The German Chamber Network
German Industry & Commerce Greater China Beijing
DEinternational is a registered brand of the German Chamber Network

MITTELSTAND GLOBAL
EXPORTINITIATIVE ENERGIE

CHINA
Effizienzsteigerung im Biogassektor in Nordchina

Zielmarktanalyse 2017 mit Profilen der Marktakteure

www.german-energy-solutions.de

AHK

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber
German Industry & Commerce Greater China | Beijing
Landmark Tower II | Unit 0830 | 8 North Dongsanhuan Road
Chaoyang District | Beijing 100004 | P.R. China

德中工商技术咨询服务 (太仓) 有限公司 | 北京分公司
中国北京市朝阳区东三环北路 8 号亮马河大厦二座 8 层

www.china.ahk.de | www.econet-china.com

Stand
Mai 2017

Autoren
Bernhard Felizeter
Valentin Schalit
Qize Peng
Kuiyan Chen

Kontaktperson
Bernhard Felizeter (Abteilungsleiter)
felizeter.bernhard@bj.china.ahk.de

Cover Foto
www.biogas.cn

Disclaimer
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers. Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet der Herausgeber nicht, sofern ihm nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 3
Abkürzungen 6
Tabellenverzeichnis 8
Abbildungsverzeichnis 9
Währungen und Einheiten 10
I. Executive Summary 11
II. Einleitung 13
III. Zielmarkt allgemein 14
1. Länderprofil 14
1.1. Allgemein 14
1.2. Politische Situation 14
1.3. Wirtschaft, Struktur und Entwicklung 15
1.4. Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland 21
1.5. Investitionsklima und -förderung 23
2. Energiemarkt 25
2.1. Allgemein 25
2.2. Energiepreise 29
2.3. Energiepolitik: Administration und Zuständigkeiten 31
2.4. Energiepolitik: Strategien und Ziele 31
2.5. Wärmepolitik und Heizsektor 32
2.6. Rolle erneuerbarer Energien in der chinesischen Energiepolitik 33
IV. Erneuerbare Energien in China 34
1. Solarenergie 34
2. Windkraft 36
3. Wasserkraft 39
4. Geothermie 41
5. Bioenergie 43
5.1. Biomasse zur Stromerzeugung 44
5.2. Feste Biomasse 46
5.3. Biokraftstoffe 47
5.4. Biogas 49
V. Der chinesische Biogassektor 52
1. Häusliche Nutzung 52
2. Landwirtschaft 56

2.1. Anlagen zur Behandlung von Reststoffen aus dem Ackerbau 59
2.2. Anlagen zur Behandlung von Gülle und Mist aus der Tierzucht 60
3. Industrie 61
4. Städtische Abfälle 63
4.1. Feste Siedlungsabfälle 63
4.2. Abwasserschlamm 64
5. Besonderheiten der nordchinesischen Provinzen 66
5.1. Allgemein 66
5.2. Klima 67
5.3. Rohstoffe und Substrate für die Biogaserzeugung 68
5.3.1. Landwirtschaftliche Reststoffe 68
5.3.2. Industrieabfälle und -abwässer 72
5.3.3. Städtische Abfälle 73
6. Status und Effizienzsteigerungspotenziale von Technologien im chinesischen Biogassekor 76
6.1. Verfahren 76
6.1.1. Biogasaufbereitung 76
6.1.2. Mess- und Analyseverfahren 79
6.1.3. Substratvorbehandlung 81
6.2. Komponenten 82
6.2.1. Biogasreaktorsysteme 82
6.2.2. Pumpen 85
6.2.3. Rührwerke 85
6.2.4. Separatoren 86
6.2.5. Biogasspeicher 86
7. Förderprogramme und steuerliche Anreize 87
8. Netzanschlussbedingungen und Genehmigungsverfahren 89
VI. Marktchancen und -risiken 90
1. Analyse der Rahmenbedingungen 90
2. Vertriebsstruktur 91
2.1. Direkter Vertrieb 91
2.2. Indirekter Vertrieb 91
2.3. Herangehensweise und Unterstützung 91
3. Öffentliche Ausschreibe- und Vergabeverfahren 92
4. Wettbewerbssituation und Chancen für deutsche Unternehmen 93
4.1. Allgemeine Wettbewerbssituation auf dem chinesischen Markt 93
4.2. Chancen und Risiken im Bereich der Effizienzsteigerung im Biogassektor in Nordchina 94
5. Markteintritt 98

5.1. Investitionsanalyse 98
5.2. Standortwahl 98
5.3. Rechtsformwahl 99
5.4. Office-in-Office-Lösung in den Räumlichkeiten der AHK 99
5.5. Repräsentanzen 99
5.6. Joint Ventures 100
5.7. Wholly Foreign Owned Enterprises 101
5.8. Holding 103
5.9. Aktiengesellschaft 103
5.10. Mergers & Acquisition 103
6. Steuerwesen 103
7. Marktbarrieren und Herausforderungen auf dem chinesischen Markt 106
7.1. Zentrale Herausforderungen: Mitarbeiter und Lohnkosten 106
7.2. Sonstige Herausforderungen und Marktbarrieren 107
VII. Profile der Marktakteure 109
1. Anlaufstellen 109
2. Deutsche Unternehmen und Organisationen im Biogassektor in China 115
3. Chinesische Akteure im Bereich Biogas 121
3.1. Organisationen und Verbände 121
3.2. Chinesische Firmen im Bereich Mess- und Analysetechnik 121
3.3. Chinesische Firmen im Bereich Komponenten 122
3.4. Chinesische Unternehmen im Bereich Biogasanlagenbau 124
3.5. Chinesische Unternehmen im Bereich Projektmanagement 125
4. Chinesische Netzbetreiber und Energieversorgungsunternehmen 127
VIII. Fazit 129
IX. Messen und Events in China 130
X. Quellenverzeichnis 131

Abkürzungen

AECEA	Asia Europe Clean Energy (Solar) Advisory
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
AHK	Auslandshandelskammer
AIC	Administration of Industry and Commerce
B2B	business-to-business
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BoC	Bureau of Commerce
BoD	Board of Directors
BOD	Biological Oxygen Demand
CEC	China Electricity Council
CJV	Contractual Joint Venture
CNREC	China National Renewable Energy Centre
COD	Chemical Oxygen Demand
CPV	Concentrated Photovoltaics
CSG	China Southern Power Grid
CSIC	China Shipbuilding Industry Corporation
CWEA	Chinese Wind Energy Association
DRC	Development and Reform Commission
DSM	Demand-Side-Management
EJ	Exajoule
EJV	Equity Joint Venture
EU	Europäische Union
EUCCC	European Chamber of Commerce in China
FICE	Foreign Invested Commercial Enterprise
FIE	Foreign Invested Enterprise
GIC	German Industry and Commerce
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GW	Gigawatt
IEA	International Energy Administration
IPR	Intellectual Property Rights
IRENA	International Renewable Energy Agency
IMF	International Monetary Fund
JV	Joint Venture
Kfz	Kraftfahrzeug
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
KPCh	Kommunistische Partei China
LLC	Limited Liability Company
M&A	Mergers & Acquisitions
MEP	Ministry of Environmental Protection
MOF	Ministry of Finance
MW	Megawatt
NDRC	National Development and Reform Commission
NEA	National Energy Administration
NRDC	Natural Resources Defense Council

O&M	Operations & Maintenance
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PJ	Petajoule
PV	Photovoltaik
R&D	Research and Development
RMB	Renmenbi (Volkswährung)
SERC	State Electricity Regulatory Commission
SGCC	State Grid Corporation of China
TWh	Terrawattstunden
UHV	Ultra High Voltage
USA	United States of America
VAT	Value Added Tax
WFOE	Wholly Foreign Owned Enterprise
WTO	World Trade Organisation

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Währungen 10
Tabelle 2: Verwendete Energieeinheiten 10
Tabelle 3: Strom- und Gaspreise nach Provinzen beziehungsweise Provinzhauptstädten in 2016 30
Tabelle 4: Technisches Potenzial erneuerbarer Energien in China 34
Tabelle 5: Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Harbin 67
Tabelle 6: Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Beijing 68
Tabelle 7: Chinesische Behörden, Ministerien und sonstige (halb-)staatliche Anlaufstellen 109
Tabelle 8: Anlaufstellen für allgemeine Informationen und Markteintritt 112
Tabelle 9: Auswahl an deutschen Unternehmen mit Erfahrungen auf dem chinesischen Markt 115
Tabelle 10: Chinesische Netzbetreiber 127
Tabelle 11: Die fünf chinesischen Versorgungsunternehmen 128
Tabelle 12: Messen und Events in China 130

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozentuale Veränderung des BIP im Vergleich zum Vorjahr von 2001-2016 16
Abbildung 2: Chinesische Importe und Exporte von 2007-2016 18
Abbildung 3: Inflationsrate in China von 2004-2016 19
Abbildung 4: Urbanisierungsgrad in China 2009-2016 20
Abbildung 5: Volumen deutscher Exporte nach und Importe aus China von 2001-2016 22
Abbildung 6: Deutscher Handelsbilanzsaldo mit China von 2001-2016 (in Milliarden Euro) 23
Abbildung 7: Primärenergieverbrauch USA, China, Indien und Deutschland von 1990 bis 2015 25
Abbildung 8: Erzeugung, Verbrauch von Energie und Energieintensität in China von 2000 bis 2015 26
Abbildung 9: Primärenergieerzeugung in China nach Energieträgern 2015 26
Abbildung 10: Primärenergieverbrauch in China nach Energieträgern 2015 27
Abbildung 11: Energieverbrauch in China nach Sektoren 2014 27
Abbildung 12: Import und Export von Elektrizität in China 2000-2014 28
Abbildung 13: Investitionen in erneuerbare Energien in verschiedenen Ländern von 2004 bis 2015 33
Abbildung 14: Sonneneinstrahlung in China 35
Abbildung 15: Windressourcen in China 37
Abbildung 16: Entwicklung der Windkraft (On- und Offshore) in China 37
Abbildung 17: Entwicklung der Wasserkraft in China von 2010 bis 2020 40
Abbildung 18: Anteil Biogasanlagen unterschiedlicher Größe an der Biogasproduktion und der Gesamtzahl in 2014 50
Abbildung 19: Der chinesische „Dome“-Biogasfermenter 53
Abbildung 20: Landwirtschaftliche Biogasanlagen in China von 1996 bis 2014 56
Abbildung 21: Industrielle Biogasanlagen in China von 1996 bis 2014 62
Abbildung 22: Die klimatischen Zonen Chinas 67
Abbildung 23: Biogaserzeugungspotenzial von Exkrementen aus Vieh- und Geflügelzucht 69
Abbildung 24: Getreideerzeugung in China in Millionen Tonnen von 2012 bis 2016 70
Abbildung 25: Marktanteile der verschiedenen Technologien für die CO_2-Abtrennung in China 2015 77
Abbildung 26: Geschäftsklimaindex - Deutsche Unternehmen in China, Konkurrenzentwicklung 2016 93
Abbildung 27: Herkunft der Konkurrenz 2016 93
Abbildung 28: Geschäftsklimaindex - Top 5 Unternehmensherausforderungen in China 2016 106

Währungen und Einheiten

Währungsumrechnung

Tabelle 1: Währungen

1 Euro (Euro)	7,71 RMB
1 Yuan (RMB)	0,13 Euro

Stand: 25. Mai 2017

1 Euro (Euro)	1,12 USD
1 USD (USD)	0,89 Euro

Stand: 25. Mai 2016

Energieeinheiten

Tabelle 2: Verwendete Energieeinheiten

	PJ	**EJ**	**TWh**	**Mio. t SKE**
1 Petajoule (PJ)	-	0,001	0,278	0,034
1 Exajoule (EJ)	1.000	-	277,778	34,121
1 Terrawattstunde (TWh)	3,6	0,004	-	0,123
1 Mio. t Steinkohleeinheit (SKE)	29,308	0,029	8,14	-

I. Executive Summary

Der chinesische Energiemarkt wird in den kommenden Jahren weiterhin wachsen und die Importabhängigkeit weiter steigen. Kohle wird dabei aber zunehmend durch erneuerbare Energien und Gas ersetzt. Seit 2009 ist China der größte Energieverbraucher der Welt mit einem Anteil von über 22 Prozent am globalen Energiebedarf. Durch den nach wie vor ansteigenden Verbrauch ist das Reich der Mitte auf den Import von Energieträgern angewiesen und bezieht bereits im weltweiten Vergleich am meisten Kohle, Öl und Gas aus dem Ausland. Um dieser Abhängigkeit von Energieimporten sowie der gravierenden Umweltverschmutzung entgegen zu wirken, sollen der Anteil erneuerbarer Energien am Energiemix und eine effizientere Ressourcennutzung weiterhin verstärkt gefördert werden. In diesem Zusammenhang sieht der 13. Fünfjahresplan vor, den Anteil der erneuerbaren Energien bis 2020 auf 15 Prozent zu erhöhen (2015: 12 Prozent) und die Energieintensität (Energieverbrauch pro BIP-Einheit) um 15 Prozent zu reduzieren. In Hinblick auf die weitreichende Umweltverschmutzung können insbesondere Biogasanlagen einen Beitrag dazu leisten, das Abfallaufkommen zu reduzieren und effizient zu verwerten. Dies betrifft ungereinigte industrielle Abwässer ebenso wie städtische und landwirtschaftliche Abfälle.

China hat in den vergangenen Jahren die Forschung und Entwicklung sowie Förderung von Biogasanlagen zur Behandlung der zahlreichen Abfälle und gleichzeitigen Energieproduktion intensiviert. Eine zentrale Herausforderung spielt dabei die Gestaltung eines effizienten Betriebs der Anlagen sowie die Anpassung an lokale Gegebenheiten. So belief sich die Kapazität der chinesischen Biogasanlagen 2015 auf insgesamt 19 Mrd. m³. Diese soll bis 2020 auf 48 Mrd. m³ ausgebaut werden, wobei insbesondere ländliche Gebiete durch Investitionen in Höhe von 50 Mrd. RMB profitieren sollen. Die Regierung wendet sich dabei zunehmend ab von kleinen dezentral verteilten Haushaltsbiogasanlagen und möchte zukünftig zentralisierte mittlere und große Projekte verstärkt fördern. So soll die Kapazität allein von großen Anlagen künftig bei 8 Mrd. m³ Biogas liegen. Allerdings mangelt es an einheitlichen regulatorischen Rahmenbedingungen und insbesondere der Entwicklung von Technologien für einen effizienten Betrieb dieser Biogasanlagen. Damit der angestrebte Wandel im Ausbau des chinesischen Biogassektors gelingen kann, ist China daher auf Unterstützung durch ausländische Technologien angewiesen. Denn die komplexeren großen Biogassysteme erfordern den Einsatz fortschrittlicher und effizienter Technik. Hier befindet sich China in vielen Bereichen trotz der jahrzehntelangen Erfahrungen im Bereich der kleinen häuslichen Anlagen noch am Anfang der Entwicklung. Außerdem sind den Anlagenbetreibern die Effizienzsteigerungspotenziale ihrer Systeme oftmals nicht bewusst. Daher wird häufig auf Verfahren und Komponenten geringeren Wirkungsgrades zurückgegriffen.

In China bestehen für deutsche Unternehmen aus der Biogasbranche insbesondere bei Komponenten und der Ausstattung von Anlagen aussichtsreiche Marktchancen. Bei vielen Verfahren und Komponenten steht China noch am Anfang der Entwicklung. In Zukunft müssen beim Ausbau der Kapazitäten von Biogasanlagen mittleren bis großen Maßstabs leistungsfähige Systeme wirtschaftlich und effizient betrieben werden. Zuverlässige Technik deutscher Anbieter mit einer gleichzeitigen Beratung zum Betrieb von Anlagen sind daher sehr gefragt, um die oftmals hohen Effizienzsteigerungspotenziale zu verwirklichen und Informationslücken im effektiven Betrieb der Anlagen zu schließen. Dabei bieten sich deutschen Herstellern aussichtsreiche Chancen unter anderem in den Bereichen der Pumpen, Rührwerke und Messtechnik. Gerade in den nordchinesischen Provinzen sind zusätzlich die geringeren Temperaturen sowie die Verfügbarkeit großer Mengen an Stroh von Bedeutung. Deshalb können hier unter anderem Heizungssysteme, Verfahren zur Vorbehandlung von Stroh sowie Messtechnik eine entscheidende Rolle spielen. Gerade innovative Technologien, die eine unkomplizierte Verbesserung des Betriebs von Anlagen ermöglichen können, stoßen in China auf hohes Interesse. Hier können exemplarisch die Membrantechnologie und biologische Entschwefelungsverfahren bei der Biogasaufbereitung genannt werden. Da bei einigen speziellen Typen von Komponenten die Abhängigkeit des chinesischen Biogassektors von ausländischer Technik sehr groß ist, werden deutschen Unternehmen, die in diesen Bereichen spezialisierte Lösungen anbieten, vielversprechende Marktchancen zugeschrieben. Inwieweit die geschilderten Entwicklungen es auch deutschen Unternehmen möglich machen, ihre Geschäfte in China auszubauen, wird künftig stark

davon abhängen, ob sie innovative, auf chinesische Anforderungen angepasste Lösungen anbieten und wie geschickt sie ihre Projektpartner auswählen.

II. Einleitung

Im Hinblick auf die Entwicklung des chinesischen Energiebedarfs prognostiziert die Internationale Energieagentur (IEA) bis 2040 nahezu eine Verdopplung von Chinas Primärenergieverbrauch. Damit werden rund 25 Prozent des globalen Energieverbrauchs auf das Land entfallen, weshalb China bis 2035 voraussichtlich für rund ein Drittel der weltweiten CO2-Emissionen verantwortlich sein wird. Darüber hinaus wird für Chinas Abhängigkeit von Energieimporten von nahezu einer Verdopplung von 15 Prozent im Jahr 2013 auf 27 Prozent im Jahr 2035 ausgegangen.[1] Gleichzeitig verfügt das Land über enorme Kapazitäten in der Landwirtschaft und der Tierzucht. Allerdings bleibt hier der Großteil der anfallenden Reststoffe ungenutzt, anstatt diese für eine dezentrale Energiegewinnung zu nutzen.

Dabei könnte aus der Biomasse, die jährlich in China produziert wird, dieselbe Energie gewonnen werden wie aus der Verbrennung von 460 Millionen Tonnen Kohle.[2] Stattdessen werden heute lediglich 7,6 Prozent des gesamten Biomassepotenzials genutzt.[3] Auch Abwässer aus der Industrie und städtische Abfälle werden weiterhin größtenteils entsorgt oder deponiert ohne sie vorher einer energetischen Verwertung zuzuführen. Dies hat zur Folge, dass die meisten dieser Reststoffe ungenutzt bleiben und die Umwelt in erheblichem Maße beeinträchtigen. Hinsichtlich dieser Ressourcen gilt es die zahlreichen Unterschiede innerhalb Chinas nicht zu ignorieren. Die nordchinesischen Provinzen etwa verfügen über weite Anbauflächen und können daher mit hohen Strohressourcen aufwarten.

Die Regierung hat die Energiegewinnungs- und Umweltschutzpotenziale der reichlich vorhandenen Reststoffe erkannt und sieht in der Förderung der Biogasbranche erhebliche Perspektiven. Zum Ende des Jahres 2015 betrug die gesamte Kapazität aller Biogasprojekte in China knapp 19 Mrd. m³.[4] Bis 2020 soll die Kapazität auf 48 Mrd. m³ erhöht werden.[5] Während dabei zu Beginn des Ausbaus der Biogaserzeugung die Energiebereitstellung für kleine ländliche Haushalte durch den Einsatz kleiner Biogassysteme im Vordergrund stand, spielen nun zunehmend Anlagen größeren Maßstabs eine immer bedeutendere Rolle, gerade was die Behandlung großer Abfallmengen von großen landwirtschaftlichen oder industriellen Betrieben betrifft.

Um die Biogaserzeugung in diesen Bereichen voranzubringen, müssen in Zukunft leistungsfähige Biogasanlagen wirtschaftlich und effizient betrieben werden und darüber hinaus an die lokalen Bedürfnisse angepasst sein. Dabei bedarf es allerdings fortschrittlicher Technologien im Bau und der Ausstattung von Biogasanlagen. Gerade bei großen und mittleren Systemen ist der Einsatz effizienter Komponenten unerlässlich, um eine hohe Produktivität zu erreichen. Jedoch hat China in diesem Bereich noch erhebliche Defizite und Effizienzsteigerungspotenziale vorzuweisen. Deutschen Anbietern zuverlässiger Technik und einer gleichzeitigen Beratung zum Betrieb der Anlage bieten sich hier deshalb aussichtsreiche Potenziale, da deutsche Unternehmen bei Komponenten und Verfahren der Biogaserzeugung weit fortgeschritten und international führend sind.

Unter Berücksichtigung dieser Entwicklungen werden in der folgenden Analyse einleitend allgemeine Informationen über den Zielmarkt China dargelegt und der chinesische Energiemarkt beleuchtet. Im darauffolgenden Kapitel wird detaillierter auf die unterschiedlichen Bereiche des chinesischen Biogassektors eingegangen und jeweils der Status des Einsatzes von Biogasanlagen beschrieben. Das sich anschließende Kapitel widmet sich einer näheren Beschreibung der nordchinesischen Provinzen und insbesondere der dortigen Bedingungen und Potenziale für die Erzeugung von Biogas. Anschließend folgt eine detaillierte Beschreibung des Entwicklungsstands bisher eingesetzter Technologien verbunden mit den jeweils ermittelten Effizienzsteigerungspotenzialen. Abschließend wird auf Chancen und Risiken für deutsche Unternehmen hingewiesen, die sich besonders auf Verbesserungsmöglichkeiten und die Identifizierung bisher in China weniger entwickelter Verfahren und Komponenten konzentrieren.

