

| | |
|--|----|
| Papert, S. und Solomon, C. (1967). A Case Study of a Young Child Doing Turtle Graphics | 03 |
| Kapur, M., Emo, B. und Farquet, G. (2022). Lernagilität: auf künftiges Lernen vorbereiten. Arch+,S. 46 - 49. | 15 |
| Vrachliotis, G. (2022). Classroom without walls. Arch+,S. 164 - 173. | 21 |
| Grunewald, S., Dr. Kleeberger, J. und dr. Stilz, M. (2021) Maker Spaces in der Schule: So geht Lernen heute | 33 |

A Case Study of a Young Child Doing Turtle Graphics

Papert, S. und Solomon, C. (1967). A Case Study of a Young Child Doing Turtle Graphics

DOCUMENT RESUME

ED 207 578

IR 009 696

AUTHOR Solomon, Cynthia J.; Papert, Seymour
TITLE A Case Study of a Young Child Doing Turtle Graphics in LOGO. AI Memo 375.
INSTITUTION Massachusetts Inst. of Tech., Cambridge. Artificial Intelligence Lab.
SPONS AGENCY National Inst. of Education (DHEW), Washington, D.C.; National Science Foundation, Washington, D.C.
REPORT NO LOGO-28
PUB DATE Jul 76
GRANT NIE-G-74-0012; NSF-EC40708X
NOTE 10p.
EDRS PRICE MF01/PC01 Plus Postage.
DESCRIPTORS Case Studies; *Children; *Computer Assisted Instruction; *Computer Graphics; Computer Oriented Programs; Computers; Grade 2; Primary Education
IDENTIFIERS *LOGO System; *Turtles

ABSTRACT

This paper describes and comments on a seven year old's experience with turtle graphics in order to explore some important issues with regard to using computers in education and to probe into the question of what programming ideas and projects will engage young children. The case study which is described took place at the Artificial Intelligence LOGO Lab at the Massachusetts Institute of Technology where the child, a second grader, spent several hours on a consecutive Saturday and Sunday, talking in LOGO to a display turtle and a PDP-11/45 computer, and engaging in debugging sessions. Nine references are listed. (Author/LLS)

* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *

ED207578

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Artificial Intelligence
Memo No. 375

July 1976
LOGO Memo 28*

A Case Study of a Young Child Doing Turtle Graphics in LOGO

by

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH
EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF
EDUCATION

Cynthia J. Solomon
and
Seymour Papert**

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH
EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF
EDUCATION
U.S. DEPARTMENT OF HEALTH
EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF
EDUCATION
U.S. DEPARTMENT OF HEALTH
EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF
EDUCATION

A B S T R A C T

This paper explores some important issues with regard to using computers in education. It probes into the question of what programming ideas and projects will engage young children. In particular, a seven year old child's involvement in turtle graphics is presented as a case study.

*Revised version of LOGO Working paper 44, Nov. 1975.
Published in the proceedings of the National Computer Conference,
June 1976.

**Comments by Dr. Papert

The research described in this paper was conducted at Massachusetts Institute of Technology in the Artificial Intelligence Laboratory's LOGO Group in 1975, under the support of the National Institute of Education Grant No. NIE-G-74-0012, and of the National Science Foundation Grant No. EC-40708X.

ED207578

ERIC
Full Text Provided by ERIC

A case study of a young child doing turtle graphics in LOGO*

by CYNTHIA J. SOLOMON

Boston University
Boston, Massachusetts

and

SEYMOUR PAPERT**

Massachusetts Institute of Technology
Cambridge, Massachusetts

ABSTRACT

This paper explores some important issues with regard to using computers in education. It probes into the question of what programming ideas and projects will engage young children. In particular, a seven year old child's involvement in turtle graphics is presented as a case study.


This paper describes and comments on the experience of a young child in the MIT AI-LOGO Lab where she was involved in talking in LOGO to a display turtle and a PDP-11/45 computer. The child, a second grader, spent several hours on a consecutive Saturday and Sunday engaged in interesting debugging sessions. She worked long and hard. Why she could do so and why the experience was so interesting is partially explained by looking at her past experiences. In mid-January, the year before, when she was a first grader, she and I started working together learning about turtles and their world and thus explored turtle graphics. She visited twice a week for a month, staying from $\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{4}$ of an hour. We continued to meet, but less regularly, until the end of April. During that time she learned to talk to the display turtle. She learned the LOGO turtle commands like CLEARSCREEN (CS), FORWARD (FD), RIGHT (RT), LEFT (LT), PENDOWN (PD), PENUP (PU); and she learned to use them to make up her own commands for the turtle.

My goal for her first year had been for her to understand procedures both by using them and constructing them. She was given the following kind of experience. She made the turtle draw something by a series of direct commands. She would then think of a

name for the picture (or piece of picture) and teach that word to the computer. To help her in this construction I wrote down the commands as she debugged them. When she "taught" the procedure to the computer she would either read the commands as I had written them or I would read them to her. Then she would try out or "run" the procedure and see if there were any bugs.

The kinds of debugging situations Est encountered varied but I was always ready to intervene in case the situation became unresolvable for her. I presented Est with the same kind of materials and projects as I developed for older children. What I expected to see with a young child was a clearer indication of where bugs in the material and ideas lay, e.g., what ideas are hard to grasp and what ideas can be understood if presented in a crisper manner or imbedded in better situations. From the sessions with Lin, another first grader I had worked with quite extensively, I developed techniques and aids which have helped older children get into turtle work, and subprocedurization, debugging, anthropomorphizing.

Let me back off a bit here and explain what preparations I had made. To aid kids in defining procedures and to exploit the idea of teaching things to the computer I provided a procedure called TEACH. This command was used instead of LOGO's TO for defining procedures. TEACH requested a name for the procedure to be defined and then asked for each instruction of the procedure by saying "STEP 10:" etc. until the child typed "END". Thus line numbers were assigned to each instruction starting at 10 in increments of 10. I also prepared procedures for making squares, circles and pieces of circle. They require inputs, which allow their size to be varied. The child also had the choice of using either RSQUARE or LSQUARF, RCIRCLE or LCIRCLE, RARC or LARC. For ex-

ample,  could be drawn by RSQUAPE or

* The research described in this paper was conducted at Massachusetts Institute of Technology in the Artificial Intelligence Laboratory's LOGO GROUP. Under the support of the National Institute of Education Grant No. NIE-G-74-0012, and of the National Science Foundation Grant No. EC 40708X.

** Comments by Dr. Papert

LSQUARE; only the turtle's starting and stopping states indicate which procedure should be used. All of these procedures were treated as primitive commands. Nonetheless, most children will teach the turtle to make a square or circle of fixed size by using FORWARD and RIGHT, thereby understanding the turtle's behavior in the process.

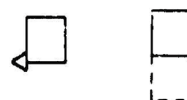
The turtle became more than a drawing device. It was a creature with certain behaviors which are interesting to study and might help us understand ourselves. The turtle lives on a display screen. Its initial state is in the middle of the screen with its nose pointing north or at 0 degrees. We can change its state by telling it to move FORWARD some number of units or turn RIGHT some number of degrees. We have marked the screen with 4 differently colored labels, NORTH, EAST, SOUTH and WEST. So we begin to build up a description of the turtle which is outside of the words provided by the LOGO language. Some of these we use to form a meta-language while others we turn into LOGO commands.

The previous remarks are meant to be background to the core of this paper, which is a picture of Est's two day interaction in the turtle-LOGO world after a break of almost six months. When Est arrived there was an initial bit of awkwardness. Her father was with her and wanted to see what kinds of things she would be doing. The work area was drastically changed. And Est wore a patch on her left eye. Her work from six months ago was in her workspace. I suggested she show her father her flower, a rather spectacular piece of opportunism. She exclaimed, "Oh yes you say CB seven times for this." She did it, her father satisfied at having seen something and reassured that she could see, left. We then abandoned last year's work and proceeded to reinvestigate the turtle's behavior. She remembered turtle commands in their abbreviated form like CS, FD, RT, LT, BK and also TEACH. She had

difficulty remembering how to execute commands. That is she forgot to press the CR button and she also forgot to space between words. Last year (in anticipation of the Lebel keyboards) we had marked the CR key DOIT and thus the metaphor of "tell the computer or turtle to DO IT." Unfortunately the key was no longer so marked. But Est developed an interesting way out as a result. This little anecdote will be discussed later.

I had not made a firm plan because I wanted to see what she remembered, how she had changed, what the atmosphere was like. I didn't want to burden her with last year's experience. I had wanted to start off fresh and she too wanted that so I cleaned out her workspace. Intellectually we'd build on what she knew but we wouldn't examine last year's work. (Have you ever tried to understand a program you wrote six months ago!) I asked her to make the turtle draw a square or a box. She preferred to think of it as a box. (Last year she had written a procedure called BOX.) I told her in review that RT 90 headed the turtle from NORTH to EAST.

She made a square. Using TEACH (another result of work with Lin) she defined FOX, her box. I helped her by writing down what she did and reading it out to her. But now I wanted to make her independent. I posed the following problem. Make another FOX under the first like this:



The turtle drew FOX and its stopping state was 90 degrees left of its starting state. This made the problem harder, more distracting. Est kept producing

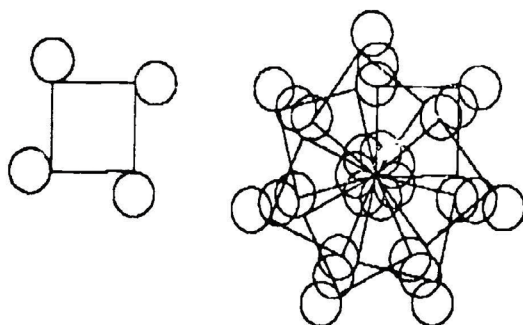


The turtle's actions upside down!

or this



but this was hard. I sat down and talked with her about the turtle's nose when it started and when it

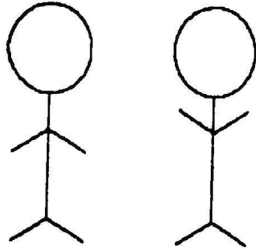


CB

FLOWER

stopped. I said "Maybe it would be easier if the turtle ended the same way as it started." So we changed FOX. She did find it easier.

Our next project was a man, a stick figure man. I drew it and said, "What's that?" "A man" she said.



We debugged it together facing the difficulties of this

being the same as this , but upside

down. I picked this kind of figure rather than one with different arms and legs because it is easier and harder. There are fewer parts making it easier, but the idea of representing arms and legs by the same procedure is a bit jarring the first time. It is, of course, part of exploiting the subprocedure game. Another new idea she encountered was having to relocate the turtle's starting state to accommodate the man's head. We had to back the turtle up 90 units before running the man procedure.

We taught the computer how to draw the LEGS/ARMS. First she taught the computer to EH which

caused the turtle to draw this .

```
TO EH
10 RT 60 She knew she could choose another angle
20 FD 100
30 BK 100
40 LT 60 we emphasized the 2 part process
50 LT 60
```

```
60 FD 100
70 BK 100
```

```
80 RT 60
END
```

Now Est forgot for a moment that our plan had been to turn EH upside down. When she ran EH she complained it wasn't making legs. This is interesting because it often happens with older kids as well. The idea of rotating objects to make them be different is contrasted here with rotating objects to understand they don't change. But here we look at the object differ-

ently. This shape can only be arms, not legs,

but rotated like this , it can be arms and legs

She taught D.

```
TO D
10 RT 180 last year she would have said RT 90 RT
90
20 EH
30 RT 180
END
```

She then put the pieces together and added a neck. This year she chose numbers like 150 and 40. Last year she would have picked 43, 49, etc. or 90

When it was time to make a head there was very little screen space left. I saw it coming and began suggesting teaching the body parts to the computer. When she ran into the difficulty we were already making plans to deal with it. She taught UH and then before running it she backed the turtle 90 units. (This time she used 90. Was it because BK was not as familiar as FD?) When we made the head there were rotation decisions and then size decisions. She had forgotten the effect of RCIRCLE/LCIRCLE's input, it was the radius not the diameter, but one buggy drawing was a sufficient reminder. Here were her procedures, UH and RUTH. By the way, using D for both arms and legs worked out well and surprised me.

```
TO UH
10 D
20 FD 150
30 D
40 FD 40
END
```

```
TO RUTH
```

```
10 BACK 90
20 UH
30 LEFT 90
40 RCIRCLE 50
50 RIGHT 90
60 BACK 100 We took 90 away from 150 and added
40.
END
```

The way we worked followed last year's pattern:

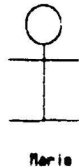
1. Draw something on paper.
2. Draw "it" on the screen using direct commands, including subprocedures already taught. The quoted it ("it") means that we are opportunistic. If something better turns up as we draw we might change our goal.
3. Now we teach the computer to do what we just did. (This is the step on which I shall concentrate in the next pages.) So the model for the learner is:

```
10 Do something
20 Teach the computer to do it
```


In more detail we could add:

- 5 Plan it first
- 15 Think about how you do it
- 25 Think about why it didn't quite work... debug

Next I asked Est to make another man without



destroying RUTH. We discussed how it differed from RUTH. This one was to be MARIE. Est really wanted to make MARIE and worked hard at it. What she could and what she could not do by herself revealed some interesting patterns I have often seen and talked about but which have not been discussed explicitly. So let's look in detail at her progress.

Remember RUTH used UH to make the body. UH ran D to make the arms and the legs. To make MARIE we want to replace UH by a new procedure (Est eventually called it S), but first she needed to replace D. She called her new procedure K.

TO K

10 RT 90

20 FD 100

30 BK 100

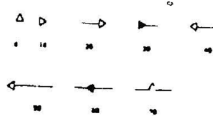
40 RT 180

50 FD 100

60 BK 100

70 RT 90

END



Est does not do this directly. Perhaps doing so is too "formal" for her age. Perhaps she was following a pattern I had set up last year. Whatever the reason her way was to "be MARIE herself", i.e., she would give the instructions as direct commands which would later be taught using TEACH. This is how she did everything. But there is more than one way to do this. So back to details.

I left Est entirely on her own. She worked for some X minutes and eventually produced the result she wanted on the screen. This obviously shows a mastery of FD, RT etc. as well as an ability to organize her work. But now comes a difficulty often seen in children this age. She has on the paper in front of her all the commands for MARIE. She knows how to use TEACH and certainly could have typed it all in (this she had done before) But her immediate goal was different. She set herself the sub-goal of "teaching the legs", i.e., of making a subprocedure K, which she would later incorporate into MARIE. But she blocks here. She

seems to find it hard to isolate just the instructions she needs for this. Why? Is this a quirk of my teaching or something deep? Seymour says it looks like a "figure ground problem", "structure dependent perception", "reversibility" and like what J. Bamberger sees in children's descriptions of clapping. I don't know, but it feels like a real problem.

