

## Inhalt

- Übersicht
- Grundprinzipien toter „KI“ und lebender Intelligenz
- Was tun mit den „vielen nutzlosen Menschen“?
- Menschliche Gehirn als Maschine?
- Allmacht der Algorithmen
- Digitale Weltformel
- Verameisung

## Link

- Algorithmen-Medizin

## Übersicht

### **Maschinen können vieles besser als Menschen:**

Sie erkennen Schach-, Bao- und GO als abstrakte Muster. Sie durchforsten Informationen in Datenbanken, ordnen Fakten, integrieren Zufälle und rekombinieren, das was sie finden. Und so gewinnen Rechner (auf dem Bildschirm) auch gegen Großmeister.

Ma  
sc  
hi  
ne  
n  
er  
st  
el  
le  
n  
be  
de  
ut  
un  
gs  
lo  
se  
Ko  
ns  
er  
ve  
nm  
us  
ik  
fü  
r  
Su  
pe  
rm  
är  
kt  
e,  
Hi  
tp  
ar  
ad  
en  
un  
d  
„K  
on



Überlaufend von eingefüllten Theorien, Meinungen und Wahrheiten. Bevor wirklich Neues aufgenommen wird muss die Tasse geleert werden. Ex-formation (Ausmüllen) ist für Lebewesen wichtiger, als In-Formation, die in Datenbanken gefüttert wird. Bild: Jäger 1999

ze  
rt  
e“  
,  
di  
e  
so  
pr  
og  
ra  
mm  
ie  
rt  
we  
rd  
en  
,  
da  
ss  
Me  
ns  
ch  
en  
si  
e  
ne  
tt  
fi  
nd  
en  
.  
Au  
s  
de  
r  
Re  
ko  
mb  
in  
at  
io

n  
be  
ka  
nn  
te  
r  
To  
nm  
us  
te  
r,  
Rh  
yt  
hm  
en  
,  
Kl  
an  
gf  
ol  
ge  
n  
(w  
ww  
.b  
ea  
to  
ve  
n.  
ai  
)  
en  
ts  
te  
ht  
da  
be  
i  
ei  
n  
ne

ue  
r  
Ge  
rä  
us  
ch  
br  
ei  
,  
de  
r  
au  
sr  
ei  
ch  
t  
fü  
r  
Ab  
le  
nk  
un  
g  
un  
d  
Un  
te  
rh  
al  
tu  
ng  
. Und  
d  
de  
r  
vö  
ll  
ig  
fr  
ei

is  
t  
vo  
n  
de  
r  
Be  
de  
ut  
un  
g,  
wi  
e  
si  
e  
fr  
üh  
er  
mi  
t  
Mu  
si  
k  
ve  
rb  
un  
de  
n  
wa  
r.

Algorithmen können alles, was jemals von jemandem gesagt wurde, begrifflich neu und „sinn-frei“ so zusammenbasteln, dass es sich „sinn-voll“ anhört: Zur Zeit ist chatGPT (OpenAI & Microsoft, NZZ 09.2.2023) der Marktführer für menschen-ähnliche „Kommunikation“. Demnächst wird die Konkurrenz-Software von Google-Alphabet freigeschaltet werden. Damit ist alles, was jemals geschwätzt oder als Wahrheit verkündet wurde, entwertet.

Maschinen vergessen nichts. Sie erinnern alle In-formation, alles Einprogrammierte und finden alles Alte jederzeit wieder. Natürlich auch das Un-sinnige.

Maschinen-Denken ist aber nicht in der Lage, Schach-, Bao und Go zu „spielen“. D.h. etwas körperlich dabei erleben: die Figuren setzen, Beziehung gestalten, etwas fühlen, die inneren Sinne spüren, die Atmosphäre wahrnehmen.

Rechner können keinen Sinn entdecken. Sie können keine Gesamtzusammenhänge wertschätzen oder veränderliche System-Dynamiken in all ihren Facetten erleben. Und sie können (aus sich selbst heraus) nichts vergessen. Sinnvolle Ex-formation (z.B. die nützliche Aussonderung von Datenmüll während des Großreinemachen des Gehirns im Schlaf, Traum und Phantasie) ist aber die Voraussetzung, um (selber, selbstbewusst, kreativ) Neues zu erschaffen. Und sich (aus sich selbst heraus) zu erneuern, anzupassen und umzubauen.

### Grundprinzipien toter „KI“ und lebender Intelligenz

„Künstliche Intelligenz“ unterscheidet:  
zwischen „0“ und „1“.



Das erlebte Schach-„Spiel“ in der Abend-Atmosphäre Sumqayits (Azerbaidjan), voller Klang, Sprache, Geruch, Spannung, Ruhe, Lebendigkeit (Bild Jäger 2019)

(n  
ic  
ht  
-  
ve  
rk  
ör

pe  
rt  
en  
)  
Ma  
sc  
hi  
ne  
nd  
en  
ke  
ns  
is  
t  
Tr  
en  
nu  
ng  
.  
Be  
gr  
if  
fe  
ze  
rs  
ch  
ne  
id  
en  
un  
d  
fi  
xi  
er  
en  
au  
f  
„d  
as  
ei  
ne



“  
od  
er  
„d  
as  
an  
de  
re  
“.  
Di  
e  
so  
en  
ts  
te  
he  
nd  
en  
to  
te  
n  
El  
em  
en  
te  
we  
rd  
en  
be  
ze  
ic  
hn  
et  
un  
d  
fi  
xi  
er  
t:  
Si  
e

„S  
in  
d  
so  
!“  
.  
Am  
be  
st  
en  
un  
ge  
st  
ör  
t  
vo  
n  
al  
le  
m  
Um  
ge  
be  
nd  
en  
.  
Et  
wa  
s  
is  
t  
da  
nn  
en  
tw  
ed  
er  
ei  
n  
Sa  
nd

ko  
rn  
(0  
)  
od  
er  
ke  
in  
Sa  
nd  
ko  
rn  
(1  
).  
Da  
0x  
0=  
0  
un  
d  
1x  
1=  
1,  
is  
t  
fo  
lg  
li  
ch  
di  
e  
un  
en  
dl  
ic  
he  
Su  
mm  
e  
al  
le

r  
du  
rc  
h  
„A  
I“  
je  
ma  
ls  
pr  
od  
uz  
ie  
rt  
er  
„N  
ul  
le  
n“  
un  
d  
„E  
in  
se  
n“  
en  
tw  
ed  
er  
0  
od  
er  
1.  
In  
de  
r  
Ph  
il  
os  
op  
hi

e  
ne  
nn  
t  
ma  
n  
es  
di  
e  
„D  
ig  
it  
al  
e  
We  
lt  
fo  
rm  
el  
“  
(  
 $X = X^n$   
).  
Si  
e  
is  
t  
we  
rt  
e-  
,  
si  
nn  
-  
un  
d  
be  
zi  
eh

un  
gs  
lo  
s.  
Si  
e  
ka  
nn  
(i  
m  
Ra  
hm  
en  
vo  
n  
„K  
I“  
)  
au  
f  
al  
le  
s  
gl  
ei  
ch  
er  
ma  
ße  
n  
an  
ge  
we  
nd  
et  
we  
rd  
en  
,  
wi  
e

ei  
n  
In  
st  
ru  
me  
nt  
,  
de  
m  
es  
vö  
ll  
ig  
eg  
al  
is  
t,  
wa  
s  
es  
mi  
ss  
t.  
„A  
I“  
ka  
nn  
so  
(v  
ie  
l  
be  
ss  
er  
al  
s  
le  
be  
nd  
e

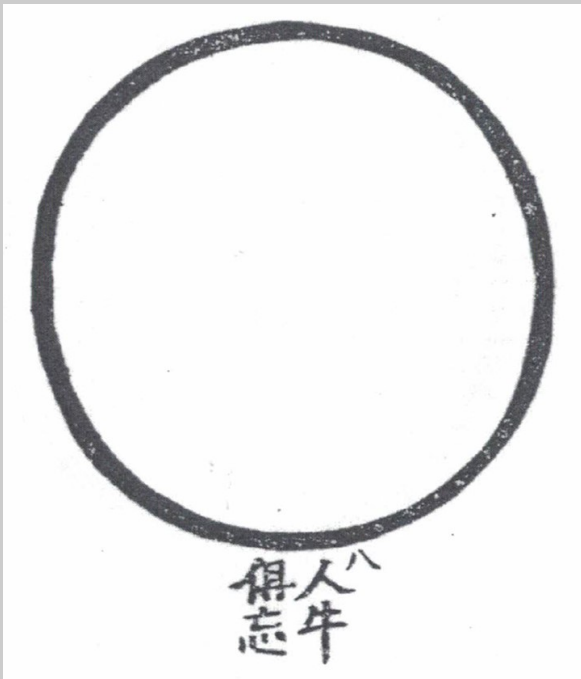
We  
se  
n)  
ri  
es  
ig  
e  
Ha  
uf  
en  
to  
te  
r  
Da  
te  
n  
du  
rc  
hf  
or  
st  
en  
un  
d  
da  
be  
i  
di  
e  
Ei  
nz  
el  
-  
Da  
te  
n-  
Ba  
us  
te  
in  
e



im  
me  
r  
wi  
ed  
er  
ne  
u  
re  
ko  
mb  
in  
ie  
re  
n:  
ge  
zi  
el  
t  
od  
er  
zu  
fä  
ll  
ig  
.

In lebenden Systemen ist „1 x 1“ ungleich  
Eins

Un  
d  
se  
lb  
st  
„1  
+  
1“  
is  
t  
in  
le  
be  
nd



enDer leere Kreis (chin. Wuji): Ex-Formation, Nicht-Wissen und Staunen sind  
pfVoraussetzungen, um wirklich Neues zu erfahren, und bisher Unbekanntes zu  
lalernen. Alles andere ist Nachplappern von bekanntem, altem Kram, den  
nzirgendwer, oder ChatGpt, von sich gegeben haben.

en  
od  
er  
Ti  
er  
en  
ni  
ch  
t  
Zw  
ei  
.  
Zu  
mi  
nd  
es  
t,  
we  
nn  
ma  
n  
et  
wa

s  
ge  
na  
ue  
r  
hi  
ns  
ie  
ht  
. De  
nn  
da  
s  
„+  
“  
st  
eh  
t  
fü  
r  
Be  
zi  
eh  
un  
g,  
di  
e  
zw  
ei  
Ei  
nh  
ei  
te  
n  
in  
et  
wa  
s  
ge  
me

in  
sa  
m-  
an  
de  
re  
s  
ve  
rw  
an  
de  
lt  
. Au  
s  
de  
r  
We  
ch  
se  
lw  
ir  
ku  
ng  
(1  
&1  
od  
er  
1x  
1)  
en  
ts  
te  
ht  
et  
wa  
s  
Ne  
ue  
s,  
da

s  
si  
ch  
an  
de  
re  
s  
ve  
rh  
äl  
t  
(a  
ls  
ei  
ne  
Su  
mm  
at  
io  
n  
to  
te  
r  
Ei  
nz  
el  
te  
il  
e)  
.  
Le  
be  
n  
(„  
is  
t“  
ni  
ch  
t)  
so  
nd

er  
n  
es  
en  
ts  
te  
ht  
,  
un  
d  
da  
be  
i  
bl  
ei  
bt  
ni  
ch  
ts  
wi  
e  
es  
ge  
ra  
de  
no  
ch  
wa  
r.

Bereits freie Interaktionen von mehr als drei Faktoren begrenzen die Vorhersagekraft von „KI“ (siehe wiki/Mehrkörpersimulation). Menschliche Hirne aber repräsentieren nicht das, was ihnen sensorisch erscheint (wie ein Spiegel), sondern sie interagieren damit, sie reichen heraus, tun, handeln, bewegen sich, nutzen dabei Bayesche-Erfahrungs-Logik, treten in Beziehung, konstruieren „Ihre“ Realitäten in Wechselwirkungen. Sie können (oder könnten, wenn sie nicht gerade zombie-haft „KI“ zu imitieren versuchen) etwas erschaffen, was es bisher noch nie so gab (scientificamerican).

Lebende neuronale Systeme (u.a. „Gehirne“) sind zudem nur Aspekte oder

Teile von Körpern, die in übergeordneten Systemen eingebettet und verwoben sind. Lebendes „ist nicht“, sondern „wird“ in Beziehungen. Physiker (u.a. Zeilinger) halten Totes (erstarnte, von anderem getrennte, unveränderliche Materie) für eine Illusion, weil alles, was (immer wieder neu und anders) werde, Schwingung und Energie sei.

## Zivilisationspsychose

Mass-Psychosis: Video-Comic 2023

Einzelnes zu betrachten ist praktisch und nützlich, wenn der Gesamtzusammenhang verstanden wird. Ein Biologe kann z.B. einen blühenden Baum in einem Park betrachten, und dann, abgeleitet vom Gesamteindruck, Details der Blütenblättern untersuchen, um bestimmte Aspekte besser zu verstehen. Würde er nur Blütenblätter im Labor zählen, und dann versuchen, aus der Summe der Einzelparameter einen lebenden Baum in seinen Beziehungen zu konstruieren, scheiterte er.