---

[1] European Chamber of Commerce in China 2015
[2] Xinhua 2016c
[3] NEA 2016e
[4] NDRC 2017b
[5] NEA 2016e

III. Zielmarkt allgemein

1. Länderprofil

1.1. Allgemein

Die Volksrepublik China unterteilt sich in 22 Provinzen (ohne Taiwan), fünf autonome Regionen (Innere Mongolei, Ningxia, Xinjiang, Guangxi, Xizang beziehungsweise Tibet), vier regierungsunmittelbare Stadtgebiete (Peking, Tianjin, Shanghai, Chongqing) und zwei Sonderverwaltungszonen (Hongkong und Macao). Mit einer Landfläche von 9,6 Millionen Quadratkilometern ist China nach Russland, Kanada und den USA das viertgrößte Land der Welt. China besitzt eine Reihe natürlicher Grenzen: Im Osten und Südosten wird es durch drei Meere (Gelbes Meer, Ostchinesisches Meer und Südchinesisches Meer), im Südwesten und Westen durch hohe Gebirgsketten, im Norden durch große Steppen und Wüsten und im Nordosten von den Flüssen Amur und Ussuri von seinen Nachbarstaaten getrennt. Mit einer Gesamtlänge von 22.133 Kilometern besitzt China die längste Landgrenze der Welt.

Mit rund 1,38 Milliarden Menschen (Stand: Ende 2016)[6] ist China der bevölkerungsreichste Staat der Erde. Über 90 Prozent der Menschen leben dabei im östlichen Teil des Landes, vornehmlich in Küstennähe.[7] In der Geschichte Chinas gelten Überbevölkerung und die damit verbundenen Probleme wie beispielsweise Hungersnöte als Auslöser für viele politische und wirtschaftliche Krisen. Einher mit der Überbevölkerung gingen weitreichende politische Entscheidungen wie die Ein-Kind-Politik und strenge Restriktionen beim Thema Freizügigkeit und Migration der Landbevölkerung in die Städte.

China zählte bei der Staatsgründung am 1. Oktober 1949 zu den ärmsten Ländern der Welt. Dies änderte sich grundlegend mit der Reformpolitik Deng Xiaopings und dem Einsatz der industriellen Landwirtschaft Ende der 1970er Jahre. Laut der Weltbank lag der Anteil der Bevölkerung in China, die unterhalb der Armutsgrenze lebt, also weniger als 1,90 USD täglich zur Verfügung hat, im Jahr 2012 bei 6,5 und 2013 bei 1,9 Prozent.[8] Gemäß dem chinesischen Grenzwerts von 2300 RMB pro Monat liegt dieser Wert 2013 bei 6,1 Prozent.[9]

1.2. Politische Situation

Die nach dem Prinzip des demokratischen Zentralismus aufgebaute, 1921 gegründete Kommunistische Partei Chinas (KPCh), steht seit der Staatsgründung 1949 an der Spitze des chinesischen Staates. Die KPCh ist mit rund 89 Millionen Mitgliedern[10] die mitgliedsstärkste politische Partei der Welt. Aktueller Staatspräsident und Generalsekretär der Partei ist Xi Jinping, Ministerpräsident ist Li Keqiang. Beide gehören zu Chinas fünfter Führungsgeneration, sind Mitglieder im siebenköpfigen Ständigen Ausschuss des Politbüros, dem zentralen Machtorgan der Partei, und lösten ihre Vorgänger Hu Jintao beziehungsweise Wen Jiabao 2013 ab.

Ministerpräsident Li Keqiang versprach bei seinem Amtsantritt, sich weiterhin Wirtschaftswachstum zum Ziel zu setzen, das Sozialversicherungssystem auszubauen, die Urbanisierung voranzutreiben und mehr private Investitionen zu erlauben. Ein weiteres erklärtes Ziel der aktuellen Regierung ist es, die grassierende Umweltverschmutzung zu bekämpfen und im Besonderen die Luftqualität durch weitreichende Maßnahmen zu verbessern. Die Politik von Li und Xi ist offiziell von den Schlagworten Frieden und Harmonie geprägt. Dem chinesischen Volk hat Xi den „chinesischen Traum“ versprochen – eine wohlhabende Gesellschaft, nationale Verjüngung und Zufriedenheit der Bürger. Zudem soll im Land verstärkt gegen korrupte Beamte vorgegangen werden.

[6] National Bureau of Statistics of China 2017a
[7] The State Council of the People's Republic of China 2014a
[8] The World Bank o.J.
[9] CIA 2017
[10] Xinhua 2016a

Die KPCh ist die offizielle Hauptpartei Chinas und besteht aus folgenden Organen:[11]

- Parteitag
- Zentralkomitee
- Politbüro
- Ständiger Ausschuss des Politbüros

Der einmal in fünf Jahren stattfindende Parteitag sowie das einmal im Jahr zusammenkommende Zentralkomitee, welches vom Parteitag gewählt wird und quasi der engere Führungskreis der KPCh ist, sind die zentralen Führungsorgane der Partei. Das Politbüro und der Ständige Ausschuss des Politbüros sowie der Generalsekretär des Zentralkomitees stellen die Führungsriege des Zentralkomitees dar. Das Politbüro und sein Ständiger Ausschuss üben zwischen den Plenartagungen des Zentralkomitees die Funktionen und Befugnisse des Zentralkomitees aus. Sie sind die Machtorgane der Partei und besitzen die eigentliche Entscheidungsgewalt über die Richtlinien der chinesischen Politik.

1.3. Wirtschaft, Struktur und Entwicklung

Geschichte

Mit der Gründung der Volksrepublik 1949 wurde als Wirtschaftsform die Planwirtschaft mit sowjetischem Vorbild eingeführt und gleichzeitig auf Industrialisierung und hohes Wirtschaftswachstum gesetzt. Dies führte in den Jahren von 1952 bis 1975 zu Wachstumsraten von jährlich mehr als 5 Prozent. Maos politische Entscheidungen wie beispielsweise die Kulturrevolution oder der Große Sprung nach vorn warfen die junge Volksrepublik jedoch um Jahre zurück. Nach internen Machtkämpfen und dem Tod Maos übernahm Deng Xiaoping 1979 den Posten des Parteivorsitzenden und begann vor allem im Agrarsektor mit grundlegenden Reformen. Gleichzeitig wurden erste Sonderwirtschaftszonen eingerichtet, um ausländisches Kapital ins Land zu holen. Im Laufe der Zeit durften Bauern ihre Überproduktionen auf dem freien Markt verkaufen und ab 1984 war dies auch für die Industrie möglich, was zu einem kräftigen Wirtschaftswachstum führte.[12]

Der Staat zog sich in der Folge mehr und mehr aus den Wirtschaftsangelegenheiten zurück. Ab 1987 wurden die Preise vollkommen freigegeben und das zweigleisige Preissystem aus Plan- und Marktpreisen weitestgehend abgeschafft. Die damit verbundenen Preissteigerungen und Inflationsraten von bis zu 50 Prozent führten unter anderem 1989 zum Tian'anmen-Massaker und bremsten die Wirtschaftsreformen auf Jahre. Mitte der 1990er Jahre wurden die Reformen wieder aufgenommen und die sozialistische Marktwirtschaft zum neuen Wirtschaftsmodell erklärt. 2001 trat China der Welthandelsorganisation (WTO) bei, was zu einem enormen Anstieg der Industrieproduktion führte.[13]

Die rasant wachsende Wirtschaft und fortschreitende Industrialisierung brachten jedoch weitreichende Umweltprobleme mit sich. Heute gehören Chinas Großstädte zu den Städten mit der schlechtesten Luftqualität weltweit. Die Luftwerte überschreiten die Maximalwerte der Weltgesundheitsorganisation um ein Vielfaches. Nicht nur die Luft leidet unter der schnellsten Wirtschaftsentwicklung der Menschheitsgeschichte. So gelten beispielsweise auch Böden und Gewässer als stark verschmutzt. Trotz aller wirtschaftlichen Erfolge der letzten Jahrzehnte bleibt – neben der Umwelt – die Ernährung der Bevölkerung eine der zentralen Herausforderungen, denn die landwirtschaftlich nutzbare Fläche gilt im Vergleich zur großen Bevölkerungszahl als viel zu klein. Doch auch soziale Spannungen aufgrund von rasanter Urbanisierung, ungleicher Einkommensentwicklung und Überalterung der Gesellschaft stellen China vor enorme Herausforderungen.[14]

[11] China Internet Information Center 2001
[12] chinasage.info o.J.
[13] chinasage.info o.J.
[14] chinasage.info o.J.

Bruttoinlandsprodukt

China ist seit 2010 die zweitgrößte Volkswirtschaft der Welt nach den USA, seit 2014 nach Kaufkraft sogar die größte. Beim Bruttoinlandsprodukt pro Kopf im Jahr 2016 liegt China mit knapp 8.261 USD im weltweiten Mittelfeld.[15] Zudem hält China die weltweit höchsten Devisenreserven. Diese sind allerdings auf etwa 3,0 Billionen USD (Stand: Ende 2016) zurückgegangen und liegen damit so niedrig wie zuletzt Anfang 2011. [16]

Seit im März 2013 die fünfte Führungsgeneration die Regierungsgeschäfte übernommen hat, wurden weitreichende Wirtschaftsreformen beschlossen. Schlüsselthemen sind dabei die Stabilisierung des Wachstums, die Modernisierung der Produktionsstrukturen sowie die Partizipation möglichst breiter Bevölkerungsschichten an der weiteren wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung. Die Regierung in Peking arbeitet an einer Umstrukturierung der chinesischen Volkswirtschaft von einer investitions- und exportorientierten zu einer innovationsgetriebenen, stärker auf den Binnenmarkt ausgerichteten Volkswirtschaft.[17]

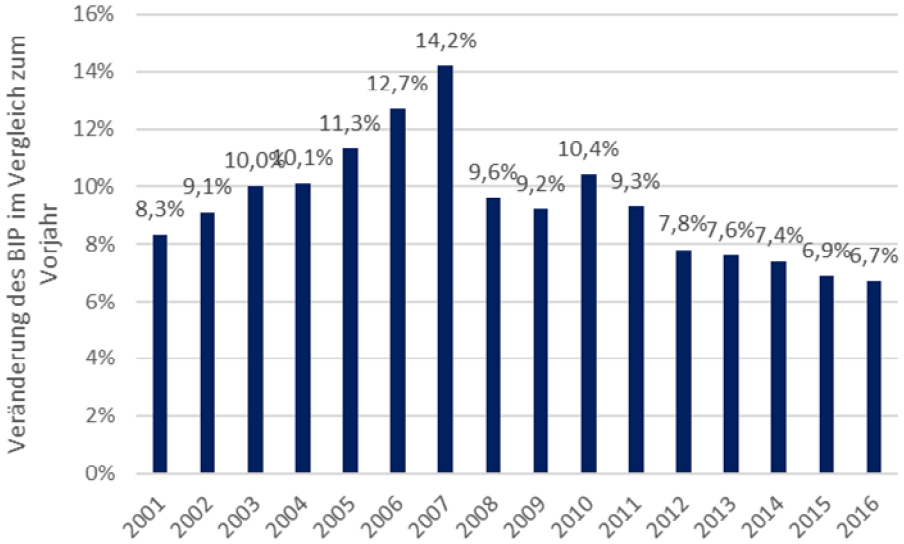

Abbildung 1: Prozentuale Veränderung des BIP im Vergleich zum Vorjahr von 2001-2016[18] [19] [20]

Abbildung 1 verdeutlicht die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) der vergangenen 16 Jahre in China. Im Jahr 2016 erreichte das Wachstum der chinesischen Volkswirtschaft einen Wert von 6,7 Prozent.

Während der Dienstleistungssektor überdurchschnittlich zulegte, gingen vom industriellen Sektor keine Impulse aus. Eine robuste Entwicklung verzeichnete in den vergangenen zwei Jahren der Einzelhandel, insbesondere die Onlinebranche, die ihren Umsatz deutlich steigern konnte. Auch 2015 ist China wieder ein Stück beim Umbau seiner Volkswirtschaft vorangekommen. Der Anteil der Wertschöpfung im Dienstleistungssektor lag 2016 bei mehr als 50 Prozent, rund 10 Prozentpunkte über dem Anteil des industriellen Sektors. Hinsichtlich der Entwicklung der Binnennachfrage ist der Anteil des Konsums weiter gestiegen und liegt nun bei rund zwei Drittel und damit gut zehn Prozentpunkte höher als der Wert von 2015.[21] Diese Entwicklung ist auch für 2017 zu erwarten.

[15] statisticstimes.com 2016
[16] Auswärtiges Amt 2017a
[17] Auswärtiges Amt 2017a
[18] Finanznachrichten 2015
[19] German Chamber of Commerce in China 2017
[20] National Bureau of Statistics of China 2017
[21] Auswärtiges Amt 2017a

Der langfristige Wachstumstrend wird sich aufgrund der demographischen Entwicklung weiter abschwächen, da weniger Menschen auf den Arbeitsmarkt drängen werden. Es wird geschätzt, dass das Wachstumspotenzial der chinesischen Volkswirtschaft mittel- und langfristig niedriger ausfallen wird.[22] Für 2017 wird mit einem Wachstum in einem Bereich von 6,2 bis 6,5 Prozent gerechnet[23]– angesichts der Probleme im Wohnungsbau und bestehender Überkapazitäten vor allem in der Schwerindustrie ein (zu) optimistischer Wert. Die chinesische Regierung hingegen will daher den Umbau der Wirtschaft durch strukturelle Reformen vorantreiben. Eine stärkere Marktorientierung und ein schrittweiser Rückzug staatlicher Stellen von der bisherigen Mikrosteuerung in Wirtschaftsfragen sind Leitgedanken der anstehenden Reformen. Allerdings hat sich zumindest in den letzten beiden Jahren eine gewisse Reformmüdigkeit gezeigt.[24]

Staatsverschuldung

Die Staatsverschuldung Chinas stieg seit 2011 in jedem Jahr an und lag 2014 bei rund 41,1 Prozent des BIP und im Jahr 2015 bei 43,9 Prozent. Für das Jahr 2016 liegt die Schätzung aktuell bei circa 46,8 Prozent und die Prognose für 2017 beträgt 49,9 Prozent pro BIP (brutto).[25] [26]

Außenhandel und ausländische Direktinvestitionen

Der chinesische Außenhandel hat sich in den letzten 12 Jahren mehr als verzehnfacht. Nach diesem Wachstum sanken die chinesischen Exporte 2016 das zweite Jahr in Folge auf insgesamt knapp 2,1 Billionen USD (7,7 Prozent weniger als 2015), während 2014 noch ein Anstieg um 6,1 Prozent zu verzeichnen war. Die Importe sanken um 5,5 Prozent auf unter 1,6 Billionen USD (Abbildung 2). Der Handelsbilanzüberschuss betrug 2016 rund 510 Milliarden USD. China bleibt damit Exportweltmeister vor den USA und Deutschland. Größter Absatzmarkt für chinesische Güter waren auch im Jahr 2016 die USA, wohin das Land mehr als 18 Prozent seiner Waren lieferte. Die EU war mit 16 Prozent der zweitwichtigste Markt. Nach Deutschland gingen rund 4,9 Prozent der chinesischen Produkte im Wert von 103 Mrd. USD (viert wichtigstes Abnehmerland chinesischer Waren). Da China aus den USA lediglich Waren im Wert von gut 134 Mrd. USD bezog (8,5 Prozent der chinesischen Importe), ergibt sich hieraus erneut ein hohes Defizit für die USA im bilateralen Handel mit China. Für die EU stellt sich die Situation etwas günstiger dar. Immerhin 13,1 Prozent der chinesischen Importe kommen aus diesem Wirtschaftsraum.[27]

China hat mit insgesamt 16 Ländern Freihandelsabkommen geschlossen und steht mit zahlreichen weiteren Staaten in Verhandlungen.[28] Inzwischen bekundet das Reich der Mitte größeres Interesse an einer aktiven Rolle in multi- und plurilateralen Verhandlungen. Nach jahrelangem Stillstand konnten im Juli 2015 die Verhandlungen über ein revidiertes Abkommen zur Informationstechnologie (ITA) abgeschlossen werden.[29] [30]

[22] Auswärtiges Amt 2017a
[23] GTAI 2016a
[24] Auswärtiges Amt 2017a
[25] de.statista.com o.J. a
[26] GTAI 2016b
[27] Auswärtiges Amt 2017a
[28] Auswärtiges Amt 2017a
[29] WTO o.J.
[30] WTO 2015a

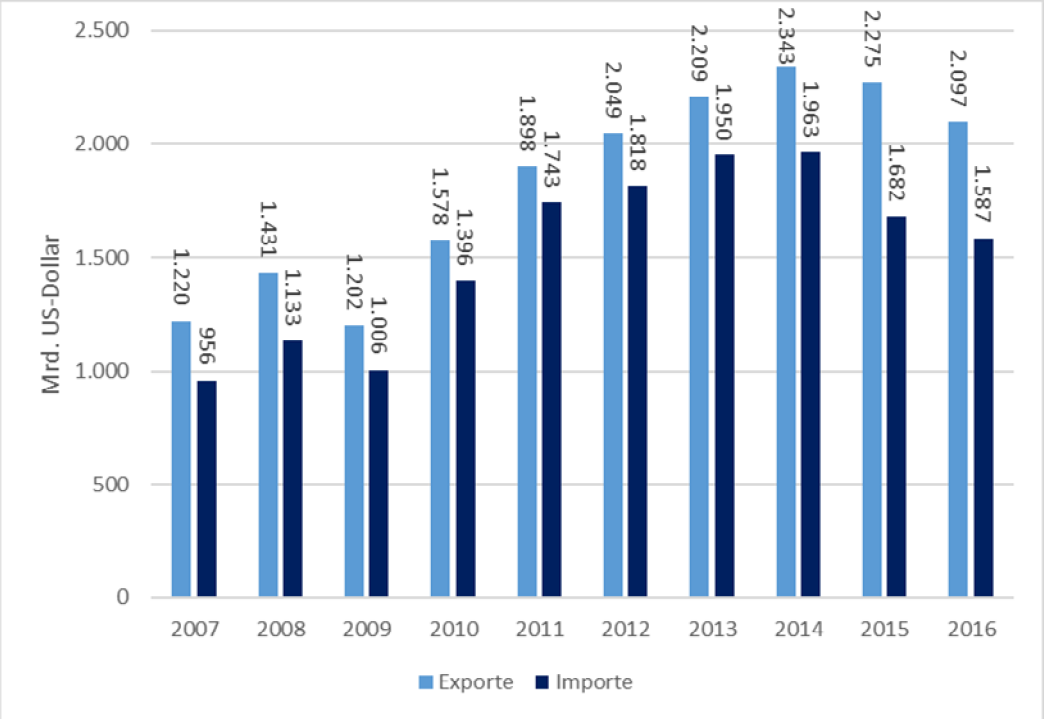

Abbildung 2: Chinesische Importe und Exporte von 2007-2016[31] [32] [33]

Freihandelsabkommen stellen jedoch nur einen Teil der gesamten Außenhandelsstrategie der chinesischen Regierung dar. Seit einigen Jahren initiiert sie Wirtschaftskooperationen und -korridore über Landesgrenzen hinweg. Diese wenig institutionalisierten Konzepte ermöglichen Chinas Regierung große Flexibilität bei der Auswahl der zu fördernden Projekte und Unternehmen sowie der gewährten finanziellen Fördermaßnahmen. Ein Beispiel dafür ist die "One Belt, One Road"-Initiative ("Neue Seidenstraßen"-Initiative). Ihr Ziel ist es, einen mit moderner Infrastruktur ausgestatteten Wirtschaftsgürtel zu schaffen, der von Zentralasien, den baltischen Staaten über Südostasien, den indischen Ozean sowie den Golfstaaten bis nach Europa reicht.[34] Im Mai trafen sich dazu Regierungschefs aus aller Welt auf einem Gipfel in Peking. Um dem Projekt weiteren Auftrieb zu verleihen, nutzte der chinesische Präsident Xi Jinping die Gelegenheit, um weitere finanzielle Zusagen von China in Höhe von 14,5 Mrd. USD für das Projekt zu erteilen.[35]

Der Nettozufluss ausländischer Direktinvestitionen blieb in den Jahren 2011 bis 2013 relativ konstant. 2015 wurden 136 Milliarden USD in China investiert. Hauptanteil des Zuflusses 2015 hatte Hongkong mit knapp 64 Prozent. Deutschland liegt mit einem Anteil von 1,15 Prozent auf dem siebten Platz. Am meisten wurde in die verarbeitende Industrie investiert (29 Prozent). Auf der anderen Seite erreichte der Nettoabfluss chinesischer Direktinvestitionen im Ausland im Jahr 2015 mit 128 Milliarden USD einen Rekord.[36]

Geldpolitik

Seit etwa Mitte der 1990er Jahre ist der chinesische Yuan (CNY, auch Renminbi RMB) mit einer Bandbreite von rund 0,5 Prozent an den USD gekoppelt. Die chinesische Zentralbank sorgt durch gezielte Devisenmarktinterventionen für die

[31] WTO 2015b
[32] Auswärtiges Amt 2017a
[33] Deutsche Botschaft Peking 2016
[34] Xinhua 2015b
[35] Xinhua 2017
[36] fdi.gov.cn 2016

Einhaltung des vorgegebenen Wechselkurses. Damit herrscht in China ein sogenanntes festes Wechselkurssystem, welches dem Land in der Vergangenheit – wie auch zum Teil heute noch – große Vorteile beim Thema Inflationsbekämpfung und Zugang zu internationalem Kapital verschaffte. In den vergangenen Jahren wertete der Yuan zum USD mehrmals geringfügig auf. Trotzdem gilt der Yuan insgesamt als stark unterbewertet. Die USA, die EU und Chinas direkte Nachbarn kritisieren die starke Einflussnahme der Zentralbank und fordern die chinesische Regierung immer wieder auf, den Yuan endlich frei konvertibel zu machen. Auf der anderen Seite stützt die chinesische Währungspolitik durch USDkäufe indirekt die Staatsverschuldung der USA. Eine Aufwertung des Yuan hätte somit für die USA gravierende finanzielle Folgen. Eine Freigabe ist kurzfristig eher nicht zu erwarten, mittel- bis langfristig jedoch wird China um einen frei handelbaren Yuan nicht herumkommen. Die Inflation schwankt teilweise stark und ging 2015 auf 1,4 Prozent zurück. 2016 stieg sie auf 2,0 Prozent an (vgl. Abbildung 3). [37]

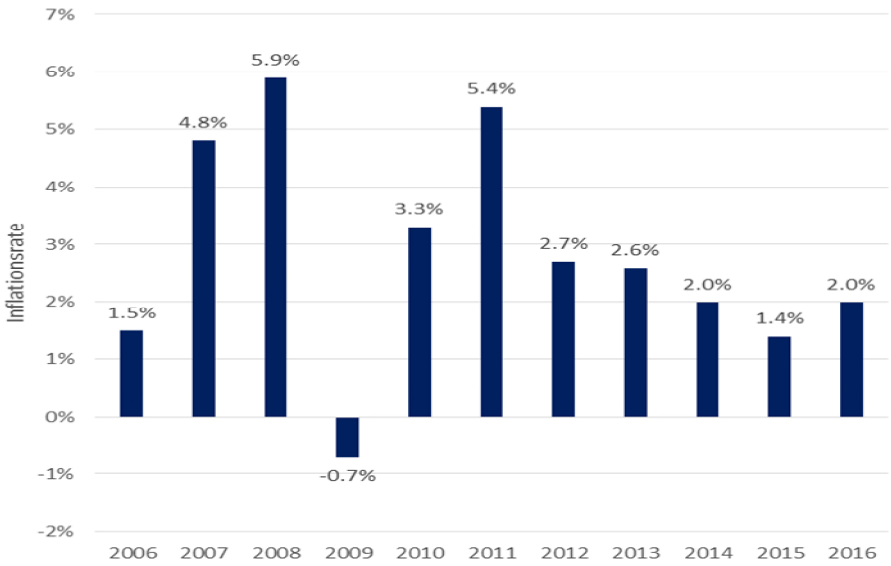

Abbildung 3: Inflationsrate in China von 2004-2016

Aktuelle Herausforderungen

Bei der Gründung der Volksrepublik im Jahr 1949 lebte jeder zehnte Chinese in einer Stadt – 2011 war es bereits jeder Zweite. Dieses dynamische Wachstum ist aufgrund stark begrenzter Freizügigkeit, welche heute teilweise immer noch besteht, beachtlich und stellt die Zentralregierung in Peking vor enorme Herausforderungen. Sich verschlechternde Umweltbedingungen, Wohnungsmangel und stark steigende Mieten und Kaufpreise für Immobilien, Mängel in der Infrastruktur und der starke Rückgang von landwirtschaftlichen Nutzflächen sind die Begleiterscheinungen dieser Entwicklung. Laut dem 13. Fünfjahresplan (2016-2020) und dem nationalen Urbanisierungsplan (2014-2020) sollen im Jahr 2020 insgesamt 60 Prozent der chinesischen Bevölkerung in Städten leben. Die Entwicklung der vergangenen Jahre ist in Abbildung 4 dargestellt.

