

Inhaltsverzeichnis

1	Die Übernahme der Führung in den Wissenschaften. Wie sich das Zentrum der Wissenschaft in nur wenigen Jahren von Europa in die USA verlagerte – und wie dies die Wissenschaft selbst veränderte	1
	Genies erschaffen eine neue Welt	2
	Das Zentrum der Wissenschaft wandert von Europa in die USA	4
	Philosophische Implikationen der Quantentheorie – keine Realität mehr	7
	Äußerst kontroverse philosophische Diskussionen der Physiker der 1930er-Jahre	9
	Wie Europa und die Philosophie ihre Vorherrschaft in der Wissenschaft verloren	12
	Pragmatismus regiert jetzt die Wissenschaft – mit Konsequenzen	16
	Philosophie für die Quantenphysik – immer noch bedeutend	19
	Wissenschaftliche Revolutionen jenseits der Physik	22
2	Öffentlich geförderte Wissenschaft im Wettbewerb mit privaten Unternehmen. Wissenschaft als Teil des Kapitalismus	25
	Der Übergang von der wissenschaftlichen Grundlagenforschung zu technologischen Anwendungen	25
	Beziehung der Wissenschaften zu technologischen Anwendungen heute	28

xv

XVI Inhaltsverzeichnis

Wer die moderne Wissenschaft finanziert	30
Wie beurteilt man die Qualität wissenschaftlicher Arbeiten heute?	34
Wohin sollten wir in der Wissenschaft gehen?	36
Drei Beispiele aus der Vergangenheit – von der Grundlagenforschung zur revolutionären Technologie: Penicillin, PCR und die Atombombe	38
Penicillin	38
Die Atombombe	40
Polymerase-Kettenreaktion PCR	41
Die wichtigsten technologischen Bestrebungen heute – und die der Zukunft	43
3 Philosophie in der Wissenschaft ist vorbei. Und warum wir sie wieder einführen müssen	49
Die Tradition des Zusammenspiels von Wissenschaft und Philosophie	49
Der Zusammenbruch des absoluten Wissens in der Wissenschaft – auch eine tiefgreifende philosophische Herausforderung	55
Wissenschaft und Philosophie – ist letztere auf erstere heute nicht mehr anwendbar?	58
Offene Fragen in der Wissenschaft heute sind auch philosophische Fragen	63
Wie der Einfluss der Philosophie auf die Wissenschaft bei aller Notwendigkeit auch heute noch kaum vorhanden ist	68
Ein gutes Beispiel für die Interaktion von Philosophie und Wissenschaft: Die Forschung über die Natur des menschlichen Ich-Bewusstseins	74
Immer wichtiger: Die Beziehung zwischen Wissenschaft und Ethik	77
4 Vielversprechende und unheimliche Entwicklungen in zukünftigen Technologien. Ein Überblick	81
Zukünftige technologische Anwendungen, die die Welt und den Menschen verändern	82
I. Künstliche Intelligenz – Verbesserung oder Kontrolle unseres Lebens?	82
II. Quantencomputer – millionenfach schnellere Berechnungen oder nur ein Traum der Physiker?	84
III. CO ₂ -Neutralität – können wir in den nächsten Jahren genügend alternative Energien schaffen, um eine Klimakatastrophe zu verhindern?	85

