, 1960), 1–3.

35
McLuhan, “Education in the Electronic Age” (note 33), 1.

36
McLuhan 1970 (note 33), 7.

37
Ted Nelson: *Computer Lib: You Can and Must Understand Computers Now / Dream Machines: New Freedoms through Computer Screens – A Minority Report* [1974] (Redmond, WA: Tempus Books of Microsoft Press, 1987).

38
“Given my background as a mathematician and Piagetian psychologist, I naturally became most interested in the kinds of computational models that might lead me to better thinking about powerful developmental processes: the acquisition of spatial thinking and the ability to deal with size and quantity.” S. Papert, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* (New York: Basic Books, 1980), 166.

39
T. Kaup, “Das Media Lab am MIT,” *ARCH+ 117, Rem Koolhaas: Die Entfaltung der Architektur* (June 1993), 18 f.; 18.

toekomst van computers en samenleving zouden bepalen.

McLuhan was ervan overtuigd dat als men de ruimte voor het leren zou aanpassen, men ook het leren zelf zou veranderen. Moderne communicatietechnologie zou de samenleving uit de starre denkpatronen van schoolse instellingen moeten bevrijden, zozeer zelfs dat deze instellingen uiteindelijk vrijwel niet meer nodig zouden zijn. Het hervormingspotentieel van de technologie lag niet in scholen, maar in de ruimten daarbuiten, in de stad en het milieu. Niet voor niets sprak McLuhan van ‘classroom without walls’,<sup>34</sup> een prachtige metafoer die ook van toepassing kon zijn op de vele experimentele leerplekken van het digitale tijdperk. ‘De veranderingen voltrekken zich buiten, niet binnen de school. De buitenomgeving is, misschien wel voor het eerst in de geschiedenis, wat informatie betreft vele malen zwaarder beladen dan de binnenomgeving van de school. Wat binnen de school gebeurt, is pover en ondervoed in vergelijking met wat er gebeurt zodra het kind de deur uit loopt. (...) Wat binnen de school gebeurt, is een onderbreking van onderwijs, van het onderwijs dat in de huidige omgeving beschikbaar is. In het elektronische tijdperk maken mensen hun wereld op een volkomen nieuwe manier; de hele omgeving wordt gevormd.’<sup>35</sup> Dat McLuhan trachtte om scholen als institutionele en gebouwde ruimten achter zich te laten, werd mogelijk ingegeven door het feit dat hij in de massamedia en vooral in moderne communicatietechnologieën een nieuwe en wereldwijde feedback-infrastructuur zag, die zou dienen ter ontplooiing van het zelfstandige en individuele leren.

McLuhan had evenzo weinig kunnen aanvangen met de *teaching machines* en de methoden van het geprogrammeerde leren zoals die ooit door Helmar Frank aan het Institut für Kybernetik in Berlin waren ontwikkeld als met Colani’s excentrieke ‘leer-ei’. Voor hem ging het bij het onderwijs in het elektronische tijdperk om ontdekking en onderzoek.

‘Als ik het over ontdekken heb, dan bedoel ik: zet lagereschoolkinderen in groepjes van vier, vijf bij elkaar en geef ze een doel om te onderzoeken, bijvoorbeeld Straffen in de Samenleving; waar dient dat voor en hoe werkt dat; en laat ze een paar weken rondsnuffelen en aantekeningen maken en er onderling over praten; dat bedoel ik met ontdekken. Je zou ze projecten kunnen opgeven, opdrachten, waarbij de hele gemeenschap wordt betrokken – zoals James Bond rondsnuffelde in de gemeenschap, of Sherlock Holmes. We leven in het tijdperk van de detective, de speurder, want in een informatieomgeving kun je alleen nog maar onderzoeken.’<sup>36</sup>