[37] German Chamber of Commerce in China 2017

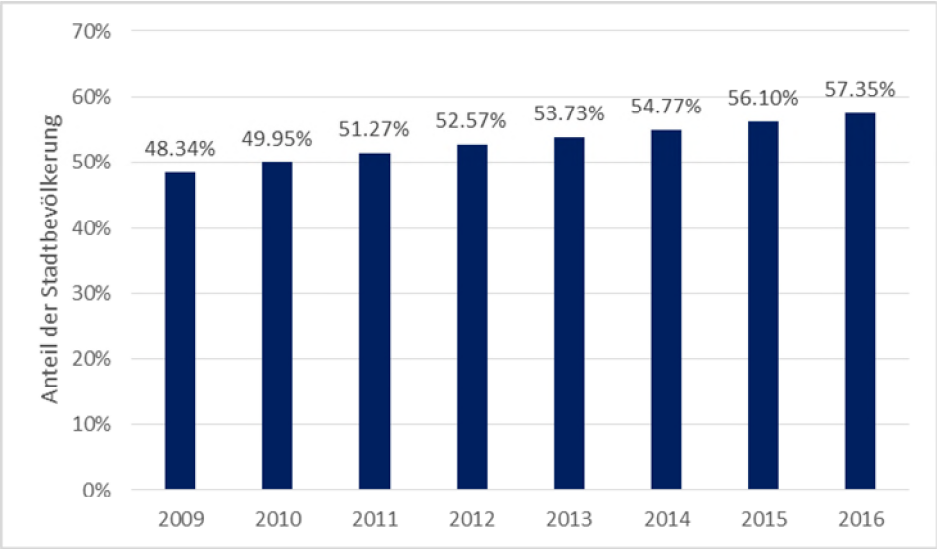

Abbildung 4: Urbanisierungsgrad in China 2009-2016[38]

Eine weitere große Herausforderung für Chinas Wirtschaft ist die Überalterung der Gesellschaft. Durch die 1979 eingeführte Ein-Kind-Politik verlangsamte sich das Bevölkerungswachstum in den letzten Jahren stark. Nach westlichem Verständnis ist diese Politik zwar ein massiver Eingriff in die Persönlichkeitsrechte des Einzelnen, im sozialistischen China hingegen stehen die Interessen des Staates allerdings fast immer über denen des Individuums. Die Geburtenkontrolle wird mit zahlreichen Belohnungen und Sanktionen durchgesetzt, die meistens in Form von finanziellen Prämien ausgeschüttet beziehungsweise durch Strafzahlungen verhängt werden. Forscher warnen in diesem Zusammenhang zunehmend vor den wirtschaftlichen Folgen, da die Bevölkerung im arbeitsfähigen Alter seit 2012 zurückgeht. Deshalb wurde von der Regierung die Erweiterung auf eine Zwei-Kind-Politik Anfang 2016 in Kraft gesetzt. Dies führte im Vergleich zu 2015 zu einer Erhöhung der Geburtenzahl um 1,3 Millionen.[39] Allerdings reicht dies laut Experten nicht aus, um der Überalterung der Gesellschaft effektiv entgegenzutreten.[40]

Neben fortschreitender Urbanisierung sowie einem wachsenden Verhältnis von alten zu jungen Menschen, ist die damit teilweise verbundene Ungleichverteilung des Einkommens eine weitere große Herausforderung Chinas auf dem Weg zu einer wohlhabenden Industrienation. Nur minimal hat sich der Gini-Koeffizient[41] – der Maßstab für die Einkommensungleichverteilung verbessert. Er ist von seinem Höchststand 2008 von 0,49 langsam aber beständig auf 0,462 in 2015 gesunken – allerdings im Jahr 2016 wieder geringfügig auf 0,465 angestiegen. Damit liegt China nach wie vor deutlich über der Grenze, die nach der Definition der Vereinten Nationen eine extreme Ungleichheit anzeigt (0,4).[42] 2016 war das durchschnittliche Haushaltsnettoeinkommen pro Kopf und Jahr in der Stadt mit 33.616 RMB (ca. 5.060 USD) 2,72-mal so hoch wie in ländlichen Gebieten mit 12.363 RMB (ca. 1.861 USD). Dabei wuchs das Einkommen der Landbevölkerung mit 8,2 Prozent etwas stärker als das der Stadtbewohner mit 7,8 Prozent. Das Monatseinkommen der Wanderarbeiter stieg 2016 durchschnittlich um 6,6 Prozent auf 3.275 RMB (391 Euro) an.[43]

Erklärtes Ziel der chinesischen Regierung ist die Verdopplung der Einkommen der Stadt- und Landbewohner bis zum Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2010. Hierfür soll der Mechanismus der Lohnfindung, welcher aus verschiedenen Systemen zur Festlegung des Mindestlohns und Tarifverhandlungen besteht, ausgebaut werden.[44]

[38] National Bureau of Statistics 2016a
[39] nhfpc.gov.cn 2017
[40] Xinhua 2015b
[41] FAO Inequality Analysis 2006
[42] Vereinte Nationen 2013
[43] Auswärtiges Amt 2017a
[44] Auswärtiges Amt 2017a

Eine weitere Herauforderung ist das starke Wirtschaftswachstum Chinas, welches zu einer enormen Belastung und Zerstörung der Umwelt geführt hat, deren Ausmaß inzwischen ein Hemmnis für die weitere wirtschaftliche Entwicklung und einen der Hauptgründe für soziale Unruhen darstellt. Chinas Führung steht unter großem öffentlichem Druck, rasch Erfolge vorzuweisen. In diesem Zusammenhang verbessert ein neues Umweltschutzgesetz (in Kraft seit Januar 2015) die Informations- und Beteiligungsrechte der Öffentlichkeit und verschärft die Konsequenzen für verantwortliche Unternehmen. Das Problem der Luftverschmutzung ist allerdings weiterhin gravierend: Zwar fiel die Feinstaubkonzentration 2016 gegenüber dem Vorjahr um über 6 Prozenz; 75 Prozent der vom Umweltministerium untersuchten chinesischen Städte erfüllten den nationalen PM 2.5-Standard von 35 Mikrogramm/m3 jedoch nicht. Insgesamt kann festgehalten werden, dass China die genannten Probleme erkannt hat und inzwischen vermehrt Gegenmaßnahmen ergreift. Hauptziele sind in diesem Zusammenhang die graduelle Abkehr von fossilen Energieträgern sowie eine Steigerung von Energieeinsparung und -effizienz. Neben administrativen Vorgaben und der massiven Steigerung von Investitionen plant die Regierung für die nächsten fünf Jahre die schrittweise Einführung marktbasierter Instrumente, insbesondere den Aufbau eines nationalen Emissionshandelssystems im Jahr 2017.[45]

Ausblick

China nimmt zunehmend eine aktivere Rolle bei der Ausgestaltung internationaler Handels- und Wirtschaftsbeziehungen ein. Jüngstes Beispiel ist die von China initiierte Einrichtung einer neuen Infrastrukturbank, die sogenannte Asian Infrastructure Investment Bank (AIIB) mit Sitz in Peking. Diese soll in Partnerschaft mit bestehenden multilateralen Investitions- und Entwicklungsbanken arbeiten. Die AIIB soll Kapital für den großen Bedarf an Infrastrukturausbaumaßnahmen in Asien zur Verfügung stellen und so die wirtschaftliche und soziale Entwicklung in der Region fördern und zum Wachstum der Weltwirtschaft beitragen. Die Bank hat im Januar 2016 ihre Geschäftstätigkeit aufgenommen.[46]

1.4. Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland

Bereits 1922 gründete die Firma Siemens das erste deutsche Unternehmen in Shanghai und baute bis zur Machtergreifung der Nationalsozialisten Mitte der 1930er Jahre das größte Zweigwerk außerhalb Europas auf. Während des zweiten Weltkrieges und dem darauffolgenden Kalten Krieg kamen die Handelsbeziehungen beider Länder weitestgehend zum Erliegen. Erst in den späten 1970er Jahren und Anfang der 1980er Jahre kehrten deutsche Investoren wieder in das Reich der Mitte zurück. Deutschland bleibt auch 2015 mit einem Handelsvolumen von fast 170 Mrd. Euro mit Abstand Chinas wichtigster Handelspartner in der EU (etwa 30 Prozent des chinesischen Handels mit der EU). China wiederum war 2016 zum ersten Mal der wichtigste Handelspartner Deutschlands und löste damit die USA ab. Dies ist vor allem an den seit 2001 stark gestiegenen Im- und Exportquoten zu erkennen (Abbildung 5). China gehört zu den wichtigsten Herkunftsländern deutscher Importe. Dies ist aufgrund von preisgünstigen Waren zwar gut für ein stabiles Preisniveau in Deutschland. Auf der anderen Seite sehen sich deutsche Hersteller einem wachsenden Wettbewerbsdruck aus dem Reich der Mitte ausgesetzt, denn chinesische Hersteller treten zunehmend auch als Wettbewerber deutscher Unternehmen auf den Weltmärkten auf.

Wegen der schwachen chinesischen Konjunktur hatte Deutschland im Jahr 2015 erstmals seit 1997 in den Handelsbeziehungen zu China einen Exportrückgang zu verzeichnen. So fielen die Ausfuhren in die Volksrepublik um 4 Prozent auf gut 71,4 Mrd. Euro, die Importe aus China stiegen indessen im selben Zeitraum weiter um knapp 15 Prozent auf über 91,7 Mrd. Euro.[47] Dieser Rückgang erfolgte allerdings bereits auf Basis eines sehr hohen Niveaus: seit dem Jahr 2001 haben sich die deutschen Exporte in die zweitgrößte Volkswirtschaft der Welt bis 2016 mehr als versechsfacht.[48] 2016 stiegen die Exporte mit 6,9 Prozent auf gut 76,1 Mrd. Euro allerdings wieder kräftig, während sich die chinesischen Importe um 2,5 Prozent auf 93,8 Mrd. Euro erhöhten. Das Handelsbilanzdefizit hat sich aufgrund der gesunkenen

[45] Auswärtiges Amt 2017a
[46] Auswärtiges Amt 2017a
[47] GTAI 2016b
[48] de.statista.com o.J. b

Exporte bei gestiegenen Importen im Jahr 2015 deutlich auf über 20 Mrd. Euro vergrößert, verringerte sich 2016 hingegen wieder auf einen Wert von 17,6 Mrd.Euro.[49]

Mit einem Handelsvolumen von 169,9 Mrd. Euro wurde China 2016 der wichtigste Handelspartner Deutschlands vor Frankreich (167,2 Mrd. Euro) und den Vereinigten Staaten (164,7 Mrd. Euro). Nach einem moderaten Rückgang der deutschen Exporte nach China im Vorjahr hat sich der Export wieder stabilisiert. So steigen die Ausfuhren in die Volksrepublik gegenüber 2015 um rund 6,9 Prozent auf gut 76,1 Mrd. Euro, die Importe aus China wuchsen im selben Zeitraum um 2,5 Prozent auf über 93,8 Mrd. Euro.[50]

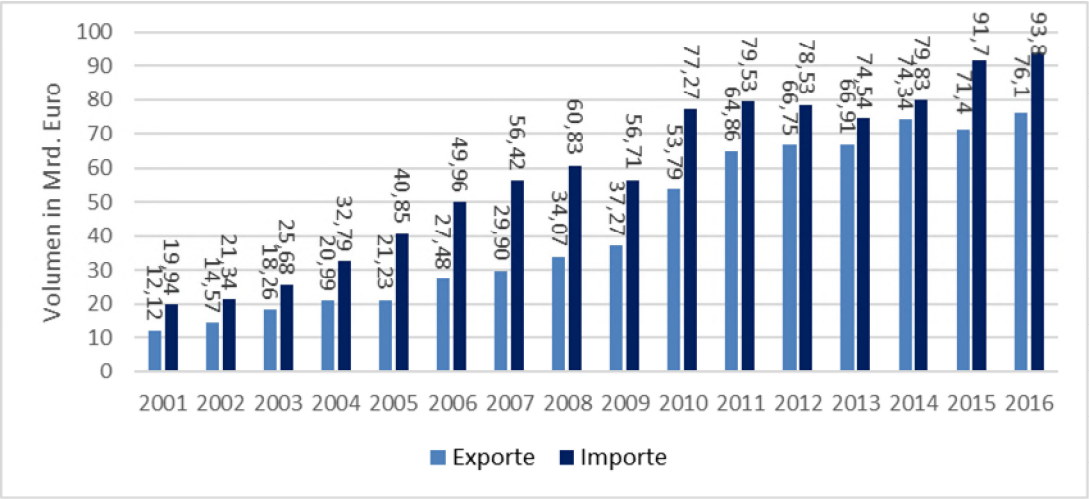

Abbildung 5: Volumen deutscher Exporte nach und Importe aus China von 2001-2016[51] [52] [53] [54]

China ist (nach Frankreich, USA und Großbritannien) der viertgrößte Abnehmer deutscher Exportprodukte und der weltweit wichtigste Absatzmarkt für deutsche Maschinen. In der Volksrepublik werden, nach den USA und Großbritannien, die meisten deutschen Kraftfahrzeuge verkauft. Allein die Volkswagengruppe verkaufte 2016 in China 3,98 Mio. Fahrzeuge. In keinem anderen Land werden mehr deutsche Kraftfahrzeugteile abgesetzt als in China. Die deutschen Elektrotechnik-Ausfuhren nach China betrugen 2015 10,4 Mrd. Euro, Maschinen wurden in demselben Jahr im Wert von 16,3 Mrd. Euro verkauft und der Export von Kraftfahrzeugen/ Landfahrzeugen lag bei 17,7 Mrd. Euro. Die Exporte deutscher Nahrungs- und Genussmittel nach China (Fleisch, Milcherzeugnisse, Getränke) stiegen 2015 auf etwa 1,1 Mrd. Euro. Damit bleibt China einer der wichtigsten Auslandsmärkte für die deutsche Agrar- und Ernährungsindustrie.[55]

[49] German Chamber of Commerce in China 2017
[50] Auswärtiges Amt 2017b
[51] de.statista.com o.J. b
[52] de.statista.com o.J. c
[53] GTAI 2016b
[54] Auswärtiges Amt 2017b
[55] Auswärtiges Amt 2017b

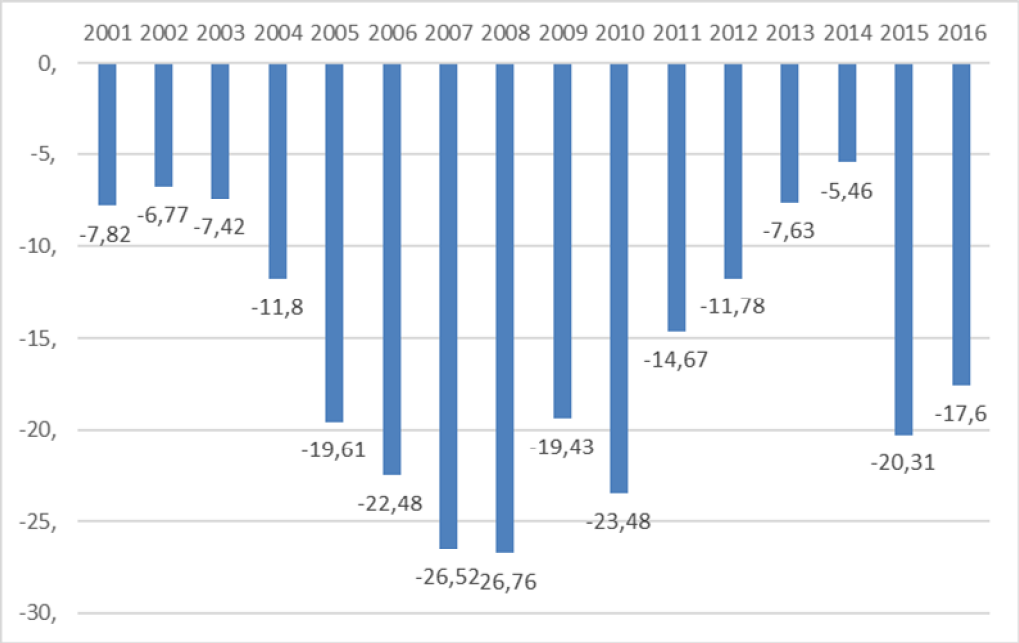

Abbildung 6: Deutscher Handelsbilanzsaldo mit China von 2001-2016 (in Milliarden Euro) [56] [57]

Der Umbau der bisher exportgetriebenen chinesischen Wirtschaft hin zu einem nachhaltigen, innovationsgetriebenen Wachstum und einer Stärkung des Binnenkonsums bietet für die deutsche Wirtschaft große Chancen. Im Januar 2014 wurde in Berlin die erste chinesische Handelskammer in Europa eröffnet, die den Ausbau der Wirtschaftsbeziehungen und Investitionen weiter fördern soll. [58] Im Mai 2016 haben Deutschland und China eine bilaterale Rückversicherungsrahmenvereinbarung im Bereich der staatlichen Exportkreditgarantien getroffen. [59] Diese Vereinbarung stellt für deutsche ExportEuroe eine signifikante Verbesserung dar.

1.5. Investitionsklima und -förderung

Die deutsche Wirtschaft engagiert sich bis heute deutlich stärker in China als die chinesische in Deutschland, was nicht zuletzt den unterschiedlichen Entwicklungsstand beider Volkswirtschaften widerspiegelt. Derzeit sind in Deutschland rund 900 chinesische Unternehmen tätig. Dem stehen über 5.000 deutsche Unternehmen in China gegenüber. Insgesamt haben deutsche Unternehmen bis heute um ein Vielfaches mehr in China investiert als umgekehrt, allerdings sind stark gestiegene chinesische Aktivitäten feststellbar, auch aufgrund der globalen Investitionsstrategie der chinesischen Regierung („Going-Global-Strategie"), die die chinesische Wirtschaft zu Investitionen im Ausland ermutigt. Im Jahr 2015 haben chinesische Übernahmen in Europa mit einem geschätzten Volumen von 20 Mrd. Euro stattgefunden. Erste Schätzungen für das Jahr 2016 gehen von einer erneuten Rekordzahl aus: So soll die Summe chinesischer Investitionen in der EU 35 Mrd. Euro betragen haben. Davon wurden etwa 11 Mrd. Euro (31 Prozent) in Deutschland investiert. Schwerpunkte des chinesischen Engagements in Deutschland sind bisher die Bereiche Maschinenbau, Elektronik, Konsumgüter und Informations- und Kommunikationstechnologie.[60]

China hat in den letzten Jahren sehr erfolgreich ausländische Direktinvestitionen angeworben, gleichwohl müssen noch immer Transparenz und Investitionssicherheit erhöht werden, um den Investitionsstandort besonders für mittelständische Unternehmen attraktiv zu halten. Investoren erwarten mehr Vertragsfreiheit und gleiche Marktzugangsbedingungen, insbesondere denselben Zugang zu öffentlichen Ausschreibungen wie chinesische

[56] de.statista.com o.J. d
[57] German Chamber of Commerce in China 2017
[58] Auswärtiges Amt 2017b
[59] BMWi 2016
[60] Auswärtiges Amt 2017b

Unternehmen. Vor allem auch im bisher enorm reglementierten, aber stark wachsenden Dienstleistungssektor wird sich zeigen, ob die Reformpläne der chinesischen Regierung eine Verbesserung bringen.

