

# 1 Flüssiggas – ein fast vergessener Energieträger der Zukunft

Ein Heißluftballon nimmt majestätisch Fahrt auf. Fast geräuschlos gleitet er über die Landschaft. Die Geschwindigkeit ist so moderat, dass selbst das kleinste Detail am Boden gut zu erkennen ist. Ballonfahrer wissen, wie schön und beeindruckend dieses Erlebnis sein kann. Was vielen Menschen dabei jedoch nicht bewusst ist: Die Ballonfahrt wird durch **Flüssiggas** ermöglicht. Das Gas treibt einen Brenner an, der die warme Luft erzeugt, die im Inneren der Ballonhülle für den Auftrieb sorgt. Kein anderer **Brennstoff** ist dazu in der Lage, bei **kleinstmöglichem Volumen** mit einem vergleichbar **hohen Brennwert** dem Heißluftballon zu seiner Fahrt zu verhelfen. Warum dies so ist und warum Flüssiggas für diese sowie viele andere Anwendungen einen idealen Energieträger darstellt, zeigt dieses Buch auf.

## 1.1 Der zu Unrecht vergessene Energieträger

Der Heißluftballon steht symbolisch für die **Gesamtheit der Einsatzbereiche** des **alternativen Energieträgers**. Eine kurze Übersicht gibt der folgende Abschnitt:

- **Wärmemarkt:** Mit Flüssiggas lässt sich heizen und das nicht nur in Wohnhäusern und Büroräumen, sondern auch in Hallen, Ställen und Wohnmobilen abseits von Erdgas- und Fernwärmenetzen.
- **Kochen und Grillen:** Flaschengas dient als sichere, flexible und sofort verfügbare Energiequelle für das Kochen, Grillen und Braten in der Gastronomie, in Privathaushalten, beim Camping oder auch auf Märkten.
- **Mobilität:** Mit Flüssiggaskraftstoff lassen sich Fahrzeuge und Schiffe antreiben. Auch mobile Geräte und Maschinen, wie Gabelstapler und Traktoren, setzen auf den alternativen Antrieb.
- **Chemische Industrie:** Flüssiggas ist ein wichtiger Ausgangsstoff für die Herstellung einer Vielzahl chemischer Erzeugnisse, wie Kunststoffe, Farben, Isoliermittel und Textilien.
- **Prozesswärme:** In der Industrie und Landwirtschaft ist Flüssiggas eine beliebte Energiequelle zum Schweißen, Löten, Schneiden und Schmelzen, etwa von Metall oder Glas.

So wie beim Heißluftballon, besetzt **Flüssiggas** in vielen Bereichen **Nischen**, die andere Energieträger häufig nicht auszufüllen vermögen, weil der Aufwand dafür etwa zu groß und entsprechend teuer wäre oder sie schlicht nicht verfügbar sind. Im Bereich der **privaten Haushalte** deckt Flüssiggas ca. 3 % des Wärmebedarfs in Deutschland ab.<sup>1</sup> In der **Mobilität** liegt sein Anteil bei 1 %, auch wenn es als sog. Autogas in Deutschland und der Welt den **führenden Alternativkraftstoff** darstellt. Die **Marktanteile des Gases** in zwei seiner **zentralen Anwendungsbereiche** sind damit bislang noch überschaubar. Wie das Buch aufzeigen wird, haben diese Nischen jedoch das Potenzial zu wachsen und dabei einen **signifikanten Beitrag zur Energiewende** zu leisten.

<sup>1</sup> Vgl. IFK Universität Stuttgart, Emissionen flüssiggasbetriebener Heizungsanlagen, 2016, S. 9.

Das **Nischendasein** von Flüssiggas bringt ein **grundlegendes Problem** mit sich: In der **öffentlichen Wahrnehmung** spielt Flüssiggas kaum eine Rolle. Es handelt sich quasi um einen **vergessenen Energieträger**, obwohl seine Nutzung bereits viele Jahrzehnte zurückreicht. Bundesweit bekannt sind häufig die **Flüssiggastanks im Garten**, welche insb. vor Häusern in **ländlichen Regionen** lange Zeit das Landschaftsbild mitprägten, oder aber die mit Flüssiggas betriebenen Heizpilze, die in der kalten Jahreszeit vor Gaststätten für Wärme sorgten. Auch die an etwa **7.100 Tankstellen** stehenden Autogas-Zapfanlagen sind kaum zu übersehen.

Weniger bekannt ist, dass es sich bei **Flüssiggas** um einen seit langer Zeit genutzten **universellen Energieträger** handelt, dessen Technologie

- **ausgereift**,
- **erprobt** und
- **sehr sicher** ist.

Flüssiggas fällt traditionell als **Nebenprodukt bei der Erdgas- und Erdölförderung** sowie bei der **Erdölverarbeitung in Raffinerien** an. Früher wurde das dabei entstehende Flüssiggas üblicherweise verbrannt oder in die Luft entlassen. Da dieses Verfahren nicht nur sehr klimaschädlich war, sondern auch eine wichtige Energiequelle vernichtet hat, ist man in Deutschland bereits vor mehr als 100 Jahren<sup>2</sup> dazu übergegangen, das ohnehin anfallende Gas zu nutzen. Aus dieser Herkunft ergibt sich ein **wesentliches Merkmal** von Flüssiggas: Es ist ein vergleichsweise **günstiger** und damit **sozialverträglicher Energieträger**. Der Literpreis für Autogas liegt an deutschen Tankstellen aktuell durchschnittlich bei etwa 0,60 €. <sup>3</sup> Benzin und Diesel kosten mit einem Durchschnittspreis von 1,41 € je l bzw. 1,29 € je l erheblich mehr.<sup>4</sup> Auch in seinen anderen Anwendungsbereichen weist Flüssiggas Preisvorteile auf, welche im Laufe des Buchs aufgezeigt werden.

Im Gegensatz zu traditionellen fossilen Brennstoffen verfügt Flüssiggas zudem über einen weiteren wesentlichen Vorteil: Es ist ausgesprochen **umwelt- und klimafreundlich**. Im Wärmebereich heizt es nahezu **komplett ohne Stickstoffoxid-, Schwefel-, Feinstaub- und Rußemissionen**. Auch der **CO<sub>2</sub>-Ausstoß** liegt bei Nutzung moderner Brennwerttechnik bis zu 30 % unter dem von Ölheizungen.<sup>5</sup> In Kombination mit erneuerbaren Energien, wie der Solarkraft, lassen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Flüssiggasheizsystemen weiter reduzieren. Der verstärkte Einsatz von Flüssiggas ist damit dazu geeignet, die Emissionen des Wärmesektors relativ schnell und mit überschaubarem Aufwand zu senken.

Im **Verkehrsbereich** sind die **CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen** von Flüssiggas ebenfalls **verschwindend gering**. Flüssiggasfahrzeuge unterschreiten bereits heute die Schadstoffgrenzwerte der **Euro 6d-Abgasnorm** für Pkw auf der Straße und haben damit **keine Fahrverbote** zu befürchten. Das macht sie zu einer idealen Technologie für die **Energiewende** der nächsten 20 bis 30 Jahre.

