

# Inhalt

<b>Die fünfte industrielle Revolution .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Zukunft Energieversorgung.....</b>	<b>17</b>
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
<b>2. Zukunft Transporttechnologien .....</b>	<b>43</b>
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
<b>3. Zukunft chemische Produktion beziehungsweise Stoffwandlung .....</b>	<b>65</b>
Produkte aus Luft und Abfall .....	66
Stoffwandlungs-Industrien .....	67
Ganzheitliche Lösungen für Unternehmen – Strategien für deren Umsetzung .....	69
Erneuerbarer Kohlenstoff – CO <sub>2</sub> 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
<b>4. Zukunft Stoffformung – Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau als Treiber der technologischen Transformation .....</b>	<b>87</b>
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 <sub>2</sub> -Bilanz . . . . .	99
Kreislaufwirtschaft . . . . .	101
<b>5. Zukunft Bauen und Wohnen . . . . .</b>	<b>105</b>
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
<b>6. Zukunft Landwirtschaft und Ernährung . . . . .</b>	<b>125</b>
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 <sub>2</sub> -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

<b>7. Zukunft Informations- und Kommunikations-technologien</b> .....	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
<b>8. Zukunft Bergbau</b> .....	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
<b>Epilog – auf zu neuen Zukünften.</b> .....	191
<b>Anmerkungen</b> .....	195