In China regelt bis heute ein ausführlicher Investitionskatalog für ausländische Unternehmen in jedem Marktsegment, ob und in welcher Form ausländische Investitionen willkommen sind. Er enthält eine ausführliche Liste von Sektoren, die in drei Kategorien eingeordnet werden können und demnach entweder 1. verboten sind, 2. eingeschränkt zulässig sind oder 3. gefördert werden. Nicht aufgezählte Vorhaben sind grundsätzlich erlaubt. Allerdings enthält der Katalog keine gesetzlich verbindlichen und zudem auch keine abschließenden Vorgaben. Seit April 2015 gilt ein revidierter, jedoch keine neuen signifikanten Öffnungen enthaltender Katalog. Im Dezember 2016 haben die National Development and Reform Commission (NDRC) und das Ministry of Commerce (MOFCOM) einen neuen Entwurf für eine Revision des Investitionskataloges für ausländische Investitionen (Foreign Investment Industrial Guidance Catalogue) veröffentlicht. Allerdings blieben auch dort signifikante Verbesserungen für ausländische Investoren aus. Die Marktzugangsbeschränkungen in China im Vergleich zu denen in der EU bleiben asymmetrisch zum Nachteil ausländischer Investoren ausgestaltet.[61]

Einige Ausnahmen vom System des Investitionskatalogs gelten versuchsweise schon heute für die im Herbst 2013 gegründete Freihandelszone in Shanghai, die sogenannte „China (Shanghai) Pilot Free-Trade Zone". Ausländische Investitionen in Bereichen, die nicht in einer Negativliste erfasst sind, bedürfen dort grundsätzlich keiner Genehmigung, sondern müssen lediglich angemeldet werden. Die Liste wird von der chinesischen Regierung in regelmäßigen Abständen gekürzt, ist aber nach wie vor sehr umfangreich.[62]

Seit 2005 besteht ein bilaterales deutsch-chinesisches Investitionsschutzabkommen, das die Rahmenbedingungen für beiderseitige Investitionen regelt und für eine gleichberechtigte Investitionslage sorgen soll. Zwischen der EU und China wurden im November 2013 Verhandlungen über ein umfassendes Investitionsabkommen aufgenommen, das neben Regelungen zum Investitionsschutz auch Verbesserungen im Marktzugang erhalten soll. Die Verhandlungen darüber dauern auch im Jahr 2017 noch an.[63]

Neben Freihandelszonen und einem freien Kapitalmarkt spielen allerdings auch grundsätzliche Probleme wie beispielsweise die unzureichende Rechtssicherheit oder die Bevorzugung inländischer Unternehmen bei öffentlichen Ausschreibungen eine wichtige Rolle. Die mangelnde Rechtssicherheit betrifft besonders den Schutz des geistigen Eigentums, denn in China sind Verletzungen gewerblicher Schutzrechte nach wie vor besonders zahlreich. Die chinesische Regierung hat sich des Problems angenommen und mittlerweile eine Rechtslage geschaffen, die den internationalen Standards nahe kommt. Auf den Verwaltungsebenen und bei der gerichtlichen Praxis gibt es allerdings noch erheblichen Nachholbedarf. Dies hat unter anderem auch damit zu tun, dass die durch den Schutz geistigen Eigentums entstehenden Vorteile noch nicht ausreichend im Bewusstsein aller Beteiligten in China verankert sind.[64]

Die ungleichen Marktbedingungen beziehungsweise die Bevorzugung inländischer Unternehmen bilden einen weiteren Punkt auf der Agenda der bilateralen Wirtschaftsbeziehungen. Zwischen der EU und China sollen Unternehmen die gleichen Wettbewerbsbedingungen vorfinden. Auch wenn die Reformen zur Marktöffnung, welche China beim WTO-Beitritt 2001 zusagte, weitestgehend umgesetzt wurden, sollte der Weg unter anderem „in den Feldern ‚diskriminierungsfreier Marktzugang' (z. B. Beteiligungsgrenzen für ausländische Unternehmen, technische Marktzutrittsbeschränkungen durch Standards und Zertifizierungsanforderungen, langwierige Zulassungsverfahren) und ‚öffentliches Beschaffungswesen'"[65] fortgesetzt werden. Der Beitrittsprozess Chinas zum Government Procurement Agreement[66] der WTO ist allerdings noch im Gange. Neben der unzureichenden Rechtssicherheit und den ungleichen Marktbedingungen sorgt beim China-Engagement deutscher und Europäischer Unternehmen auch der unfreiwillige

[61] Auswärtiges Amt 2017b
[62] shanghaifreetradezone.org 2013
[63] Auswärtiges Amt 2017b
[64] BMWi o.J.
[65] BMWi o.J.
[66] Das Übereinkommen über das öffentliche Beschaffungswesen (Government Procurement Agreement GPA) ist ein internationales multilaterales Abkommen zwischen einzelnen Vertragsstaaten der WTO, das den Zugang zu öffentlichen Aufträgen regelt (Quelle: WTO / Government Procurement Agreement).

Technologietransfer für Schwierigkeiten. „Dieses nicht marktwirtschaftliche und unter WTO-Maßstäben bedenkliche Verhalten sollte schnellstmöglich aufgegeben werden. Andernfalls wird die Bereitschaft deutscher und anderer ausländischer Unternehmen, "State-of-the-Art-Technologien" nach China zu transferieren, spürbar abnehmen“, so das BMWi.[67] [68]

2. Energiemarkt

2.1. Allgemein

Primärenergie und Energieintensität

China ist seit 2009 der größte Energieverbraucher[69] der Welt (
Abbildung 7)[70] Im Jahr 2015 lag der Primärenergieverbrauch bei ca. 35.053 TWh (Abbildung 10) und damit bei einem Anteil von 22,9 Prozent[71] am globalen Energiebedarf. Dies ist vor allem auf die im vorigen Kapitel beschriebene rasche Industrialisierung, das rasante Bevölkerungswachstum und den schnellen Anstieg des Lebensstandards zurückzuführen. Im weltweiten Vergleich steht China mit an der Spitze der größten Energieproduzenten. Trotzdem kann das Reich der Mitte seinen Eigenkonsum nicht decken und steht daher an erster Stelle der Energieimporteure.

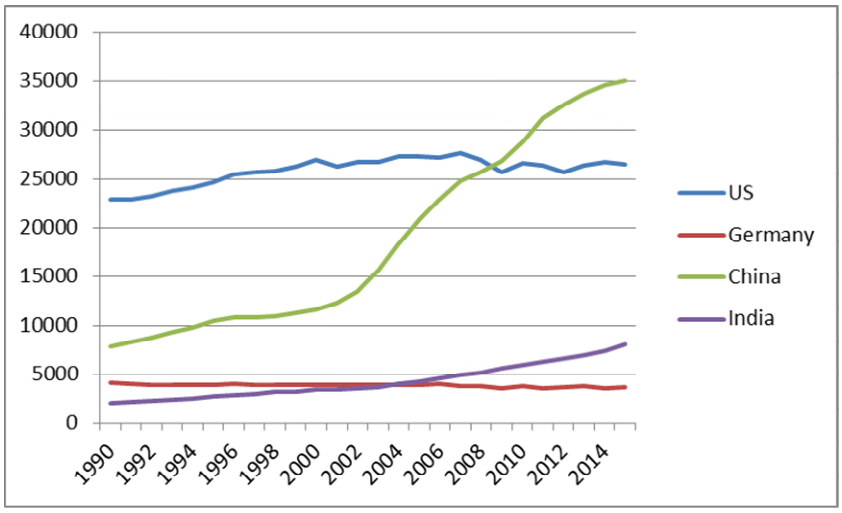

Abbildung 7: Primärenergieverbrauch USA, China, Indien und Deutschland von 1990 bis 2015[72]

Die Erzeugung und der Verbrauch von Primärenergie haben sich im Reich der Mitte weitestgehend entkoppelt (vgl. Abbildung 8). Seit 2002 ist das Land auf den Import von Energieträgern angewiesen, was China zum größten Importeur in den Bereichen Kohle, Öl und Gas macht.[73] [74] [75] Trotz Ausbau der Kapazitäten zur Energieerzeugung wird durch weiterhin stärkeres Wachstum des Verbrauchs für das Jahr 2035 eine Abhängigkeit von Energieimporten in China von 20 Prozent erwartet.[76] Um die schnell wachsenden Energieimporte zu deckeln und somit unabhängiger von teilweise konfliktgeladenen Regionen zu werden sowie die benötigten Kapazitäten zur Deckung des chinesischen Energiebedarfs zu reduzieren, wurde bereits im Rahmen des 12. Fünfjahresplans (2011 bis 2015) eine Reduzierung der Energieintensität von 18,2 Prozent erreicht. Für den Zeitraum 2016-2020 wird eine Senkung um weitere 15 Prozent angestrebt.[77] [78]

[67] BMWi o.J.
[68] Auswärtiges Amt 2017b
[69] Der Begriff „Energieverbrauch“ ist im physikalischen Sinne ungenau, wird hier aber der Einfachheit halber verwendet.
[70] Die Zeit 2010
[71] BP 2016
[72] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2014
[73] U.S. Energy Information Administration EIA 2016a
[74] U.S. Energy Information Administration EIA 2015
[75] Der Spiegel 2013
[76] BP 2015b
[77] The State Council of The People's Republic of China 2016

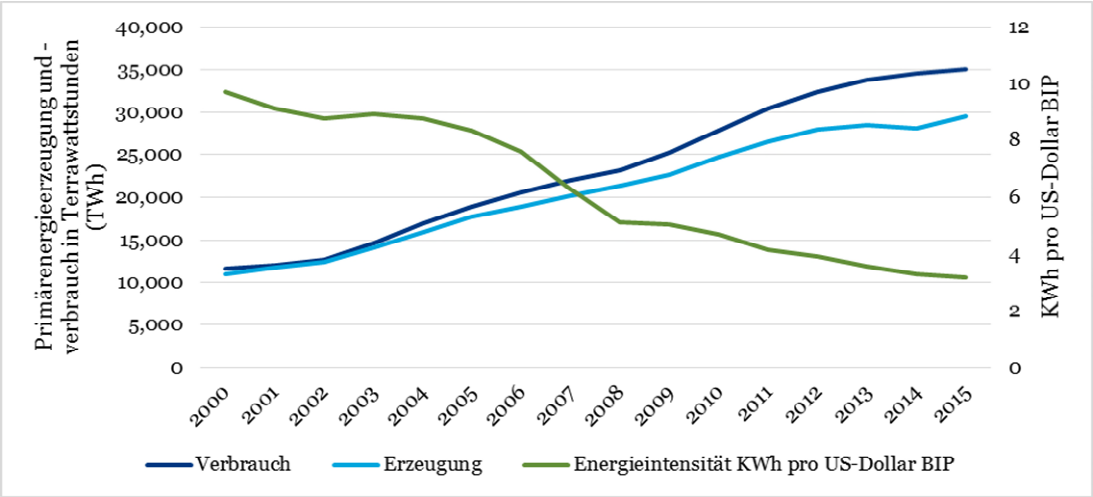

Abbildung 8: Erzeugung, Verbrauch von Energie und Energieintensität in China von 2000 bis 2015[79] [80] [81]

2015 wurden in China rund 29.470 TWh Primärenergie erzeugt. Davon entfielen knapp fünf Prozent auf Gas, mehr als acht Prozent auf Öl, bereits über 14 Prozent auf erneuerbare Energiequellen und Atomkraft (die in China in der Regel zusammen aufgeführt werden) und noch immer über 70 Prozent auf Kohle (Abbildung 9).

China möchte den im Vergleich zu Kohle als klimafreundlicher geltenden Gasanteil mittel- bis langfristig steigern Dazu sollen nach einem neuen Gasliefervertrag aus dem Jahr 2014 ab 2018 pro Jahr bis zu 38 Milliarden Kubikmeter russisches Gas nach China fließen und zur Erhöhung des Gasanteils an der Primärenergieerzeugung auf längere Sicht beitragen. Dafür könnten auch die großen Schiefergasvorkommen im Reich der Mitte sorgen, denn China weist mit einem Anteil von rund 15 Prozent die größten Schiefergasreserven der Welt auf. Ob dies angesichts knapper werdender Wasservorkommen realisiert wird, bleibt abzuwarten. Außerdem soll der Anteil von erneuerbarer und nuklearer Energie deutlich erhöht werden.[82]

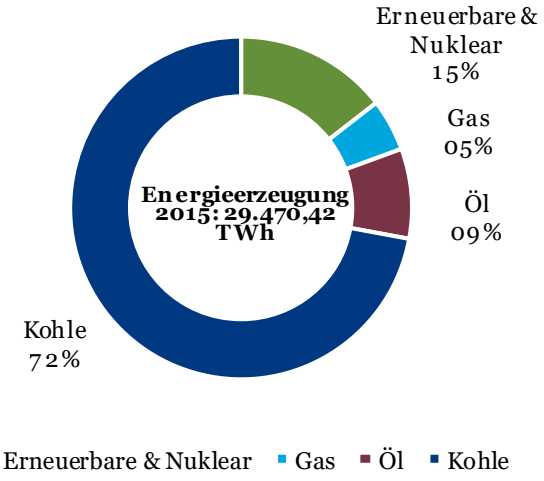

Abbildung 9: Primärenergieerzeugung in China nach Energieträgern 2015[83]

[78] The State Council of The People's Republic of China 2011
[79] U.S. Energy Information Administration EIA 2016b
[80] BP 2016
[81] The World Bank 2016
[82] Die Zeit 2014
[83] National Bureau of Statistics (2016b)

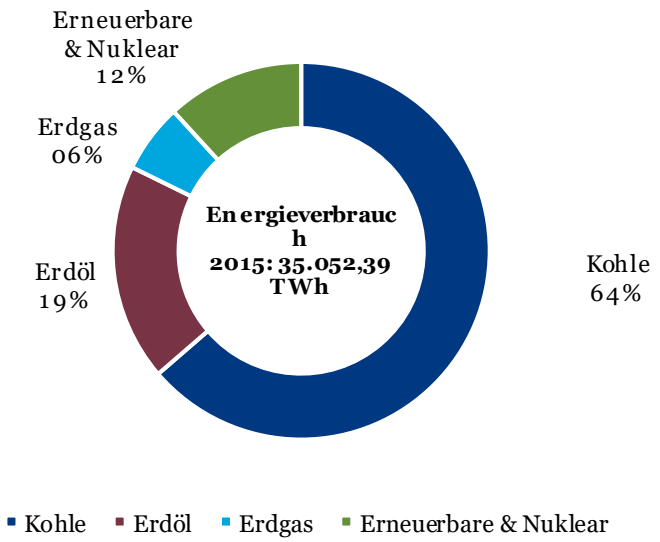

Abbildung 10: Primärenergieverbrauch in China nach Energieträgern 2015[84]

Dabei verbraucht der chinesische Industriesektor mit rund 70 Prozent, oder ca. 24.072 TWh, am meisten der bereitgestellten Energie (Stand: 2014). Die verbleibenden 30 Prozent teilen sich die privaten Haushalte und der Verkehrssektor (Abbildung 11).

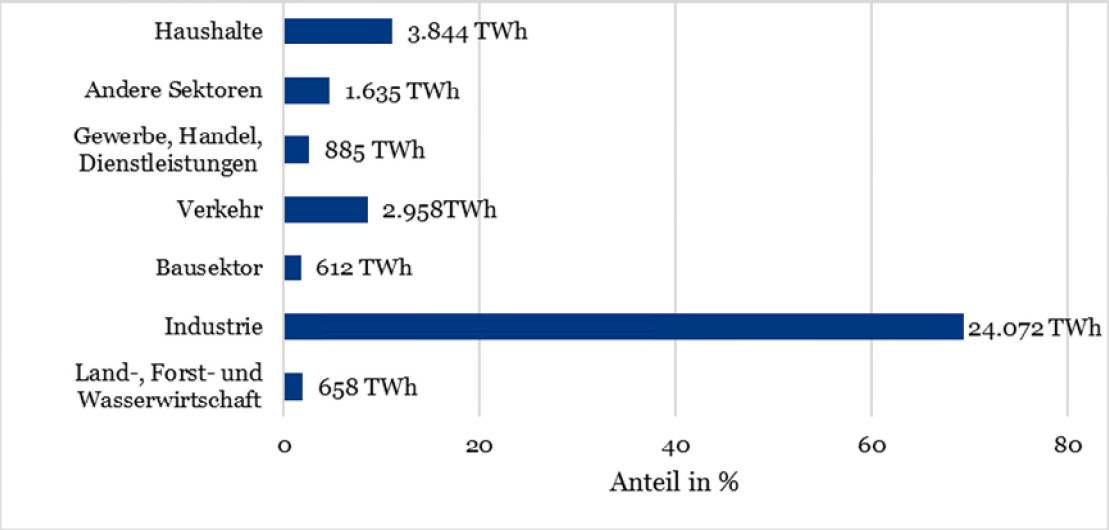

Abbildung 11: Energieverbrauch in China nach Sektoren 2014[85]

Strommarkt

2011 stieg China zum weltgrößten Stromerzeuger auf. Gleichzeitig verbraucht das Land mit Abstand am meisten Elektrizität: 2015 waren es 5.811 TWh (Deutschland zum Vergleich: 647 TWh), gefolgt von den USA (4.303 TWh) und Russland (1.063 TWh).[86] 2015 waren insgesamt 1.525 GW Kapazität installiert und damit 155 GW mehr als noch 2014.[87]

[84] BP 2016
[85] National Bureau of Statistics 2016
[86] BP 2016

Mit rund 531 TWh 2015 ist die Provinz Guangdong im Süden Chinas die mit dem höchsten Stromverbrauch, dicht gefolgt von Shandong (511,7 TWh). Die Provinz Jiangsu lag 2015 mit 511,5 TWh an dritter Stelle. Peking und Tianjin lagen 2015 mit einem Stromverbrauch von 95 beziehungsweise 80 TWh deutlich darunter. 2015 wurden rund 858 Mrd. RMB (11 Mrd. Euro) in die Stromversorgung investiert.[88]

Im Elektrizitätssektor zeichnet sich ein anderes Bild als bei der Primärenergie. Gemäß den Daten von 2000 bis 2014 lag die Erzeugung von Elektrizität immer leicht über dem Verbrauch. Dies ist auch an den Exportquoten von Strom zu erkennen (Abbildung 12). In den Jahren 2000 bis 2014 exportierte China durchschnittlich 9,5 TWh Strom. Des Weiteren vervierfachte sich in etwa die installierte Kapazität innerhalb von fünfzehn Jahren von rund 320 GW auf mehr als 1.500 GW.[89]

2016 war Kohle mit einem Anteil von mehr als 65 Prozent noch immer mit Abstand die größte Energiequelle zur Stromerzeugung in China. Erneuerbare Energien folgen mit einem Anteil von 24 Prozent, wovon Wasserkraft den Großteil bereitstellt. Wind trug mit rund 4 Prozent und sonstige erneuerbare Energiequellen (hauptsächlich Solar) trugen mit rund 6,5 Prozent bei. Nuklearenergie lieferte 2016 ca. 3,5 Prozent, wobei der Bereich Kernenergie auch weiterhin massiv ausgebaut werden soll.[90] Derzeit (Stand: Mai 2017) sind 36 Atommeiler in Betrieb und 21 weitere befinden sich im Bau.So hat sich das Reich der Mitte bis 2020 als Ziel gesetzt eine Kapazität von 58 GW im Betrieb und weitere 30 GW im Bau zu haben. Bis 2030 sollen damit 10 Prozent der Energie in China in insgesamt 110 Atomkraftwerken erzeugt werden.[91] [92]

Trotz in der Vergangenheit teilweiser lokaler Stromknappheit aufgrund von verteuerter Kohle und begrenzter Übertragungskapazitäten im Stromnetz exportiert China seit Jahren Strom in die umgebenden Nachbarländer. 2014 waren es rund 18 TWh (
Abbildung 12). Deutschland beispielsweise exportierte im selben Jahr rund 74 TWh und damit fast viermal so viel.[93]

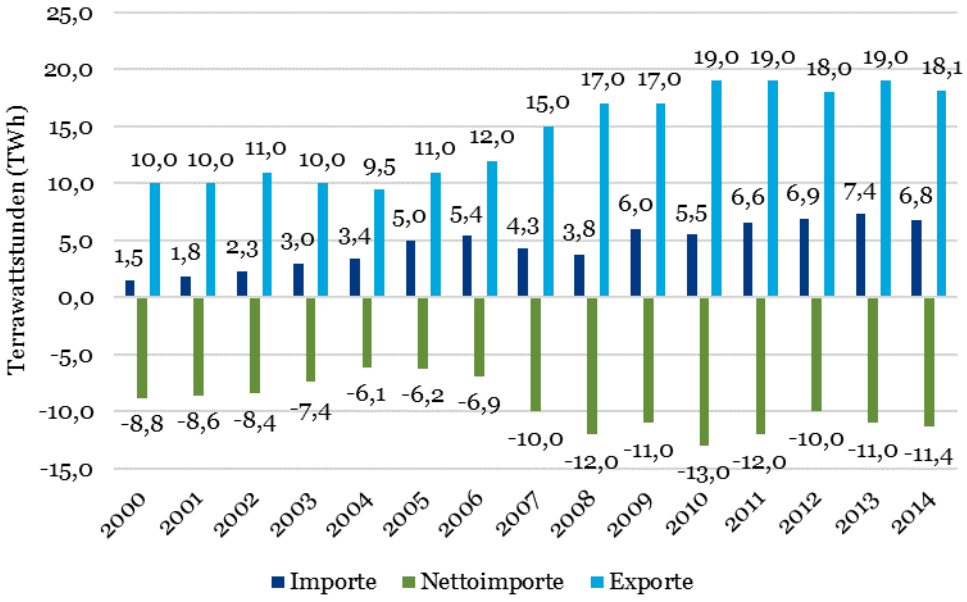

Abbildung 12: Import und Export von Elektrizität in China 2000-2014[94] [95]

[87] National Bureau of Statistics 2016
[88] China Electricity Council 2016
[89] China Electricity Council 2016
[90] ceenews.info 2017
[91] NTV 2015
[92] world-nuclear.org (2017)
[93] Statistisches Bundesamt 2016
[94] U.S. Energy Information Administration EIA 2015
[95] Central Intelligence Agency (CIA) 2016