---

<sup>2</sup> Vgl. zur Historie der Nutzung von Flüssiggas Kapitel 2 dieses Buchs.

<sup>3</sup> Vgl. mylpg.eu v. 28.10.2019, [https://www.mylpg.eu/de/tankstellen/deutschland/?fbclid=IwAR2F6bGoG6LKi-7W0mJ3GWrllRFexLQixwr\\_zoKKPF5wGErZstSHXZGPv4v8](https://www.mylpg.eu/de/tankstellen/deutschland/?fbclid=IwAR2F6bGoG6LKi-7W0mJ3GWrllRFexLQixwr_zoKKPF5wGErZstSHXZGPv4v8) (zuletzt abgerufen am 28.10.2019).

<sup>4</sup> Vgl. mylpg.eu v. 28.10.2019, [https://www.mylpg.eu/de/tankstellen/deutschland/?fbclid=IwAR2F6bGoG6LKi-7W0mJ3GWrllRFexLQixwr\\_zoKKPF5wGErZstSHXZGPv4v8](https://www.mylpg.eu/de/tankstellen/deutschland/?fbclid=IwAR2F6bGoG6LKi-7W0mJ3GWrllRFexLQixwr_zoKKPF5wGErZstSHXZGPv4v8) (zuletzt abgerufen am 28.10.2019).

<sup>5</sup> Vgl. DVFG ohne Datum, <https://www.dvfg.de/die-besondere-energie/gute-gruende-fuer-fluessiggas/umweltschonend/> (zuletzt abgerufen am 13.08.2019).

Dass Flüssiggas trotz dieser Vorteile in der aktuellen politischen Diskussion kaum eine Rolle spielt, liegt auch an der **mittelständisch geprägten Struktur** der Flüssiggasbranche. Die Lobby ist nicht sehr groß und kann sich kaum vergleichen mit der geballten Kraft, mit welcher etwa die Erdgas- und Stromwirtschaft in Berlin, Brüssel und Straßburg operiert. Der **mittelständische Flüssiggashandel** konzentriert sich vorrangig auf die **Versorgungssicherheit** und die Belieferung seiner Kunden mit einem Produkt, das in jedem seiner Einsatzbereiche **höchsten Qualitäts- und Sicherheitsansprüchen** genügen muss.

Dieses Buch wird Flüssiggas und seine **vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten** vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen, wie der Energiewende und der Diskussion um die **Verbesserung der Luftqualität** in Deutschland, vorstellen. Es soll mit **alten Vorurteilen** aufräumen und damit einen wesentlichen Beitrag zur Diskussion um alternative Energieträger und Kraftstoffe in Deutschland und Europa leisten.

## 1.2 Gas ist nicht gleich Gas

Wenn in der öffentlichen Diskussion von Gas gesprochen wird, ist in der Regel **Erdgas** gemeint. Ist von Flüssiggas die Rede, wird dieses häufig mit verflüssigtem Erdgas verwechselt, obwohl die Definition hier sehr eindeutig ist: Lediglich die Kohlenwasserstoffe **Propan, Butan, Propen und Buten** sowie deren Gemische werden als **Flüssiggase** bezeichnet.<sup>6</sup> Flüssiggas wird mit **LPG** für **Liquefied Petroleum Gas** abgekürzt. Der Name verweist auf seine traditionelle Herkunft aus der Erdöl- und Erdgasförderung und -verarbeitung. Seine Anwendungsform in der Mobilität heißt **Autogas**. „Flüssiggase sind unter normalen Bedingungen (bei Raumtemperatur und atmosphärischem Druck) gasförmig, lassen sich aber bei relativ geringem Druck (daher der Name) verflüssigen.“<sup>7</sup> Erdgas ist dagegen nur schwer zu komprimieren. Entweder geschieht dies unter hohem Druck zu komprimiertem Erdgas (**Compressed Natural Gas – CNG**) oder bei sehr tiefen Temperaturen von bis zu -163 °C zu verflüssigtem Erdgas (**Liquefied Natural Gas – LNG**). Worin sich Flüssig- und Erdgas chemisch und physikalisch unterscheiden, wird in Kapitel 3 dieses Buchs ausführlich dargelegt, da die Eigenschaften der Gase erheblichen Einfluss auf ihren praktischen Einsatz haben.

Propan und Butan verflüssigen bereits bei geringen Drücken zwischen 5 und 10 bar. Die Verflüssigung lässt das Volumen von Flüssiggasen im Vergleich zum gasförmigen Zustand einerseits um ein Vielfach schrumpfen. Andererseits ermöglicht sie die **unproblematische Lagerung** sowie den **sicheren Transport** in relativ kleinen Behältern. Darin liegt ein **großer Vorteil gegenüber Erdgas**: Sowohl die Herstellung als auch die Lagerung und Logistik von LPG sind **deutlich günstiger** und technisch **weniger aufwendig** als diejenige von verflüssigtem und komprimiertem Erdgas.

Da Flüssig- und Erdgas regelmäßig in den gleichen Anwendungsbereichen eingesetzt werden, herrscht häufig begriffliche Verwirrung. Allein die Abkürzungen LPG, CNG und LNG sind von Laien kaum auseinanderzuhalten. Auch Entscheidungsträger<sup>8</sup> in Politik und Wirtschaft tun sich

<sup>6</sup> Vgl. Hempel, S. 9.

<sup>7</sup> Hempel, S. 9.

<sup>8</sup> Hinweis: In diesem Buch wird aus Gründen der Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen männlichen, weiblichen und diversen Geschlechts (mwd).

## 4 Der Beitrag von Flüssiggas zur Energiewende: Bestandsaufnahme und Potenziale

**Flüssiggas** ist in Deutschland und Europa nicht nur in der Mobilität der **wichtigste alternative Kraftstoff**. Aufgrund seiner spezifischen chemischen und physikalischen Eigenschaften hat sich das verflüssigte Gas seit seiner Entdeckung Anfang des 20. Jahrhunderts als schadstoffarme, zuverlässige, flexible und günstige Energiequelle in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen etabliert.