I watched from a distance and eventually decided to intervene following a principle of allowing children enough success soon enough to make the fight worth while. It needed hardly any intervention. In cases like this it usually doesn't need much. Often it is sufficient to say: "Ok, let's do it together." But then all I do is read to her what she sees on her paper. Another technique that gets the same result is to write, or have the child write, on a piece of paper just what she has typed to the computer. Why do these subtle things help? Because it is a trivial problem? Maybe. But perhaps also because it is a deep problem related to what psychologists might call attention and what we might call the control process of sub-procedure management. Anyway, it needed very little intervention and she was off on the track and soon Marie worked.

Research issues: understand this phenomenon, get better at observing just what intervention works and why, track the progress of a child over longer periods.

SOME GENERAL OBSERVATIONS

1. Compared with last year Est could work much more independently. (More than half a year is a big piece of her life!)

2. Her work with RCIRCLE and LCIRCLE would have been easier if the inputs were diameter (which "exists") rather than radius (which is about a non-existent point called center). Although later she made a design which was understandable because the input was the radius.

3. She had trouble remembering to π . This she cured by playing this game with the computer: after typing an instruction she would say, firmly and dramatically "DO IT" while hitting the CR key. She knew what "game she was playing". There was no trace of my manipulating her. On the contrary she manipulated herself. We'll see another good example in day 2 of how she is able to set up a deliberate strategy of programming around her own perceived bugs.

I set up the model for DO IT and feel that the way I did it (the rhythm, the degree of "reality" and also playfulness, etc.) made a very big difference as to whether this kind of thing works. On Day 2 she invented similar techniques of her own. So perhaps my suggestion took only because it was a kind of thing she does spontaneously. Big research issue!!

Day 2--Preamble:

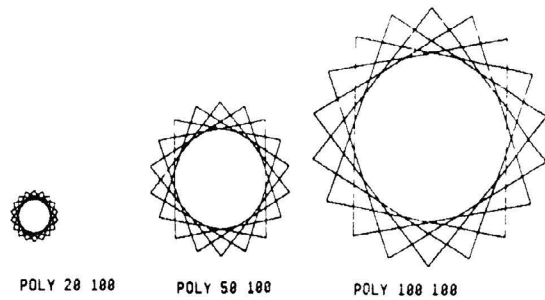
Again I had no detailed plan except the general idea of making an animation in which RUTH and MARIE alternate to give a jumping effect. I had written a new aid to help in snapping pictures called TS whose effect is to save SNAPS. But when I used it with Est I hadn't tried it out and it had a bug! I really got flustered by that. Lesson: don't use undebugged stuff, but if you do don't get flustered.

To warm up I showed Est POLY. She played with inputs. I showed her POLY 50 90. Then I asked her to change the shape. She tried POLY 50 80. She didn't want to call it a star (a 9 pointed star), then she tried POLY 50 40, POLY 50 60. Then she tried POLY 20 30, and POLY 20 20. She remarked that the last two were different sized circles. Finally she tried POLY 20 100 followed by POLY 50 100. She had to struggle with the idea that the 2 figures were the same shape. The first one was very tiny. So she tried POLY 100 100. That she thought could be the same as POLY 50 100, but still the size of the figures did bring into question whether the shape was the same.

My intention on the day before was to make an animation using RUTH and MARIE. We continued to work on this scheme after I fixed a TS bug. When I discussed what we had to do:

```
DISPLAY :RUTH
WIPECLEAN
DISPLAY :MARIE
WIPECLEAN
```

and do these steps over again, I then added we want



the computer to wait and suggested that it WAIT 5. The following conversation ensued.

```
E: Does that mean 5 seconds
C: No
WAIT 60 is a second
E: But if I say that's a second
C: Yes but computers count faster.
```

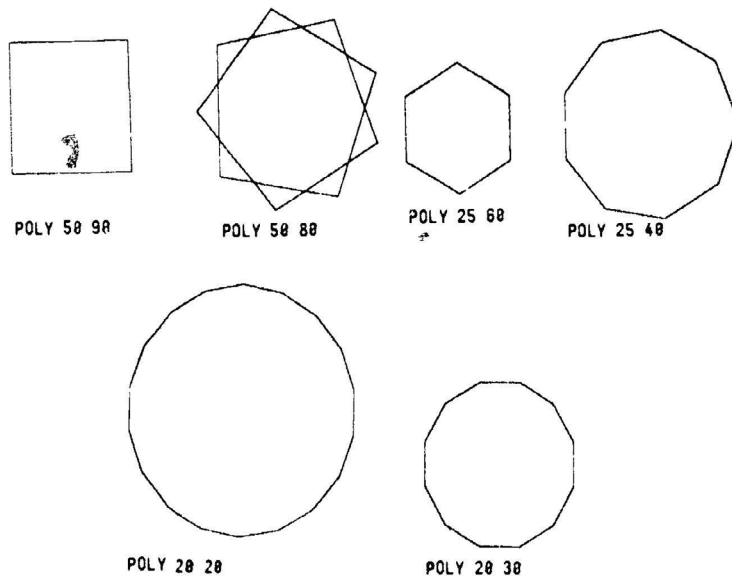
Then Seymour intervened and played a RACE with her. He wrote RACE. It took an input, a starting number and then counted up to 21 by one's. So

```
RACE → 1 2 3 4 5 6 7 8 . . . 21
```

He asked Est to count against the computer. The computer won.

The racing and counting seemed to give another dimension and added more reality to some aspects of the computer:

. . . its sequential behavior (After all up to now the results of her programs have been static. So even if

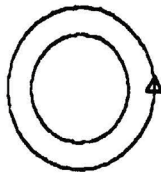


the drawing is sequential, the static may be more real)

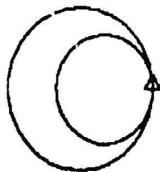
... its sense of time
... its quickness (even though this isn't in the nano-second range.)

She finished teaching P to the computer. She and I resumed our discussion about recursion. P was to be recursive. We had played the people procedure game (To POW RAISE-ARM LOWER-ARM SAY-PQW) last year but she didn't remember. I asked her to be the POW procedure and we worked through it again. Then she made P behave in the same way and ran it. The desired effect was achieved.

I asked her to use LCIRCLE and RCIRCLE to make



she quickly made
out of LCIRCLE 90 and
LCIRCLE 60

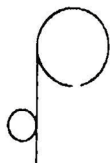


Again an interesting phenomenon (the "start up bug"): she seemed to block until I said "What about moving the turtle?" A trivial piece of advice. Perhaps it really means "stop being complicated, do something simple."

She asked how much to move it. I answered, "Well it walks 90 units to the middle of the big circle and 60 units to the middle of the small so move it 90 take away 60. She did and completed the picture. We then took a break for lunch.

By the way I had tried to accept her first version but she would not give up on the original picture.

After lunch I asked her to make

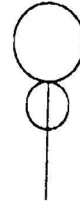


This time using LC or RC (which took diameter as their input).

Then I went away. I suspected she had ritualized her experience with the head of RUTH and MARIE. I wanted to see if she could undo it. She worked very hard.



She got



I finally modified the model to



She said no she only wanted 1 leaf. (Esthetics). She did it! She called it DF for dumb flower (again emphatic and dramatic).

In all this I see another interesting phenomenon. Call it making cliches. Are they good or bad? Perhaps necessary. Anyway that's how it seems to go. (Seymour says it now has the blessing of "frame theory" and something cognitive psychologists call "stereotyping". Again I don't know but I'm glad to know that theoretical people are paying attention to the things that seem important. Also, what does Piaget mean by schema?)

Here is a series of events.

In making the men Est constructed



The obvious first pass at doing this is

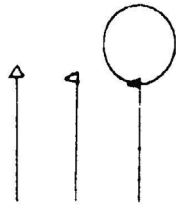
FD 50
RCIRCLE 50

but this gives



The debugged version is FD 50

LT 90
RCIRCLE 50



Est worked awhile on this and eventually knew how to make figures like



Now the flower model called for



which Est had previously found easier. But now she has trouble. She has "formed a cliché" or "overgeneralized" or whatever. You might say "well she doesn't understand anything. She is echoing mechanically." But it's not so simple. Look at what happened when I suggested putting in a leaf to form:



She didn't make



as she would if "LT 90 RCIRCLE" had been completely ritualized. So it's more subtle. Actually Est had developed another cliché. Instead of saying LT 90, she would say RT 90, RT 90, RT 90. In this problem there was payoff. Then she would always turn the turtle right.

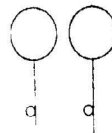
My next suggestion was to make a row of flowers. She did

DF
DF



but the second DF drew the same flower again. Astonishment! Bug! Again a very "trivial" piece of advice got her going. I pointed to where the next flower could be. No words were necessary (what a lesson for talkative teachers!) . . . she knows how to drive the turtle and she quickly drew a row of flowers.

DF
RT 90
FD 50
RT 90
RT 90
RT 90
DF
RT 90
etc.



"Fantastic" I said, "and what about one to the left." Serious thinking. It has to go BK 150 she said, "because there are 1 2 3 of them."

Again the research problem: What do these "little" aids mean? What is the learner's problem. This learner sometimes handled this amazingly. Her flower drawer is called DF. Like many children her age she sometimes reverses letters and especially since FD is a LOGO word. So several times her intended DF got the reply:

FORWARD NEEDS MORE INPUTS

So she wrote a big DF on a piece of paper. Put a circle around it and looked at it ritualistically every time she wanted to draw a flower! (Best model this year of debugging.)

I emphasize: the particular trick for DF was entirely her own idea. If I helped it was by conveying (rather than telling) an attitude to debugging and towards using paper and pencil as a material aid. I had often taken up the pencil in times of difficulty.

Finally another "cliché" which I already mentioned, Est never used LEFT spontaneously. She knew what it

did and would oblige if asked to use it. But on her own she would say

RT 90

RT 90

RT 90

rather than

LT 90

There seemed to be no reason to complain or "correct" this perfectly adequate representation! It might be interesting to watch its development. But probably not. One day she will use LT 90 and no one will ever know what happened. Except her, perhaps.

REFERENCES

1. Bamberger, Jeanne, *The Development of Musical Intelligence I: Strategies for Representing Simple Rhythms*, MIT AI Lab LOGO Memo 19, November 1975.
2. Minsky, Marvin and Seymour Papert, *Artificial Intelligence*, Oregon University Press, 1974. Also as AI Progress Rept., Mass. Inst. Tech., Artificial Intelligence Lab., Memo 252, 1972.
3. Minsky, Marvin, *A Framework for Representing Knowledge*, MIT, AI Memo 306, 1974.
4. Minsky, Marvin, "Form and Content in Computer Science," *JACM*, Vol 17, No 2, 1970. Also as MIT AI Memo 187, 1969.
5. Papert, Seymour and Cynthia Solomon, *Twenty Things to Do with a Computer*, MIT, AI Lab. LOGO Memo 3, July 1971. Also in *Educational Technology*, April 1972.
6. Papert, Seymour, *Teaching Children to be Mathematicians or Teaching about Mathematics*, MIT AI Lab. LOGO Memo 4, July, 1971. Also in *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol 3, 249-262, 1972.
7. Papert, Seymour, *Uses of Technology to Enhance Education*, MIT AI Lab. LOGO Memo 8, June 1973.
8. Papert, Seymour, "On Making a Theorem for a Child," *Proc. ACM Annual Conf.* Aug. 1972. Also in *New Educational Technology*, General Turtle Development Inc., Cambridge, Ma.
9. Solomon, Cynthia, "Leading a Child to a Computer Culture," *Proc. ACM SIGCSE-SIGCUE Joint Symposium*, SIGCSE BULLETIN 8,1/SIGCUE TOPICS 2, February 1976. Also as MIT AI LAB LOGO MEMO 20, 1975.

Lernagilität: auf künftiges Lernen vorbereiten

Kapur, M., Emo, B. und Farquet, G. (2022). Lernagilität: auf künftiges Lernen vorbereiten. Arch+, S. 46 - 49.

A1
Informelle Lern-
Grégoire Farquet

A4
Die Handlungs-
Alexandre The

A7
Lernen in Hallen
ehemaligen Fe
Martin Tschan

B1
Informal Learn



Lernagilität: Auf künftiges

Manu Kapur im Gespräch
mit Beatrix Emo und
Grégoire Farquet

Wie könnten Lernräume der Zukunft aussehen?
Das diskutieren Beatrix Emo und Grégoire Farquet
mit Manu Kapur, Professor für Lernwissenschaften
an der ETH Zürich. Er spricht aus einer interessanten
interdisziplinären Perspektive, die den Blick auf Themen
wie Wissen, produktives Scheitern, Einfallsreichtum,
disziplinäre Grenzen und Lernagilität schärft. Werden
Architekt*innen so agil sein, um Kapurs wissenschaftliche
Erkenntnisse in eine Vision für die Lernräume der
Zukunft zu übersetzen?

„Classroom without Walls“
Georg Vrachliotis

C9
Lernen im Feld: Die Satoyama School of Design
Yoshiharu Tsukamoto, Siena Hirao

BEATRIX EMO: Wir haben im Zuge unserer Forschung zum Thema Bildungsräume mit einer Reihe von Architekt*innen und Architekturhistoriker*innen Gespräche geführt. Dabei diskutierten wir einige der spannendsten neueren Universitätscampusse in Europa, vor allem Architekturschulen. Räume für informelles Lernen stellen bei unseren Untersuchungen einen der Schwerpunkte dar. Ist die Unterscheidung zwischen formalem und informellem Lernen aus deiner Sicht als Lernwissenschaftler überhaupt hilfreich?