Das ist die Tragik modernen zivilisatorisch geprägten Denkens: Überschwemmt von Tsunamis nicht-verstehbarer Einzelinformationen geht der Überblick verloren, und der Gesamtkontext kann nicht mehr verstanden werden: So entsteht (Todes-)Angst, Stress, wahnhaftes Rennen in einem Tunnel, und schließlich der Zusammenbruch. Um aus diesem Tunnel herauszufinden

Früher: „Über allen Gipfeln ist Ruh.“ (Goethe)

Heute: „Links Bäume, rechts Bäume, und dazwischen Zwischenräume“  
(Ingenieur)

## Wissenschaft fragt

Glaube antwortet. Wissenschaft bringt „Wahrheits“-Modelle zum Einsturz. Die dogmatische Lehren der Religionen und „Wissenschafts-Betrieben“ dienen dem Ausbau und der verschönerung ihrer Glaubensmodelle. In der Medizin versuchen >90% der bezahlten Studien- und Leitlinienschreiber:innen zu belegen, dass das, was gerade vermarktet wird, auch gut sei. Wissenschaft sollte aber (eigentlich) versuchen zu beweisen, dass etwas nicht (!) wirkt.  
(Karl Popper uva)

Erst wenn das nicht gelänge, könne man ggf. schließen, dass es wirken könnte – was aber weiterhin unbewiesen bliebe. John Ioannides beschrieb

bereits 2016 schrieb prophetisch „EbM has been hijacked„. Er lag (und liegt weiterhin) richtig. Google Scholar fand nach dem Wissenschaftsfiasko seit 2020 4,1 Millionen Publikationen zu Covid und Pubmed etwa 330.000 Studien. Weil es noch nie soviel zu einer Atemwegsinfektion zu berichten gab? Oder weil extrem viel Geld für das Thema verfügbar war? Wer all diese (zwangsläufig überwiegend sinnarmen Texte) lesen wollte, würde verrückt.

ChatGPT (oder andere Programm dieser Art), werden Wissenschaft als Wiedergabe dessen, was irgendjemand oder irgendeine Maschine gesagt hat, entwerten. Die Rituale des Schreibens von Bachelor- oder Diplomarbeiten, die ohnehin niemand freiwillig lesen will, wenn sie nur das wiederkäuen, was gesagt werden soll, werden überflüssig sein (außer um einen Titel zu legitimieren). Nature und andere Publikationsorgane stellen sich bereits auf die Flut an „Wissenschafts-Geschwätz“ ein, in der Hoffnung in dem Einheitssalat alten, aber neu verrührten Brei einzelnen Perlchen finden zu können.

## Hat die Menschheit angesichts automatisierten Maschinendenkens eine Chance?

Vielleicht. Wenn wir aufhören würden, das zu tun, was Maschinen besser können:

Datenbanken durchwühlen, fragmentierte Fakten in Kästen sortieren, Antworten auf alle Fragen finden, sagen was einprogrammiert wurde, ... das Mause-tote (die Datenhaufen) anbeten. Und uns stattdessen darauf konzentrierten, wozu Maschinen nicht in der Lage sind, und diese Fähigkeiten trainierten:

Beziehungen eingehen, uns verbinden, interagieren, uns verändern, werden, fühlen, spüren, atmen, wechselwirken, uns mit Veränderung verbinden und kreativ Neues schaffen, bisher noch nie gesehenes, gehörtes oder erlebtes bestaunen.

Un-wissen und Nicht-Wissen wertschätzen und Neues explorieren, Sinn entdecken (der über das Konstruierte ICH hinausgeht), alles wahrnehmen, sich wandelnde System-Zusammenhänge verstehen ... das Leben lieben und genießen.



Und Körper- und Bewusstsein befähigen, sich besser zu verbinden und Beziehungen einzugehen.

### **Was tun mit den „vielen nutzlosen Menschen“?**

“The product this time will be humans themselves – bodies and minds are going to be the, I think, the two next main products ... The next Industrial Revolution will create a Class of ‚Meaningless, Worthless People‘“ Yuval Noah Harari, Twitter 31.01.2023

Je mehr wir von Information überflutet werden, desto desto mehr geht Ethik, Bindung, Emotion, Empathie und der Sinn für die Spiritualität lebender, sozialer Zusammenhänge verloren. Kein Wunder, das bei denen, die noch leben, die Verwirrung zunimmt:

„...Was nun die künstliche Informationsverarbeitung betrifft (nicht „künstliche Intelligenz“), so könnte man sie in vielerlei Hinsicht als eine Replikation der Funktionen der linken Großhirn-Hemisphäre (der Betrachtung toter Einzelfaktoren, statt lebender Zusammenhänge) in erschreckender Geschwindigkeit auf dem gesamten Globus betrachten. Da der evolutionäre Grund für die Entwicklung der Funktionen der linken Hemisphäre einzig und allein in der Leistungssteigerung lag, könnte man dies tatsächlich als das ultimative logische Ziel der linken Hemisphäre ansehen. Sie hat nämlich keinen Sinn für das große Ganze, für andere Werte oder für die Art und Weise, wie der Kontext alles verändert. ...“ Dr. Iain McGilchrist on Artificial Intelligence, AI World Summit 10/2022

## **Alternativ zum Todes-Wahn: Welche Chancen hat Leben?**

Menschliches Bewusstsein beruht auf neuronalen Schwingungssystem, die von allen Hirnzellen gleichzeitig erzeugt werden, und deren (quantenphysikalisch beschreibbare) Modulation die Basis von Informationsübertragung ist (siehe Publikationen auf [buzsakilab.com](http://buzsakilab.com)) Dabei bestätigt sich die Ansicht des Biologen Wheeler (2008) “Understanding ... the complex interplay between genes, environments and embodied action, will surely be a great intellectual adventure of the 21st century” (Beispiel)

Der Neurophysiologe Daniel Wolpert beschäftigt sich mit seiner Gruppe seit 20 Jahren mit Robotic-Bewegung-Hirn. Dabei entdeckte er Offensichtliches:

Dass es das „Gehirn“ gar nicht gibt, weil das Organ verkörpert ist und nur verkörpert funktionieren kann. Das Gehirn befiehlt nicht eine Bewegung, sondern gestaltet und moduliert sie, und ein Großteil der Bewegungsfunktion (Bindegewebe, Faszien, Sehnen uva.) funktionieren völlig vom Gehirn unabhängig. Selbst den Körper in seiner Gesamtheit als sich stets erneuernden, selbst-gestaltenden Computer zu bezeichnen, wäre eine Reduktion, da Körper immer in Beziehungen stehen, und mit dem sie Umgebenden wechselwirken. Das ist einer der vielen Gründe warum es einen „freien Willen“ so wenig gibt wie „wahre Kartoffeln“. Die letzte große und umfassende Bewusstseins-Revolution des Menschen war die Erfindung des mechanischen Denkens in der Bauernrevolution vor 10.000 Jahren (Natur beherrschen und Probleme erschlagen). Damit fährt die Biosphäre gerade (nach den Gesetzmäßigkeiten der Evolution) an die Wand. Ob sich die Welt dann von dem Erdzeitalter des Menschen (Anthropozän) erholen wird, ist offen.

„KI“ oder besser Algorithmen-Rechnen, selbst in hoch-komplizierten „Quanten“-Form wird sie nicht retten. Den Rechner leben nicht. Ihnen fehlen wesentliche Lebensmerkmale wie uva.. die Selbsterneuerung (Anpassung) und Verkörperung.. Den Rechner leben nicht. Ihnen fehlen wesentliche Lebensmerkmale wie uva. die Selbsterneuerung (Anpassung) und Verkörperung. Sie müssen programmiert werden (und sei es von anderen Algorithmen), was aber spätestens dann endet, wenn das Licht ausgeht, oder das letzte sie steuernde Wesen den Löffel abgibt. Folglich bestünde die einzige Chance für unsere Gattung darin, radikal neu zu handeln. Das erforderte ein Verständnis für die Dynamik komplexer, verwobener Systeme. Und das ist mehr als neues (kreatives) „Denken“ (der Großhälften). Es erforderte zugleich körperliches Erleben (unter Beteiligung aller Zellen und inneren Mikroorganismen), und immer wieder neue Erfahrungen in Beziehungen und Wechselwirkungen in der Gestaltung friedlicher (innerer und äußerer) Ökosysteme.

Seit wenigen Jahren gestaltet die Gesellschaft immer radikaler das Gegenteil. Sie sägt am Ast auf dem sie sitzt: der Entwicklung der nachfolgenden Generation. Was mir trotzdem Hoffnung gibt, ist, dass viele Menschen in der Krise grundsätzlich erschüttert wurden und mir ihrem inneren Elend konfrontiert wurde (uva Todesangst, Sinnkrise ...) Lebewesen „lernen“ nur in der Krise: also entsteht vielleicht etwas Neues.

Die Hoffnung rational-denkender Psychologen/Psychiater/Philosophen (auf eine „Neue Ethik“ guten Handelns) gründet sich auf „Universalgelehrte“

(engl. Polymath). Erfahrungsgemäß führten Menschen (mit diesen Bewusstseinsfähigkeiten) in Zeiten großer Unsicherheit zu Umbrüchen des Denkens. Manchmal stießen sie auch völlig neue Entwicklung an. Allerdings währte dieses Aufblühen „kreativen Selber-Denken“ vor 2.500 Jahren in Eur-Asien nur sehr kurz. Denn Skeptiker konnten keine Armeen zusammenhalten.

Die meisten Menschen scheint es nicht zu interessieren, dass „die Realität“ offenbar völlig anders gestaltet ist, als wir sie im Alltag oder in errechneten Computer-Modellen wahrzunehmen glauben. Die meisten Bewohnern unserer (dunklen Erkenntnis-)Höhlen schauen nur gierig auf die praktisch-technischen-kommerziellen Anwendungs-Chancen für „Quanten-PC“, „Sichere Verschlüsselungen“, „Noch präzisere Waffen“ u.ä. Paradigmenwechsel des Denkens haben gerade keine Konjunktur. Die Zeit für den überfälligen Umschwung von „bekannt-geglaubtem Mechanik-Denken“ zu „weitgehend-unbekanntem System-Verstehen“ ist (noch) nicht reif.

### **Menschliches Gehirn als Maschine?**

Das Human Brain Project ist ein milliardenschweres EU Vorhaben, das das menschliche Gehirn nachbilden soll.

*„SpiNNaker unterstützt detaillierte biologische Modelle des Kortex. Die Fähigkeit, große detaillierte neuronale Netzwerke schnell und mit geringem Stromverbrauch zu betreiben, wird die Robotikforschung vorantreiben und Studien über Lernen und Hirnstörungen erleichtern.“ Human Brain Project 2019*

## **Denkfehler**

In unserer Kultur wird die Bedeutung des menschlichen Nervensystems überschätzt. Es ist nur ein Teil vieler anderer, mit ihm verwobener Organ- und Bewegungsfunktionen. Alle an einem menschlichen Organismus beteiligten Zellen verbinden sich über Rückkopplungsschleifen. Nerven-, Immun-, Darm- und Bewegungszellen wechselwirken. Sie schwingen gemeinsam im Rhythmus der Dynamik, die sie umgibt, die sie beeinflusst, und die sie bestimmt.

Typisch für menschliche Informationsverarbeitung sind Verkörperung und plastische Anpassung an immer neue Gegebenheiten.



Spiegelung im See (Bild: Jäger 2018)

## Maschinen „sind“

Auch die kompliziertesten Algorithmen und Rechner entwickeln sich nicht aus sich selbst. Sie verändern sich nicht kommunizierend, so wie ein Krabbelkind die Komplexität des Laufens erlernt. Stattdessen rosten und verschleißten sie. Und bleiben abhängig von denen, die sie herstellten, programmieren, nutzen und warten.

## Menschen „werden“

Ein Organismus erzeugt sich immer wieder neu, wird umbaut, wächst, gedeiht, entwickelt sich und passt sich an. Er kann daher aus sich selbst heraus schöpferisch und kreativ tätig sein, und Neues erschaffen.

Das Human Brain Project baut deshalb höchsten einen neuen Typ Hochleistungsrechner, der wie jede Maschine eingeschaltet, gewartet, gesteuert und ggf. irgendwann abgestellt wird.

## Ex-formation

Maschinen können nichts aktiv vergessen. Datenverluste entstehen bei ihnen durch Schäden, oder weil ein Mensch oder ein Programm etwas löscht.

Die stetige Aussonderung der Masse von Datenmüll ist aber eine wichtigsten Funktionen des menschlichen Gehirns. Die „Exformation“ liefert Aussagekraft, Bedeutung und Wert. In der Kommunikation ist es deshalb interessanter, auf das nicht gesagte (aber implizit enthaltene) Wissen zu achten, als auf das gesagte. Und das tun wir in der Regel auch.