2.2. Energiepreise

So gut wie alle Energiepreise werden vom Staat subventioniert, wobei die Preise für die Industrie stärker subventioniert werden als beispielsweise die Preise für Privathaushalte. Die NDRC unternahm allerdings in den letzten Jahren mehrmals Anstrengungen, die Preise zunehmend Marktmechanismen zu unterwerfen. Weitere Reformen wurden in den Jahren 2012 und Ende 2013 mit dem Ziel umgesetzt, von besonders stromintensiven Haushalten und Industrieunternehmen höhere Preise zu verlangen und für 2017 ist eine Strommarktreform angekündigt. [96]

Kohle- und Gaspreise

Kohle- und Gaspreise werden weiterhin vom Staat kontrolliert, festgelegt und liegen meistens unter den Weltmarktpreisen. Der Kohlepreis lag im April 2017 im Durchschnitt bei rund 510 RMB/t (ca. 66 Euro/t).[97] Gas für die nicht private Nutzung ist seit 2016 in Shanghai mit 3 RMB/m³ (ca. 0,39 Euro/m³) am teuersten und in der westlichen Provinz Xinjiang mit 1,2 RMB/m³ (ca. 0,16 Euro/m³) am günstigsten.[98] In Peking und Tianjin beträgt der Preis 2 RMB/m³ (0,27 Euro/m³). Die Gaspreise für Haushalte liegen derzeit (Stand: Mai 2017) in Peking zwischen 2,28 und 3,9 RMB/kWh (0,31-0,53 Euro/kWh).[99]

Strompreise

Grundsätzlich werden die Strompreise in China sowohl für Produktion als auch Übertragung im Stromnetz (Netzentgelt) vom Staat festgelegt[100] und können bei den Kommissionen für Entwicklung und Reformen der einzelnen Provinzen eingesehen werden. Die Preise unterscheiden sich dabei stark von Region zu Region und werden von den Provinzen bestimmt: Shanghai weist aktuell (Stand: Mai 2017) mit einer Spanne von 0,617 bis 0,917 RMB/kWh die höchsten Strompreise für Haushaltskunden auf, wohingegen in der nordwestlichen unabhängigen Provinz Xinjiang mit 0,215-0,22 RMB/kWh die niedrigsten Strompreise herrschen. Doch auch wenn die Preise für Strom gemessen am Einkommen in China im Vergleich zu anderen Ländern immer noch relativ hoch sind, ist das Verhältnis Strompreis zu Einkommen seit Mitte der 1990er Jahre wegen der steigenden Einkommen stark gesunken. Haushalte in Peking beispielsweise zahlen aktuell rund 0,43 bis 0,79 RMB/kWh (0,06-0,11 Euro/kWh). Die Strompreise in Shandong lagen mit 0,5 bis 0,85 RMB/kWh genauso wie in Tianjin mit 0,48 bis 0,79 RMB/kWh etwas darüber (Stand: Mai 2017).[101]

Die nominalen Großhandelspreise waren im Zeitraum von 2000 bis 2011 um rund 50 Prozent gestiegen (von 0,4 RMB/kWh auf 0,6 RMB/kWh).[102] Die Industriestrompreise in Peking bewegen sich derzeit (Stand: Mai 2017) zwischen 0,32 und 1,53 RMB/kWh (ca. 0,04-0,21 Euro/kWh).[103]

Im Hinblick auf die Strompreise und deren Festlegung beziehungsweise die Einrichtung eines Strommarktes sind derzeit in China verschiedene Veränderungen erkennbar. Vor allem soll es dabei Stromproduzenten und insbesondere großen Konsumenten ermöglicht werden, direkt den Strompreis miteinander zu verhandeln.[104]

[96] NDRC 2016d
[97] NDRC 2017a
[98] shdrc.gov.cn 2017
[99] bjpc.gov.cn 2015
[100] IRENA 2014
[101] Bloomberg 2015
[102] China Energy Group 2014
[103] bjpc.gov.cn 2016
[104] NDRC 2015b

Tabelle 3: Strom- und Gaspreise nach Provinzen beziehungsweise Provinzhauptstädten in 2016

Stadt/Provinz	Strom		Gas		Netzcluster
	Haushalt	Industrie	Haushalt	Industrie	
Peking	0,4333 - 0,7883	0,3208 - 1,5295	2,28 - 3,9	2,92 - 3,16	Nord
Tianjin	0,48 - 0,79	0,6589 - 0,8999	2,4 - 3,6	2,77	
Hebei	0,47 - 0,52	0,2767 - 1,1213	2,4 - 3,15	3,02 - 3,55	
Shanxi	0,467 - 0,477	0,4712 - 0,6963	2,26 - 2,71	3,2	
Innere Mongolai	0,43 - 0,8		1,65 - 2,18	2,976 - 3,296	
Liaoning	0,49 - 0,5	0,4926 - 0,8303	3,06		Nordost
Jilin	0,515 - 0,525	0,4858 - 0,899	2,43 - 3,65	3,89	
Heilongjiang	0,49 - 0,51	0,476 - 0,873	2,8 - 4,2	4,56	
Shanghai	0,617 - 0,917	0,641	3 - 4,2	3,05	Ost
Jiangsu	0,5183 - 0,8283	0,6301 - 1,1289	2,5 - 3,5	2,95	
Zhejiang	0,508 - 0,838	0,3676 - 1,4029	2,42	3,04	
Anhui	0,5503 - 0,5653	0,5225 - 0,8895	2,4 - 3,6	3,3	
Fujian	0,4983 - 0,7983	0,4348 - 0, 7773	3,65 - 4	4,2	
Jiangxi	0,6 - 0,9	0,4107 - 0, 9331	3,2 - 4,16	3,58	
Shandong	0,501 - 0,8469	0,5219 - 0,8558	3 - 4,5	3,5	
Henan	0,5 - 0,568	0,5332 - 0,8252	2,25 - 2,93	2,84 - 3,66	Süd
Hubei	0,558 - 0,858	0,528 - 0,88	2,53 - 3,54	4,193	
Hunan	0,588 - 0,888	0,26 - 1,03	2,45 - 3,68	3,75 - 4,26	
Guangdong	0,568 - 0,77	0,66 - 1,0178	3,45 - 5,18	3,12	
Guangxi	0,5233 - 0,5283	0,4519 - 0,8271	3,25 - 3,35	4,18 - 4,38	
Hainan	0,5883 - 0,6083	0,3383 - 1,0581	3,15 - 3,96		
Chongqing	0,52 - 0,82	0,345 - 0,848	1,72	2,78	Südwest
Sichuan	0,4656 - 0,7756	0,3747 - 0,7886	1,89 - 2,84	3,93	
Guizhou	0,4456 - 0,7556	0,4482 - 0,7224	3,05 - 4,5		
Yunnan	0,473 - 0,483	0,262 - 0,714	3,31	3,42	
Tibet	0,49 - 0,83	0,48 - 2,36	1,5 - 4,46		
Shaanxi	0,4983	0,4289 - 0,8134	1,73 - 2,5	2,84 - 3,27	Nordwest
Gansu	0,256 - 0,759	0,2053 - 1,1928	1,7 - 5,7	2,2 - 2,69	
Qinghai	0,3771 - 0,6771	0,3548 - 0,5991		2,1 - 2,47	
Ningxia	0,4486	0,366 - 0,6854	1,63 - 2,45	2,67 - 2,91	
Xinjiang	0,215 - 0,22	0,138 - 0,222		1,64 - 2,43	

2.3. Energiepolitik: Administration und Zuständigkeiten

Da der Strommarkt nicht liberalisiert ist und sowohl Stromproduzenten als auch Netzbetreiber staatlich sind, liegt die alleinige Verantwortung für die Administration der Energieversorgung beim chinesischen Staat. Im Jahr 2013 reformierte die derzeitige chinesische Regierung die Zuständigkeiten im Energiemarkt grundlegend. Seitdem werden neue Projekte von den Provinzregierungen bewilligt. Außerdem ist die National Energy Administration (NEA), eine Unterabteilung der NDRC, seit 2013 alleine für die Energiepolitik Chinas zuständig. Des Weiteren sind die NEA und die State Electricity Regulatory Commission (SERC) miteinander verschmolzen. Letztere wurde im Zuge der Elektrizitätsmarktreform 2002 gegründet, welche die Netzbetreiber von den Stromversorgern trennen (Entflechtung oder auch „Unbundling") und den Energiemarkt auch in anderen Bereichen öffnen sollte. Durch die Anstrengungen ist es bisher zwar gelungen, Netzbetreiber und Stromversorger zu trennen, bis dato konnte hingegen die Trennung von Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern nicht erreicht werden. Vorstöße in diese Richtung sind aufgrund der mächtigen Monopolstellung der beiden Netzbetreiber (SGCC und CSG) bisher nicht sehr erfolgreich gewesen. Die Verschmelzung von NEA und SERC zeigt, dass die aktuelle Regierung das Ziel eines Elektrizitätsmarktes, inklusive der Öffnung für ausländische Investoren, wieder vor Augen hat.[105]

Neben der NEA spielt noch die NDRC eine Rolle bei Energiefragen. Des Weiteren gibt es einige halbstaatliche Organisationen wie beispielsweise das China Energy Council (CEC). Beschreibungen dieser und weiterer Organisationen sind im Abschnitt Marktakteure zu finden. Die derzeit erkennbaren Veränderungen in der Energiepolitik u.a. mit einer für 2017 angestrebten Strommarktreform lassen eine Entwicklung hin zu mehr Wettbewerb und einem freien Markt erahnen. Nach wie vor ist jedoch davon auszugehen, dass nicht private Unternehmen sondern Staatsunternehmen (State-owned Enterprises, SOEs) den Energiesektor weiterhin dominieren werden.[106]

2.4. Energiepolitik: Strategien und Ziele

Während die USA und Kanada in Zukunft wohl nahezu energieautark werden, stehen Europa und China im Gegensatz dazu vor ganz anderen Herausforderungen. Aufgrund von einer sich anbahnenden Regionalisierung der Energieversorgung könnte vor dem Hintergrund zunehmend knapperer Energieressourcen die Kooperation zwischen China und Europa weiter ausgebaut werden. Es ist zu erwarten, dass China mit weiterem Wirtschaftswachstum und stark steigendem Energieverbrauch verstärkt auf Energieimporte vor allem im Bereich Öl, Gas, Uran und sogar Kohle angewiesen sein wird.[107]

In diesem Zusammenhang ist China in verschiedenen Weltregionen wie beispielsweise Afrika aktiv und sichert sich mit großen Infrastrukturprojekten Zugang zu ertragreichen Rohstoffquellen. Gleichzeitig diversifiziert es sein Importportfolio. Auch der Inselstreit mit Japan, Südkorea und Taiwan im Ostchinesischen und den Anrainerstaaten im Südchinesischen Meer, bei denen es vermutlich nur vordergründig um reiche Fischgründe geht, spiegelt Chinas wachsenden „Energiehunger" wider.[108]

Um die Abhängigkeit unter anderem von importierten fossilen Energieträgern zu senken, setzte der im März 2016 veröffentlichte 13. Fünfjahresplan für die Energieentwicklung weitreichende Ziele, um das Wachstum des chinesischen Energiehungers zu bremsen. So enthält der Plan eine Obergrenze für den jährlichen Primärenergieverbrauch, der bis zum Jahr 2020 bei rund 40.700 TWh liegen soll. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Wachstumsrate des Primärenergieverbrauchs bis 2020 auf 3 Prozent pro Jahr begrenzt werden. Ebenfalls soll bis 2020 der Anteil von Erdgas an der Primärenergieerzeugung von 5,9 Prozent im Jahr 2015 auf über 10 Prozent angehoben werden und die installierte Kernkraftkapazität 58 GW erreichen. In Anknüpfung daran soll der Anteil erneuerbarer Energien ausgebaut und die

[105] Global Wind Energy Council 2014
[106] Azure China Cleantech 2016b
[107] Bundeszentrale für politische Bildung 2013
[108] Bukold 2012

Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch beschleunigt werden. Dabei nehmen Pilotprojekte eine zentrale Rolle bei der Erprobung und Demonstration von neuen Technologien und Konzepten ein.[109]

China macht bereits große Fortschritte, um diese Ziele zu erfüllen. So ist die Energieintensität pro BIP-Einheit von 2011-2015 um 18,2 Prozent gesunken. Dieses Ziel wurde durch einen Abfall in der Nachfrage des Steinkohleverbrauchs erreicht; im Jahr 2014 sank die Nachfrage um 2,9 Prozent und im Jahr 2015 um 3,7 Prozent, so dass die Gesamtnachfrage im Jahr 2015 mit 4,3 Mrd. Tonnen Steinkohleeinheiten eine gesteigerte Nachfrage von weniger als einem Prozent im Vergleich zum Vorjahr darstellte. Die Regierung verfolgt das ambitionierte Ziel, die Energieintensität um 15 Prozent zu senken. Dies geht einher mit der Verringerung von Schadstoffausstößen und einer Steigerung der Kreislaufwirtschaft.[110]

2.5. Wärmepolitik und Heizsektor

Die Heizung wird in der Volksrepublik zentral durch die Regierung gesteuert. Vor mehr als 60 Jahren wurde dazu die „Heizgrenze“ festgelegt, die besagt, welche Regionen des Landes mit der staatlichen Fernwärme versorgt werden und welche nicht. Die Heizgrenze verläuft zwischen dem 32. und 34. nördlichen Breitengrad, grob beschrieben entlang des Yangtze-Flusses.[111] Festgelegt wurde sie in einer Zeit der Energieknappheit während 75 Prozent der Bevölkerung südlich des Flusses lebte.[112]

Die Grenze bedeutet für Gebäude nördlich des Yangtze-Flusses eine staatlich regulierte Heizung in der Periode zwischen dem 15. November und dem 15. März. Vor und nach diesen Daten wird die Heizung abgestellt, auch wenn die klimatischen Bedingungen eigentlich eine weitere Versorgung erfordern. Die Regulierung nimmt nur in Ausnahmefällen Rücksicht auf spätsommerliche Temperaturen oder Schneefall im Frühling. Da die Temperaturen auch im Süden des Landes auf empfindliche Grade fallen können, weicht die Bevölkerung dort auf (teilweise gefährliche) Kohleöfen oder sogar die Klimaanlage aus, um die Innenraumtemperatur auf ein angenehmes Maß zu bringen. Durch dieses Heizverhalten erhöht sich der Stromverbrauch in diesen Regionen enorm, eine mangelnde Isolierung der Gebäude trägt zusätzlich dazu bei. In manchen Städten kommt es durch die Verwendung von Heizlüftern auch zu Stromausfällen. Um die südliche Region Chinas mit Zentralheizungen auszustatten, wären jedes Jahr weitere 50 Millionen Tonnen Kohle nötig.[113]

Das öffentliche Fernwärmenetz im Norden ist stark staatlich subventioniert. Das bedeutet, dass in Beijing für ein Apartment mit 100 Quadratmeter circa 490 USD anfallen, während in einer vergleichbaren Wohnung in Shanghai (wo keine Beheizung durch den Staat erfolgt) durch eine individuelle Gas- oder Stromheizung die doppelte Summe an Kosten anfällt.[112] Mitte letzten Jahres führte das Ministry of Environmental Protection (MEP) in Kooperation mit der Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine einen neuen drastisch verschärften Standard für Heizungskessel ein, um die dadurch entstandene Smog-Belastung einzudämmen ("GB13271-2014 Emission Standard of Fair Pollutants for Boilers").[114]

[109] NDRC 2017b
[110] NDRC 2017b
[111] Hecker 2014
[112] Los Angeles Times 2015
[113] Los Angeles Times 2015
[114] GTAI 2015a

2.6. Rolle erneuerbarer Energien in der chinesischen Energiepolitik

2015 wies China einen Anteil nicht-fossiler Energieträger am Energiekonsum von 12 Prozent auf (Nuklearenergie eingerechnet)[115] und bis 2020 sollen es 15 Prozent sein. Sollte China diese Ziele im Bereich der erneuerbaren Energien erfüllen, wird vor allem der Kohleanteil an der Primärenergieerzeugung deutlich zurückgehen und das Erreichen von Chinas Vorhaben hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasemissionen unterstützen. Mit dem steigenden Anteil nicht-fossiler Energieträger bis 2020 beziehungsweise 2030 führt China seinen ehrgeizigen Weg im Bereich der erneuerbaren Energien fort. Mittlerweile ist ist das Reich der Mitte bereits der größte Markt für Onshore-Wind-, Wasser- und Bioenergie sowie für Solarthermie und installierte alleine 2013 so viel PV-Kapazität wie ganz Europa im selben Jahr zusammen. Dieses Engagement ist einerseits auf die zunehmende Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energiequellen, anderseits auf Chinas Interesse bezüglich Energiesicherheit und verbesserter Luftqualität zurückzuführen. 2015 erreichte die installierte Kapazität zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien rund 519 GW. 2005 waren es erst 125 GW. Neben energie- und umweltpolitischen Zielen spielen auch industriepolitische Ziele eine Rolle: In China arbeiteten 2014 rund 2,6 Millionen Menschen in der Branche (Vergleich Deutschland 2014: rund 360.000).[116] [117] [118]

Einen Problembereich stellt in diesem Zusammenhang der Netzanschluss beziehungsweise die Abregelung von erneuerbaren Energiequellen dar. Um den Strom aus Wind-, Sonnen und Wasserkraft besser nutzen zu können, wird seit Ende März 2016 auf Basis des Dokuments 625 Strom aus erneuerbaren Energien die Netzeinspeisung garantiert.[119]

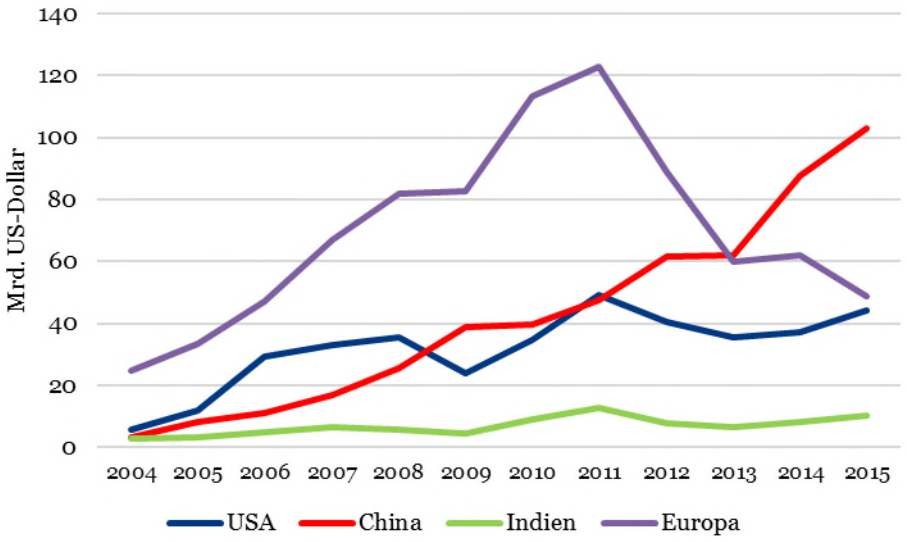

Abbildung 13: Investitionen in erneuerbare Energien in verschiedenen Ländern von 2004 bis 2015[120]

Weitere Maßnahmen zeigen außerdem ein wachsendes politisches Interesse an der dezentralen Energieversorgung unter Einsatz erneuerbarer Energien in China. So werden Projekte in dem Bereich mit weitreichenden Subventionen gefördert. Vor dem Hintergrund anhaltender Überkapazitäten in der chinesischen Branche birgt beispielsweise der Bereich dezentrale Solarstromerzeugung vielversprechende Potenziale, da die Modulpreise in den letzten Jahren stark gefallen sind und Projekte politisch unterstützt wurden. Des Weiteren bieten dezentrale Hybridlösungen von erneuerbaren Energien, fossilen Energieträgern (z. B. KWK-Anlagen) und die dazugehörigen Informations- und Kommunikationstechnologien gerade bei Industriegebäuden beziehungsweise Industrieparks aussichtsreiche

[115] Xinhua 2016b
[116] REN21 2016
[117] IRENA 2016
[118] IEA 2014b
[119] raponline.org 2016
[120] Frankfurt School-UNEP Centre-BNEF 2016

Marktchancen. Hinzu kommt die Elektrifizierung der ländlichen Regionen, in denen es oft keinen ausreichenden Netzanschluss gibt und die Regierung somit prinzipiell zwischen drei Varianten wählen kann: 1. Ausbau des nationalen Stromnetzes, 2. Förderung von vergleichsweise teuren Dieselgeneratoren oder 3. Ausbau von lokaler dezentraler Energieversorgung unter Einsatz von erneuerbaren Energien.[121] Die folgende Tabelle 4 zeigt das enorme Potenzial für erneuerbare Energien in China:

Tabelle 4: Technisches Potenzial erneuerbarer Energien in China[122] [123]

	Installierte Kapazität 2015 (GW)	Technisches Potenzial (GW)
Wasserkraft	334	400-700
Onshore-Windkraft	147	1.300 bis 2.600
Offshore-Windkraft	1	200
PV-Großanlagen (zentral)	37	2.200
PV-Dachanlagen	6	500
Geothermie	0,027	20,9 x 106 EJ (in 3-10km Tiefe)

IV. Erneuerbare Energien in China

Der Ausbau erneuerbarer Energien nimmt in China seit Jahren stetig zu. Energieträger dieses Sektors sind ein wichtiger Bestandteil, um den kontinuierlich wachsenden chinesischen Energiemarkt zu versorgen und die Importabhängigkeit sowie Emissionen zu verringern. Besonders aktiv war China dabei in der Vergangenheit vor allem beim Ausbau der Energieerzeugung aus Wasserkraft aber in den letzten Jahren auch vermehrt in den Bereichen Wind- und Solarenergie. Im Zeitraum 2010-2015 wurden im Reich der Mitte insgesamt ca. 400 Milliarden USD investiert. 2015 war eine Kapazität von 519 GW zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien installiert.[124]