Im Rahmen der Diskussion um das Erreichen der von der Bundesregierung gesetzten Klima- und Energieziele sowie um wirksame Strategien zur Verbesserung der Luftqualität in deutschen Städten ist **Flüssiggas** in den letzten Jahren als **Energieträger** verstärkt in das Zentrum des öffentlichen Interesses getreten. In Bezug auf seine **Umweltvorteile** herrscht jedoch **viel Unwissenheit**. Auch **Fehlinformationen** hinsichtlich der **Emissionsbilanz** des Energieträgers halten sich beharrlich. So wird Flüssiggas im Vergleich zu Erdgas immer wieder eine schlechtere Klima- und Umweltbilanz zugeschrieben, u. a. weil es hauptsächlich bei der Raffinierung von fossilem Mineralöl anfallen würde.<sup>1</sup> Dies ist einerseits nicht zutreffend, da LPG genauso bei der Erdgasförderung entsteht und dann – bei Einbeziehen der gesamten Emissionskette des Energieträgers von der Gewinnung bis zum Verbrauch – ein ähnliches Emissionsverhalten wie Erdgas aufweist.<sup>2</sup> Insb. gegenüber verflüssigtem Erdgas (LNG) besitzt Flüssiggas in Bezug auf den **CO<sub>2</sub>- und Schadstoffausstoß** sowie die **Energieeffizienz** sogar erhebliche **Vorzüge**, die in diesem Kapitel aufgezeigt werden. Andererseits verkennt die **Schlechterstellung gegenüber Erdgas** die Zukunftspotenziale des alternativen Energieträgers. Flüssiggas muss keineswegs nur fossiler Herkunft sein. **Bio-Flüssiggas** auf Basis hydrierter Pflanzenöle und Abfallprodukte ist bereits seit April 2018 auf dem deutschen Markt erhältlich. Es zeichnet sich, je nach der Rohstoffbasis, gegenüber traditionellem Flüssiggas durch **Treibhausgasreduktionen von noch einmal bis zu 90 %** aus.<sup>3</sup> Verfahren zur Generierung synthetischen Flüssiggases mithilfe **regenerativen Stroms** stehen ebenfalls zur Verfügung und gewinnen mit Blick auf die aktuell **stagnierende Energiewende** zunehmend an Bedeutung.

Das folgende Kapitel gibt einen **Überblick über die spezifischen Umwelt- und Klimavorteile**, die Flüssiggas in seinen Einsatzbereichen gegenüber konventionellen fossilen Energieträgern auszeichnen und mit denen das Gas bereits heute einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der **Energiewende** leistet. Daran anschließend werden **nachhaltige Verfahren zur Gewinnung grünen LPGs vorgestellt** und deren Perspektiven im Rahmen der Energiewende vorgestellt. Kaum ein anderer Begriff hat den energie-, umwelt- und klimapolitischen Diskurs in Deutschland in den letzten 30 Jahren dabei so geprägt wie das Wort Energiewende, welches sich als Eigenname mittlerweile weltweit etabliert hat.<sup>4</sup> Dennoch ist die Beantwortung der Frage, was der

<sup>1</sup> Vgl. Gebhardt/Trautermann, autobild.de v. 14.06.2019, <https://www.autobild.de/artikel/autofahren-mit-gas-705044.html> (zuletzt abgerufen am 05.08.2019).

<sup>2</sup> Vgl. Anhang I RL (EU) 2015/652 v. 20.04.2015, ABl. EU Nr. L 107, S. 34 f.

<sup>3</sup> Vgl. dena, Flüssiggas und BioLPG, 2016, S. 16.

<sup>4</sup> Vgl. Carbon Brief Ltd. v. 21.09.2016, <https://www.carbonbrief.org/zeitliste-vergangenheit-gegenwart-zukunft-deutschen-energiewende> (zuletzt abgerufen am 18.07.2019).

- nicht korrosiv und
- in der Regel günstiger als alternative Treibgase.<sup>185</sup>

Als **klima- und umweltfreundliche Treibgase** kommen Flüssiggase deshalb in einer Vielzahl von Anwendungen zum Einsatz, die in Kapitel 12 dieses Buchs ausführlich erläutert werden.

### 4.3 Energieträger der Zukunft: BioLPG und synthetisches Flüssiggas

Flüssiggas leistet als Energieträger und Kraftstoff mit einem deutlich geringeren CO<sub>2</sub>- und Schadstoffausstoß als konventionelle fossile Brenn- und Treibstoffe, wie Erdöl, Kohle, Benzin und Diesel, in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen bereits einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Energiewende sowie zur **Verbesserung der Luft- und Umweltqualität** in Deutschland. Die **Treibhausgas- und Klimabilanz** des alternativen Energieträgers ist jedoch sogar noch erheblich besser, wenn Flüssiggase **biologisch** oder **synthetisch** erzeugt werden.

Der Großteil des regenerativen Flüssiggases wird aktuell im Zuge der Hydrierung von biologischen Ölen, Fetten oder Abfallprodukten generiert. **BioLPG** auf Basis von Pflanzenölen ist seit April 2018 bereits **auf dem deutschen Markt verfügbar**.<sup>186</sup> Wird Flüssiggas aus Abfall- oder Reststoffen hergestellt, kann die Treibhausgasreduktion gegenüber konventionellem LPG bis zu 90 % betragen und damit einen signifikanten Beitrag zur **Dekarbonisierung** von Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft leisten. Es gibt bereits eine Reihe nachhaltiger Verfahren zur Produktion von **biogenem LPG**, die im Folgenden vorgestellt werden. Der **europäische Flüssiggasverband Liquid Gas Europe** geht davon aus, dass sich mit erneuerbaren Flüssiggasen bis 2050 der gesamte LPG-Bedarf der EU decken lassen wird.<sup>187</sup> Auch die Herstellung von sog. **synthetischem Flüssiggas**, etwa mittels **regenerativem Strom**, ist möglich und wird innerhalb der Flüssiggasbranche bereits diskutiert.

Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU von 2018 erkennt biogene und synthetische Flüssiggase offiziell als regenerative Energieträger an, welche den Anteil nachhaltiger Energie am Bruttoenergieverbrauch der Union erhöhen können.<sup>188</sup> Anhang III der Richtlinie führt **Biopropan** als **biomassebasierten Brennstoff** mit einem Heizwert von 46 MJ/kg auf. **Hydriertes Pflanzenöl** wird noch einmal gesondert als Ersatzprodukt für **konventionelles Flüssiggas** erwähnt. Auch **synthetisches Flüssiggas**, das im Rahmen von **Fischer-Tropsch-Synthesen**<sup>189</sup> gewonnen wird und den gleichen Heizwert wie Biopropan hat, wird als erneuerbare Alternative zu herkömmlichem LPG gelistet.

<sup>185</sup> Vgl. WLPGA ohne Datum, [https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,application,0&cntnt01application\\_id=79&cntnt01returnid=52&cntnt01sector\\_id=&cntnt01subsector\\_id](https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,application,0&cntnt01application_id=79&cntnt01returnid=52&cntnt01sector_id=&cntnt01subsector_id) (zuletzt abgerufen am 06.07.2019).

<sup>186</sup> Vgl. Urbansky, Springer Professional v. 03.05.2018, <https://www.springerprofessional.de/biomasse/energiespeicher/erstes-biopropan-in-deutschland-gehandelt/15731586> (zuletzt abgerufen am 08.07.2019).

<sup>187</sup> Vgl. Liquid Gas Europe, Vision 2050, 2018, S. 2.

<sup>188</sup> Vgl. RL 2018/2001/EU v. 11.12.2018, ABl. EU Nr. L 328.

<sup>189</sup> Zur Produktion von synthetischem Flüssiggas mittels Fischer-Tropsch-Synthese vgl. S. 118 dieses Kapitels.

