Inhaltsverzeichnis

Vorwort		5
1	Flüssiggas – ein fast vergessener Energieträger der Zukunft.....	19
1.1	Der zu Unrecht vergessene Energieträger.....	19
1.2	Gas ist nicht gleich Gas.....	21
1.3	Gute Verfügbarkeit und eine vorhandene Infrastrukturkette.....	22
1.4	Technologie der Energiewende.....	23
1.4.1	Umweltfreundliche Heiz- und Kochenergie im Wärmemarkt.....	23
1.4.2	Autogas in der Mobilität.....	24
1.4.3	Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten.....	25
1.5	Treiber der Energiewende im ländlichen Raum.....	25
1.6	BioLPG und synthetisches Propan: die Zukunft.....	26
2	Vom Blau- zum Flüssiggas: Eine lange und erfolgreiche Geschichte....	27
2.1	Anfänge mit Blaugas.....	27
2.2	Zwischenkriegszeit: Kohlehydrierung.....	29
2.3	Zweiter Weltkrieg und Nachkriegszeit.....	33
2.4	Wirtschaftswunderzeit.....	33
2.5	Die 1970er Jahre: Ölpreiskrise und eine neue Branchenstruktur in Westdeutschland.....	35
2.6	Die 1980er Jahre: Chance für Autogas.....	37
2.7	Flüssiggas in der DDR.....	37
2.8	Die 1990er Jahre: Zweite Chance für Autogas.....	38
2.9	Jahrtausendwende: Autogas wird zur Alternative Nr. 1 im Verkehr.....	39
2.10	Nach der Wiedervereinigung: Auch im Wärmemarkt fest etabliert.....	40
2.11	Fazit.....	41
3	Der Energieträger Flüssiggas – ein Überblick.....	43
3.1	Übersicht über relevante Brenn- und Treibgase.....	43
3.2	Die Eigenschaften.....	48
3.2.1	Einfache chemische Struktur mit vielen Vorteilen.....	49
3.2.2	Physikalische Eigenschaften für eine gute Handhabung.....	50
3.2.2.1	Volumeneigenschaften.....	50
3.2.2.2	Dampfdruck.....	51
3.2.2.3	Abkühlung und ausbleibende Gasbildung.....	51
3.2.2.4	Zusätzliches Verdampfen.....	52
3.2.2.5	Ausdehnung im flüssigen Zustand.....	52
3.2.2.6	Dichte.....	52
3.2.2.7	Brennwert.....	53
3.2.2.8	Zündverhalten.....	54

3.3	Herkunftsquellen	55
3.3.1	Flüssiggas aus dem Raffinerieprozess	56
3.3.2	Flüssiggas aus der Exploration	58
3.3.3	Flüssiggas aus biogener und synthetischer Herstellung	60
3.4	Logistik und Vertrieb	60
3.5	Preisbildung für Flüssiggas	61
3.6	Der rechtliche Rahmen	62
3.6.1	Relevante Gesetzestexte für die allgemeine Anwendung	62
3.6.1.1	Die EU-Klimaschutzverordnung und das deutsche Klimapaket 2019	62
3.6.1.2	Das Energiesteuergesetz (EnergieStG)	63
3.6.1.3	Weitere allgemeine Rechtsvorschriften	64
3.6.2	Relevante Rechtsgrundlagen für die Anwendung im Wärmebereich	65
3.6.2.1	Auf unionsrechtlicher Ebene	65
3.6.2.1.1	Die EU-Gebäuderichtlinien von 2010 und 2018	65
3.6.2.1.2	Die EU-Energieeffizienz-Richtlinien von 2012 und 2018	66
3.6.2.1.3	Die EU-Strategie für die Wärme- und Kälteerzeugung vom 16.02.2016	66
3.6.2.1.4	Die Erneuerbare-Energien-Richtlinien von 2009 und 2018	66
3.6.2.2	Auf nationaler Ebene	67
3.6.2.2.1	Energieeinsparungsgesetz (EnEG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)	67
3.6.2.2.2	Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)	69
3.6.2.2.3	Die Energieeffizienzstrategie Gebäude des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) von 2015	69
