

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**

Informatik

INFORMATIK GERADEAUS UND QUER GEDACHT

Prof. Dr. Eckart Zitzler

T direkt +41 41 757 68 31
eckart.zitzler@hslu.ch

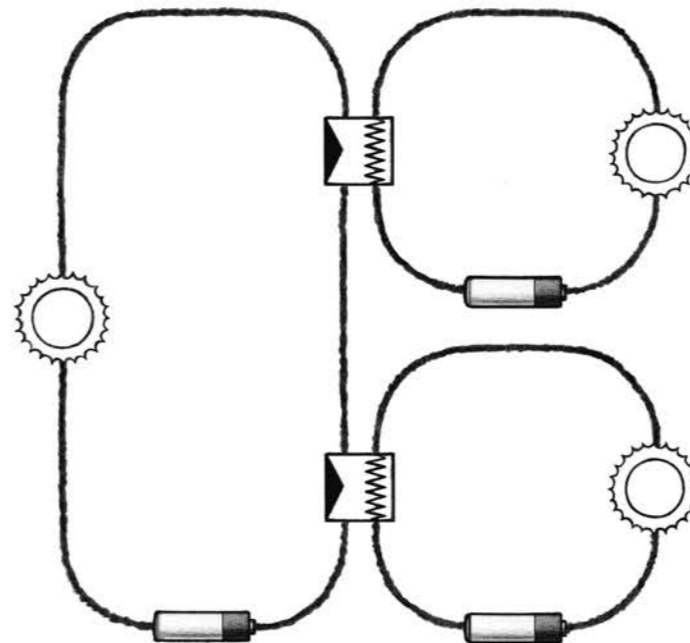
Rotkreuz 24.09.19

IMST Fachdidaktiktag Informatik 2019
25. September. 2019

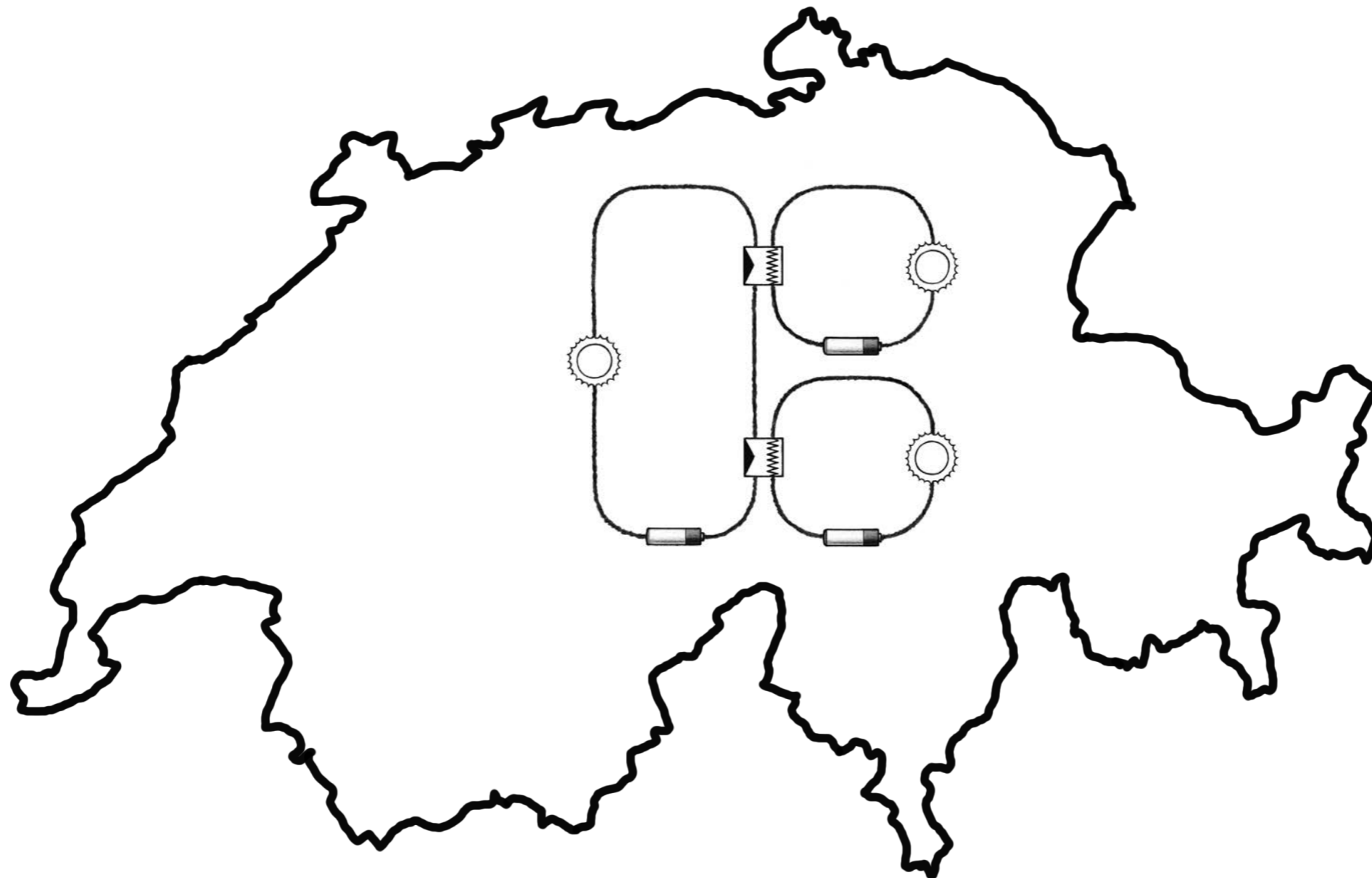
FH Zentralschweiz



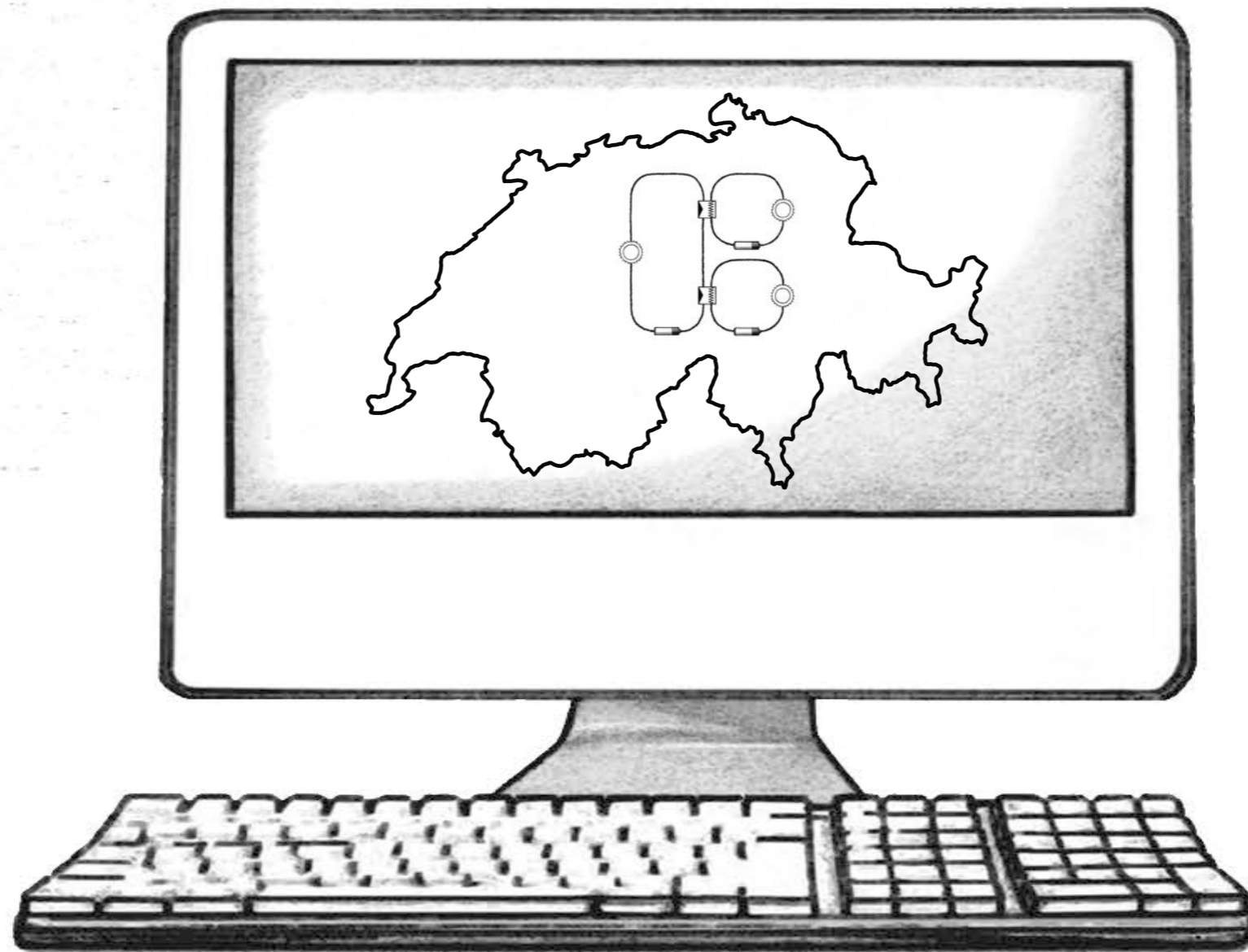
I. DIGITALISIERUNG



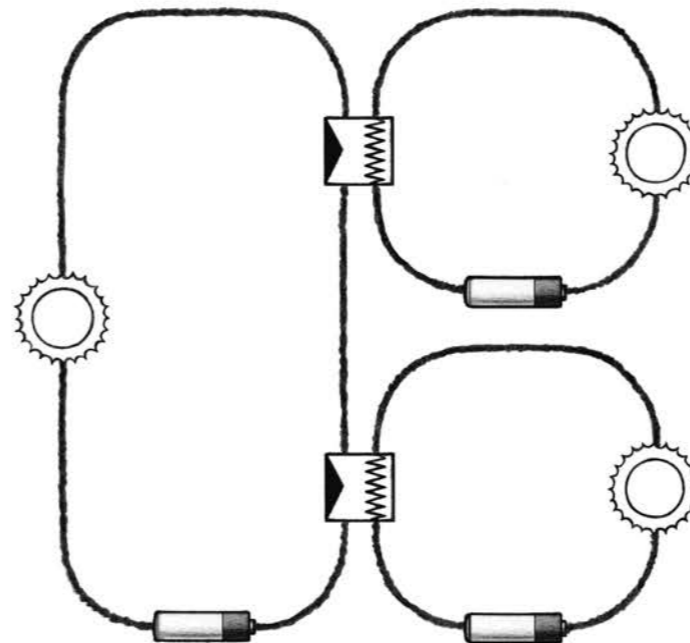
2. DIGITALISIERUNG UND BILDUNG IN DER SCHWEIZ



3. DIE BASIS DER DIGITALISIERUNG: INFORMATIK – GERADEAUS UND QUER GEDACHT



I. DIGITALISIERUNG

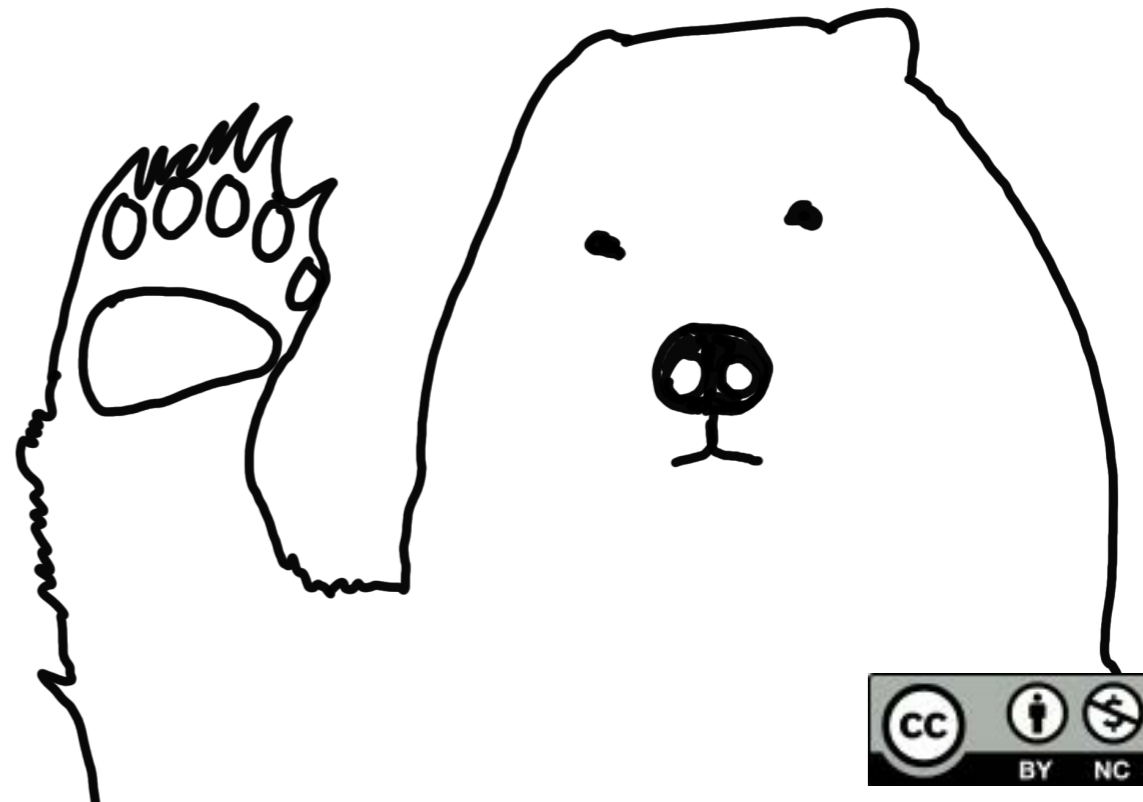




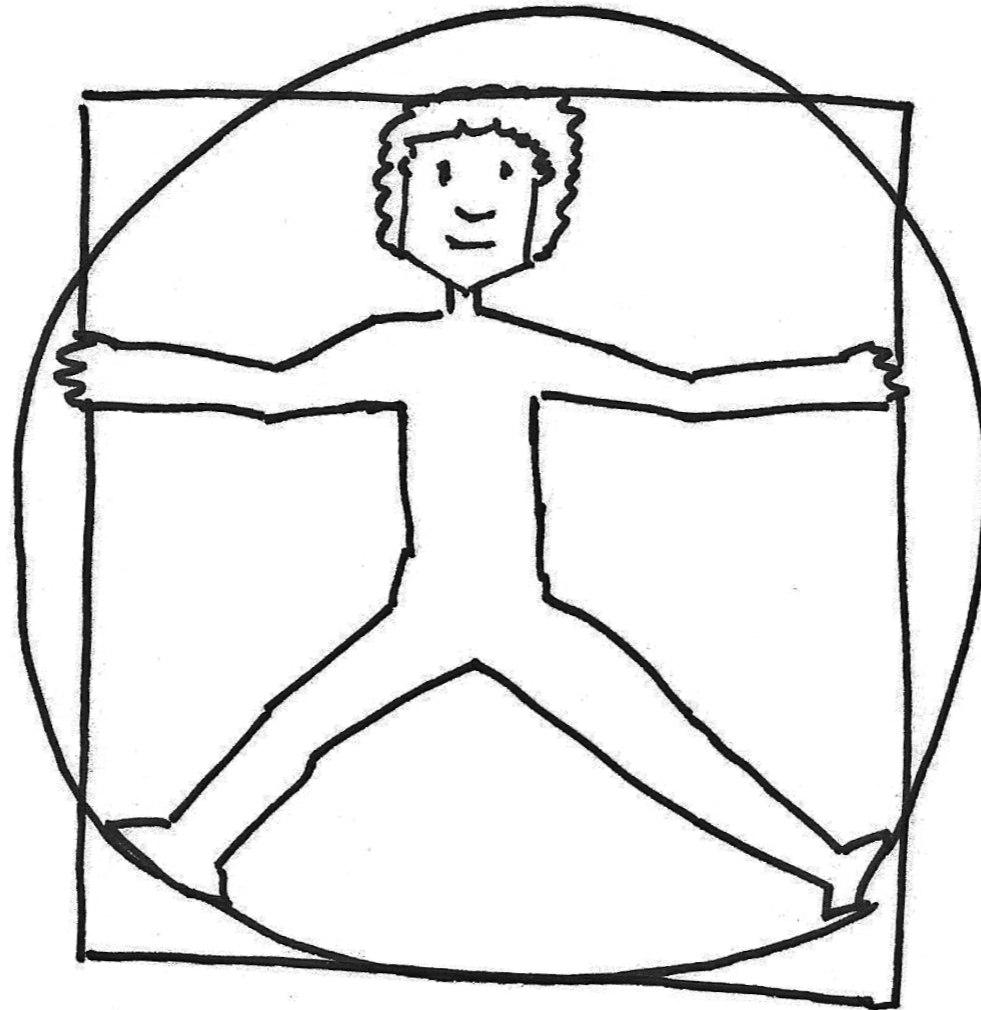
INFORMATIK — COMPUTER?



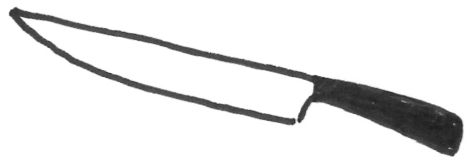
WERKZEUGE!



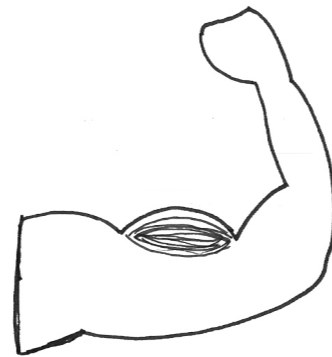
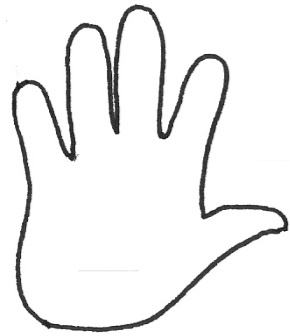
DER HOMO SAPIENS



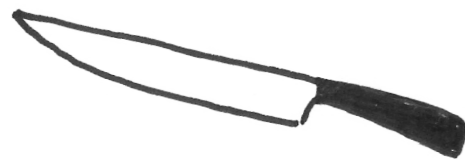
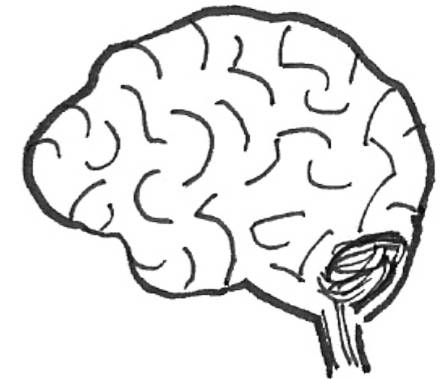
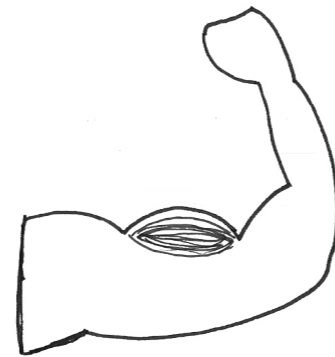
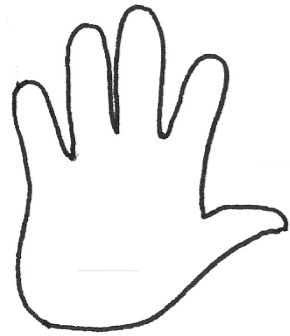
DER HOMO SAPIENS



DER HOMO SAPIENS



DER HOMO SAPIENS



DAS WERKZEUG DER WERKZEUGE

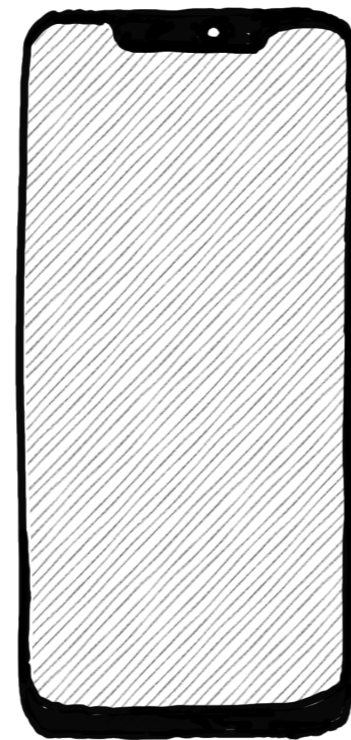
Taschenrechner

Lupe

Telefon

Notizblock

Fotoapparat



Camera

Sprachrekorder

Fernseher

Hifi-Anlage

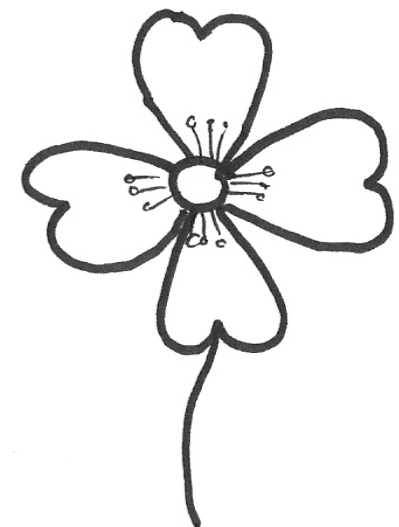
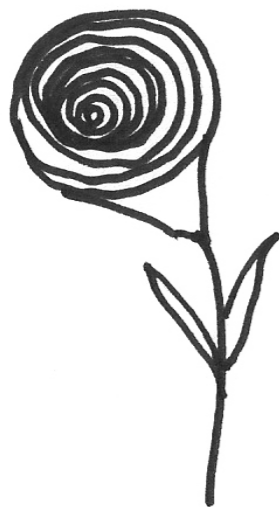
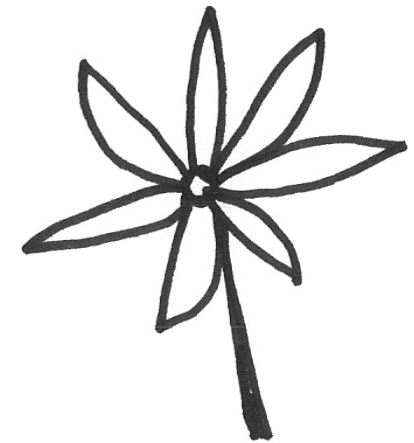
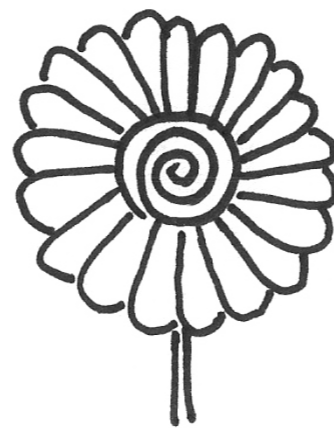
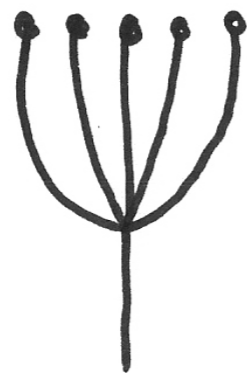
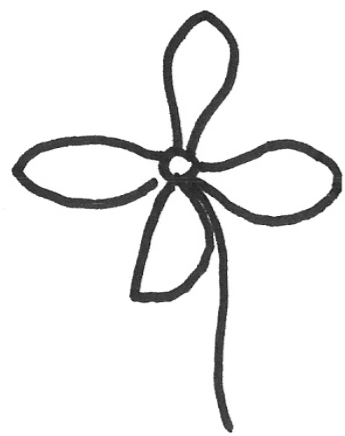
Lexikon

<https://cybathlon.ethz.ch>



 **CYBATHLON**
ETH zürich

DER DIGITALE STRAUSS

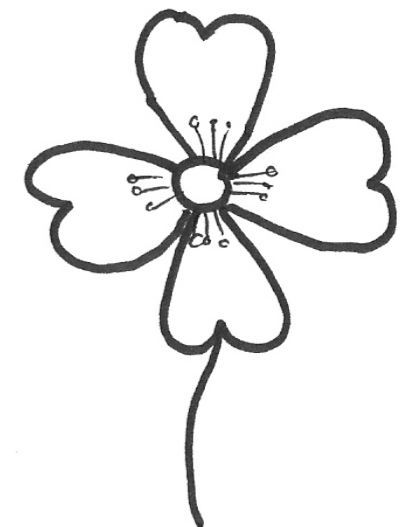
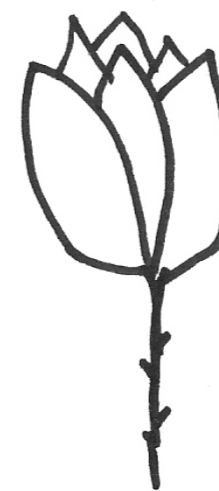
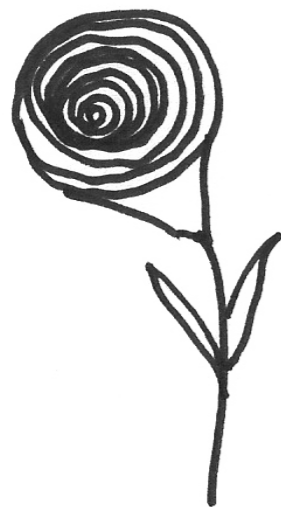
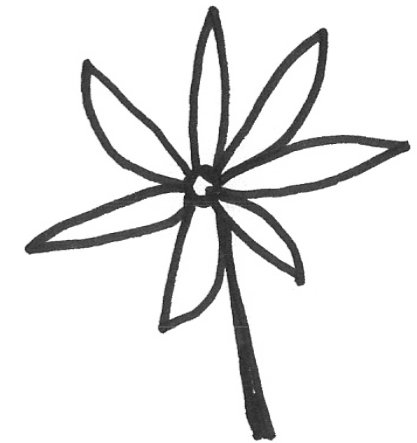
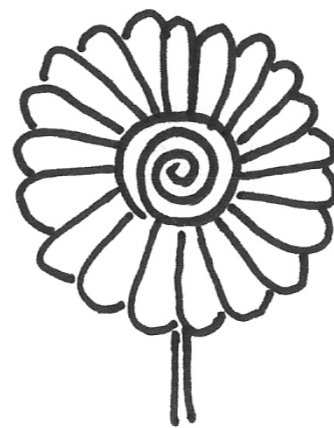
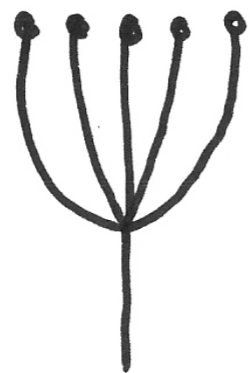
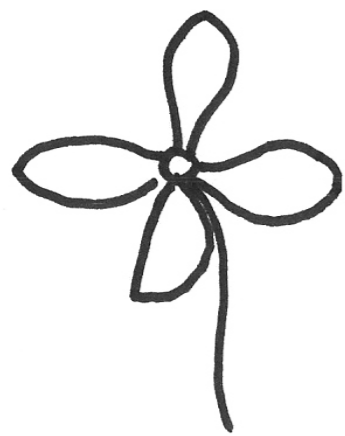


DER DIGITALE STRAUSS

Augmented Reality

Blockchain

Robotik



Künstliche Intelligenz

3D-Druck

Internet der Dinge

... IM ALLTAG

«Der hat doch eine Schraube locker...»

Das Mechano verstehen

Sand im Getriebe

...

Das Unternehmen als
Räderwerk

«Habe ich auf meiner
Festplatte nicht gespeichert...»