← 1
Studenten in
einem Zeichenraum
der Abteilung für
Architektur im
Hauptgebäude der
ETH Zürich, 1930

MANU KAPUR: Die Unterscheidung von formal und informell ist zunächst eine analytische und hilft dabei, einige Eckpunkte zu setzen. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, ist es aus meiner Sicht sinnvoll, formales und informelles Lernen als eine analytische Dichotomie zu betrachten. Aber man muss dabei auch bedenken, dass diese Dichotomie nur ein Modell ist und Lernen im realen Leben in der Überlagerung von formalem und informellem Austausch geschieht. Wenn ich „Räume für informelles Lernen“ höre, wird impliziert, dass sich die Art des Lernens (formal/informell) von der Art des Raums (formal/informell), in dem Lernen stattfindet, entkoppeln ließe und wir diese beiden Paare dann entsprechend kombinieren könnten: also formales Lernen in einem formalen Raum (der traditionelle Unterricht in einem Klassenzimmer), formales Lernen in einem informellen Raum (ein Praktikum, ein Schulausflug, bei einem Guru unter einem Baum), informelles Lernen in einem formalen Raum (wenn man zum Beispiel nach dem Unterricht die Lehrkraft etwas fragt) und dann natürlich noch informelles Lernen in informellen Räumen. Interessant an eurem Projekt ist, dass ihr die Affordanzen für das Lernen und die Affordanzen des Raums, also die gegebenen Möglichkeiten, die den Lernenden als Handlungsspielraum angeboten werden, als zwei sich schneidende Achsen in einem Quadranten untersucht.

GRÉGOIRE FARQUET: Architekturfakultäten stellen in dieser Hinsicht einen Sonderfall dar, denn in der Architekturlehre werden traditionell viele verschiedene Lehrmethoden eingesetzt: Frontalunterricht, Seminare, Entwurfsstudios, Feldforschung usw. Andere Disziplinen sind nicht so agil und wechseln nicht so nahtlos zwischen verschiedenen Methoden.

MANU KAPUR: Die Architekturlehre wird in den Lernwissenschaften häufig als ein Beispiel für sehr leistungsfähige Lernumgebungen angeführt, da Entwurfsstudios in der Regel eine gute Mischung aus vielen dieser Spannungsfelder darstellen, mit denen wir Lernwissenschaftler uns immer herumschlagen: formal versus informell, aufgenommenes Wissen versus generiertes Wissen, kuratierte Lehre versus nicht-kuratierte Lehre usw. Das Außergewöhnliche an der Architekturausbildung ist auch die Ausrichtung der Lehre an der Praxis der Disziplin. Das wäre auch eine Frage, mit der man bei eurer Themenstellung noch ansetzen könnte: Wie richten sich Lernräume an der beruflichen Praxis einer jeden Disziplin aus? In der Architektur fehlt diese Orientierung nicht in dem Maße wie bei anderen Disziplinen. Meist sind Architekturprofessor*innen selbst in Büros aktiv, und in den Entwurfsstudios werden Entwurfsaufgaben simuliert, die tatsächlich auch in der Praxis bearbeitet werden. Gleiches findet auch im juristischen Bereich statt. Unterschiedliche Ausrichtungen an der Praxis führen zu Unterschieden in der Auswahl der Lehrmethoden und zu der Frage, in welchen Räumen die Lehre stattfindet und wie man sich durch diese Räume bewegt. Das hängt auch mit der Vorstellung von Wissenstransfer zusammen: Es wird immer beklagt, dass Wissenstransfer nur selten stattfindet, dass Studierende zu viel Inhalte an der Hochschule lernen, von denen sie vieles gar nicht im realen Berufsleben anwenden können, weil die Übertragung in die Praxis nicht stattfindet. Das Thema ist hier, Wissen im Kopf versus Anwendungswissen, inaktives Wissen versus übertragbares Wissen, um hier nur ein paar Kategorien aus der Fachliteratur zu nennen. Eine Möglichkeit, Wissenstransfer zu erleichtern, besteht darin, die Lehrpraxis stärker an der Berufspraxis auszurichten.

GRÉGOIRE FARQUET: Die Künstlerin Karin Sander, Professorin für Architektur und Kunst an der ETH Zürich, erzählte uns, wie erstaunt sie immer wieder darüber ist, dass die Studierenden ganz klare Aufgaben gestellt bekommen wollen. Sie seien dann extrem gut darin, diese zu lösen, aber sobald man ihnen etwas mehr Freiheit gebe, haben sie damit richtig zu kämpfen (siehe das Gespräch mit Karin Sander in dieser Ausgabe). An der Architekturfakultät der ETH Zürich wird laufend diskutiert, wie man den Studierenden helfen kann zu lernen, eigenständige Positionen einzunehmen und argumentativ dafür einzustehen. Ist die Ausrichtung der Lehre an der Praxis eine Möglichkeit, dies zu fördern?

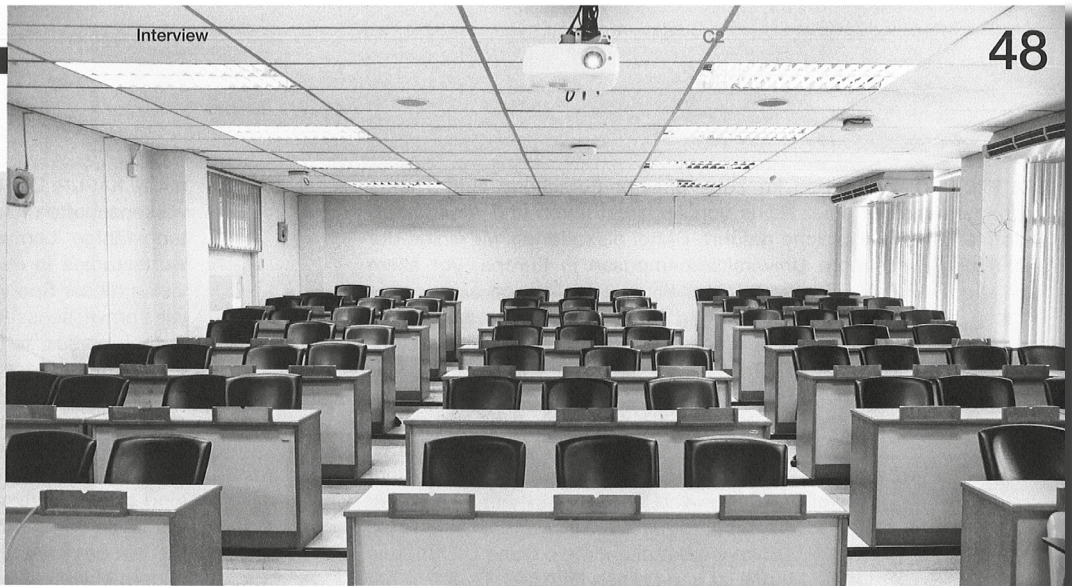
MANU KAPUR: Die Ausrichtung an der Praxis ist sicherlich ein ganz entscheidendes Element, aber nicht die einzige Möglichkeit, die Studierenden auf ihrem Weg, emanzipierte Berufspraktiker*innen zu werden, zu unterstützen. Es wird immer eine Kluft zwischen dem Lernen und der Praxis geben, weil die Affordanzen, die Machtverhältnisse und die sozialen Kontexte unterschiedlich sind. Die Epistemologie des Lernens und die Epistemologie der Arbeit können sich nicht vollständig überlappen. Angeeignetes Wissen und erlerntes Wissen kann man nicht auf dieselbe Ebene stellen. Ich würde daher eher die Frage stellen: Können wir die Studierenden ausreichend darauf vorbereiten, in einem anderen Kontext innerhalb oder sogar auch außerhalb ihrer eigenen Disziplin lernfähig zu bleiben? Wenn man das nämlich nicht macht,

Lernen vorbereiten

A1

→ 2

In dieser virtuellen Umgebung – die vom Videotelefonie-Anbieter Zoom „immersiv“ genannt wird – verschmelzen Hintergrund und Teilnehmende zum Bild eines physischen Klassenraums. Selbst wenn laut Manu Kapur hybrides Lernen auch nach der Pandemie Teil des studentischen Alltags bleibt, werden Lernwissenschaftler*innen und Designer*innen in Zukunft kreativere Lösungen als fiktionale Seminarräume finden müssen, um einen sinnvollen Austausch zwischen den Nutzer*innen von digitalen Lernräumen zu schaffen.



B1

werden sie definitiv nicht in der Lage sein, das, was sie gelernt haben, auf andere Situationen zu übertragen. Das ist die Idee von Lehre als Vorbereitung für zukünftiges Lernen. Laut Daniel L. Schwartz lässt sich die Effizienz von Lernen unter anderem überprüfen, indem man untersucht, wie das Lernen auf weiteres Lernen in der Zukunft vorbereitet.¹ Wenn man heute etwas lernt, und morgen dazu abgeprüft wird, ist das ein auf sehr kurzfristige Wirksamkeit angelegtes Verständnis von Lernen. Wenn man aber das, was man heute gelernt hat, hinsichtlich der Tatsache bewertet, wie es hilft, in der Zukunft etwas Neues zu lernen, sprechen wir von einer ganz anderen Form von Wirksamkeit. Unterricht als Vorbereitung auf künftiges Lernen zu betrachten, ist eine langfristige Art, über Bildung nachzudenken.

B4

BEATRIX EMO: Universitätsgebäude werden häufig danach beurteilt, welche Art von Lernerfahrung sie bieten, wobei es oft darum geht, ob sie als anregend empfunden werden – beispielsweise ob sie die Studierenden zu Kreativität und Eigeninitiativen anregen – oder ob sie hinsichtlich ihrer Ästhetik, Funktionalität und Atmosphäre attraktiv sind. Sind das für dich valide Kriterien? Welche Eigenschaften muss ein guter Lernraum deiner Meinung nach aufweisen?

B7

MANU KAPUR: Bei der Gestaltung von Lernräumen sollten sowohl die Lernwissenschaft als auch die Disziplin der Architektur involviert sein. Aber selbst wenn dem so wäre, gäbe es nicht den einen wissenschaftlichen Standpunkt zu dem Thema. In der Realität gibt es zahllose Einschränkungen sowie grundsätzliche ideologische und philosophische Unterschiede zu bedenken. Eine der Grundfragen, die man sich meiner Ansicht nach stellen muss, ist, in welchem Umfang die Lernerfahrungen der Studierenden überhaupt kuratiert werden sollen. Der ungewöhnlich stark kuratierten Form der Lehre, der Architekturstudierende in den Entwurfsstudios begegnen, werden sie später wahrscheinlich auch immer wieder in ihrer Berufspraxis begegnen, aber sicherlich wird nicht jedes Büro so gut kuratiert sein wie ein Studio an der Hochschule. Sollte also das Ziel sein, gut kuratierte Lernerfahrungen zu schaffen, seien sie formal oder informell? Oder sollte eher versucht werden, eine Atmosphäre der Lernagilität, wie ich es gerne nenne, zu kultivieren. Für mich ist Lernagilität die strategische Fähigkeit, mit dem Unsicheren, dem Neuen, dem nicht Kuratierten, dem Chaos zurechtzukommen. Ich glaube, dass wir als Pädagog*innen ein doppeltes Ziel verfolgen sollten: Einerseits sollte man überle-

C1

C7

gen, wie stark ich die Ausrichtung an der Praxis. Andererseits sollte man sich fragen, wie bringe ich den Studierenden bei, mit Unsicherheiten umzugehen. Eine Aufgabe, die in besonderer Weise die Lernagilität von Studierenden fördern kann, hat vier Aspekte: Sie ist neu, sie ist schwer, es gibt Zeitdruck, und sie erfordert Einfallsreichtum. Stell dir vor, du musst etwas Neues lernen, aber hast keine Zeit, einen formalen Kurs dafür zu besuchen: Kannst du es dir selber beibringen? Bist du in der Lage, entsprechende Ressourcen in deinem Umfeld zu aktivieren? Kannst du Literatur, Gleichgesinnte, Expert*innen, Werkzeuge finden? Wenn ja, besitzt du auch die Fähigkeit, sie entsprechend für dich einzusetzen? Kannst du die notwendigen Affordanzen schaffen? Oder wartest du immer darauf, alles fertig präsentiert zu bekommen? Können wir Lernerfahrungen schaffen, bei denen die Studierenden konstant in dieser Weise gefordert sind? Aus meiner Sicht sind das Fertigkeiten, die den Studierenden häufig nicht vermittelt werden, weil alles für sie in viel zu hohem Maße kuratiert ist. Wir sollten also Lernumfelder gestalten, in denen Dinge sowohl kuratiert als auch nicht kuratiert sind. Wenn wir das tun, können wir die Beziehung zwischen Lernen und Lernagilität als ein weiteres Doppelpaar denken, und da sieht man dann auch, wie unterschiedliche Arten von Fachkenntnissen sich auf der Basis von unterschiedlichen Erfahrungen entwickeln. Ein Beispiel, Expert*innen mit sehr viel Fachwissen, aber ohne Lernagilität, sind meist sehr gut in dem, was sie tun, aber finden es schwierig, sich anderen Disziplinen zu öffnen. Giyoo Hatano und Kayoko Inagaki nennen sie *routine experts*.² Die Leute, die über ein großes Spezialwissen in ihrem Fachbereich verfügen und sich zugleich auch durch eine hohe Lernagilität auszeichnen, sind *adaptive experts*. Menschen ohne umfassendes Fachwissen, aber mit einem Überblick über viele Fachbereiche, wären demnach *Generalisten*. Diese besitzen meist eine sehr hohe Lernagilität, und auch solche Leute werden gebraucht! Sorgen machen sollten uns allerdings diejenigen mit geringem Fachwissen und wenig Fähigkeiten, Neues zu lernen. Manchmal frage ich mich allerdings, ob wir heute an den Universitäten nicht genau diesen Typus produzieren: Leute, die ständig herumknobeln, keine tiefen Fachkenntnisse in ihrem Bereich haben, aber auch nicht die Werkzeuge besitzen, sich Wissen auf einem anderen Gebiet als dem eigenen anzueignen.

A1

BEATRIX EMO: Alle vier genannten Punkte zur Lernagilität sind Bestandteil der Entwurfslehre: Es herrscht Zeitdruck, man muss die Neuartigkeit des Entwurfs unter Beweis stellen, man muss seinen Einfallsreichtum nutzen, und wenn der Tutor sagt, dass die Arbeit nicht gut ist, muss man in der Lage sein, zu argumentieren, warum die Arbeit doch gut ist. Das ist definitiv schwer. Wir fragen uns, wie sich diese Unterrichtsform auf andere Fachbereiche übertragen ließe. Hast du einen Rat?

MANU KAPUR: Das Konzept des *produktiven Scheiterns* könnte da vielleicht ganz hilfreich sein: Man schafft ein Lernumfeld, das die Möglichkeit vorsieht, in einem geschützten Umfeld zu scheitern.³ Das ist eine mögliche Strategie, die Lernagilität der Studierenden aufzubauen.