1. Solarenergie

Die International Renewable Agency (IRENA) schätzt das technische Potenzial von zentralen Photovoltaik-Großanlagen auf insgesamt 2.200 GW, wobei das Potenzial für dezentrale PV-Dachanlagen auf rund 500 GW beziffert wird.[125] Im Jahr 2016 verfügte China im Bereich PV über eine installierte Leistung von 77,4 GW, ein Anstieg um rund 80 Prozent im Vergleich zum Vorjahr sowie eine Verdopplung des Zubaus auf 34,5 GW.[126] Damit erreichte die Kapazität zur Energieerzeugung durch Solarenergie im vergangenen Jahr einen Anteil von 4,7 Prozent an der landesweiten Stromerzeugungskapazität (2016: insgesamt 1.645,8 GW).[127] Im globalen Vergleich war das Reich der Mitte 2016 sowohl bei der Gesamtkapazität der installierten Photovoltaik-Leistung als auch beim Ausbau führend.[128] Bis 2020 strebt das Land im Bereich PV eine Kapazitätserweiterung auf 105 GW an.[129]

[121] Li 2012
[122] IRENA 2017
[123] IRENA 2017; Die Angaben von IRENA beruhen auf offiziellen, inoffiziellen Angaben bzw. auch auf Schätzungen. Aufgrunddessen stimmen die Werte nicht im gesamten Dokument (bspw. mit den Zahlen des National Bureau of Statistics of China) überein.
[124] IRENA 2017
[125] IEA 2014b
[126] NEA 2017
[127] NEA 2017
[128] China Daily.com 2017a
[129] National Energy Administration (NEA) 2016a

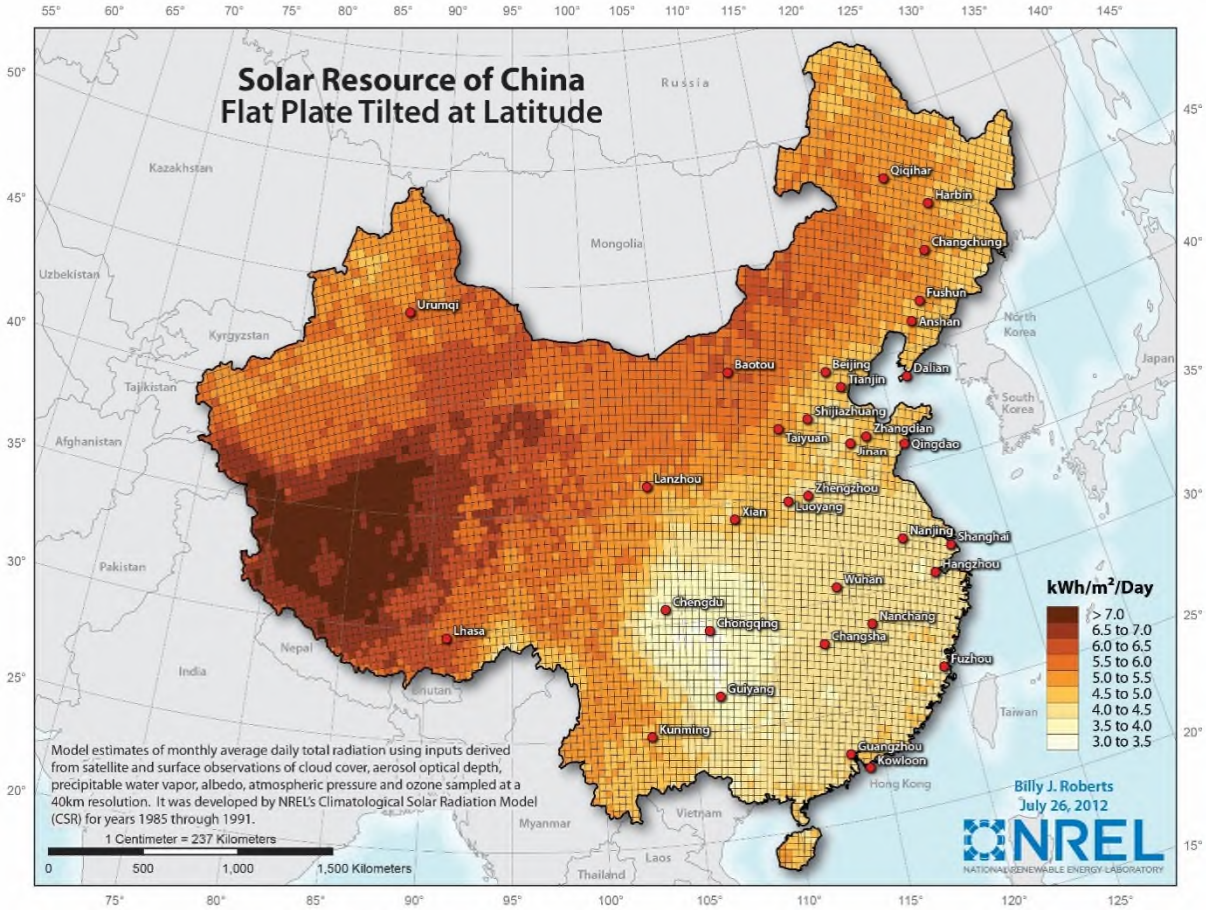

Abbildung 14: Sonneneinstrahlung in China[130]

Mit durchschnittlich 1.000 bis 2.200 Sonnenstunden im Jahr verfügt China über günstige natürliche Voraussetzungen für Solarenergie (Vergleich Deutschland: 800), in den westlichen Provinzen Innere Mongolei, Xinjiang, Gansu und dem Qinghai-Tibet Plateau scheint die Sonne sogar 3.000 Stunden pro Jahr. Abbildung 14 zeigt die durchschnittliche Sonneneinstrahlung in kWh/m² pro Tag. Auch hier wird ersichtlich, dass die Sonneneinstrahlung in den westlichen Provinzen deutlich höher ist als in den östlichen.

Der größere Teil der Photovoltaik wird nach wie vor auf Freiflächen erzeugt. 2015 waren es 84 Prozent.[131] Gleichzeitig war eine Kapazität von 6 GW zur Energieerzeugung aus dezentralen PV-Anlagen installiert.[132] Insgesamt ist ein Umschwung in den Ausbauinvestitionen von den Freiflächen im Nordwesten Chinas hin zu dezentraler PV im Osten, Norden und Süden zu beobachten. Dies ist auf die verstärkte Förderung durch die Staatsregierung und damit leichteren Zugang zu Kapital sowie auf die Umstellung der Zuständigkeiten auf der politischen Ebene (staatlich zu provinziell) zurückzuführen. Zukünftig sollen knapp 60 Prozent des jährlichen Zubaus auf dezentrale PV-Anlagen entfallen, wobei jede Provinz eigene Vorgaben von der Zentralregierung für die Quoten von dezentraler PV und bodengebundenen Anlagen erhalten hat.[133] [134]

Im Jahr 2015 verfügte die nordwestliche Provinz Gansu mit 6,1 GW über die mit Abstand größte installierte Leistung an bodengebundener PV, gefolgt von den Provinzen Qinghai (5,6 GW), Xinjiang (4,0 GW) Ningxia und Jiangsu (beide jeweils 3 GW). In diesen fünf Provinzen sind knapp 60 Prozent der Gesamtkapazität der bodengebundenen Großanlagen

[130] National Renewable Energy Laboratory o. J.
[131] PV Magazin 2016
[132] NEA 2016d
[133] European Chamber of Commerce in China 2015
[134] Shaw 2015

installiert, wobei der stärkste Zubau im Jahr 2015 in Jiangsu stattfand. Chinas größte PV-Anlage steht in der Provinz Qinghai und hat eine Kapazität von rund 0,5 GW.[135]

Bei der dezentralen PV waren Ende 2015 die fünf Provinzen mit den meisten installierten Kapazitäten Zhejiang (1,2 GW), Jiangsu (1,1 GW), Shaanxi (1 GW), Guangdong (560 MW) und Shandong (440 MW). Zusammen stellten sie 73 Prozent der Gesamtkapazität der dezentralen PV.[136]

Durch die Erhöhung der Einspeisevergütung, dem sog. Feed-in-Tariff (FiT), und gezielte Investitionsförderung im Rahmen des vergangenen 12. Fünfjahresplans (2011-2015) hat die Zentralregierung den Ausbau der Kapazität intensiv gefördert. Auch der aktuelle 13. Fünfjahresplan (2016-2020) sieht eine weitere starke Förderung der erneuerbaren Energien vor, wobei die Zentralregierung 2016 eine Kürzung der Einspeisevergütungen für PV-Anlagen und eine Anhebung des Aufschlags auf die Energiekosten um 27 Prozent (ca. 0,019 RMB pro Kilowattstunde) vorgenommen hat. Neben industrieller Anwendung (großflächige Installation auf Industriedächern) werden dezentrale PV-Anlagen mit Einspeiseprämien (0,42 RMB/kWh / rund 0,06 Euro/kWh bei Eigennutzung; bei Einspeisung ins Stromnetz: Summe aus 0,42 RMB/kWh, aktuellem Kohlestrompreis und regionaler Subvention) und weiteren Anreizen wie Net Metering verstärkt gefördert, für großflächige PV-Anlagen liegt die Einspeisevergütung 2016 bei 0,8-0,98 RMB/kWh (rund 0,11-0,13 Euro/kWh).[137] [138] Nach wie vor hält der Netzausbau allerdings nicht mit dem Ausbau der Kapazitäten zur Stromerzeugung aus PV-Anlagen Schritt. So wurden in den ersten drei Quartalen des Jahres 2015 ca. 10 Prozent des durch PV-Anlagen erzeugten Stroms nicht genutzt. Um weiterhin eine rasche Erweiterung der PV-Kapazitäten zu ermöglichen und den Anteil des erzeugten Stroms, der vom Netz nicht aufgenommen werden kann, zu verringern, sollen bis 2020 insgesamt 368 Mrd. USD in UHV-Leitungen, Smart Grids und Verteilnetze investiert werden. Darüber hinaus erarbeitet die NEA eine verschärfte Richtlinie für neue großflächige PV-Projekte. Sie besagt, dass als Voraussetzung für den Netzanschluss eine Netzstudie vorzulegen ist, die nachweist, dass die Abregelungsrate der Anlage max. 5 Prozent betragen wird.[139] [140]

Des Weiteren sollen Solarwärmekraftwerke, die in China bisher eine untergeordnete Rolle spielten, künftig eine bedeutendere Rolle spielen. Die installierte Kapazität soll bis 2020 bei 5 GW liegen. Außerdem betrug im Jahr 2015 die gesamte solarthermische Kollektorfläche in China 440 Millionen Quadratmeter und soll bis 2020 auf 800 Millionen Quadratmeter steigen.[141]

Sowohl in- als auch ausländische Hersteller von Solarkraftwerken, solarthermischen Anlagen und gebäudeintegrierter PV können sich um Steuererleichterungen bewerben. Dies gilt auch für Produzenten ausgewählter Komponenten (u.a. kristalline Silizium-Solarzellen-Technologie, Dünnschicht-Solarzellen, Spezialmodule, Wechselrichter).[142]

2. Windkraft

Die IRENA schätzt das technische Potenzial von Onshore-Windenergie auf insgesamt 1.300 bis 2.600 GW, wobei das Potenzial für Offshore-Windenergie auf rund 200 GW beziffert wird.[143] Die Ende 2016 installierte und ans Netz angeschlossene Kapazität (on- und offshore) von rund 149 GW[38] ist im Vergleich dazu fast verschwindend gering. Die folgende Abbildung zeigt die chinesischen Windressourcen.

[135] gov.cn 2016
[136] NEA 2016d
[137] NEA 2016d
[138] Global Solar Thermal Energy Council 2016
[139] PV Magazine 2016
[140] NE 21 2016
[141] NEA 2016a
[142] IEA 2014b
[143] IEA 2014b

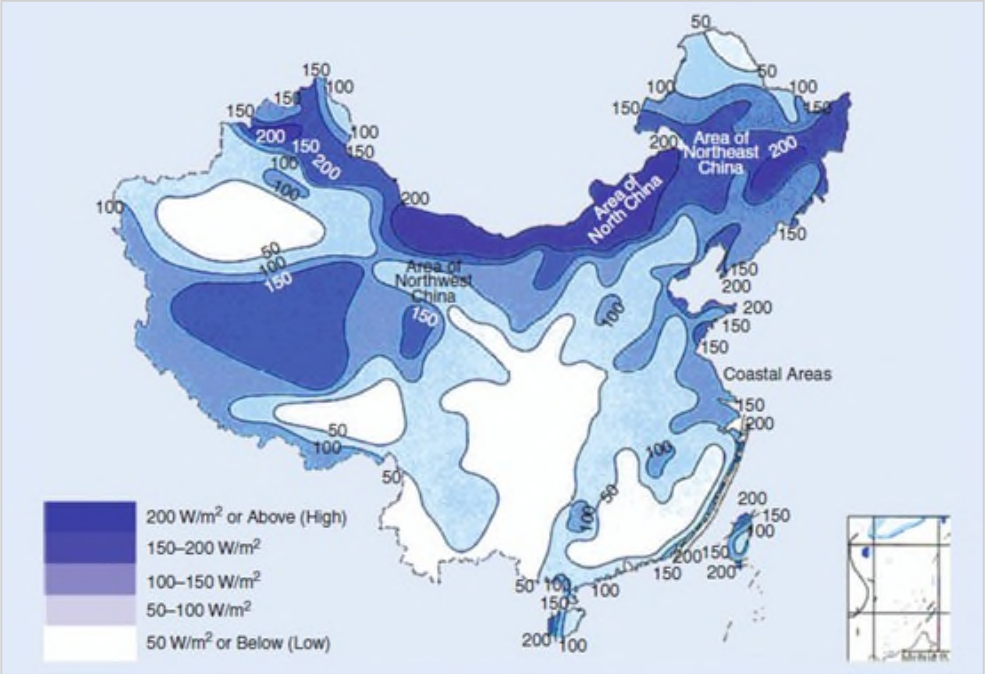

Abbildung 15: Windressourcen in China[144]

2015 exportierte China laut Global Wind Energy Council 274,5 MW an Windkraft in fünf Länder, darunter die USA, Pakistan, Frankreich, Schweden und Weißrussland.[145] Privates und ausländisches Eigentum in Chinas Windsektor bleibt mit fünf beziehungsweise einem Prozent weiterhin gering. Rund 80 Prozent ist in staatlicher Hand. Ausländische und chinesische Joint Ventures machten 14 Prozent aus.[146]

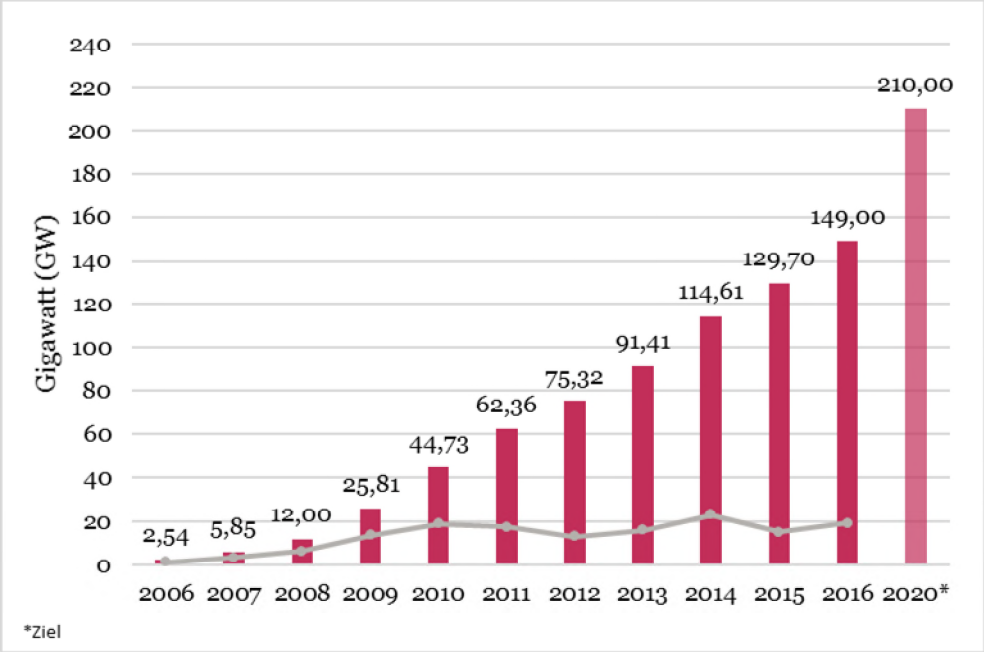

Abbildung 16: Entwicklung der Windkraft (On- und Offshore) in China von 2006 bis 2020 (gesamte und zugebaute Kapazität) [147] [148]

[144] powermag.com 2013
[145] Global Wind Energy Council 2016
[146] CNREC 2014a

[147] Chinese Wind Energy Association 2014

2016 erreichte die Stromproduktion aus Windkraft in China 241 TWh[149] und trug mit einem Anteil von 4 Prozent zur gesamten Stromproduktion bei.[150] In den letzten Jahren hat China darüber hinaus seine Aktivitäten zum Ausbau der Offshore-Windenergie ausgeweitet. Insgesamt verzeichnete China Ende 2015 eine Kapazität von knapp 1015 MW installierter Offshore-Windenergie - eine Steigerung um 55 Prozent im Vergleich zum Vorjahr.[151] Bis Ende 2020 soll das Reich der Mitte über eine Offshore-Windenergiekapazität von 5 GW verfügen.[152].

Im Laufe der Geltungsdauer des 13. Fünfjahresplans soll bis 2020 eine Leistung von 80 GW zugebaut werden[153] und insgesamt 700 Mrd. RMB (97 Mrd. Euro) in den Windenergiesektor investiert werden.[154] In Anlehnung an die Ausbaupläne lassen weitere politische Maßnahmen, wie die Einführung von Einspeisetarifen für Strom aus Offshore-Windkraft im Jahr 2014 in Höhe von 0,75 – 0,85 RMB/kWh (0,10 – 0,12 Euro/kWh), den Schluss zu, dass die Windkapazität für Offshore in China in den kommenden Jahren weiter ungebremst wachsen wird. Die Einspeisetarife für Onshore-Windkraft-Anlagen, die ab 2016 ans Netz gehen, liegen mit 0,47 bis 0,60 RMB/kWh (0,06 – 0,08 Euro/kWh) und damit unter denen für Offshore-Anlagen.[155] Ab 2018 wird die Einspeisevergütung für Windkraft an Land auf 0,40 bis 0,57 RMB/kWh reduziert.[156]

Derweil konnte der Netzausbau in den vergangenen Jahren mit dem schnellen Zubau an Kapazität nicht mithalten und stellt deshalb weiterhin eine Herausforderung dar. 2015 konnten ca. 15 Prozent des Windstroms nicht ins Netz eingespeist werden, während in den Jahren 2013 und 2014 die Raten bei 11 Prozent beziehungsweise 8 Prozent gelegen hatten. Damit ist eine erneute Verschärfung der Situation erkennbar.[157] [147] [158] Auch 2016 verschlechterte sich die Situation, so dass 50 TWh Strom aus Windkraft nicht genutzt werden konnten - eine Steigerung um 16,1 TWh im Vergleich zu 2015. Als Reaktion auf die Verschwendung dieser Ressourcen, die vor allem in den nördlichen Landesteilen auftritt, verhängte die Regierung gegen sechs Provinzen ein Verbot der Errichtung neuer Windkraftanlagen im Jahr 2017. Zu diesen Regionen gehören unter anderem Gansu, Xinjiang und Jilin, die mit Raten von 43, 38 bzw. 30 Prozent die Provinzen mit den höchsten Abregelungsraten anführten.[159]

Für den Geltungsbereich des aktuellen 13. Fünfjahresplans von 2016 bis 2020 steht daher die verstärkte Netzintegration insbesondere über den Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen (HGÜ), aber auch der weitere Ausbau der Windenergiekapazitäten im Fokus der chinesischen Windenergiepolitik. Bis Ende 2020 soll die Volksrepublik über eine installierte Windenergieleistung von 210 GW verfügen, davon sollen 5 GW durch Offshore Windkraftanlagen erzeugt werden. Die Stromproduktion aus Windkraft soll sich bis dahin 420 TWh betragen und für 6 Prozent des chinesischen Verbrauchs verantwortlich sein. Dabei soll sich die Errichtung neuer Windkraftanlagen vorwiegend auf die südlichen Provinzen konzentrieren, da im Norden des Landes verstärkt Probleme hinsichtlich der Übertragung von Windstrom in die Lastzentren aufgetreten sind. Dies resultierte oftmals in der Abregelung der Anlagen. Den stärksten Ausbau der Windkraft wird es dabei in den Provinzen Yunnan (7,9 GW, 191%), Hebei (7,8 GW, 76%), Jiangsu (5,4 GW, 131%) und Henan (5,1 GW, 559%) geben[160].

Produzenten und Konsumenten profitieren von staatlichen Anreizen, wie dem 50 Prozent-Erlass der Mehrwertsteuer auf Strom aus Windkraft, der Befreiung von Importzöllen für inländisch nicht herstellbare Anlagenkomponenten, temporäre Einkommenssteuerbefreiungen und -erleichterungen sowie feste Einspeisetarife für On- und Offshore. Als Projektentwickler dominieren weiterhin staatlich kontrollierte Energieversorger, die sich bislang vorrangig am

---

[148] NEA 2016b
[149] ecns.com 2017a
[150] Statistischer Bericht der Stromindustrie 2016
[151] Global Wind Energy Council 2016
[152] NEA 2016b
[153] NDRC 2016a
[154] NEA 2016b
[155] NDRC 2015a
[156] sdpc.gov.cn 2016
[157] National Bureau of Statistics of China 2016a
[158] Inside Climate News 2016
[159] ecsn.com 2017b
[160] NEA 2016b

Windanlagenpreis orientieren, was es ausländischen Herstellern erschwert, sich im Land gegenüber der inländischen Konkurrenz zu behaupten.[161]

Neben Großwindanlagen werden im Zuge der verstärkten Dezentralisierung der Energieversorgung auch Klein- und Schwachwindanlagen eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Ende 2014 waren knapp 690.000 Kleinwindanlagen (rund 225 MW) installiert. Sie werden vorrangig als Inselanlagen eingesetzt. Dieser Markt wird auch in den kommenden Jahren stark wachsen, nicht zuletzt aufgrund der großen Landbevölkerung, die auf eine dezentrale Energieversorgung angewiesen ist.[162] Außerdem wird verstärkt nach anderen Nutzungsformen für Windenergie gesucht. Unter anderem testet China in diesem Zusammenhang die Nutzung von Wind für die Erzeugung von Wärme.[163]

3. Wasserkraft

Die IRENA gibt das technische Potenzial von Wasserkraft in China mit 400 bis 700 GW an. Geht man von der Obergrenze von 700 GW aus, war im Jahr 2015 mit rund 321 GW knapp die Hälfte des Potenzials ausgeschöpft. Aufgrund der verstärkten Förderung der chinesischen Regierung von dezentraler Energieversorgung kann Kleinwasserkraft hier einen großen Beitrag leisten. China verfügt derzeit bereits über die weltweit größte installierte Kapazität in diesem Bereich.[164] Darüber hinaus deuten die Entwicklung stets größerer Turbinengeneratoren, wie der 1.000-MW-Turbine durch Tianjin Alstom, und das ungebrochene Interesse großer Konzerne der Branche an Entwicklung und Forschung in China ebenfalls in die Richtung eines künftig weiterhin starken Ausbaus der Wasserkraft.