Der Algorithmus dahinter

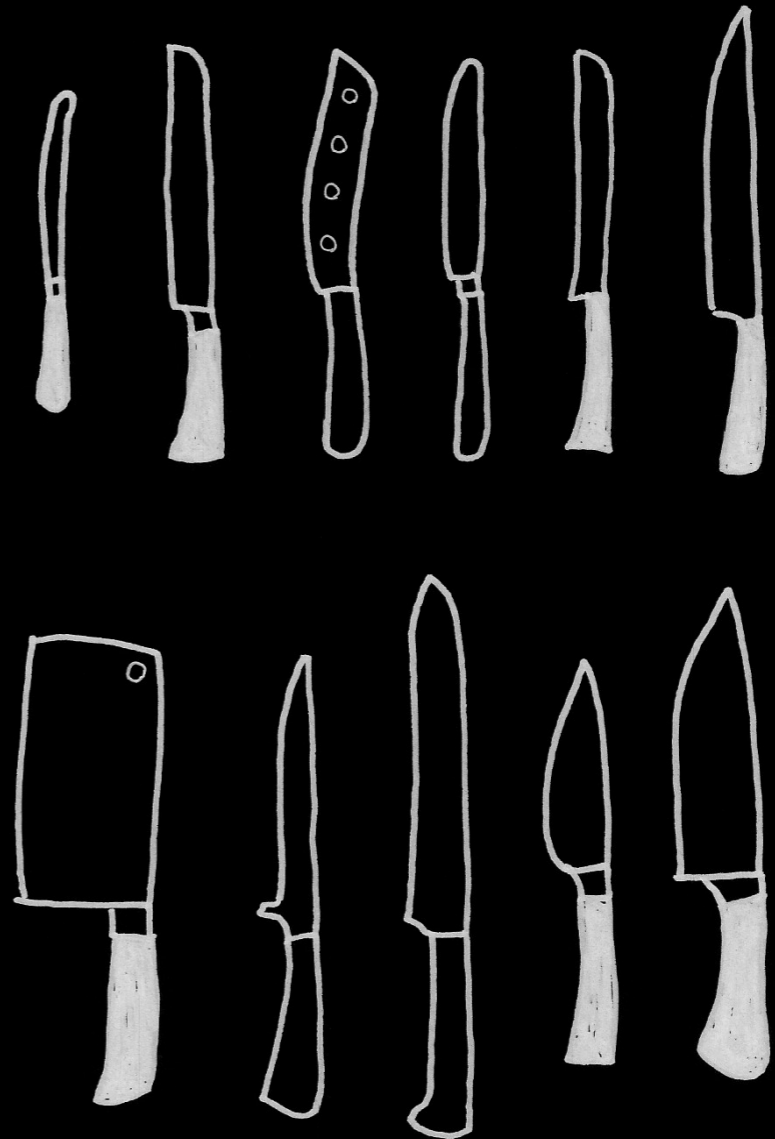
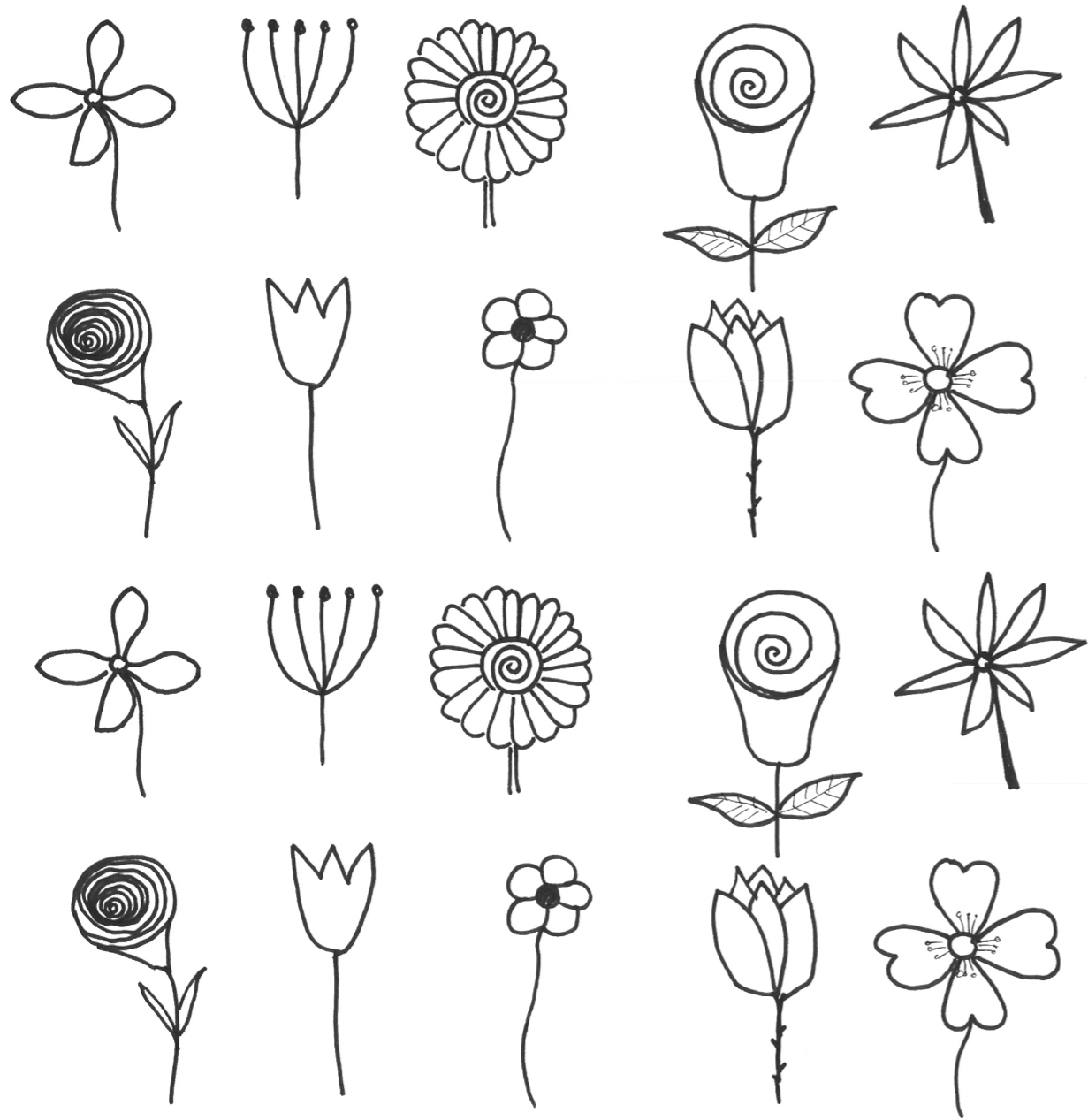
Es lagged

...

Das Unternehmen als
Netzwerk



DER DIGITALE STRAUSS



DER DIGITALE STRAUSS

Wissen

Fake News

Kommunikation

Überwachung

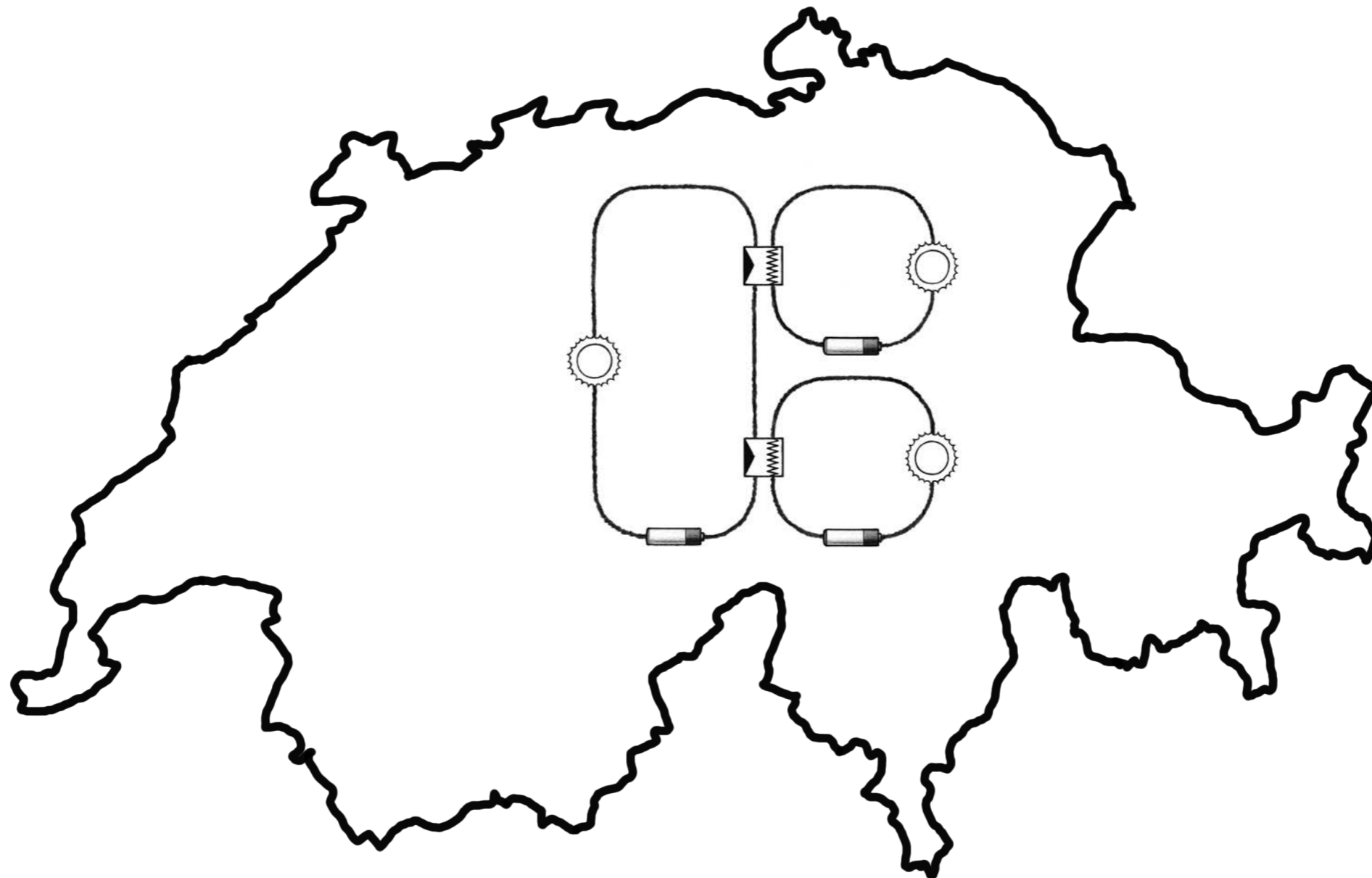
Demokratie

Populismus

Selbstbestimmung

Fremdbestimmung

2. DIGITALISIERUNG UND BILDUNG IN DER SCHWEIZ



ES WAR EINMAL ...

Beispiel: Kanton Bern

Lehrplan 1995, "Informatik" (Volksschule)

Ergänzung 2006, ICT (Volksschule)

Ergänzungsfach Informatik 2008 (Gymnasium)

Lehrplan21 2016, Medien und Informatik (Volksschule)

Ordentliches Fach Informatik 2019 (Gymnasium)

DER LEHRPLAN21 UND DAS MODUL MEDIEN UND INFORMATIK

1 | Medien

1. Die Schülerinnen und Schüler können sich in der physischen Umwelt sowie in medialen und virtuellen Lebensräumen orientieren und sich darin entsprechend den Gesetzen, Regeln und Wertesystemen verhalten.

2. Die Schülerinnen und Schüler können Medien und Medienbeiträge entschlüsseln, reflektieren und nutzen.

3. Die Schülerinnen und Schüler können Gedanken, Meinungen, Erfahrungen und Wissen in Medienbeiträge umsetzen und unter Einbezug der Gesetze, Regeln und Wertesysteme auch veröffentlichen.

4. Die Schülerinnen und Schüler können Medien interaktiv nutzen sowie mit anderen kommunizieren und kooperieren.

2 | Informatik

1. Die Schülerinnen und Schüler können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten.

2. Die Schülerinnen und Schüler können einfache Problemstellungen analysieren, mögliche Lösungsverfahren beschreiben und in Programmen umsetzen.

3. Die Schülerinnen und Schüler verstehen Aufbau und Funktionsweise von informationsverarbeitenden Systemen und können Konzepte der sicheren Datenverarbeitung anwenden.

Lehrplan21



D-EDK | Deutschschweizer
Erziehungsdirektoren-
Konferenz

<https://lehrplan.ch>

DAS MODUL MEDIEN UND INFORMATIK

<https://lehrplan.ch>

1 | Medien

1. Die Schülerinnen und Schüler können sich in der physischen Umwelt sowie in medialen und virtuellen Lebensräumen orientieren und sich darin entsprechend den Gesetzen, Regeln und Wertesystemen verhalten.

2. Die Schülerinnen und Schüler können Medien und Medienbeiträge entschlüsseln, reflektieren und nutzen.

3. Die Schülerinnen und Schüler können Gedanken, Meinungen, Erfahrungen und Wissen in Medienbeiträge umsetzen und unter Einbezug der Gesetze, Regeln und Wertesysteme auch veröffentlichen.

4. Die Schülerinnen und Schüler können Medien interaktiv nutzen sowie mit anderen kommunizieren und kooperieren.

DAS MODUL MEDIEN UND INFORMATIK

<https://lehrplan.ch>

2 | Informatik

1. Die Schülerinnen und Schüler können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten.

2. Die Schülerinnen und Schüler können einfache Problemstellungen analysieren, mögliche Lösungsverfahren beschreiben und in Programmen umsetzen.

3. Die Schülerinnen und Schüler verstehen Aufbau und Funktionsweise von informationsverarbeitenden Systemen und können Konzepte der sicheren Datenverarbeitung anwenden.

DER LEHRPLAN 21: DIE POLITIK UND DER KOMPROMISS

1 | Medien

1. Die Schülerinnen und Schüler können sich in der physischen Umwelt sowie in medialen und virtuellen Lebensräumen orientieren und sich darin entsprechend den Gesetzen, Regeln und Wertesystemen verhalten.

2. Die Schülerinnen und Schüler können Medien und Medienbeiträge entschlüsseln, reflektieren und nutzen.

3. Die Schülerinnen und Schüler können Meinungen, Erfahrungen und Wissen in Medienbeiträge umsetzen und unter Einbezug der Gesetze, Regeln und Wertesysteme auch veröffentlichen.

2 | Informatik

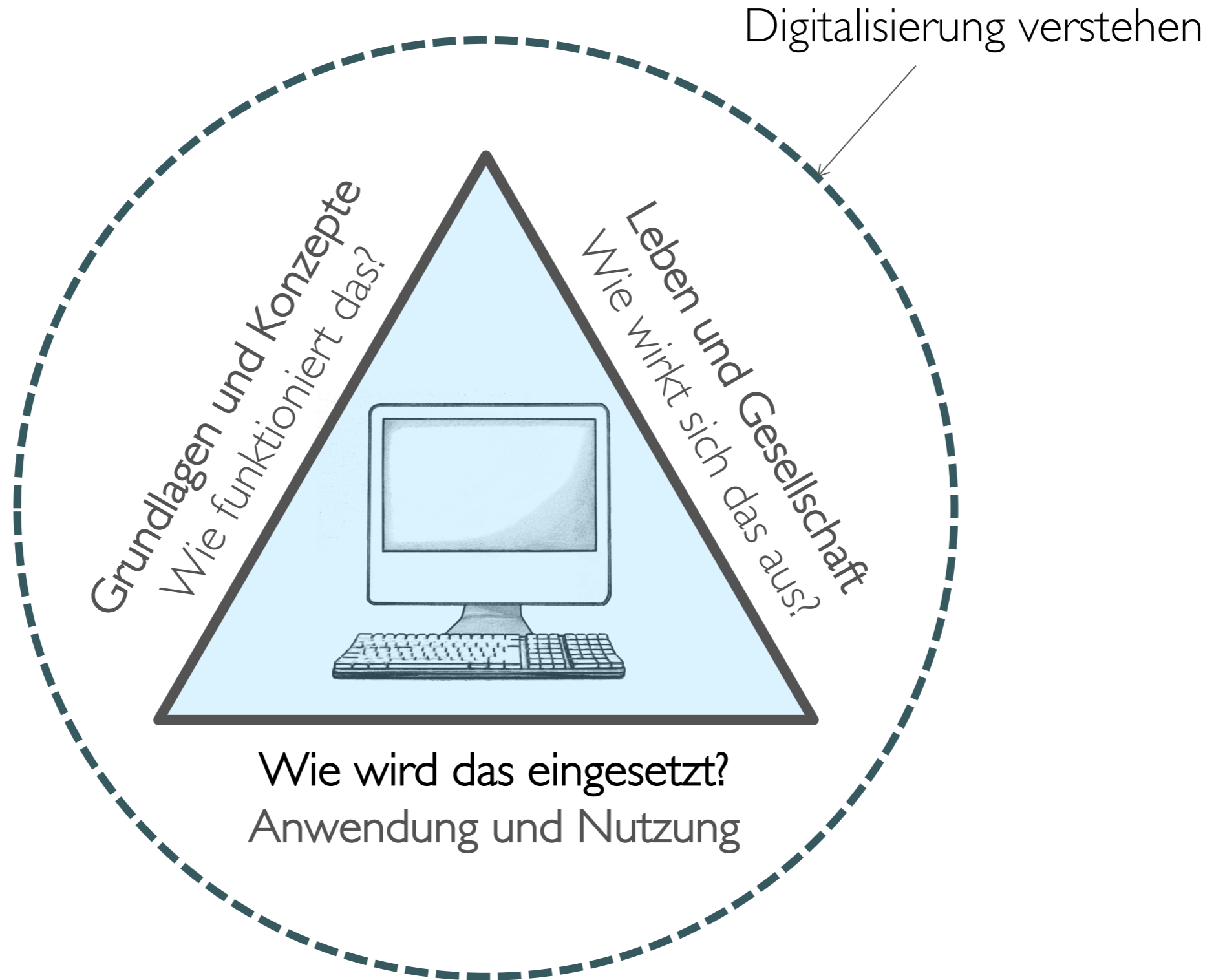
1. Die Schülerinnen und Schüler können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten.

2. Die Schülerinnen und Schüler können einfache Problemstellungen analysieren, mögliche Lösungsverfahren beschreiben und in Programmen umsetzen.

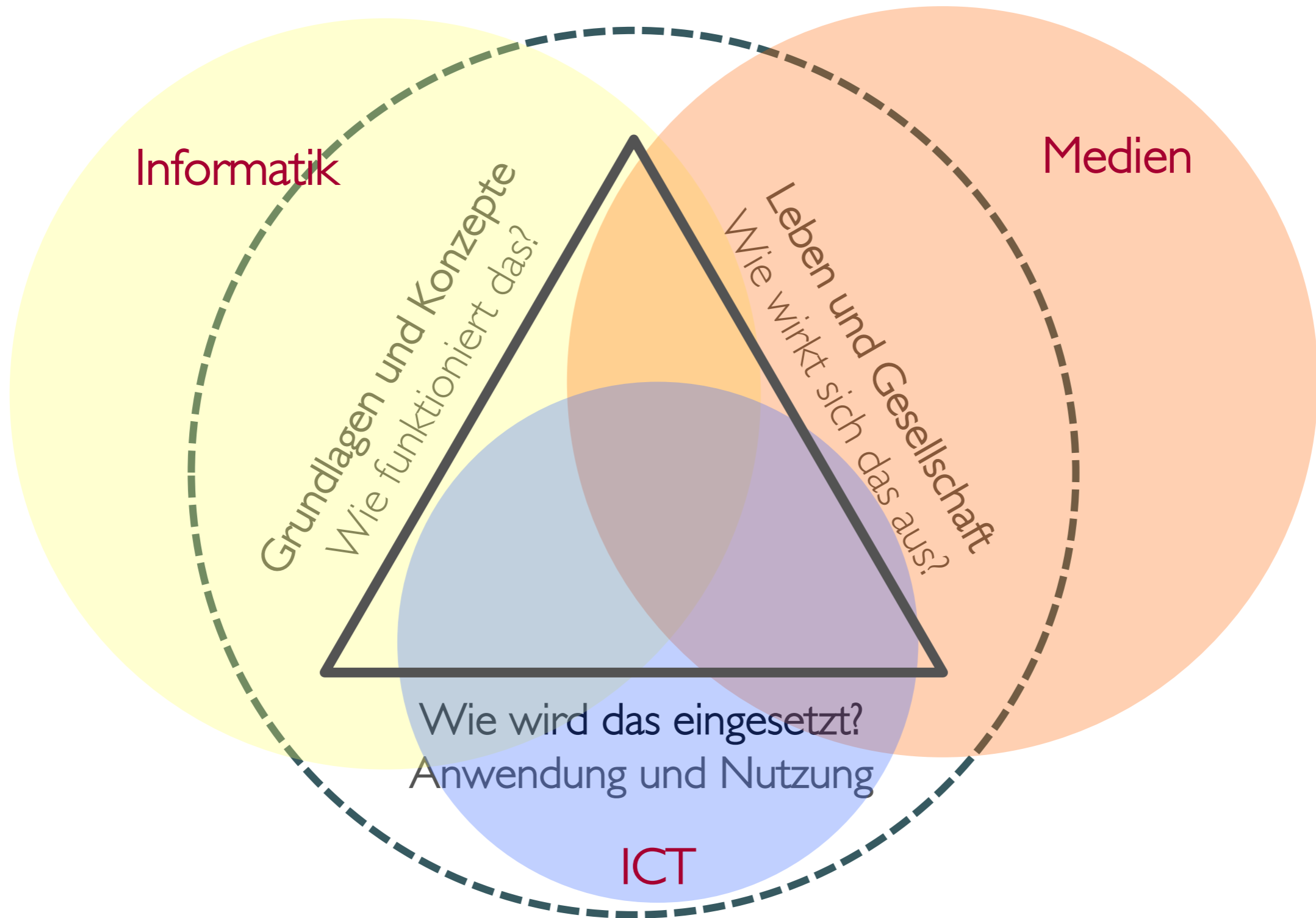
3. Die Schülerinnen und Schüler verstehen Aufbau und Funktionsweise von informationsverarbeitenden Systemen und können Konzepte der sicheren Datenverarbeitung anwenden.



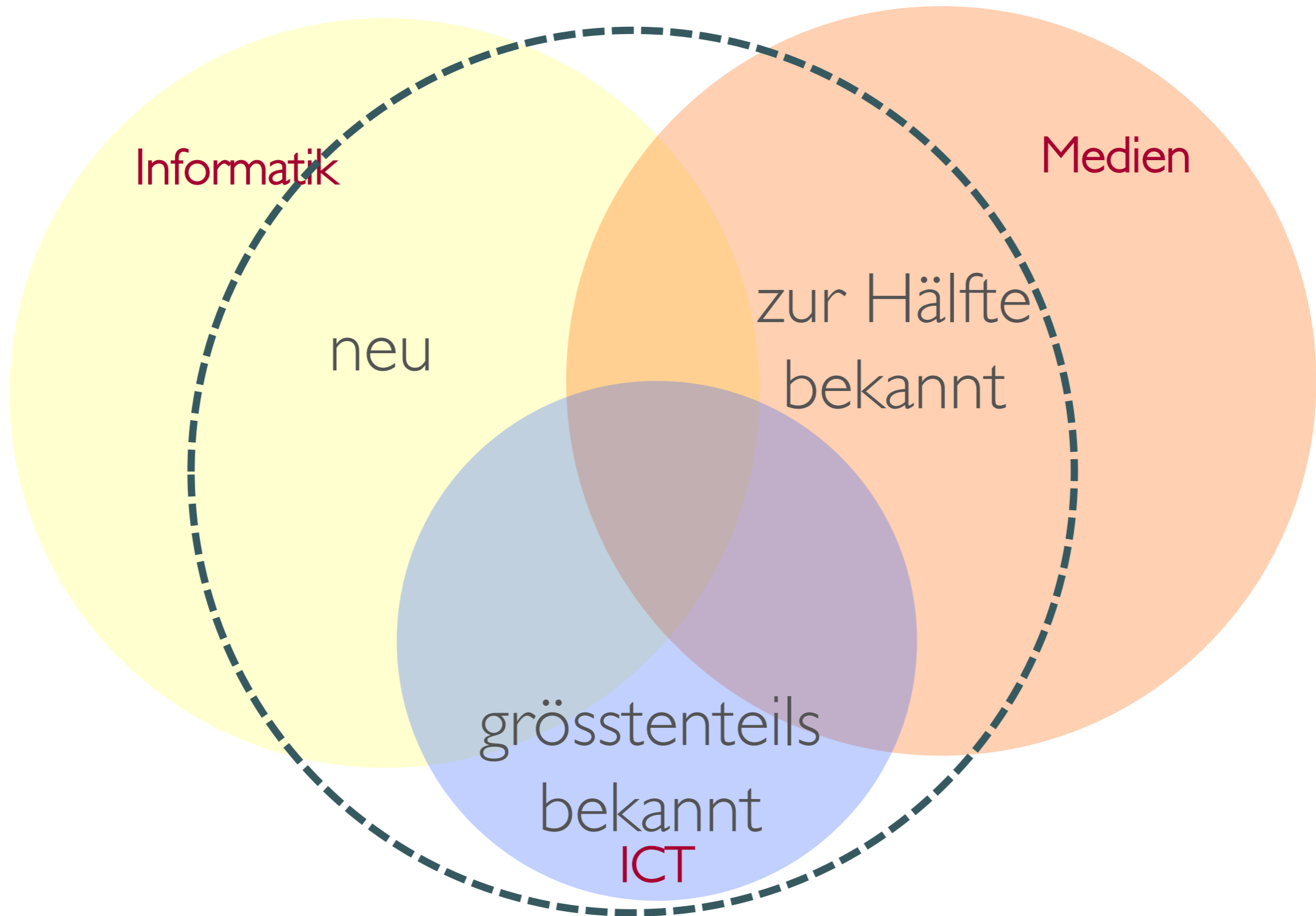
3 PERSPEKTIVEN AUF DIGITALISIERUNG



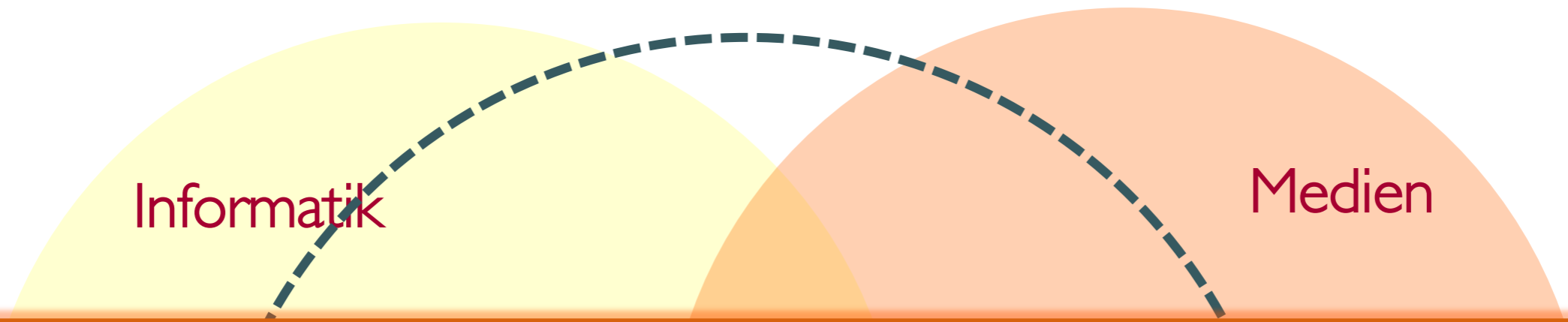
DAGSTUHL DREIECK



DAGSTUHL DREIECK

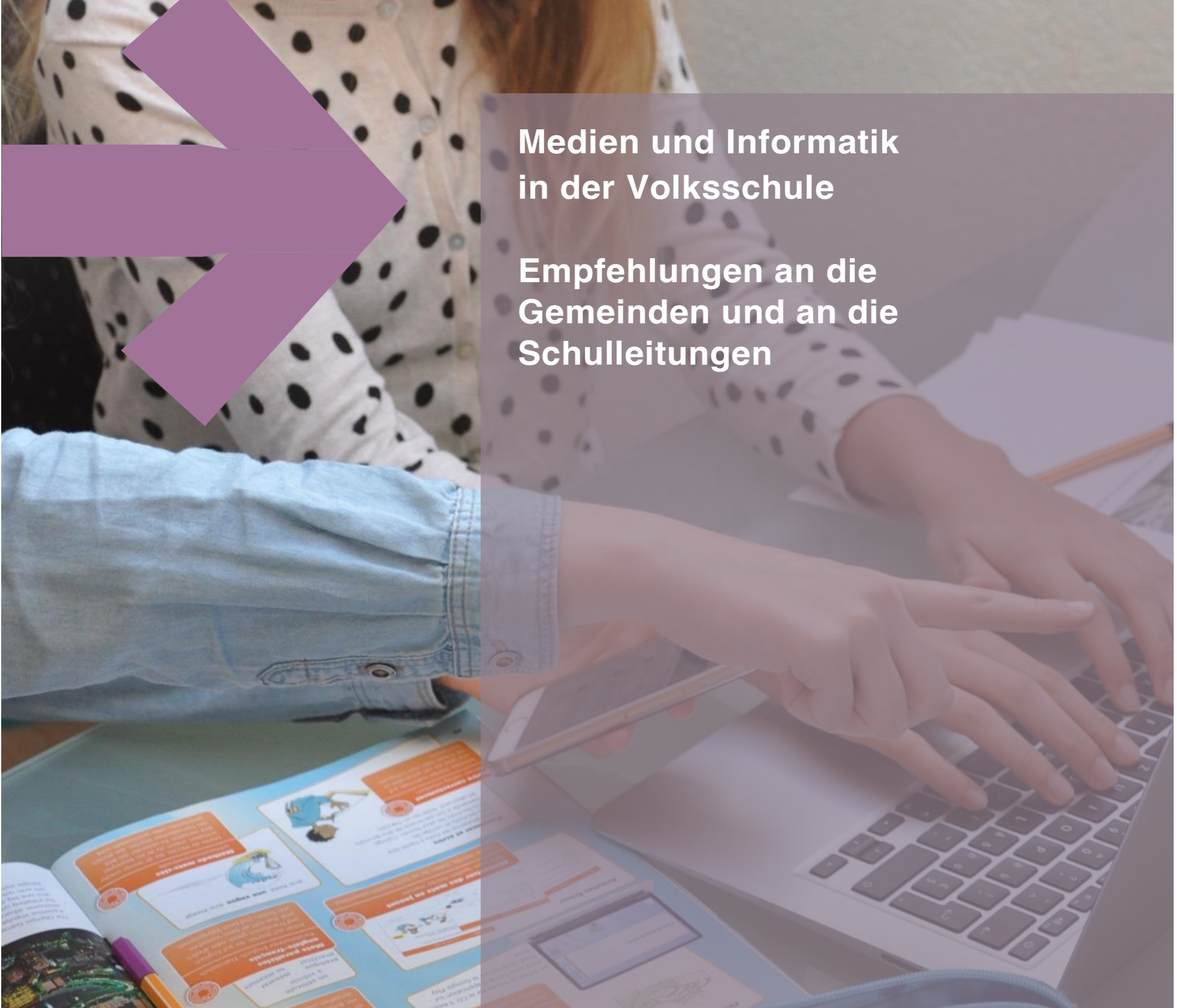


MODUL MEDIEN UND INFORMATIK



1. Medien und Informatik gemeinsam gedacht
2. Einbettung in den anderen Fächern
3. Informatik in der Volksschule verankert
4. Eigenes Zeitgefäß (5., 6., 7. und 9.)
5. Fundierte Gesamtsicht

