

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung <i>Florian Neukart und Alissa Wilms</i>	1
2 Bedeutende Quantentechnologien <i>Florian Neukart und Alissa Wilms</i>	5
Quantencomputer	5
Quantenkommunikation	7
Quantensensorik	9
Simulation	10
Teil I Von der Forschung zu industrierelevanten Technologien	13
3 Die Quantentechnologien <i>Tommaso Calarco</i>	15
Fazit	19
4 Quantencomputer – Präzise Kontrolle über die Welt der Quanten <i>Stefan Filipp</i>	21
Wie funktioniert ein Quantencomputer?	22
Was können heutige Quantencomputer bereits leisten?	23
Welche Arten von Qubits gibt es eigentlich?	24
Welche Herausforderungen müssen auf der Hardwareseite noch bewältigt werden?	26

Welche Entwicklungen gibt es in Deutschland und in Europa?	28
Fazit	29
Literatur	30
5 Die hybride Quantum Cloud als Schlüsseltechnologie im modernen IT Data Center	31
<i>Georg Gesek</i>	
Begriffsklärung: Die erste und die zweite Quantenrevolution	32
Die Herausforderungen der zweiten Quantenrevolution heute, im Jahr 2022	34
Wie schnell entwickelt sich die Technologie für Quantencomputer?	35
Wie schnell rechnet ein Quantencomputer?	39
Fazit	44
Literatur	45
6 Quantencomputer heute und in naher Zukunft: eine realistische Perspektive	47
<i>Paul Konstantin Fährmann, Johannes Jakob Meyer und Jens Eisert</i>	
Die Versprechungen der Quantencomputer und das derzeit Mögliche	48
Die Noisy-Intermediate-Scale-Quantum-Ära, ein wichtiges Zwischenregime	49
Die Suche nach einem ersten praktischen Quantenvorteil	51
Die Möglichkeiten und Grenzen von hybriden Quantenalgorithmen	52
Mahnende Worte und Fazit	53
Literatur	55
7 Quantenmehrwerte für Wirtschaft und Gesellschaft – Beispiele aus der Quantenkommunikation und der quantenbasierten Bildgebung	59
<i>Andreas Tünnermann, Markus Gräfe, Fabian Steinlechner, Markus Selmke und André Temmler</i>	
Mehrwerte der Quantentechnologien	59
Quanten Kommunikation	60
Quantenbasierte bildgebende Verfahren	63
Zusammenfassung	65

8 Praktische Quantenkryptographie	69
<i>Axel Föry</i>	
Teil II Von der Technologie zur praktischen Anwendung	75
9 Business Supremacy	77
<i>Florian Neukart</i>	
Quantum Supremacy und ein wenig Theorie	78
Business Supremacy	83
Literatur	86
10 Der Prozess des agilen Forschungs- und Techniktransfers – ein Erfahrungsbericht aus der Industrie am Beispiel der Porsche Digital GmbH	89
<i>Alissa Wilms, Regina Kirschner und Mahdi Manesh</i>	
Einführung und Motivation	90
Herausforderungen aus der Praxis	91
Lösungsansatz als Referenzmodell des Vorgehens	94
Fazit	98
Literatur	99
11 Eine Quantum Journey – Von der Technologie zum konkreten Use Case	101
<i>Claudia Pohlink</i>	
Einleitung	102
Die vier Phasen der Quantum Journey	102
Fazit	112
Literatur	113
12 Quantencomputing als Integrationsproblem: Quantenanwendungen sind in der Praxis immer hybride	115
<i>Johanna Barzen und Frank Leymann</i>	
Quantenalgorithmen brauchen klassische Software	116
Hybride Quanten-klassische Algorithmen als Konsequenz von NISQ	117
Quantenanwendungen als Integrationslösung	118

