

Leseprobe aus:

Weinersmith Bald



Mehr Informationen zum Buch finden Sie auf
www.hanser-literaturverlage.de

© Carl Hanser Verlag München 2017

HANSER



Kelly und Zach Weinersmith

BALD!

10 revolutionäre Technologien,
mit denen alles gut wird
oder komplett den Bach runtergeht

Aus dem Englischen von Karsten Petersen,
Thomas Pfeiffer und Sigrid Schmid

Carl Hanser Verlag

Titel der Originalausgabe:

Soonish. Ten Emerging Technologies That'll Improve and/or Ruin Everything.

New York, Penguin Press 2017

1 2 3 4 5 21 20 19 18 17

ISBN 978-3-446-25676-7

Copyright © 2017 by Zachary Weinersmith and Kelly Weinersmith

Alle Rechte der deutschen Ausgabe:

© Carl Hanser Verlag München 2017

Satz: Greiner & Reichel, Köln

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany



MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C083411

Dieses Buch ist unseren Eltern

PATRICIA UND CARL SMITH

und

PHYLLIS UND MARTIN WEINER

gewidmet, ohne die dieses Buch nie zustande gekommen wäre.

Ihr habt uns mit Essen versorgt, habt uns gepflegt,
als wir krank waren, ihr habt auf Ada aufgepasst,
wenn wir es nicht konnten, und ihr habt dafür gesorgt,
dass wir ab und zu eine Pause eingelegt haben.

Wir werden nie vergessen, wie ihr uns geholfen habt,
unseren Traum zu verwirklichen.

Dieses Buch gehört ebenso sehr euch wie uns.*

* Die Schecks behalten natürlich wir. Aber wir sind dankbar.

INHALT

Einleitung	
Wie bald ist bald?	9

TEIL 1

Das Universum, bald

1 Billiger Zugang zum Weltall	
Die unendlichen Weiten sind verdammt teuer	23
2 Asteroidenbergbau	
Der Schrottplatz des Sonnensystems – das Eldorado der Zukunft	67

TEIL 2

Materie, bald

3 Fusionsenergie	
Sie treibt die Sonne an, aber kann ich damit auch meine Brötchen toasten?	93
4 Programmierbare Materie	
Was, wenn alles auch alles andere sein könnte?	129
5 Roboter am Bau	
Bau mir einen Partykeller, alter Blechbutler!	169

6	Augmented Reality	
	Eine Alternative zum Weltverbessern	205
7	Synthetische Biologie	
	Wie Frankenstein, nur arbeitet das Monster ganz brav für Medizin und Industrie	235

TEIL 3

Der Mensch, bald

8	Präzisionsmedizin	
	Alles, was mit Ihnen ganz persönlich nicht in Ordnung ist – ein statistischer Ansatz	281
9	Bioprinting	
	Wenn man sich einfach eine neue Leber drucken kann, dann darf es auch mal eine Margarita mehr sein	315
10	Gehirn-Computer-Schnittstellen	
	Weil Sie nach vier Milliarden Jahren Evolution Ihre Schlüssel immer noch nicht finden können	343

Fazit

	Nicht ganz so bald, oder: Der Friedhof der verlorenen Kapitel	387
--	--	-----

	Dank der Autoren	411
	Bibliografie	413
	Register	433

EINLEITUNG

Wie bald ist bald?

In diesem Buch sagen wir die Zukunft voraus.

Zum Glück ist das ziemlich einfach. Das machen die Leute andauernd. Mit der Vorhersage richtigzuliegen ist ein bisschen schwieriger, aber mal ehrlich, juckt das irgendjemanden?

Im Jahr 2011 gab es eine Studie mit dem Titel »Ist das, was TV-Experten sagen, nur heiße Luft?«,* in der die Vorhersagefähigkeiten von 26 Experten überprüft wurden. Die Bewertungen reichten von »meistens richtig« bis »normalerweise falsch«.**

Die meisten Leser mochten diese Studie, weil sie aufdeckte, dass gewisse Personen nicht nur unerträglichen Quatsch erzählten, sondern *statistisch belegbar* unerträglichen Quatsch von sich gaben. Für uns als populärwissenschaftliche Autoren hielt die Studie ein noch aufregenderes Ergebnis bereit: *All diese Menschen hatten immer noch einen Job*, egal wie schlecht ihre Vorhersagen waren. Tatsächlich trafen gerade die bekanntesten Persönlichkeiten die schlechtesten Vorhersagen.