IV. Kernfusion – die Lösung unserer Energieprobleme oder nur ein Thema der Jahrhundertträume?	88
V. Die Genetik – Sieg über den Krebs oder Manipulation des Menschen?	88
VI. Internet der Dinge – neue industrielle Technologien und intelligente Fabrikationen oder ein umfassender Eingriff in die Privatsphäre?	90
VII. Neuro-Erweiterungen – Verbesserung unseres Denkens und Handelns oder Abkehr von der heutigen Realität?	91
VIII. Unseren Geist verstehen – finden wir unser Ich oder ist es für Wissenschaftler prinzipiell unauffindbar?	93
IX. Digitale Algorithmen und Big Data – neue Profile für unser Leben oder Kontrolle des menschlichen Denkens und Handelns?	94
X. Blockchain-Technologie – eine neues Zeichen oder nur eine temporäre Erscheinung?	95
XI. Cybersicherheit: Eine explizite große Gefahr?	95
XII. Nanotechnologie – Erschaffung von Dingen aus dem „Nichts“ oder nur ein Traum?	95
XIII. Stammzellen – Zellen, die alles können, auch für unseren gesamten Körper und Geist?	96
XIV. Biotechnologie – vom Frosch für den Apotheker bis zum Nano-Roboter im Körper, medizinischer Traum oder zukünftige Realität?	97
XV. Neue Lebensmitteltechnologien – wie wir zehn Milliarden Menschen ernähren werden, oder nur eine wissenschaftliche Traumgeschichte?	98
XVI. Synthetisches Leben – wenn der Mensch Gott spielt: Teil I	100
XVII. Lebensverlängerung – wenn der Mensch Gott spielt, Teil II	101
Sind dies alles die Technologien, die unsere Zukunft prägen werden?	102
5 Die Physik von 1960 bis heute. Und was wir noch nicht wissen	103
Die neue Quantenwelt – wie man mit einer unüberschaubaren Zahl neuer Teilchen umgeht	103
Eine erste Theorie, die verschiedene Teilchen und die starke Kraft integriert	106

XVIII Inhaltsverzeichnis

Das Standardmodell der Elementarteilchen	112
„Chaos“-Theorie und Emergenzmuster in der heutigen Physik	115
Die heutige Situation im Makrokosmos – werden wir bald Antworten auf die grundlegenden Fragen über das Universum erhalten?	121
Wie realistisch ist eine vereinheitlichende Theorie der Physik?	123
Forschung in der Physik heute	124
Die Philosophie der heutigen Physik	126
6 Computer, Nanotechnologie, Internet und viele andere Technologien. Welche Vorteile und Herausforderungen hat uns die Physik gebracht und was wird sie uns in Zukunft bringen?	131
Welche neuen Technologien die Physik uns gebracht hat: Eine enorme Menge an Lebensverbesserungen und ein paar wichtige Fragen	131
7 Biologie von 1953 bis 2023: Die großen Durchbrüche und ihre ethischen Fragen. Wie die Biologie zum Zentrum der Wissenschaft wurde und heute auch im Zentrum der ethischen Fragen steht	153
Die zweite Grundlage der Biologie: Die Genetik	153
Erste Schritte in der Gentechnik	157
Die Entwicklung des Lebens auf der Erde	161
Ursprung des Lebens – das Wiederauften von Emil Du Bois-Reymond	163
Die Genetik seit den 1970er-Jahren	170
Revolution der Genetik im Jahr 2012 – dramatische wie beängstigende neue Möglichkeiten	173
Synthetisches Leben	175
Lebensverlängerung	178
Ethik für die heutige Biologie	181
8 Hirnforschung seit den 1990er-Jahren: Ein bedeutender Fortschritt im Verständnis des menschlichen (Selbst-) Bewusstseins oder ein wissenschaftlicher Angriff auf etwas, das außerhalb der Wissenschaft liegt?	187
Die Geschichte der Hirnforschung bis zu den 1990er-Jahren – eine eher kurze Geschichte im Vergleich zu dem, was danach geschah	187