Dat was een radicaal idee, maar McLuhan

stond geenszins alleen in zijn opvatting. Zo droeg computersocioloog Ted Nelson, die al in de jaren zestig de term *hypertext* had geïntroduceerd en in 1974 zijn manifestachtige boekje *ComputerLib/Dream Machines*<sup>37</sup> had gepubliceerd, zijn eigen steentje bij. ‘Alles is interessant,’ zo verklaarde hij bondig, waarbij hij een speelse en volstrekt vrije omgang met computers eiste. Dus in plaats van in vooraf gedefinieerde en monofunctionele ruimten voortdurend door apparaten te worden onderwezen, moest alles om het experimenteren en onderzoeken van de eigen omgeving draaien. En die opvatting was zeker ook in ruimtelijke zin op te vatten. Een soortgelijk standpunt nam de wiskundige en opvoedkundige Seymour Papert in. Aan het MIT richtte hij de Epistemology and Learning Group op, een interdisciplinair team van onderzoekers die zich lieten inspireren door de theorieën van de ontwikkelingspsycholoog Jean Piaget.<sup>38</sup> In de *ARCH+*-uitgave van juni 1993 valt te lezen dat de groep ‘een humane opvatting van technologie vertegenwoordigt en tracht het onderzoek met concrete didactische doelstellingen te verenigen’.<sup>39</sup> De Epistemology and Learning Group introduceerde de zogenaamde *turtles*, kleine en zelfstandig opererende apparaatjes op wieltjes met kabels en microchips die over de vloer rolden en via hun koepelvormige behuizing van plexiglas een inkijkje boden in hun technische innerlijk. De scholieren konden aan de hand van deze elektronische schildpadjes de ruimtelijke, sociale en zintuiglijke (dat wil zeggen ook lichamelijke) dimensies van digitale technologieën onderzoeken.

In de ‘popgeschiedenis’ van de digitale cultuur is er waarschijnlijk geen ongebruikelijkere datum dan 9 oktober 1984 te vinden die als hét markeringspunt voor deze ontwikkeling kan worden beschouwd. Naar aanleiding van de negende verjaardag van Sean Lennon, de zoon van Yoko Ono en John Lennon, werd in New York een feestje gegeven waarop prominenten als Andy Warhol, Keith Haring en Steve Jobs samenkwamen. Slechts een paar maanden eerdere had Apple zijn op Georges Orwells gelijknamige boek geïnspireerde reclamespot ‘1984’ uitgezonden en had daarmee een van de meest succesvolle emancipatieverhalen voor Silicon Valley ontwikkeld. Het was dus geen toeval dat Jobs de jonge Lennon als verjaardagscadeau de nieuwste Macintosh gaf. Noch Haring noch Warhol wist hoe je zo’n ding moest bedienen, en het was de jonge Lennon die uiteindelijk samen met Haring en Warhol voor het beeldschermpje neerknielde en intuïtief met de grafische interface begon te experimenteren en, in de zin van McLuhan zelfstandig begon te onderzoeken. Het was inmiddels duidelijk dat de computer zich als informeel

34  
M. McLuhan, ‘Classroom without Walls’, in: E. Carpenter, M. McLuhan (red.), *Explorations in Communication*, Boston 1957, 1-3.

35  
McLuhan 1970 (zie noot 33), 1.

36  
McLuhan 1970 (zie noot 33), 7.

37  
T. Nelson, *Computer Lib: You Can and Must Understand Computers Now / Dream Machines: New Freedoms through Computer Screens: A Minority Report* (1974), Redmond, WA, 1987 (herz. ed).

38  
‘Given my background as a mathematician and Piagetian psychologist, I naturally became most interested in the kinds of computational models that might lead me to better thinking about powerful developmental processes: the acquisition of spatial thinking and the ability to deal with size and quantity.’ S. Papert, *Mindstorms. Children, Computers, and Powerful Ideas*, New York 1980, 166.