GRÉGOIRE FARQUET: Unter den bekannten Architekturfakultäten findet man einige herausragende Gebäude, die die Studierenden dazu einladen, auf die Bühne zu treten, sich zu präsentieren, möglicherweise auch mal zu scheitern und dennoch die Möglichkeit zu haben, ihre Rolle zu finden. Die Yale School of Architecture von Paul Rudolph und die Faculdade de Arquitetura e Urbanismo der Universidade de São Paulo von João Batista Vilanova Artigas und Carlos Cascaldi, beide aus den 1960er-Jahren, sind solche Räume, die man als „safe spaces“ bezeichnen könnte. Und aus der jüngeren Zeit ist die École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes von Lacaton & Vassal zu nennen. (Zu den beiden erstgenannten Beispielen siehe den Artikel „Informelle Lernräume“ von Grégoire Farquet und Beatrix Emo in dieser Ausgabe. Zum letztgenannten Beispiel siehe das Gespräch mit Anne Lacaton in dieser Ausgabe). Diese Gebäude funktionieren wie Infrastrukturen. Sie sind ziemlich robust und ermöglichen den Studierenden eine unkomplizierte Aneignung des Raums. In Nantes haben beispielsweise 50 Prozent des Raums eine zugeordnete Funktion als Seminarräume, Werkstätten, Hörsäle etc. und die restlichen 50 Prozent sind nutzungsoffener, „freier“ Raum. Studierende und Lehrkräfte eignen ihn sich selbst an. Gibt es in der Lernwissenschaft ähnliche Beispiele?

MANU KAPUR: Wenn man kreative Formen der Raumaneignung erleben möchte, sollte man einmal in einem indischen Zug in der 3. Klasse fahren. In Hindi gibt es das Wort *jugaad*, das diesen Sachverhalt wiedergibt. *Jugaad* ist der Inbegriff von Einfallsreich-

↓ 3

Individualarbeitsplätze wie hier in der „Langhalle“ des ONA-Gebäudes an der ETH Zürich wurden während der Covid-19-Pandemie an mehreren Standorten der Hochschule eingerichtet.

tum und situativer Improvisation, sowohl in Bezug auf den Umgang mit dem Raum als auch hinsichtlich des Einsatzes von Hilfsmitteln. Wie gestalten wir Situationen, die es den Studierenden ermöglichen, ihr *jugaad*-Denken zu entwickeln?

GRÉGOIRE FARQUET: Viele Bildungsbauten der 1960er-Jahre versuchten, Antworten auf diese Frage zu finden. Manche basierten auf dem Konzept, die idealen räumlichen Bedingungen zu bieten, die ungeplante physische Interaktionen maximieren. Häufig versuchten Architekt*innen, die gleiche Art von ungeplanten Begegnungen, wie sie im urbanen Raum stattfinden, durch Entwurfselemente wie *rues intérieures* und innenliegende Plätze in den Gebäuden zu reproduzieren. Arbeitet ihr in der Lernwissenschaft auch mit der Kategorie des Ungeplanten?

MANU KAPUR: Das Konzept der Serendipität, des glücklichen Zufalls, ist sehr wirkmächtig. In der Lernwissenschaft wird dies oft mit dem Zeigarnik-Effekt in Verbindungen gebracht, benannt nach der litauischen Psychologin Bljuma Zeigarnik. Im Kern geht es darum, dass man, wenn eine neue Information oder Ressource im Lern- oder Arbeitsumfeld auftaucht, die einem helfen könnte, eine Aufgabe zu lösen, die man zuvor nicht lösen konnte, diese in der Regel eher erkennen kann, weil man zuvor lange mit dem Problem gekämpft hatte. Können wir Lernräume gestalten, die sich so an die Nutzer*innen anpassen, dass sie serendipitäre Lernmöglichkeiten schaffen? Dass Studierende, wenn sie eine Lernumgebung verlassen, mit neuen Informationen konfrontiert werden? Technologie spielt hier auch eine ganz wichtige Rolle. Im Zusammenspiel können Raum und Technologie viel beitragen.

BEATRIX EMO: Wenn du die Möglichkeit hättest, in einer Universität die Hörsäle umzugestalten, was würdest du tun?

MANU KAPUR: Wenn der Hauptzweck von Hörsälen allein die frontale Vermittlung von Inhalten ist, dann ist das eine gewaltige Verschwendung von Raum. Auch nach der Corona-Pandemie wird das hybride Lernen meiner Ansicht nach bleiben. Unser Ziel sollte sein, die Affordanzen, die online und Präsenz jeweils bieten, bestmöglich zu nutzen. Die Vermittlung von Inhalten ist auch sehr gut digital möglich. Explizites Wissen eignet sich recht gut für das Lernen online, weil es sich gut strukturieren und aufzeichnen lässt. Der Wissenstransfer lässt sich automatisieren. Wenn dies ein allgemein akzeptiertes Grundverständnis ist, können deutlich mehr Ressourcen in das Nachdenken darüber einfließen, wie die persönliche Komponente beim hybriden Lernen verbessert werden kann, um sich auf die Vermittlung von implizitem Wissen zu konzentrieren. Fachwissen entwickelt sich aus einer tiefgreifenden Koordination von explizitem und implizitem Wissen. Um beide Wissensformen zu fördern und weiterzuentwickeln, sollten wir die Affordanzen beider Unterrichtsformen – online und Präsenz – nutzen.

1 Daniel L. Schwartz, Taylor Martin: „Inventing to Prepare for Future Learning – The Hidden Efficiency of Encouraging Original Student Production in Statistics Instruction“, in: *Cognition and Instruction* 22/2 (2004), S. 129–184

2 Giyoo Hatano, Kayoko Inagaki: „Two Courses of Expertise“, in: Harold Stevenson, Hirsoshi Azuma, Kenji Hakuta (Hg.): *Child Development and Education in Japan*, New York 1986, S. 262–272

3 Manu Kapur: „Productive Failure“, in: *Cognition and Instruction* 26/3 (2008), S. 379–425



Classroom without walls

Vrachliotis, G. (2022). Classroom without walls. Arch+,S. 164 - 173.

„Classroom without Von Teaching Machines zu Machine Learning

Text:
Georg Vrachliotis

A1
Informelle Lernräume
Grégoire Farquet, Grégoire Farquet

A2
Glossar für die Lernräume der Zukunft
Beatrix Emo, Grégoire Farquet

A3
Gebäude als Infrastrukturen
Anne Lacaton

A4
Die Handlungsmacht der Zwischenräume
Alexandre Tschumi

A5
Tafelberg und die Zwischenräume
Tafelberg, Tafelberg

A6
Das Diagramm
Tafelberg

A7
Lernen in Halle 10: Umnutzung einer
ehemaligen Festhalle
Martin Tschumi

A8
Xenos und die Zwischenräume
Maarls, Maarls

A9
Lernorte in Japan
Yasuki Ono

B1
Informal Learning in der Studie

B2
Informelles Lernen in Übergangsräumen

B3
ENSA Nantes

B4
JN Mäusle

B5
De

B6
FU Berlin

B7
ZHAW Winterthur

B8
Wissenschaftliche Bibliotheken

B9
Learning Spaces in Pandemic Times

C1
Schulen als soziale Komplexe
Ahmed Tarek Zaky Fouad, Kerstin Sailer

C2
Lernagilität: Auf künftiges Lernen vorbereiten
Manu Kapur

C3
Eigene Perspektiven entwickeln
Karin Sander, Tobias Becker

C5
Lefebvre und die Eruption von Nanterre
Łukasz Stanek

C6
Wissenswelten
Reinhold Martin

C7

C8
„Classroom without Walls“
Georg Vrachliotis

C9

na School of Design

A3

*Einführende Bemerkungen zur Kybernetik für zukünftige Architekten und Urbanisten*¹ – so lautete der Titel eines 1973 gehaltenen Vortrags an der Architekturabteilung der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH). Auch wenn auf den Zeichentischen der ETH damals noch keine Lernmaschinen standen, die neben Computergrafik im Vortrag auch behandelt wurden, war das Zukunftsbild von der Automatisierung des Lernens zu jener Zeit in aller Munde. Dass man die kybernetische Pädagogik ausgerechnet im Land des einflussreichen Schweizer Pädagogen und Sozialreformers Johann Heinrich Pestalozzi diskutierte, musste auf Unverständnis und Kritik gestoßen sein. Pestalozzis ganzheitlicher Ansatz wurde einer apparativen Welt gegenübergestellt, in der Bildung in kleine vorfabrizierte Wissenshäppchen zerlegt und den Schüler*innen über Bildschirme und Eingabegeräte verabreicht werden sollte. Die Irritation muss umso größer gewesen sein als die Schweiz in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts neben den Niederlanden doch als das europäische Mekka des innovativen Schulbaus galt – in einer Phase, die eng mit dem Architekten Alfred Roth und dessen 1950 publiziertem, einflussreichen Buch *Das neue Schulhaus* verbunden war.² Es ist also kein Wunder, dass die beiden angehenden Architekten Jacques Herzog und Pierre de Meuron den kybernetischen Ideen eher reserviert gegenüberstanden, als sie im Rahmen des mit dem Vortrag verbundenen Seminars „System“ ein Referat über das Buch *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik*³ hielten. Die Aussicht, künftig als Teil eines Regelkreises mit Maschinen kommunizieren zu müssen oder an ihnen zu lernen, schien ihnen nicht wirklich attraktiv. Zu trocken und kryptisch war der neue kybernetische Jargon, mit dem nun über das Lernen gesprochen wurde. Ein weiterer Grund für ihr Desinteresse mag gewesen sein, dass hierbei weder von der Gestaltung *pädagogischer Räume* noch von speziellen *Orten des Lernens* die Rede war – also architektonische Fragen keine Rolle zu spielen schienen. Es klaffte eine Lücke zwischen dem Schulbau und der neuen technologischen Vorstellung des Lernens. Und es sollte noch knapp zehn weitere Jahre dauern, ehe auf der Weltkonferenz *Computer and Education*⁴ in Lausanne erstmals von „computer literacy“ die Rede sein sollte, ein Begriff, der die theoretischen Grundlagen für jenen deutschsprachigen Bildungszweig legte, der wieder eine Dekade später, also in den 1990er-Jahren, unter der Bezeichnung „Medienkompetenz“ populär wurde. Der Erziehungswissenschaftler Dieter Baacke hatte darauf aufbauend ein bis heute vielzitiertes pädagogisches Konzept entwi-

↑1 Der Designer Luigi Colani entwarf 1971 für das Unternehmen Flötotto eine Lernzelle, die auf der „Interschul“-Messe in Dortmund vorgestellt wurde.

Walls



↑ 2 Kinder an der Granada Community School in Kalifornien bekommen in den 1970er-Jahren ihren Unterrichtsstoff entsprechend ihrem jeweiligen Lernstand in Tranchen von Computern übermittelt.

↗ 3 Norbert Wiener (1894–1964), der als Begründer der Kybernetik gilt, beschäftigte sich Zeit seines Lebens mit der Quantifizierung menschlicher Verhaltensweisen und ihrer Übertragbarkeit auf maschinelle Prozesse – womit er bei Pädagog*innen damals viel Beachtung fand. Hier links im Bild ist er mit Kollegen vor dem „Autokorrelator“ zu sehen, von dem er sich erhoffte, dass er eines Tages Gehirnwellen entschlüsseln könnte.

ckelt, das die Ära der klassischen Massenmedien mit der frühen digitalen Kultur verband.⁵ Schulfernsehen gab es bereits seit den 1950er-Jahren.⁶ Doch wofür ein Computer in der Bildung gut sein sollte oder welche Rolle Automaten beim Lernen einnehmen könnten, darüber herrschte noch großes Rätselraten. Die anfängliche Orientierungslosigkeit darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Diskurs über eine mögliche Technologisierung des Lernens zu keinem Zeitpunkt allein von Experten geführt wurde. Er wurde vielmehr stets von gesellschaftspolitischen Auseinandersetzungen und öffentlich geführten Ideologiedebatten geprägt. Wenn wir hier also nach den Räumen des digitalen Lernens fragen, müssen wir immer auch die politische Dimension von Raum und Technologie im Blick haben.

Technologisierung des Denkens

Das „System“-Seminar an der ETH sollte 1973 einer der letzten Versuche sein, angehenden Architekt*innen die Kybernetik und die Vorstellung von Lernautomaten schmackhaft zu machen. In der Architektur stritt man damals immer noch darum, ob das Vordringen der Maschine in den vermeintlich humanistischen Kern des Entwerfens nicht ernsthafte Schäden hervorrufen würde. Fast unbemerkt entwickelte sich am Rande dieser insbesondere in den 1970er-Jahren aufkeimenden Debatte ein zweiter intellektueller Kampfplatz von ganz anderen Ausmaßen. Statt *Computer-Aided Design* ging es dabei um *Computer-Aided Instructions*, also nicht um die Digitalisierung des Entwerfens, sondern des Lernens. Das ändert aber nichts an der Tatsache, dass das eine eng mit dem anderen gekoppelt war – und bis heute ist.

Georg Vrachliotis

So gesehen, war die Automatisierungswelle der 1970er-Jahre nichts Geringeres als der großangelegte Versuch, das sogenannte implizite Wissen⁷ mithilfe von Regelungstechnologien zu externalisieren und operativ nutzbar zu machen. Was die Digitalisierung des Entwerfens und des Lernens verbindet, ist die Technologisierung der geistigen Arbeit selbst. Das hat Nikolaus Kuhnert bereits 1984 in Ausgabe 77 von *ARCH+*: *Computer-Aided Design* weitsichtig beschrieben: „[E]s geht nicht nur um ein anderes Zeichenzeug, Bildschirm oder Papier, Lichtgriffel oder Stift etc., sondern auch um andere Arbeitsverhältnisse, denen sich der Entwerfende ausgesetzt sieht.“⁸ Kuhnert machte klar, dass die Digitalisierung nicht lediglich neue Werkzeuge hervorbrachte. Vielmehr stehe zukünftig ein grundlegender Wandel der „geistigen Arbeit“ zur Debatte, und das verändert nicht nur das Entwerfen, sondern auch das Lernen. Mit Blick auf die Digitalisierung stehen somit zwei unterschiedliche, doch im Kern verwandte Formen der Wissensproduktion zur

A1
Debatte. Räume des Lernens sind zu einem gewissen Grad auch Räume des Entwerfens und umgekehrt. Ob Zeichensaal oder Zeichenmaschine, Lernraum oder Lernautomat – was in der digitalen Kultur verhandelt wurde, war die Technologisierung des Denkens selbst.