3.6.2.2.4	Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)	70
3.6.3	Relevante Rechtsgrundlagen für die Anwendung im Mobilitätsbereich	70
3.6.3.1	Auf unionsrechtlicher Ebene	70
3.6.3.1.1	Die Euro 5/Euro 6-Verordnung über die Typgenehmigung von Kraftfahr- zeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Pkw und Nutzfahrzeugen vom 20.06.2007 in Verbindung mit RL 2007/46/EG sowie VO (EG) Nr. 692/2008	70
3.6.3.1.2	Die EU-Luftqualitätsrichtlinie vom 21.05.2008	71
3.6.3.1.3	Die Erneuerbare-Energien-Richtlinien vom 23.04.2009 und vom 11.12.2018	71
3.6.3.1.4	Die EU-Kraftstoffqualitätsrichtlinie vom 23.04.2009	72
3.6.3.1.5	Die Euro VI-Verordnung über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge vom 18.06.2009	72
3.6.3.1.6	Die Mitteilung der EU-Kommission vom 24.01.2013: Saubere Energie für den Verkehr: Eine europäische Strategie für alternative Kraftstoffe sowie EU-Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe vom 22.10.2014	73
3.6.3.1.7	Die EU-Richtlinie über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren vom 20.04.2015	73
3.6.3.1.8	Die VO (EU) 2016/427 vom 10.03.2016, die VO (EU) 2016/646 vom 20.04.2016 und die VO (EU) 2017/1154 vom 07.06.2017 zur Einführung des RDE-Prüfverfahrens	73
3.6.3.1.9	Die VO (EU) 2017/1151 vom 01.06.2017	74

3.6.3.1.10	Die VO (EU) 2019/631 zur Festsetzung von CO ₂ -Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge vom 17.04.2019 ..	74
3.6.3.1.11	Die VO (EU) 2019/1242 zur Festlegung von CO ₂ -Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge vom 20.06.2019.....	75
3.6.3.1.12	Die Rahmenstrategie der EU-Kommission für eine krisenfeste Energieunion mit einer zukunftsorientierten Klimaschutzstrategie vom 25.02.2015	75
3.6.3.2	Auf nationaler Ebene	76
3.6.3.2.1	Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung von 2013	76
3.6.3.2.2	Das Bundes-Immissionsschutzgesetz und die Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Treibhausgasminde rung bei Kraftstoffen – 38. BImSchV	76
3.6.3.2.3	Die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung	77
3.7	Geltende Regeln, Normen und Übereinkommen	77
3.7.1	DIN 51622: Standard für die Qualität von Flüssiggasen	78
3.7.2	DIN EN 589: Kraftstoffe – Flüssiggas – Anforderungen und Prüfverfahren	78
3.7.3	Die Technischen Regeln Flüssiggas (TRF)	79
3.7.4	Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)/Gefahrstoffe (TRGS)	79
3.7.5	Die Technische Regel G 260	80
3.7.6	Übereinkommen und Verordnungen für Gefahrguttransporte	80
3.7.7	Internationale Standards	81
3.7.8	Genormte Parameter und Eigenschaften	82
3.8	Fazit	83
4	Der Beitrag von Flüssiggas zur Energiewende: Bestandsaufnahme und Potenziale	85
4.1	Die deutsche Energiewende	86
4.1.1	Hintergründe	86
4.1.2	Ziele der Energiewende	87
4.1.3	Aktueller Umsetzungsstand	90
4.2	Flüssiggas als alternativer Energieträger und Kraftstoff im Rahmen der Energiewende	91
4.2.1	Die Klima- und Ozonrelevanz	91
4.2.2	Der Beitrag zur Energiewende in seinen verschiedenen Einsatzbereichen ...	93
