

Inhalt

Vorwort von Dr. Karsten Wildberger	V
Vorwort von Burkhard Jung	VII
Vorwort der Herausgeber	IX
Herausgeber, Autoren und Autorinnen	XIX
I Grundlagen und strategische Planung	
1 Erste Schritte auf dem Weg zur smarten Kommune	3
<i>Alexander Schlüter</i>	
2 Vision einer nachhaltigen und digitalen Zukunft	7
<i>Matthew Timms, Laura Antonia Färber</i>	
2.1 Der Klimawandel und die Konsequenzen	7
2.2 Digitalisierung, Städte und ländliche Regionen	10
2.3 Literaturverzeichnis	12
3 Die smarte Kommune in Stadt und Land	15
<i>Alexander Schlüter</i>	
4 Strategische Planung des Transformationsprozesses	19
<i>Diana Khripko, Nicky Athanassopoulou, Imoh Ilevbare, Rob Phaal</i>	
4.1 Hintergrundwissen zum strategischen Roadmapping	20
4.2 Scoping, Design und Planung	22
4.3 Strategisches Roadmapping	25
4.4 Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	32
4.5 Literaturverzeichnis	33

II	Erneuerbare Energiesysteme integrieren	
1	Erfolgsstory mit mehr Potenzial: die Erneuerbaren	37
	<i>Jens Weibezahn, Alexandra Krumm, Pao-Yu Oei, Laura Färber</i>	
1.1	Einleitung	37
1.2	Techno-ökonomische Aspekte	39
1.2.1	Stromsektor	40
1.2.2	Wärmesektor	44
1.2.3	Mobilitätssektor	45
1.3	Sozio-ökonomische, regulatorische und politische Aspekte	46
1.4	Anwendungen erneuerbarer Energien	48
1.4.1	Großstädte: PV-Potenzial in Berlin und urbane Wärmewende in Hamburg und München	50
1.4.2	Mittelgroße Kommunen und Kreise: Masterplan 100% Klimaschutz im Kreis Steinfurt	52
1.4.3	Kleinstädte und Dörfer: Aufbau und Export von 100% Grünstrom in Schönau und Feldheim	53
1.5	Mieterstrom: Energieprodukt aus erneuerbaren Energien	54
1.5.1	Funktionsprinzip Mieterstrom	55
1.5.2	Rollen im Mieterstrommodell	56
1.5.3	Technologien, rechtliche Anforderungen und Förderung	57
1.5.4	Messungen und technische Voraussetzungen	58
1.5.5	Sieben Gründe, warum Mieterstrom für Kommunen interessant ist	59
1.6	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	60
1.7	Literaturverzeichnis	62
2	Elektrische Netze: auf dem Weg zum Smart Grid	65
	<i>Simon Köppl, Vincenz Regener</i>	
2.1	Grundlagen von Stromnetzen	65
2.1.1	Physikalische Zusammenhänge – was bringt den Strom von A nach B?	65
2.1.2	Wie sieht die Netzstruktur in Deutschland aus?	66
2.1.3	Wo liegen die Anfänge der elektrischen Kraftübertragung?	67
2.1.4	Was sind die Aufgaben der Netzbetreiber?	68

2.1.5	Welche Herausforderungen ergeben sich aus der Energiewende für das Netz?	69
2.2	Wie wird das Stromnetz zu einem zukunftsfähigen Smart Grid?	70
2.2.1	Neue, digitale Netzbetriebsmittel und deren Vernetzung	70
2.2.2	Transparenz in Haushalten: Was bringen Smart Meter?	71
2.2.3	Flexibilisierung von Erzeugung und Verbrauch: netzdienlich oder zumindest netzverträglich!	73
2.3	Micro Grids: innovative Quartiere als individuelle Lösung	74
2.4	Best Practice für den Einsatz von Smart Grids	75
2.5	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	76
2.6	Literaturverzeichnis	77
3	Zukunftshoffnung: thermische Netze	81
	<i>Hagen Braas, Markus Bücherl, Janybek Orozaliev, Peder Berne</i>	
3.1	Wie steht Deutschland in der Wärmewende da?	83
3.2	Wärmenetze heute und in Zukunft	85
3.3	Moderne Fernwärme	87
3.4	Beispiele aus der Praxis	90
3.4.1	100% erneuerbare Fernwärme in Marstal	90
3.4.2	Geothermie in der Fernwärme München	91
3.4.3	Das Fernwärmesystem von Malmö	92
3.4.4	ectogrid™ im Medicon Village, Lund	96
3.5	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	98
3.6	Literaturverzeichnis	100
III	Energie effizienter nutzen	
1	Mit Energieeffizienz Grundlagen legen	105
	<i>Ron-Hendrik Hechelmann, Florian Schlosser, Henning Meschede, Alexander Schlüter</i>	
1.1	Energieeffizienz nach dem Zwiebelschalenmodell	107
1.2	Energieeffizienz in Querschnittstechnologien	109
1.2.1	Beleuchtung	110
1.2.2	Raumlufttechnische Anlagen (RLT)	111
1.2.3	Wärmebereitstellung und Abwärmenutzung	113
1.2.4	Kälte	117