A4 Automatisierung des Lernens

In den 1960er-Jahren fungierten Lernautomaten als soziotechnischer Treibstoff für die Entwicklung neuer, disruptiver Bildungsexperimente. In dieser Zeit entstand auch das Buch von Helmar Frank, das Anfang der 1970er-Jahre auf der Literaturliste von Jacques Herzog und Pierre de Meuron stand. Es dauerte also knapp ein Jahrzehnt, bis die experimentelle Avantgarde einer technologisierten Pädagogik ihren Weg aus den Köpfen einzelner Kybernetiker in die Architekturschulen gefunden hatte. Der ehemalige Gymnasiallehrer und Mathematiker Frank hatte Ende der 1950er-Jahre bei Max Bense in Stuttgart promoviert und gehörte damit zum engsten Zirkel derer, die die 1947 von Norbert Wiener begründete „Kybernetik“ nicht nur als neue Form der Mathematik, sondern auch als neue Gesellschaftstheorie sahen. In *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik* hatte sich Frank als Erster im deutschsprachigen Raum mit der Automa-

A2
tisierung des Lernens beschäftigt und damit im Nachkriegsdeutschland eine ganze Menge Staub aufgewirbelt. Der Charme dieser informationstheoretisch begründeten Weltsicht bestand in dem selbstbewussten Habitus, wie eine Art technoexperimentelle Gegenkultur aufzutreten, die es auf die Dekonstruktion etablierter Denkschablonen abgesehen hatte. Der programmatische Untertitel von Franks Buch lautete *Eine Einführung in die Pädagogistik für Analytiker, Planer und Techniker des didaktischen Informationsumsatzes in der Industriegesellschaft*. Damit wurde der Anspruch formuliert, nicht nur ein wissenschaftliches und technologisches, sondern auch ein bildungspolitisches Dokument der Zukunft vorzulegen.⁹ Es ist damit Teil eines großangelegten Versuchs, die traditionell von den Geisteswissenschaften kontrollierte Bildungslandschaft mithilfe neuartiger industrieller Technologien gezielt in Unruhe zu versetzen und neu zu ordnen. Das Versprechen der Kybernetik, den Unterricht schneller und kostengünstiger zu gestalten sowie den bereits damals öffentlich diskutierten Lehrermangel zu beseitigen, muss in den Ohren vieler Politiker wie die schöne Melodie einer besseren Zukunft geklungen haben. Im Vordergrund standen hierbei weniger das Ideal der Erkenntnisgewinnung als vielmehr industrielle Strategien der effizien-

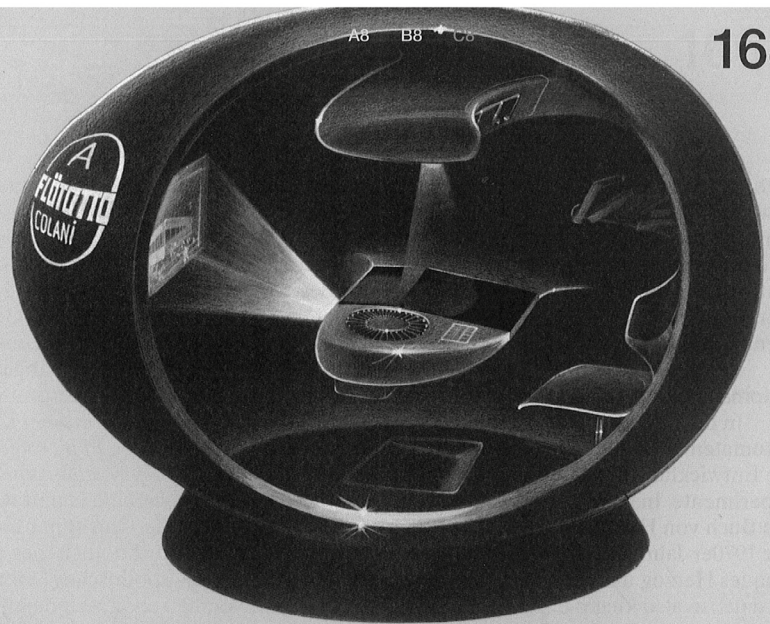
A3
ten Regelung und Optimierung. Die Wurzeln dieser Bildungstechnologie gehen auf das Feld des „Human Engineering“ zurück, einen zur Zeit des Zweiten Weltkriegs etablierten, interdisziplinären Forschungszweig. Er hatte die Optimierung der Interaktion von Mensch und Maschine zum Ziel. Das im Kontext des US-Militärs¹⁰ gewonnene Wissen wurde auf unterschiedliche zivile Bereiche übertragen: Dazu gehörten nicht nur Buckminster Fullers *Dymaxion Houses* und Konrad Wachsmanns *US Aircraft Hangar*, sondern eben auch die Automatisierung des Lernens. Umgekehrt waren Lehrautomaten der Versuch, auch die Schule als gesellschaftliche Institution in den Systemwettbewerb des Kalten Kriegs miteinzubinden, was neben Systembau und Gesamtschule eben auch Lehrautomaten und kybernetische Pädagogik bedeutete. Katalysator dieser Entwicklung war der „Sputnikschock“, der aus dem Bewusstsein erwachsen war, dass die Sowjetunion 1957 mit ihrem gelungenen Start eines erdumkreisenden Satelliten einen technologischen Vorsprung gegenüber dem kapitalistischen Westen vorzuweisen hatte.¹¹ Die Reaktion der amerikanischen Regierung ließ nicht lange auf sich warten: 1958, das heißt nur ein Jahr später, gründete Präsident Dwight D. Eisenhower neben der Verteidigungsinstitution *DARPA* und der Weltraumbehörde *NASA* auch den *National Defense Education Act*¹², der eine großflächige Reform des amerikanischen Schulcurriculums nach sich zog und zur Aufrüstung der technischen Intelligenz im Land führte. Im Zentrum stand eine stärkere Individualisierung des Unterrichts und der Aufbau neuer Formen der interdisziplinären Wissensproduktion. Dazu gehörten Kreativitätsforschung und *brainstorming* ebenso wie die Entwicklung spezieller *Think-Tanks* und „auto-instructional programs“¹³. Die Individualisierung des Lernens hatte die Gründung von *Educational Technology*, kurz *edtech*, zur Folge, einem neuartigen Forschungszweig der Bildungsindustrie, der sich insbesondere auf behavioristische Theorien des einflussreichen Psychologen und Verhaltensforschers B. F. Skinner stützte.¹⁴ *Edtech* versprach Effizienz in jeglicher Hinsicht, in der Wissensproduktion wie auch im ideologischen Schutz vor kommunistischem Gedankengut. Tatsächlich waren die 1960er-Jahre das goldene Zeitalter der Lernautomaten, der sogenannten *teaching machines*. Der Star dieser Bewegung hörte auf den Namen *PLATO* – kurz für *Programmed Logic for Automated Teaching Operations* – und war das wohl einflussreichste Lehrautomatensystem der Nachkriegszeit.¹⁵ Von Ingenieur*innen, Erziehungswissenschaftler*innen, Mathematiker*innen und Psycholog*innen an der University of Illinois aus Teilen eines alten Radargeräts zusammengebaut, erforderte die neue Maschine



A1

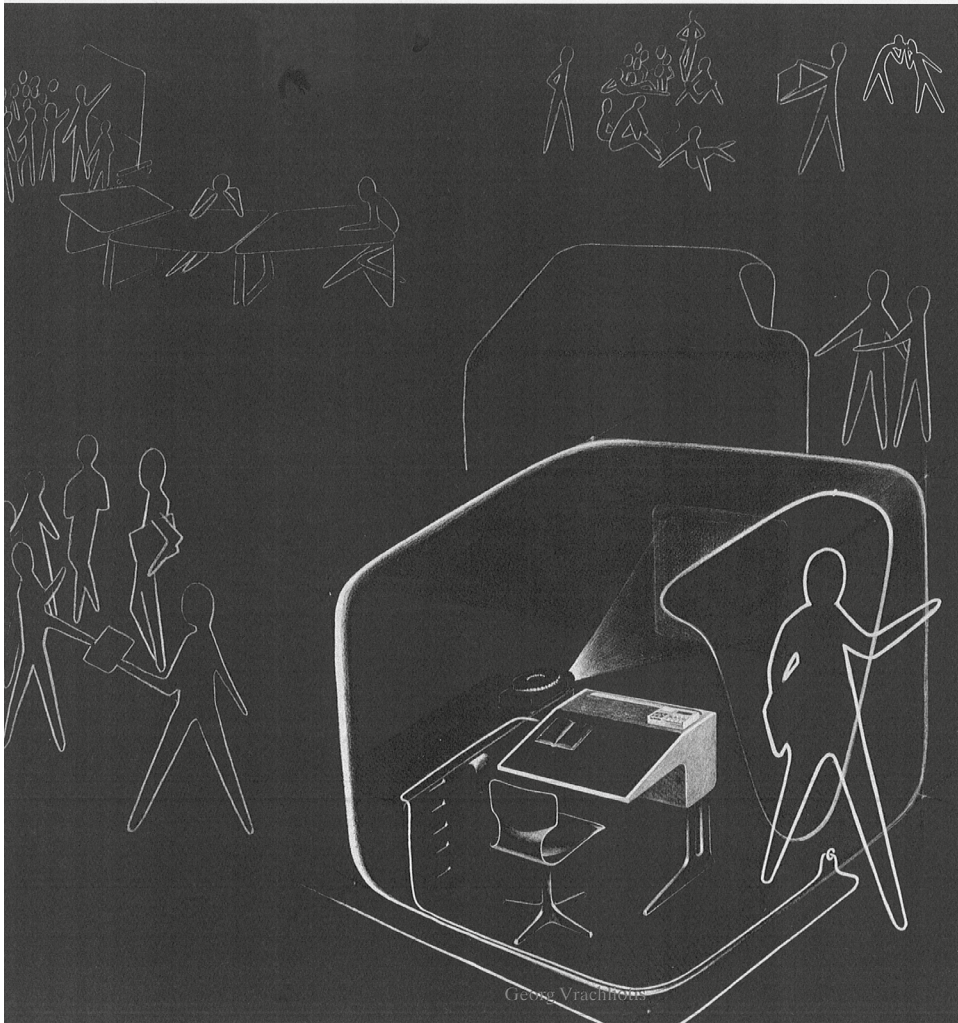
gemäß behavioristischer Theorien die Zerlegung aller Inhalte in sogenannte „Lehrquanten“. Inhalte und Themen sollten nicht mehr aus komplexen Zusammenhängen, sondern wie am Fließband sequenziell und additiv gedacht werden. Wenn man so will, ging die Automatisierung des Lehrens mit der Automatisierung des Lernens einher. Ziel war der Aufbau eines störungsfreien Regelkreises des Lernens bestehend aus Theorie, Hardware, Software, Information und *user*. Man konzentrierte sich auf den Bau von Geräten, die mit einfachen Tasten bedient werden konnten. Die Hand galt in der Bedienung der frühen *teaching machines* als zentrales Werkzeug der sensorischen Wahrnehmung und des haptischen Feedbacks. Es dürfte kaum bekannt sein, dass beispielsweise Norbert Wiener 1948, das bedeutet ein Jahr nach Veröffentlichung seines epochalen Büchleins zur Kybernetik, auch ein spezielles Gerät für Gehörlose entwickelte. Dieses übersetzte gesprochene Sprache in Vibrationsmuster, die die Gehörlosen mithilfe kleiner Sensoren an ihren Fingerkuppen spüren und auf diese Weise verstehen konnten. Wiener entwickelte diesen sogenannten *correlator* jedoch nicht

weiter. Das Projekt verdeutlicht jedoch, dass die Entwicklung der frühen *teaching machines* vorwiegend eine Frage der Hardware und haptischen Mensch-Maschine-Kommunikation war und der physische Raum und auch das Mobiliar hierbei noch kaum eine Rolle spielte.



↑ 4,5

Luigi Colani: Entwurfszeichnungen der Lernzelle. Auch wenn sein Entwurf von 1971 nie über das Prototypstadium hinausging, mutet die Vision einer abgeschotteten digitalen Lern- oder Arbeitsumgebung aus heutiger Sicht geradezu prophetisch an.



Institutionalisierung des Lernens

Obwohl die meisten dieser Automaten über den Status von Prototypen kaum hinaus kamen, ging von ihnen das Versprechen aus, die Probleme und Herausforderungen in Bildung und Gesellschaft auf einen Schlag lösen zu können. Doch dieses Versprechen war nicht nur eine Frage der Theorie und Industrie, sondern auch eine der Institution. Das wird an einem Artikel über das neu gegründete Institut für Kybernetik an der Pädagogischen Hochschule Berlin deutlich, der in Ausgabe 6 der ARCH+ im Jahr 1969 erschien.¹⁶ Der von dem Informatiker Uwe Lehnert¹⁷, einem der Gründungsväter der kybernetischen Pädagogik, verfasste Bericht, ist mehr ausführliche Darstellung als reflektierter Text und bleibt dem für die Kybernetik charakteristischen Jargon verhaftet. Bemerkenswert ist, wie vielschichtig das frischgegründete Institut strukturiert wurde und wie technokratisch das soziale Ideal des Lernens auseinander genommen wurde. Wie auf einem kybernetischen Operationstisch wurde das humanistische Ideal des Lernens in genau fünf Schlüsselbereiche zerlegt, deren Titel wie eine Blaupause für das großangelegte Projekt der Automatisierung des Lernens klingen: „Theorie und Technik der Lehrautomaten“, „Informationspsychologie und Informationsästhetik“, „Rechnerunterstützter

A1

didaktischer Informationsumsatz“, „Organisationskybernetik“ und schließlich „Lehralgorithmisierung“.¹⁸

Es spricht für sich, dass das Institut nicht aus pädagogischen oder sozialpolitischen Motiven heraus gegründet wurde, sondern aus dem Feld der Industrie entwickelt wurde, wenngleich die Linie zwischen akademischer und industrieller Forschung hier fließend war: „Entscheidend für diesen neuen Abschnitt in der Institutsgeschichte war der Entschluß der Siemens-Aktiengesellschaft, dem Institut eine Datenverarbeitungsanlage vom Typ S 303 P ohne jede Bedingung zur Verfügung zu stellen. Inzwischen sind dem Institut für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten vier weitere Digitalrechner vom Typ N 820 von der Firma Nixdorf übergeben worden.“¹⁹ Neu an der Verbindung von Bildung und Technologie war also, dass die Pädagogik nicht nur die Aufmerksamkeit der Psychologie, sondern auch das Interesse der angewandten Mathematik und der Ingenieurwissenschaft auf sich zog. „Lernen“ wurde durch die Brille einer vollkommen neuartigen wissenschaftsindustriellen Kreuzung aus Verhaltenspsychologie, Pädagogik, Elektrotechnik und Informatik betrachtet. Doch damit ist noch nicht viel gesagt. Erst eine Institutionalisierung dieser neuen Wissenschaften versprach den erhofften bildungspolitischen Erfolg. Es ist daher kein Zufall, dass mit den technoavantgardistischen Vorstellungen des Lernens auch eine ganze Reihe von Institutionsgründungen einherging, von denen das Institut für Kybernetik an der Pädagogischen Hochschule Berlin nur eines von vielen war. Statt also um den architektonischen Raum ging es insbesondere in Deutschland zunächst um die Schaffung eines institutionellen Raums. Das mag verwundern, veranschaulicht jedoch, wie sehr das Feld der Bildung von bürokratischen Entschlüssen und starren Gesellschaftsvorstellungen kontrolliert wurde. Nicht selten verschmolz das eine mit dem anderen und man konnte an der Struktur einer Institution auch die damit verbundene Vorstellung des Lernens ablesen. Das Organigramm einer Institution wurde zu einem kybernetischen Regelkreis der Wissensvermittlung und technische Transparenz zu einem diagrammatischen Sinnbild des quantifizierbaren Lernens.