4.2.2.1	Bedeutung für die Wärmewende	93
4.2.2.1.1	Der deutsche Wärmemarkt zwischen Anspruch und Realität	93
4.2.2.1.2	Flüssiggasheizungen: Wärmetechnologie mit Zukunft	94
4.2.2.1.3	Bereitstellung umweltfreundlicher Prozesswärme	96
4.2.2.2	Autogas als wichtigster alternativer Kraftstoff in Deutschland	97
4.2.2.2.1	Stagnierende Verkehrswende	97
4.2.2.2.2	CO ₂ - und Schadstoffreduktion durch Substitution von Diesel- und Benzin-Pkw	100
4.2.2.2.3	Reduzierung der CO ₂ - und Schadstoffemissionen von Taxis und Fahrzeugflotten	102
4.2.2.2.4	Schwere Nutzfahrzeuge	103
4.2.2.2.5	Leichte Nutzfahrzeuge	104
4.2.2.2.6	Schadstoffreduktion mobiler Maschinen und Geräte	104

4.2.2.2.7	Umweltfreundliche Gestaltung des Boots- und Schiffsverkehrs	106
4.2.2.3	Andere Anwendungsbereiche	108
4.2.2.3.1	Klimafreundliche Kältemittel	108
4.2.2.3.2	Schadstoffarme Treibgase	108
4.3	Energieträger der Zukunft: BioLPG und synthetisches Flüssiggas.....	109
4.3.1	Bio-Flüssiggas	110
4.3.1.1	BioLPG als grüner Brenn- und Kraftstoff.....	110
4.3.1.2	Verfahren zur Produktion von Bio-Flüssiggas.....	112
4.3.1.2.1	Hydrierung von Biomasse	112
4.3.1.2.2	Co-Processing	113
4.3.1.2.3	Biomass-to-Liquid (BtL).....	114
4.3.1.2.4	Dehydrierung	115
4.3.1.2.5	Fermentierung	115
4.3.2	LPG aus erneuerbarem Strom: Synthetisches Flüssiggas.....	115
4.3.2.1	Synthetisches LPG: Potenziale im Rahmen der Energiewende.....	117
4.3.2.2	Power-to-Liquid (PtL): Der Weg zu synthetischem Flüssiggas.....	118
4.3.2.2.1	Elektrolyse mittels Wasserstoff, Kohlenstoff und Ökostrom	118
4.3.2.2.2	Hydrocracken von Kunststoffabfällen	119
4.3.3	Barrieren beim Einsatz von biogenen und synthetischen Flüssiggasen.....	119
4.3.3.1	Fehlen eines rechtlichen und politischen Rahmens für den Einsatz erneuerbarer Flüssiggase.....	120
4.3.3.1.1	Anpassung des Primärenergiefaktoren für Flüssiggas sowie Integration von synthetischem LPG in das Gebäudeenergiegesetz (GEG)	120
4.3.3.1.2	Aufnahme von erneuerbarem Flüssiggas als Erfüllungsoption in das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) von Baden-Württemberg.....	122
4.3.3.1.3	Aufnahme von synthetischem Flüssiggas als Erfüllungsoption in die 37. BImSchV	122
4.3.3.2	Kosten für die Gewinnung erneuerbarer Energieträger.....	122
4.4	Fazit	123
5	Flüssiggas für die Energiewende im ländlichen Raum: Dezentral, umweltfreundlich und bezahlbar.....	127
5.1	Der ländliche Raum und die Energiewende.....	128
5.1.1	Ländliche Räume in Deutschland	128
5.1.2	Herausforderungen für die Energiewende im ländlichen Raum	130
5.1.2.1	Rückbau von Infrastruktur- und Versorgungseinrichtungen durch zu geringe Auslastung	130
5.1.2.2	Sinkende kommunale Einnahmen	131
5.1.2.3	Alternde Bevölkerungsstrukturen	132
5.2	Flüssiggas als alternativer Energieträger für eine bezahlbare Energiewende und Energieversorgung	133
5.2.1	Günstiger Kraftstoff mit geringem CO ₂ - und Schadstoffausstoß.....	134
5.2.2	Leitungsungebundene, bezahlbare Energie für die Wärmeversorgung	137