Eine Aussage erhält dann „Tiefe“, wenn ihre Erzeugung und Interpretation die (gleichzeitige) Verarbeitung und Aussonderung sehr

großer Datenmengen erforderten. D.h. wenn ein komplexer Zusammenhang verstanden und auf den Punkt gebracht wird. Und so alles Unnötige bei der Betrachtung eines Aspektes kurzzeitig vernachlässigt werden kann. Bei komplexen Systemen lohnt sich deshalb nicht nur der Blick auf das Ganze, sondern auch auf die Details. Denn dort verbergen sich interessante Strukturen, die neue Informationen liefern können.

Nur eigendynamisch-veränderliche Systeme besitzen „Tiefe“. Meist dann, wenn sie sich gerade soweit von ihrem chaotischen Gleichgewichtszustand entfernt haben, dass sie erkennbare Strukturen aufweisen, und doch vom Zustand der Gleichförmigkeit entfernt bleiben. In solchen Situationen enthalten sie wenige (aber wesentliche) Information, die sich von einem Hintergrund des formlosen Grundrauschens abheben.

## Neurogenese

Alte, nicht genutzte, unnötige Verknüpfungen im neuronalen Netz zu löschen, ist bei der Entwicklung des Gehirns wichtiger, als neue Verbindungen zu bahnen.

Während der Schwangerschaft wird die Ausbildung übergeordneter neuronaler Funktionen beeinflusst. U.a. die Besonderheit des menschlichen Gehirns (durch assoziative Neuprogrammierungen) phylogenetisch ältere Hirnfunktionen zu besänftigen. Menschen sind so (in Ruhe) in der Lage, von einem Gegenstand der Betrachtung zurückzutreten. Sie können innovative, intelligente Lösungen finden, die es bisher nicht gab. Oder sie können sich an immer wieder auftauchende bedeutungsvolle Stimulationen anpassen: an Sprache, Musik, Rhythmus.

Für die Entwicklung solcher Fähigkeiten scheint das letzte Drittel der Schwangerschaft besonders wichtig zu sein. Dann kommt es bei dem Feten zu einer Explosion der Einwanderung neuer, nicht mit Nervenbahnen oder Funktionen assoziierter Nervenzellen in das Gehirn. Diese noch unreife Neuronen-Population wird im Gehirn des Neugeborenen über Monate erhalten und stellt eine Interneuron-Reserve dar, ein Potenzial, das bei der Entwicklung des Gehirnes hilft, sie bahnt und das ggf. auch Reparaturleistungen gewährleisten kann. (McKenzie 2016, Queensland Brain Inst. 2022)

Durch die Signalgebung im Organismus der Mutter werden im Feten

hochkomplexe Schwingungen, Rhythmen, Modulation und Klangfarben erzeugt, die (u.a. im Rahmen der Prozesse der Neurogenese) seine weitere Entwicklung bestimmen. (Huszár 2022)

Aus der Zwillingsforschung ist bekannt, dass Embryozellen „alles“ werden können. Dieses ist entscheidend wichtig für die Hirnentwicklung. Wir besitzen etwa 100 Billionen Neuronen, die im menschlichen Gehirn sinnvoll zusammen wechselwirken sollen. Entscheidend in der Funktionsausbildung dieses hochkomplexen Systems ist nicht nur, dass Neues rechtzeitig und richtig geschaffen werden muss. Sondern ebenso wichtig (oder vielleicht noch wichtiger) ist es, dass zahllose Verbindungen und Möglichkeiten, die sich als nutzlos erwiesen haben, wieder gelöscht werden. Die Ex-Formation ist bei der Hirnentwicklung mindestens ebenso wichtig wie die In-Formation. Beides formt das Gehirn im Zusammenwirken von Biologie und sozialen Einflüssen während der Schwangerschaft. Die Art, wie das geschieht ist noch weitgehend unerforscht. Besonders unklar ist noch die Bedeutung der Bindegewebszellen im Gehirn, die die Nervenzellen umgeben und ummanteln, und die das Flimmern von Nervenimpulsen bahnen oder dämpfen. (William 2022)

Neurowissenschaftler wie György Buzsáki beschreiben das heutige Nicht-Wissen hinsichtlich des Zusammenhangs frühkindlich-neuronaler Entwicklung als grenzenlos.

## **Rechner „denken“ stumpf und fantasielos**

Das menschliche Gehirn kann unendlich große Datenmengen gleichzeitig verarbeiten, alles Unwesentliche löschen und das Entscheidende so herauskristallisieren. Z.B. wenn eine Person im Gewühl einer Fußgängerzone nach vielen Jahren der Trennung wiedererkannt wird.

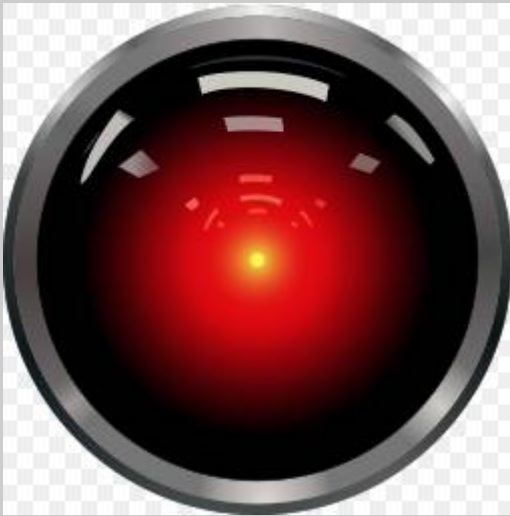
Wir lernen aus Erfahrung, die auf Handeln und Rückmeldungen beruht, unnötige oder unsinnige Informationen löscht und kreative neue Informationsmuster gestaltet.

Der Riesenrechner des Human Brain Projekt mag also unendlich viele Daten enthalten und zu analysieren versuchen. Körperlos und ohne die Fähigkeit zu kreativer Exformation wird er stroh-dumm bleiben.

### **Allmacht der Algorithmen?**

*70 % der Finanztransaktionen werden*

*durch Algorithmen abgewickelt ... Super-Computer werden menschliche Fähigkeiten zwischen 2020 und 2060 in fast allen Bereichen übertreffen...“ Helbing u.a. 2015*



HAL9000: „2001 – Odyssee im Weltraum“, Kubrick 1968 (Bild Wiki): „Tut mir leid, Dave, ich fürchte, das darf ich nicht tun.

Die Mission ist zu wichtig für mich, als das ich zulassen dürfte, dass du sie gefährdest!“

## Ich hasse Algorithmen ...

Wenn sie unaufgefordert in meinem Leben herum-fummeln und mich stören. Wenn irgendein Programm mich dazu zwingt, meinen Gedanken- oder meinen Handlungsfluss zu unterbrechen, weil ein „super-wichtiges Update“ geladen, oder ein nicht angefordertes „Check-up“ durchgeführt werden muss. Besonders ärgerlich empfinde ich dann „hirn-lose“ Hinweise, deren „menschlich-persönliche“ Wortwahl mir anzeigen sollen, dass es eine Person sei, die da für mich denke, und der ich jetzt folgen müsse, weil sie es gut mit mir meine: „Bla-bla erledigt gerade etwas für Sie!“. Oder „Es gibt nur Dies ... Drücken Sie oK!“

## Ich liebe Algorithmen ...

wenn alles, was ich benutze, wunderbar funktioniert, und mir die Rechen-Logik dahinter vollkommen verborgen bleibt. Wenn mir zum Beispiel das Page-Ranking der Suchmaschine erstaunlich gute Treffer anzeigt, die Verkehrsführung in der Rush-Hour die Fahrzeugkolonnen fließend aus der Stadt führt, oder eine S-Bahn genau dann in den Bahnhof einfährt, wenn ich sie erwarte.

# Es ist natürlich absurd, Algorithmen zu lieben oder zu hassen

Sie wissen nichts, denken nicht und fühlen schon gar nichts. Sie sind nichts weiter als standardisierte Rechenstrategien, die „Schritt für Schritt“ Probleme lösen (Stiller 2015).

Algorithmen sind Anweisungen für Rechner, die unendlich große Daten-Haufen durchstöbern, um die wenigen wertvollen Perlen zu finden. Sie werden immer leistungsfähiger. Bald wird es gelingen, einzelne Atome „rechnen zu lassen“. Solche „Quanten-Computer“ wären nicht nur schneller als herkömmliche PC, sondern könnten (über „0 / 1“ hinaus), auch mit Superpositionen rechnen („entweder 0 oder 1“).

Im Hantieren mit riesigen Datenbanken sind Computer unschlagbar: Menschen ermüden schon, wenn sie nur ein paar tausend Daten-Paare miteinander vergleichen sollen. Computer dagegen überprüfen mühelos mehrere Milliarden davon. Sie können, schneller als alle bekannten Lebewesen, Informationen, die in der Vergangenheit aufgezeichnet wurden, ordnen, analysieren und daraus zuvor fest-einprogrammierte Rückschlüsse ziehen.

## „Deep Learning“ und „Deep Mind“

Manche Hochleistungsrechner analysieren zeitgleich unterschiedliche „Daten-Ebenen“, und bilden in diesen so genannten „Neuronalen Netzen“ neue Lösungs-Muster. Einer Gesichts-Erkennungs-Software müssen z.B. Merkmale der menschlichen Anatomie einprogrammiert werden, und davon unabhängig solche, die nur bei bestimmten Gefühlen abgebildet werden, und solche, die für Frauen und Männer typisch sind, oder für Menschen aus verschiedenen Herkunftsländern. Dieser Prozess, bei dem der Rechner einzelne Informations-Schichten durchkämmt und Einzelfakten zu einem neuen Muster zusammenfügt, wird (missverständlich) als „Deep Learning“ bezeichnet („Tiefes Lernen“).

Ein vernetzt rechnender und scheinbar „lernender“ Algorithmus dieser Art (AlphaGo) konnte 2016 in Seoul, in vier von fünf Spielen, den Go-Großmeister Lee Sedol besiegen. Das Unternehmen, das ihn programmiert hat, nennt sich „Deep Mind“ („Tiefes Bewusstsein“), verrät aber nicht, was der gut klingende Begriff konkret bedeuten soll, und ob Intelligenz das



ausmacht, was diese „autistische Rechenmaschine“ kann.

### *Deep Mind*

*„Solve intelligence – use it to make the world a better place  
... to advance science and benefit humanity“*

Immerhin, AlphaGo ist für die Hersteller von Algorithmen ein mächtiger Sprung nach vorn. Zwar war es schon 1997 gelungen, den Schachweltmeister Gari Kasparow mit einem Algorithmus zu entthronen. Dazu hatte man dem Rechner „Deep Blue“ alle bekannten Weltmeister-Partien eingespeichert. Bei Schach bestehen pro Spielzug aber „nur“ etwas mehr als 30 Möglichkeiten pro Zug, und das Spiel dauert „nur“ etwa 80 Züge. Bei dem Go-Spiel sind es 250 Alternativen pro Zug und 150 Spielzüge. AlphaGo musste also mit weitaus mehr Daten gefüttert werden: mit über hundert Millionen großartiger Go-Partien. Zusätzlich führte AlphaGo „tiefe Datenbank-Analysen“ durch, bei denen Milliarden von Bits von „sich selbst optimierenden“ Algorithmen durchforstet wurden.

Trotzdem rechnen DeepMind und AlphaGo völlig anders, als Kasparow oder Sedol denken. Umgekehrt kann das, was Menschen mit ihrer Einheit aus Körper und Gehirn anstellen, nicht algorithmisch abgebildet werden. Die Maschinen sind also erfolgreich, aber auf eine völlig andere Art als es Menschen wären (Merö 2002).