➔ **Fachdidaktik Medien und Informatik**



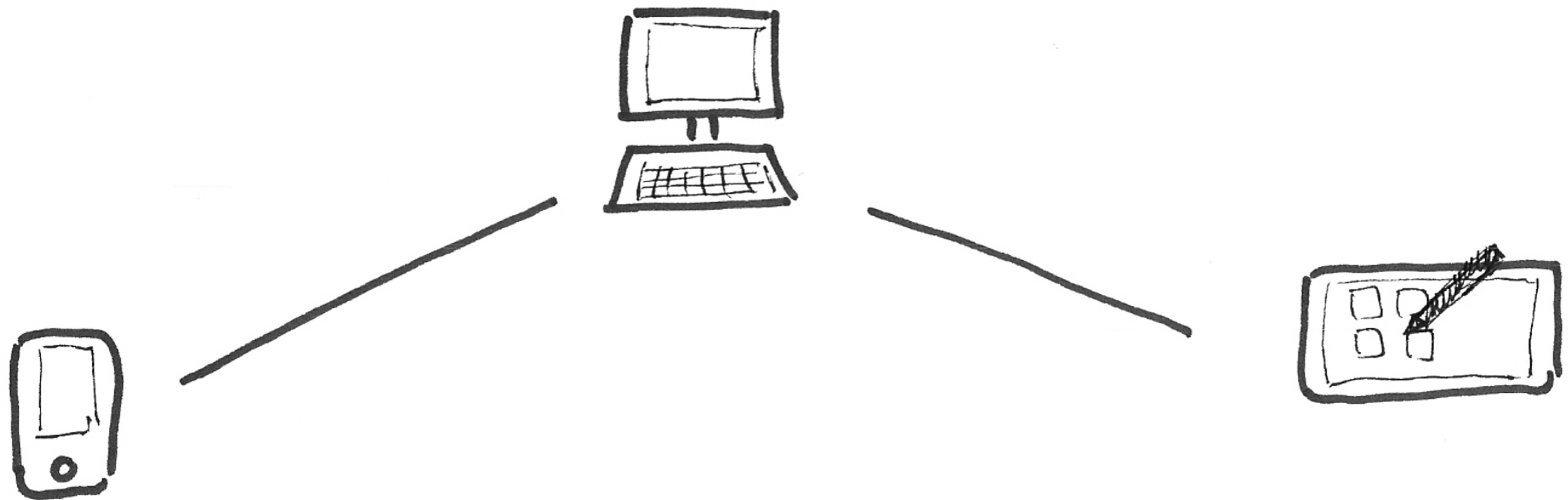
Medien und Informatik in der Volksschule

Empfehlungen an die
Gemeinden und an die
Schulleitungen

<https://erz.be.ch/>

Erziehungsdirektion des Kantons Bern
Amt für Kindergarten, Volksschule und Beratung

UND DIE ICT-INFRASTRUKTUR?



Poolräume mit
Desktop-Computern

BYOD

Tablet-
Vollausstattung

DAS ORDENTLICH FACH INFORMATIK

2. Richtziele

<https://erz.be.ch/>

2.1 Kenntnisse und Fertigkeiten

Die Schülerinnen und Schüler

- begreifen den Computer als Maschine zur Automatisierung von Prozessen
- können Lösungswege formal beschreiben, kritisch analysieren, algorithmisch umsetzen und Strategien im Umgang mit Fehlern anwenden
- sind vertraut mit den Grundlagen einer Programmiersprache
- kennen Codierungen von Informationen und verstehen den Zusammenhang zwischen Information und Daten
- verstehen, wie grosse Datenmengen organisiert werden und welche Interessenskonflikte sich bei deren Nutzung für die verschiedenen Beteiligten ergeben
- wissen, wie Computer miteinander kommunizieren, und verstehen damit verbundene Sicherheitsaspekte und Sicherheitsmassnahmen
- setzen Informatikmittel reflektiert, situationsgerecht und verantwortungsbewusst ein (Sicherheit, Daten- und Persönlichkeitsschutz, Anonymität, Rechtliches)
- kennen Meilensteine der Informationstechnologien und sind sich der wechselseitigen Beeinflussung von Informatik und Gesellschaft im Alltag bewusst
- sind sich der Rolle der Informatik in anderen Wissenschaftsgebieten bewusst

2.2 Haltungen

Die Schülerinnen und Schüler

- finden sich in Informatikanwendungen selbstständig zurecht
- wollen Informatikmittel nicht nur anwenden, sondern auch verstehen
- begegnen neuen Technologien und Informatikthemen offen
- zeigen Interesse an strukturiertem Vorgehen, exaktem Arbeiten und kritischem Hinterfragen im Zusammenhang mit Informatiklösungen
- pflegen einen respektvollen Umgang im Internet, insbesondere in den sozialen Medien

DAS ERGÄNZUNGSFACH INFORMATIK

<https://erz.be.ch/>

2. Richtziele

2.1 Kenntnisse und Fertigkeiten

Die Schülerinnen und Schüler

- können im Alltag verwendete Fachbegriffe aus der Informatik verstehen und einordnen
- können Vor- und Nachteile des Einsatzes von gesellschaftlich relevanter Informationstechnologie identifizieren
- können die erworbenen Fertigkeiten einsetzen, um automatisierbare Probleme aus ihrem Alltag zu erkennen
- kennen verschiedene Darstellungen von Information und Möglichkeiten, sie zu strukturieren
- können einfache Systeme algorithmisch modellieren
- sind vertraut mit den Grundlagen einer höheren Programmiersprache
- sind in der Lage, projektorientiert zu arbeiten

2.2 Haltungen

Die Schülerinnen und Schüler

- sind bereit, sich mit technischen Errungenschaften der Informatik konstruktiv auseinanderzusetzen
- arbeiten mit Ausdauer und Präzision
- haben Freude am Experimentieren und Realisieren
- sind in der Lage, Fehler zu erkennen und als Grundlage für eine erfolgreiche Weiterentwicklung zu nutzen
- beschäftigen sich sowohl mit Technologie wie auch mit der zugrunde liegenden Theorie
- sind sich der Vielfalt von Lösungen, unabhängig von konkreten Technologien und Produkten, bewusst



WEITERBILDUNG!

Willkommen

auf der GymInf Webseite

Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern für Informatik am Gymnasium

GymInf ist eine schweizweit koordinierte Ausbildung für bereits im Beruf stehende Lehrerinnen und Lehrer an Maturitätsschulen, die sich für den Unterricht des obligatorischen Fachs Informatik (OFI) qualifizieren möchten.

GymInf Partner

Über 10 universitäre Hochschulen, pädagogische Hochschulen und Fachhochschulen beteiligen sich am Programm.

[Mehr Info →](#)



Vorlesungsangebot

Nützliche Links

LEHRMITTEL: BUCH ODER NICHT BUCH?



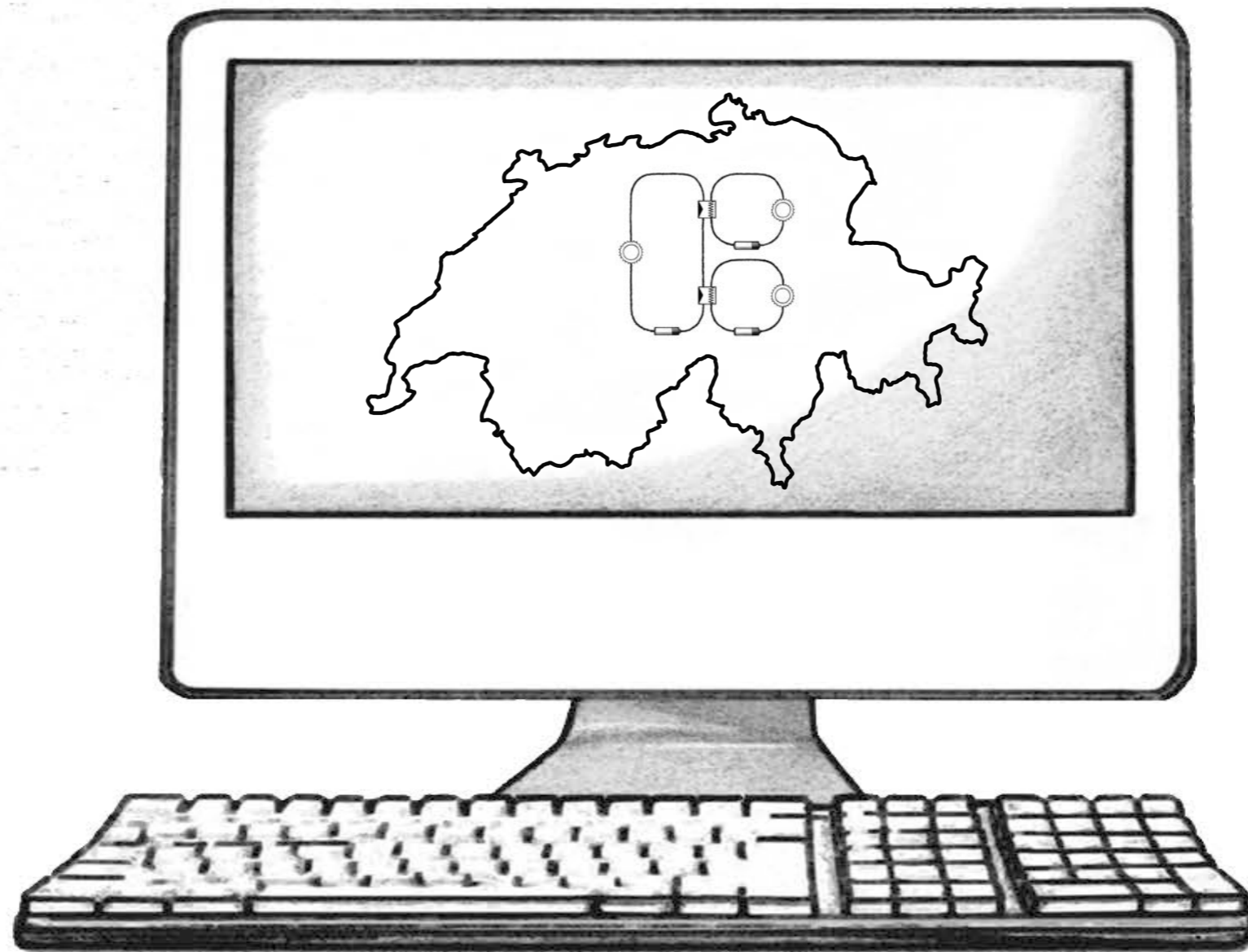
UND DIE LEHRMITTEL?

- inform@21, Lehrmittelverlag St. Gallen:
 - 5. und 6. Klasse
 - Schwerpunkt Medien
- connected, Lehrmittelverlag Zürich:
 - 5. bis 9. Klasse
 - Ausgerichtet auf das Dagstuhl-Dreieck
- Einfach Informatik, Klett-Verlag:
 - 5. bis 9. Klasse
 - Informatikperspektive

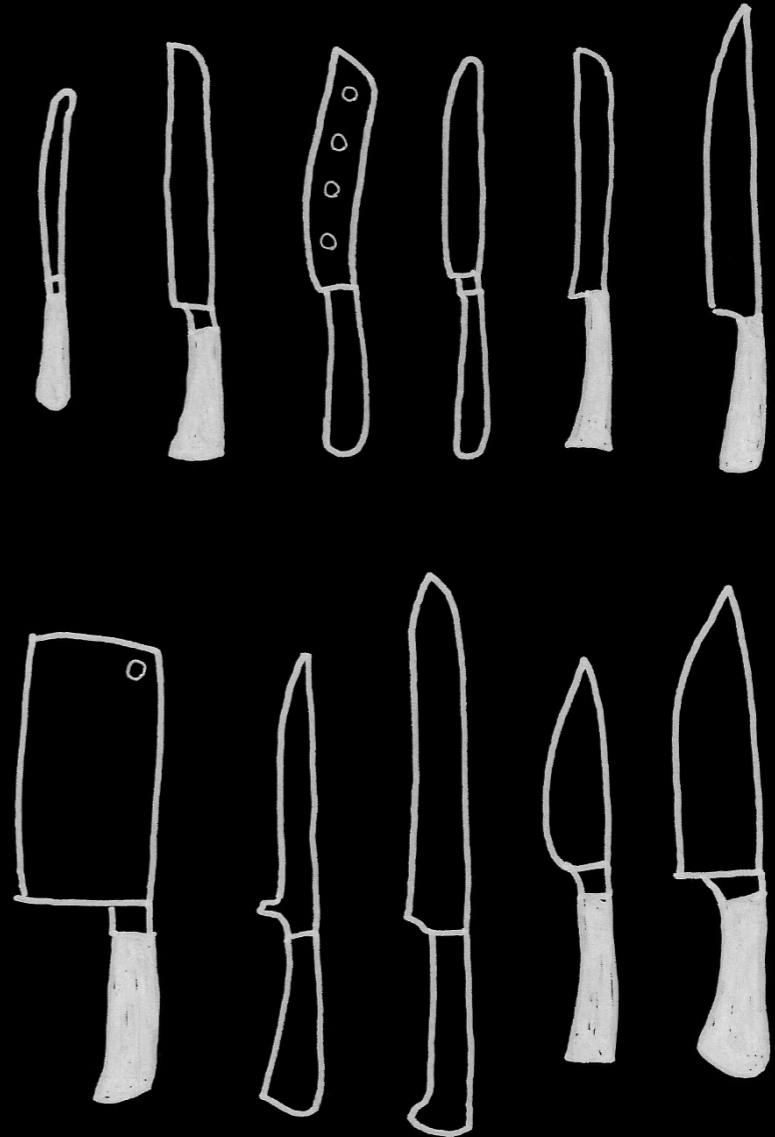
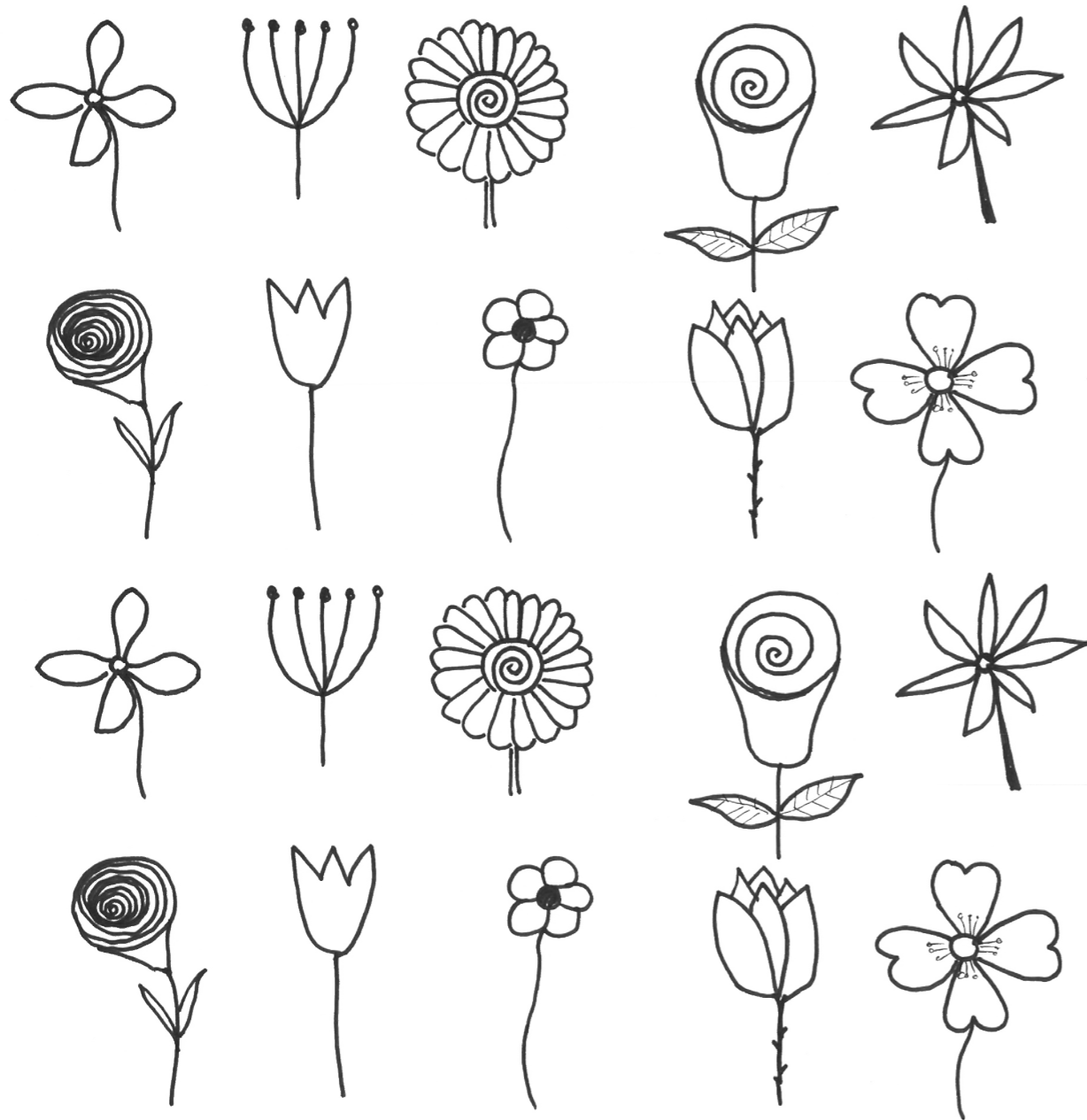


FRAGEN?

3. DIE BASIS DER DIGITALISIERUNG: INFORMATIK – GERADEAUS UND QUER GEDACHT

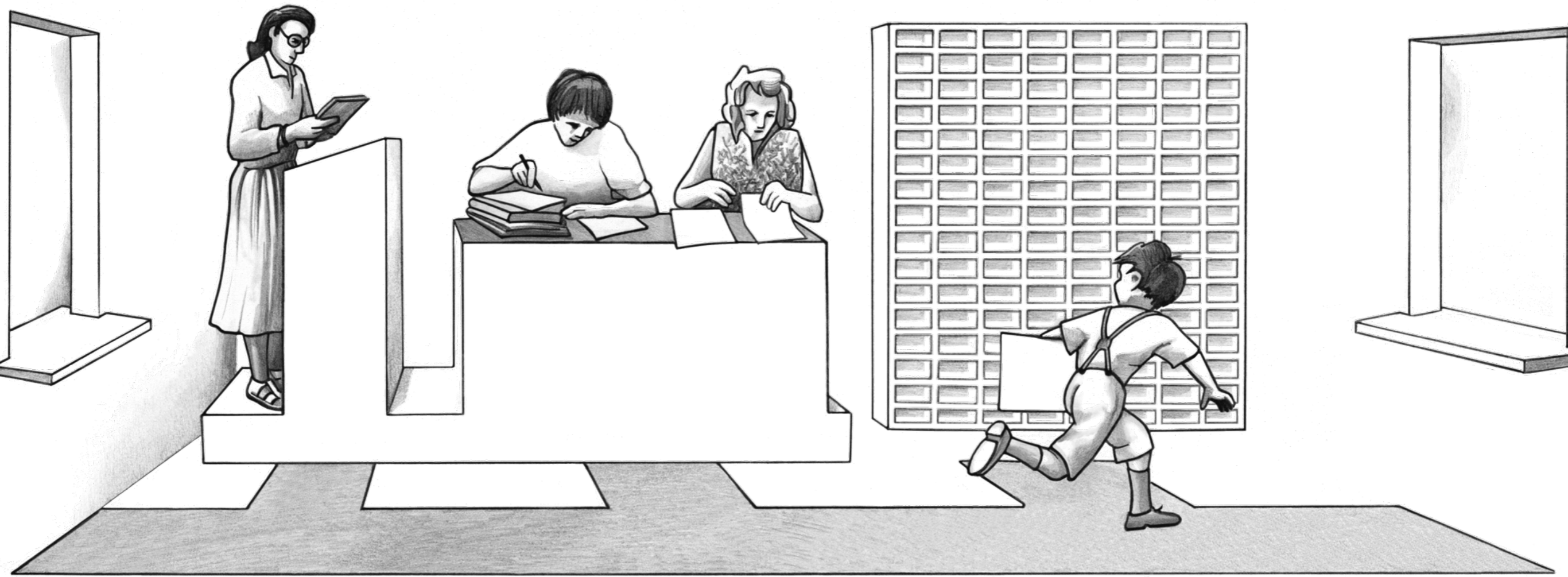


DER DIGITALE STRAUSS



Informatik ist das Dahinter!

HUMAN COMPUTERS



INFORMATIK

Struktur: Wie nutzen wir den Raum?



Ablauf: Wie gehen wir vor?

Tun: Wer setzt um?

Querverweise

1. **Die Schülerinnen und Schüler können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten.**

Struktur: Wie nutzen wir den Raum?

Datenstrukturen

Die Schülerinnen und Schüler ...

MI.2.1

Querverweise

2. **Die Schülerinnen und Schüler können einfache Problemstellungen analysieren, mögliche Lösungsverfahren beschreiben und in Programmen umsetzen.**

Ablauf: Wie gehen wir vor?

Algorithmen

Die Schülerinnen und Schüler ...

MI.2.2

Querverweise

3. **Die Schülerinnen und Schüler verstehen Aufbau und Funktionsweise von informationsverarbeitenden Systemen und können Konzepte der sicheren Datenverarbeitung anwenden.**

Tun: Wer setzt um?

Informatiksysteme

Die Schülerinnen und Schüler ...

MI.2.3

ZUGÄNGE ZUR INFORMATIK

Informatik heisst

- Programmieren (Fremdsprache)
- Algorithmen, Datenstrukturen usw. (Disziplin)
- Begreifen (Physical Computing)
- Erleben (Computer Science Unplugged)
- Denken (Computational Thinking)
- Anwendungen (Alltagsbezug)
- Fundamentale Ideen (Konzepte)
- ...

MEIN ZUGANG ZUR INFORMATIK

MEIN INTERESSE



Die Natur der Informatik ist interdisziplinär:

- Wo sind Querbezüge und Analogien?
- Wie hängt das alles zusammen?
- Was ist die Essenz aus fachübergreifender Perspektive?
- Was kann man voneinander lernen?