5.2.3	Flexible Energie für die umweltfreundliche Gestaltung der Land- und Forstwirtschaft	141
5.2.3.1	Getreide-, Heu-, Grünfutter- und Gewürztrocknung	141

5.2.3.2	Beheizung von Gebäuden, Ställen und Gewächshäusern	142
5.2.3.3	Frostschutz für Obstblüten und Weinstöcke	143
5.2.3.4	Autogas als alternativer Antrieb in mobilen Maschinen und Geräten.....	143
5.3	Fazit	144
6	Flüssiggas als dezentrale Energie für die deutsche Wärmewende	145
6.1	Flexible, umweltfreundliche und sichere Wärmequelle mit etablierter Infrastruktur	146
6.1.1	Die Flüssiggaswirtschaft im deutschen Wärmemarkt	146
6.1.2	Leitungsungebundene Wärmeenergie.....	147
6.1.3	Umweltfreundliches und energieeffizientes Heizsystem.....	148
6.1.4	Alternative zu Ölheizungen in Hochwasser- und Wasserschutzgebieten.....	149
6.1.5	Die soziale Komponente von Flüssiggas: Günstige Anschaffungs- und Betriebskosten.....	150
6.1.6	Zur Sicherheit von Flüssiggasheizungen: Normen und Prüfristen.....	153
6.2	Heizungstechnologien mit Flüssiggas im Überblick	155
6.2.1	Brennwertkessel.....	155
6.2.2	Brennwertkessel und Solarthermie.....	157
6.2.3	Blockheizkraftwerk (BHKW)	159
6.2.4	Wärmepumpe.....	160
6.2.5	Mikrogasturbine.....	162
6.2.6	Brennstoffzelle.....	163
6.2.7	Kaminofen.....	164
6.3	Eine Frage des Tanks.....	164
6.3.1	Aufstellmöglichkeiten	165
6.3.2	Tankgröße nach Bedarf.....	167
6.3.3	Unterschiede zwischen einem Miet- und Kauftank	168
6.4	Flüssiggasheizungen in der Praxis.....	170
6.4.1	Flüssiggas im Ein- und Mehrfamilienhaus	170
6.4.2	Ortslösung mit Flüssiggasnetz	171
6.4.3	Quartierslösung: Flüssiggas löst Fernwärme ab	171
6.4.4	Flexible und verlässliche Wärme in der Gastronomie	172
6.4.5	Flüchtlingsunterkünfte: Schnell und unbürokratisch versorgt	173
6.4.6	Schienenbeheizung mit Flüssiggas	173
6.4.7	Sammelversorgung und Flüssiggas als Erdgasersatz (SNG)	173
6.4.8	Gewerbebetrieb: Mehr Energieeffizienz durch Mikrogasturbine.....	174
6.4.9	Produktionsgebäude: Flüssiggas zur Schokoladenherstellung.....	176
6.5	Fördermöglichkeiten für Flüssiggasheizungen.....	176
6.5.1	Förderprogramme der KfW.....	177
6.5.1.1	Programm Nr. 271/281, 272/282 Erneuerbare Energien – Premium	177
6.5.1.2	Programm Nr. 433 Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle	177
6.5.2	Fördermittel des BAFA.....	178
6.5.2.1	Flüssiggas-Brennwertheizung im Gebäudebestand	178
6.5.2.2	Gaswärmepumpe	178

6.5.2.3	KWK-Anlage auf Flüssiggasbasis	179
6.6	Fazit	180
7	Flüssiggas in der Mobilität: Autogas als wichtigster alternativer Kraftstoff	183
7.1	Die Vorteile von Flüssiggas in der Mobilität	185
7.1.1	Umwelt- und Klimavorteile	185
7.1.1.1	Vorteile gegenüber Benzin	185
7.1.1.2	Vorteile gegenüber Diesel	185
7.1.1.3	Grünes Autogas	186
7.1.2	Motorenverträglichkeit	186
7.1.3	Wirtschaftlichkeit	187
7.1.4	Reichweite und vorhandene Infrastruktur	189
7.2	Sicherheit von Autogasfahrzeugen	190
7.3	Wichtigster alternativer Antrieb im Pkw-Bereich	191
7.3.1	Autogas zur Vermeidung von Fahrverboten	191
7.3.2	Die Technik hinter dem Autogas-Pkw	194