### 4.3.1 Bio-Flüssiggas

#### 4.3.1.1 BioLPG als grüner Brenn- und Kraftstoff

Unter BioLPG, oder auch **Bio-Flüssiggas**, werden allgemein **Flüssiggase** verstanden, welche **nicht auf Basis fossiler Energien, sondern aus Biomasse** generiert werden.<sup>190</sup> Biomasse ist dabei ein Sammelbegriff für eine Vielzahl organischer Substanzen, „die fortwährend aus dem Zusammenspiel von Luft, Wasser, Boden und Sonnenlicht entstehen. Es handelt sich daher um eine nachhaltige Ressource. Sowohl biogene Rohstoffe aus der Forst- und Landwirtschaft als auch biogene Reststoffe können stofflich und energetisch genutzt werden.“<sup>191</sup> BioLPG **erfüllt die Kriterien von Biomasse** im Rahmen der **Biomasseverordnung** (BiomasseV).<sup>192</sup> Die Verordnung legt u. a. fest, welche Stoffe im Anwendungsbereich des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) als Biomasse anerkannt werden und welche Regelungen bei der Generierung von Strom aus Biomasse zu beachten sind.<sup>193</sup> Als Biomasse gelten etwa Pflanzen und deren Bestandteile sowie die aus ihnen produzierten Energieträger, pflanzliche und tierische Abfallprodukte aus der Agrar-, Forst- und Fischwirtschaft sowie Bioabfälle entsprechend § 2 Nr. 1 der Bioabfallverordnung.<sup>194</sup> Seit Ende 2017 lässt sich biogenes Flüssiggas, ebenso wie konventionelles LPG, entsprechend der **38. BImSchV** zudem offiziell auch als **Biokraftstoff** zur **Reduzierung der Treibhausgasemissionen** fossiler Kraftstoffe anrechnen.<sup>195</sup>

**BioLPG** kann als reines

- Bio-Propan (oft auch Biopropan),
- Bio-Butan,
- Bio-Propen,
- Bio-Buten oder
- als ein Gemisch aus diesen Gasen

erzeugt und eingesetzt werden.

Die **Nutzung biogen** und damit **nachhaltig erzeugter Flüssiggase** weist im Rahmen der Energiewende **signifikante Vorteile** auf:

1. Je nach Rohstoffbasis **reduzieren** sie den **Treibhausgasausstoß** gegenüber konventionellem Flüssiggas nach Erhebungen der dena noch einmal um mind. 50 bis 60 %.<sup>196</sup> Werden Bioabfälle und -reststoffe verwendet, lässt sich der Ausstoß sogar um **bis zu 90 %** senken.
2. Wie herkömmliches LPG emittieren sie **sehr geringe Mengen an Feinstaub sowie Stickstoff- und Schwefeloxiden**.<sup>197</sup>
3. Sie weisen die **gleiche chemische Zusammensetzung** wie ihr konventionelles Äquivalent auf und lassen sich deshalb überall dort einsetzen, wo Flüssiggase als alternative Energieträger

<sup>190</sup> Vgl. Atlantic Consulting/WLPGA, BioLPG, 2018, S. 9.

<sup>191</sup> Bühler, Biokraftstoffe der ersten und zweiten Generation, 2010, S. 21.

<sup>192</sup> Vgl. § 2 Abs. 1 und 2 Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV).

<sup>193</sup> Vgl. § 1 BiomasseV.

<sup>194</sup> Vgl. § 2 Abs. 2 BiomasseV.

<sup>195</sup> Vgl. § 14 38. BImSchV.

<sup>196</sup> Vgl. dena, Flüssiggas und BioLPG, 2016, S. 16.

<sup>197</sup> Vgl. DVFG, Jahresbericht 2018, 2019, S. 9.

## 5 Flüssiggas für die Energiewende im ländlichen Raum: Dezentral, umweltfreundlich und bezahlbar

Die **Energiewende** umfasst mittlerweile die meisten Bereiche des gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Lebens in Deutschland. Ihr zentrales Ziel ist dabei der Übergang von einem Energiesystem, das sich maßgeblich auf die Nutzung fossiler Brenn- und Treibstoffe sowie der Kernkraft stützt, zu einer **kohlenstoff- und schadstoffarmen Energieversorgung**, die sich an den Prinzipien der **Nachhaltigkeit**, der **Energie- und Ressourceneffizienz** sowie des **Umwelt- und Klimaschutzes** ausrichtet.<sup>1</sup> Zur Erreichung dieser Transformation hat die Bundesregierung in den vergangenen Jahren immer wieder umfassende Maßnahmenkataloge entworfen, welche die Mobilität ebenso betreffen wie den Gebäudebereich, die Land- und Forstwirtschaft und die Industrie.<sup>2</sup>

Wie Kapitel 4 aufzeigt, konzentriert sich die Energiewende in Deutschland bislang hauptsächlich auf die Verwirklichung einer CO<sub>2</sub>-armen und auf erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung. Andere Sektoren werden weiterhin von fossilen Energieträgern mit hohem Treibhausgas- und Schadstoffausstoß bestimmt. Einer der Gründe für die **energiepolitische Stagnation** in Deutschland ist, dass die anvisierten Maßnahmen sich häufig auf urbane Gebiete konzentrieren und die **Lebenswirklichkeiten in den ländlich geprägten Gebieten** Deutschlands **nicht ausreichend berücksichtigen**.

Zwar treten viele **Verkehrs- und Umweltprobleme** besonders deutlich in **großen Städten und Ballungsräumen** zutage. Die Konzentration auf diese Regionen verkennt jedoch Folgendes:

- In Deutschland leben laut dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) etwa 47 Mio. Menschen außerhalb der großen Städte.<sup>3</sup>
- Zwischen **70 und 90 %** des deutschen Bundesgebiets sind **ländlich geprägt**.<sup>4</sup>
- Ländliche **Regionen** sind in besonderem Maße von Klimawandel und Umweltverschmutzung sowie deren Folgen betroffen. Sie sind aufgrund ihres hohen Freiflächenanteils gleichzeitig wichtige Orte für die Umsetzung der Energiewende.

Die deutsche Energiewende wird nur gelingen, wenn der **ländliche Raum** in relevante energie- und umweltpolitische Pläne und Programme mit einbezogen wird sowie speziell auf die Gegebenheiten vor Ort zugeschnittene Lösungen für dessen **Dekarbonisierung** sowie **Anpassung an den Klimawandel** entwickelt werden.

<sup>1</sup> Vgl. hierzu das Kapitel 4 dieses Buchs, welches sich umfassend mit dem Beitrag von Flüssiggas zur Energiewende auseinandersetzt.

<sup>2</sup> Vgl. etwa BMWi, Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 2010 sowie BMWi, Energieeffizienzstrategie Gebäude, 2015.

<sup>3</sup> Vgl. BMEL, Ländliche Regionen verstehen, 2018, S. 4.

<sup>4</sup> Vgl. BMEL, Ländliche Regionen verstehen, 2018, S. 4 sowie BBSR ohne Datum, [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010\\_vbg/raumtypen2010\\_node.html#doc442666bodyText2](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010_vbg/raumtypen2010_node.html#doc442666bodyText2) (zuletzt abgerufen am 24.08.2019).