Frühe Hirnforschung ab 1990 – erste Erkenntnisse und noch viele Probleme	191
Forschung über unser Bewusstsein – wie das Gehirn möglicherweise unseren Geist erzeugt	193
Über unser (Selbst-)Bewusstsein – grundlegende offene Probleme	196
Weitere Methoden und Ergebnisse der Forschung über unser Bewusstsein	199
Und ja, es verändert sich – die Plastizität unseres Gehirns Schlüsseltechnologien – „Verbesserung“ unseres Verstandes durch Neuro-Enhancements	202
Weitere philosophische Fragen	204
Unser Geist und unser Selbstbewusstsein – weitere empirische Studien, dramatische angewandte Technologien und – auch hier – ethische Fragen	207
Zusammenfassung: Wissenschaftliche Erkenntnisse, philosophische und ethische Fragen und verbleibende Offenheit	213
Neue Fragen zu sozialen Beziehungen	218
Was ist der Mensch? Und was sollte er sein?	220
Was ist der Mensch? Und was sollte er sein?	221
9 Künstliche Intelligenz von den Anfängen über die Gegenwart zur Zukunft: Bedeutende Fortschritte beim Verstehen, Nachbilden und Verändern von uns Menschen oder lediglich technologische Fortschritte, die sich auf die Optimierung bestimmter Prozesse beschränken?	223
Geschichte der künstlichen Intelligenz	225
Geschichte von Computern und Computerwissenschaft	227
Wo die KI heute steht	231
Das derzeitige Zusammenspiel von KI und unserem Gehirn – führt das letztendlich zu übermenschlicher Intelligenz?	236
Wie KI – mit Big Data – unsere Gesellschaft schon heute prägt – auf beiden Seiten	240
Wer soll mit dem Niedergang unserer Privatsphäre umgehen?	245
Die Entwicklung von Big Data	248
Das mögliche Bewusstsein der (starken) künstlichen Intelligenz	253

XX Inhaltsverzeichnis

10	Der Weg zur modernen Mathematik: Immer mehr Abstraktion, aber auch immer mehr konkrete Anwendungen	257
	Mathematik vor 1920	258
	Die Krise der Mathematik	260
	Die Revolution	264
	Der Weg zur modernen Mathematik – immer mehr Abstraktion	267
	Konkrete Probleme mit <i>numerischen</i> Methoden angehen	274
	Mathematik heute und in der Zukunft	278
11	Astronomische Forschung. Die älteste Wissenschaft der Geschichte mit den neuesten Ergebnissen über alle Wissenschaften hinweg	283
	Eine (sehr) kurze Geschichte der Astronomie vor 1960	283
	Revolution in der Beobachtung des Universums	286
	Neue Entdeckungen in den letzten 25 Jahren	290
	Kosmologie – wie das Universum entstanden ist	294
	Kosmologie – wie sich das Universum entwickelt hat	296
	Kosmologie – die (derzeitige) einheitliche Theorie des Universums	299
12	Die Zukunft der Wissenschaften/Technologien? Vom utopischen Optimismus zum dystopischen Pessimismus (und möglicherweise wieder zurück)	307
	Weitere vielversprechende wie herausfordernde Aspekte in Wissenschaft und Technologie	307
	CO ₂ -Neutralität	307
	Kernfusion	310
	Lebensmitteltechnologie	314
	Synthetisches Leben und Lebensverlängerung	315
	Historische Fragen	319
	„We go under“ gegen „Yes, we can“ – dystopischer Pessimismus versus utopischer Optimismus	324
	Soziale Triebkräfte	328
	An uns	330

13 Der Mythos von der optimal funktionierenden unsichtbaren Hand. Warum wissenschaftliche Erkenntnisse und mögliche Zukunftstechnologien in erster Linie öffentlich diskutiert und reguliert werden sollten	331
Der Mythos von der unsichtbaren Hand	331
Wer kann die Zukunft der Wissenschaft am besten gestalten? – I. Die Nebendarsteller: Kulturschaffende, Journalisten oder die Kirche?	337
Wer kann die wissenschaftliche Zukunft am besten gestalten? – II. Die – demokratisch gewählte – Regierung?	339
Wer kann die Zukunft der Wissenschaft am besten gestalten? – III. Die Wissenschaftler selbst?	343
Wer kann die wissenschaftliche Zukunft am besten gestalten? – IV. Wir alle	343
14 Wissenschaft, Technologie und Spiritualität. Was die Wissenschaft für die Gesellschaft tun kann, wie die Gesellschaft die Technologie gestalten muss – und wie die Spiritualität diesem Gestaltungsprozess einen Rahmen geben kann	351
Wie neue Technologien die Wirtschaft beeinflussen – in die richtige Richtung?	351
Mehr Offenheit, weniger Dogmatismus	354
Rational irrational	355
Wie ein breites Wissen über Wissenschaft und Technologie und der rationale und demokratische Umgang mit ihnen die Welt sicherer und besser machen	359
Eine neue Sicht der „Spiritualität“	362
Zusammenfassung: Ideen statt Ideologien	366
Namen Index	369