Wenn zwischen Vorhersagefähigkeiten und einer erfolgreichen Karriere wirklich kein Zusammenhang besteht, dann haben wir beste Chancen. Diese Experten wollten schließlich nur vorhersagen, was in

* Eine Gruppe von Public-Policy-Studenten am Hamilton College führte diese Studie durch. Es geht dabei nur um eine kleine Auswahl an Probanden. Aber weil die Ergebnisse unsere Vorurteile bestätigen, haben wir beschlossen, sie zu glauben.

** Übrigens: In der Studie gab es eine Korrelation von Jura-Abschluss und besonders schlechten Vorhersagen.

naher Zukunft mit ein paar wenigen zankenden politischen Akteuren geschieht. Sie wollten keine Aussagen darüber treffen, ob wir in 50 Jahren einen Aufzug ins Weltall haben werden oder in nächster Zeit unsere Gehirne in eine Cloud hochladen* oder ob Maschinen neue Lebern, Nieren und Herzen für uns ausdrucken oder ob in den Krankenhäusern Krankheiten mit winzigen, durch den Körper schwimmenden Robotern geheilt werden.

Ehrlich gesagt ist es superschwierig vorherzusagen, ob irgendeine der Technologien in diesem Buch zu einer bestimmten Zeit in vollem Umfang realisiert werden wird. Eine neue Technologie ist nicht nur eine kontinuierliche Ansammlung von immer neuen Verbesserungen. Die großen Sprünge, wie der Laser oder der Computer, kommen oft durch völlig andere Entwicklungen in fremden Fachgebieten zustande. Und selbst wenn große Entdeckungen gemacht werden, ist nicht immer sicher, ob sich für diese Technologie ein Markt findet. Ja, ihr Zeitreisenden aus dem Jahr 1920, wir haben fliegende Autos. Und nein, keiner will sie haben. Sie sind das Schachboxen** unter den Fahrzeugen – ab und zu ganz amüsant, aber meistens will man beides doch lieber getrennt.

Weil die meisten Vorhersagen, die wir hier treffen, nicht nur falsch, sondern doof sein werden, haben wir beschlossen, ein paar Strategien anzuwenden, die wir uns in anderen Büchern abgesehen haben, in denen die Autoren über die Zukunft schreiben.

Zunächst ein paar grundsätzliche Vorhersagen:

Wir sagen voraus, dass Computer schneller werden. Und dass Bildschirme eine höhere Auflösung bekommen. Wir sagen voraus, dass Gensequenzierung billiger wird. Wir sagen voraus, dass der Himmel blau, Hundewelpen süß und Kuchen lecker bleiben, dass Kühe weiterhin muhen und dass rein dekorative Handtücher auch in Zukunft nur für Mütter Sinn ergeben.

* In die Apple iCloud, wenn sich das Buch gut verkauft. In die Amazon Cloud, wenn es nicht so gut läuft.

** Das ist eine echte Sportart, die in Russland überraschend beliebt ist. In wechselnden Runden wird Schach gespielt und geboxt, bis ein Beteiligter verliert.



Am besten überprüfen Sie in ein paar Jahren, wie genau unsere Vorhersagen waren. Zur Beurteilung stehen allerdings nur die Optionen »zutreffend« oder »nicht *nicht* zutreffend« zur Verfügung, weil wir keine Zeitangaben treffen.

Nach dieser ersten Vorhersagerunde sind wir jetzt bereit für ein paar mehr. Wir sagen voraus, dass wiederverwendbare Raketen die Kosten für Raketenstarts in den nächsten 20 Jahren um 30 bis 50 Prozent senken werden. Wir sagen voraus, dass es in den nächsten 30 Jahren möglich werden wird, die meisten Krebsarten durch Bluttests zu diagnostizieren. Wir sagen voraus, dass in den nächsten 50 Jahren Nano-Biomaschinen die meisten Gendefekte reparieren werden.