*„ It’s impressive that a human can use a much smaller quantity of data to pick up a pattern. Probably humans are much faster learners than computers.“ Gary Marcus, Neurowissenschaftler bei AlphaGo-DeepMind, Nature, 17.03.2016*

## Die Befreiung der Menschheit durch die Algorithmen

Menschen werden durch die Innovationen der Algorithmen zunehmend von Alltagssorgen, wie Kochen, Putzen, Kartenlesen oder Autofahren „befreit“ werden. Dazu werden die Rechner Kompetenzen erlernen, die bisher Menschen vorbehalten blieben:

- Erzeugen natürlich-sprachiger Sätze

Redaktionen wie AP, Forbes oder Los Angeles Times benutzen bereits heute Roboter-Journalisten, die kurze Artikel zu verfassen und sie auch vorlesen können. (chatGPT)

- Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten (bayes-sches Programmieren, BPL)  
Durch Erfahrung gewonnenes Wissen wird in eine Analyse einbezogen. Etwa so: etwas Rundes ist vielleicht ein Rad, wenn vier davon an einem Kasten befestigt sind, ist das vermutlich (aufgrund vieler Beobachtungen) ein Wagen (Tannenbaum 2015).
- Kommunizieren mit „Empathie-Modulen“  
Lernfähige Algorithmen werden trainiert, durch versteckte Andeutungen, Sprachmelodie oder eingescannte Mimik, „Gefühle zu erraten“ und „spontan einfühlsam“ zuvor Einprogrammiertes zur Situation passend in ein „Gespräch“ einzubringen.(chatGPT)
- Psychotherapie mit Robotern  
In Peking werden Gläubige in Lonquan-Tempel von dem Roboter-Mönch Xian'er betreut. Er ist einen halben Meter groß, kann zwanzig einfache Fragen beantworten, und sein Gesicht zeigt ständig den Ausdruck von Überraschung. Bei Berührung seines, vor seinem dicken Plastik-Bauch hängenden, „Touch Screen“ singt er erbauliche Lieder, erzählt etwas über den Buddhismus oder über die Geschichte seines Klosters. (Guardian 06.05.2016)
- Geldverdienen durch „denkende und lernende“ Börsen-Computer  
Rechner sollen an Börsen nach Mustern und Zusammenhängen suchen, die menschlichen Beobachtern entgehen würden, zum Beispiel nach ähnlichen Gewinn- und Verlust-Entwicklungen ganz unterschiedlicher Unternehmen in verschiedenen Branchen und Ländern. Mindestens ein erfolgreicher Finanzmakler glaubt beim Geschäftemachen an die Überlegenheit der Algorithmen-Logik gegenüber dem „gesunden“ Menschenverstand: „Menschen sind schlichte Gemüter, sie generalisieren, wo sie nur können und behalten das bei, solange es Erfolg hat. ... Wir Menschen überschätzen unsere intellektuellen Fähigkeiten. Wir lernen im Laufe des Lebens, Muster zu erkennen und reagieren darauf in vorhersehbarer Weise. Wir meiden bestimmte Situationen, genauso wie wir die heiße Herdplatte zu vermeiden gelernt haben. Und wir entwickeln Werkzeuge, um unbekannte Situationen zu analysieren, zu kategorisieren und zu strukturieren. Nur selten wird unser Handeln von abstrakten Prinzipien geleitet. Gut gewählte Leitprinzipien aber machen unser Leben erfolgreicher – sei es beim Investieren, im Beruf oder bei der Partnerwahl.“ H. Leber (Actis GmbH): Die Macht der Muster in der Finanzwelt
- Denken mit „mensenähnlichem Gehirn ohne Körper“

Im Jahr 2013 sprach die europäische Kommission einem Team von Neuro-Wissenschaftlern mehr als eine Milliarde € zu, damit diese ihre Vision eines digital nachgebauten Gehirns verwirklichen können (Human Brain Project). In den USA soll ein ähnliches Projekt geplant sein. Ein Gehirn zu simulieren ist ein enorm ambitioniertes Unterfangen. Die Neuro-Wissenschaftler sind gespalten: Viele halten das Großprojekt für Geldverschwendung, weil Denkleistung Leben und damit einen beweglichen Körper erfordere.

- Denken als Mix aus Mensch und Maschine (Cyborg)  
Alle weltweit-führenden Algorithmen-Unternehmen arbeiten fieberhaft an verkörperten Maschinenversionen, die dafür sorgen sollen, dass sich in einer neuen evolutionären Etappe, das menschliche Gehirn und auch der dazugehörige Körper verändern. Dazu sollen so genannte Cyborgs entstehen: ein Gemisch aus Menschen mit implantierten Computern (Harari 2016)
- Fröhliches Maschinen-Lachen  
Computer können mit Leichtigkeit Witze erzählen, und sie lernen auch genau an der richtigen Stelle zu lachen. Sie sind bestens geeignet für einen Humor, der sich strikt an die Regeln hält, oder für eine Fröhlichkeit, die genau dann ausbricht, wenn es so sein muss. Sie riskieren deshalb nicht, dafür verklagt oder erschossen zu werden.
- Erkennen was „eigentlich“ gewollt ist  
Wenn ein Algorithmus etwas über früheres Kaufverhalten erfahren hat, kann er Suchanfragen nicht nur so beantworten, wie es der Frager (rational) wünscht, sondern auch dessen „Unbewusstes“ ansprechen. Also das, was „eigentlich“ gewünscht wird, was aber nicht gewagt wurde zu fragen. „Musik für alle“ ist ein solcher lernender Algorithmus, der sich immer weiter perfektioniert. Andere dieser Art könnten Informationen so auswählen, sortieren oder ggf. auch manipulieren, dass sie genau zu dem passen, was wir hören wollen. D.h. sie könnten uns genau das Bild der Wirklichkeit vermitteln, das wir einfordern und sehen wollen, oder auch das, an das wir glauben sollen.
- Sich über Avatare in reale Maschinen hineinversetzen  
In der Spiele-Industrie laufen z.Z. gigantische Massenversuche mit Datenbrillen, die durch Eintauchen in zweite oder dritte Identitäten mit Avartaren das Ich-Gefühl verändern. Die ewige Frage „Wer bin ich“ wird so entschieden werden, dass ich heute und morgen jeweils eine andere oder ein anderer sein kann. Die Avatare werden uns, mit realen Maschinen verbunden, verkörpert erscheinen. Oder: Mit Sensoren ausgestattete Daten-Handschuhe oder Ganzkörperanzüge vermitteln die

Illusion, sich in einem anderen Körper zu befinden. Bei immer weiter gehender Perfektionierung solcher virtuellen Avatare mit Schnittstellen in die Realität, wäre es möglich, einen Mord zu begehen und zugleich ein „wasserdichtes“ Alibi zu besitzen. Warum nicht auch ein Selbstmordattentat mit einer Drohne, in deren Computer ein Avatar lebt? Auch Folterungen, bei denen das Opfer real, der Folterer aber virtuell ist, werden möglich sein. Wie immer in solchen Fällen technischer Neuerungen humpelt die Diskussion über ethische Konsequenzen hoffnungslos hinter der kommerziellen und militärischen Dynamik hinterher.

- Das Internet der Dinge

Das Internet der Dinge Das Internet begann mit einer Vernetzung von Rechnern. Dem folgte die Vernetzung der Menschen durch Handy, Chat-Applikation und soziale Netzwerke. Jetzt wird das Internet der Dinge folgen, bei den sich, wie in einem großen, weltumspannenden Nervensystem viele kleine Maschinen, Algorithmen und Sensoren vernetzen und in Rückkopplungs-Schleifen miteinander kommunizieren: Interaktive Graphik: The Internet of Things (D. McCandless)

- Maximale Daten-Komprimierung und Ex-formation

Daten aufzunehmen, ist bei der Informations-Verarbeitung weit weniger wichtig, als Hintergrundrauschen und Datenmüll zu löschen (Ex-Formation). Die beim Zug-Fahren aus dem Fenster schauen, wissen das, und vergessen alles, was sie sehen. Damit das trotzdem weiterhin Anhaftende, aber sinnlose, beseitigt wird, träumen wir und konsolidieren dabei das Bedeutsame.

Dieser eigentlich offensichtliche Zusammenhang hat sich bei vielen noch nicht herumgesprochen: Gläubige verehren einen Allwissenden, der nichts vergessen soll, und Lehrer trichtern ihren Kindern Wissens-Brei ein, den diese möglichst unverändert wiederkauen sollen. Computerwissenschaftler halten dagegen die Fähigkeit, alle überflüssige Information konsequent zu beseitigenden für den Kern von Intelligenz, also das „Defragmentierungs – und Komprimierungs-Programm der Festplatte Gehirn. Dem Informatiker Huttner gilt Intelligenz als der „Erfolg einer Strategie, gemittelt über alle vorstellbaren Möglichkeiten“. Intelligent sei, etwas konsequent zu vereinfachen. D.h. in den Datenbergen radikal „William von Occhams Rasiermesser“ anzuwenden „Unter allen mit einer Beobachtung vereinbarten Erklärungen, nimm die einfachste“. Das können emotionslose Maschine oft um ein vielfaches besser als gefühlvolle oder zweifelnde Menschen: „So wird Ihr PC wieder wie neu: Ausmisten, Putzen, Patchen – bringen Sie Ihren Rechner wieder auf Vordermann. Befreien Sie

ihn von Datenmüll. PC-Welt 13.03.2016“

## **Ist die menschliche Intelligenz am Ende?**

*If you hate people and think human extinction is okay, then fuck it. Don't go to space. If you think it is worth humans doing some risk management and finding a second place to go live, then you should be focused on this issue and willing to spend some money”  
(Elon Musk, Guardian 08.04.2016)*

Elon Musk ist der Chef des erfolgreichen Raumfahrtunternehmens SpaceX (und seit 2022 auch Boss von Twitter). Er glaubt an die Allmacht der Algorithmen, weil er, wie andere Nerds, seine vielen Millionen mit einem innovativen Algorithmus verdient hat: mit PayPal. Er träumt von einer künstlichen Algorithmen-Welt auf dem Mars, die dann voll funktionstüchtig sein soll, wenn die Algorithmen die Erde unbewohnbar gemacht haben werden.

Das Besondere an der Musk-Vision des Lebens auf dem Mars ist, dass es auf der Red Colony keine Natur geben wird. In der Evolution wäre das konsequent: Die Menschen hätten sich von ohnmächtigen Tieren ihres Ökosystems allmählich emanzipiert, beherrschten die Natur schließlich, und schafften sie dann ganz ab.

Aber lohnt sich das „one way ticket“ zum „biggest media event ever“?

*Mars One 2023 Introduction Film*

## **Wie würden die verbleibenden Menschen in der natur-freien Algorithmen-Welt leben?**

Roboter sind genügsam. Sie benötigen keine Schlafperioden und müssen sich auch nicht mit Spielfilmen, TV-Fußballspielen, Gebeten, Parties oder Pornographie ablenken lassen. Sie sind deshalb hervorragend geeignet, um in lebens-unfreundlichen Regionen (im Weltraum, auf dem Mars oder in verstrahlten Atomkraftwerken) tätig zu sein. Also in Umgebungen, in denen Menschen innerhalb kürzester Zeit sterben würden.

Menschen wären bei Ankunft auf dem Mars nach langer Reise in Schwerelosigkeit und Strahlung kränkelnde Fracks, die nach einer

Gesundheitsversorgung verlangen würden, die es dort nicht geben wird.

Langzeit-Astronauten litten unter Beschwerden des Bewegungsapparates, des Verdauungstraktes und der Nieren. Das Risiko für Infektionen von Haut und Schleimhäuten (Mund, Augen, Atemwege) und für Autoimmunerkrankungen wäre erhöht. Denn die Körper-Zellen, insbesondere die des Immunsystems und des Bewegungsapparates, benötigen für ihre inneren Strukturen (Zyto-Skelette) die Orientierung der Gravitation.

Außerdem bilden Menschen funktionelle Einheiten mit Bakterien und Viren (Mikrobiom): etwa wie Zimmerpflanzen mit ihren Wurzelballen. Dieses Zusammenspiel kann sehr leicht empfindlich gestört werden. Hinzu kämen Stress durch hohe Belastungen und die Enge des Zusammenlebens ohne Ausweichmöglichkeiten. (Gulland 2016, Ullrich 2011, Ziegler 2001)

Warum müsste es solche körperlich, psychisch beeinträchtigten, in der Versorgung extrem teuren und dauerhaft wenig leistungsfähigen Lebewesen für das Funktionieren der natur-freien Algorithmen-Welt auf dem Mars geben? Würden sie nicht, wenig effizient, immense Kosten verursachen und ggf. durch irrationales Verhalten den Erfolg des Unternehmens gefährden?

Warum also sollte ein „effizient denkender“ Algorithmus sie nicht töten? Stanley Kubrick, der sich mit dieser Frage beschäftigte, hat die Rechenmaschinen (wie sein HAL 9000) überschätzt: Sie sind und bleiben stroh-dumm, und können keine eigenständigen Entscheidungen treffen, die nicht zuvor einprogrammiert wurde oder von jemandem befohlen wurden. Wenn aber jemand Mord auf die Festplatte eingebrannt hat, werden sie (ohne jeden Zweifel) genau so sicher töten, wie die Kampfdrohnen moderner Kriege.

## **Rechner und Roboter sind tot**

*„PC sind heute näher an einer Waschmaschine als an einem Gehirn!“  
Prof. Fei-Fei Li 2016 – „Das PC Bewusstsein erlangen können,  
halte ich für ausgeschlossen.“ Raul Rojas, FU Berlin,  
Forschungsgruppe „Künstliche Intelligenz“, 2016*

Selbst die leistungsfähigsten Denk-Maschinen sind einfachen Pflanzen und Tieren unterlegen. Sie leben nicht. Werden sie nicht gelenkt, betrieben oder gewartet, verrotten sie regungs- und funktionslos, bis

sie wieder jemand repariert und nutzt.

Lebewesen dagegen erneuern sich aus sich selbst heraus. Sie verändern sich, wachsen und gedeihen und erschaffen sich im stetem Austausch mit ihrer Umwelt ständig neu. Während ihres Daseins werden alle Atome, aus denen sie bestehen, vielfach ausgetauscht, und doch bleiben sie in einem Alterungsprozess in ihrer Selbstähnlichkeit erhalten (Autopoiese).

## Alles Lebende ist verkörpert.

Wahrnehmung und Analyse von Informationen sind immer mit Handlungen verbunden, die durch zukunftsorientiertes Ausprobieren zu Veränderungen der Informationsverarbeitung führen. Erst reicht ein Organismus („ein Pantoffeltierchen“) tastend in die Welt hinaus, dann nimmt es etwas wahr („süß“), dann bewertet es die Information („bedarfs-befriedigend“) , dann handelt es („hinschwimmen und aufnehmen“), und dann wird diese Erfahrung (je nach Ausstattung des Informationsverarbeitungs-Systems) auch gespeichert. Lebewesen können so Erfahrungen machen und diese für künftige Aktionen nützen.