7.3.2.1	Funktionsweise der Autogastechnik	194
7.3.2.2	Die nachträgliche Umrüstung von Ottomotoren auf den Autogasbetrieb ...	195
7.3.2.2.1	Vollsequentielle Anlagen	196
7.3.2.2.2	Flüssige Einspritzung mittels LPI-System	197
7.3.2.3	Autogas-Pkw ab Werk	199
7.3.3	Neuwagen versus umgerüstetes Autogasfahrzeug	199
7.3.4	Autogas-Pkw in Deutschland	200
7.3.4.1	Übersicht über die Hersteller und Importeure von LPG-Anlagen in Deutschland	200
7.3.4.2	Autogasmodelle ab Werk	203
7.3.5	Tanken mit Autogas	204
7.3.5.1	Tanksysteme im Überblick	204
7.3.5.2	Das LPG-Tankstellennetz in Deutschland	206
7.3.5.3	Autogastanken in Europa	208
7.4	Alternativer Kraftstoff im Schwerlastbereich	208
7.4.1	Verfahren zur Umrüstung schwerer Lkw	210
7.4.1.1	Gasförmige Einspritzung	211
7.4.1.2	Flüssige Einspritzung	213
7.4.2	Förderung der Umrüstung im Rahmen der De-minimis-Richtlinie	214
7.4.3	Hindernisse beim Einsatz im Schwerlastbereich	215
7.4.3.1	Aufwendiges und teures Zulassungsverfahren für Lkw im Dual-Fuel-Betrieb mit Autogas	215
7.4.3.2	Autogas fehlt in relevanten öffentlichen Förderprogrammen	216
7.4.3.3	Keine Befreiung von der Lkw-Maut	217
7.5	Alternativer Kraftstoff für leichte Transporter und Lkw	217
7.5.1	Antrieb für Fahrzeugflotten in Innenstädten	217
7.5.2	Autogas im ländlichen Raum: Bezahlbarer Kraftstoff mit vorhandener Infrastruktur für den ÖPNV	218
7.5.3	Zentrales Hemmnis: Fehlendes Zulassungsverfahren	218

7.6	Alternativer Antrieb in mobilen Geräten und Maschinen, Booten und Heißluftballons	219
7.6.1	Mobile Maschinen und Geräte	219
7.6.2	Mobiler Antrieb in der Land-, Forst- und Bauwirtschaft	221
7.6.3	LPG-betriebene Boots- und Schiffsmotoren	222
7.6.4	Heißluftballons	224
7.7	Exkurs: Umweltschutz mit Autogas in der Praxis – Das Clean City-Projekt der EKO-GAS GmbH	225
7.7.1	Säule 1: Die Umrüstung von Pkw und Taxis	226
7.7.2	Säule 2: Fahrzeugvermietung und Carsharing	226
7.7.3	Säule 3: Die Umrüstung von Kleintransportern	227
7.7.4	Säule 4: Autogas im Schwerlastverkehr	228
7.8	Fazit	228
8	Flüssiggas in seiner flexibelsten Form: Flaschen und Kartuschen	231
8.1	Propanflaschen	231
8.1.1	Flaschengrößen und -material	232
8.1.2	Modelle für den Erwerb und Umtausch von Propanflaschen	235
8.2	Flüssiggaskartuschen	237
8.2.1	Größe, Inhalt und Verschlussarten	237
8.2.2	Funktionsweise	239
8.3	Sicherer Umgang mit LPG-Flaschen und -Kartuschen	239
8.3.1	Propanflaschen	239
8.3.2	Flüssiggaskartuschen	241
8.4	Ein Blick in die Praxis: Anwendungen mit Flaschen und Kartuschen	242
8.4.1	Mobile Energiequelle im Campingbereich	242
8.4.2	Flexible Energiequelle in der Gastronomie	243
8.4.3	Leitungsungebundene Lichtquelle	245
8.4.4	Natürliche Unkraut- und Schädlingsbekämpfung	246
8.4.5	Mobile Energie im Baugewerbe	246
8.5	Fazit	247
9	Prozesswärme aus Flüssiggas: Sicher, praxiserprobt und umweltfreundlich	249
9.1	Überblick über Prozesswärme in Deutschland	249
9.1.1	Bedeutung und Formen der Prozesswärme	250
9.1.2	Die Vorteile von Flüssiggas im Bereich der Prozesswärme	253