Okay, das sind jetzt insgesamt elf Vorhersagen. Wenn wir bei acht von zehn richtigliegen, sind wir, unserer Meinung nach, Genies. Oh, und falls wir mit einer Vorhersage aus der ersten Runde richtigliegen, dann dürfen Sie gern clevere Artikel darüber schreiben mit Titeln wie z. B. »PÄRCHEN, DAS DIE ZUKUNFT DER GENSEQUENZIERUNG VORHERSAGTE, PROPHEZEIT, DASS DIE RAUMFAHRT BALD BILLIG WIRD«.

Die Zukunft richtig vorherzusagen ist schwierig. Richtig schwierig.

Neue Technologien sind so gut wie nie das Produkt einzelner Genies mit einer netten Idee. Das gilt in immer mehr Fällen. Für Zukunftstechnologien müssen oft erst mehrere Zwischentechnologien entwickelt werden, von denen viele zunächst irrelevant wirken. Ein kürzlich entwickeltes Gerät, das wir in diesem Buch beschreiben, ist die supraleitende Quanteninterferenzeinheit (Superconducting Quantum Interference Device, SQUID). Dieses hochempfindliche Gerät kann kleinste Magnetfelder im Gehirn aufspüren, sodass Gedankenmuster analysiert werden können, ohne Löcher in den Schädel bohren zu müssen. Wie entstand dieses Ding?

Ein Supraleiter ist alles, was Strom ohne elektrischen Widerstand leitet. Das unterscheidet Supraleiter von den normalen, alten elektrischen Leitern (wie z. B. Kupferdraht), die gute Stromleiter sind, bei denen unterwegs aber ein Teil der Elektrizität verloren geht. Wir haben Supraleiter, weil Michael Faraday vor etwa 200 Jahren Glaswaren herstellte und dabei versehentlich Gas in einer Glasröhre unter Druck setzte, sodass es flüssig wurde. Damals gab es noch kein Fernsehen, und die Vorstellung, Gase zu verflüssigen, begeisterte eine Menge Menschen.

Wie sich herausstellte, war es sehr viel einfacher, Gas zu verflüssigen, indem man es richtig stark abkühlte, als es unter hohen Druck zu setzen. Deswegen entwickelten Forscher eine fortschrittliche Kühltechnologie, mit der hartnäckig gasförmige Elemente, wie Wasserstoff und Helium, verflüssigt werden konnten. Und mit flüssigem Wasserstoff oder Helium kann man so ziemlich alles andere herunterkühlen.

Helium ist in flüssigem Zustand etwa minus 270 Grad Celsius kalt. Wenn man flüssiges Helium irgendwo drüberschüttet, verdampft es fast immer zu Gas und zieht Wärme ab, bis das Ding, das man kühlen möchte, ebenfalls etwa minus 270 Grad Celsius hat.*

* Das ist so, wie wenn man kaltes Wasser in eine heiße Pfanne schüttet. Die Pfanne gibt ihre Hitze teilweise an das Wasser ab und kühlt so ab. Das geht schneller, wenn man das Wasser in der Pfanne wegschüttet und frisches kaltes Wasser nachgießt. Kaltes Wasser hat etwa zehn Grad Celsius, sodass man die Pfanne bis auf zehn Grad Celsius herunterkühlen kann. Danach hat das Wasser dieselbe Temperatur wie die

Irgendwann fragten sich Wissenschaftler, was mit elektrischen Leitern geschah, wenn man sie *richtig weit* abkühlte. Sie werden dann meist noch bessere Leiter. Einfach ausgedrückt liegt das daran, dass elektrische Leiter so etwas wie Rohre für Elektronen sind, aber keine perfekten. Im Kupferdraht stehen die Kupferatome der Elektronenbewegung im Weg.