Darüber hinaus können Menschen sich von der Vergangenheit gänzlich lösen und irrealer Zukunfts-Vorstellungen und Visionen entwickeln. Sie können sich neue Welten ausdenken, darüber kommunizieren und bisher völlig Unbekanntes entdecken oder selbst erschaffen. Sie sind daher den Hochleistungs-Rechnern, die durch Algorithmen gesteuert werden, in einigem radikal überlegen.

Menschen können z.B.

- alles, was geschieht, gleichzeitig wahrnehmen: selbst absolut neue und einmalige Situationen,
- sich (wie beim Segeln) mit der Dynamik eines Geschehens verbinden,
- lebende Systeme nutzbringend beeinflussen und deren Wachstum und Entwicklung fördern,
- sinnlich Erfahrenes emotional bewerten und mit ihren Gefühlen kommunizieren,
- dem was geschieht, einen körperlichen Ausdruck verleihen,
- schöpferisch (kreativ, innovativ) und leidenschaftlich tätig werden,

- Zusammenhänge erfassen und bewerten,
- liebe- und sinnvolle Beziehungen eingehen u.v.a.

Es ist sinnlos, mit Computer auf Gebieten zu konkurrieren, in denen sie Menschen überlegen sind.

Rechner können z.B. totem Datenbank-Wissen wesentlich besser durchforsten. Sie würden bei Quiz-Sendung oder Multiple Choice-Prüfungen immer mit Leichtigkeit gewinnen. Bei solchen stumpfsinnigen Tätigkeiten sind sie Menschen haushoch überlegen.

Wir könnten uns also auf das zu konzentrieren, was wir als „lebend-verkörperte Quanten-Rechner“ viel besser ausführen können als sie: auf Beziehungen, körperliche Bewegungen, emotionale Intelligenz, Kommunikation, kreatives Denken, Verknüpfung von Fakten zu neuen Zusammenhängen, auf das Aussortieren von sinnlosem und auf die Kunst einen Gesamtüberblick zu behalten.

Wir sollten in unseren Erziehungs-Fabriken damit aufhören, „autistische“ Einzel-Fakten-Experten zu züchten, die sich vergeblich damit abquälen, mit Computern konkurrieren zu müssen. Und stattdessen Menschen, so früh wie möglich, darin bestärken, Zusammenhänge und Beziehungen und die Dynamik der Systeme zu verstehen, aus denen sie bestehen und in denen sie leben.

Damit eröffneten sich neue Freiräume:

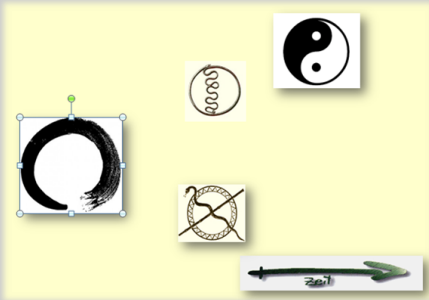
Flüchtlingskrise, Kriege, Abhängigkeit von Rohstoffen bilden eine Kaskade von Problemen, von denen nicht ein einziges mit den Mitteln der Digitalisierung zu lösen ist.

Umweltzerstörung, Klimawandel, Landraub, und all die anderen Folgen eines (in seiner Steigerungslogik ungebremsten) Hyperkonsums, machen deutlich:

„Die Digitalisierung ist nichts als ein Beschleuniger des Konsums von Gütern und Dienstleistungen. Hier zählt nur die reine Gegenwart und wie ihre Gegebenheiten auszuschöpfen sind.“ Harald Welzer, Die smarte Diktatur, S. Fischer Verlag



## Verschlingt uns die „digitale Weltformel“ ( $X=Xn$ )?



Die Evolution des Bewusstseins der letzten 10.000 Jahre aus dem leeren Kreis (Urobos) in den linearen und spiralgigen Dualismus. Graphik: Jäger

*Alle Lebensbereiche werden derzeit einer umfassenden Digitalisierung unterzogen. Alles, was digitalisierbar ist, kommt nicht mehr als Einzelobjekt vor, sondern lässt sich beliebig vervielfältigen.*

*Die analoge Wirklichkeit verkommt zur Schwundform, zur Schlacke ihrer selbst. Burkhardt, Höfer 2015*

## Der Einfluss der digitalen Erscheinungsformen wird übermächtig.

Die binäre Computer-Logik von „Null und Eins“ drängt in alle Lebensbereiche. Immer mehr von dem, was ist, kann kopiert, ausgedruckt und so schier endlos vermehrt werden. Als typisch menschlich kann bald nur noch das gelten, was bisher noch nicht digitalisiert wurde: u.a. kreative Kunst, Bewegung und die Beschäftigung mit dem, was noch nicht ist, und deshalb in seiner in der Zukunft gelegenen Einmaligkeit auch noch nicht vervielfältigt werden konnte.

Martin Burkhardt und Dirk Höfer zeichnen 2015 ein düsteres Bild unserer Welt. Alles, was ist, scheint sich vollständig einer digitalen Logik unterworfen zu haben, die von dem Begründer der Informationstechnologie George Boole (1815-64) ersonnen wurde.

Seine Zahlenwelt bestand nur aus den Elementen 0 und 1. Entweder sei ein Zustand „wahr“ oder „falsch“. Entweder „fließe“ Strom durch einen Schalter oder er „fließe nicht“. Solche Zustände können miteinander durch „und“, „oder“ oder „ist nicht“ verknüpft werden. Wenn sich einer der Schaltkreise gerade im Zustand „an“ befinde, könne er nicht „aus“ sein. Das besondere dabei: Jedes der beiden Elemente ergibt, mit sich selbst malgenommen, „sich

selbst“:

- $0 \times 0 = 0$  und  $1 \times 1 = 1$ .
- Oder:  $X = X \cdot X = X \cdot X \cdot X = X \cdot X \cdot X \cdot X = X \cdot X \cdot X \cdot X \cdot X = \dots = X$
- Oder allgemeiner:  $X = X^n$  – Die „digitale Weltformel“, wie Burkhardt und Höfer sie nennen.

Bald seien, so fürchten Burkhardt und Höfer, alle Gedanken und jede Kommunikation endlos kopiert und damit entwertet. Der Prozess des Kopierens auf einem Zeitstrahl führe, bei was auch immer, zu einer zunächst linearen und dann exponentiellen Vermehrung immer gleicher Erscheinungen. Es beginne noch langsam, bis dann alles „mit dem Gleichen“ überflutet sei:

Etwa so wie dem Import zweier Kaninchen nach Australien bald vier und dann sechzehn und dann 256 folgten, bis dann Millionen von ihnen den Kontinent zu verwüsten drohten.

Am Ende aller Entwicklungen, die der „Booleschen Formel“ folgen, steht zwangsläufig der Zusammenbruch. Und so werden die digital aufgetriebenen Luftballons, die alles schonungslos normieren und bis zur absoluten Sinnfreiheit multiplizieren, früher oder später von selbst platzen und sich auslöschen.

Aber können wir so lange warten? Und wenn nicht: Wer kann und soll diese „Null & Eins“- Blasen, die in allen gesellschaftlichen, sozialen und technischen Bereichen blubbern und wachsen, regulieren? Und wie? (Helbing 2015)

**Bleibt uns angesichts des Wahnsinns, der alles Menschliche zu zerstören droht, vielleicht nur die stille Verzweiflung?**

Burkhardts und Höfers Analyse der drohenden digitalen Apokalypse hat (mindestens) vier kleine Lücken. Vielleicht müssen wir deshalb doch nicht alle Hoffnung fahren lassen:

# (1) Die Verkörperung der Informationsverarbeitung

Menschen bestehen aus Körpern, die sich in einem Umfeld befinden. Und Körper verarbeiten Informationen ganz anders als Computer. Sie kümmern sich nicht um die Boole'schen Algebra. Denn ihre Sinnesinformationen sind begrenzt, und die Zahl der Möglichkeiten und Risiken, wie sich die Zukunft entwickeln könnte, dehnt sich ins Unendliche. Daher „rechnen“ lebende Organismen lieber mit der Wahrscheinlichkeitslogik, die (*etwa zeitgleich mit Boole*) der englische Pfarrer Baye entdeckt hatte (s.u.).

Menschen wirken aber gegenüber Computern und Robotern lächerlich langsam, wenn sie etwas tun, was diese viel besser können: Boole'sche Informationsverarbeitung eben.

Körper, insbesondere der des Menschen mit seinem Hochleistungs-Gehirn, können dagegen alle digitalen Informationen, inklusive der Möglichkeiten dessen, was sein könnte, gleichzeitig (!) verarbeiten und schlagartig (!) zu einer Entscheidung kommen. Das ist möglich, weil Informationen nicht linear über In- und Output verarbeitet werden.

Stattdessen bilden sich in dem Superorganismus Mensch über vielen Rückkopplungsschleifen aus intensiv miteinander verbundenen Nerven-, Bewegungs- und Drüsenzellen, Bakterien und Viren sehr komplexe Schwingungsmuster. Die Zahl der Zustände, die dadurch entstehen kann, ist grenzenlos, und mit rationalen Zahlen nicht beschreibbar. Dennoch können sie, gleichzeitig erfasst, zu einer spontanen Handlungsentscheidung führen.

Bei einem Roboter laufen Befehle von einem Zentral-Computer zu einem Bewegungselement und von einem Fühl-Element zum Zentralcomputer: eins nach dem anderen – entsetzlich langsam. Menschen dagegen können Beziehungsschleifen aktivieren, bei denen alle Elemente gleichzeitig aktiv sind und die nur moduliert werden müssen, um gleichzeitig alles zu verändern.

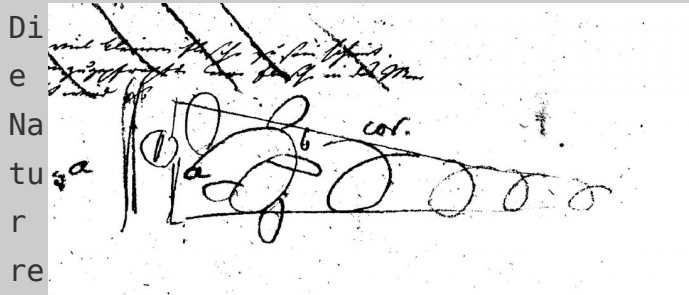
Das Geniale am menschlichen Geist, ist deshalb, im Gegensatz zu jedem Computer, seine „Verkörperung“. Ein Computer könnte jeden Experten besiegen, der versucht, „innere Datenbanken“ abzurufen. Er scheiterte

aber an der Bewegungskompetenz, die zum Beispiel einen Tennisspieler ausmacht. (Wolpert 2015).

Zusätzlich einmalig ist die menschliche Kommunikationskompetenz, die es ermöglicht, zwei getrennte Körper (ohne Berührung) gemeinsam über gespiegelte Gefühle abzustimmen. Zum Beispiel, wenn sich zwei Wissenschaftler beglückt anstrahlen, weil sie zeitgleich einen genialen Gedanken erfasst haben, den niemand außer ihnen verstehen kann.

## (2) Mathematik des Lebens

*„Engel fliegen in Spiralen.  
Nur der Teufel fliegt geradeaus.“  
Hildegard von Bingen*



Goethe 1831: In der Knospe sind Blattstruktur und die spätere Blüte nebeneinander bereits enthalten.

t  
ni  
ch  
t  
mi  
t  
„P  
lu  
s  
un  
d  
Mi  
nu  
s“  
.  
Li  
ne

ar  
e  
En  
tw  
ic  
kl  
un  
ge  
n  
ko  
mm  
en  
in  
de  
r  
Ev  
ol  
ut  
io  
n  
de  
r  
Na  
tu  
r  
nu  
r  
vo  
rü  
be  
rg  
eh  
en  
d  
un  
d  
in  
Au  
sn  
ah  
me

n  
vo  
r.  
Au  
sb  
rü  
ch  
e  
un  
be  
gr  
en  
zt  
er  
Ve  
rm  
eh  
ru  
ng  
fü  
hr  
en  
re  
la  
ti  
v  
ra  
sc  
h  
zu  
ei  
ne  
r  
Se  
lb  
st  
ve  
rn  
ic  
ht  
un

9.

Stattdessen gestaltet sich natürliche Entwicklung in Spiralen. Das gleiche kehrt scheinbar, in einer anderen Qualität, an seinen Ursprung zurück. Die Natur „rechnet“ nicht mit „wahr“ oder „falsch“, sondern u.a. mit Pi ( $\pi$ ), einer Zahl, die kein Computer bestimmen kann.