9.2	Anwendungsbereiche für Prozesswärme aus Flüssiggas	254
9.2.1	Autogene Verfahren	254
9.2.1.1	Brennschneiden	254
9.2.1.2	Blockflämmen und Fugenhobeln	255
9.2.1.3	Flammstrahlen zum Säubern, Entrosten und Entzundern	255
9.2.1.4	Flammwärmern und -richten	255
9.2.1.5	Schweißen von Nichteisenmetallen und Flammlöten	256
9.2.2	Flüssiggasbetriebene Heizstrahler	257
9.2.2.1	Hellstrahler	257

9.2.2.2	Dunkelstrahler	257
9.2.3	Prozesswärme für die Landwirtschaft	258
9.2.4	Baugewerbe und Straßenbau	258
9.2.5	Industriewäscherei für Krankenhäuser und Altersheime	258
9.2.6	Sonstige Prozesswärme aus Flüssiggas	259
9.3	Prozesswärme aus Flüssiggas in der Praxis	259
9.3.1	Energiequelle für das Glasblasen	259
9.3.2	Prozesswärme für Recycling-Prozesse	260
9.3.3	Komplettversorgung eines Gewerbegebietes	260
9.3.4	Asphaltkochen mit fest integrierten Flüssiggas-Tanks	260
9.3.5	Phosphorgewinnung aus Klärschlamm	261
9.4	Fazit	262
10	Flüssiggas als alternativer Ausgangsstoff in der chemischen Industrie .	265
10.1	Flüssiggase als Feedstock im Chemiesektor	265
10.1.1	Die chemische Industrie in Deutschland	265
10.1.2	Flüssiggase als Alternative zu Naphtha	267
10.1.3	Die Perspektiven von LPG im Chemiesektor	273
10.2	Flüssiggas als Ausgangsstoff im Chemiesektor: Ein Blick auf die wichtigsten Produkte	274
10.2.1	Kunststoffe	274
10.2.2	Textilien und Bekleidung	276
10.2.3	Isoliermaterialien	276
10.2.4	Lösungsmittel	277
10.2.5	Lacke	277
10.2.6	Pharmaka	277
10.3	Fazit	278
11	Flüssiggase als natürliche Kältemittel	279
11.1	Flüssiggase als alternative Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial	280
11.1.1	Alternative zu konventionellen Kältemitteln	280
11.1.2	Die Vorteile von Flüssiggasen im Kälte- und Klimabereich	282
11.2	Rechtliche und politische Rahmenbedingungen	284
11.2.1	Normen für den sicheren Betrieb von Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln	285
11.2.2	Regelungen zur Entsorgung von Flüssiggas-Kältemitteln	289
11.2.3	Die F-Gas-Verordnung der EU (VO (EU) Nr. 517/2014)	289
11.3	Alte und neue Anwendungsbereiche	291
11.3.1	Isobutan als Standardkältemittel für Haushaltskühlgeräte	291
11.3.2	Propan und Isobutan für gewerbliche Kälteanlagen	294
11.3.2.1	Steckerfertige Geräte	295
11.3.2.2	Zentrale Kälteanlagen	295
11.3.3	Klimaanlagen	296
11.3.3.1	Gebäudeklimatisierung	296
11.3.3.1.1	Mobile Raumklimageräte	297
11.3.3.1.2	Split-Raumklimageräte	297

11.3.3.1.3	Flüssigkeitskühlsätze	298
11.3.3.2	Klimaanlagen in Kraftfahrzeugen.....	299
11.3.4	Wärmepumpen	301
11.3.5	Transportkälte-Lkw.....	304
11.4	Fördermöglichkeiten für Anlagen mit Flüssiggas-Kältemitteln.....	304
11.4.1	Kälte- und Klimaanlagen	305
11.4.2	Wärmepumpen	305
11.5	Hemmnisse beim Einsatz von Flüssiggasen als Kältemittel	306
11.5.1	Geltende Normen und Sicherheitsstandards.....	306
11.5.2	Vorurteile und Sicherheitsbedenken	308
11.6	Fazit	309
12	Flüssiggase im Alltag: Propan und Butan als Treibgase	311
12.1	Flüssiggase als klimafreundliche und flexible Treibgase.....	311