Bereits heute werden viele Verbraucher im ländlichen Raum mit Flüssiggas versorgt. Sie erfüllen damit ein zentrales **Merkmal** der **Energiewende**: die **zunehmende Dezentralität der Energieversorgung**. Während insb. Strom traditionell in großen Kraftwerken auf Basis von Kohle, Kernkraft oder Gas produziert wird, geht der Trend im Zuge der verstärkten Nutzung regenerativer Energien immer stärker in Richtung kleiner, dezentraler Energieerzeugungsanlagen, die teilweise nur einzelne Häuser mit Energie versorgen. Flüssiggas ermöglicht es schon heute, Gebäude jenseits leitungsgebundener Versorgungsnetze dezentral mit Heizenergie und Warmwasser zu versorgen. Künftig können auch Haushalte, die bislang an das Erdgasnetz angeschlossen waren, mit LPG beheizt werden. **Flüssiggas** stellt im **ländlichen Raum** damit eine sichere, technologisch **erprobte** und **umweltfreundliche Energiequelle** dar.

Auch **Feriansiedlungen**, wie „Min Huus an de Küst“<sup>82</sup> in Dagebüll am Fähranleger zu den Inseln Föhr und Amrum, sind prädestiniert für den Einsatz von **Flüssiggas**, weil sie sehr häufig abseits großer Energieinfrastrukturen liegen. Seit dem offiziellen Projektabschluss im Juni 2018 werden an der Nordseeküste nach 6-jähriger Projektlaufzeit über 100 Ferienhäuser, ein Hotel, gastronomische Einrichtungen sowie 23 Gewerbetriebe mit Flüssiggas versorgt.<sup>83</sup> Die letzten Häuser wurden 2018 vermietet. Die Feriansiedlung bietet Betten für über 500 Gäste, die im Schnitt 200 Tage im Jahr gebucht sind. Den Betreibern war schnell klar, dass für die Versorgung der Siedlung nur Flüssiggas zum Einsatz kommen kann, weil kein Erdgasnetz vorhanden war. Im Zuge des Projekts wurde eine **Sammelversorgung** installiert, bei welcher die Objekte nicht nur von einem, sondern von insg. elf Tanks versorgt werden.<sup>84</sup> Dadurch wurde der Aufwand für die Verlegung der Flüssiggasleitungen zu den vielen Abnehmern minimiert.



**Bild 5.2** Einlagerung eines Flüssiggastanks in der Ferienhaussiedlung Min Huus an de Küst in Dagebüll

Quelle: Propan Rheingas GmbH & Co. KG, 2018

<sup>82</sup> Vgl. Werner, shz.de v. 20.06.2018, <https://www.shz.de/lokales/nordfriesland-tageblatt/ferienhaus-siedlung-ist-fertig-id20188822.html> (zuletzt abgerufen am 24.08.2019).

<sup>83</sup> Vgl. Propan Rheingas GmbH & Co. KG v. 20.06.2018, <https://www.rheingas.de/unternehmen/presse-und-oeffentlichkeit/pressemeldungen/artikel/propan-rheingas-versorgt-ferienhaussiedlung-an-der-nordsee-mit-fluessiggas/> (zuletzt abgerufen am 24.08.2019).

<sup>84</sup> Vgl. Bau Immobilien Trends v. 22.07.2018, <http://www.bau-immobilien-trends.de/tag/min-huus-an-de-kuest> (zuletzt abgerufen am 24.08.2019).



in den von Hochwasser bedrohten Gegenden Deutschlands immens sind. Sie entsprechen rund 70 % aller Hochwasserschäden in Gebäuden.<sup>31</sup>

LPG-Anlagen werden so konzipiert, dass sie auf Dauer dicht sind. Im Falle eines Hochwassers besteht zwar grundsätzlich die Möglichkeit, dass Flüssiggasflaschen und -tanks ebenfalls weggespült werden, es tritt bei ober- und unterirdischen Tanks jedoch in der Regel kein Gas aus. Sollte doch einmal ein LPG-Behälter so stark beschädigt werden, dass der Inhalt nach außen gelangt, verflüchtigt sich das Gas in die **Umgebungsluft**. Das Grundwasser wird dabei nicht verschmutzt.<sup>32</sup> Die unterirdische Tankvariante verfügt zudem über eine **Auftriebssicherung**, die ein Aufschwimmen verhindert.<sup>33</sup> Entsprechend den seit 2018 geltenden verschärften Bestimmungen zum Hochwasserschutz in Deutschland, der neu erlassenen Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)<sup>34</sup> sowie den daraus resultierenden Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS) dürfen **Flüssiggasheizungen** deshalb auch weiterhin **ohne Einschränkungen in Hochwasser- und Trinkwasserschutzgebieten genutzt werden**.

### 6.1.5 Die soziale Komponente von Flüssiggas: Günstige Anschaffungs- und Betriebskosten

Insb. in ländlichen Gebieten kommt Flüssiggas als günstige Energiequelle noch eine andere Bedeutung zu. Der Energieträger ist aktuell (Stichtag: 12.11.2019) **erheblich preiswerter** als alle anderen Energieträger im Wärmemarkt, mit Ausnahme von Holzpellets.

**Tabelle 6.1** Preisvergleich der Energieträger im Wärmemarkt

Energieträger	Preis in Cent je kWh (inkl. MwSt.)
Pellets	4,93
<b>Flüssiggas</b>	<b>5,53</b>
Heizöl	6,23
Erdgas	6,31
Fernwärme	8,21
Heizstrom	24,75

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Zahlen von Brennstoffspiegel + Mineralölrundschau 12/2019<sup>35</sup>

In der Regel ist Flüssiggas geringfügig teurer als Erdgas, jedoch günstiger als Strom, Fernwärme und Heizöl.<sup>36</sup> Momentan liegt der **LPG-Preis** jedoch sogar **unter dem von Erdgas**. Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Rohölpreise am Weltmarkt konnten die Verbraucher in Deutschland seit der 2. Jahreshälfte 2014 von sehr günstigen Heizölpreisen profitieren, sodass die Brennstoff-

<sup>31</sup> Vgl. Die Bundesregierung ohne Datum, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/bundesregierung/bundeskanzleramt/mehr-vorsorge-gegen-ueberschwemmungen-435668> (zuletzt abgerufen am 06.09.2019).

<sup>32</sup> Vgl. WLPGA, Opportunities for using LPG in Humanitarian Settings, 2016, S. 16.

<sup>33</sup> Vgl. Partz v. 18.04.2018, <https://www.fluessiggas1.de/fluessiggastank-vorschriften-aufstellung-abstaende-und-grenzen/> (zuletzt abgerufen am 09.09.2019).