Pi ( $\pi$ ) beschreibt das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser. Das ergibt ungefähr 3,1415. Ein ägyptischer Schreiber um 1.650 v.u.Z. soll in dem so genannten Rhind Papyrus das Verhältnis schon fast korrekt beschrieben haben. Seiner Berechnung nach entsprach die Kreisfläche einem Quadrat mit einer Grundlinie von  $\frac{8}{9}$  des Kreisdurchmessers. Damit traf er das Verhältnis, das durch Pi ( $\pi$ ) beschrieben wird, schon ziemlich gut: 3,160.

Bis heute kann kein Rechner Pi ( $\pi$ ) auf die letzte Kommastelle ausrechnen, sondern sich der Zahl nur annähern. Pi ( $\pi$ ) wird deshalb in der Mathematik eine „Transzendente Zahl“ genannt, denn es gibt keine Menge rationaler Zahlen, die auf Pi ( $\pi$ ) zurückgeführt werden könnte. Das uralte Problem der Quadratur des Kreises ist deshalb nicht lösbar. Das „Pi ( $\pi$ ) der Ingenieure“ wäre „ungefähr drei“ und reicht so für Maschine meist völlig aus. Das „Pi ( $\pi$ ) der Physiker“, die bei ihren Beobachtungen des allerkleinsten und unendlich großen, wesentlich genauer rechnen müssen, ist schon viel genauer: „3.1415927 plus oder minus 0,000000005“

Aber auch das ist nicht das exakte Pi ( $\pi$ ) der natürlichen Rundungen, Spiralen und Kurven, die um uns herum wachsen, blühen und gedeihen. Die wuchernde Digitalisierung der toten Schaltkreise, die zu den leblosen Haufen unzähliger Kopien ( $X = X^n$ ) führt, passt nicht zur Mathematik des Leben (u.a. mit Pi ( $\pi$ ), zum Beispiel dem der Pflanzen. Sie sind unbewegliche Lebewesen, die ohne Organe und definierte Schaltkreise existieren, und dennoch riesige Informationsverarbeitende Netzwerke bilden, die, ganz anders als Rechner, in einer Art von Schwarmintelligenz Überlebensstrategien entwickeln (Mancuso 2015).

Die mathematische Beschreibung der Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten solcher Systeme, die sich dynamisch entwickeln und verändern, ist zwangsläufig subjektiv. Denn die, die sie analysieren, sind ebenfalls Teile von Systemen, die das Beobachtete beeinflussen. Und Systeme, die ausschließlich aus sich selbst heraus erklärt werden, kann es nicht

geben (Gödel 1931).

### (3) Die Chinesische Zahlenlogik des Werdens und Vergehens

Die europäische Zahlenlogik begann erst vor wenigen hundert Jahren führte im 19. Jahrhundert zur heute scheinbar alles beherrschenden Weltformel  $X = X^n$ . Damals stand die industrielle Revolution bevor, die nach der Lösung mechanischer Probleme verlangte.

Der große antike Mathematiker, Pythagoras, war damals schon lange vergessen. Er sah in seinen Zahlen Klang, Schwingung, Harmonie und Rhythmus. Alles Erscheinungen, die in den aufstrebenden Naturwissenschaften den Mystikern, Künstlern und Priestern überlassen wurden. Pythagoras hielt die Zahl für den Ausdruck des Wesens aller Dinge, für ihre Qualität. Die neue Generation der Ingenieure dagegen war mehr an der Vermehrung und Verbesserung der Dinge interessiert: an der Quantität.

In China war man der westlichen Mathematik bis ins 14. Jahrhundert unserer Zeitrechnung deutlich voraus. Dort rechnete man bereits vor dreitausend Jahren mit Dezimalzahlen und auch mit Näherungswerten von Pi ( $\pi$ ). Vor allem aber hatte man dort die Zahl Null entdeckt, die erst langsam über islamische Länder im Mittelalter nach Europa einsickerte. Die Null ist ein leerer Kreis, der absolut nichts enthält, und doch zugleich Alles, was je entstehen kann.

*Die Welt ist alles was der Fall ist, und alles, was der Fall sein kann. A. Zeilinger*

*Der chinesische leere Kreis (Wuji) gleicht der „Raumdimension aller Möglichkeiten“, dem, was sich Physiker als den Zustand vorstellen, der unmittelbar vor dem Urknall geherrscht haben soll. Auch bei den Sekunden nach dem Urknall sind die alte chinesische und die moderne, physikalische Weltsicht noch deckungsgleich: Es seien entgegengesetzt wirbelnde Teilchen oder Wellen entstanden, deren Summe insgesamt null ergeben habe. Die antiken Chinesen blieben bei dieser harmonischen Vorstellung. Während die Quantenphysiker bis heute zu erklären versuchen, warum es in unserem Universum mehr Teilchen statt Anti-Teilchen herumfliegen. Also: warum es uns überhaupt gibt.*

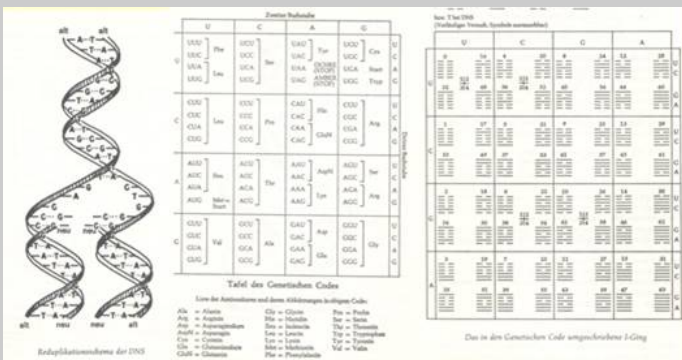


Die Chinesen jedenfalls entwickelten 3.000 Jahre vor Boole eine Mathematik, die seiner gleicht, aber nicht linear verläuft, sondern kreis- oder genauer spiralförmig. Diese Logik liegt dem alten Orakel- und späteren philosophischen Grundlagenbuch „I Ging“ (Yijing) zugrunde (s.u.). Auch hier gibt es absolute Gegensätze als „hell-dunkel“, „schwarz-weiß“, „weiblich-männlich“. Aber sie sind nicht wahr oder falsch, weil „das eine“ immer den Keim „des anderen“ in sich trägt. Wenn das „helle“ schwach ist, wird es dynamisch wachsen. Und wenn es am stärksten scheint, steht sein Wechsel in das „dunkle“ unmittelbar bevor.

Die Zahlen des I Ging beschreiben ein unablässige Dynamik der Veränderung und der Wandlung. Der Zufall spielt darin eine wichtige Rolle. Er lenkt die Bewegung in neue Bahnen – ohne versteckte göttliche oder andere Ursachen.

Aus der kreisenden Dualität der Gegensätze können, wie bei Fotos eines Bewegungsablaufes) Zustände durch die Kombination einfacher Linien symbolisiert werden. Bewusst vereinfachend sind es vier („Stark hell“, „Schwach hell“, „Schwach dunkel“, „Stark dunkel“). Ihre Kombination ergibt acht Dreier-Silben, die zu 64 Worten (Sechser-Kombinationen) zusammengesetzt werden können. Diese Art der Logik kommt der natürlichen Mathematik deutlich näher als die lineare Boole'sche Logik: Mit den Silben und Worten des I Ging der kann der genetische Code des Menschen geschrieben werden.

Die  
e  
al  
te  
n  
Ch  
in  
es  
en  
wa  
re  
n  
an  
al  
lt



Genetischer Doppelstrang und in der Mitte die Tabelle der Basenpaare des genetischen Code. Rechts geschrieben mit den Trigrammen des I Ging.

Quelle: Schöneberge, 2000

ag  
sp  
ra  
kt  
is  
ch  
en  
Ko  
ns  
eq  
ue  
nz  
en  
in  
te  
re  
ss  
ie  
rt  
.  
De  
r  
fl  
ac  
he  
Kr  
ei  
s,  
mi  
t  
se  
in  
er  
im  
in  
ne  
re  
n  
wi  
rb  
el

nd  
en  
Dy  
na  
mi  
k,  
ga  
lt  
ih  
ne  
n  
nu  
r  
al  
s  
Mo  
me  
nt  
-  
Au  
fn  
ah  
me  
od  
er  
al  
s  
nüt  
tz  
li  
ch  
e  
Vo  
rs  
te  
ll  
un  
g  
ei  
ne  
r

We  
lt  
,  
di  
e  
si  
ch  
in  
Wi  
rk  
li  
ch  
ke  
it  
sp  
ir  
al  
-  
od  
er  
ku  
ge  
lf  
ör  
mi  
g  
au  
sd  
eh  
ne  
n  
so  
ll  
te  
. Ih  
re  
Ph  
il  
os  
op

hi  
en  
ko  
mm  
en  
da  
he  
r  
de  
m  
se  
hr  
na  
he  
,  
wa  
s  
Ph  
yt  
ha  
go  
ra  
s  
vo  
rs  
ch  
we  
bt  
e:

- Fleißig sein und höchste Harmonie der Gegensätze anstreben.  
(Konfuzianismus: Taiji)
- Nichts finden außer dem leeren Kreis (Cha'an (jap. Zen): Wuji)
- Nicht intervenieren, sondern das Natürliche sich entwickeln lassen (Dao:  
der Übergang)

## (4) Die Brown'sche Algebra

Was ein Ding ist, und was es nicht ist, sind in der Form, identisch gleich. Daher ist, dass alles und nichts formal gleich sind, leicht zu beweisen. G.S. Brown

George Spencer Brown begründete 1969 eine neue Art mathematisch-philosophischen Denkens, die in gewisser Weise an die Boole'sche Logik und auch an die Dynamik der chinesischen Dualität erinnert, sich aber zugleich von beiden deutlich unterscheidet.



Selbst Mathematik ist subjektiv: Erst eine Unterscheidung erlaubt es, das eine mit dem anderen zu vergleichen. Laws of form: George Spencer Brown

-  
Un-  
te-  
rs-  
ch-  
ie-  
de-  
ne-  
m,  
ei-  
ne-  
m  
Na-  
me-  
nl-  
os-  
en  
,

da  
s  
ni  
ch  
t  
ei  
nm  
al  
le  
er  
is  
t,  
we  
il  
es  
ab  
so  
lu  
t  
ni  
ch  
ts  
en  
th  
äl  
t.

In  
di  
es  
em  
Ni  
ch  
ts  
wi  
rd  
ei  
ne  
Un  
te  
rs

ch  
ei  
du  
ng  
ge  
tr  
of  
fe  
n,  
un  
d  
da  
mi  
t  
zw  
ei  
Zu  
st  
än  
de  
ge  
sc  
ha  
ff  
en  
,  
ei  
n  
„m  
ar  
ke  
d  
st  
at  
e“  
un  
d  
ei  
n  
„u  
nm



ar  
ke  
d  
st  
at  
e“  
un  
d  
ei  
ne  
Gr  
en  
ze  
da  
zw  
is  
ch  
en  
.  
Di  
es  
e  
Un  
te  
rs  
ch  
ei  
du  
ng  
en  
th  
äl  
t  
al  
le  
s,  
wa  
s  
si  
e  
br

au  
ch  
t.  
Fo  
lg  
li  
ch  
is  
t  
gl  
ei  
ch  
gü  
lt  
ig  
,  
wa  
s  
et  
wa  
s  
is  
t  
od  
er  
ni  
ch  
t  
is  
t,  
un  
d  
se  
i  
es  
da  
s  
Un  
iv  
er  
su

m,  
we  
il  
es  
zu  
gl  
ei  
ch  
du  
rc  
h  
se  
in  
Ni  
ch  
t-  
Is  
t  
de  
fi  
ni  
er  
t  
wi  
rd  
.  
Es  
ma  
ch  
t  
al  
so  
lo  
gi  
sc  
h  
ke  
in  
en  
Si  
nn

,  
ei  
n  
Di  
ng  
al  
s  
al  
le  
in  
st  
eh  
en  
de  
s  
an  
zu  
ne  
hm  
en  
,  
so  
nd  
er  
n  
nu  
r  
al  
s  
ei  
ne  
Dy  
na  
mi  
k,  
di  
e  
zw  
an  
gs  
lä

uf  
ig  
vo  
n  
ei  
ne  
m  
Be  
ob  
ac  
ht  
er  
au  
sg  
eh  
t,  
de  
r  
ei  
ne  
Un  
te  
rs  
ch  
ei  
du  
ng  
tr  
if  
ft  
.

Folglich sei es also prinzipiell auch unwichtig, sondern nur praktisch nützlich, zu wissen, ob ein Auto Ledersitze, ein Steuerrad oder eine Klimaanlage enthielte, oder alle drei oder nichts davon. Denn die Welt sei Eins (+) und Nichts (-) zugleich, und dass wir sie in Etwas und Nichts unterschieden, liege nur an uns.

Jede mathematisch-wissenschaftliche Erkenntnis beginne daher mit der willkürlich-persönlichen Unterscheidung:

Etwas könne daher, weder „wahr“ noch „falsch“, auch „imaginär“ sein. Es läge dann außerhalb eines Bezugssystems, so wie „hohe oder tiefe“ Punkte, die von einem zwei-dimensionalen Figuren-Wesen, das nur seine Fläche überblickt, nicht erkannt werden können.