Was wir als »Hitze« bezeichnen, sind in Wirklichkeit nur schnelle Taumelbewegungen der Atome. Wenn man die Atome in einem Kupferdraht erhitzt (also zum Taumeln bringt), erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sie den Elektronenfluss blockieren, so wie es auch schwieriger wird, mit dem Auto auf einer Straße voranzukommen, wenn der Fahrer direkt vor Ihnen ständig die Spur wechselt. Auf atomarer Ebene bedeuten die Taumelbewegungen (alias »die Hitze«) eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass die Elektronen mit Kupferatomen zusammenstoßen, die dadurch noch stärker ins Taumeln geraten. Deswegen wird auch das Ladegerät des Laptops mit der Zeit richtig heiß.

Gießt man nun flüssiges Helium über einen elektrischen Leiter, dann wird die Taumelenergie in den Kupferatomen auf die Heliumatome übertragen, die dann wegfliegen. Dadurch wird die Taumelbewegung der Kupferatome schwächer und die Elektronen stoßen auf deutlich weniger Widerstand. Je kälter die Atome werden, umso leichter fließen die Elektronen.

Damals wurde diskutiert, was wohl geschehen würde, wenn man die Atome dem *absoluten* Stillstand annähern würde. Manch einer glaubte, die Leiter würden ihre Leitfähigkeit verlieren, weil jede Bewegung bei dieser Temperatur unmöglich sein müsste, auch für Elektronen. Andere glaubten, die Leitfähigkeit wäre ausgezeichnet, sonst würde aber nichts Aufregendes passieren.

Daraufhin gossen Forscher ultrakalte Gase über Metallelemente. Bizarrerweise stellte sich heraus, dass manche Metalle ab einer be-

Pfanne, sodass die Wärme nur zwischen den beiden wechseln kann. Das ist in etwa so, als würde man versuchen, sich mit einem Handtuch abzutrocknen, das genauso nass ist wie man selbst. Ohne ein trockeneres Handtuch wird man selbst auch nicht trockener, und ohne kältere Kühlflüssigkeit bekommt man nichts kälter.

stimmten eisigen Temperatur *perfekte* Leiter (oder auch Supraleiter) wurden. Wenn man die Metalle konstant bei dieser niedrigen Temperatur hielt und daraus einen Stromkreis schloss, dann floss der Strom darin ewig im Kreis. Das klingt nach einer wissenschaftlichen Kuriosität, aber sie führt zu allerlei Seltsamem! Der im Kreis fließende Strom würde ein Magnetfeld erzeugen. Man könnte aus diesen kalten Metallen also einen dauerhaften Magneten herstellen, bei dem die Magnetstärke davon abhing, wie viel Strom man in den Stromkreis gab.

In den 1960er-Jahren entwickelte ein gewisser Brian Josephson (der den Nobelpreis bekam, sich heutzutage in Cambridge aber für allerlei Unsinn wie kalte Fusion und »Wassergedächtnis« einsetzt) eine Kopplung von Supraleitern, mit deren Hilfe man winzige Schwankungen in Magnetfeldern aufspüren konnte. Diese Apparatur, der sogenannte Josephson-Kontakt, ermöglichte schließlich die Entwicklung von SQUID.

Wenn vor 200 Jahren jemand auf Sie zugekommen wäre und gefragt hätte, wie man eine Apparatur bauen könnte, um die Gehirnmuster von Menschen zu scannen, hätten Sie dann sofort geantwortet: »Dazu müssen wir erst einmal etwas Gas in eine Glasröhre einsperren«?

Wahrscheinlich nicht. Tatsächlich galt der letzte technische Schritt – der Josephson-Kontakt, der von einem Mann erfunden wurde, der glaubt, dass *Wasser sich an das erinnert, was man hineingibt* – zunächst als theoretisch unmöglich. Die Reaktion wurde später anhand eines Theoriegerüsts erklärt, das lange nach Faradays Tod entwickelt wurde.