Learning Capsule

Fotos der ersten Lernmaschinen zeigen, wie unbeholfen die neuartigen Bildungstechnologien noch eingesetzt wurden. Die mehr oder weniger handlichen Maschinen standen in den Klassenräumen wie Fremdkörper auf den Holztischen der Schüler. Raum, Mensch und Maschine waren gänzlich voneinander entkoppelt. Die medientechnische Aufrüstung des Lernenden vollzog sich ohne die

A2

Berücksichtigung der räumlichen Dimension des Lernens. Auch spielte Gestaltung so gut wie keine Rolle, zu sehr war man damit beschäftigt, spezielle Apparate und Schnittstellen zu erfinden. Genau das versuchte der Designer Luigi Colani zu ändern, wenn auch auf eine extrovertierte Art und Weise. Auf der 1971 in Dortmund stattfindenden Bildungsmesse mit dem programmatischen Titel „Interschul“ stellte Colani den Prototypen einer organisch geformten und nahezu embryonal anmutenden, begehbaren Lernapparatur vor, die Teil seiner ergonomischen Möbelsérie für das Unternehmen Flötotto war. Die Schüler*innen saßen mit Kopfhörern ausgerüstet wie in einem Cockpit oder einer Raumkapsel inmitten von Bildschirmen, Diaprojektoren und neuartigen Aufzeichnungsgeräten. Wand, Boden, Decke und auch das Mobiliär waren aus Kunststoff und verschmolzen mit der Technologie. Wie man in einer solchen Umgebung lernen sollte, bleibt bis heute ein Mysterium, wenngleich die Intention sofort offensichtlich wird: Der architektonische Raum sollte nicht nur ein Container für Maschinen sein, sondern als ein noch zu gestaltender Ort des Lernens betrachtet werden. Colanis begehbare Lern-Ei könnte, so lässt sich hier spekulieren, ein durchaus gut gemeinter, doch ziemlich bizarrer Designversuch gewesen sein, so etwas wie *learning environments* für die Zukunft zu entwickeln. Allerdings gilt für seinen Prototyp das, was auch für viele heutige digital fabrizierte Pavillons in der Architektur gilt: Sie symbolisieren auf experimentelle Art und Weise einen einzelnen innovativen Gedanken, ohne die Machbarkeit für den gesellschaftlichen Kontext liefern zu können oder gar zu wollen. Dennoch steckt in seinem Versuch die relevante Frage, wie die Räume für das neue Zeitalter des digitalen Lernens eigentlich entworfen werden müssen.

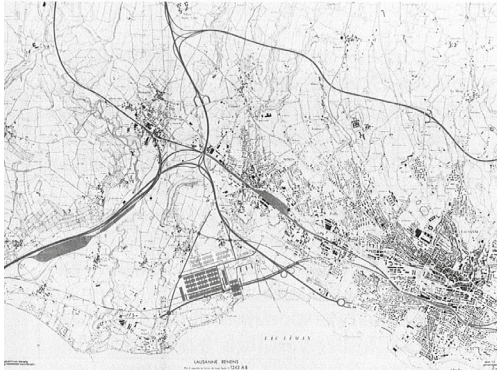
Lernlabore

Colanis ergonomische Kapsel kann als ein extravagantes Tischfeuerwerk in der Designgeschichte der Bildungstechnologien verstanden werden. Doch sprach man in den 1970er-Jahren zunehmend von „Lernlaboren“, als würde es sich um ein wissenschaftliches Experiment mit offenem Ausgang handeln – und wenn man so will, war es das auch. Die Schüler*innen spielten die Hauptrollen in einem neuartigen bildungstechnologischen Theaterstück des Lernens, in dem es um Wissen, Information, Aufmerksamkeit, Maschinen und Raum ging und die soziale Funktion des Lehrers in die Maschine verschoben wurde. Ein Kennzeichen dieser Laborisierung²⁰ des Lernens war die räumliche Erweiterung der in der Kybernetik propagierten „Mensch-Maschine-Kopplung“. Was bei Norbert Wiener noch eng miteinander

verbunden war, wurde nun durch Konzepte der Dezentralisierung räumlich erweitert, wenngleich noch im kleinen Maßstab.

Es war der Kognitionspsychologe George A. Miller, der als einer der Ersten die gesellschaftliche Dimension des neuen dezentralen Lernparadigmas verstand und in einem Zukunftsszenario formulierte. In „Alternative Systems of Learning“, einem Kapitel des 1967 veröffentlichten Essays „Some Psychological Perspectives on the Year 2000“, beschreibt Miller ausführlich, wie er sich die zukünftigen Räume des Lernens vorstellte:

„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's, 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.“²¹



Millers Zukunftsszenario war in räumlicher, institutioneller, technologischer und auch in bildungspolitischer Hinsicht radikal. Mit dem vom ihm und Noam Chomsky mitgegründeten Feld der Kognitionswissenschaft hatte er einen Paradigmenwechsel eingeläutet, der nicht nur die Vorstellung des Lernens veränderte, sondern auch in der Architektur Wirkung zeigte. Mensch und Raum wurden durch die Maschine in ein neues Abhängigkeitsverhältnis gebracht; Klassenräume verwandelten sich in medientechnisch ausgestattete und mit einem Großcomputer verbundene Lernorte der dezentralen Kommunikation, vernetzt mit Bibliotheken, Fabriken und Privathäusern; Schüler*innen wurden zu Akteur*innen einer neuen Feedbackkultur, bestehend aus haptischen Tastaturen, grafischen Interfaces und auditiven Sprachsystemen; und der Lernprozess selbst wurde individualisiert und personalisiert. Miller stellte damit die räumlichen und sozialen Grundlagen etablierter Bildungsideale auf den Kopf. Fast beiläufig führte er auch industrielle Konzepte in die Bildung ein, etwa die effektive Distribution von Information, neue Methoden der quantitativen Lernkontrolle oder personalisierte Zeiterfassungssysteme. Wenn man so will, war es ein durch und durch disruptiver Angriff auf die tradierten Orte, Technologien, Verfahren und Ideale des Lernens.

Millers Vision ist jedoch noch in einer anderen Hinsicht bemerkenswert. Die seit den 1950er-Jahren bestehende Vorherrschaft des Behaviorismus, wie ihn insbesondere B. F. Skinner²² vertrat, verlor durch die zunehmend populärer werdende Kognitionswissenschaft an Rückhalt. Während sich behavioristische Theorien vorwiegend mit der Vermessung des Verhaltens beschäftigten und dabei die kognitiven Vorgänge des Denkens unberücksichtigt ließen, setzte die Kognitionswissenschaft gewissermaßen an der entgegengesetzten Seite an. Komplexes intelligentes Verhalten, und dazu gehörte insbesondere das Lernen, sei, so Miller und Chomsky, ohne das Studium der entsprechenden mentalen Prozesse nicht zu verstehen. Statt den Menschen als eine *black box* zu betrachten, ging es nun um Erkenntnisse über

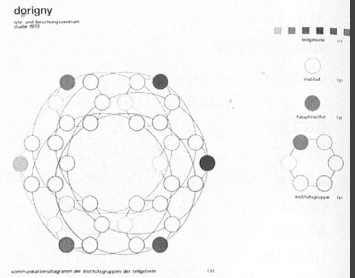
das Innenleben. Die Folge dieser Neuorientierung, die in der Wissenschaftsgeschichte als „kognitive Wende“ bezeichnet wird, war eine Wiederentdeckung des Denkens – und des Raums. Miller ließe sich, auch wenn solche Vergleiche immer etwas hinken, deshalb in einem Atemzug mit Kevin Lynch nennen. Lynch forschte in den 1960er-Jahren am MIT an empirischen Methoden zur Stadtwahrnehmung und gilt bis heute als ein wichtiger historischer Vertreter der Umweltpsychologie und des interdisziplinären Felds der Raumkognition.²³ Beide verhalfen der Architektur dazu, den Raum wiederzuentdecken, wenngleich auch in unterschiedlichen Maßstäben und unter anderen technologischen Bedingungen. Lynch untersuchte die Räume der Stadt, Miller die Räume des Lernens. Ersterer forschte mit Karten, Gedächtnisprotokollen und Diagrammen, letzterer mit Lernmaschinen, Feedback und Kommunikationsnetzwerken. Anders als Lynch arbeitete Miller ganz bewusst an dem großen Narrativ mit, wonach die operative Stärkung des Individuums durch eine technointellektuelle Aufrüstung nicht nur eine größere Effizienz in der Bildung, sondern auch eine neue Form der demokratischen Gemeinschaft versprach. Letzteres spiegelte sich auch in der Begrifflichkeit wider, mit der die neuen Lernformen beschrieben wurden. Es verwundert nicht, dass Miller hier von dem Aufbau einer „on-line intellectual community with shared data base“²⁴ sprach. Damit verknüpfte er womöglich zum ersten Mal Konzepte der Dezentralisierung mit individuellen Lernformen und der räumlichen Dimension digitaler Netzwerktechnologien.

Lernen in Kommunikationsnetzwerken

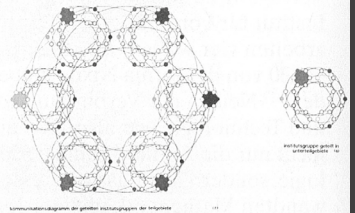
Millers Theorien wurden auch in Europa diskutiert, wenngleich die Computertechnologien hier noch nicht so weit entwickelt waren. In den 1970er-Jahren entstanden insbesondere in Westdeutschland eine Reihe von industriell vorfabrizierten Hochschulbauten, in denen der bildungspolitische Reformwillen durch Bausysteme und flexible Raumkonzepte symbolisiert werden sollte. Dazu zählen beispielsweise die Universitäten Bochum, Dortmund und Marburg. Ein wichtiger theoretischer Katalysator dafür war das von einer Expertengruppe um den Biologen, Physiker und SPD-Politiker Ernst Ulrich von Weizsäcker erarbeitete und 1970 veröffentlichte Buch *Baukasten gegen Systemzwänge*.²⁵ Der Bezug zu Millers Zukunftsvision ist mehr als offensichtlich. So plädieren die Autoren darin für völlig neue Unterrichts- und Lernformen und schlagen ein an Vorbildern in den USA angelehntes Baukasten-Prinzip vor. So sollen Interdisziplinarität, forschendes Lernen und die Möglichkeit des Fernstudiums gefördert sowie Bildungsprivilegien in der

Georg Vrachliotis

A3



A6



B3

K 6

Fritz Haller, Alfons Barth, Hans Zaugg: Entwurf für den EPFL-Campus Dorigny in Ecublens bei Lausanne. Die Hervorhebung der infrastrukturellen Trassen unterstützt die Idee der Verfasser, die neue Universität als Bindeglied in einem transnationalen Wissensnetzwerk zu verstehen.

↑ 7, 8, 9

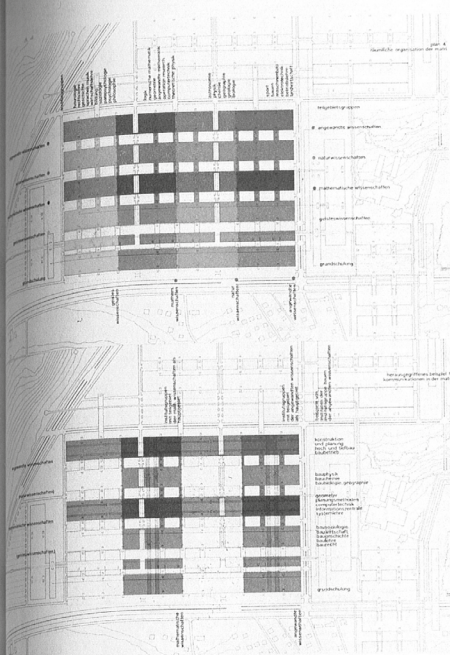
Der programmatische und räumliche Aufbau des Entwurfs für den EPFL-Campus Dorigny folgt ebenfalls der Idee des Netzwerks. Die Fachbereiche werden in einer dreidimensionalen Matrix angeordnet, wobei Berührungspunkte zwischen verwandten Disziplinen entstehen.

Gesellschaft überwunden werden.

Die Formel schien einfach und zunächst auch plausibel: Die Schule, nun verstanden als offenes Bau- und Lernsystem, war zu einer räumlichen Chiffre für das Ideal der offenen Gesellschaft geworden.

Doch während man in Westdeutschland über Räume des Lernens noch größtenteils auf der Ebene architektonischer Bausysteme nachdachte, war man in der Schweiz einen Schritt weiter. Der aus Solothurn stammende Architekt Fritz Haller hatte seit den 1950er-Jahren eine Reihe von innovativen Schul- und Hochschulbauten realisiert und war durch seine USM-Haller-Bausysteme bzw. das USM-Haller-Möbel-system auch weit über die Grenzen der Schweiz bekannt.²⁶ Für den Wettbewerb eines neuen Universitätscampus für die École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) reichte er ein Projekt ein, das den Sprung vom architektonischen Bausystem zum technologischen Kommunikationssystem versuchte.²⁷ Eine Hochschule, so Haller, sei kein autonomes Gebilde mehr, sondern ein Knoten in einem weltweiten Wissensnetz-

xantheka



werk, das durch Telefon, Fernsehen, Datenverbundnetz und Hochgeschwindigkeitszüge miteinander verknüpft ist. Hinzu kommt die Vorstellung, dass Hochschulen sich nicht mehr nur auf den akademischen Diskurs beschränken, sondern als „Kulturzentren“ auf die Gesellschaft ausstrahlen.