12.1.1	Funktion und Bedeutung von Flüssiggas-Treibgasen	311
12.1.2	Zur Sicherheit von Flüssiggas-Treibgasen	313
12.2	Einsatzgebiete von Flüssiggas-Treibgasen	314
12.2.1	Spraydosen.....	314
12.2.1.1	Haushalts- und Kosmetiksprays	315
12.2.1.2	Technische Sprays.....	315
12.2.1.3	Medizinische Sprays.....	315
12.2.1.4	Spraydosen für Feuerzeuge	316
12.2.1.5	Dekorationssprays	316
12.2.1.6	Treibgase in der Lebensmittelindustrie	317
12.2.2	Treibmittel zur Produktion von Schaumstoffen	318
12.2.3	Flüssiggas als Treibgas im Freizeitbereich	319
12.3	Fazit	319
13	Europa als eine der bedeutendsten Flüssiggasregionen der Welt: Der europäische LPG-Markt	321
13.1	Flüssiggas als alternativer Energieträger in Europa	322
13.1.1	Der europäische Flüssiggasmarkt	322
13.1.2	Flüssiggas in Europa: Eine Erfolgsgeschichte	325
13.1.3	Flüssiggas im europäischen Wärmemarkt.....	327
13.1.4	Autogas als wichtigster alternativer Kraftstoff	328
13.1.5	Die wachsende Bedeutung von Flüssiggas als Ausgangsstoff der chemischen Industrie	329
13.1.6	Aktuelle Entwicklungen: Hin zu grünem Flüssiggas.....	330
13.1.6.1	Biogenes Flüssiggas aus Finnland, Italien und Frankreich.....	330
13.1.6.2	Biomass-to-Liquid (BtL): BioTfuel aus Frankreich	331
13.1.6.3	EU-Konsortialprojekt BioMates	332
13.2	Die wichtigsten Flüssiggasländer und ihre Märkte	332
13.2.1	Die baltischen Staaten: LPG als Alternative zu Erdgas	333
13.2.2	Belgien: Wichtiger Flüssiggasimporteur im ARA-Raum	334
13.2.3	Bulgarien: Autogasnation am Schwarzen Meer	334
13.2.4	Finnland: Flüssiggas als Feedstock für die chemische Industrie.....	335

13.2.5	Frankreich: Zentrales europäisches Flüssiggasland.....	335
13.2.6	Griechenland: Starker Wachstumsmarkt in Südosteuropa	337
13.2.7	Italien: Vorreiter für Flüssiggas in Europa	337
13.2.8	Die Niederlande: Wichtigster Importstandort Europas.....	338
13.2.9	Norwegen: LPG-Spitzenproduzent.....	339
13.2.10	Polen: Große europäische Autogasnation.....	340
13.2.11	Portugal: Flüssiggas als Wärmequelle und Feedstock	340
13.2.12	Rumänien: Stabiler Flüssiggasmarkt in Südosteuropa.....	341
13.2.13	Russland: Export-Europameister.....	341
13.2.14	Schweden: Wichtiger Wachstumsmarkt in Nordeuropa.....	342
13.2.15	Slowakei: Wachsender Autogasmarkt	343
13.2.16	Spanien: Mit Autogas gegen die Luftverschmutzung.....	343
13.2.17	Tschechien: LPG für die Chemieindustrie und die Mobilität	344
13.2.18	Türkei: Autogas-Spitzenreiter.....	344
13.2.19	UK: Autogas für britische Taxis	345
13.2.20	Die Ukraine: Starker Wachstumsmarkt für Autogas.....	347
13.2.21	Ungarn: Flüssiggas für die chemische Industrie.....	348
13.3	Fazit	348
14	Flüssiggas in der Welt: Energieträger von globaler Bedeutung.....	351
14.1	Der globale Flüssiggasmarkt	352
14.1.1	Überblick und aktuelle Entwicklungen	352
14.1.2	Zentrale Verbrauchssektoren	353
14.1.2.1	Private Haushalte	353
14.1.2.2	Die chemische Industrie.....	354
14.1.2.3	Alternativkraftstoff Nr. 1 im Verkehr	354
14.1.2.4	Industrie und Gewerbe.....	357