Interdisziplinarität

Informatik

Bildung / Didaktik

HSLU

Gymi

PH

Biologie

MI-Fachdidaktik

Bioinformatik

Lehrpatent

Psychologie

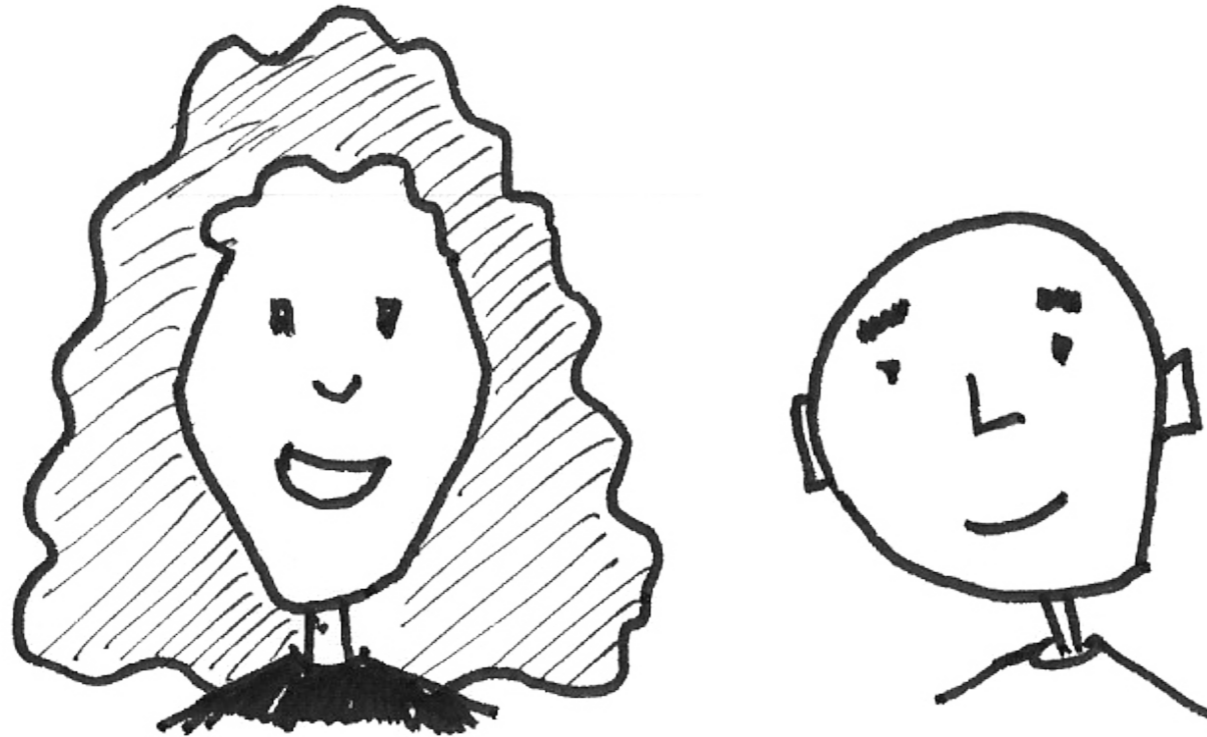
ETH

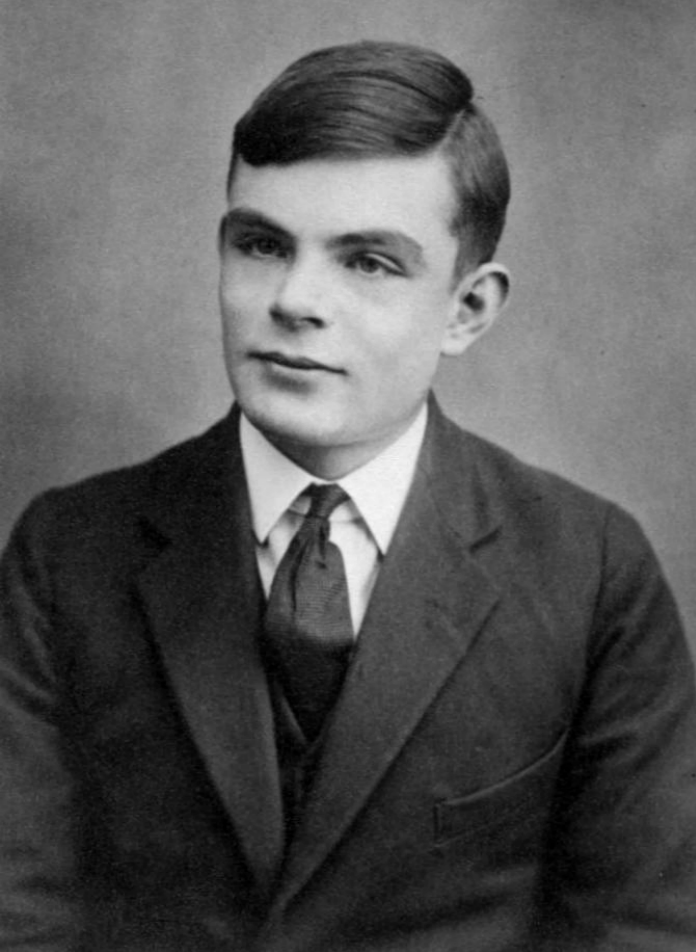
Lernangebote

KI

Informatik

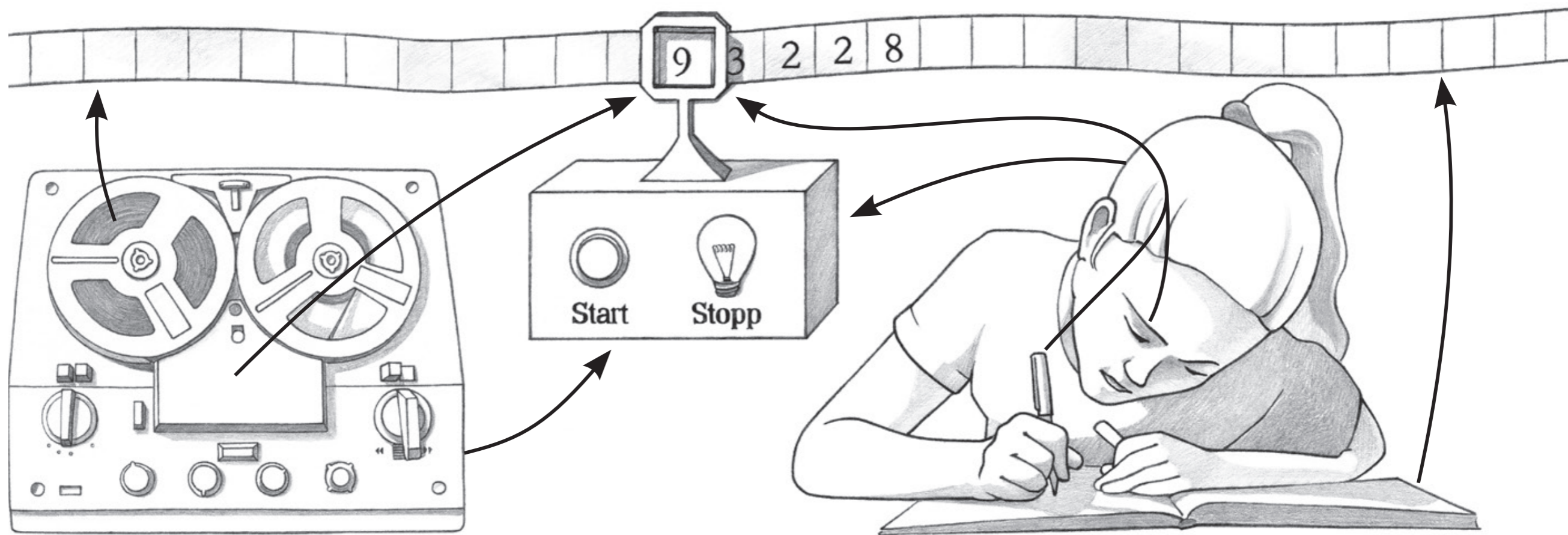
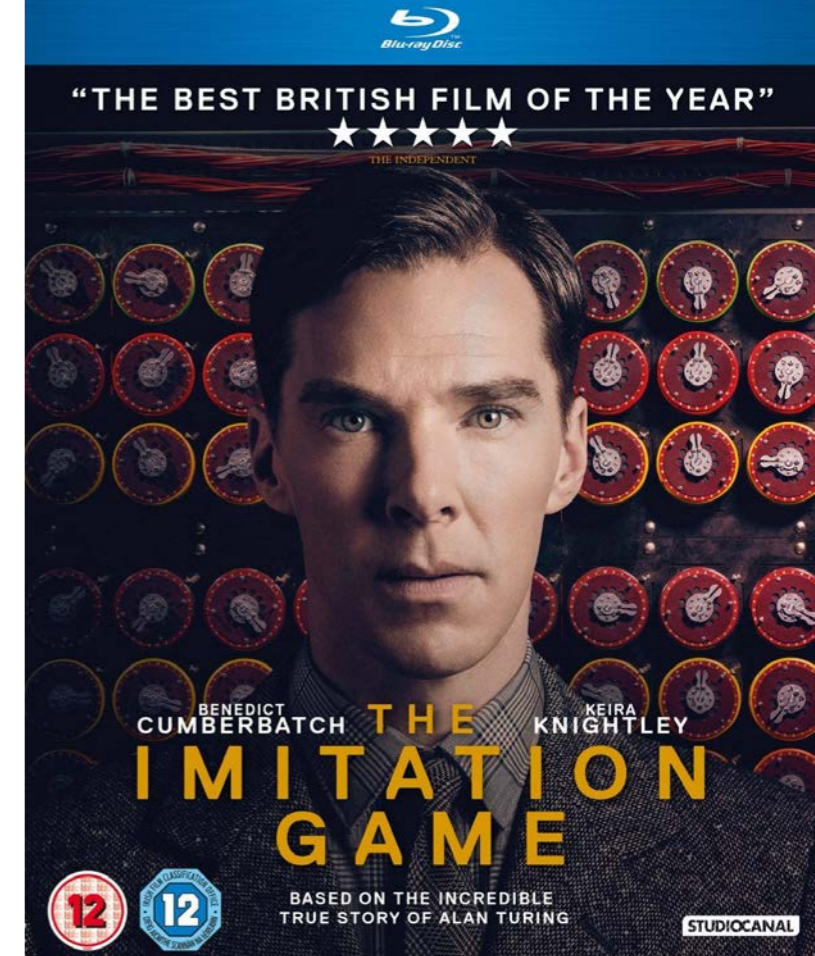
LASST UNS ASSOZIIEREN!



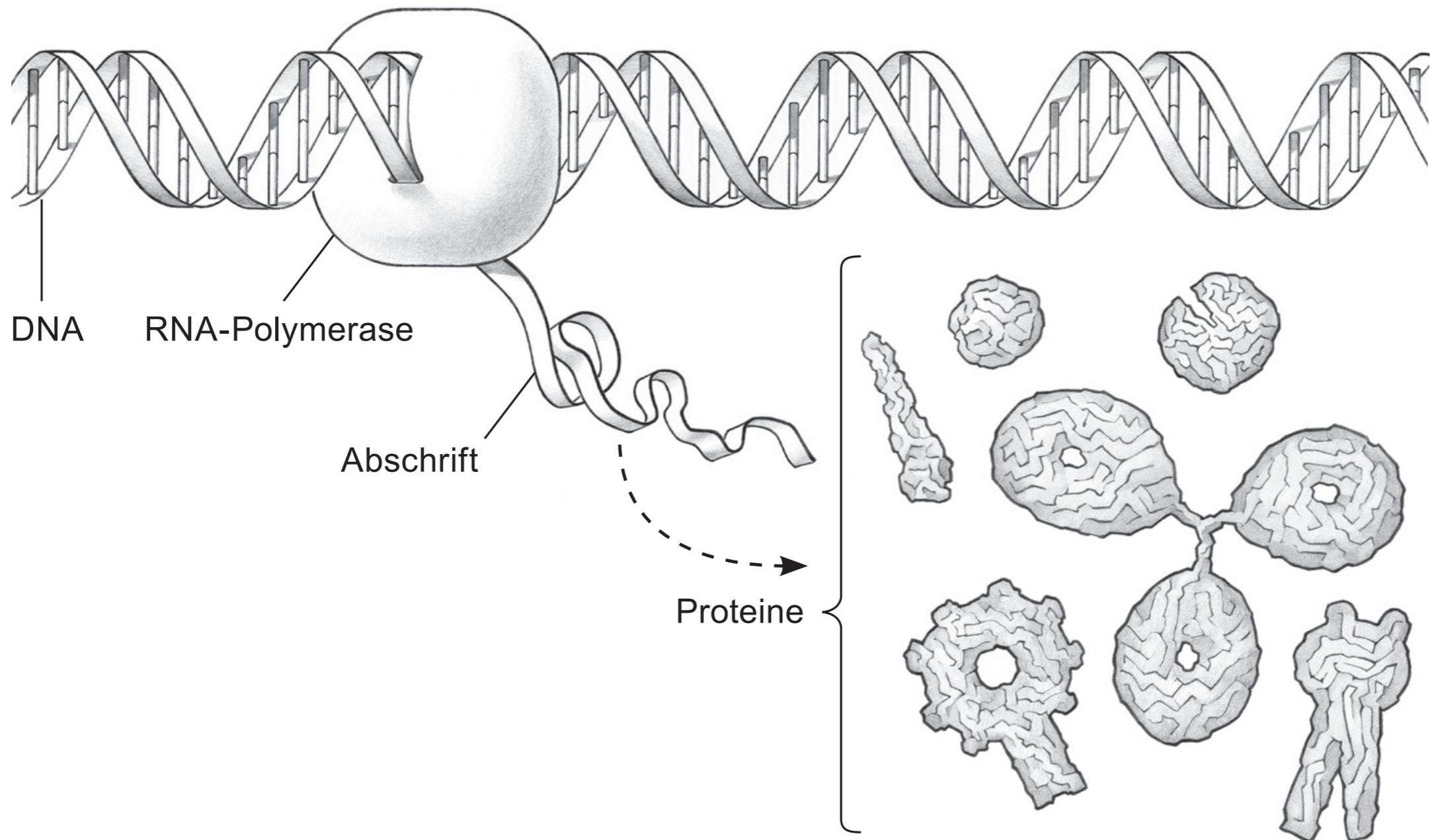
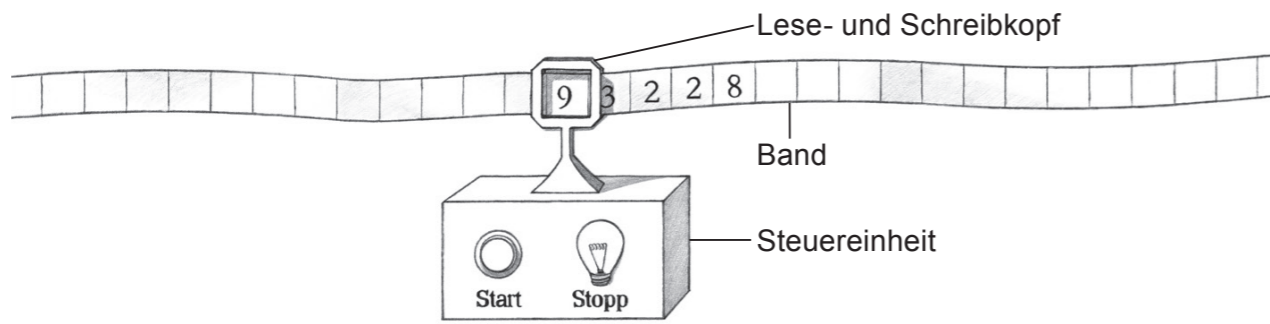


Alan Turing (1936):

Was ist Denken,
was ist Rechnen?



Die Turing-Maschine in der Zelle...



01011010110101001110101001011010101010111001110101011111101
11110100100000001110101010110101001010001111000001010100100
1010100011111111011110111101111110111011111011110111010101
1010010010010101001000100010010010011000100100100000000100
01011010110101001110101001011010101010111001110101011111101
11110100100000001110101010110101001010001111000001010100100
10101000111111111011110111101111110111011111011110111010101
1010010010010101001000100010010010011000100100100000000100
0101101110101001110101001011010101010111001110101011111101
11110100100000001110101010110101001010001111000001010100100
10101000111111111011110111101111110111011111011110111010101
1010010010010101001000100010010010011000100100100000000100
01011010110101001110101001011010101010111001110101011111101
11110100100000001110101010110101001010001111000001010100100
10101000111111111011110111101111110111011111011110111010101
1010010010010101001000100010010010011000100100100000000100
01011010110101001110101001011010101010111001110101011111101
11110100100000001110101010110101001010001111000001010100100
10101000111111111011110111101111110111011111011110111010101

digital



ACGTTTATCTGCAAACGCGTTATATATGCCGATAGCGATCGGGCCCCCTACTATC
GGGGGAACCGAGGGCGAGCGAAAGGCGAGGGGCGGGCTAGCTTAGCGTGAG
GTACGACGCGCAGAGCGATTGTGTTTTTTTTATTATTTGTGTTTTTCGAGCGAGA
AAAAACGACCTCTTCTTCCTAAAGGGGAGAGTAGATCGTAGCTAGCTAGCTAG
CAGCTAGCAAACCCAGACCACACAGTGTATTATTAGCGATGCTAGATCGA
ACGTTTATCTGCAAACGCGTTATATATGCCGATAGCGATCGGGCCCCCTACTATC
GGGGGAACCGAGGGCGAGCGAAAGGCGAGGGGCGGGCTAGCTTAGCGTGAG
GTACGACGCGCAGAGCGATTGTGTTTATTATTTGTGTTTTTCGAGCGAGATTTT
AAAAACGACCTCTTCTTCCTAAAGGGGAGAGTAGATCGTAGCTAGCTAGCTAG
CAGCTAGCAAACCCAGACCACACAGTGTATTATTAGCGATGCTAGATCGA
ACGTTTATCTGCAAACGCGTTATATATGCCGATAGCGATCGGGCCCCCTACTATC
GGGGGAACCGAGGGCGAGCGAAAGGCGAGGGGCGGGCTAGCTTAGCGTGAG
GTACGACGCGCAGAGCGATTGTGTTGATTATTATTTGTGTTTCTCGAGCGAGA
AAAAACGACCTCTTCTTCCTAAAGGGGAGAGTAGATCGTAGCTAGCTAGCTAG
CAGCTAGCAAACCCAGACCACACAGTGTATTATTAGCGATGCTAGATCGA
ACGTTTATCTGCAAACGCGTTATATATGCCGATAGCGATCGGGCCCCCTACTATC
GGGGGAACCGAGGGCGAGCGAAAGGCGAGGGGCGGGCTAGCTTAGCGTGAG
GTACGACGCGCAGAGCGATTGTGTTTGGTATTATTTGTGTTTTTCGAGCGAGA
AAAAACGACCTCTTCTTCCTAAAGGGGAGAGTAGATCGTAGCTAGCTAGCTAG

digital ist natürlich







PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS
OF THE
ROYAL SOCIETY OF LONDON

Series B. Biological Sciences
No. 641 Vol. 237 pp. 37-72 14 August 1952

THE CHEMICAL BASIS OF MORPHOGENESIS

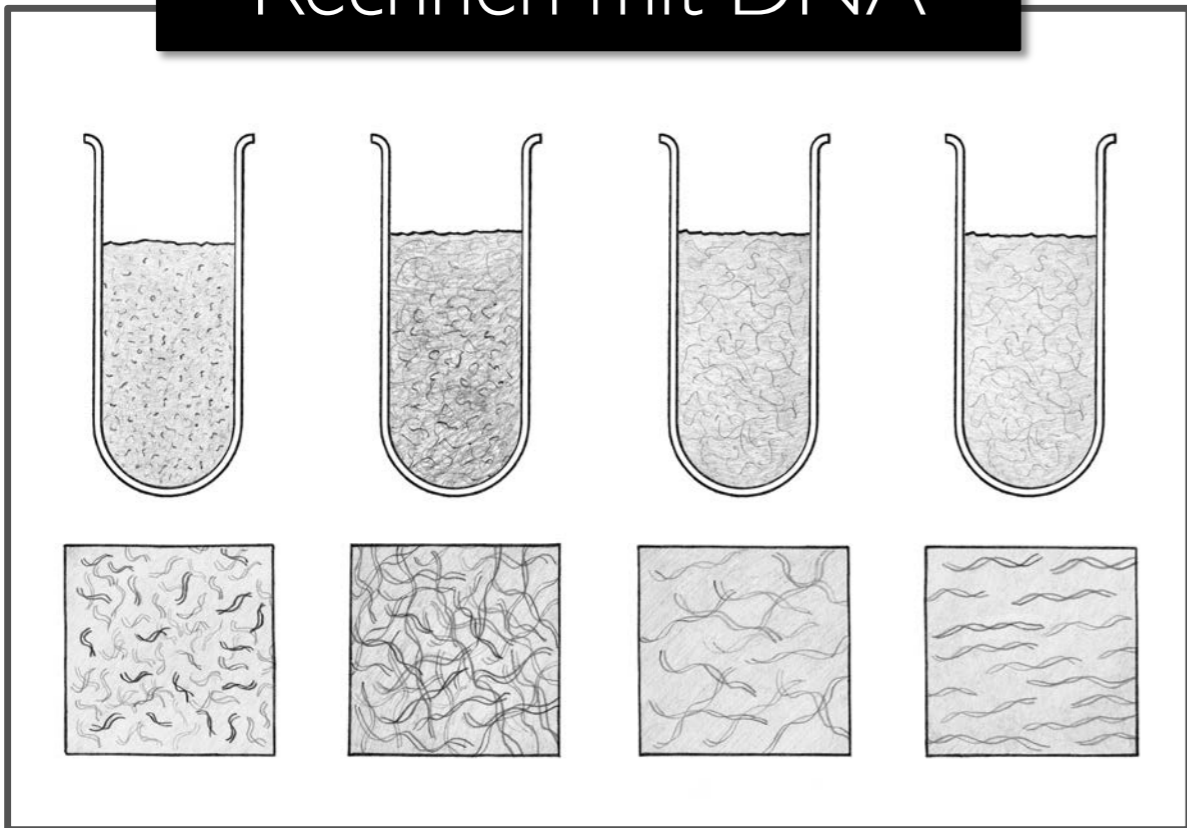
By
A. M. TURING, F.R.S.



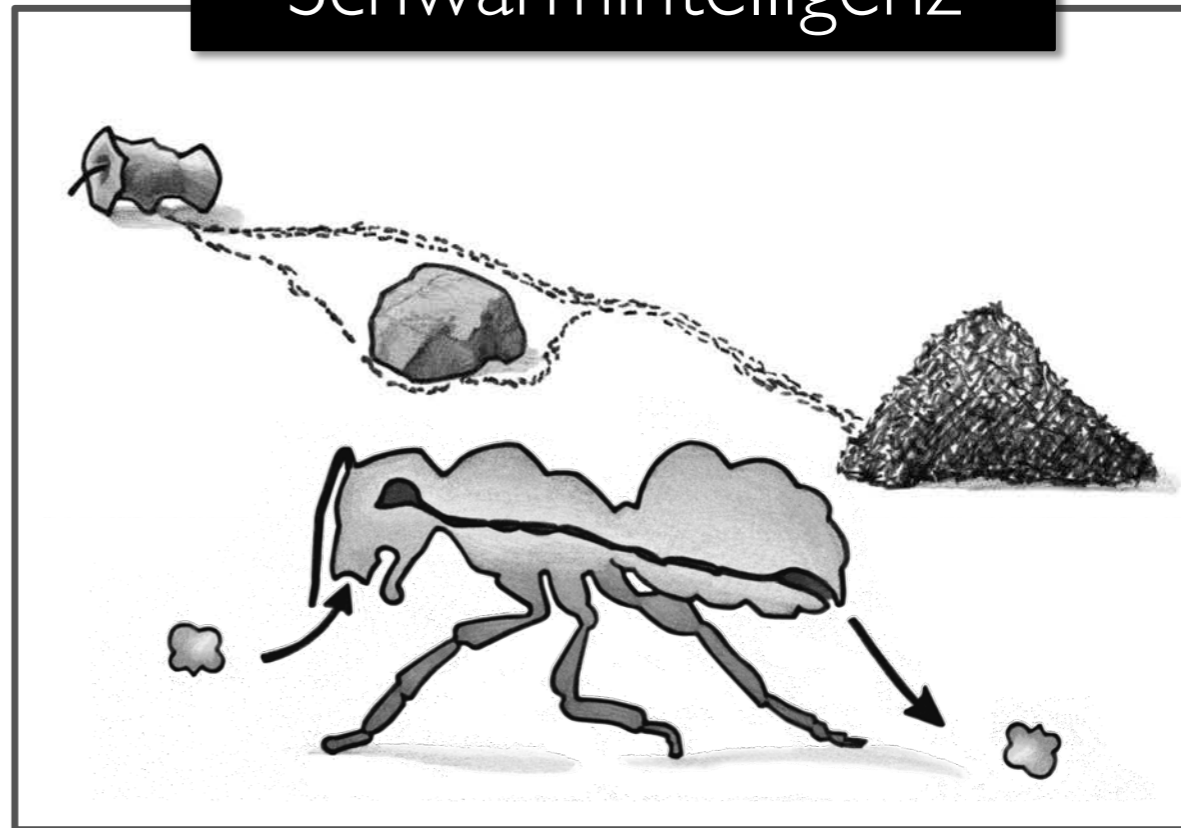
John von Neumann
Die Rechen-
maschine und das
Gehirn

Scientia
Nova
Oldenbourg

Rechnen mit DNA



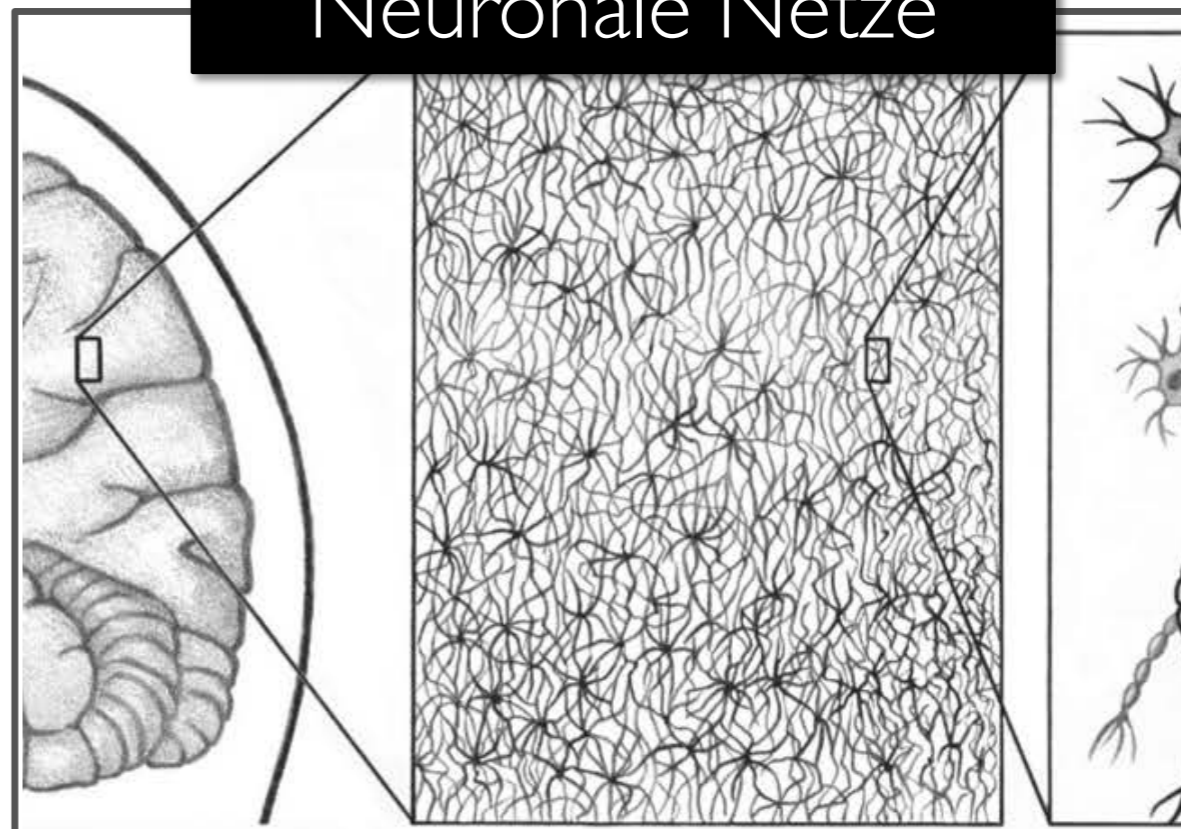
Schwarmintelligenz



DNA-Speicher



Neuronale Netze



WIESO FACHÜBERGREIFEND?