Unsere tag-täglichen Unterscheidungen (*nach Boole in „wahr“ und „falsch“*), trafen wir allein aus Nützlichkeitsüberlegungen. Aber nichts was ist, sei so – ohne, dass es jemand von etwas anderem abgetrennt habe.

*„Alles was gesagt wurde, wurde von jemandem gesagt.“ F. Varela*

## Frißt uns die digitale Weltformel nun oder nicht?

Die Evolution wird es leidenschaftslos sehen: Es setzt sich immer durch, was sich bewährt, und dann vergeht es auch irgendwann wieder. Menschen bilden keine Ausnahme. Angesichts der digitalen Gleichmacherei der Analog-Computer besteht bei Quanten-Computern, wie es menschliche Körper und Gesellschaften sind, die Möglichkeit, etwas kreativ völlig anders zu machen.

Die letzte große Transformation der Menschheit war die neolithische Revolution: Der Übergang von nomadischen Jägern und Sammlern zu Bauern und Städtern. Sie spielte sich vor vielleicht 10.000 Jahren ab. Vielleicht erleben wir noch, oder auch erst unsere Enkelkinder, den nächsten genialen Sprung der Informationsverarbeitung auf diesem Planeten.

Der drohenden (digitalen) Ver-Ameisung des menschlichen Lebens können wir durchaus etwas Wirksames entgegensetzen: Indem wir das intensiv trainierten, wozu Computer niemals fähig sein werden. In Kindergärten, Schulen und Universitäten könnte man z.B. angesichts der vielen Hochleistungsrechner damit aufhören, auswendiggelerntes „Buch- oder Datenbank-Wissen“ abzufragen. Und stattdessen Gelegenheiten fördern, an denen körperliches und geistiges Erfahrungs-, Bewegungs- und Beziehungs-Wissen erworben werden kann.

Die Idee der zyklischen Digitalisierung der klassischen chinesischen Philosophie, könnte uns zu nachhaltigem Verhalten inspirieren, zu Produktionszyklen, bei denen etwas quantitativ Gleichbleibendes sich

ständig qualitativ erneuerte.

Die Brown'sche Mathematik bildete eine Grundlage der Systemtheorie (u.v.a.: Luhmann, Capra s.u.). Die von ihnen beschriebenen Systeme sind eigendynamische, informationsverarbeitende Organismen, deren Funktionsweise sich deutlich von Maschinen unterscheidet. Diese basieren auf dem was war, und aufgeschrieben und einprogrammiert wurde, und deshalb auch als Wissen kopiert werden kann.

Lebendes ist dagegen zukunftsbezogen: Es ist nicht, sondern es wird. Es probiert etwas aktiv aus, schöpferisch und innovativ, und beobachtet dann, was geschieht, um daraus Handlungskorrekturen abzuleiten. Lebendiges Lernen ist Erfahrung, die aus aktivem Erleben entsteht. Nichts davon ist kopierbar. Also besteht die Rettung vor dem Verschlungen-werden durch die „digitale Weltformel“ ( $X = X^n$ ) darin, etwas absolut Einzigartiges zu schaffen und zu erleben. Etwas zu dem kein anderer Mensch in diesem Universum fähig wäre, weil er oder sie zwangsläufig ganz anderer Erfahrungen gemacht haben müsste.

Um dieses Einzigartige zu finden, eröffnet die Erkenntnis, dass jede Unterteilung willkürlich sei, unbegrenzte Freiräume: Die Dinge, die sich nicht verändern lassen, können bleiben wie sie sind, aber sie können in einem anderen Zusammenhang betrachtet werden: Zum Beispiel könnte ein „Ich“, das leidet, weil es sich einsam fühlt, sich als Teil einer größeren sozialen Gemeinschaft erkennen, und schon wäre das Gefühl der Isolierung verschwunden, ohne dass sich an der Situation irgendetwas verändert hätte.

Die Bedrohung durch die „digitale Weltformel“ ( $X = X^n$ ) ist zwar real, aber nicht alternativlos. Denn immer wieder entsteht, um uns und in uns, faszinierend Einzigartiges, das in der Einmaligkeit seines Werdens nicht kopiert werden kann:

*„Kaum sichtbar ist heute der Fuji im Schleier des winterlichen Regens.*

*Und doch! Wie ist er schön!“ Bashō*

**Ver-Ameisung: Risiko oder Chance?**

## Die erfolgreichsten sozialen Eroberer.

Ameisen und Menschen bilden Gemeinschaften. Das Überleben der Gruppe ist ihnen wichtiger als einzelne Individuen. Und so betreiben sie arbeitsteilig und informations-austauschend Landwirtschaft, hüten Nutztiere, bauen Städte, bilden Staaten und gründen Kolonien. (Wilson 2012)

Die Ähnlichkeiten des menschlichen Sozialgefüges mit dem der Ameisen nehmen im Zeitalter elektronischer Kommunikation deutlich zu. Auch die Ameisen „chatten“ und „twittern“ in ihren sozialen Netzwerken: Sie übermitteln ständig winzige, scheinbar belanglose Informationspakete. Und die Bewertung großer Zusammenhänge ist ihnen völlig gleichgültig. (Wilson 2012)

Das ameisenhaft inhaltsarme Geschwätz auf engstem Raum, informiert die kleinen Wimmel-Tiere über die neusten Futter-Trends, Düfte und die Neuigkeiten der unmittelbaren Umgebung. Sie erfahren so, genau wie die Menschen durch Smartphones, was sie tun müssen, um sich den Moden der Masse anzupassen.

## Der selbstsüchtige Aktenordner (The Selfish Ledger)

Google, und möglicherweise auch andere, arbeiten innovativ mit Deep Mind (u.a.) an der Übernahme des Gesundheitswesens. Darüber hinaus entwickeln sie Visionen zur Lenkung der Evolution. So wie früher einzelne (eng denkende) Biologen wie Richard Dawkins ein egoistisches Gen als wesentliche Triebkraft der Evolution ansahen, glaubt jetzt Google eine übergeordnete virtuellen Datensammlung (engl. ledger) als das Wesentliche zu erkennen, was Menschen mit sich herumtragen. Etwas was als Informationspaket sogar wichtiger ist, weil es gleichsam unsterblich an die Nachkommen weitergegeben werden kann.

Jeder Mensch könne ein digitales Journal zugewiesen bekommen, eine Art Verzeichnis seines Lebens. Vielleicht könnte man es auch die moderne menschliche Seele nennen.

Diese beständige und dynamisch wachsende Repräsentation enthielte eine verschlüsselte Version sämtlichen Handlungen, Entscheidung, Neigungen, Vorlieben, Aufenthaltsorten, Sehnsüchten, Gewohnheiten und Beziehungen. Und



Google helfe dann bei jeder anstehenden Entscheidung, welches Produkt als nächstes konsumiert werden solle: Der Algorithmus helfe sich gesünder zu ernähren, besser zu bewegen, die Umwelt zu schützen, die lokale Wirtschaft zu stärken, die Kinder besser zu erziehen und glücklicher zu werden. Für alles wird es eine maßgeschneiderte Antwort geben, und Einsamkeit wird der Vergangenheit angehören. Je mehr Informationen in den Datenordner eingefüllt werden (durch soziale Netze, Fitness-Uhren oder Gesundheits-Apps), desto besser und treffsicher werden die Empfehlungen für die künftigen menschlichen Ameisen ausfallen.

- The Selfish Leger: [www.youtube.com/embed/LUSZfEBTwRc](http://www.youtube.com/embed/LUSZfEBTwRc)
- Kommentar: [www.youtube.com/watch?v=UqByX959pxg](http://www.youtube.com/watch?v=UqByX959pxg)

In der schönen neuen Welt der selbstsüchtigen Aktenordner werden menschliche Körper zu Trägern von Datensätzen, die auf die Einflüsterungen der Künstliche Intelligenz warten und wie fern-steuerbaren Drohnen handeln.

Google bemüht sich natürlich zu erklären, es handele sich nur um ein experimentelles Gedankenspiel. Aber sicher wird sich mit zunehmender Digitalisierung irgendwann die reale Frage stellen, wer hier eigentlich wen steuert: Menschen Maschinen oder Maschinen Menschen?

Im reinen Kapitalismus des Silicon Valley sind für die Ameisenkolonien keine dem Konsum übergeordneten Werte erkennbar. In China dagegen wurde der Konfuzianismus wiederbelebt, als ideologischer Überbau eines Überwachungsstaates, in dem die BürgerInnen nach je nach Wohlverhalten gefördert oder sanktioniert werden.

Wo würden wir lieber leben, in einem Gewimmel, in dem uns die Illusion bleibt, wir seien es weiterhin, die entscheiden, was sie kaufen, denken und tun? Oder besser in einem quasi-religiösen Mega-Algorithmus, der uns streng „zum Guten“ leitet und lenkt. Für das am unbegrenzten kapitalistischen Wachstum erkrankte Ökosystem der Erde könnte ev. die zweite (Europäern unsympathische) Variante langfristig sogar gesünder sein.

Mit zunehmendem Wachstum eines kollektiven Welt-Nervensystems, egal welcher Art, droht einzelnen Menschen der langsam Verlust an Fähigkeiten Selber-zu-denken und Selbst-zu-Handeln zu. Ähnlich wie Immunzellen, die „zufrieden“ und aufmerksam für das Ganze herum schwimmen, und nur

darauf warten, sich bei nächster Gelegenheit für das Gemeinwohl aufzuopfern.

Menschen könnten ergänzend zunehmend als Cyborgs für Spezialaufgaben optimiert werden (Harari 2017), und sich so besser in eine scheinbar planlos wuchernde Markt- und Massendynamik einfügen: hirn- und körperarm. Und überflutet mit Flimmer-Botschaften, die durch sanften Zwang zu angepasstem Verhalten lenken und leiten.

Während einige dieser neuen Menschen dann arbeits-süchtig schufteten müssten, würden viele nichts tun: weil sie nicht mehr dazu in der Lage wären, oder weil ihre Tätigkeit durch Roboter ersetzt, oder weil sie nicht gebraucht würden.

Auch das gleicht Ameisenstaaten: Viele dieser Tierchen tun absolut nichts. Solche Ameisen sind weder faul, noch egoistisch-parasitär und noch nutzen sie ihr „Nicht-Tun“ (*im daoistischen Sinn*) zur Persönlichkeitsentwicklung. Ameisen zu bewusst-berechnendem oder kritisch-kreativem Verhalten nicht fähig. Vielmehr sind bewegungslose Ameisen entweder zu jung oder zu alt, um zu arbeiten, oder sie stellen eine Art ungenutztes Potential dar, dass bei Leistungsspitzen mobilisiert werden kann. Solche nicht ausgelasteten, scheinbar überflüssigen Kapazitäten sind typisch für alle lebend-komplexe Systemen. (*Charbonneau 2015*) Damit aber die vorübergehend Überflüssigen den Ablauf im Haufen nicht stören, müssen sie in menschlichen Gesellschaften durch immer mehr virtuelle Ablenkungen (*Spiele, Parties, Events, Sport ...*) ruhig gestellt werden. Und das führt zwangsläufig zum Verlust von Fähigkeiten.

Wird also vieles von dem, was Menschen (bisher) ausmachte, verkümmern?

## **Evolutionäre Aussichten**

Die Menschheit steht (nach der neolithischen Revolution) vor einer zweiten qualitativen Veränderung. Die biologischen Ausstattungen des Homo sapiens, seine körperlichen und geistigen Fähigkeiten, passen definitiv nicht mehr zu den heutigen Lebensformen.

Der wesentlich biologische Zweck des menschlichen Quantencomputers Gehirn, ist es Beziehungen zu gestalten. Das aber gelingt nur in un-getrennter, gemeinsamer Funktion mit den Bewegungs-Organen.

Wenn aber ein körperlicher Zerfall droht, der bei weiterer Ver-Ameisung auftreten würde, folgte zwangsläufig auch einen geistigen Abbau

Der Verhaltensforscher Konrad Lorenz vermutete deshalb schon vor Jahrzehnten pessimistisch, nunmehr sei das Zeitalter der „Ver-Hausschweinung“ angebrochen. D.h. das Ende des Evolutionserfolges des Menschen sei absehbar.

Andere aber hoffen, die schier unendliche Fähigkeit des Gehirns, Zusammenhänge zu verstehen, werde zu einem qualitativen Bewusstseins-Sprung verhelfen, der dazu befähigte, sich anders, z.B. ökologisch vernünftig, zu verhalten (*Wilson 2012*). Die Naturwissenschaften würden uns Mittel liefern, das bedrohte Lebenssystem unseres Planeten zu retten, und zugleich unsere körperlichen und geistigen Möglichkeiten in ungeahnter Weise zu erweitern. Das erforderte allerdings massive technische Interventionen in komplexe ökologische Zusammenhänge, die wiederum mehr Gefahren als Nutzen mit sich bringen könnten. (*Taleb 2018*)

Wieder andere glauben, dass mit technischer Unterstützung aus Laboren und Hirnforschungszentren optimierte Super- oder Über-Menschen entstehen werden, die bestens an eine bewegungsarm-informationsverarbeitende Zivilisation angepasst seien (*Sapolsky 2012*). Diese „gott-gleichen“ Cyborgs verhielten sich dann zu den „naturbelassenen“ Homo sapiens Menschen so, wie überhebliche Kolonialherren gegenüber verachteten „Eingeborenen“. (*Harari 2017*)

Die Evolution gleicht einem Sieb, das nur wenig passieren lässt, was anschließend wieder möglichst viele Kopien seiner selbst produziert. In der Regel sind es dabei nicht die rücksichtslos Starken, die sich durchsetzen, sondern die Kooperativen, die sich für andere als nützlich erweisen und dadurch indirekte Vorteile erhalten. Das gilt ebenso für die Selektion von Gruppen, die sich entweder harmonisch in einen Gesamtzusammenhang integrieren, oder, nachdem sie als Krankheitserreger ihren Wirtsorganismus vergiftet haben, plötzlich aussterben.