39  
T. Kaup, ‘Das Media Lab am MIT’, *ARCH+* 117 (juni 1993); *CAD Journal* 20 (1993): *Können Maschinen normal denken?*, 18.

learned about Helmar Frank’s cybernetic educational approach at ETH, we speak about different, yet quite related, forms of efficiency. We are at the dawn of the age of artificial intelligence – and the once-celebrated promise of “instructed learning” has long given way to powerful machine learning systems. This transformation has brought with it new cultural, ethical, and political questions: How do we behave toward learning machines? How can knowledge be represented within the machine? Which data sets do machines learn from?<sup>40</sup> In particular, the debate around training data has repeatedly shown in recent years that the humanistic ideal of learning has become a complex societal discourse about the strengths and weaknesses of technical intelligence on an industrial scale.<sup>41</sup> Learning with machines means letting them learn something about you. It’s like having to read McLuhan in the opposite direction and with the signs reversed in order to understand that it is now the algorithmic environments that are learning about us. In essence, the digital realm has liberated itself from its history as a machine object and become an intelligent integration medium. In the age of artificial intelligence, asking about learning spaces also means examining the risks and potentials of those spaces where machines learn about humans.

40  
See J. Reich, *Failure to Disrupt: Why Technology Alone Can’t Transform Education* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2020).

41  
See S. Umoja Noble, *Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism* (New York, NY: NYU Press, 2018).

werktuig van het individuele leren en onderzoeken had ontpopt. Daarvoor was er noch een specifieke ruimte nodig, noch specifiek meubilair. Men zat op de vloer en leerde.

### ‘Machine learning’

Bijna vijftig jaar nadat de beide studenten Jacques Herzog en Pierre de Meuron zich aan de ETH Zürich in Helmar Franks cybernetische pedagogiek hadden verdiept, gaat het inmiddels om andere maar toch zeer verwante vormen van efficiëntie. We staan nu aan het begin van een tijdperk van kunstmatige intelligentie, en de ooit zo gevierde beloften van geautomatiseerde leerprocessen hebben allang plaats gemaakt voor veel krachtigere systemen van machinaal leren. Deze verandering brengt nieuwe culturele, ethische en ook politieke vraagstellingen met zich mee, bijvoorbeeld de vraag hoe men zich überhaupt tot lerende machines zou moeten verhouden, hoe de kennis van een machine kan worden geuit en aan de hand van welk type gegevens machines eigenlijk leren om te leren.<sup>40</sup> In de afgelopen tijd heeft vooral het debat over leergegevens telkens weer aangetoond dat het humanistische onderwijsideaal is vervangen door een complex maatschappelijk discours rond de macht en onmacht van intelligentie in een industriële context.<sup>41</sup> Het leren aan de hand van machines betekent dat we ze ook wat over ons moeten laten leren. Het is alsof we McLuhan in omgekeerde volgorde en annotatie zouden moeten lezen om te kunnen begrijpen dat het nu algoritmische environments zijn die iets over ons leren. Zo bezien is de digitale wereld, vanuit zijn eigen oorsprong van machinale objecten, geëmancipeerd en uitgegroeid tot een intelligent integratiemedium. Wie zich in het tijdperk van de kunstmatige intelligentie wil verdiepen in leerplekken, verdiept zich daarmee tegelijkertijd in de risico’s en het potentieel van ruimten waarin machines iets over de mens leren.

40

Zie ook: J. Reich, *Failure to Disrupt: Why Technology Alone Can’t Transform Education*, Cambridge, MA, 2020.

41

Zie ook: S.U. Noble, *Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism*, New York 2018.

#### Boekbespreking

Cor Wagenaar

Arne Schirmmacher / Maren Wienigk (red.)

#### **Architekturen der Wissenschaft**

#### **Die Entwicklung der Berliner Universitäten im städtischen Raum**

Berlijn (JOVIS Verlag), 2019, 304 pp.

Paoli Fusi

#### **Multiple Campus**

#### **Szenarien für die Universität der Zukunft**

Berlijn (JOVIS Verlag), 2019, 450 pp.