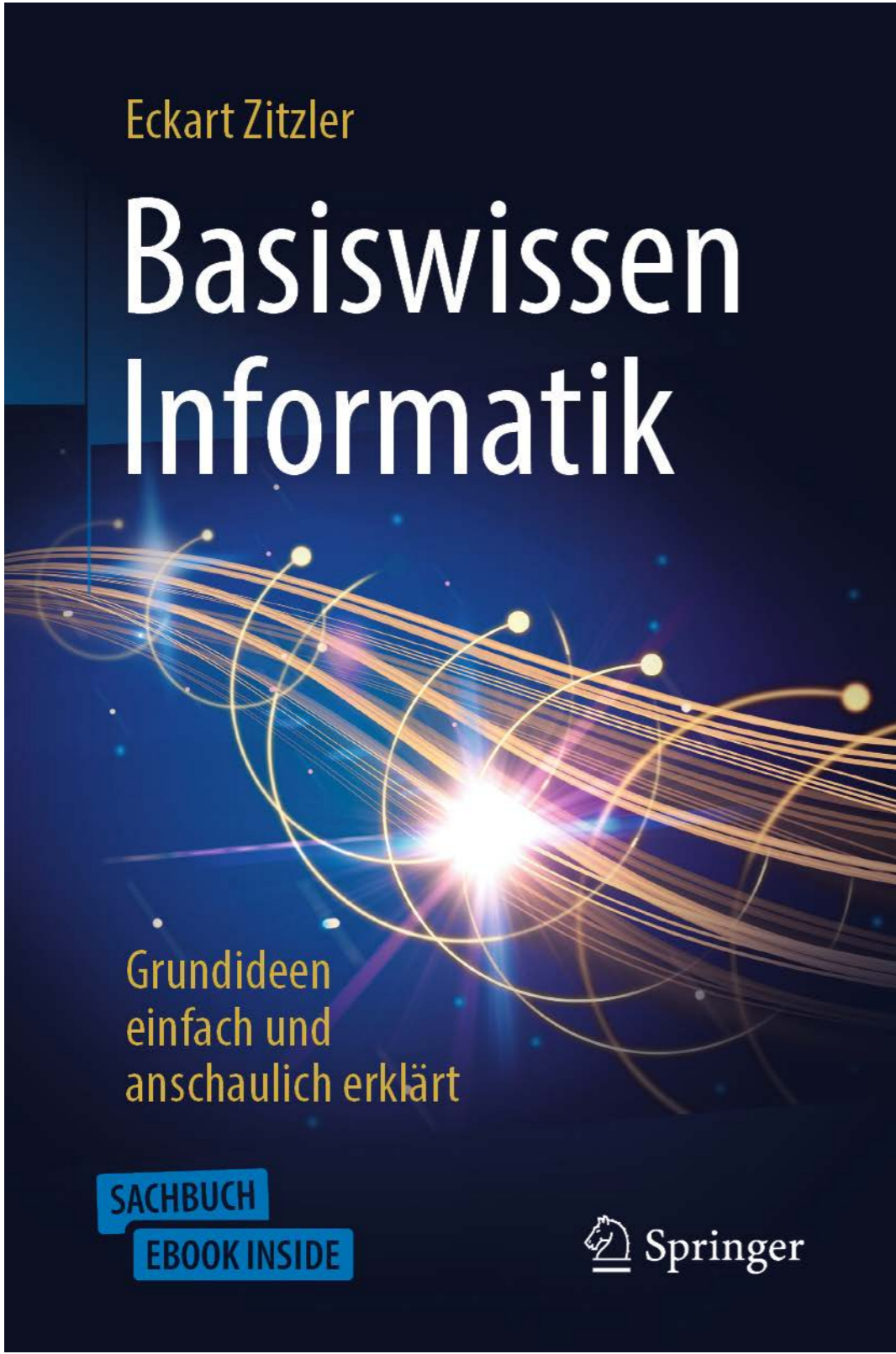
Die Welt besser verstehen und
Zusammenhänge erkennen

Lernen verschiedene Perspektiven einzunehmen
(über Computational Thinking hinaus)

Computational X, Digital Y, etc.

"Computer Science is the new Math"
(Christos Papadimitriou)

GERADEAUS: INFORMATIK + LEBENSWELT



Inhalt

- Vorwort 4
- Vorspann: Wieso, weshalb, warum? 6

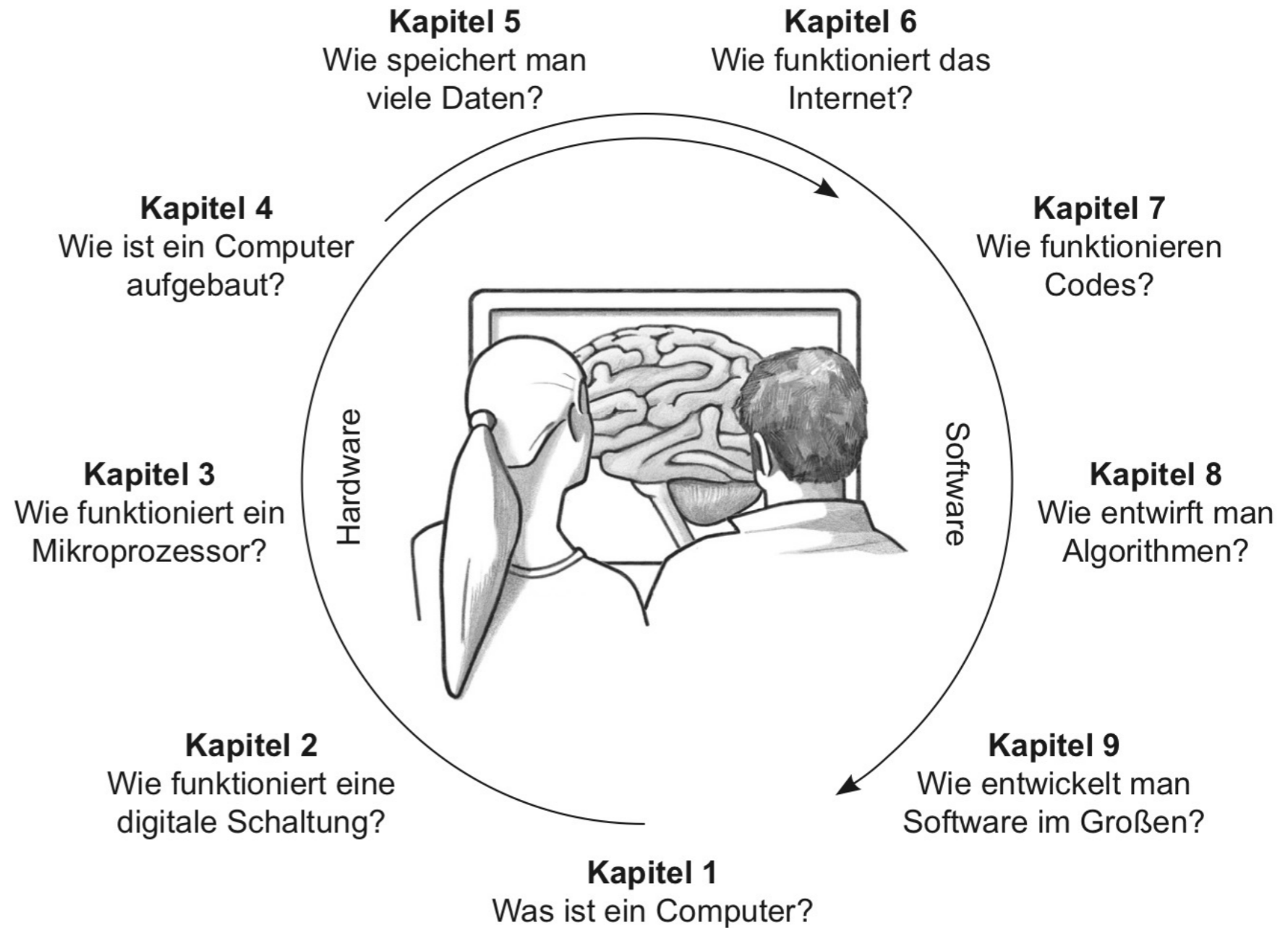
- Teil I: Einsteigen** 8
 - 1: Das Werkzeug mit dem Zeug zu mehr — der Rechner 9
 - 2: Hier rein, dort raus — vom Wesen der Informationsverarbeitung 16
 - 3: Alles nach Programm 24
 - 4: Die Kunst der Codierung 32
 - 5: Die Kopplung der Welten 40
 - 6: Das Netz der Netze 47

- Teil II: Vertiefen** 55
 - 7: Von Hirn und Herz — Computeranatomie 56
 - 8: Der Meister des Betriebs 63
 - 9: Sprachenwelten 70
 - 10: Gewusst wie — Algorithmen 77
 - 11: Vom Sinn der Ordnung 85
 - 12: Vom Nebeneinander zum Miteinander 94

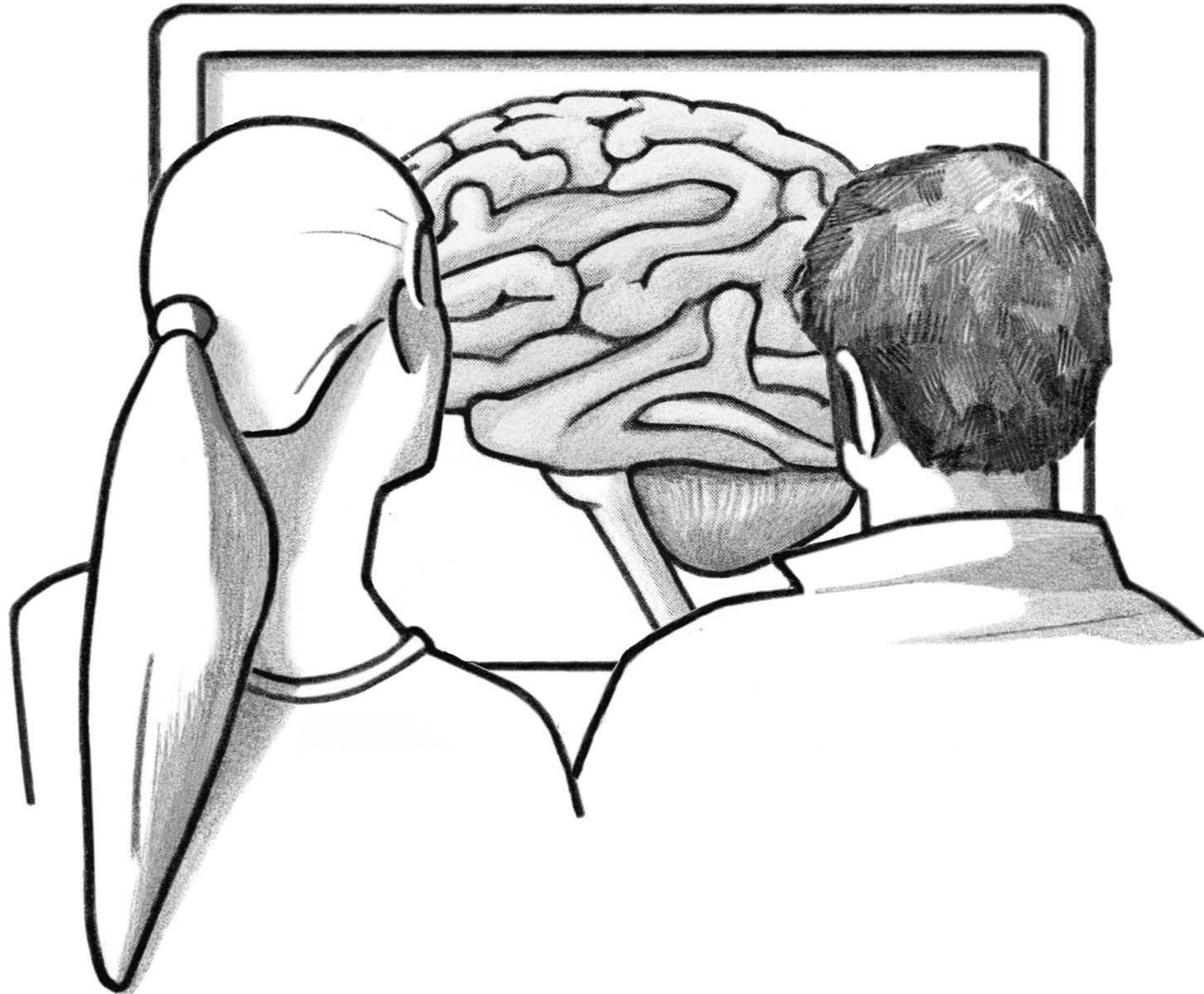
- Teil III: Durchdringen** 102
 - 13: Warum eigentlich 0 und 1? 103
 - 14: Der nackte Computer 111
 - 15: Wie funktioniert das Internet? 118
 - 16: Wie die Intelligenz in den Computer kommt 126
 - 17: Die Meisterschaft der Codes 133
 - 18: Warum Computer gefährdet sind — die Frage der Sicherheit 141

- Abspann: Und nun? 149

QUER: INFORMATIK + BIOLOGIE

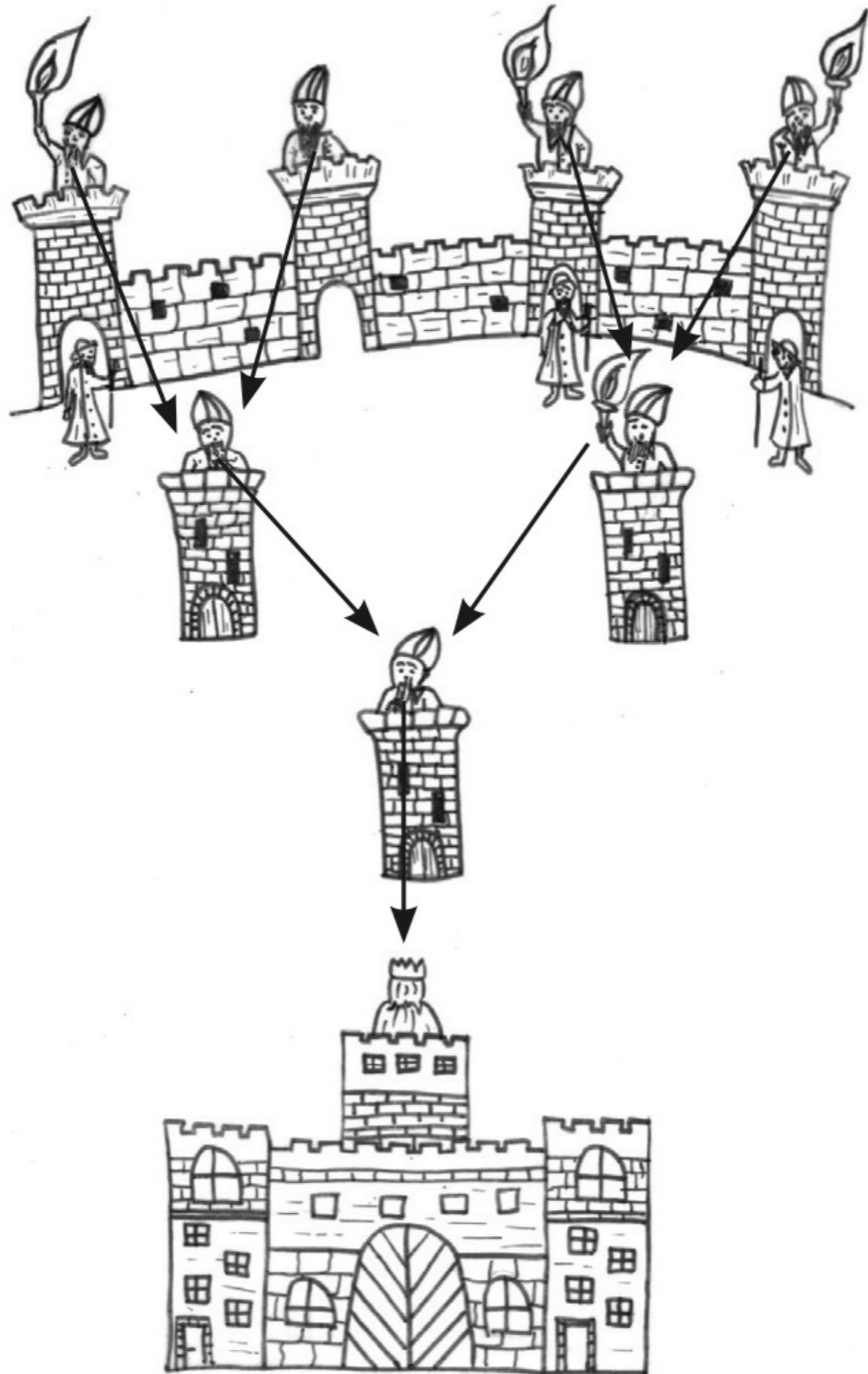


LASST UNS HINEINSCHAUEN: EIN UNTERRICHTSBEISPIEL

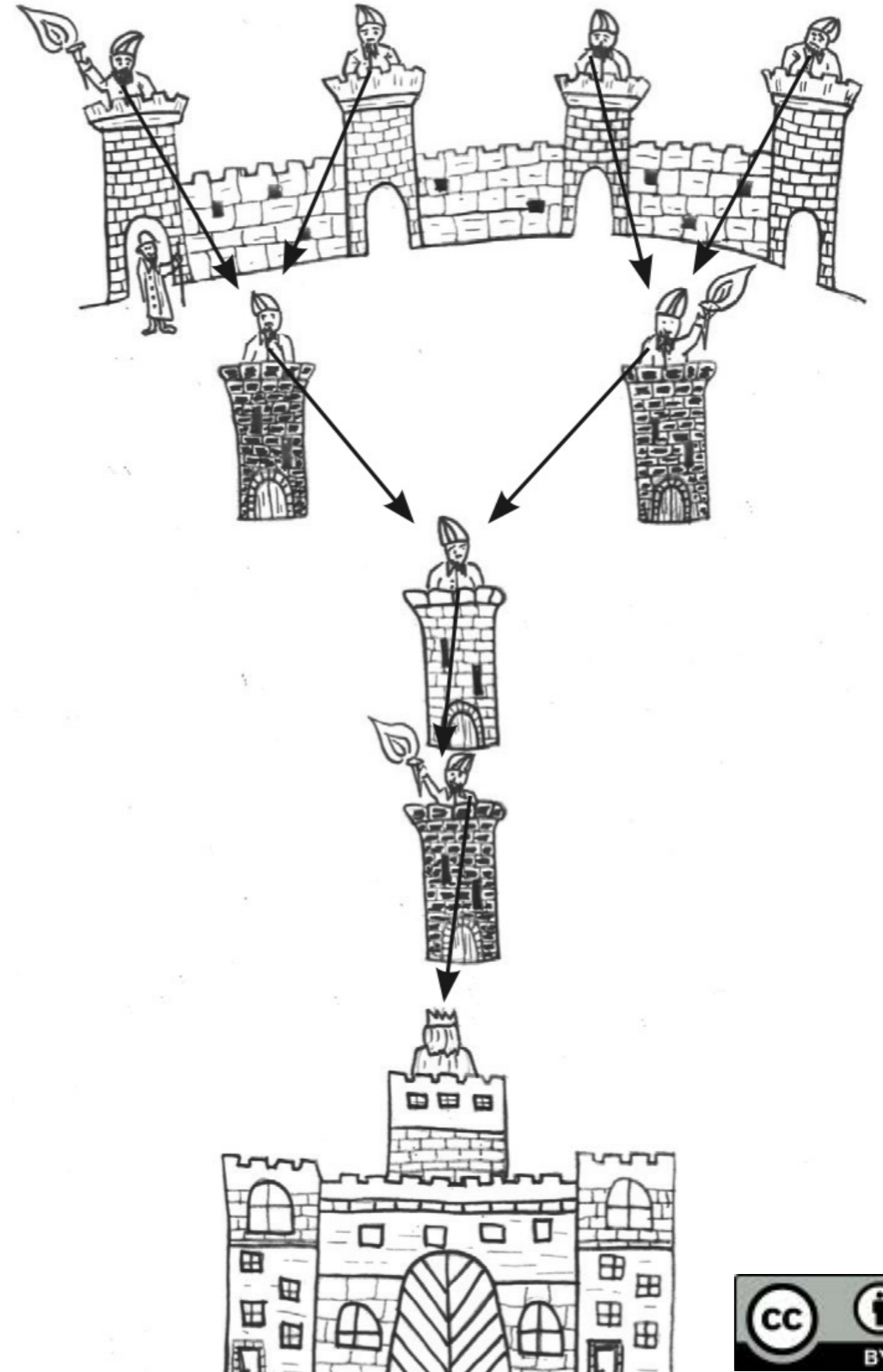


DES KAISERS PROBLEM

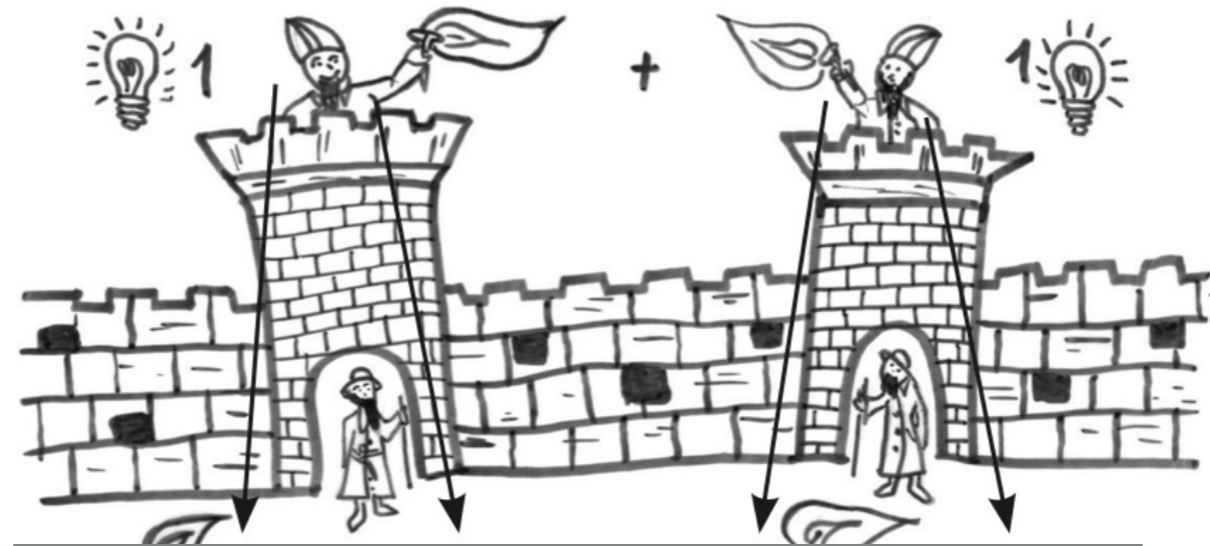
„Alle sind zurück!“



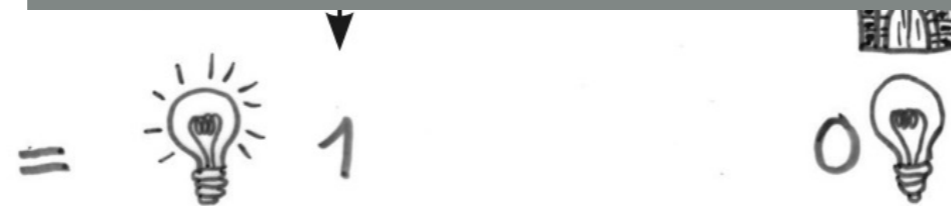
„Mindestens einer ist zurück!“



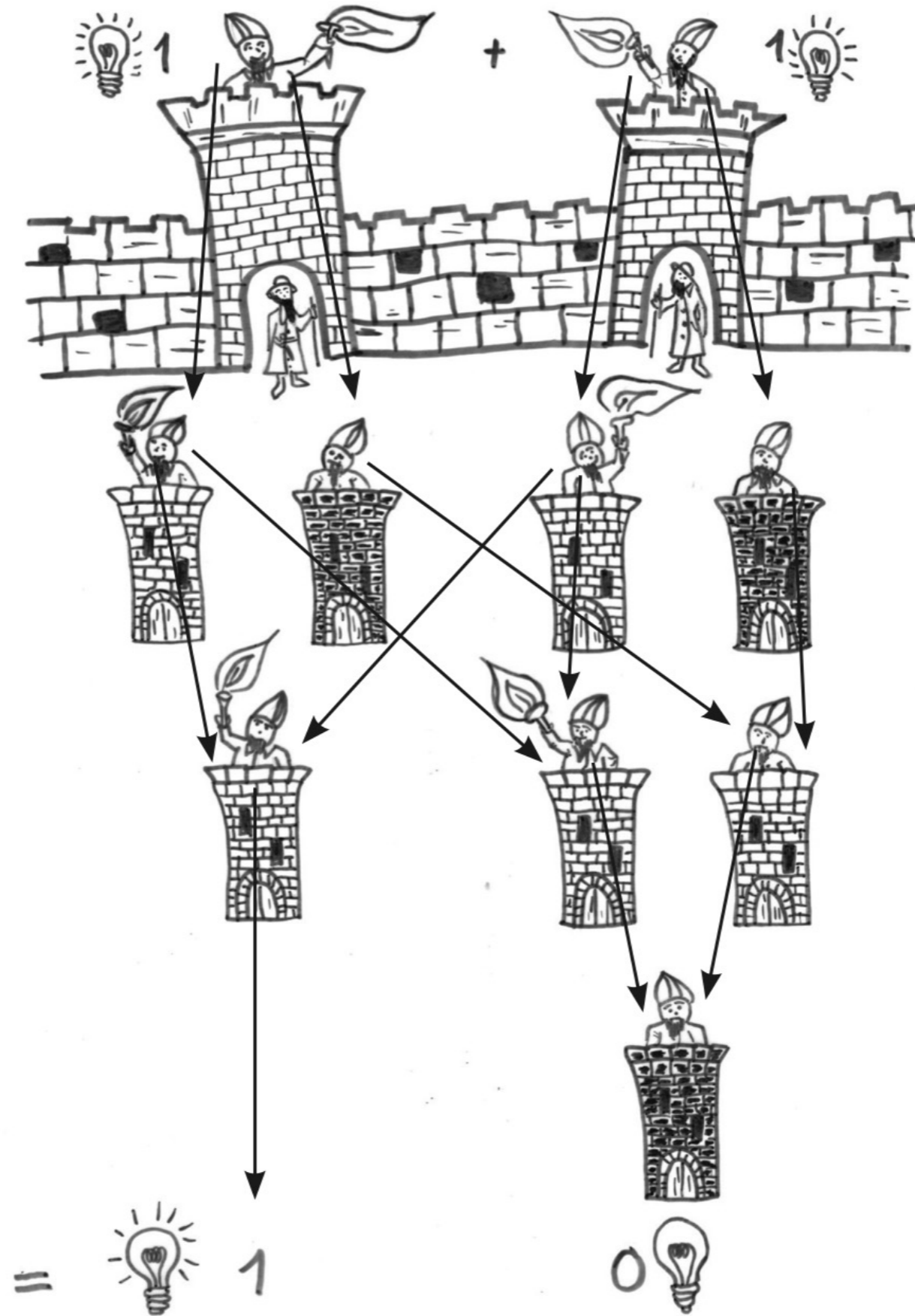
DES KAISERS PROBLEM: "WIE VIELE?"