B4 Dieses Netzwerkdenken war der Clou des Projekts. Haller, der für den Wettbewerb die kurz zuvor fertiggestellten Hochschulbauten in Westdeutschland besichtigt hatte und auch von Weizsäckers Buch kannte, entwickelte ein spekulatives Schema, wie sich die Räume des Lernens zukünftig entwickeln werden würden. Der „Allgemeine Umwandlungstrend“ der Schulmodelle werde sich in vier Stufen entwickeln, so Haller: vom tradierten hierarchisierenden Modell hin zu einer immer flacheren Hierarchie. Zuerst werden die Schulleiter*innen verschwinden und anschließend auch die Lehrer*innen; dann wird der klassische Frontalunterricht durch dynamische Formen des Gemeinschaftsunterrichts und des *Team-Teaching* ersetzt. In der vierten und letzten Stufe ist die Schule ein aus Knoten geknüpftes Netzwerk des interdisziplinären Lernens. Den verschiedenen Stufen sind unter der Rubrik „Bauliche Struktur“ bestimmte Raumtypen zugeordnet. Während sich die ersten drei Stufen mit Beispielen von Hallers eigenen Schulbauten in Deckung bringen lassen, etwa mit der Kantonsschule Baden (1957–1964), der Sekundarschule Wasgenring in Basel (1958–1962) oder der Höheren Technischen Lehranstalt Brugg-Windisch (1961–1966) schlägt er in der letzten Stufe eine Großraumschule als allseitig offenes System vor, mit abtrennbaren Räumen, je nach optischen, akustischen und klimatischen Erfordernissen des Unterrichts.

A2 Doch Ende der 1970er-Jahre schien die Zeit für visionäre Schulbauprojekte endgültig abgelaufen. Und so wurde auch Hallers Netzwerkuniversität nicht prämiert. Dem Preisgericht des Wettbewerbs war die Vision zu radikal und zu wenig anwendungsbezogen. Enttäuscht äußerte sich Haller gegenüber der von Horst Rittel mitgegründeten Studiengruppe für Systemforschung²⁸ in Heidelberg: „Die Experten nannten die Arbeit interessant, jedoch zu progressiv – zu unmenschlich – zu Un-Architektur. Vielleicht später einmal kann man so etwas bauen.“²⁹

An der Vorstellung, Räume des Lernens durch Kommunikationstechnologien erweitern zu können, hielt Haller fest. 1996, fast drei Jahrzehnte nach George A. Millers „on-line intellectual community“, und nur wenige Jahre nachdem in der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN) die Grundlagen des modernen World Wide Web gelegt wurden, war sich auch Haller sicher: „Schulen werden nicht mehr Schulen sein. Sie sind Kommunikationsknoten eines globalen Netzwerkes von Beziehungen und Daten, in den die Menschen jeglichen Wissensstandes und Ranges im Rahmen ihrer Möglichkeiten agieren und neue Werte erzeugen.“³⁰

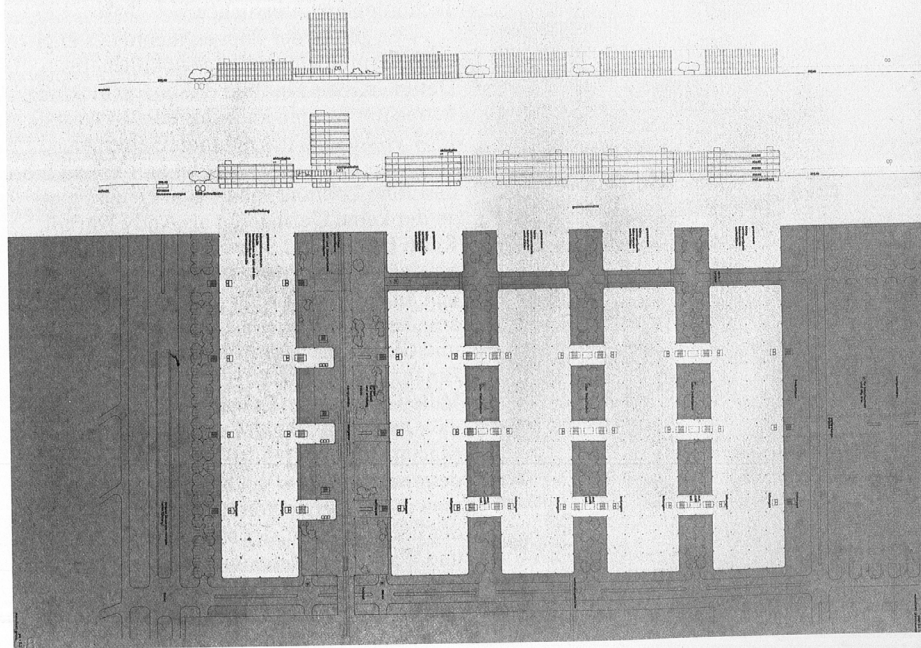
„From instruction to discovery“

1970, im selben Jahr, in dem Haller seinen Beitrag für den Wettbewerb der EPFL einreichte, veröffentlichte Marshall McLuhan einen Essay mit dem Titel „Education in the Electronic Age“³¹, mit dem er eine der wohl einflussreichsten Blaupausen für die digitale Kultur des Lernens schuf. Auch die Unterteilung in Lehrstühle, so McLuhan, gehörte ins

A3 zerlegende und spezialisierende Zeitalter des Buchdrucks, einer Zeit noch ohne Feedback. Jeder könne so gut wie alles selbst lernen, wenn ihm nur Ermutigung und Hilfsmittel gegeben würden, so McLuhan. Und genau hier liegt das utopische Potential der frühen digitalen Werkzeugkultur. Es waren also Bildungsfragen, an denen sich die Zukunft des Computers und der Gesellschaft entscheiden sollten, von den frühen *teaching machines* bis zu George Millers „on-line intellectual community“ und Fritz Hallers globalen Hochschulnetzwerken.

Wenn man die Räume des Lernens umgestaltet, so war McLuhan überzeugt, könne man auch das Lernen selbst verändern. Moderne Kommunikationstechnologien könnten die Gesellschaft von den starren Denkmustern schulischer Institutionen sogar befreien, so dass man diese am Ende praktisch gar nicht mehr bräuchte. Das Reformpotential der Technologie sei nicht mehr in den Schulen zu verorten, sondern im Außenraum, in den Städten und in der Umwelt. McLuhan sprach nicht zufällig von „classrooms without walls“³², einer wunderbaren Metapher, die stellvertretend auch für die unzähligen experimentellen Orte des Lernens im digitalen Zeitalter verwendet werden könnte.

„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



A1

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."³³

McLuhan versuchte, Schulen als institutionelle und gebaute Räume zu überwinden. Das mag daran gelegen haben, dass er in den Massenmedien und insbesondere in den Kommunikationstechnologien, eine neuartige, globale Feedbackinfrastruktur zur Entfaltung des selbstständigen und individuellen Lernens sah. Mit den *teaching machines* und Methoden des instruierten Lernens, wie sie einst von Helmar Frank am Institut für Kybernetik in Berlin entwickelt wurden, hätte McLuhan ebenso wenig anfangen können wie mit Colanis kapriziöser Lernkapsel. Für ihn war Bildung im elektronischen Zeitalter eine Frage des Entdeckens und Erforschens.

„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

↓ 10

Seymour Papert (1928–2016), Gründer der Epistemology and Learning Group am Massachusetts Institute of Technology, mit einer seiner „turtles“. Dieses Gerät brachte Schüler*innen Mathematik bei.

A2

an information environment there is nothing else to do except investigate.”³⁴

Das war radikal gedacht, doch war McLuhan keineswegs allein mit dieser Auffassung. Der Computersoziologe Ted Nelson beispielsweise, der bereits in den 1960er-Jahren von *hypertext* sprach und 1974 sein manifestartiges Buch *ComputerLib/Dream Machines*³⁵ veröffentlichte, brachte einen weiteren Stein ins Rollen. „Alles ist interessant“ erklärte er kurzerhand und forderte einen spielerischen und vollkommen freien Umgang mit Computern. Statt also in vordefinierten und monofunktionalen Räumen durch Maschinen fortwährend instruiert und kontrolliert zu werden, müsse es um das Experimentieren und Untersuchen der eigenen Umwelt gehen – und das war durchaus auch räumlich zu verstehen. Einen ähnlichen Standpunkt vertrat auch der Mathematiker und Erziehungswissenschaftler Seymour Papert und gründete am MIT die Epistemology and Learning Group, eine interdisziplinäre und von den Theorien des Entwicklungspsychologen Jean Piaget³⁶ geprägte Forschungsgruppe. Diese vertrat, wie in ARCH+ 117 von Juni 1993 zu lesen war, ein „humanes Technologieverständnis und versucht, Forschung mit konkreten didaktischen Zielen zu verbinden.“³⁷ Star dieser Gruppe waren sogenannte *turtles*: kleine, selbstständig über den Boden rollende Apparaturen, die aus kleinen Rädern mit allerlei Kabeln und Mikrochips bestanden und durch eine transparente Plexigaskuppel Einblick in ihr technisches Innenleben erlaubten. Schüler konnten mit den elektronischen Schildkröten die räumliche, soziale und sensorische, das heißt auch körperhafte Dimension digitaler Technologien untersuchen.

Es gibt in der Popgeschichte des Digitalen vermutlich kein ungewöhnlicheres Datum, das als Sinnbild dieser Entwicklung betrachtet werden kann, als den 9. Oktober 1984. Anlässlich des neunten Geburtstags

A3

Die Maschine, das war spätestens jetzt klar, hatte sich nun endgültig in ein informelles Werkzeug des individuellen Lernens und Erforschens verwandelt. Dazu schien weder ein bestimmter Raum noch ein spezielles Mobiliar erforderlich. Man saß einfach auf dem Boden und lernte.

A8

Machine Learning

Heute, beinahe 50 Jahre nachdem die beiden jungen Studierenden Jacques und Pierre sich an der ETH mit Helmar Franks kybernetischen Pädagogik auseinandergesetzt hatten, sprechen wir über andere, doch durchaus verwandte Formen der Effizienz. Wir stehen am Beginn des Zeitalters der Künstlichen Intelligenz, und längst sind die einst so gefeierten Versprechen des instruierten Lernens mächtigen Systemen des maschinellen Lernens gewichen. Dieser Wandel bringt neue kulturelle, ethische und auch politische Fragestellungen mit sich: Wie verhält man sich überhaupt gegenüber lernenden Maschinen? Wie lässt sich Wissen innerhalb der Maschine repräsentieren? Mit Hilfe welcher Daten lernen die Maschinen eigentlich zu lernen?³⁸ Insbesondere die Debatte um die Trainingsdaten hat in den letzten Jahren immer wieder gezeigt, dass das humanistische Ideal des Lernens zu einem komplexen gesamtgesellschaftlichen Diskurs um Macht und Ohnmacht technischer Intelligenz in einem industriellen Maßstab geworden ist.³⁹ Mit Maschinen zu lernen heißt, sie etwas über dich lernen zu lassen. Es ist, als würde man McLuhan in entgegengesetzter Richtung und mit umgekehrten Vorzeichen lesen müssen, um zu verstehen, dass es nun die algorithmischen *environments* sind, die etwas über uns lernen. Wenn man so will, hat sich die Sphäre des Digitalen von seiner eigenen Geschichte als maschinell Objekt emanzipiert und ist zu einem intelligenten Integrationsmedium geworden. Im Zeitalter der Künstlichen Intelligenz nach Orten des



Maker Spaces in der Schule: So geht Lernen heute

Grunewald, S., Dr. Kleeberger, J. und dr. Stilz, M. (2021)
Maker Spaces in der Schule: So geht Lernen heute

DOKUMENTIEREN STATT BEWERTEN

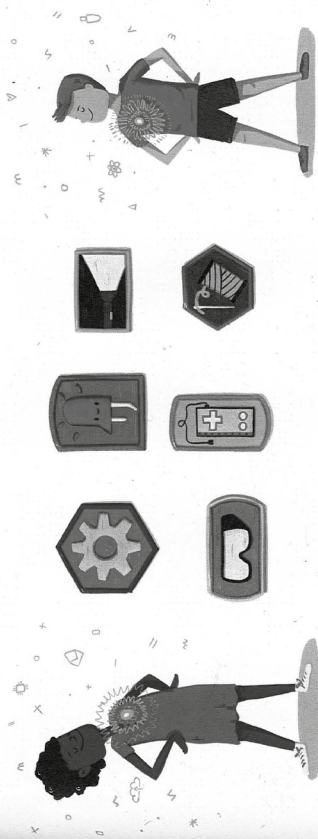
Eine Herausforderung stellt die Frage der Benotung dar. In Maker Spaces gibt es keine Tests oder Noten. Diese sind in der Schule derzeit aber notwendig, um Maker Spaces in den curricularen Kontext zu integrieren. Dabei haben Schulen aber oft mehr Freiheiten im Rahmen des Schulgesetzes, als ihnen bewusst ist.

So existieren in Deutschland flächendeckend seit mehreren Jahren kompetenzorientierte Bildungs- und Lehrpläne. Sie geben auch als Lehrenden ein Werkzeug an die Hand, um auf die Interessen und Neigungen der Lernenden einzugehen. Maker Spaces bieten eine wunderbare Möglichkeit, genau diese Interessen und Neigungen zu entwickeln und nachzuweisen.

Als Nachweis-Systeme eignen sich Portfolio-Ansätze, bei denen die Lernenden in einer Sammlung den Projektprozess und ihre Ergebnisse dokumentieren. Das Portfolio kann um digitale Badges ergänzt werden.

Badges sind digitale Abzeichen, die zeigen, dass der/die Empfänger*in bestimmte Kenntnisse und Fähigkeiten besitzt. Sie können sowohl bei schulischen als auch bei außerschulischen Aktivitäten erworben werden. Im amerikanischen Raum ist der Einsatz von Badges bereits sehr etabliert und auch bei unseren Nachbar*innen in den Niederlanden und Estland gibt es große Feldversuche, die sich erfolgreich entwicklungeln. In Deutschland findet der offene Standard im universitären Bereich bereits Einsatz und wachsende Verbreitung. Die Übertragung auf den schulischen und nonformalen Kontext steht bei uns noch am Anfang. Aber auch hier gibt es erste erfolgversprechende Pilotprojekte: Im Projekt My Badges⁸ wird derzeit mit acht Bildungseinrichtungen der

⁸ <https://mybadges.org/>



Ein Grund für die steigende Beliebtheit von Badges liegt darin, dass sie ein möglichst umfassendes Bild des Wissens- und Kenntnisstandes wiedergeben. So erhalten die Lernenden Transparenz über den eigenen Entwicklungsfortschritt und werden motiviert, den eigenen Lernprozess selbstständig in die Hand zu nehmen.