1.2.5	Druckluft	118
1.2.6	Elektromechanische Antriebe	119
1.3	Literaturverzeichnis	120
2	Energie einsparen in Industrie und Gewerbe	123
	<i>Florian Schlosser, Ron-Hendrik Hechelmann, Henning Meschede, Alexander Schlüter</i>	
2.1	Was können Industrie und Gewerbe ganz konkret tun?	123
2.2	Wo kommt Energieeffizienz in der Industrie an ihre Grenzen?	128
2.3	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	129
2.4	Literaturverzeichnis	131
3	Energieeffiziente Gebäude	133
	<i>Garance Emmerich-Bundel, Manuel Lindauer, Alexander Schlüter</i>	
3.1	Hintergrund	133
3.2	Hauptfaktoren für den Energieverbrauch	136
3.2.1	Gebäudehülle	136
3.2.2	HLK – Systeme für den Nutzerkomfort	138
3.2.3	Raumheizung	139
3.2.4	Warmwasserbereitung	140
3.2.5	Raumkühlung	140
3.2.6	Raumbelüftung	141
3.2.7	Beleuchtung	142
3.3	Die Rolle von digitalen Technologien bei der Energieeffizienz von Gebäuden	143
3.4	Vorschriften für die Energieeffizienz von Gebäuden	147
3.5	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	148
3.6	Literaturverzeichnis	149
IV	Sektoren koppeln und Energie speichern	
1	Wer grüne Energie will, muss auch koppeln und speichern ..	153
	<i>Henning Meschede, Diana Khripko, Alexander Schlüter</i>	

2	Mehr Flexibilität durch Speicher	159
	<i>Matthias Philipp, Alexander Jäger, Andreas Kießling, Egon Westphal</i>	
2.1	Bedarf an Speichern im elektrischen Energiesystem	159
2.2	Technologien	164
2.3	Anwendungsgebiete	165
2.3.1	Batteriesysteme	165
2.3.2	Thermische Speicher	167
2.4	Praxisbeispiel: „Werksviertel Mitte“ in München	168
2.5	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	171
2.6	Literaturverzeichnis	174
3	Mehr Wasserstoff und grüne Brennstoffe einsetzen	177
	<i>Eugenio Scionti, Matteo Genovese, Christoph Pellingner, Petronilla Fragiaco</i>	
3.1	Motivation	177
	<i>Katherina Reiche</i>	
3.2	Einleitung	178
3.3	Gegenwärtiger Stand und Perspektiven	179
3.4	Herstellung	186
3.5	Infrastrukturen für Übertragung, Verteilung und Speicherung	190
3.6	Nutzung in den energieintensiven Sektoren	192
3.7	Nutzung im Stromsektor	194
3.8	Nutzung in Gebäuden	196
3.9	Nutzung in der Landwirtschaft	198
3.10	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	200
3.11	Literaturverzeichnis	202
4	Vorbereiten auf eine nachhaltigere Mobilität	205
	<i>Alexander Schlüter, Matteo Genovese, Petronilla Fragiaco</i>	
4.1	Herausforderungen für den Sektor	205
4.2	Technologien und Perspektiven für Elektrofahrzeuge	210
4.3	Lade- und Flexibilitätsoptionen durch Anschluss an das Energiesystem	218
4.4	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	221
4.5	Literaturverzeichnis	223