Wir haben heute noch keine Mondbasis, obwohl wir das erwartet haben, dafür aber Supercomputer in Hosentaschengröße, mit denen kaum jemand gerechnet hat, eben weil die technische Entwicklung von Zufällen geprägt ist.* Dasselbe Problem gilt für alle Technologien in diesem Buch: Ob wir einen Aufzug ins Weltall bauen können, könnte da-

* Manche Menschen regen sich unnötig über so etwas auf, wie etwa auf dem Cover einer aktuellen Ausgabe der *MIT Technology Review*, auf dem der Astronaut Buzz Aldrin zu sehen ist mit der Überschrift: »SIE HABEN MIR MARSKOLONIEN VERSPROCHEN, STATTDESSEN BEKAM ICH FACEBOOK.« Allerdings würde eine Marskolonie ein paar Billionen Dollar kosten, während Facebook kostenlos

von abhängen, wie gut Chemiker lernen, Kohlenstoffatome in kleinen Röhren anzuordnen. Ob wir einen Stoff herstellen können, der jede Form annehmen kann, hängt möglicherweise davon ab, wie gut wir das Verhalten von Termiten verstehen lernen. Ob wir medizinische Nanobots bauen können, hängt möglicherweise davon ab, wie gut wir Origami verstehen. Oder vielleicht hat nichts davon letztendlich Bedeutung. Nichts in der Geschichte musste so geschehen, wie es geschah.

Heute weiß man, dass die Griechen der Antike komplexe Getriebesysteme erschaffen konnten, dennoch bauten sie nie eine fortschrittliche Uhr. Die Bewohner des antiken Alexandria verfügten über eine rudimentäre Dampfmaschine, entwickelten aber nie Züge. Die alten Ägypter erfanden vor 4000 Jahren den Klappstuhl, bauten aber keine einzige IKEA-Filiale.

Wir haben keine Ahnung, wann irgendetwas davon geschehen wird.

Warum schreiben wir dann dieses Buch? Weil jeden Tag überall Großartiges geschieht und die meisten Menschen gar nichts davon mitbekommen. Manche Leute werden sogar zynisch, weil sie erwartet haben, wir würden heute bereits über Fusionsenergie verfügen oder könnten Wochenendausflüge zur Venus machen. An dieser Enttäuschung sind nicht immer Wissenschaftler schuld, die überzogene Versprechungen für die Zukunft gemacht haben; oft übergehen solche Bücher wie dieses hier die wirtschaftlichen und technischen Herausforderungen, die wir auf dem Weg zur Zukunft aus den Romanen überwinden müssen.

Warum auf diese Herausforderungen in vielen Büchern nicht eingegangen wird, wissen wir auch nicht. Wäre die Geschichte von Apollo 11 wirklich besser, wenn es einfach wäre, zum Mond zu gelangen? Unserer Meinung nach macht gerade die Tatsache, dass wir kaum eine Ahnung haben, wie man Gedanken decodieren kann, die Vorstellung von

ist. Und man beachte, dass Facebook eine ziemlich clevere Wahl war. Man stelle sich vor, sie hätten sich stattdessen für Wikipedia entschieden: »SIE HABEN MARSKOLONIEN VERSPROCHEN, ABER ICH HABE NUR DAS GESAMMELTE WISSEN DER MENSCHHEIT BEKOMMEN, INDIZIERT UND KOSTENLOS FÜR ALLE MENSCHEN VERFÜGBAR.«

einer Computer-Hirn-Schnittstelle so spannend. Da draußen wartet ein unendliches Grenzland darauf, dass Fragen gestellt, Entdeckungen gemacht, Ruhm gewonnen und Heldentaten verkündet werden.

Wir haben zehn verschiedene neu entstehende Fachbereiche ausgewählt, die wir näher ergründen wollen, und sie grob von groß nach klein geordnet. Dabei bewegen wir uns aus den Tiefen des Weltalls über riesige experimentelle Kraftwerke, neue Konstruktionsmethoden und neue Wege, die Welt zu erfahren, bis zum menschlichen Körper und schließlich, last but not least, bis zu Ihrem menschlichen Gehirn.