Die Mehrheit der chinesischen Firmen, welche vornehmlich große Wasserkraftprojekte verwirklichen, ist staatlich. So hat die Sino Hydro Group 65 Prozent der Wasserkraftprojekte in der Volksrepublik gebaut (Stand: 2014). Private Firmen haben es in diesem Markt vergleichsweise schwierig. Nichtsdestotrotz entwickelte beispielsweise Hanergy, eine private Firma mit Fokus auf Wasser-, Wind- und Solarkraft, die Projekte am Jinsha Fluss (Jin'anqiao, 2,4 GW) und am Wulang Fluss (Wulanghe, 32 MW) sowie einige weitere Projekte.[165]

2015 betrug Chinas gesamte installierte Leistung im Bereich Wasserkraft inkl. Pumpspeicherkraftwerke ca. 321 GW.[166] 19,4 GW kamen dabei im Jahr 2015 neu hinzu,[167] was einem Wachstum von rund 5 Prozent entspricht. Im selben Jahr wurden aus Wasser ca. 1.126 TWh Strom erzeugt,[168] eine Steigerung um 5 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Im vergangenen Jahr erreichte die Wasserkraft damit einen Anteil von rund 19 Prozent an der landesweiten Stromerzeugung. Im globalen Vergleich entfielen knapp 60 Prozent der neu installierten Kapazität auf China bei einem Anteil von ca. 26 Prozent an der insgesamt weltweit vorhandenen Leistung sowie ca. 28 Prozent des weltweit durch Wasserkraft erzeugten Stroms.[169]

[161] Sicheng 2015
[162] World Wind Energy Association 2015
[163] Azure 2016a
[164] IRENA 2014
[165] IEA 2014b
[166] IRENA 2016
[167] International Hydropower Association 2016
[168] National Bureau of Statistics of China 2016a
[169] International Hydropower Association 2016

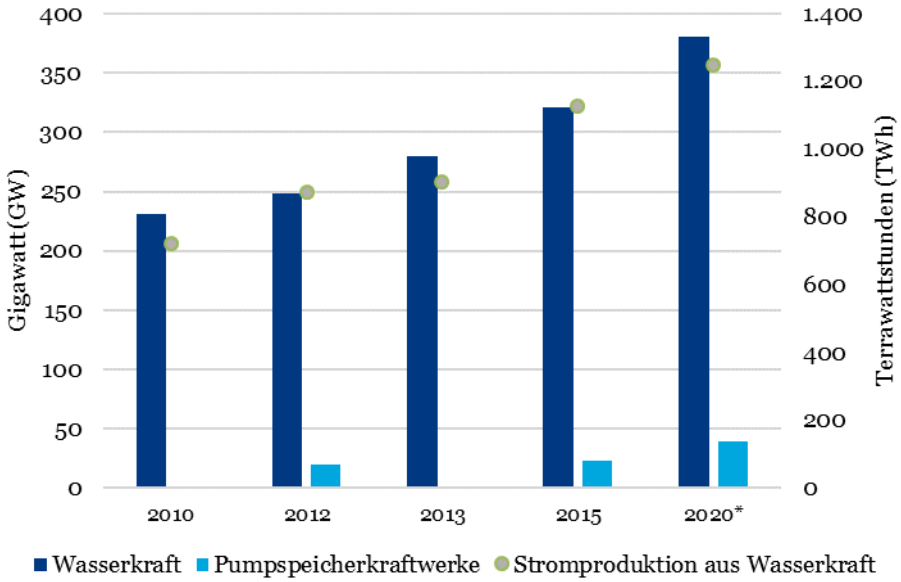

Abbildung 17: Entwicklung der Wasserkraft in China von 2010 bis 2020[170 171 172 173 174 175]
*Ziel beziehunsgweise Schätzung

Die mit Abstand größte Erzeugung konzentrierte sich 2012 auf die südlichen Provinzen Sichuan, Hubei und Yunnan mit jeweils 154,5, 138 und 124 TWh. Der Drei-Schluchten-Staudamm erreichte im Juli 2013 seine volle Kapazität mit Inbetriebnahme der letzten 32 Generatoren (22,5 GW). Chinas zweitgrößtes Wasserkraftwerk Xiluodo (12,6 GW) am Jinsha-River, einem Zufluss des Yangtze, wurde im September 2013 eröffnet und war im Juni 2014 voll einsatzfähig. Mit 6,4 GW weist das Kraftwerk in Xianjiaba die landesweit drittgrößte Kapazität auf. Darüber hinaus wurde Ende 2015 mit dem Bau des ebenfalls am Jinsha-River gelegenen Wudongde-Staudamms begonnen. Mit einer Kapazität von 10,2 GW soll er im Jahr 2020 zum drittgrößten Wasserkraftwerk in China werden.[176]

Wasserspeicherkraftwerke gewinnen in Ergänzung zu variablen Energieträgern zunehmend an Bedeutung. So waren Ende 2015 Pumpspeicherkraftwerke mit einer Kapazität von ca. 23 GW in Betrieb. Bis 2020 sollen in China Pumpspeicherkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 40 GW installiert sein. Mit 1,2 GW bei weltweiten 2,5 GW neu installierter Pumpspeicherkapazität 2015 nimmt China auch hier eine Führungsposition ein.[177 178]

Um Schwankungen im Stromnetz zu minimieren, investiert das Reich der Mitte außerdem verstärkt in die Verbindung von Pumpspeicherkraftwerken mit der Stromerzeugung in Solar- und Windparks. So wurde 2015 in der westchinesischen Qinghai Provinz am Gelben Fluss die zweite Phase des Longyangxia Solar Park Projekts mit einer Erweiterung der Kapazität von 320 auf 850 MW abgeschlossen. Der Solarpark ist direkt mit einer der vier Turbinen des benachbarten Longyangxia Pumpspeicherkraftwerks verbunden, wodurch die Produktionsspitzen der Solaranlage abgefedert werden. Ähnliche Systeme zur Kombination von Wind- und Wasserkraft befinden sich derzeit in der Entwicklung.[179]

Entsprechend den Zielen des 13. Fünfjahresplans (2016-2020) soll die Kapazität von Wasserkraft bis Ende 2020 auf 380 GW ausgebaut werden. Bis 2020 soll eine Jahresleistung von 1.250 TWh erreicht und insgesamt 500 Mrd. RMB in den

[170] International Hydropower Association 2016
[171] Fulton et al. 2012
[172] CNREC 2014 a
[173] NEA 2014
[174] National Bureau of Statistics of China 2013
[175] NEA 2016
[176] International Hydropower Association 2016
[177] International Hydropower Association 2016
[178] NEA 2016c
[179] International Hydropower Association 2016

Wasserkraftsektor investiert werden.[180] Diese Zielvorgaben zeigen, dass die Zentralregierung trotz der ökologischen und sozialen Probleme, die Wasserkraft-Großprojekte mit sich bringen (Eingriff in bedeutende Ökosysteme, Umsiedlung der Bevölkerung), an solchen Großprojekten festhält.

4. Geothermie

Das China National Renewable Energy Centre (CNREC) schätzt das Geothermie-Potenzial des Landes auf etwa 8 Prozent der Weltressourcen.[181] Der Bereich Wärme und Kühlung durch Geothermie ist in China in den letzten Jahren stark gewachsen. Ende 2015 wurden 494 Millionen Quadratmeter Wohn- und Bürofläche mit Geothermie versorgt, davon der Großteil (392 Millionen Quadratmeter) durch oberflächennahe Anwendungen mit Wärmepumpen, der Rest durch Tiefenbohrungen.[182]

Da insgesamt rund ein Drittel des Primärenergieverbrauchs im Gebäudesektor entsteht und sich davon das Beheizen von Gebäuden im Winter und die Kühlung im Sommer auf über 50 Prozent des Gebäudeenergieverbrauchs beläuft, soll der Geothermie eine besondere Bedeutung zukommen.[183] Die Regierung hat das Potenzial von Geothermie mittlerweile erkannt, welches allein im oberflächennahen Bereich mehr als das doppelte des gesamten chinesischen Energieverbrauchs ausmacht.[184] Es wird deshalb zukünftig von einem durchschnittlichen jährlichen Marktwachstum von 20 Prozent ausgegangen.[185] Bis 2020 soll laut dem 13. Fünfjahresplan eine Gebäudefläche von 1,6 Mrd. Quadratmetern mit Heiz- und Kühlenergie durch Geothermie versorgt werden. Insgesamt sollen 260 Mrd. RMB (35,6 Mrd. Euro) in den Ausbau der Geothermie investiert werden. Um die Beteiligung von privaten Unternehmen in dem von staatlichen Unternehmen dominierten Sektor zu fördern, sollen u.a. der Einsatz von „Public-Private-Partnership"-Modellen (PPP) und eines Ausschreibungssystems untersucht werden. Außerdem wird im aktuellen 13. Fünfjahresplan die verstärkte Förderung von geothermischen Schlüsseltechnologien hervorgehoben, denn China ist bei der Geothermie immer noch stärker als bei anderen erneuerbaren Technologien auf ausländisches Know-how angewiesen. Im Mittelpunkt stehen etwa die erhöhte Nutzung von oberflächennaher Geothermie (Erdwärmepumpen), die Entwicklung des Dry-Hot-Rock-Verfahrens sowie der Einsatz von energieeffizienten Wärmeübertragungstechnologien. Eine untergeordnete Rolle spielt jedoch die Stromerzeugung durch Geothermie – hier waren im Jahr 2015 lediglich 27 MW installiert. Bis 2020 soll die Kapazität auf 530 MW steigen.[186]

Die chinesische Regierung sieht dabei insbesondere ein großes Potenzial in der petrothermalen Geothermie (Enhanced Geothermal System EGS), deren Entwicklung sich noch in der Erforschungsphase befindet. Während des 13. Fünfjahresplans sollen Pilotprojekte gefördert und ein technischer Durchbruch in diesem Feld erzielt werden. Regionen mit günstigen geologischen Voraussetzungen sind Süd-Tibet, West-Sichuan, West-Yunnan, südöstliche Küstenabschnitte (Provinzen Fujian, Guangdong), die Nord-China Ebene und Nordost-China (Changbai Berg)[187]. Da es sich hierbei auch im internationalen Vergleich um eine relativ neue Methode der geothermischen Nutzung handelt, ist eine internationale Beteiligung an Forschungsvorhaben und auch Pilotanlagen abzusehen. Auch deutschen Unternehmen bietet sich daher ein breites Feld der Beteiligung.

Hinsichtlich der Ausführung von Projekten in der Geothermie müssen Projektentwickler und Unternehmen zwar dem nationalen technischen Standard GB/T 11615-2010 folgen, der 2011 in Kraft trat und den alten Standard ersetzte[188]. Trotzdem wurden in der Vergangenheit viele Projekte unzureichend geplant, was zu Problemen bei der Anwendung geothermischer Anlagen geführt hat. Grundsätzlich bieten aber insbesondere bestehende öffentliche Gebäude und die im Zuge des rasanten Urbanisierungsprozesses in China entstehenden Neubauten (jährlich ca. 2 Milliarden Quadratmeter

[180] NEA 2016c
[181] GTAI 2014
[182] NDRC 2017c
[183] Zheng et al. 2015
[184] National Bureau of Statistics of China 2015
[185] Zheng et al. 2015
[186] NDRC 2017c
[187] The State Council of The People's Republic of China 2014b
[188] coalinfo.net.cn 2010

neue Flächen) ein enormes Potenzial für die Nutzung von Geothermie für Wärme und Kühlung. Investitionszuschüsse sind in einigen Regionen vorhanden, jedoch nicht einheitlich geregelt.

5. Bioenergie

Biomasse spielt traditionell eine wichtige Rolle als Energiequelle in China. Noch 2011 waren knapp 450 Millionen Menschen in China auf die Nutzung von traditioneller Biomasse angewiesen – vornehmlich zum Kochen. Allerdings verwenden heute rund 800 Millionen Chinesen fortgeschrittene Kochmöglichkeiten, insbesondere aufgrund von Anstrengungen der Regierung beispielsweise durch gezielte Projekte in den letzten zwei Jahrzehnten.[189] [190] [191] Trotz dieser intensiven Nutzung insbesondere durch die ländliche Bevölkerung werden heute in China lediglich 7,6 Prozent des gesamten Biomassepotenzials genutzt.[192] So könnte aus der Biomasse, die jährlich in China produziert wird, dieselbe Energie gewonnen werden wie aus der Verbrennung von 460 Millionen Tonnen Kohle.[193] Darüber hinaus werden die verfügbaren Biomasseressourcen 2050 rund 17,6 EJ (ca. 4.900 TWh) erreichen, was eine Verdopplung zum Jahr 2012 bedeuten würde. Auch wenn das Potenzial für Bioenergie in China verhältnismäßig hoch ist, gilt für die chinesische Regierung weiterhin das Prinzip, dass die energetische Biomassenutzung nicht mit der Nahrungsmittelproduktion und dem Agrarland konkurrieren darf.[194]

Die wesentlichen Arten der Biomasse sind Stroh, welches vor allem im Nordosten des Landes und am Unterlauf des Jangtse anfällt, und Holz zur Energiegewinnung mit einem Schwerpunkt auf den Nordosten und Südosten des Landes. Insgesamt stehen jährlich 900 Millionen Tonnen Stroh zur Verfügung, wovon 720 Millionen Tonnen als Futter, Dünger, als Nährstofflieferant für die Züchtung von Esspilzen und in der Papierproduktion verwendet werden. Der Rest steht zur Energieerzeugung zur Verfügung. Neben Stroh können in China auch Süßhirse, Maniok und Süßkartoffeln als Energielieferanten angebaut werden.[195] [196]

Um die reichlich vorhandenen Ressourcen nutzen zu können, muss die Regierung für den passenden regulatorischen Rahmen sorgen. Außerdem muss der Transport der dezentral erzeugten Biomasse zu den Orten ihrer Verwendung gewährleistet werden, was als eine bedeutende Herausforderung angesehen wird. Dies liegt besonders daran, dass vielerorts noch keine Lieferketten vorhanden sind, um eine kontinuierliche Versorgung zu gewährleisten.[197]

Bis 2020 strebt China eine energetische Nutzung der eigenen Biomasseressourcen äquivalent zu der von 58 Millionen Tonnen Kohle an.[198] Die IRENA schätzt, dass traditionelle und moderne Biomasse in China bis 2030 rund die Hälfte des erneuerbaren Energieverbrauchs stellen werden.[199] Biomasse ist für China besonders deshalb interessant, weil die umfangreiche Anwendung – vor allem in ländlichen Gebieten– drei entscheidende Synergieeffekte mit sich bringt:

- Durch die vielseitige Einsetzbarkeit von Biomasse ist eine Verringerung der Importabhängigkeit in Bezug auf ausländisches Öl und Gas einfacher umzusetzen;
- Biomasse ist in der Lage, den Druck von Chinas weitreichenden Umweltproblemen zu verringern;
- Biomasseanlagen auf dem Land bieten Arbeitsplätze und Einkommen für eine immer noch große Anzahl an ländlicher Bevölkerung;[200]

Das CNREC sieht trotz der großen Chancen in diesem Sektor vier wesentliche Herausforderungen:

- Die existierenden Marktmechanismen sind unzureichend
- Die Förderung von Biomasse ist ungenügend

[189] Pachauri et al. 2012
[190] IRENA 2014a
[191] IRENA 2014c
[192] NEA 2016e
[193] Xinhua 2016c
[194] CNREC 2014b
[195] IRENA 2014c
[196] NDRC 2017d
[197] IRENA 2014c
[198] Xinhua 2016c
[199] IRENA 2014c
[200] CNREC 2014c

• Die Technologie ist nicht ausgereift
• Der Markt ist bezogen auf das Potenzial immer noch sehr klein[201]

Um diesen Herausforderungen zu begegnen und den Biomassesektor auszubauen, sollen laut der NEA bis 2020 insgesamt 196 Mrd. RMB (27 Mrd. Euro) investiert werden. Dabei soll die Kommerzialisierung von Biomasse vorangetrieben werden.[202]

Der Bioenergiesektor in China besteht im Wesentlichen aus den vier Sektoren Biomasse zur Stromerzeugung, feste Biomasse zur Wärmeerzeugung sowie Biokraftstoffe und Biogas. In den folgenden Kapiteln soll deren aktueller Status in China gefolgt von den Ausbauzielen insbesondere vor dem Hintergrund des 13. Fünfjahresplans vorgestellt werden.

5.1. Biomasse zur Stromerzeugung

Die auf Basis von Biomasse installierte Gesamtleistung zur Herstellung von Elektrizität belief sich in China im Jahr 2015 auf rund 10,3 GW. Davon entfielen 5,3 GW auf die Direktverbrennung von landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Reststoffen, 4,7 GW auf Abfallverbrennung sowie 0,3 GW auf Biogasverbrennung. Bis 2020 soll die Kapazität von Biomasse zur Herstellung von Elektrizität auf 15 GW steigen. Die Stromerzeugung aus Biomasse beläuft sich momentan auf 52 TWh im Jahr und macht damit nur ca. 0,92 Prozent der gesamten Stromerzeugung in China aus. Laut dem 13. Fünfjahresplan soll dieser Anteil bis 2020 auf 1,3 Prozent bzw. auf eine Produktion von 90 TWh steigen.[203] Aus forst- und landwirtschaftlichen Reststoffen gewonnener Strom erhält aktuell 0,75 RMB/kWh (ca. 0,11 Euro). Strom aus biogenem Abfall vergütet der chinesische Staat aktuell mit 0,65 RMB/kWh (ca. 0,10 Euro).[204] Von den bis 2020 vorgesehenen 196 Mrd. RMB an Investitionen in den Biomassesektor sollen 40 in die Stromerzeugung fließen.[205] Dabei werden vor allem Anlagen zur Stromerzeugung aus der Stroh- und Müllverbrennung eine zentrale Rolle spielen, die bei der Produktion von Elektrizität aus Biomasse auch aktuell in China dominieren. Darüber hinaus existieren auch Anlagen zur Elektrizitätserzeugung durch Verbrennung von Stroh in Kombination mit Kohle.[206]

Die beschriebenen Investitionen in die Stromerzeugung aus Biomasse bieten vor allem für die lokal ansässigen Bauern wirtschaftliche Perspektiven, da die Anlagen auf eine kontinuierliche Versorgung mit Biomasse angewiesen sind. Es gestaltet sich allerdings schwierig, diese zu erreichen, da die Ernte nicht ganzjährig stattfindet. Deshalb sollte eine Anlage zur Stromerzeugung aus Biomasse Vorräte an Rohstoffen für eine Produktion von einem halben Jahr zur Verfügung haben. Dabei wird in China pro produzierte Kilowattstunde durchschnittlich 1,2 kg Stroh benötigt. Im Vergleich dazu werden bei der Elektrizitätserzeugung durch Kohleverbrennung durchschnittlich 0,35 kg verbraucht. Die Folge ist, dass vergleichsweise hohe Mengen an Stroh benötigt werden. Dessen Transport gestaltet sich deshalb gerade bei weiten Entfernungen aufgrund des hohen Platzbedarfs als anspruchsvoll. Die Konsequenz sind hohe Kosten, auch in der Lagerung und Verpackung.[207]

Dies verdeutlicht die zentrale Bedeutung der Verfügbarkeit des Brennstoffs für die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Gerade bei Betrieben größeren Maßstabs ist dabei ein entscheidendes Kriterium, in welcher Größenordnung die Versorgung mit diesem Rohstoff aus landwirtschaftlichen Betrieben in der Umgebung möglich ist und ob diese konzentriert oder auf einem weiten Gebiet verteilt sind. Daher ist es nicht verwunderlich, dass sich die meisten Anlagen in den östlichen Regionen des Landes konzentrieren, da die Zentren der Getreideproduktion vor allem in den östlichen Provinzen wie Shandong und insbesondere in den nördlichen Provinzen Hebei und Heilongjiang sowie in südlichen Regionen sind. In anderen Gebieten Chinas erschwert das erhöhte Bezugsareal für die Lieferung des Brennstoffs eine Elektrizitätserzeugung in größerem Maßstab aufgrund einer geringeren Dichte der landwirtschaftlichen Betriebe, bei denen Stroh anfällt. Statistiken zeigen, dass bei der Erhöhung der Kapazität von einem zu 20 MW der Radius der

[201] CNREC 2014c
[202] NEA 2016e
[203] NEA 2016e
[204] IRENA 2014c
[205] NEA 2016e
[206] Feng, Zhao 2014
[207] Cui, Wu 2011

landwirtschaftlichen Betriebe, die die Biomasseanlage mit Strom versorgen, von einem bis vier auf 30 Kilometer ansteigt. Außerdem verdoppeln sich die Kosten für die Abholung und Lagerung der Rohmaterialien. Angesichts der Kostenentwicklung und Charakteristiken der Biomasseressourcen ist deshalb eine Kontrolle des Einzugsbereichs zur Beschaffung der Brennstoffe von Vorteil. Dabei wird von Experten empfohlen, die Größe von Biomasseanlagen zur Stromproduktion bei einer Kapazität anzusetzen, die 15 MW nicht überschreitet. Die Regierung dringt darüber hinaus darauf, dass Biomasseanlagen in Gebieten installiert werden, in denen die Vorkommen an Stroh hoch sind, oder, dass in einen Radius von 100 km jeweils ein Betrieb zur Stromerzeugung aus Biomasse errichtet wird.[208]