Für euch Lehrende sind sie zudem ein gutes Werkzeug, um den Facettenreichtum einzelner Kompetenzen sowie das mannigfaltige Fachwissen verschiedener Disziplinen abzubilden.

Die Zukunftsfähigkeit des Badge-Ansatzes wird auch hierzulande erkannt und die Idee gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dies zeigt u.a. die Integration von Badges in die Strategie des digitalen Bildungsraums der Bundesregierung.⁹

Einsatz von Badges im formalen sowie nonformalen Kontext erprobt. Dabei wird eine Badge-Umgebung entwickelt, die im Nachgang auch anderen Bildungseinrichtungen zur Verfügung steht. Der Erwerb fachlicher Kompetenzen, wie sie etwa durch den Umgang mit dem Calliope mini entstehen, kann dabei ebenso abgebildet werden wie der Wissenserwerb im Bereich des algorithmischen Denkens (Computational Thinking). Aber auch Metakompetenzen wie selbst gesteuertes Lernen oder auch das Übernehmen von Patenschaften und ehrenamtlichen Tätigkeiten lassen sich anhand des Badge-Systems dokumentieren.

⁹ Siehe auch <https://www.bmbf.de/media-video-48925.html> [2021-06-05].

UNTERRICHTSBEISPIELE FÜR DIE ARBEIT IM MAKER SPACE

Beispiel 1: Roboter & Gefühle

Empfohlen ab Jahrgangsstufe 4

Zeitlicher Umfang: ca. 2–3 Unterrichtseinheiten

Notwendige Ausstattung: Calliope mini, Laptop mit Internet &

Programmierungsumgebung NEPO (Open Roberta)

Lehrplanbezug: „Technik: Geräte und Maschinen im Alltag“;

„Von den Sinnen zum Messen: Sensoren, Farben, Schall und Licht“

Die folgenden Unterrichtsprojekte geben euch eine erste Anregung und sollen euch ermuntern, Maker-Space-Projekte in euren Lehrplan zu integrieren.⁶

Bei diesem Projekt erwecken die Lernenden einen selbst gebauten Roboter zum Leben. Dabei können sie den Fragen nachgehen: Haben Roboter eigentlich Gefühle? Und was macht es mit mir, wenn ein Roboter fröhlich oder ärgerlich aussieht? Zudem erlernen sie fachliche Kompetenzen in der Programmierung von Mikrocontrollern und beim handwerklichen Fertigen und Gestalten.

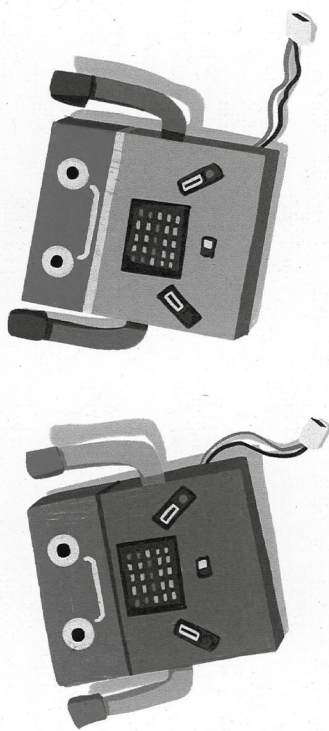
Der Calliope mini verfügt sowohl über verschiedene Sensoren als auch über eine LED-Anzeige. Ihr baut ihn so in das Gehäuse ein, dass das Display sichtbar ist und die Knöpfe noch bedienbar sind. Nun programmiert ihr den Roboter über die visuelle Programmierungsumgebung NEPO so, dass er auf Knopfdruck verschiedene Gesichtsausdrücke annehmen kann. Lasst die Schüler*innen nun Menschen in ihrer Umgebung befragen, wie der Roboter auf sie wirkt. So sammeln sie Erfahrungen mit Emotionen und der Wirkung auf Einzelne.

Tipps: Für die Realisierung des Projektes nutzen wir den Calliope mini. Ihr könnt aber auch andere Mikrocontroller wie Arduino oder micro:bit verwenden.

Zunächst überlegt ihr euch, wie ihr ein geeignetes Gehäuse bauen könnt, das den Calliope mini in einen „Roboter“ verwandelt. Die Verbindung eines künstlerischen Zugangs zu Technologien ist in Programmierprojekten ein wichtiger Aspekt, der die Motivation der Lernenden steigert. Deshalb ist die individuelle Gestaltung wichtig. Dieses Ziel könnt ihr bereits mit Papier, Buntstiften und Deko-Materialien (Pommes, Federn etc.) erreichen. Um den Einstieg einfach zu halten, haben wir euch eine Papier-Vorlage⁷ verlinkt. Natürlich könnt ihr für euer Gehäuse auch andere Materialien wie Kapa-Platten, Holz oder Karton wählen und damit den Lernenden einen weiteren kreativen Gestaltungsraum eröffnen.

⁶ Ausführlichere Anleitungen zu den genannten Beispielen findet ihr auch auf <https://tuftelakademie.de>

⁷ Die Vorlage könnt ihr kostenfrei hier herunterladen: <https://tuftelakademie.de/wp-content/uploads/2020/08/Tuftel-Roboter.pdf>



Erweiternd können die Lernenden weitere Funktionen integrieren, etwa den Lagesensor, um z. B. Töne zu erzeugen. Auch hier ist es wichtig, dass ihr kreative Freiräume zum Experimentieren schafft. Die Arbeit könnt ihr z. B. mit der Frage verbinden, ob verschiedene Gefühle durch zusätzliche Funktionen verstärkt werden.

CURRICULAR VS. EXTRA-CURRICULAR

Wie ihr die Arbeit in Maker Spaces in den Lehrplan einbinden könnt

Es gibt unterschiedliche Arten und Weisen, Maker Spaces in Bildungseinrichtungen zu integrieren. In den skandinavischen Ländern sowie in Teilen der USA und in Singapur ist das Making bereits erfolgreich in den Lehrplänen des formalen Bildungsbereichs verankert. Auch in Deutschland gibt es hierfür Beispiele. So ist Making z. B. Bestandteil des Ergänzungskurses „Digitale Welten“ für die elften und zwölften Klassen an Berliner Schulen. Auch immer mehr Bibliotheken und Museen integrieren Maker Spaces in ihr Angebot. In der Breite ist das Konzept aber in Deutschland noch nicht angekommen, obwohl ein wachsendes Interesse von verschiedenen Seiten zu verzeichnen ist.

Making-Aktivitäten in den regulären Unterricht zu integrieren birgt viele Herausforderungen. Häufig liegt das aber an falschen oder unvollständigen Vorstellungen –

und da können wir Abhilfe schaffen. So herrscht die Vorstellung vor, dass Making-Aktivitäten von technischer Ausstattung abhängen, die kostspielig ist, und eine eigene Werkstatt erfordern. Dies ist zwar richtig (und in unseren Augen eine lohnende Investition), aber die Einrichtung eines Maker Spaces ist nicht der erste Schritt, um Making-Aktivitäten bei euch einzuführen.

Vielmehr empfehlen wir euch, zunächst mit Projekten zu beginnen, die ihr mit geringen Kosten und mit wenig Aufwand im Klassenzimmer umsetzen könnt. Hierzu zählt etwa die Arbeit mit Mikrocontrollern wie dem Calliope mini (s.a. S. 33). Oder ihr startet mit digitalen Projekten wie dem Erstellen von Stop-Motion-Videos oder dem Kreieren von Virtual-Reality-Welten.

Wenn ihr dann mit eurer Begeisterung weitere Kolleg*innen an-

steckt, wächst euer Maker Space vom ersten Klassensatz nach und nach an – und der Schritt zur eigenen Werkstatt fühlt sich ganz normal an.

Mit diesem „organischen Wachstum“ eures Maker Spaces begnügt ihr euch sehr gut einer weiteren Hürde: dem fehlenden technischen und technikkidaktischen Wissen. Sicher profitieren eure Making-Angebote davon, wenn ihr eine gewisse Routine und Erfahrung im Umgang mit Tüftel-Technologien habt. Aber genau wie die Lernenden könnt auch ihr klein anfangen und nach und nach weiterwachsen.

Ganz nach dem Grundsatz:

“What can I do with what I know”

Dabei können euch Maker Spaces, FabLabs oder offene Werkstätten in eurem Umkreis eine gute Hilfe sein. Hier findet ihr Ansprechpartner*innen, die im Umgang mit Werkzeugen, Maschinen oder

neuen Technologien sicher sind und oft gern ihre Unterstützung anbieten. Sprecht sie doch einfach mal an oder geht vorbei.

Auch das projektorientierte Arbeiten und kreative Methoden haben nicht in allen Fächern Tradition. Hier könnt ihr euch gegenseitig unterstützen. Wir haben z. B. miterlebt, wie sich der Sportlehrer gemeinsam mit der Geografielehrerin ein spannendes Unterrichtsprojekt überlegt hat – oder auch der Musiklehrer mit der Informatiklehrerin. Das gemeinsame Erarbeiten und Umsetzen gibt euch auch mehr Sicherheit und steigert eure eigene Motivation.

Damit nehmt ihr auch leicht eine weitere Hürde: So werden Making-Aktivitäten noch immer stark mit den MINT-Fächern, insbesondere der Informatik, in Verbindung gebracht. Zwar finden sich in diesem Bereich besonders viele Expert*innen für Robotik, Elektronik und Programmierung. Aber mit dieser „Informatik-Brille“ an Making-Projekte heranzutreten kann sich auch nachteilig auswirken. Beispiele aus dem MINT-Fächern vernachlässigen häufig ganz zentrale Elemente wie Kreativität, Experimentierfreude, Kollaboration oder Fehlertoleranz. Erst die

Kombination der naturwissenschaftlichen Fächer mit den gestaltenden und meinungsbildenden Disziplinen birgt daher das große Potenzial, das Making auszeichnet.⁴ Da-

her wollen wir euch hier noch einmal ganz explizit dazu motivieren, facherverbindend an das Making heranzugehen – und gemeinsam macht es auch gleich doppelt so viel Spaß!

⁴ Im englischsprachigen Raum wird die Ergänzung der MINT-Fächer um die Künste bereits breit diskutiert: Aus STEM wird STEAM (= Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics). Das deutsche Äquivalent MINKT dagegen hat sich zumindest sprachlich noch nicht sehr stark durchgesetzt.

MAKER SPACES IN SCHULE

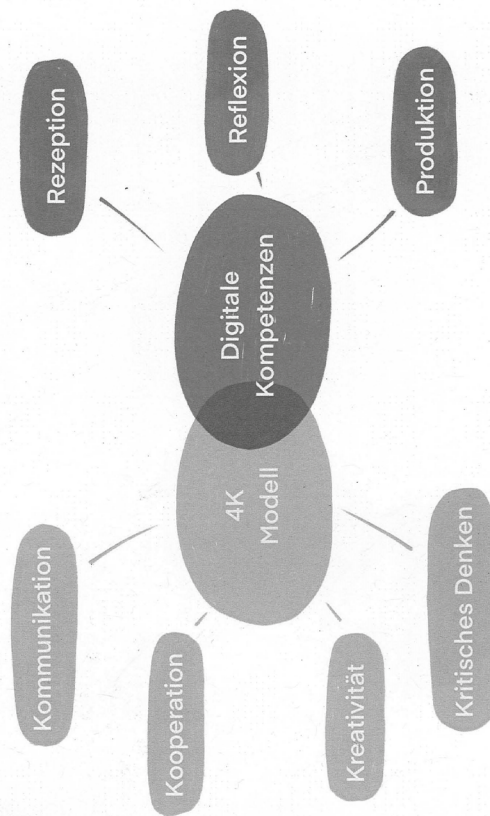
Wie können wir unsere Kinder bestmöglich auf die Zukunft vorbereiten? Hinter dieser Frage verbirgt sich auch die Frage: Was sollen Kinder heutzutage eigentlich in der Schule lernen? Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten benötigen sie, um sich als eigenständig agierende Menschen in die Gesellschaft einbringen und diese mitgestalten zu können? Das sind Fragen, die ihr als Lehrende wohl des Öfteren gestellt bekommt.

Eine Antwort darauf bietet u. a. das 4K-Modell, das die vier Kompetenzen Kommunikation, Kooperation, Kreativität und kritisches Denken betont. Es geht also nicht um ein tradiertes Wettbewerbsdenken und auch nicht um das Auswendiglernen von Fachwissen,

eine Tätigkeit, in der uns Computer sowieso weitaus überlegen sind. Vielmehr kommt es darauf an, komplexe Entscheidungen treffen zu können und gemeinsam mit anderen zusammenzuarbeiten, um Lösungen zu entwickeln. Dabei spielt Kreativität eine essenzielle Rolle, also eine veränderte Perspektive auf ein Problem einzunehmen, einfach mal „um die Ecke zu denken“ und damit eingefahrene Prozesse über den Haufen zu werfen, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen.

Zusätzlich werden digitale Kompetenzen immer wichtiger. Mit der KMK-Strategie zur Bildung in einer digitalen Welt von 2016 haben sie auch offiziell Einzug in die Lehrpläne gehalten. Dabei wer-

den drei Bereiche unterschieden: Neben der Nutzung und Reflexion von digitalen Inhalten und Diensten geht es ebenso um deren Produktion, also die Fähigkeit, digitale Inhalte und Systeme zu gestalten. Damit wird keineswegs von jedem Kind gefordert, dass es tiefgründige Programmierexpertise ausbildet. Wir haben ja auch nicht die Erwartungshaltung, dass Kinder die lesen und schreiben lernen, alle Poet*innen oder Schriftsteller*innen werden. Es geht vielmehr darum, ein grundlegendes Verständnis von Computersystemen und deren Logiken zu entwickeln. So können die Verwendung und die Potenziale dieser Computersysteme im Lösen komplexer Herausforderungen mitgedacht werden.



The AI Learning Kit

Ein Offline Lernpaket
Björn Naumann und Wayra Aguilar
From Tech To Purpose
betreut von Prof. Christian Zöllner
Tom Witschel & Robin Goodwill
Sommersemester 2023
Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle