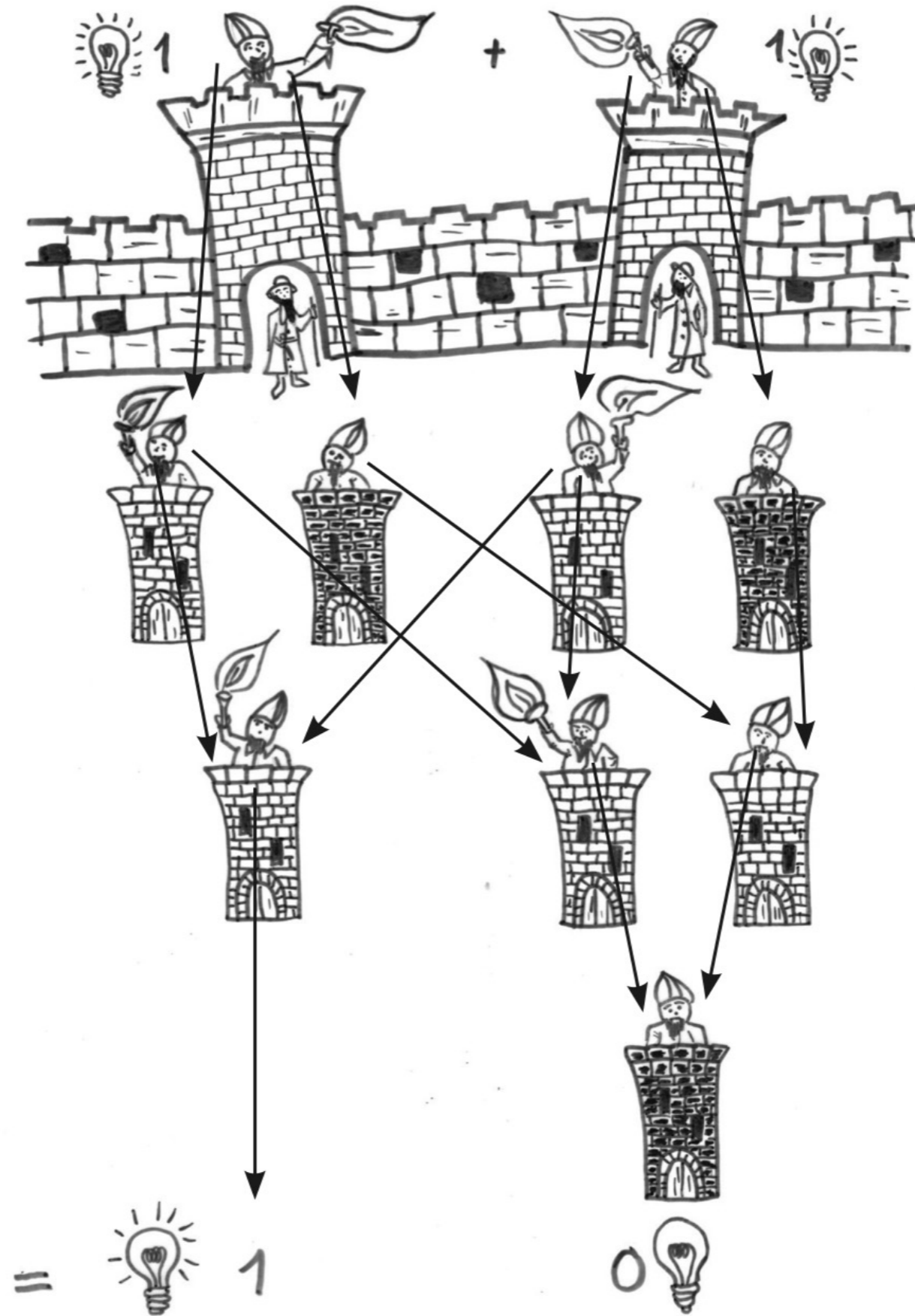
?



DES KAISERS PROBLEM: "WIE VIELE?"



DES KAISERS PROBLEM: "WIE VIELE?"

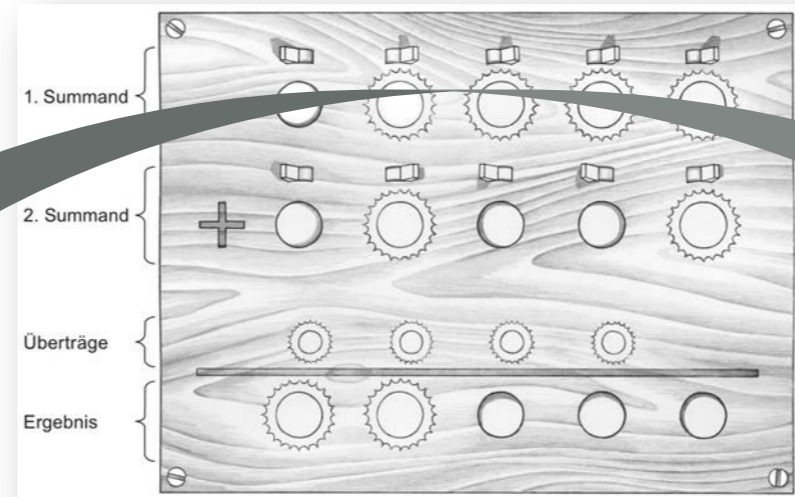


VOM KAISERPROBLEM ZUM SCHALTUNGSDESIGN

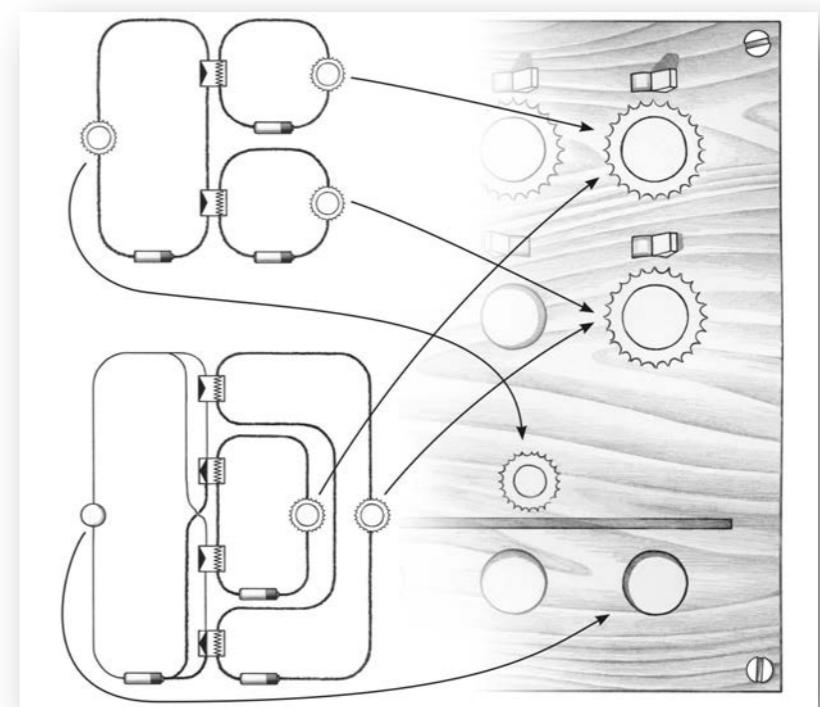
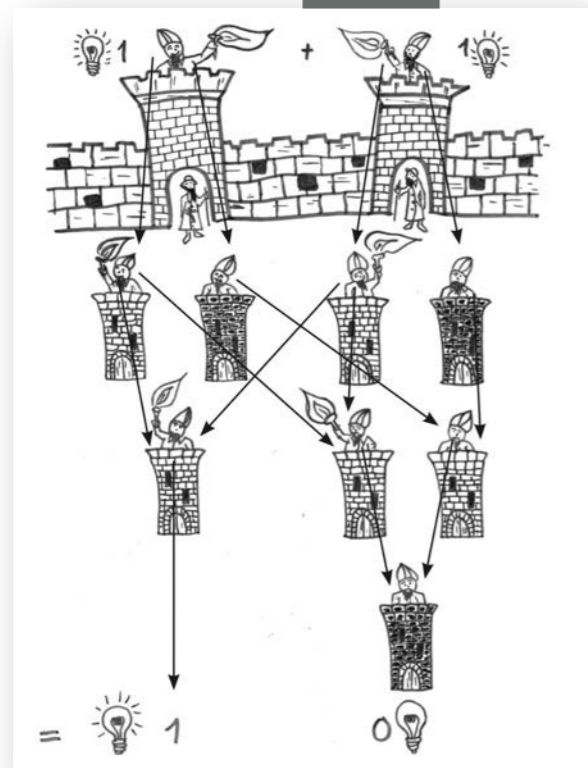
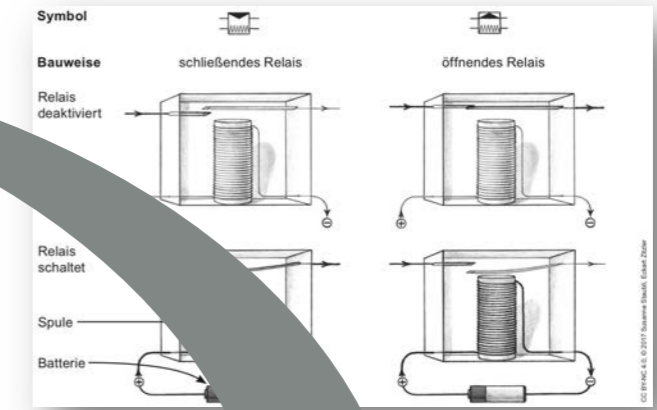
Dualzahlen

0	0	●●●●	∖	A
1	1	●●●●●	□	B
2	10	●●●●●●	·	C
3	11	●●●●●●●	+	D
4	100	●●●●●●●●	□∖	E
5	101	●●●●●●●●●	□□	F
6	110	●●●●●●●●●●	□·	
7	111	●●●●●●●●●●●	□	
8	1000	●●●●●●●●●●●●		
9	1001	●●●●●●●●●●●●●		
10	1010	●●●●●●●●●●●●●●		K
11	1011	●●●●●●●●●●●●●●●		L

Taschenrechner



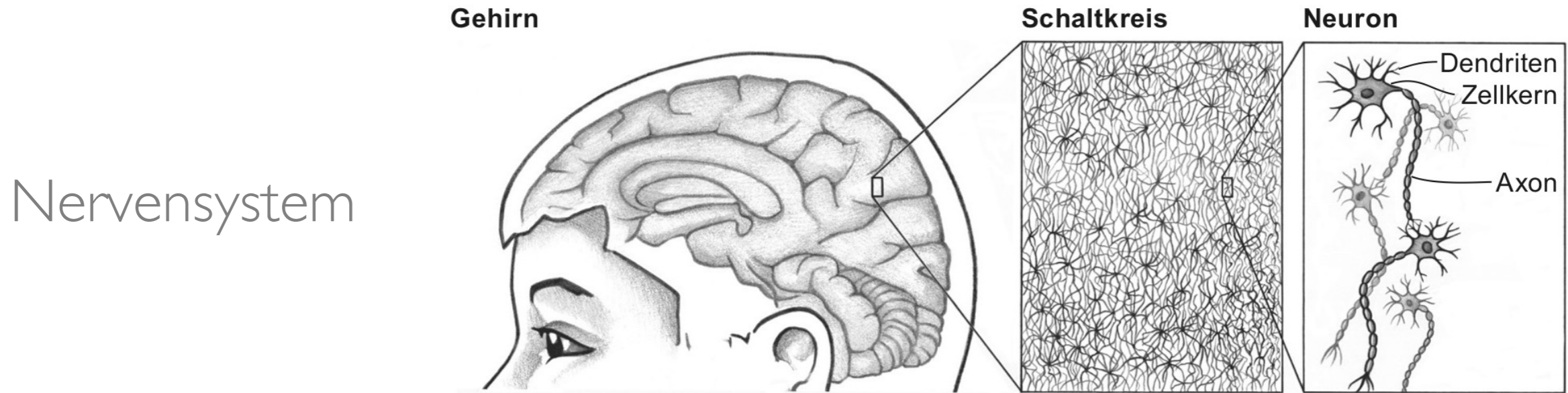
Relais / Transistor



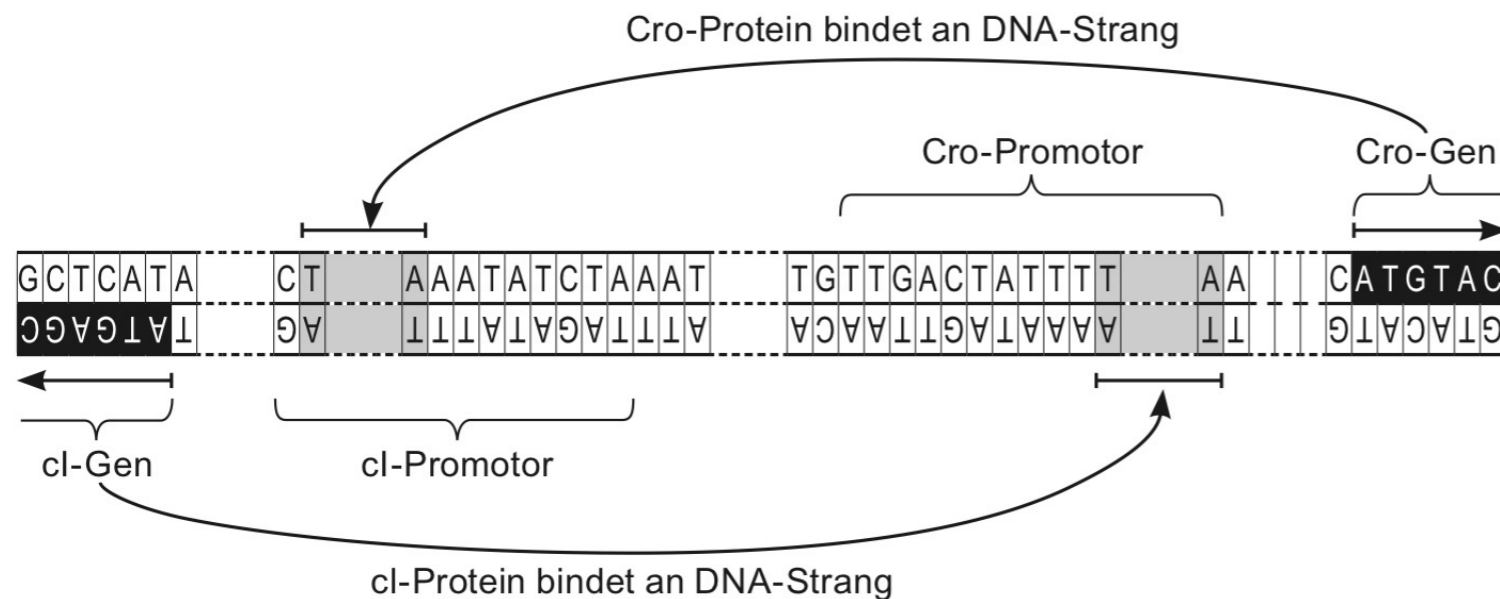
Schaltung



VON ELEKTRISCHEN ZU BIOLOGISCHEN SCHALTUNGEN

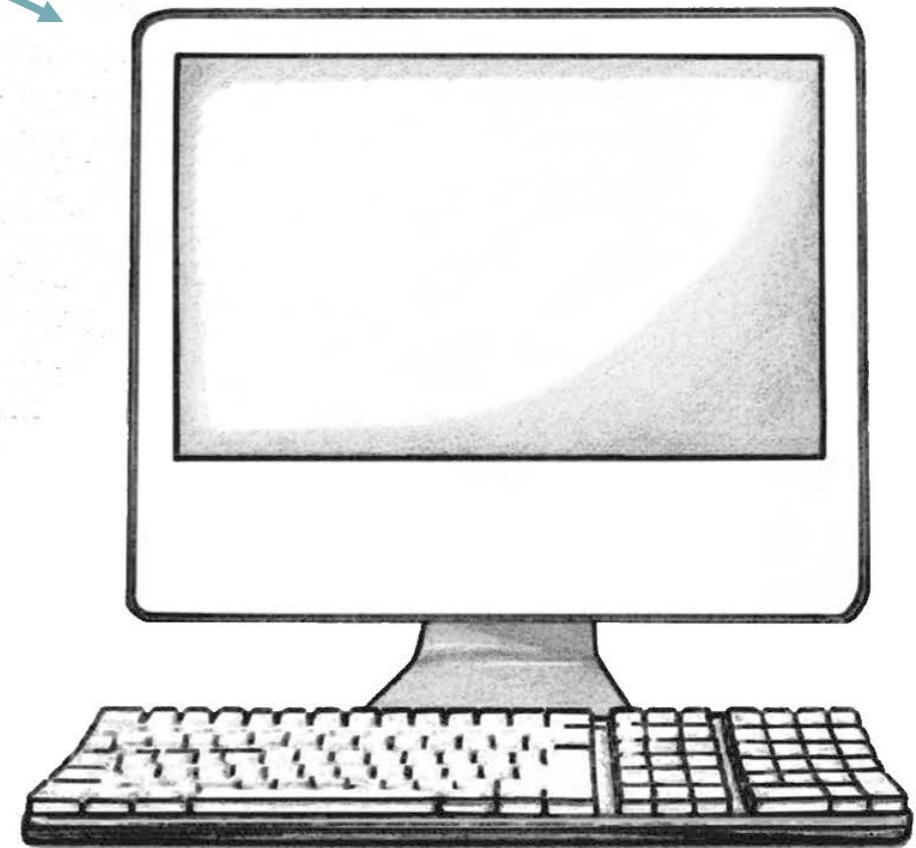


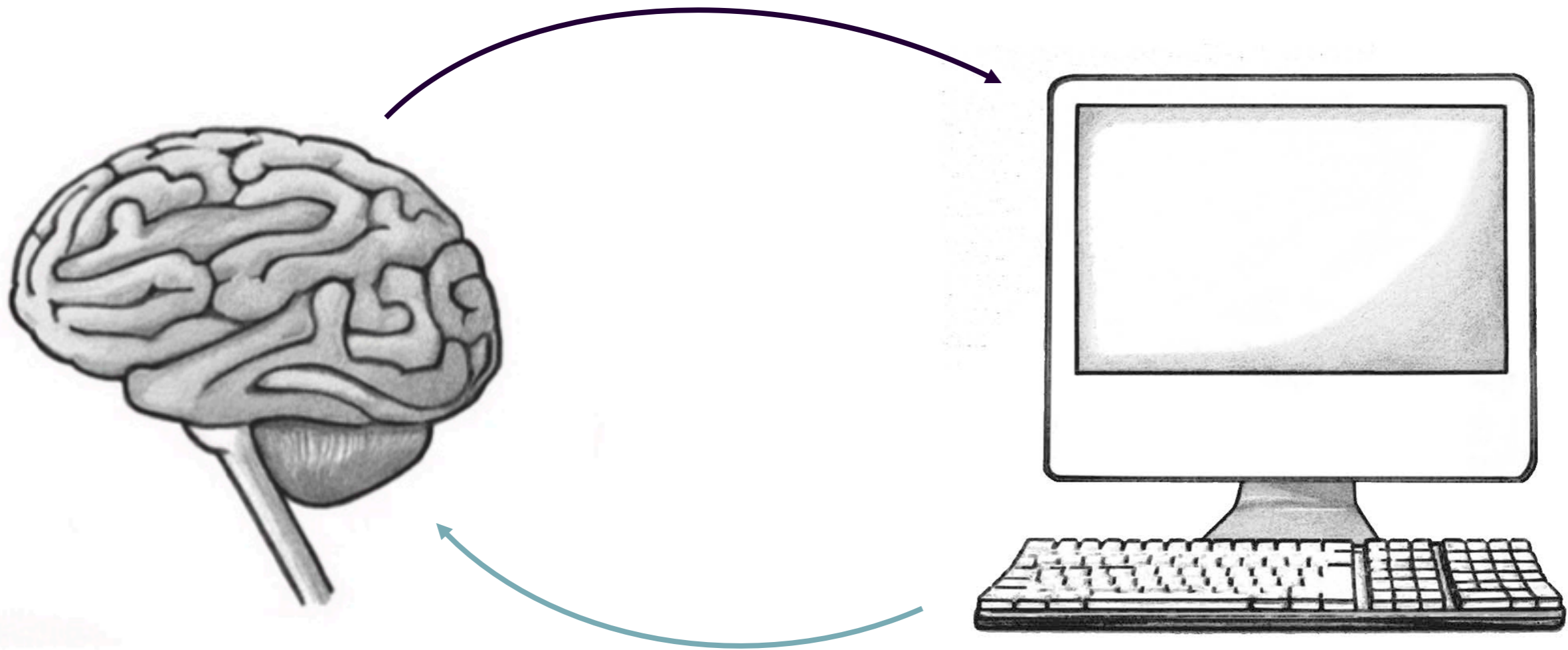
Nervensystem



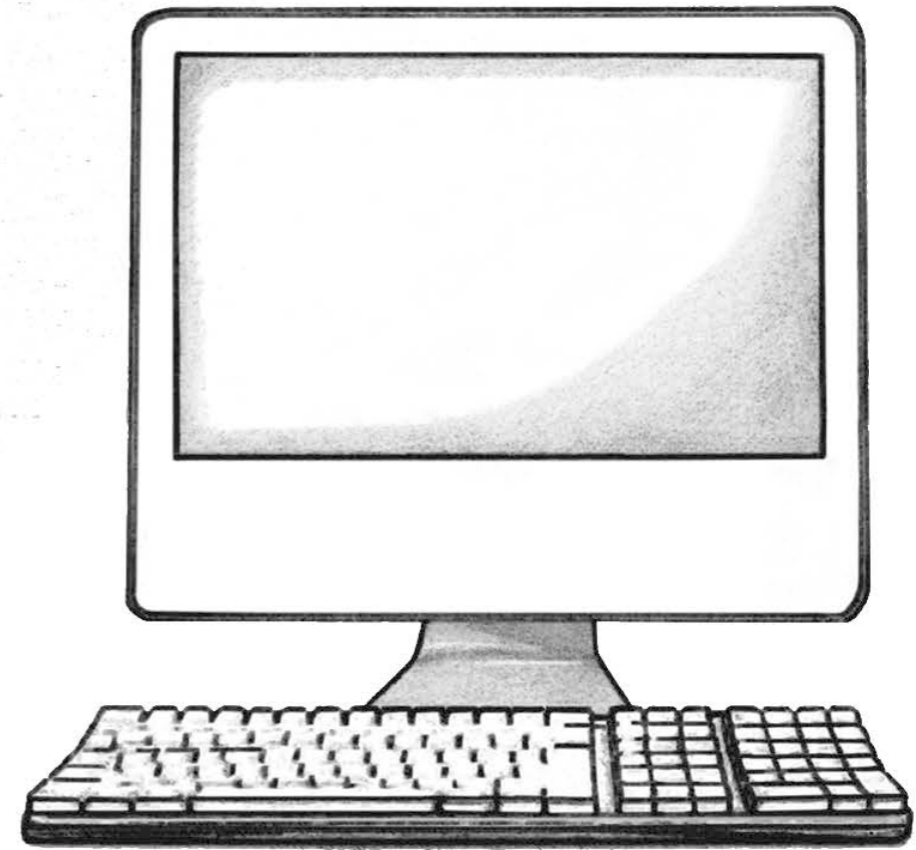
Viren

1970 + 49 = 2019

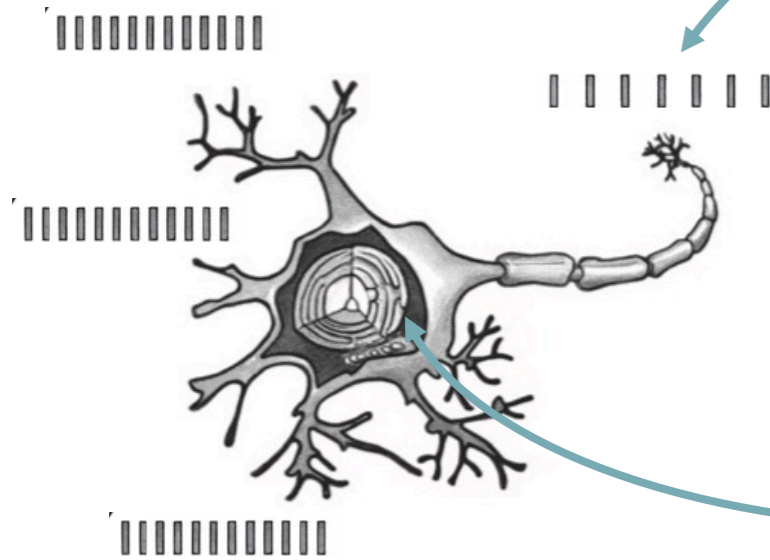




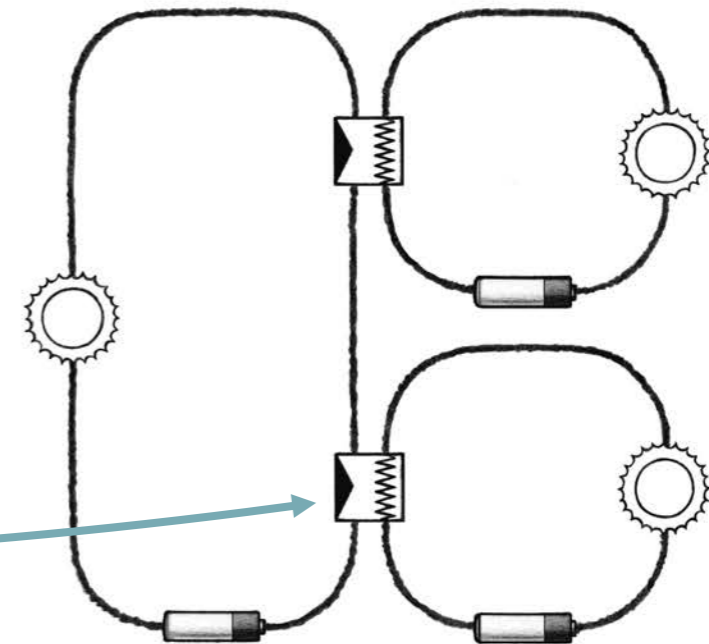
Richard Feynman:
„What I cannot create
I do not understand“



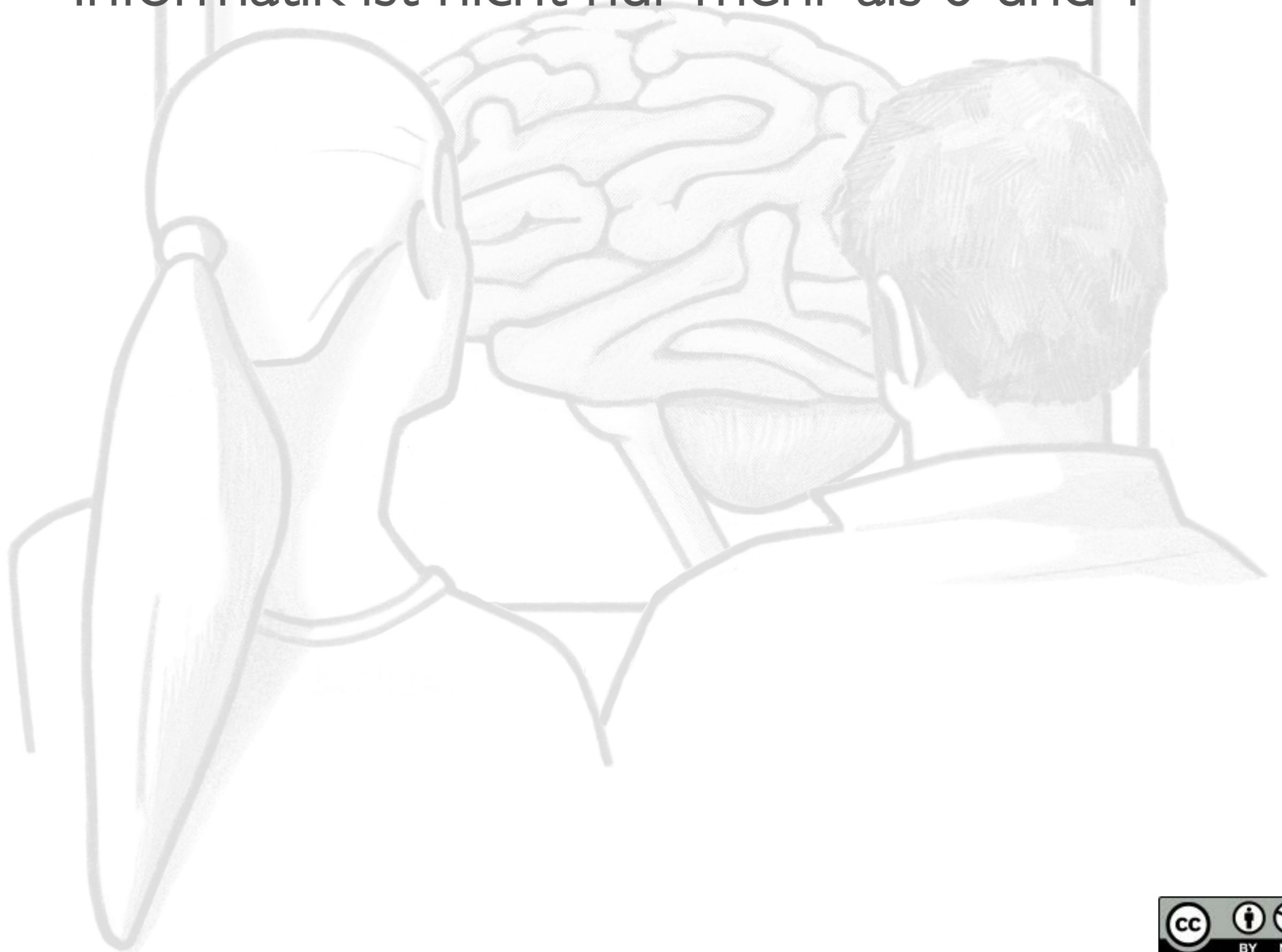
Elektrizität



Schalter



Informatik ist nicht nur mehr als 0 und 1



Informatik ist nicht nur mehr als 0 und 1

Informatik ist mehr als nur Computer

Informatik ist nicht nur mehr als 0 und 1

Informatik ist mehr als nur Computer

Informatik ist Information und ihre Verarbeitung

Informatik ist nicht nur mehr als 0 und 1

Informatik ist mehr als nur Computer

Informatik ist Information und ihre Verarbeitung

Die Natur der Informatik ist interdisziplinär

ANMERKUNGEN

In diesem Foliensatz werden u. a. Abbildungen von Susanne Staubli aus dem Buch „Dem Computer ins Hirn geschaut“ und von Magdalena Siegenthaler (PHBern) aus dem Buch „Basiswissen Informatik“ verwendet.