14.1.2.5	Land- und Forstwirtschaft	358
14.1.2.6	Stromerzeugung aus Flüssiggas als Alternative zu Kohle und Diesel	358
14.1.3	Flüssiggasländer mit globaler Relevanz	362
14.1.3.1	USA	362
14.1.3.2	China	364
14.1.3.3	Indien	366
14.1.3.4	Japan und Südkorea	366
14.1.3.5	Mexiko.....	368
14.1.3.6	Brasilien	369
14.1.3.7	Ägypten und Marokko	369
14.2	Die gesellschafts- und umweltpolitische Dimension von Flüssiggas	371
14.2.1	Saubere Energie zum Kochen und Heizen	371
14.2.2	Flexible Versorgung von Flüchtlingscamps	376
14.2.3	Beitrag zum globalen Waldschutz	379
14.2.4	Verlässliche, schnell einsetzbare Energie in Katastrophen- und Krisenfällen ..	380
14.2.5	Hindernisse bei der Etablierung von Flüssiggas.....	381
14.3	Fazit	382

15	Berufsbilder der Flüssiggaswirtschaft	385
15.1	Die deutsche Flüssiggaswirtschaft und der Arbeitsmarkt	386
15.2	Typische Berufe der Flüssiggaswirtschaft	387
15.2.1	Ausbildungsberufe	388
15.2.1.1	Kaufmännische Berufe	388
15.2.1.1.1	Kaufmann im Groß- und Außenhandel	388
15.2.1.1.2	Verkäufer	388
15.2.1.2	Technische Berufe	390
15.2.1.2.1	Fachinformatiker	390
15.2.1.2.2	Anlagenmechaniker Sanitär, Heizung, Klimatechnik (SHK)	390
15.2.1.2.3	Industriemechaniker Instandhaltung	391
15.2.1.2.4	Kraftfahrzeugmechatroniker mit dem Schwerpunkt Nutzfahrzeugtechnik ...	391
15.2.1.2.5	Werkfeuerwehrmann	391
15.2.1.2.6	Chemikant	392
15.2.1.2.7	Chemielaborant	392
15.2.1.3	Berufe im Bereich Transport und Logistik	392
15.2.1.3.1	Berufskraftfahrer Güterverkehr	392
15.2.1.3.2	Fachkraft für Lagerlogistik	393
15.2.2	Duales Studium	394
15.2.2.1	Betriebswirtschaftler/Bachelor of Arts	394
15.2.2.2	Wirtschaftsinformatiker/Bachelor of Science	395
15.2.2.3	Wirtschaftsingenieur/Bachelor of Engineering	395
15.2.3	Universitäts- und Fachhochschulstudium	395
15.2.3.1	Ingenieur (Bachelor/Master of Engineering)	396
15.2.3.2	Sicherheitsbeauftragter	396
15.2.3.3	Jurist	397
15.2.3.4	Geograf und Geologe	397
15.2.3.5	Chemiker	397
15.3	Weiterbildungen	399
15.3.1	Angebote der Deutschen Flüssiggas Akademie	399
15.3.1.1	Basiswissen Flüssiggas	399
15.3.1.2	Flüssiggas-Anlagen im Baugewerbe	399
15.3.1.3	Grundlehrgang Ortsveränderliche Flüssiggas-Anlagen	399
15.3.1.4	Aufbauseminar Ortsfeste Flüssiggas-Anlagen – TRF 2012	400
15.3.1.5	Flüssiggas-Anlagen in Fahrzeugen	400
15.3.1.6	Flüssiggas-Anlagen in Booten	400
15.3.1.7	Flüssiggas-Anlagen in Gastronomie/Schaustellergewerbe	400
15.3.1.8	Zusatzausbildung Gewerbliche Fahrzeuge	400
15.3.1.9	DVFG-Energieeffizienzberater	401
15.3.2	Angebote von UNITI	401
15.3.2.1	Basis-Workshop Tankstellen-Vorschriften und -Technik	401
15.3.2.2	Fahrsicherheitstraining für Mineralöl-Fahrer	401
15.3.2.3	Technischer Mineralölkaufmann/Technische Mineralölkauffrau	401
15.4	Fazit	402

16	Die Zukunft von Flüssiggas	403
16.1	Zur Bedeutung von Flüssiggas für die Energiewende	403
16.2	Erforderliche Maßnahmen zur Ausschöpfung aller Potenziale	408
	Abkürzungsverzeichnis	413
	Literaturverzeichnis	419
	Publikationen	419
	Internetquellen	431
	Stichwortverzeichnis	465