Die Notwendigkeit eines hybriden Quanten-Software-Engineerings	120
Fazit	121
Literatur	121
13 Quanten-Technologien aus der Sicht eines Halbleiterkonzerns	125
<i>Sebastian M. Luber und Julia Binder</i>	
Quantentechnologien der zweiten Generation	126
Quantencomputer	127
Quantensensoren	134
Fazit	138
Literatur	139
14 Strategiebildung im Quantencomputing – ein holistischer Ansatz für die chemische Industrie	143
<i>Horst Weiß, Daniel Volz, Michael Kühn und Brian Standen</i>	
Was macht Quantencomputing aus Sicht eines breit aufgestellten Chemiespielers speziell?	144
Fallstudie – gewählter Ansatz zur Ableitung einer Strategie für QC	146
Warum – das Nutzenversprechen von QC für die chemische Industrie	147
Was – Ableitung von Anwendungsfeldern	150
Wie – Ableitung von konkreten Handlungsschritten	152
Schlussbemerkung – durch agile Steuerung zu einer (quantum-)winterfesten Strategie	152
Fazit	153
Literatur	153
15 Der (lange) Weg zu einem Quantenvorteil in der Pharmabranche	157
<i>Michael Streif, Matthias Degroote, Elica Kyoseva, Raffaele Santagati, Christofer S. Tautermann, Clemens Utschig-Utschig und Nikolaj Moll</i>	
Heutige Pharmaforschung	157
Status quo Quantum Computing	160
Ein Quantenvorteil in der Pharmaforschung?	162
Ausblick	163
Literatur	163

16	Quantum Computing im Automobilsektor: die Erfahrungen im Volkswagen Konzern	
	<i>Sheir Yarkoni und Gabriele Compostella</i>	167
	Einleitung	168
	Quantencomputing	169
	Unser Ansatz	173
	Zusammenfassung und Ausblick	175
	Literatur	176
17	Beschleunigung der Einführung von Quantentechnologien für die Weltraumnutzung	179
	<i>Hassan Aouisse und Damien Garot</i>	
	Kontext: Was ist Quantenkommunikation und was sind die damit verbundenen Technologien/Anwendungen?	180
	Was sind die aktuellen Herausforderungen?	181
	Warum Raumfahrt für Quantenkommunikation?	182
	Gibt es Alternativen zu Quantum Communications und wie positionieren sie sich?	183
	Wie groß ist das Marktpotenzial für die Quantenkommunikation im Weltraum, angefangen bei QKD?	183
	Welche Rolle sollten die Institutionen spielen? Welche Rolle sollten private Unternehmen spielen?	184
	Wie ist die Positionierung von Europa im internationalen Quantenwettbewerb und wie könnte diese ggf. verbessert werden?	185
	Literatur	186
18	Das Quanteninternet: neue Möglichkeiten der Kommunikation	189
	<i>Kian van der Enden und Wojciech Kozlowski</i>	
	Einleitung zu Quantenkommunikation	190
	Quantenschlüsselaustausch	190
	Quanteninternet	195
	Fazit	200
	Literatur	200

Teil III Quantentechnologien im größeren Kontext	205
19 Europas Rolle im weltweiten Quantum Computing Rennen	207
<i>Magdalena Hauser und Wolfgang Lechner</i>	
Quantumcomputing: von der Grundlagenforschung zur disruptiven Industrie	207
Quantumcomputing im täglichen Leben	211
Fazit	214
Literatur	214
20 Rechtsfragen von Quantentechnologien	217
<i>Ingo Baumann</i>	
Staatliche Förderung in Deutschland und Europa	219
Rechtliche Fragen der Quantentechnologien	221
Strafverfolgung und Sicherheit	228
Aspekte des Datenschutzes	229
Standardisierung und Zertifizierung	230
Vertragsgestaltung und Haftungsfragen	232
Governance und Entwicklung von Verhaltenskodizes	234
Schlussfolgerungen	235
Literatur	236
21 Warum Quantentechnologien ein Vorstandsthema sind	241
<i>Karina Robinson</i>	
Nachhaltigkeit	242
Wettbewerb	243
Cybersicherheit	245
Schlussfolgerung	246
Schlusswort	249