Dieser Foliensatz ist (insofern nicht andere Bildrechte betroffen sind) unter die Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License gestellt:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

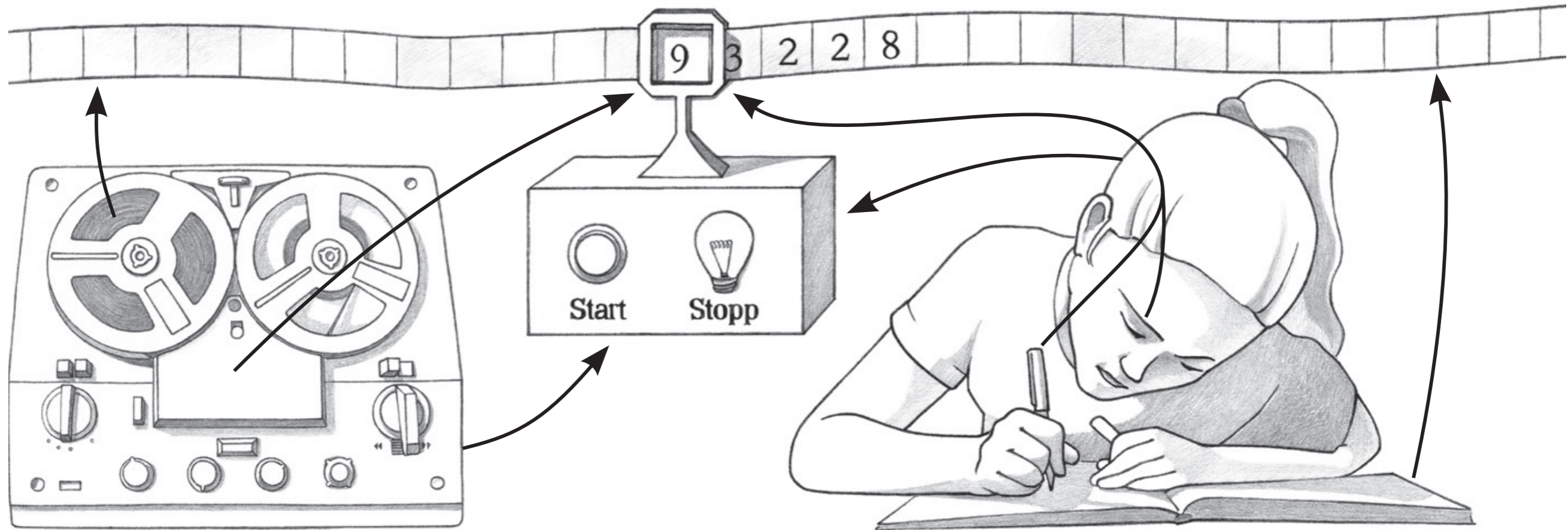
Weitere Informationen und Kontakt:

<https://eckartzitzler.ch>



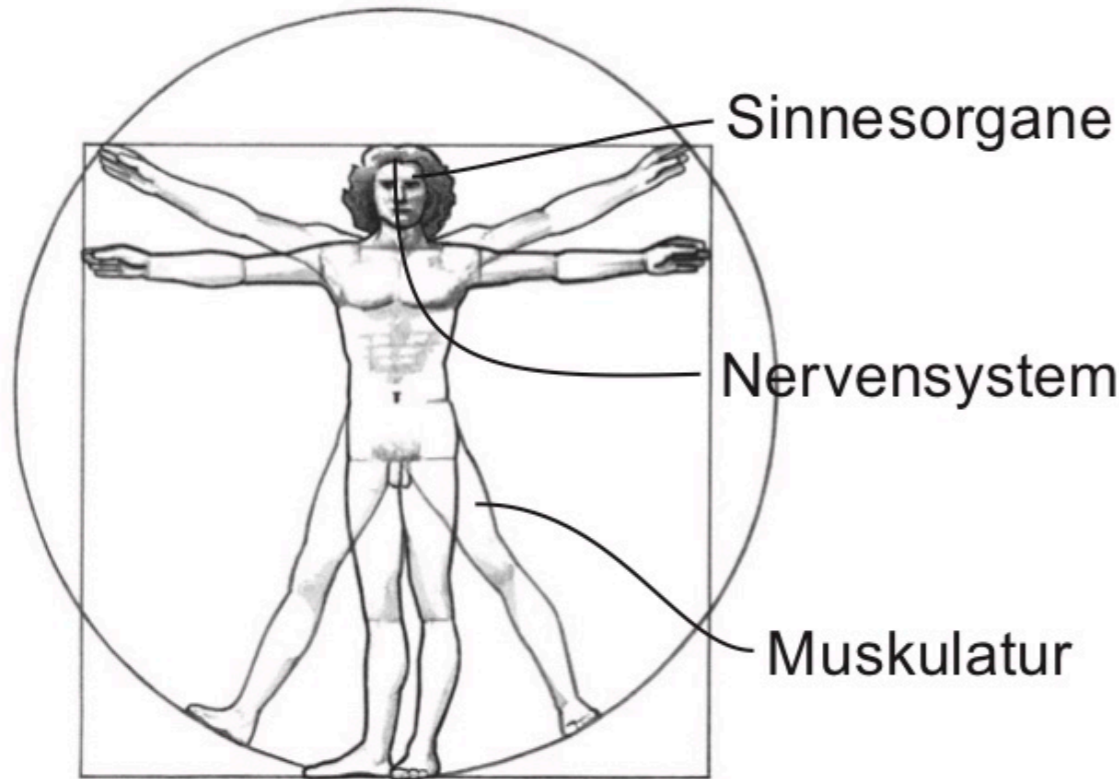
BEISPIELE

DIE WELT DER WERKZEUGE



WAS HEISST HIER INFORMATIONEN VERARBEITEN?

Mensch



Eingabe

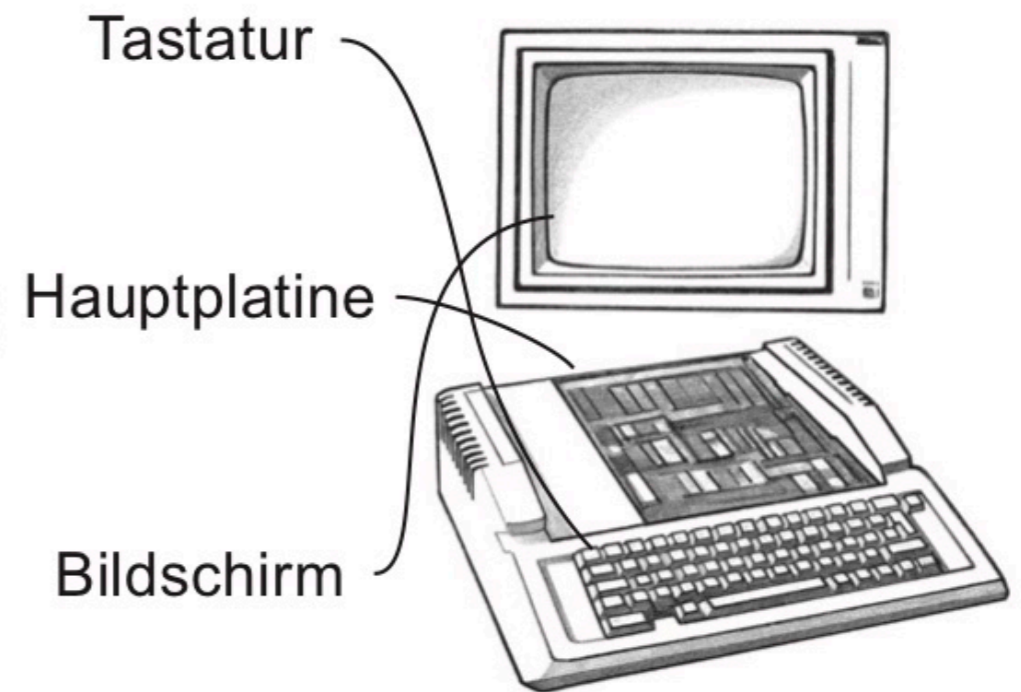


Verarbeitung



Ausgabe

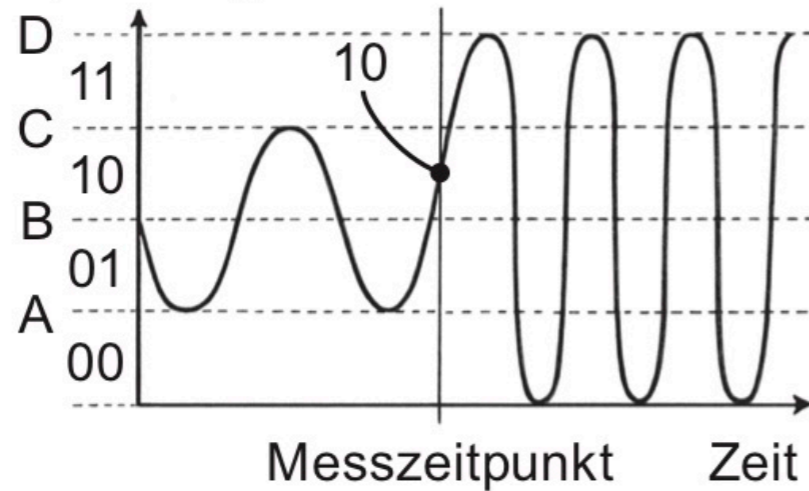
Computer



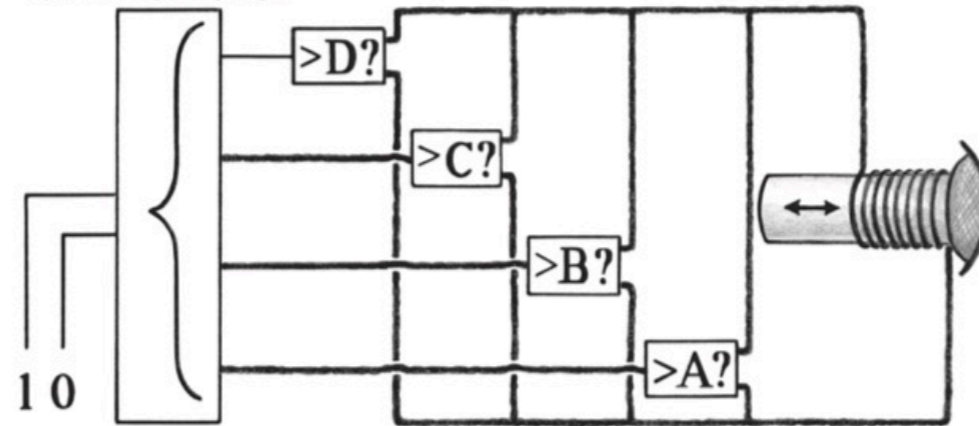
ANALOG UND DIGITAL

Computer

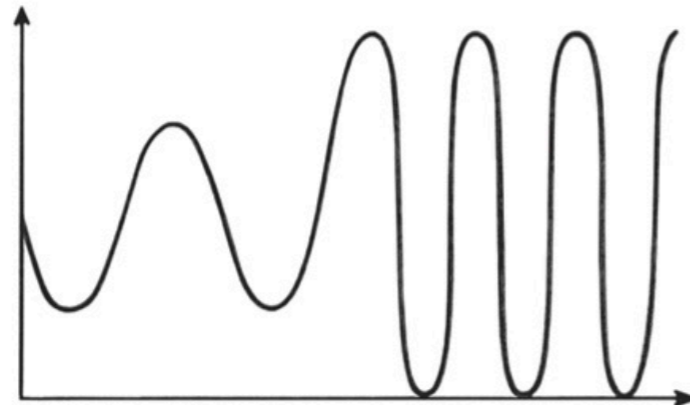
Spannung



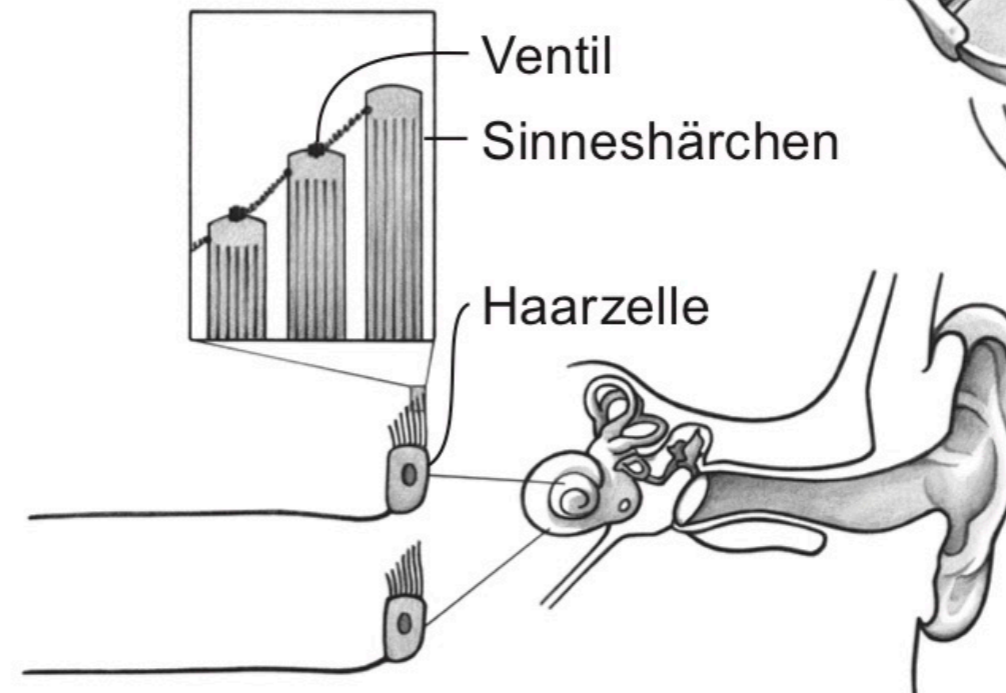
Dualzahl-
umwandler



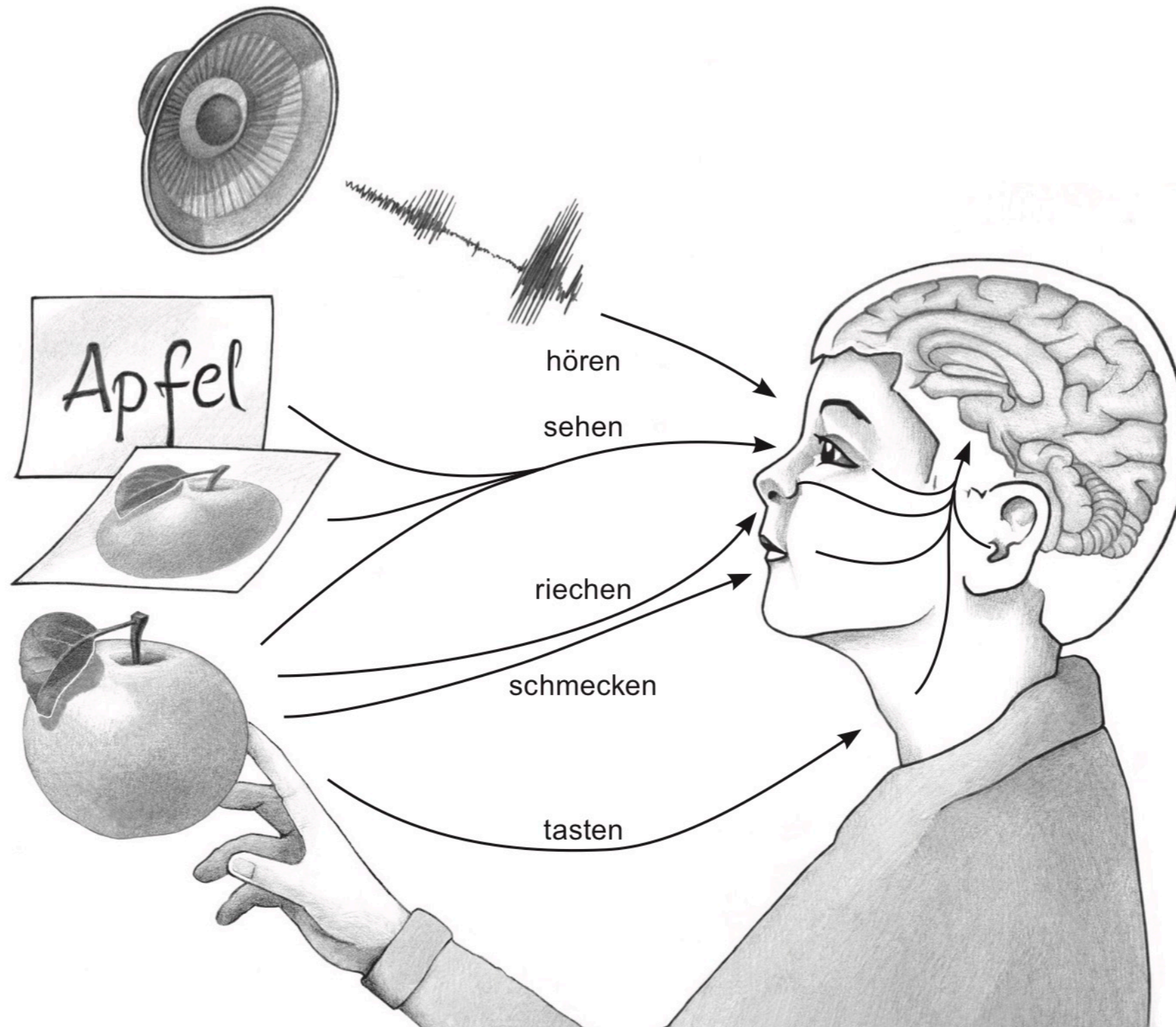
Mensch



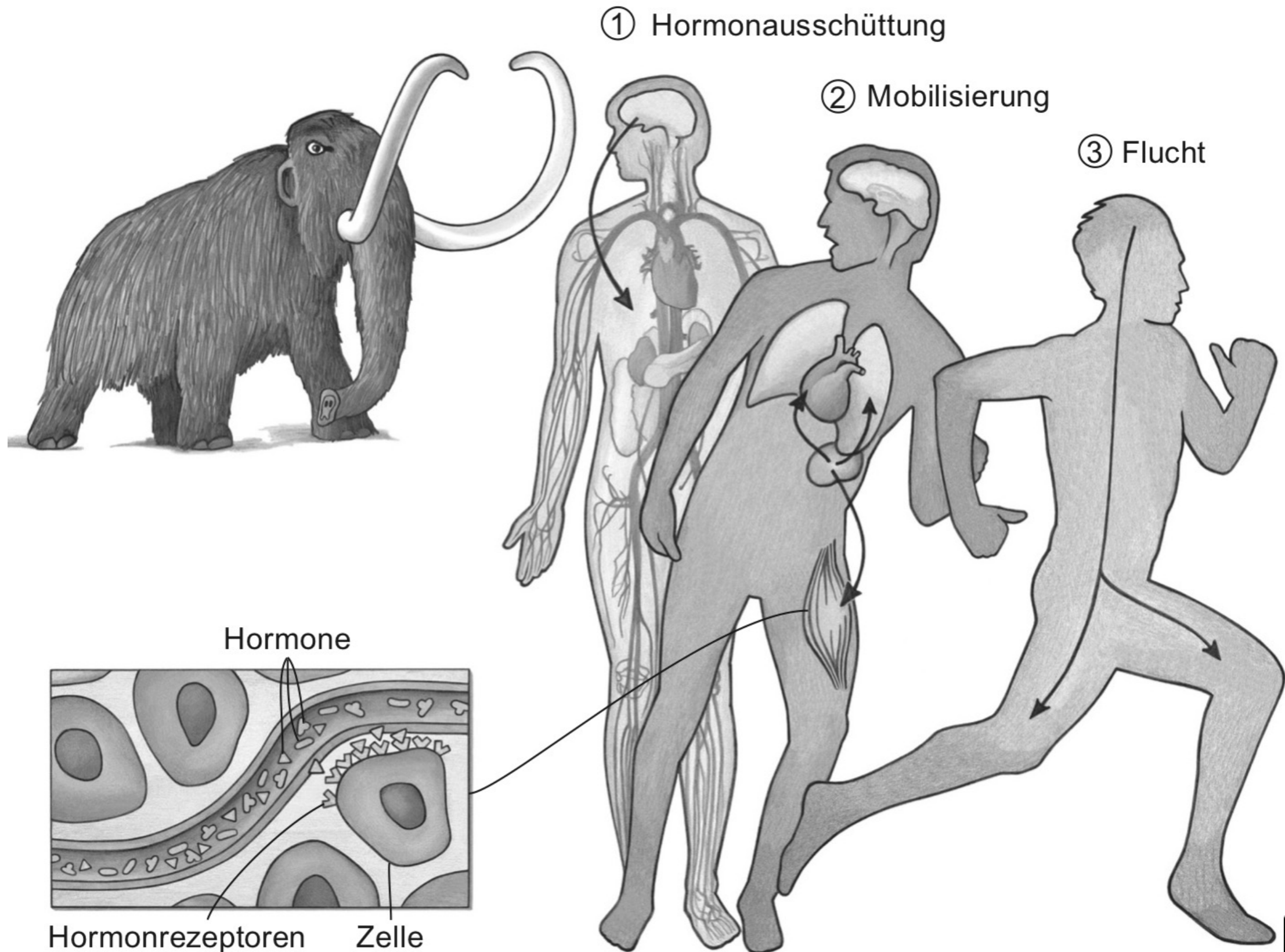
Nervenimpulse



CODES, CODES, CODES ...