Unser Leitprinzip bei jedem Kapitel lautete: Mal angenommen, Sie sitzen in einer Bar und jemand fragt Sie: »Hey, worum geht es eigentlich bei dieser nuklearen Fusionsenergie?« Was wäre da die bestmögliche Antwort? Uns hat man unterstellt, wir hätten keine Ahnung, wie es in Bars zugeht. Entscheidend ist aber, dass Sie in jedem Kapitel erfahren, worum es bei dieser Technologie geht, wie der aktuelle Stand der Technik ist, welche Herausforderungen gemeistert werden müssen, bevor sie realisiert werden kann, welche schrecklichen Folgen sie möglicherweise hat und wie sie die Welt großartig machen kann.



Wir finden wissenschaftlichen Fortschritt nicht nur aufregend, weil er uns Neues bringt. Das alles wird noch aufregender, wenn man versteht, wie verdammt schwierig es wäre, Bergbau auf einem Asteroiden zu betreiben oder mit einem Roboterschwarm ein Haus zu bauen. Wie aufregend genau das ist, werden wir erst wissen, wenn diese Dinge tatsächlich geschehen.*

Sie werden in diesem Buch außerdem einiges über die seltsamen Umwege erfahren, die Wissenschaft und Technik manchmal nehmen, und über die Sackgassen, in die sie geraten. Am Ende jedes Kapitels weisen wir noch auf eine Eigentümlichkeit (abstoßend oder beeindruckend) hin, die wir entdeckt haben. Manchmal haben diese Abschnitte unmittelbar mit dem Thema des Kapitels zu tun, aber manchmal geht es einfach um sehr seltsame Dinge, auf die wir während unserer Recherchen gestoßen sind. Richtig seltsames Zeug. Ein Oktopus aus Maisbrot etwa, solche Sachen.

Für all diese Kapitel mussten wir einen Haufen Fachbücher und -artikel lesen und uns mit einer Menge leicht verrückter Menschen unterhalten. Manche waren verrückter als andere, und die mochten wir meistens am liebsten.

All unsere Recherchen hatten eines gemeinsam: Unsere Erwartungen, die wir im Vorfeld hatten, wurden jedes Mal restlos weggefegt. In jedem Fall entdeckten wir bei den Nachforschungen, dass wir die Technologie selbst gar nicht verstanden hatten, aber vor allem auch nicht verstanden, vor welchen Problemen sie stand. Oft war das, was zunächst kompliziert wirkte, ganz einfach, und das, was einfach schien, kompliziert.

Neue Technologien sind etwas Wunderschönes, aber wie bei Michelangelos *Pietà* oder Rodins *Le Penseur* ist es meistens eine verdammt

* Noch während wir an diesem Buch geschrieben haben, gab es bei zwei Technologien bereits riesige Fortschritte. Wir mussten unser Kapitel über billigen Zugang zum Weltall ergänzen, nachdem SpaceX mehrfach Antriebsstufen seiner Falcon-9-Rakete landen konnte, und unser Kapitel über Augmented Reality mussten wir ergänzen, weil alle nur noch über Pokémon Go redeten.

Schinderei, sie zu erschaffen. Wir wollen nicht nur erklären, worum es bei einer Technologie geht, sondern auch, warum die Zukunft sich unseren größten Bemühungen so stur widersetzt.

Kelly und Zach Weinersmith

Weinersmith Manor, September 2016

P.S. Wir werden außerdem von einem Experiment erzählen, bei dem Studenten in einer Prüfung nur durch ein Nasenloch atmen durften. Es ist relevant. Versprochen.





MENSCHEN HABEN SCHON IMMER DAVON
GETRÄUMT, DIE GRENZEN DIESES KLEINEN
FELSENS NAMENS ERDE ZU ÜBERWINDEN,
SEIT DIE ERSTEN STERNZUCKER AUS
DER HÖHLE HINAUF IN DIE LICHT-
GESPRENDELTE SCHWÄRZE BLICKTEN.
NUR BILLIG SOLLTE ES SEIN.



TEIL 1

Das Universum, bald