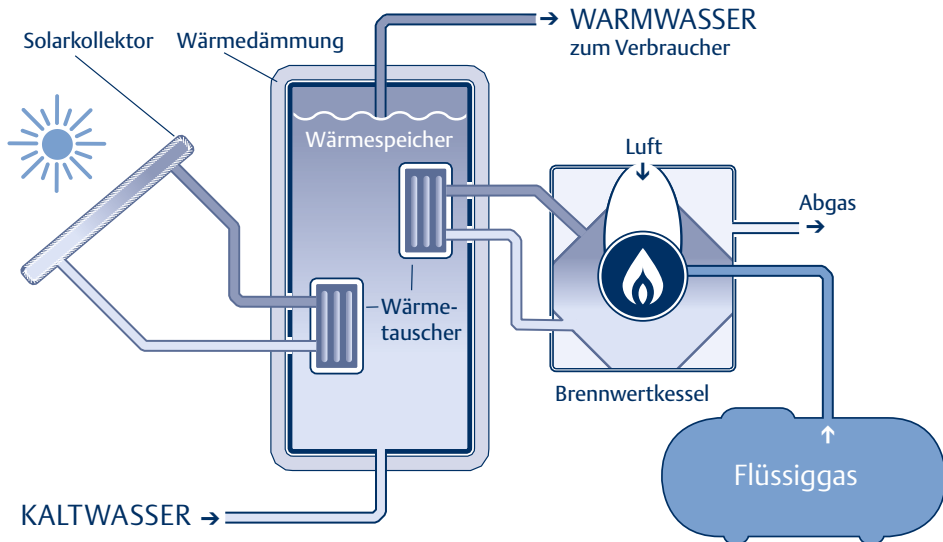
<sup>34</sup> Vgl. Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) in der Fassung v. 18.04.2017.

<sup>35</sup> Vgl. Brennstoffspiegel + Mineralölrundschau 12/2019, S. 72.

<sup>36</sup> Vgl. co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH ohne Datum, <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/fluessiggas/vergleich-fluessiggas-erdgas-oder-heizoel/> (zuletzt abgerufen am 28.06.2019).

## 6.2.2 Brennwertkessel und Solarthermie

Brennwertkessel lassen sich auch sehr einfach mit **erneuerbaren Heizungskomponenten** kombinieren. Eine weitverbreitete Technologie ist die Solarthermieanlage, die im Rahmen einer Bestandssanierung mit der Flüssiggasheizung gekoppelt oder in einem Neubau von Anfang an zusammen mit ihr betrieben werden kann.<sup>79</sup>



**Bild 6.3** Schematische Darstellung einer Kombination von Flüssiggas-Brennwerttechnik und Solarthermie  
Quelle: Luniak, Jens, eigene Darstellung, 2019 auf Basis von [solaranlage-ratgeber.de](https://www.solaranlage-ratgeber.de)<sup>80</sup>

**Solarthermie** wird in **zwei technologischen Ausführungen** angeboten und genutzt:

1. **Flachkollektoren**, in denen ein Absorber, der unter einer Glasplatte montiert ist, die Sonnenenergie aufnimmt und in Wärme umwandelt, sowie
2. **Vakuum-Röhrenkollektoren**, bei welchen die umgewandelte Wärmeenergie in sehr gut isolierten Glasröhren vorgehalten wird.<sup>81</sup> Vakuum-Röhren sind um bis zu zwei Drittel teurer als Flachkollektoren, dafür jedoch auch leistungstärker und energieeffizienter.

In beiden zirkuliert ein **Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch**, das sich erwärmt und welches die Wärme später über Wärmetauscher direkt in das Heizsystem oder einen Wärmespeicher abgibt.<sup>82</sup>

<sup>79</sup> Vgl. dena, Flüssiggas und BioLPG, 2016, S. 17.

<sup>80</sup> Vgl. Anondi GmbH, Solaranlage Ratgeber ohne Datum, <https://www.solaranlage-ratgeber.de/solarthermie/solarthermie-funktionen/kombination-mit-anderer-heiztechniken/gasheizung-mit-solarthermie> (zuletzt abgerufen am 07.09.2019).

<sup>81</sup> Vgl. Deutsche Handwerks Zeitung v. 21.07.2014, <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/solarkollektoren-was-flach-und-roehre-koennen/150/19529/242838> (zuletzt abgerufen am 10.09.2019).

<sup>82</sup> Vgl. Frahm ohne Datum, <https://www.solaranlagen-portal.com/solarthermie/thermische-solaranlage/solarfluessigkeit> (zuletzt abgerufen am 07.09.2019).

# 11 Flüssiggase als natürliche Kältemittel

Ob der Kühlschrank, die Tiefkühltruhe oder die Klimaanlage in Gebäuden und Fahrzeugen: **Kälte- und Kühlanlagen** sind aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Auch in der Wirtschaft spielen **industrielle und kommerzielle Kühlsysteme** eine wichtige Rolle bei der Maschinen-, Werkzeug-, Büro- und Lebensmittelkühlung. Dies ist insofern problematisch, als dass in einem Großteil der sich heute im Betrieb befindlichen Kälteanlagen nach wie vor Kältemittel mit einem hohen Treibhauspotenzial zur Anwendung kommen,<sup>1</sup> allen voran die sog. **fluorierten Treibhausgase** – auch **F-Gase** genannt. Die **Europäische Union (EU)** hat deshalb beschlossen, den Einsatz klimaschädlicher Kältemittel in Zukunft stark einzuschränken, indem F-Gase zunehmend durch **natürliche Kältemittel** ersetzt werden. Damit sind Stoffe gemeint, die in größeren Mengen in der Natur vorkommen.<sup>2</sup>

**Flüssiggase** spielen als natürliche Kältemittel eine zentrale Rolle, weil sie bereits von sich aus über ein **geringes Treibhausgas- und Ozonabbaupotenzial** sowie über ähnlich gute **thermodynamische Eigenschaften** wie konventionelle Kältemittel verfügen. Aus diesem Grund lassen sie sich mit lediglich **geringem Anpassungsbedarf** in vielen bestehenden Kühl- und Kältesystemen einsetzen. Die Anwendung von Flüssiggasen im Kälte- und Klimabereich ist dabei grundsätzlich nicht neu. Ihre kühlenden Eigenschaften werden bereits seit vielen Jahrzehnten für den Betrieb von Kühl- und Gefrierschränken sowie Klimaanlagen genutzt. Im Zuge der veränderten politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ergeben sich in jüngerer Vergangenheit jedoch auch **neue Anwendungsgebiete**, die im Rahmen dieses Kapitels vorgestellt werden.

Der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) zufolge wird der **Bedarf an Klimakälte** vor dem Hintergrund der globalen Erwärmung der Erdoberfläche sowie der fortschreitenden Digitalisierung und der daraus resultierenden notwendigen Kühlung technischer Geräte und Einrichtungen künftig sogar noch stark zunehmen.<sup>3</sup> Flüssiggasen wird damit als natürlich vorkommenden klimafreundlichen und erprobten Kältemitteln ebenfalls **wachsende Bedeutung** zukommen. Bislang wird der flächendeckende Einsatz von **LPG-Kältemitteln** allerdings durch eine Reihe **regulatorischer und praktischer Hemmnisse** behindert. Diese gilt es zu beseitigen, wenn Propan, Propen und Butan ihr großes **Potenzial als Ersatz** für **klimaschädliche F-Gase** und als **effizientes Kältemittel** im Rahmen der Energiewende ausschöpfen sollen.

