

Inhalt

Die fünfte industrielle Revolution	9
1. Zukunft Energieversorgung	17
Energie-Visionen	18
Ohne Energie geht nichts	19
Anteile Energieträger an Energieerzeugung und Energieverbrauch	20
Grünstrom als universelle Energieform	22
Kern der fünften industriellen Revolution	23
Umwandlungswirkungsgrad als Auswahlkriterium	24
Photovoltaik, wohin man schaut	24
Windkraftanlagen als Symbole der Energiewende	27
Atomenergie – stehen wir vor einer Trendumkehr?	29
Die vierte Generation von AKW	30
Fusionskraftwerke	32
Auf dem Weg in die komplett vernetzte Energiewirtschaft	32
Bioenergie – der große Irrtum wird bereinigt	36
Die Wasserstoffrevolution als zweiter zentraler Aspekt der Energiewende	38
2. Zukunft Transporttechnologien	43
Klimaneutrale Mobilität für alle	44
Was beeinflusst die Entwicklung von Verkehrstechnologien?	45
Im Individualverkehr dominiert das Elektroauto	47
Gütertransport mit LKW	53
Luftfahrt	55
Schiffstransport	58

Bahntransport	59
Ist der Umstieg auf das E-Auto wirklich klimafreundlicher? Die Umstellung im Transportsektor anhand eines Beispiels	60
3. Zukunft chemische Produktion beziehungsweise Stoffwandlung	65
Produkte aus Luft und Abfall	66
Stoffwandlungs-Industrien	67
Ganzheitliche Lösungen für Unternehmen – Strategien für deren Umsetzung	69
Erneuerbarer Kohlenstoff – CO ₂ als Grundstoff für chemische Prozesse	71
Weitere erneuerbare Chemierohstoffe	73
Die biologische Revolution in der stoffwandelnden Industrie	75
Digitale Transformation in der stoffwandelnden Industrie	78
Kreislaufwirtschaft in stoffwandelnden Industrien	79
Fossile Energieträger in energieintensiven Prozessen ersetzen.	80
Grüner Wasserstoff als Grundstoff für Stoffwandlungs- prozesse – und Energielieferant	82
Ersatz für Produkte, deren Herstellungsverfahren nicht umgestellt werden können.	84
4. Zukunft Stoffformung – Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau als Treiber der technologischen Transformation.	87
Ein (un-)lösbares Problem	88
Stoffformung als Bestandteil der fünften industriellen Revolution.	89
Was leistet der Maschinen- und Anlagenbau für die Dekar- bonisierung in anderen Branchen und Technologiefeldern?	91
Grundlegende Richtungen des technologischen Wandels im Maschinen- und Anlagenbau	92
Ersatz von fossilen Brennstoffen durch erneuerbare Energie	94
Präzisionsbearbeitung zur Senkung des Material- und Energieverbrauchs	95

Digitalisierung der Produktion	97
Materialeinsatz und CO ₂ -Bilanz.	99
Kreislaufwirtschaft	101
5. Zukunft Bauen und Wohnen	105
Stadt der Zukunft.	106
Bauen und Wohnen als Bestandteil(e) der fünften industriellen Revolution.	106
Womit wir morgen bauen werden	108
Wie wir morgen bauen werden.	111
Häuser der Zukunft – welche Häuser werden gebaut?	114
Sanierung von Bestandsbauten	116
Was wird mit den Bauabfällen?	117
Wie wir zukünftig heizen und kühlen werden	118
Welche Energiequellen werden wir verwenden?	119
Welche Technik werden wir zur Heizung und Kühlung verwenden?	121
6. Zukunft Landwirtschaft und Ernährung	125
Im Kino	126
Landwirtschaft und Ernährung als Bestandteil(e) der fünften industriellen Revolution.	126
Landwirtschaft und Umwelt	128
Gibt es eine Lösung?	131
Industrielle und ökologische Landwirtschaft im direkten Vergleich.	134
Carbon Farming – CO ₂ -Speicherung durch Humusaufbau.	137
Smart Farming oder die Digitalisierung der Landwirtschaft.	138
Klein oder groß – was ist die Zukunft?	140
Landwirtschaft im Haus – Vertical Farming.	142
Wie werden wir uns zukünftig ernähren?	143

7. Zukunft Informations- und Kommunikationstechnologien	149
Leben digital	150
Informationstechnologien auf dem Vormarsch.	150
Entwicklung Rechenleistung und Ressourcenverbrauch	152
Grüner Strom und Abwärmenutzung für Rechenzentren	155
Strukturen der Datenverarbeitung anpassen.	158
Grüne IT – das Problem mit dem Elektronikschrott	160
Grüne Software.	162
Den Klimawandel bremsen und die Welt retten mit Informationstechnologie?	164
Künstliche Intelligenz und Quantencomputer als »Denkzeuge« der fünften industriellen Revolution	166
Beispiel: Entwicklung neuer Medikamente mit KI und Quantencomputern	169
8. Zukunft Bergbau	173
Auf der Reise.	174
Bergbau in Deutschland – früher und heute	174
Umweltwirkungen des Bergbaus	175
Rohstoffe für Deutschland und Europa – Vergangenheit und Gegenwart	177
Potenziale des Bergbaus in Europa und in Deutschland	179
Dekarbonisierung der Bergbauprozesse.	182
Verbesserung der Energieeffizienz.	182
Elektrifizierung der Bergwerke	183
Weiterentwicklung der Fördermethoden	184
Erschließung neuer Förderorte	185
Recycling von Metallen und seltenen Erden	186
Verbergen statt Fördern – Direct Air Capture (DAC)	188
Epilog – auf zu neuen Zukünften.	191
Anmerkungen	195