5	Energienachfrage flexibler gestalten	227
	<i>Diana Khripko, Henning Meschede, Eva Meschede</i>	
5.1	Lastverschiebungspotenzial identifizieren	229
5.2	Praktische Beispiele für Flexibilisierung in Industrie und GHD	233
5.2.1	Umwandlung von elektrischer Energie in andere Energieformen	233
5.2.2	Nachfrageanpassung durch Energieträgerwechsel	235
5.2.3	Flexibilität in betrieblicher Planung und Steuerung von elektrischen Anlagen	237
5.2.4	Fokus: gewerbliche Wasserversorgung	238
5.3	Praktische Beispiele für Flexibilisierung in Haushalten	239
5.4	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	244
5.5	Literaturverzeichnis	247
V	Kommunen und Energiesysteme digitalisieren	
1	Digitalisierung: Thema unserer Zeit	253
	<i>Victoria Ossadnik</i>	
2	Energiewende vor Ort: Kommunen digitalisieren	255
	<i>Matthew Timms, Laura Antonia Färber</i>	
2.1	Digitalisierung als zentrales Element der Energiewende	255
2.1.1	Digitalisierung von Energieanlagen	256
2.1.2	Digitalisierung auf der Energieverbraucherseite	257
2.1.3	Wendepunkte für signifikante Veränderungen in Energiesystemen	259
2.2	Technologien als Verstärker des Wandels	261
2.3	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	264
2.4	Literaturverzeichnis	265
3	Der Prosumer im Zentrum des digitalen Energiesystems	267
	<i>Svetlana Ikonnikova, Alexander Schlüter, Bernadette Brandner</i>	
3.1	Energiewende durch Digitalisierung	269
3.2	Die Digitalisierung unterstreicht die Rolle von Netzwerkeffekten	271
3.3	Neue Möglichkeiten zur Wertschöpfung nutzen	275
3.4	Rechenzentren aufbauen und Blockchain nutzen?	277

3.5	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	280
3.6	Literaturverzeichnis	282
4	Daten und Internet der Dinge (IoT)	283
	<i>Giorgio Cortiana, Nicholas Ord</i>	
4.1	IoT-Wachstum und -Potenzial	284
4.2	Daten jenseits spezifischer Domänen	286
4.3	Daten von und zu IoT-Geräten für steuerbare Fernlenkung	287
4.4	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	290
4.5	Literaturverzeichnis	291
5	Künstliche Intelligenz als Wegbereiter für smartere Kommunen	293
	<i>Juan Bernabé-Moreno, Theodoros Evgeniou</i>	
5.1	Einführung	293
5.1.1	Definition von KI und intelligenten Systemen	296
5.1.2	Voraussetzungen und einschränkende Faktoren für KI: Stichwort Daten	298
5.1.3	Problemtypen und KI-Tools	299
5.2	KI macht unsere Kommunen smart	300
5.2.1	Intelligente Fertigung	301
5.2.2	Intelligente Gebäude	303
5.2.3	Intelligente Mobilität	304
5.2.4	Intelligente Energiesysteme	306
5.2.5	Intelligente Logistik	307
5.2.6	Intelligente Landwirtschaft	309
5.2.7	Intelligente Abfallentsorgung: Der Weg zur Kreislaufwirtschaft	311
5.2.8	Intelligente Polizei und Rettungsdienste	312
5.2.9	Intelligente Gesundheitsversorgung und Nachhaltigkeit	313
5.3	Der Weg der Anpassung	315
5.3.1	Ökosystem für die Serviceentwicklung	317
5.3.2	Prozesse und Steuerung	317
5.3.3	Daten und Technologiebereitschaft	318

5.4	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	319
5.5	Literaturverzeichnis	320
VI Konkret werden		
1 Interessen einbinden und optimale Finanzierung finden 327		
<i>Maria Garbuzova-Schlifter, Philipp Bugs, Kuldip Singh</i>		
1.1	Einführung	327
1.2	Ein Blick auf die Interessenvertreter	329
1.3	Ausgewählte Finanzierungs- und Förderungsmöglichkeiten	332
1.3.1	Fremdfinanzierung	335
1.3.2	Eigenkapitalfinanzierung	337
1.3.3	Hybridfinanzierung	340
1.4	Ausgewählte Förderungsoptionen	342
1.5	Ausgewählte Partnerschaftsmodelle	346
1.5.1	Joint Venture	346
1.5.2	Öffentlich-private Partnerschaft	347
1.5.3	Bürgerbeteiligungsmodelle	348
1.6	Fazit und Handlungsoptionen für smarte Kommunen	349
1.7	Literaturverzeichnis	352
2 Interviews 355		
2.1	Interview Wunsiedel	355
2.2	Interview Rosenheim	357
2.3	Interview München	359
3 Wir müssen handeln: Jetzt! 361		
<i>Alexander Schlüter, Juan Bernabé-Moreno</i>		
Abkürzungsverzeichnis für Fachbegriffe		363
Register		367