<sup>1</sup> Vgl. Umweltbundesamt, Kohlenwasserstoffe sicher als Kältemittel einsetzen, 2014, S. 22.

<sup>2</sup> Vgl. eurammon v. 15./16.04.2010, S. 12, [http://www.eurammon.com/download/vortrag\\_monika\\_witt\\_oekkv.pdf](http://www.eurammon.com/download/vortrag_monika_witt_oekkv.pdf) (zuletzt abgerufen am 15.08.2019).

<sup>3</sup> Vgl. Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen, Kostenfalle Kältemittel, 2018, S. 3.

zunehmenden Verknappung herkömmlicher Kältemittel fand ein Umdenken hin zu natürlichen Kältemitteln mit geringem GWP statt. Auch heute kursieren unter Kälteanlagenproduzenten jedoch noch **viele Fehlinformationen** hinsichtlich der geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz brennbarer Kältemittel, insb. der zugelassenen Füllmengen und den Möglichkeiten der Aufstellung.

Ein zentrales Kriterium von Verbrauchern beim Erwerb von Produkten ist der **Preis**. Obwohl LPG-Kältemittel mittlerweile bereits häufig günstiger als (H)FKW sind, liegen die Kosten für die Anlagenkomponenten sowie für die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen in der Regel über denen konventioneller Kältemittel. Da notwendige Komponenten, wie Verdichter, für Flüssiggase häufig nicht Teil des Standardsortiments von Teileherstellern und -lieferanten sind, überschreiten sie die Kosten für die etablierten Einzelteile mitunter erheblich.<sup>219</sup> Damit sind Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln häufig immer noch teurer als Kältesysteme, die auf F-Gase setzen. Mit fortschreitendem F-Gas-Phase down dürfte sich dieser Trend künftig allerdings umkehren. Aktuell bedarf es jedoch **geeigneter Förderprogramme**, um die Verbreitung klimafreundlicher Kältemittel zu unterstützen und Anreize für die oft höheren Investitionen in LPG-Anlagen zu setzen. Sowohl mit Blick auf ihre Wahrnehmbarkeit und Akzeptanz als auch die höheren Kosten war die explizite Aufnahme umweltfreundlicher Flüssiggas-Kältemittel in die **Kälte-Klima-Richtlinie 2018** deshalb ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Dies könnte zusätzlich begleitet werden von der Integration eines **Kältemittelbonus bei Nutzung natürlicher Kältemittel** in bestehende Förderprogramme wie das Marktanreizprogramm.<sup>220</sup> Eine Verteilung von Informationsheften an Heizungs- und Kälteanlagenbauer könnte zudem mit alten Vorurteilen gegenüber Flüssiggasen aufräumen.

## 11.6 Fazit

1. Die Flüssiggase R290 (Propan), R1270 (Propen), R600 (*n*-Butan) und R600a (Isobutan) sind natürliche Kältemittel mit einem sehr geringen Treibhauspotenzial (GWP) zwischen 2 und 4, die nicht zum Abbau der Ozonschicht beitragen.
2. Flüssiggase besitzen sehr gute chemische, physikalische und thermodynamische Eigenschaften, sind gut verfügbare und handhabbar und lassen sich deshalb problemlos in einer Vielzahl kältetechnischer Anwendungen nutzen. Je nach Anwendungsbereich erreichen sie dabei Energieeffizienzinsparungen von bis zu 30 % gegenüber herkömmlichen fluorhaltigen Kältemitteln (F-Gasen). Flüssiggase stellen deshalb im Klima- und Kältebereich eine der wichtigsten klimafreundlichen Alternativen zu F-Gas-Kältemitteln mit hohem GWP dar. Der Einsatz von Letzteren wird durch die EU-F-Gas-Verordnung von 2014 schrittweise eingeschränkt.
3. Eine Reihe von Normen und Gesetzestexten auf EU- und Bundesebene gewährleistet die ordnungsgemäße Konzeption, Aufstellung, Installation und Entsorgung sowie den sicheren Betrieb von Kälteanlagen. Zentral für die Nutzung von Flüssiggasen in Kälteanlagen ist dabei die Einordnung in die Sicherheitsklasse A3 als leicht entzündliches, aber gering giftiges Kältemittel.

<sup>219</sup> Vgl. Umweltbundesamt, Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln, 2016, S. 26.

<sup>220</sup> Vgl. Umweltbundesamt, Kohlenwasserstoffe sicher als Kältemittel einsetzen, 2014, S. 86.

4. Die Klimaanlage in Fahrzeugen haben einen erheblichen Anteil am deutschen Treibhausgasausstoß. Der Einsatz von Flüssiggasen in den Klimaanlage von Pkw und leichten wie schweren Nutzfahrzeugen ist in der EU nicht verboten. Die europäischen Autohersteller haben sich jedoch dazu entschieden, Flüssiggas-Kältemittel nicht einzusetzen, obwohl diese sich für den Einsatz in diesem Bereich eignen und die Emissionen in erheblichem Maße reduzieren würden.
5. Trotz ihrer vielfältigen Vorteile als natürliche und klimafreundliche Kältemittel haben Flüssiggase im Kälte- und Klimabereich aktuell noch mit einer Reihe von Hindernissen zu kämpfen, die ihre weitere Verbreitung erschweren, allen voran mit höheren Investitionskosten infolge notwendiger Sicherheitsvorkehrungen, einer mangelnden Spezifizierung von Produkthaftungsregelungen bei Nutzung brennbarer Kältemittel und Vorurteilen gegenüber dem Einsatz von LPG in Kälteanlagen. Wenn Flüssiggase mit Blick auf die Reduktion kältebedingter Emissionen und das Erreichen der deutschen Klimaziele ihr volles Potenzial ausschöpfen sollen, gilt es diese Hemmnisse auszuräumen.

## 14 Flüssiggas in der Welt: Energieträger von globaler Bedeutung

Flüssiggas spielt nicht nur in Deutschland und Europa eine wichtige Rolle als alternativer Brenn- und Kraftstoff. Es handelt sich bei LPG vielmehr um eine **universell genutzte Energiequelle**, die in allen **Regionen der Welt** in einer Vielzahl energetischer und nicht-energetischer Bereiche Anwendung findet. Schätzungen zufolge nutzen **weltweit über 2 Mrd. Menschen** den **alternativen Energieträger**.<sup>1</sup> Die Einsatzbereiche von LPG unterscheiden sich dabei jedoch je nach Region. Während es in Europa sowohl im Wärmemarkt, in der Mobilität als auch in der Chemieindustrie in signifikanten Mengen abgesetzt wird, dient es in Afrika sowie Mittel- und Südamerika hauptsächlich als **Koch- und Heizenergie**.<sup>2</sup> In Nordamerika wird LPG mittlerweile bevorzugt in der Petrochemie als Ausgangsstoff für die Herstellung einer Bandbreite von Produkten eingesetzt. Die Anwendung im Wärmebereich und in der Mobilität spielt lediglich eine untergeordnete Rolle. In Asien stellen sowohl die **privaten Haushalte** als auch der **Verkehrssektor** die beiden wichtigsten Absatzmärkte dar. Im Gegensatz zum europäischen Kontinent gewinnt auf dem **Weltmarkt** auch die **Generierung von Elektrizität auf Basis von Flüssiggas** in den letzten Jahren an Bedeutung.