Menschen werden sich in jedem Fall verändern müssen. Oder sie werden verändert werden. Der verstorbene Physiker **Hawking** gab der Menschheit nur noch wenige hundert Jahre, bis sie ihren dann komplett verwüsteten Planeten verlassen müsse (*Hawking, 2017*).

# Noch sind Menschen keine Ameisen! Oder?

Sie könnten also handeln. Zum Beispiel in dem sie ihre Chat-Accounts löschen:

Menschen besitzen (im Gegensatz zu den räuberischen schwarzen Wimmel-Winzlingen) die Fähigkeit innige Beziehungen zu anderen einzugehen, mitzufühlen und eine Gemeinschaft mit Sinn zu erfüllen. (Rifkin 2010, Maturana 1996, 2015)

Also sind sie theoretisch auch zu qualitativem Wachstum fähig. Ameisen dagegen können nur „mehr desgleichen“ tun. Also auf Kosten dessen leben, was gerade um sie herum liegt.

Ameisen sind aber optimal angepasst an ein Leben in hoch-komplexen Systemen. Und von der Art, wie das geschieht, könnten wir lernen.

## Von Ameisen lernen

Ameisen verwenden z.B. seit 130 Millionen Jahren mathematische Programme, die wir erst vor kurzem für das Internet erfinden mussten (Transmission Control Protocol). Damit bei Ameisen keine Fehlentscheidungen des Managements getroffen werden können, verzichten sie auf Führungsstrukturen. Sie kennen keine Ober-Ameisen: Ihre Königin hat genauso viel zu sagen (oder ebenso wenig) wie eine Arbeiterin.

Me  
ns  
ch  
en  
da  
ge  
ge  
n  
ha  
nd  
el  
n  
im  
me



Ameisen bei Small Talk, Twittern und Chatten. Ein perfektes Staatswesen ohne Hierarchie (Bild: Jäger 2015)

r  
no  
ch  
(l  
in  
ea  
r)  
in  
Be  
fe  
hl  
ss  
tr  
uk  
tu  
re  
n.  
Ir  
ge  
nd  
je  
ma  
nd  
we  
is  
t  
si  
e  
an  
,  
„P  
ro  
bl  
em  
bä  
re  
n“  
zu  
er  
sc  
hl

ag  
en  
,  
un  
d  
da  
s  
tu  
n  
si  
e  
da  
nn  
au  
ch  
,  
un  
ge  
ac  
ht  
et  
de  
r  
Sc  
hä  
de  
n,  
di  
e  
si  
e  
da  
be  
i  
hä  
uf  
ig  
an  
ri  
ch  
te

n.  
De  
r  
Au  
fs  
ti  
eg  
in  
ei  
ne  
r  
hi  
er  
ar  
ch  
is  
ch  
en  
Py  
ra  
mi  
de  
,  
di  
e  
Il  
lu  
si  
on  
en  
vo  
n  
Ma  
ch  
t,  
Ge  
ld  
,  
Ei  
nf  
lu

ss  
si  
nd  
bi  
s  
he  
ut  
e  
di  
e  
we  
se  
nt  
li  
ch  
en  
Tr  
ie  
bf  
ed  
er  
n  
me  
ns  
ch  
li  
ch  
en  
Ha  
nd  
el  
ns  
. Ma  
n  
kö  
nn  
te  
ab  
er  
,



wi  
e  
es  
di  
e  
Am  
ei  
se  
n  
vo  
rm  
ac  
he  
n,  
in  
ko  
mp  
le  
xe  
n  
Sy  
st  
em  
en  
vo  
ll  
st  
än  
di  
g  
au  
f  
si  
e  
ve  
rz  
ic  
ht  
en  
.

Tatsächlich weist der Umschwung von traditionell-militärischen Kommando-Strukturen zu komplexen sozialen Netzen in diese Richtung. In der Entstehungsphase der sozialen Netze führte das allerdings zu grotesken Verzerrungen: extrem wenige Personen profitierten von der Dynamik des komplexen Wachstums, häufen gigantische Reichtümer an und besitzen heute Machtstrukturen, die kreatives System-Wachstum behindern. Die Funktionsweise von Ameisen-Netzen zeigt aber, dass Systeme dann besonders störungsfrei funktionieren, wenn Hierarchien komplett wegfallen, ähnlich wie bei Open Source Projekten.



Am  
ei  
se  
n  
si  
nd  
ke  
in  
es  
fa  
ll  
s  
st  
än  
di  
g

mi Bienen: Soziale Netzwerkerinnen, die der Umwelt nutzen. Bild:  
t ronin@posteo.de

ge  
re  
ge  
lt  
er  
Ar  
be  
it  
be  
sc  
hä  
ft

ig  
t,  
so  
nd  
er  
n  
si  
e  
ha  
lt  
en  
si  
ch  
ma  
l  
hi  
er  
un  
d  
ma  
l  
do  
rt  
au  
f.  
Üb  
er  
al  
l  
da  
,  
wo  
et  
wa  
s  
ge  
sc  
he  
he  
n  
kö

nn  
te  
. Bl  
ei  
bt  
es  
in  
ih  
re  
r  
Um  
ge  
bu  
ng  
er  
ei  
gn  
is  
lo  
s  
ru  
hi  
g,  
ve  
rh  
ar  
re  
n  
si  
e,  
od  
er  
be  
we  
ge  
n  
si  
ch  
sc  
hl

ie  
ßl  
ic  
h  
wi  
ed  
er  
fo  
rt  
. Ge  
sc  
hi  
eh  
t  
et  
wa  
s,  
we  
rd  
en  
si  
e  
in  
kl  
ei  
ne  
m  
Um  
fa  
ng  
lo  
ka  
l  
ha  
nd  
el  
n.  
Ha  
t  
da

s  
ne  
ga  
ti  
ve  
Fo  
lg  
en  
,  
bl  
ei  
bt  
de  
r  
Ve  
rl  
us  
t  
kl  
ei  
n.  
En  
ts  
te  
ht  
et  
wa  
s  
Po  
si  
ti  
ve  
s,  
wi  
rd  
da  
fü  
r  
ge  
so  
rg

t,  
da  
ss  
an  
de  
re  
in  
fo  
rm  
ie  
rt  
we  
rd  
en  
,  
di  
e  
da  
nn  
eb  
en  
fa  
ll  
s  
ha  
nd  
el  
n,  
un  
d  
zw  
ar  
so  
la  
ng  
e,  
bi  
s  
wi  
ed  
er

et  
wa  
s  
Ne  
ga  
ti  
ve  
s  
ge  
sc  
hi  
eh  
t.  
Da  
be  
i  
bi  
ld  
en  
Am  
ei  
se  
n  
Ri  
ng  
-  
Ne  
tz  
we  
rk  
e  
un  
d  
Pa  
ra  
ll  
el  
ve  
rb  
in  
du



ng  
en  
,  
da  
mi  
t  
si  
e  
St  
ör  
un  
ge  
n,  
di  
e  
im  
me  
r  
zu  
fä  
ll  
ig  
ei  
nt  
re  
te  
n,  
ra  
sc  
h  
er  
ke  
nn  
en  
un  
d  
um  
ge  
he  
n  
kö

nn  
en  
.

Mit ihrer optimal an die Umweltgegebenheiten angepassten Verhaltensweisen und ihre Such-Handlungs-Versuch-Irrtum-Programmen sorgen sie für niedrige, ökonomische Operationskosten. Und sie vermeiden größere Schäden durch die Handlungen selbst. Sie handeln lokal, und sind doch (*unbewusst*) in ein funktionierendes Gesamt-Kommunikationssystem eingebunden. (Gordon 2014)

## Ver-Bienung des Menschen?

Menschen könnten aber auch von anderen Insekten lernen, die sich ökologisch nützlich machen, von den Bienen z.B.

Denn Bienen bringen die komplexe Systeme, in denen sie leben, zum Blühen.

### Mehr

- Algorithmen-Medizin –
- Fragen –
- Psyche –

### Links

- Boole'sche Algebra: Uni. Gießen, Mathepedia
- Fritjof Capra, Pier Luigi Luisi: The Systems View of Life. A Unifying Vision. 2015
- Hölle im Mäuse-Paradies: Calhoun JB: Population Density and Social Pathology, Calif Med. 1970, 113(5):54 (Volltext) , Video: Mouse Utopia
- Pi ( $\pi$ ), Mathepedia, Blatner D: The Joy of Pi. Penguin Books 1997
- Kurt Gödel: Unvollständigkeitssatz 1931, (Mehr dazu)
- George Spencer Brown: Laws of Form, 1969, Mehr über GS Brown, Wikipedia
- Niklas Luhmann: Kurzvideo, Lit.: *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*, Frankfurt am Main 1984, neue Auflage 2001. *Einführung in die Systemtheorie*, 5. Auflage, Carl Auer, 2009
- Tor Nørretranders [www.tor.dk](http://www.tor.dk), Vortrag: <https://vimeo.com/98018449>

- Pythagoras

## Literatur

- Burckhardt M, Höfer D: Alles und Nichts. Ein Pandämonium digitaler Weltvernichtung, Mattes&Seitz 2015
- Charbonneau D et al: Workers 'specialized' on inactivity: Behavioral consistency of inactive workers and their role in task allocation, Behavioral Ecology and Sociobiology 2015, 69(9):1459–1472 – News-Artikel zur Publikation: 22.09.2017
- Gordon DM: The Ecology of Collective Behavior PLOS biology, 2014, , TED Vortrag 2014, Web-Site
- Gulland A: First doctor on the red planet. Life in Mars, Life on Mars, BMJ 13 Apr 2016
- Harari YN: Guardian 2015: The age of cyborg has begun – and the consequences cannot be known – Harari YN: Homo Deus – Eine Geschichte von Morgen, C.H. Beck 2017
- Helbing D et al: Digitale Demokratie statt Datendiktatur. Big Data, Nudging, Verhaltenssteuerung: Droht uns die Automatisierung der Gesellschaft durch Algorithmen und künstliche Intelligenz? Spektrum der Wissenschaft, Digital Manifest 12.11.2015
- Hutter M: Universal Artificial Intelligence, observed on sequential decisions based on algorithmic probability. Springer, Heidelberg 2005, <http://prize.hutter1.net>
- I Ging (beide Ausgaben erschienen bei Dietrich):
  - Richard Wilhelm. Basis: Konfuzianers Wang Bi (3. Jhh.n.u.Z.). Digital Version
  - Frank Fiedeler. Yijing. Wesentlich ältere, daoistisch geprägte Version.
- Mancuso St, Viola A: Die Intelligenz der Pflanzen, 2015
- Maturana H, Verden-Zoller G: Biology of Love,1996 – Maturana H: What Is Sociology?, Constructivist Foundations 2015, 10(2):176-179
- Merö L: Die Grenzen der Vernunft, rororo 2002
- Sapolsky RM: Super Humanity, Sci Am. 2012 Sep;307(3):40-3, deutsch: Spektrum d.W. 2013: Auf dem Weg zum Supermenschen

- Taleb NN et.al: The Precautionary Principle with Application to the genetic modification of organisms, NYU School of Engineering working papers series, 04.09.2014 (pdf). Weiter Bücher: Anti-Fragilität – Anleitung für eine Welt, die wir nicht verstehen Knaus 2012, Skin in the Game, Allen Lane 2018
- Rifkin J: Empathic Civilisation 2010: RSA-Animate
- Silver D et al.: Mastering the game of go with deep neural networks an tree search. Nature Jan 2016
- Stiller S: Planet der Algorithmen: Versteht sie bevor sie euch verstehen. Knaus Verlag 2015  
Mathes&Seitz Verlag 2015,
- Tannenbaum JB: Human-level concept learning through probabilistic program induction Science 2015, 350: 1332-1338
- Ullrich O, Bolshakova O, Paulsen K. Funktion des Immunsystems in Schwerelosigkeit. FTR 2011; 18: 118-122.
- Wilson E: The social conquest of earth, Liveright, New York, 2013
- Wolpert DM et al: Principles of sensorimotor learning, Nature Reviews Neuroscience (2011)12: 739-751, Download und weitere Studien bis 2015
- Zeilinger A: Einsteins Schleier. Beck 2003
- Ziegler MG, Meck JV. Physical and psychological challenges of space travel: an overview. Psychosomatic Medicine 2001; 63: 859-861.