ABLÄUFE UND PROGRAMME



VOM SINN DER ORDNUNG



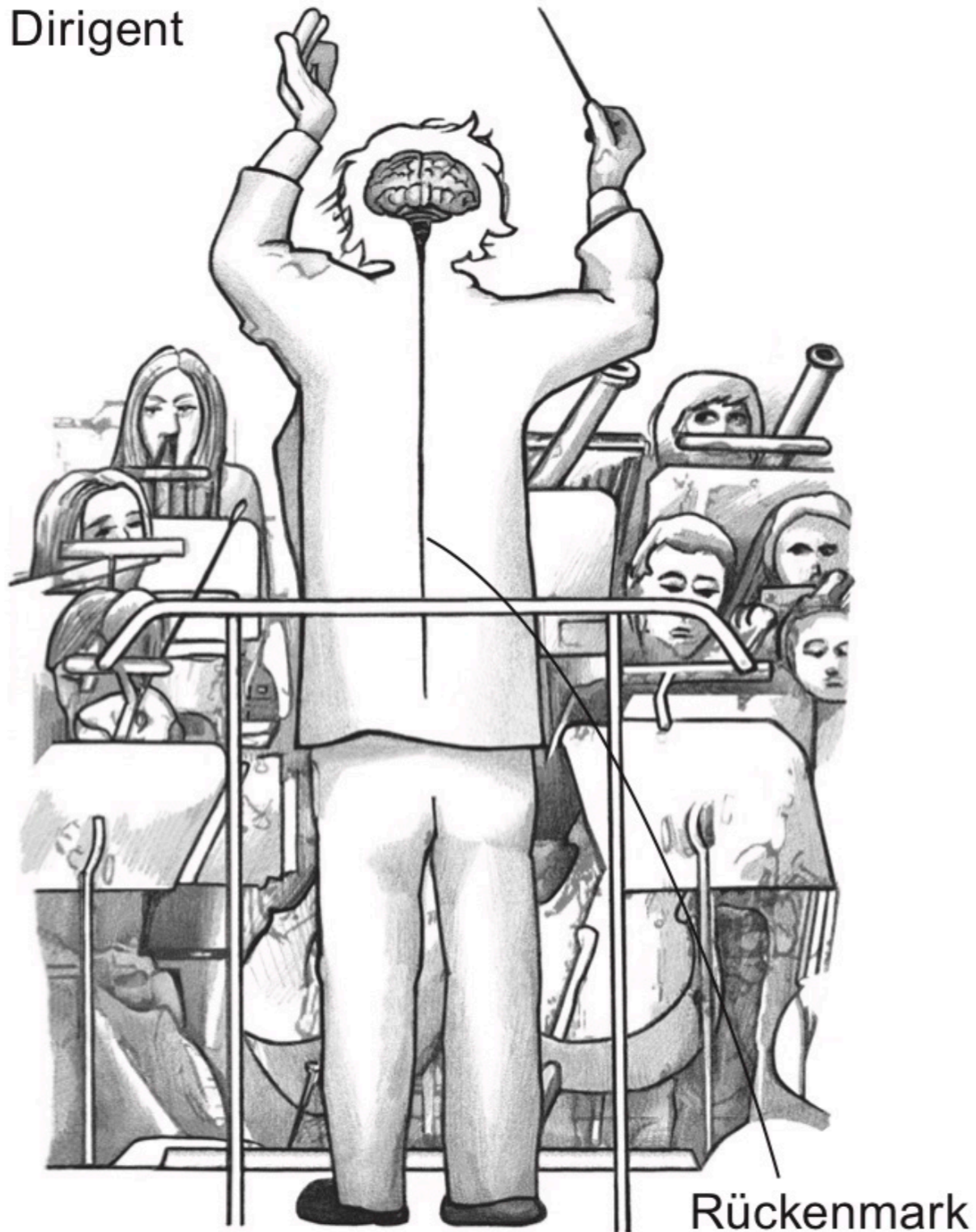
DIE POST UND DAS INTERNET



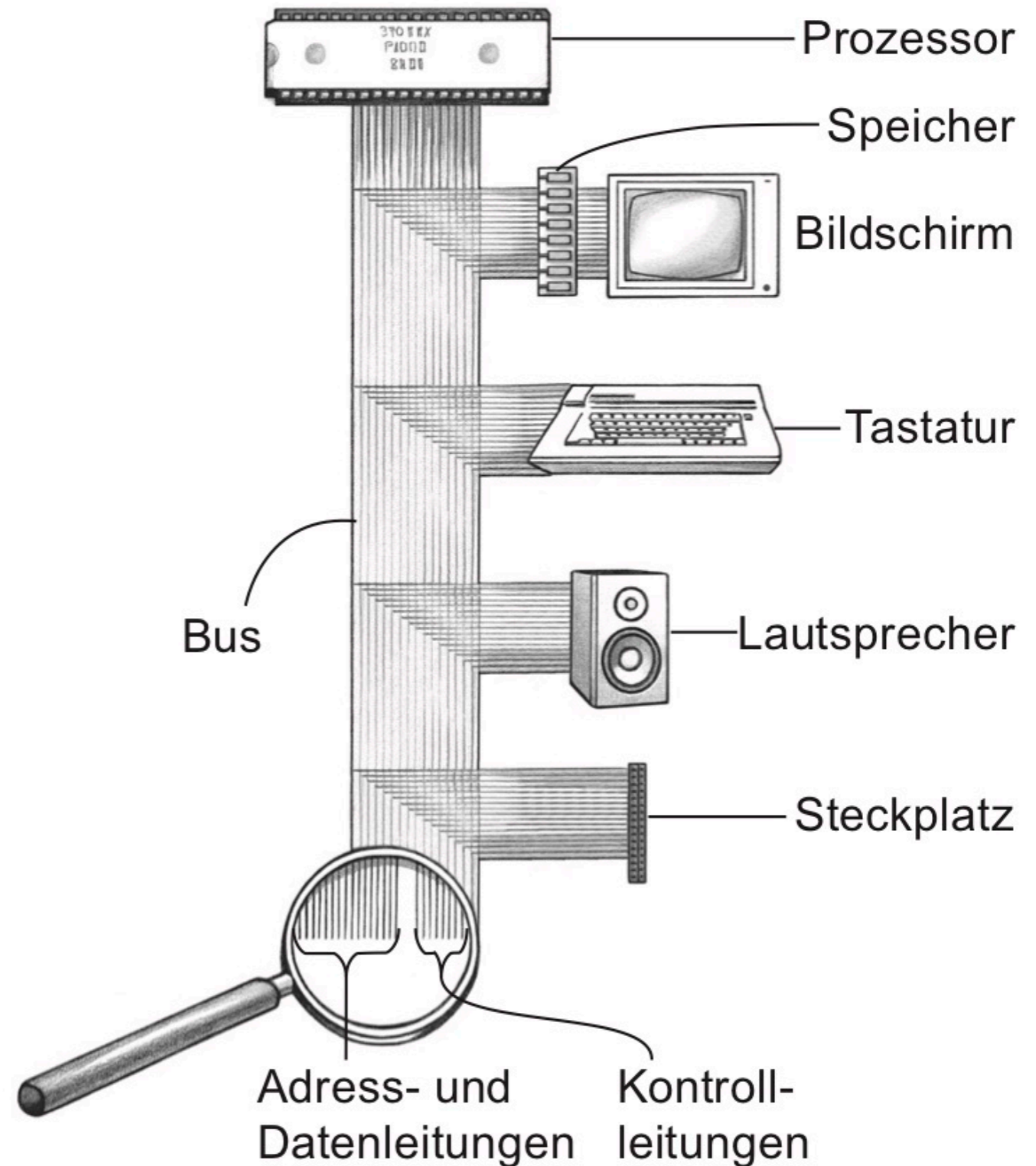
ANATOMIE

Orchester

Dirigent



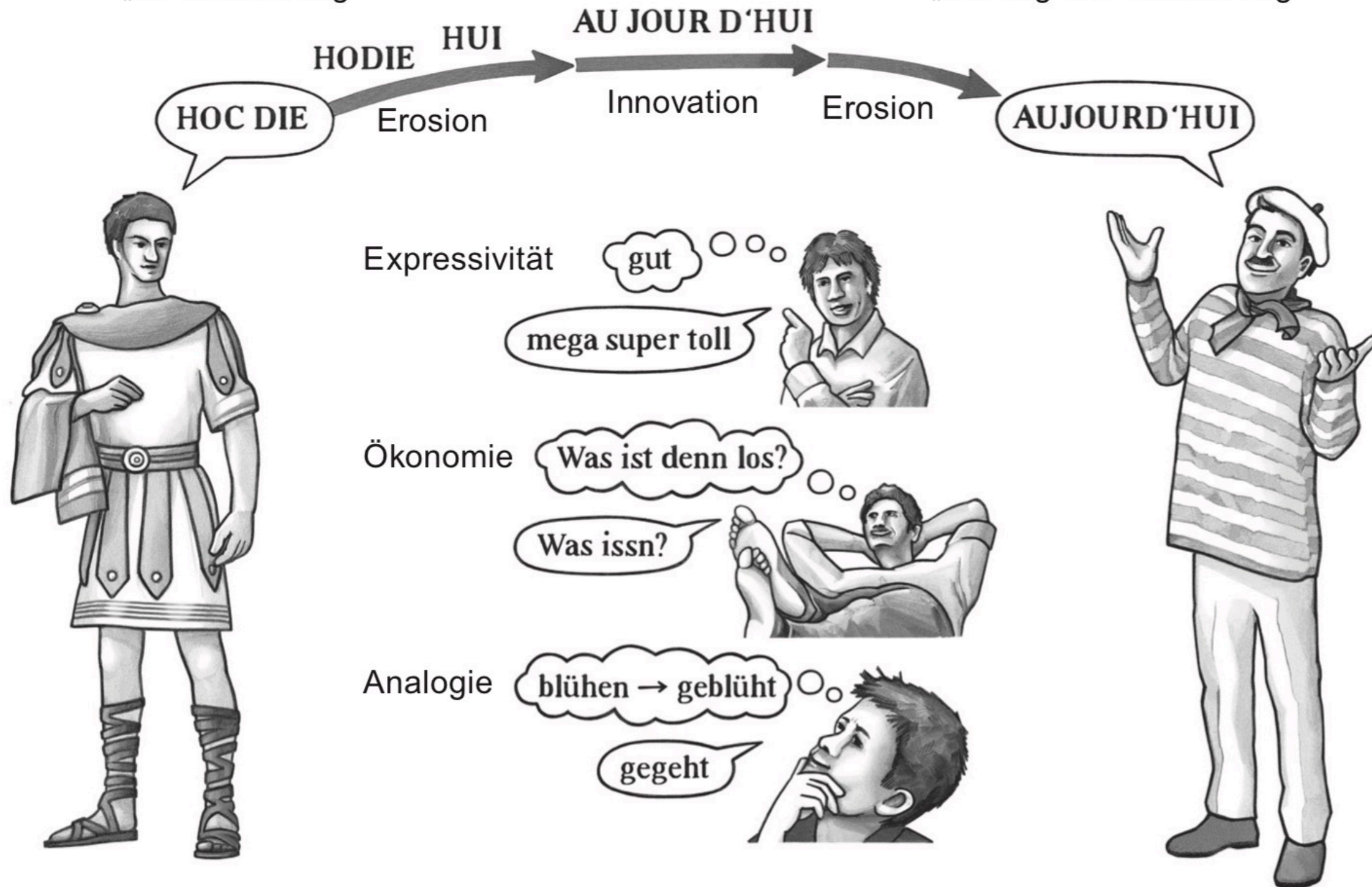
Computer



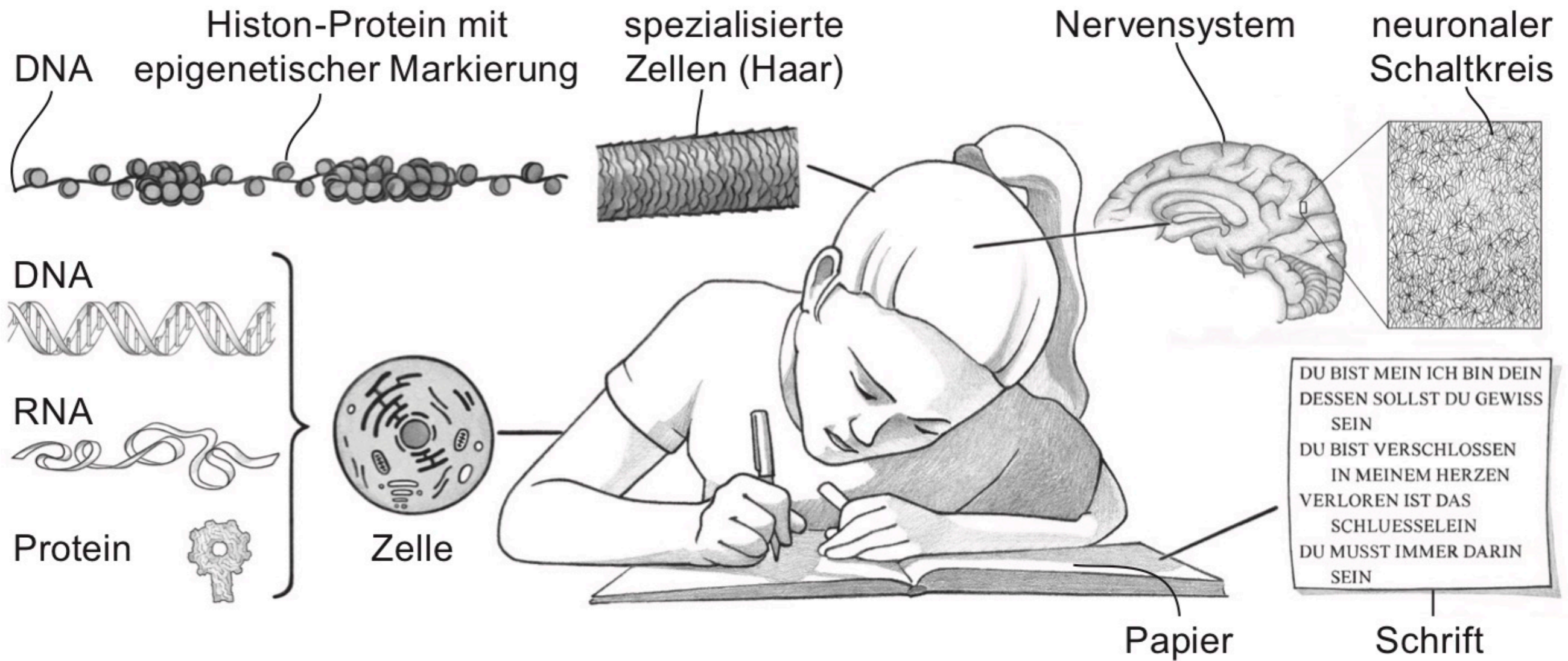
SPRACHENWELTEN

„an diesem Tag“

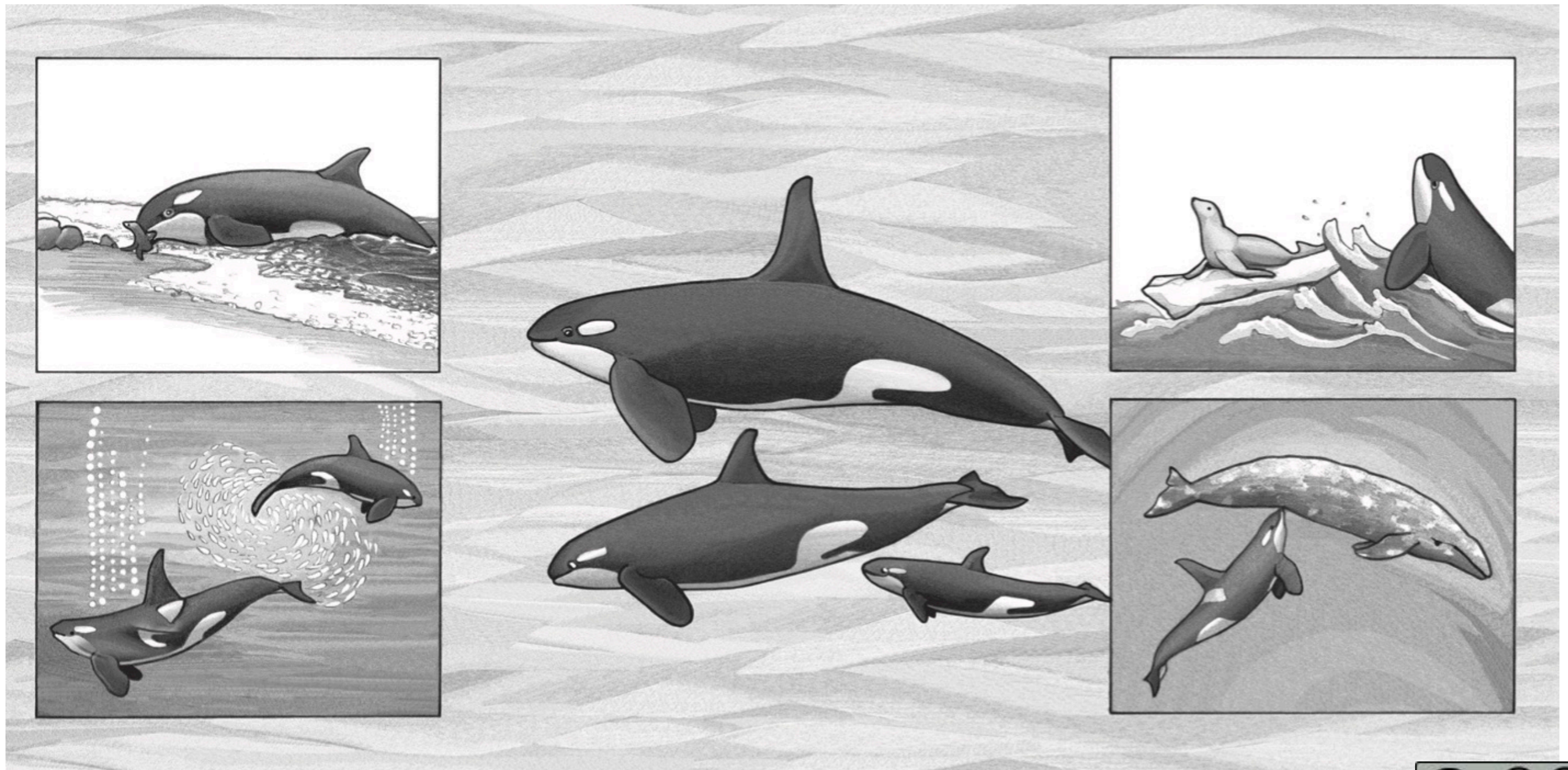
„am Tag von diesem Tag“



DAS DILEMMA MIT DEM SPEICHER

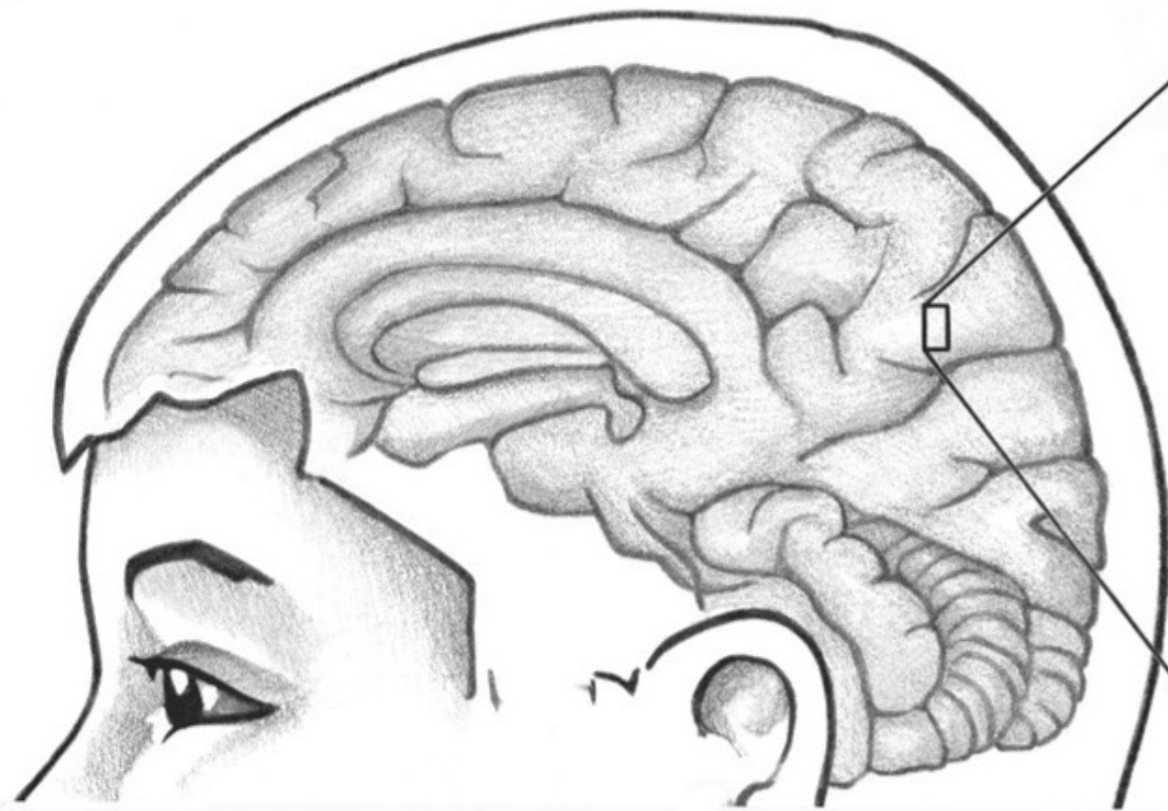


VERHALTEN UND ALGORITHMEN

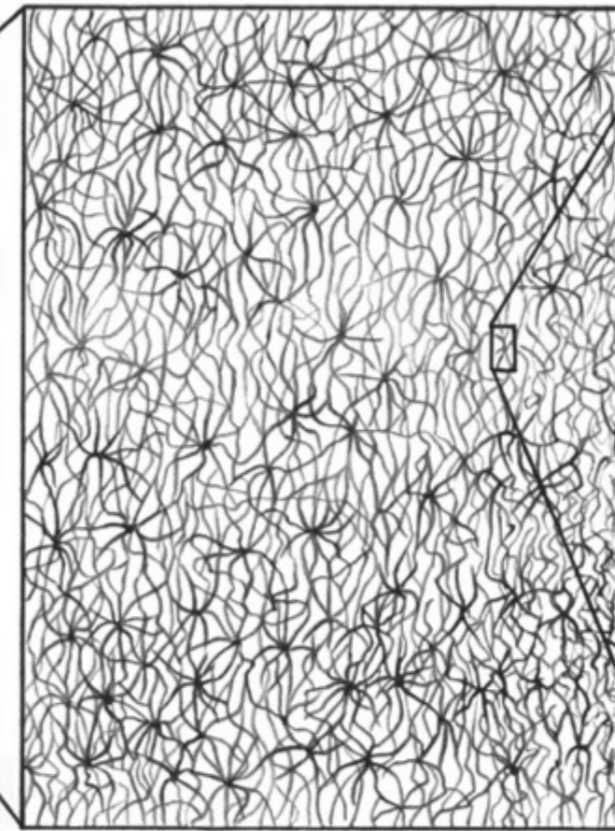


ES BRAUCHT NUR SCHALTER

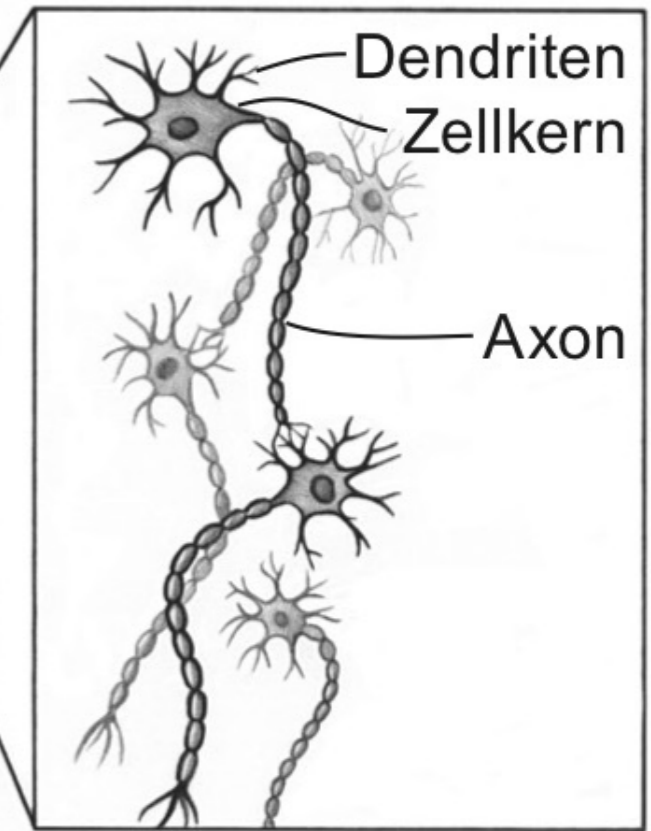
Gehirn



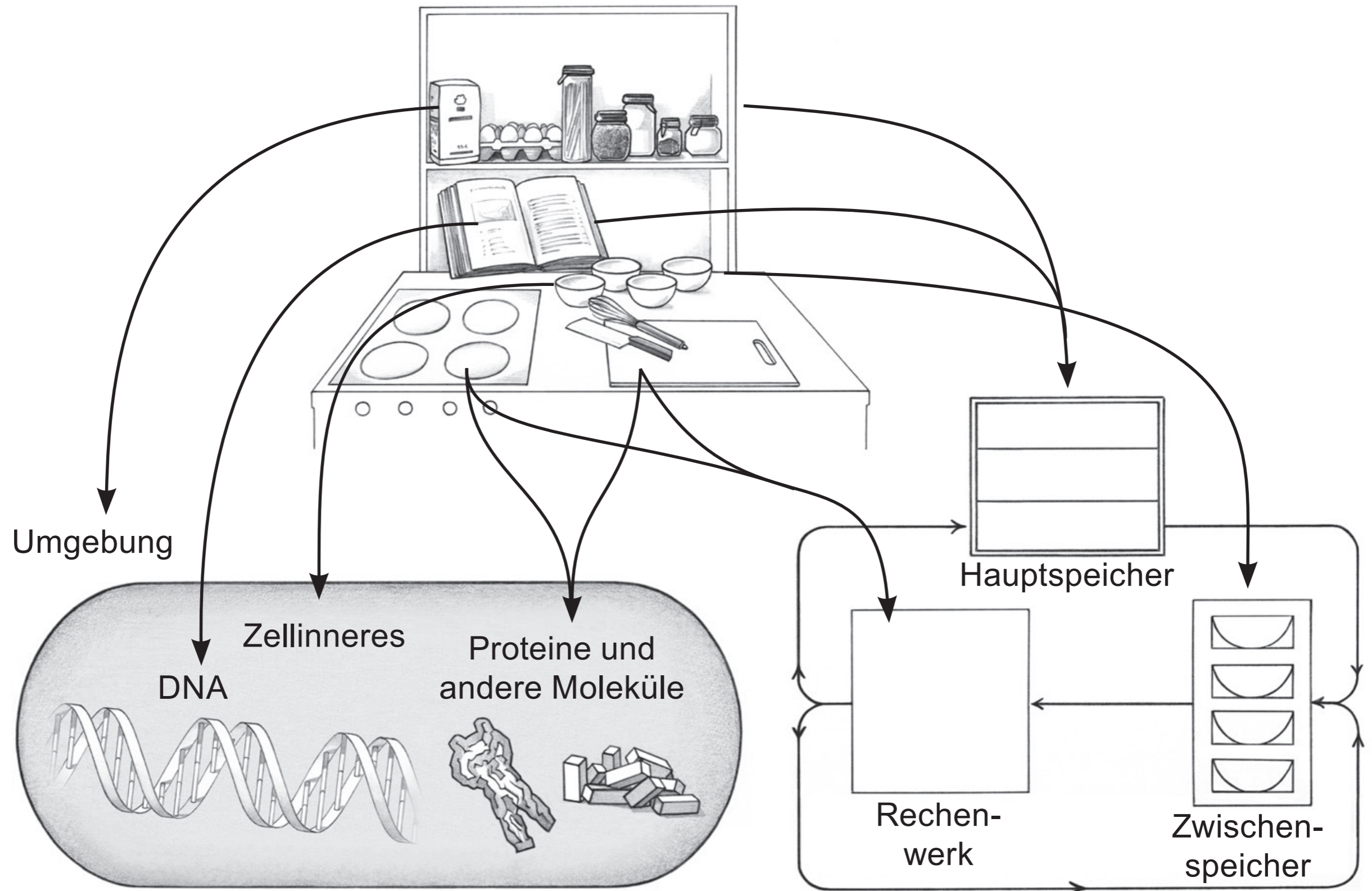
Schaltkreis



Neuron



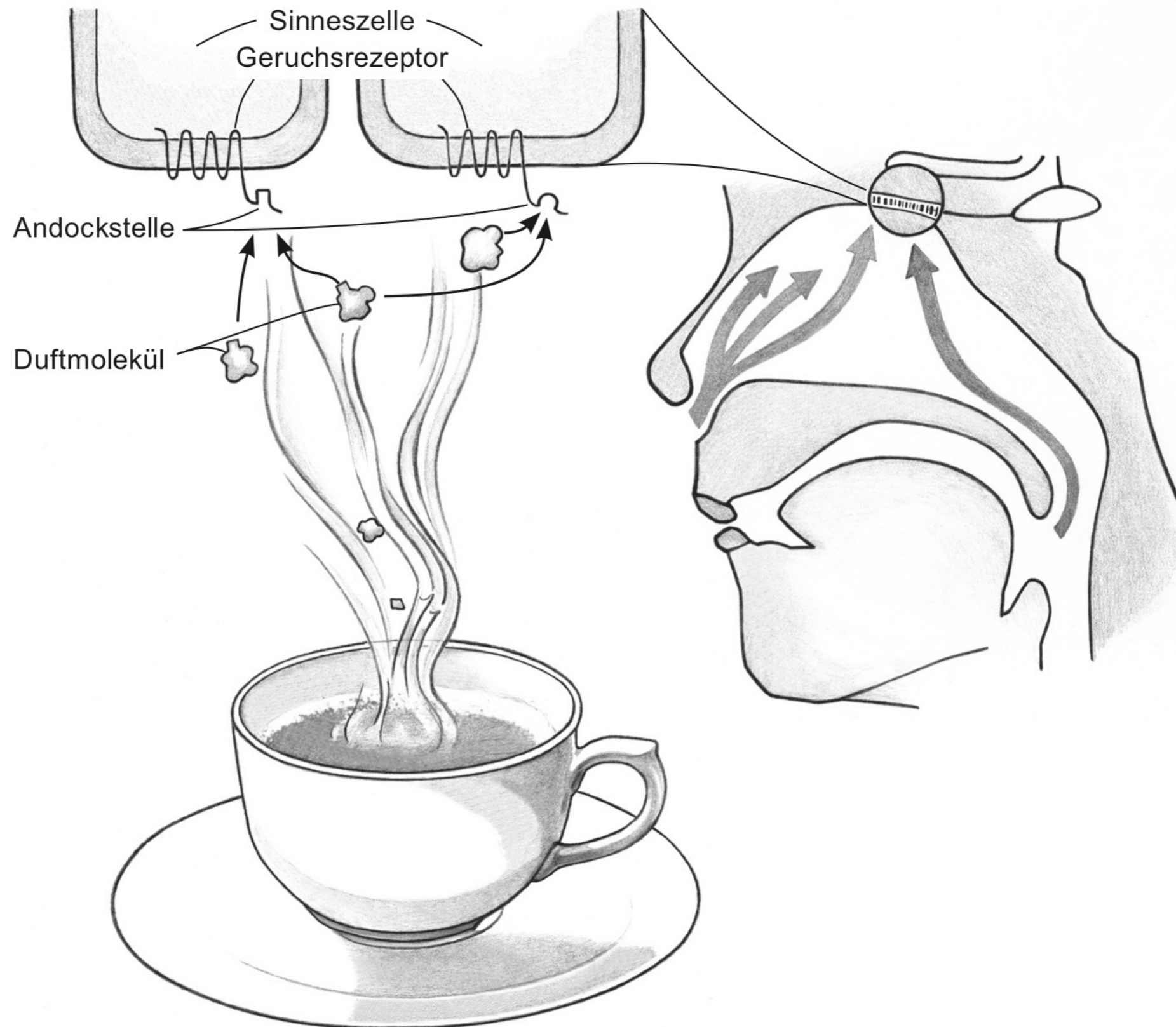
DIE DATENKÜCHE



TARNUNG



DER SCHLÜSSEL ZUM GEHEIMNIS



INTELLIGENT, ODER WAS?