Im Vergleich zur LPG-Nutzung in Europa weist der **Weltmarkt für Flüssiggas** einige **Besonderheiten** auf, welche im Folgenden ausführlich vorgestellt werden. Das Kapitel gibt einerseits einen Überblick über den globalen Flüssiggasmarkt, die zentralen Anwendungsbereiche für LPG und Länder mit weltweiter Relevanz. Andererseits widmet es sich der **gesellschaftlichen und umweltpolitischen Dimension** des Gases. Die essenzielle Rolle, die Flüssiggas im Rahmen der **internationalen Entwicklungszusammenarbeit** spielt, ist häufig ebenso wenig bekannt wie dessen Beitrag zum globalen Waldschutz und zur Krisenbewältigung in Notsituationen. In vielen Gegenden der Erde stellt **Flüssiggas die einzige zur Verfügung stehende Alternative** zu umwelt- und gesundheitsschädigenden Brennstoffen, wie **Holz und Kohle**, dar. Als leitungsungebundener Energieträger ist das Gas bei der Unterhaltung von **Flüchtlingscamps** darüber hinaus genauso unerlässlich wie als flexibel einsetzbare und verlässliche Energiequelle in **Katastrophenfällen**, wie bspw. dem Erdbeben und dem Tsunami, welche Japan im Jahr 2011 trafen. Ermöglicht wird die globale Verbreitung des Gases durch eine seiner zentralen Eigenschaften: die leichte Verflüssigung unter geringem Druck und die daraus folgende flexible Transportier- und Anwendbarkeit.

<sup>1</sup> Vgl. WLPGA, Opportunities for using LPG in Humanitarian Settings, 2016, S. 14.

<sup>2</sup> Vgl. Shell Flüssiggas-Studie, 2015, S. 15.

preise zu bieten.<sup>72</sup> In Zeiten starker globaler Elektrifizierungstendenzen stellt die **Verfügbarkeit ausreichender Mengen von Strom** einen **wesentlichen Wettbewerbsfaktor** auf dem Weltmarkt dar. Die Stromversorgung kann in wesentlichem Maße den wirtschaftlichen Erfolg von Staaten beeinflussen.

### Exkurs: Größtes Flüssiggas-Kraftwerk der Welt in Ghana

Das **Bridge Power Plant in Tema, Ghana** wird voraussichtlich im Jahr 2020 seinen Betrieb aufnehmen und dann über eine Stromerzeugungskapazität von 450 MW verfügen.<sup>73</sup> Damit wird die Anlage das **größte mit LPG befeuerte Kraftwerk der Welt** sein. Aktuell wird die Elektrizität in dem afrikanischen Land hauptsächlich auf Basis von Öl und Diesel generiert. Dies ist nicht nur wenig nachhaltig, sondern auch vergleichsweise kostspielig und schlägt sich etwa in hohen Strompreisen nieder.<sup>74</sup> Die Regierung Ghanas legt großen Wert auf die **Dekarbonisierung ihrer Energieversorgung** zu erschwinglichen Preisen. Flüssiggas spielt als Ersatz konventioneller fossiler Energien dabei eine zentrale Rolle, weil das Gas in großen Mengen kostengünstig erhältlich und problemlos ohne Leitungsnetz transportierbar ist sowie bei der Verbrennung vergleichsweise geringe Emissionen ausstößt. Ghana verfügt zudem bereits über zwei Raffinerien in Tema und damit eine vorhandene LPG-Infrastruktur, über welche die Anlage mit Energie versorgt werden soll.<sup>75</sup> Das Kraftwerk, das sowohl Gas- als auch Dampfturbinen miteinander kombiniert, soll bis zu 50 % mehr Elektrizität als eine einfache Gasturbinenanlage erzeugen und nach seiner Fertigstellung **15 % der Stromerzeugungskapazitäten des Landes decken**.<sup>76</sup> Da das Kraftwerk sowohl mit Flüssig- als auch Erdgas betrieben werden kann, hält sich Ghana die Option offen, künftig Erdgas als primäre Energiequelle zu nutzen. Ob und wann dies passieren wird, ist jedoch nicht absehbar.

Ein Land, das ein **sehr großes Potenzial** für die Nutzung von **Flüssiggas zur Stromerzeugung** aufweist, ist **Indien**. Im Jahr 2017 hatten fast 80 % der indischen Bevölkerung Zugang zu Elektrizität, bald soll die Abdeckung 100 % betragen.<sup>77</sup> Starkes Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum sowie der daraus resultierende stetig steigende Strombedarf führen allerdings regelmäßig zu einem Zusammenbruch des Stromnetzes und chronischer Elektrizitätsknappheit. Der Einsatz dieselbetriebener Generatoren ist deshalb nicht nur in Gegenden ohne Stromleitungen weit verbreitet.<sup>78</sup> Indiens Regierung hat **Flüssiggas als Koch- und Heizenergie** bereits seit vielen Jahren aktiv befördert und eine entsprechende Lager- und Transportinfrastruktur aufgebaut. Auch im **Strombereich** ist **Flüssiggas dazu geeignet, energieineffiziente Dieselgeneratoren abzulösen** und Stromausfälle aufzufangen. Die Versorgung mit Erdgas ist in Indien unzuverlässig, was zum einen daran liegt, dass die benötigten Leitungen nicht in allen Regionen installiert sind und zum anderen die Nachfrage das Angebot oft übersteigt. Ein Grund hierfür liegt neben der geringen eigenen Produktion auch in der, im Vergleich zu LPG, mangelhaft ausgebauten Transport- und Verteilstruktur. Flüssiggas hat dagegen den Vorteil, dass es gut verfügbar ist und

<sup>72</sup> Vgl. WLPGA, Global LPG Power Generation, 2017, S. 7.

<sup>73</sup> Vgl. WLPGA, Bridge Power Project in Tema, Ghana, 2018, S. 4.

<sup>74</sup> Vgl. WLPGA, Bridge Power Project in Tema, Ghana, 2018, S. 2.

<sup>75</sup> Vgl. WLPGA, Bridge Power Project in Tema, Ghana, 2018, S. 3.

<sup>76</sup> Vgl. WLPGA, Global LPG Power Generation, 2017, S. 7.

<sup>77</sup> Vgl. WLPGA, Global LPG Power Generation, 2017, S. 27.

<sup>78</sup> Vgl. WLPGA, Global LPG Power Generation, 2017, S. 27.