In de jaren dertig van de vorige eeuw raakte J.J.P. Oud, pionier van de moderne architectuur in Nederland, in de ban van detectiveromans. Zijn favoriet: *The Poisoned Chocolates Case* van Anthony Berkeley, dat in 1929 verscheen. De lezer zal zich afvragen: wat doet een detective in deze boekbespreking? Wat hebben boeken over de huisvesting van wetenschappelijke instellingen te maken met vergiftigde chocola? We zullen dat verklaren. Oud las de *chocolates case* met een doel: Engels leren. Bij een detective wil de lezer erachter komen *who done it* – en hij zal doorlezen tot hij het weet. Veel van de collega’s en vrienden met wie Oud correspondeerde deden precies hetzelfde: detectives lezen om het Engels onder de knie te krijgen. De lectuur van *The Poisoned Chocolates Case* is een symptoom van een fenomeen dat generaties na ons zullen aanmerken als een van de meest fundamentele en misschien zelfs dramatische omwentelingen in de wereld van cultuur en wetenschap: het ontstaan van een monopolie van de Engelse taal. Intussen is dat compleet: het internet, de financiële wereld – Engels overheerst. De titel van Paoli Fusi’s *Multiple Campus. Szenarien für die Universität der Zukunft*, begint met een denkelijk zelf bedachte Engelse term, maar voor wie geen Duits kent blijft het een gesloten boek. De auteurs van *Architekturen der Wissenschaft* pakken het anders aan – zij brachten een Engelse vertaling op de markt, en onderstreepten daarmee wat Oud al in de jaren dertig besepte: al verschijnt nog zoveel waardevols in het Spaans, Duits, Italiaans en tal van andere talen, alleen wanneer die ook in het Engels beschikbaar komt telt het mee.

Zoals de ondertitel *Die Entwicklung der Berliner Universitäten im städtischen Raum* verduidelijkt, behandelt *Architekturen der Wissenschaft* de geschiedenis van ‘wetenschapsgebouwen’ in Berlijn, vanaf de oorsprong tot nu. Nergens drukken gebouwen zo’n sterk stempel op het stadsbeeld als hier. De auteurs vatten de architectuur van deze gebouwen op als een schakel tussen stad en



#### Book review

Cor Wagenaar

Arne Schirmmacher / Maren Wienigk (eds.)

#### **Architectures of Science**

#### **The Berlin Universities and Their Development in Urban Space**

Berlin (JOVIS Verlag), 2019, 304 pp.

Paoli Fusi

#### **Multiple Campus**

#### **Szenarien für die Universität der Zukunft**

Berlin (JOVIS Verlag), 2019, 450 pp.

In the 1930s, J.J.P. Oud, a pioneer of modern architecture in the Netherlands, became addicted to detective stories. His favourite was *The Poisoned Chocolates Case* by Anthony Berkeley, published in 1929. Readers may well wonder what a detective is doing in this book review. What do two books about the accommodation of scientific institutions have to do with poisoned chocolates? All shall be revealed. Oud read the poisoned chocolates story with one purpose in mind: to learn English. The thing about detective stories is that the reader is so invested in finding out ‘who done it’ that they will keep reading until they know. Many of the colleagues and friends with whom Oud corresponded did exactly the same: they read detective stories to master English. Oud’s reading of *The Poisoned Chocolates Case* is emblematic of a phenomenon that future generations will regard as one of the most fundamental and perhaps even dramatic revolutions in the world of culture and science: the English language’s steady rise to global dominance. That is meanwhile complete: whether it be the Internet or the financial world, English reigns supreme. While the title of Paoli Fusi’s *Multiple Campus. Szenarien für die Universität der Zukunft* begins with an English phrase (probably of his own devising), for non-German speakers Fusi’s opus will remain a closed book. The authors of *Architekturen der Wissenschaft* took a different approach, releasing an English translation and in so doing underscoring the hard reality that Oud had grasped back in the 1930s: however valuable the knowledge published in Spanish, German, Italian and a host other languages, until it was also available in English, it counted for nothing.

As the subtitle, *Die Entwicklung der Berliner Universitäten im städtischen Raum* (The development of Berlin universities in the urban space), makes clear, *Architekturen der Wissenschaft* chronicles the history of ‘scientific buildings’ in Berlin from the beginning to the present day. Nowhere do such buildings put so strong a