Im Hinblick auf die eingesetzte Technologie ist China mehrheitlich weiterhin in großem Maße abhängig von ausländischen Unternehmen, was zu erhöhten Kosten führt. Insbesondere bei der Ausstattung für die Instandhaltung und den Betrieb der Anlagen und bei Boilern wird der chinesische Markt von ausländischen Anbietern dominiert. Trotzdem kann China Fortschritte in der Forschung und Entwicklung aufweisen. So konnte bereits 2006 eine Anlage zur Gewinnung von Strom aus der Verbrennung von Stroh in Suqian in der östlichen Jiangsu Provinz ausschließlich auf Basis unabhängig entwickelter chinesischer Technik errichtet werden.[209]

Momentan liegt die chinesische Industrie hingegen insgesamt auch bei der Ausstattung für Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse hinter ihrer internationalen Konkurrenz. So konnte sich beispielsweise das Unternehmen BWE aus Dänemark bei der Lieferung von der benötigten Technologie und Ausrüstung in vielen Anlagen in China durchsetzen. Inländische Hersteller wie Dragon Power, Qingdao Dresdner Turbine Group, Wuhan Steam Turbine Plant, Jinan Shengjian Electrical Machinery Plant und Jinan Boiler Works hinken oftmals hinterher hinsichtlich der Entwicklung von Technologie und den Forschungsanstrengungen. Dies hat zur Folge, dass 30 bis 40 Prozent der gesamten Investitionskosten für eine stromproduzierende Biomasseanlage für die Ausstattung aufgewendet werden müssen, was auch den geringen Verhandlungsspielräumen der Biomasseanlagenbetreiber geschuldet ist.[210]

Zudem werden bei der Installation der Technik die zahlreichen Unterscheide in China hinsichtlich des Klimas, des Geländes und der Lebensgewohnheiten und damit letztlich der Rohstoffversorgung und –verfügbarkeit häufig nicht in die Planung der Anlagen mit einbezogen, sowohl in technologischer als auch in baulicher Hinsicht. So wurde der Anpassung insbesondere importierter Technologie an die lokalen Begebenheiten bisher zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Insbesondere wurden regionale Unterschiede vor allem zwischen dem Norden und Süden Chinas oftmals nicht in die Planung einkalkuliert, so dass unterschiedliche Technologien unüberlegt eingesetzt wurden. Auch mangelt es an Schulungen zu deren richtigem Einsatz und auch an der Kenntnis der Einflussgrößen für eine geeignete Wartung.[211]

Auch in baulicher Hinsicht wurde zu Gunsten eines möglichst schnellen Aufbaus von Kapazitäten an der Qualität der Baumaterialien gespart und auf andere notwendige Investitionen verzichtet. Das führte zu einer insgesamt geringeren Effizienz und in vielen Fällen zu einer teilweise bis kompletten Außerbetriebnahme der Anlagen. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass mehr Anstrengungen in der Forschung geleistet werden müssen, um die Effizienz der Anlagen zu erhöhen. Dies gestaltet sich zurzeit noch schwierig, da es häufig an hochwertigen Daten zur Verfügbarkeit und Anwendbarkeit verschiedener Rohstoffe in unterschiedlichen Regionen sowie an der wissenschaftlichen Begleitung von Biomasseprojekten mangelt. Insgesamt lässt dies darauf schließen, dass westliche Technologien auch zukünftig vor allem hinsichtlich des Betriebs und der Instandhaltung der Anlagen eine zentrale Rolle spielen werden.[212]

Dennoch lassen sich in China Beispiele für lokal integrierte und an die vorherrschenden Bedingungen angepasste Anlagen finden. Eines davon ist die Nangong Biomasseanlage in der Peking umschließenden Provinz Hebei. Diese weist eine Kapazität von 30 MW auf und setzt auf lokal vorherrschende Ressourcen als Brennstoffe. Diese sind vor allem pflanzliche Abfälle aus der Herstellung von Baumwolle und Holz, die vorwiegend aus der näheren Umgebung bezogen werden. Damit wird den lokalen Bauern durch Abnahme ihrer Abfälle eine neue Quelle zur Einkommenssteigerung geboten. Der Betrieb selber sorgt für 133 Arbeitsplätze. Insgesamt liefert dieser 190.000 MWh Strom im Jahr und benötigt dazu 300.000

[208] Feng, Zhao 2014
[209] Feng, Zhao 2014
[210] Feng, Zhao 2014
[211] Cui, Wu 2011
[212] Cui, Wu 2011

Tonnen Biomasse, die davor ungenutzt verbrannt wurde bzw. unkontrolliert zur Kompostierung auf den Feldern belassen wurde. Die Anlage versorgt 164.000 Menschen in der näheren Umgebung mit Energie. Alle Komponeneten, insbesondere der Boiler, der durch Verbrennung von 130 Tonnen Biomasse pro Stunde betrieben wird, der Generator und die Turbine wurden in China hergestellt.[213]

5.2. Feste Biomasse

2015 wurden acht Millionen Briketts konsumiert, wobei sich der Verbrauch primär auf den Bereich Wärmeversorgung von Haushalten und Gewerbe konzentriert. Die Entwicklung des Pellet- und Brikettsektors in großem Maßstab befindet sich in China allerdigs noch in der Anfangsphase. Jedoch lässt sich beobachten, dass die Technologien für den Brikettmaschinenbau, die Heizkesselproduktion und Kraftstoffverbrennung immer ausgereifter werden.[214] Mit einer installierten Leistung von 1,42 GW war Shandong in 2014 führend, gefolgt von Jiangsu mit 0,96 GW und Zhejiang mit 0,90 GW.[215]

In China ist der Markt für Biopellets aus Holz vor allem aufgeteilt in die Nutzung für die Wärmeversorgung in Haushalten und in die industrielle Verwendung. Bei letzterer Anwendung dienen die Pellets hauptsächlich als Brennstoff für die Produktion von Elektrizität in Kombination mit Kohle. Allerdings verfügt China nicht über große Ressourcen an Holz. Dem sollte entgegengewirkt werden, indem seit der Mitte der 1960er Jahre eine Fläche von 500.000 km² an neu gepflanzten Wäldern die Menge an verfügbarem Weich- und Hartholz vergrößern sollte. Allerdings wurde der Qualität der Bäume bei der Auswahl der verwendeten Arten keine Aufmerksamkeit geschenkt, so dass diese die Standards für eine direkte Verwendung in Holzerzeugnissen kaum erfüllen und daher unter anderem für die Papierindustrie und insbesondere für eine energetische Verwendung zur Verfügung stehen. Trotz dieser Aufforstungsmaßnahmen mangelt es weiterhin an Holz, so dass China auf Importe in diesem Bereich angewiesen ist. Harthölzer werden aus aller Welt bezogen, wobei tropische Länder wichtige Lieferanten sind. Hingegen stammen Weichhölzer überwiegend aus Sibirien und den Staaten im pazifischen Raum.[216]

Trotz des Mangels an der Ressource Holz startete das Ministry of Finance (MOF) im Jahr 2008 eine Initiative, um den Gebrauch von Pellets aus landwirtschaftlichen Reststoffen zu fördern. Die produzierten Pellets sollen Wärme für die ländliche Industrie und das Fernwärmenetz zur Verfügung stellen und somit den Kohleverbrauch verringern. Hinter der Initiative stecken zwei wesentliche Gründe: Auf der einen Seite sollen die lokalen Bauern ein neuartiges und stabiles Einkommen erhalten, indem sie Rohmaterialien und Arbeitskraft für die Produktion der Pellets zur Verfügung stellen und in Produktionskapazitäten investieren können, auf der anderen Seite soll der Kohleverbrauch gesenkt und so die Luftqualität lokal verbessert werden. Seit dem Start des Programms wächst der Markt rapide. Aktuell sind rund 250 Pelletfabriken mit einem jährlichen Umsatz von knapp 160 Millionen US-Dollar im Einsatz.

Der Gebrauch von Pellets umfasst in China folgende drei Anwendungsfelder:
- Kraftstoff für kleine Biomasseboiler (ca. 70 Prozent des chinesischen Pelletmarkts)
- Produktionsmaterial für Biomasseholzkohle
- Brennmaterial für verbesserte Kochmöglichkeiten[217]

Die AHK Greater China Beijing schätzt, dass die Verbreitung von Pellet-betriebenen Öfen und Boilern in den kommenden Jahren aufgrund der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten weiter zunehmen wird, besonders in südlichen Provinzen wie beispielsweise Jiangxi und Yunnan oder der nordwestlichen Provinz Qinghai. Auch der 13. Fünfjahresplan deutet in die Richtung eines deutlichen Ausbaus des Biopelletsektors zur Erzeugung von Strom und Wärme. So soll die Nutzung

[213] southpolecarbon.com 2015
[214] NEA 2016e
[215] CNREC 2015
[216] biomassmagazine.com 2013
[217] IEA 2014a

von Pellets im Jahr 2020 bei 30 Millionen Tonnen liegen. Dabei stehen vor allem Anlagen in großem Maßstab im Fokus.[218]

Neben Pellets und Briketts spielte Bagasse mit 1,7 GW 2013 eine relativ große Rolle im chinesischen Biomassemarkt. 2010 wurden in China rund 110 Millionen Tonnen Zuckerrohr produziert, was in etwa 36 Millionen Tonnen Bagasse entspricht (Feuchtigkeitsgehalt: 40 bis 50 Prozent). Das kommt in etwa einer Bagasseproduktion von 0,3 EJ gleich. In Anbetracht der 1,7 GW installierten Kapazität (entspricht einem Bedarf von ca. 0,1 EJ) wurden demnach im Jahr 2013 nur rund ein Drittel des Potenzials genutzt.[219]

5.3. Biokraftstoffe

Gerade vor dem Hintergrund der stetig steigenden Abhängigkeit Chinas von Erdölimporten spielen Biokraftstoffe eine zunehmende Rolle. 2016 betrug diese 64,4 Prozent und wird laut Schätzungen chinesischer Experten weiter steigen. Aufgrund der hohen Produktionskosten im Inland und der niedrigen Weltmarktpreise sinken die Anreize für Investoren, mehr in Anlagen zur Ölerzeugung in China zu investieren. Dies deutet auf eine Senkung der zukünftigen Ausbringungsmenge hin, so dass im Jahr 2020 voraussichtlich 70 Prozent der chinesischen Nachfrage durch eingeführtes Öl gedeckt werden muss. Die inländische Erzeugung von Biotreibstoffen kann dabei einen wichtigen Beitrag leisten, diese Abhängigkeit zu verringern.[220] Diese belief sich 2015 auf eine Menge von 2,1 Millionen Tonnen Bioethanol und 0,8 Millionen Tonnen Biodiesel, 2020 sollen es nach dem 13. Fünfjahresplan bereits 4 bzw. 2 Millionen Tonnen sein.[221]

Doch auch wenn anhand der anvisierten Ziele deutlich wird, dass die Regierung auf einen weiteren Ausbau der Produktion setzt, haben sich die Voraussetzungen dafür im Laufe der Entwicklung des Biotreibstoffsektors geändert.
Noch Anfang der 2000er Jahre wurde die Herstellung von Biotreibstoffen vor allem im Zuge eines gesteigerten Angebots an Getreide in China aufgenommen.[222] Weizen und Mais bildeten zu dieser Zeit die beiden wichtigsten Rohstoffe für die Bioethanolproduktion. Dies verschaffte den Bauern eine zusätzliche Einnahmequelle und trug mit zu einem wirtschaftlichen Aufschwung in den ländlichen Regionen Chinas bei.[223] Gefördert wurde dies durch die vom Staat gewährten Subventionen und steuerlichen Anreize. 2004 betrug die Förderung von auf Basis von Getreide produziertem Bioethanol, dem sogenannten „1.0 G“- Typ, 2736 RMB pro Tonne.[224]

Als Konsequenz aus den steigenden Getreidepreisen Anfang des aktuellen Jahrzehnts setzte sich im Zuge von Bedenken der Gewährleistung einer ausreichenden Nahrungsmittelversorgung das Prinzip durch, dass die Produktion von Biotreibstoffen nicht in Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion stehen darf.[225] Aus diesem Grund wurde die Förderung von Bioethanol aus Getreide und Mais zurückgefahren. Stattdessen setzte die Regierung auf alternative Rohstoffe wie Maniok und Süßhirse (sogenannter „1,5 G“-Biotreibstoff) und Cellulose-Ethanol (2,0 G-Biotreibstoff)[226] und kürzte gleichzeitig die Subventionen für Bioethanol aus Getreide auf 500 RMB in 2012, bevor sie 2015 ganz abgeschafft wurden. Zudem wurde die Mehrwertsteuer auf Bioethanol im selben Jahr wieder eingeführt, nachdem die Abgabe ab 2011 schrittweise erhöht wurde. Während die Verbrauchssteuer für Bioethanol aus Getreide von 2004 bis 2010 aufgehoben war, wurde diese bis 2015 graduell auf 5 Prozent angehoben. Aktuell werden keine Genehmigungen mehr für 1.0 G-Bioethanolprojekte vergeben.[227]

[218] simecpellet.com 2016
[219] IRENA 2014c
[220] China Daily 2017 b
[221] NEA 2016e
[222] USDA Foreign Agricultural Service 2015
[223] Kang 2014
[224] bioenergyinternational.com 2016
[225] USDA Foreign Agricultural Service 2015
[226] Kang 2014
[227] bioenergyinternational.com 2016

Während sich die Regierung von Bioethanol auf Basis von Getreide und Mais abwendet, fokussiert sich die Unterstützung auf die Verbreitung des 1,5 G-Typs und die Förderung des 2.0 G-Typs. Für den ersteren wurde die Höhe der Subventionen bei 750 RMB pro Tonne angesetzt, während der 2.0 G-Typ mit 800 RMB gefördert wird.[228]
Allerdings ergeben sich vor allem in Bezug auf den 1.5 G Typ Schwierigkeiten hinsichtlich der Rohstoffverfügbarkeit. So muss 70 Prozent des Manioks aus Südostasien importiert werden. Dabei wirken sich die höheren Preise auf die Profitabilität der Anlagen aus. Auch hinsichtlich der Süßhirse ergeben sich Herausforderungen: üblicherweise kann diese nur einmal jährlich in China geerntet werden, was eine geringe Betriebszeit der Anlagen nach sich zieht. Andererseits sinkt der Zuckergehalt der Stiele der Süßhirse nach der Ernte recht schnell, so dass nur eine kurze Lagerung dieser Pflanze möglich ist.[229]

Vor diesem Hintergrund treibt die Regierung auch den Einsatz und die Erforschung von Anlagen zur Produktion von Cellulose-Ethanol voran. Im Hinblick auf 200 Millionen Tonnen pflanzlicher Abfälle, die jährlich ungenutzt auf den Feldern verbrannt werden, ergeben sich hier große Potenziale. Insbesondere Maiskolben und Getreidestroh sind diesbezüglich relevant.[230]Insgesamt befindet sich diese Form der Bioethanolproduktion bereits auf dem Weg von der Erprobungsphase in Pilotprojekten zur Etablierung im Markt. Ein Beispiel dazu ist die 2012 von der Longlive Group eröffnete erste kommerziell betriebene Anlage in der Shandong Provinz. Diese stellt aus Maiskolben Xylitol, Ethanol und andere Erzeugnisse bei einer Kapazität von 50.000 Tonnen her.[231]

Grundsätzlich können Anlagen wie diese und die Produktionsstätten aller anderen vorgestellten Typen von Anlagen zur Biotreibstoffherstellung nur durch lizensierte Produzenten betrieben werden. Diese sind darüber hinaus verpflichtet, nur den lokalen festgelegten Markt zu beliefern.[232] So wurden die drei nordöstlichen Provinzen Jilin, Heilongjiang und Liaoning sowie die östlichen Provinzen Anhui und Henan als Bioethanolproduzenten ausgewählt, in denen es im Jahr 2004 insgesamt vier lizensierte Betriebe gab. Diese wurden darüber hinaus zusammen mit 27 weiteren Städten anderer Regionen zu sogenannten E10-Pilotstädten erklärt. 2014 gab es insgesamt sechs solcher Provinzen und über dreißig andere Städte. Mit der zunehmenden Bevorzugung von Maniok und Süßhirse als Rohstoff wurden zusätzlich zu den bereits bestehenden weitere acht Anlagen auf Basis dieser Rohstoffe eröffnet sowie zwei Cellulose-Bioethanolproduktionsstätten.[233] Auch der Preis für Bioethanol wird nicht frei unter Marktbedingungen der Industrie bestimmt, sondern ist mit einem prozentuellen Anteil von 0,911 an den Herstellungspreispreis von Benzin gebunden. Insgesamt kann der Markt für die Produktion von Bioethanol in China daher als geschlossen angesehen werden.[234]
Dabei ist der Bioethanolsektor mehrheitlich von Staatsunternehmen geprägt. Ein wichtiger Akteur ist dabei das staatliche Unternehmen China National Cereals, Oils and Foodstuffs Corporation (COFCO), welches die erste Anlage zur Erzeugung von Bioethanol bereits 1993 in Betrieb nahm. Das Unternehmen errichtete auch den ersten Betrieb zur Erzeugung von Biomethan ohne den Einsatz von Getreide als Rohstoff. Private Unternehmen haben es allerdings oft schwerer in diesem Sektor, da diese zum Beispiel keine staatliche Unterstützung erhalten, was den Markteintritt wesentlich erschwert und dazu führt, dass gerade für kleine Firmen kaum Chancen bestehen.[235] [236]

Zusätzlich zur Produktion innerhalb der Landesgrenzen spielen auch Importe eine zunehmende Rolle, auch wenn deren Anteil an der Gesamtmenge des Biodiesels in China gering ist. Das liegt vor allem an der erheblichen Preisdifferenz zwischen dem eigens hergestelltem Bioethanol und dem Importierten, die im Juni 2015 bei rund 270 Euro pro Tonne lag. Ein entscheidender Faktor hierbei sind die hohen Preise für Mais auf dem chinesischen Markt. Auch wenn offiziell akkreditierte Produzenten und Händler im Bioethanolsektor beim Import nicht eingeschränkt werden, ist dennoch festzustellen, dass sich diese davor scheuen, ohne ausdrückliche Genehmigung der Behörden Bioethanol im großen Stil einzuführen, um bei den staatlichen Organen nicht in Missgunst zu fallen.[237]

---

[228] Kang 2014
[229] bioenergyinternational.com 2016
[230] bioenergyinternational.com 2016
[231] Kang 2014
[232] bioenergyinternational.com 2016
[233] Kang 2014
[234] bioenergyinternational.com 2016
[235] bioenergyinternational.com 2016
[236] USDA Foreign Agricultural Service 2015
[237] USDA Foreign Agricultural Service 2015

Die Biodieselproduktion findet zurzeit auf geringem Niveau statt und wird vor allem von kleinen Unternehmen dominiert sowie von größeren Firmen, die in die Herstellung von Biodiesel des Typs 1.5 G und 2.0 G einsteigen. Eine Ursache dafür liegt darin, dass der Gebrauch von Biodiesel als Treibstoff im Transportsektor bis auf einige Pilotstädte untersagt ist. Zudem ist diese Industrie durch eine geringe Auslastung der Produktionsstätten charakterisiert, die bei Werten unter 40 Prozent liegt.[238] Dies liegt vor allem daran, dass bei der Beschaffung von Altspeiseöl, dem Hauptrohstoff für die Biodieselerzeugung in China, vielerorts auf kein geeignetes Liefernetz zurückgegriffen werden kann. Diese Problematik steht der grundsätzlich verbesserten Verfügbarkeit von Altspeiseölen entgegen, die vor allem durch eine strikte Verfolgung der unrechtsmäßigen Wiederverwendung von diesen Abfallprodukten zur Nahrungsmittelherstellung erreicht wurde. Die Folge war eine Verdopplung der Biodieselproduktion von 2010 bis 2015, die zusätzlich durch die Aufhebung einer Verbrauchssteuer in Höhe von 5 Prozent getragen wurde. Trotzdem zwingen die beschriebenen Schwierigkeiten in der Beschaffung dieses Rohstoffs viele Hersteller, ihre Produktion einzuschränken oder gar zu beenden. In China existieren 54 Anlagen (Stand: 2015) zur Biodieselproduktion, von denen bei der Hälfte die Erzeugung eingestellt werden musste. So entschied sich das Staatsunternehmen China National Offshore Oil Corp. (CNOOC) nach fünf Jahren mit Nettoverlusten, sein Biodieselpilotprojekt auf der südchinesischen Insel Hainan vorübergehend einzustellen.[239]

Eine weitere Herausforderung ergibt sich durch die Weigerung der staatlichen Tankstellenbetreiber Sinopec und China National Petroleum (CNPC), die zusammen 90 Prozent der Tankstellen verantworten, Biodiesel zu verkaufen. Infolgedessen werden die Biodieselhersteller gezwungen, entweder die Dienste von Brokern in Anspruch zu nehmen oder aber direkt an die Endkunden zu verkaufen. Insgesamt ergibt sich eine folgende Verteilung der Biodieselnutzung in China: 30 Prozent des Biodiesels wird für den Transport auf der Straße verwendet, wobei der Treibstoff meistens nur an privaten Tankstellen in kleineren Städten bzw. auf dem Land verfügbar ist. Die Hälfte des Biodiesels wird in der Industrie genutzt und die verbleibenden 20 Prozent entfallen auf landwirtschaftliche Maschinen und Fischerboote.[240]

5.4. Biogas

China darf bereits auf eine lange Geschichte im Biogassektor zurückblicken. Bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts wurden im Land die ersten einfachen Biogasanlagen entwickelt. Daraufhin wurden in den folgenden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts vor allem in ländlichen Regionen kleinere Biogasfaulbehälter installiert. Seit den 1980er Jahren wurde die Entwicklung dieses Sektors in den nationalen Entwicklungsplan aufgenommen. Im Zuge der Öffnungspolitik und des raschen wirtschaftlichen Aufstiegs der 1990er Jahre stieg der Energieverbrauch enorm und mit diesem auch die negativen Folgen für die Umwelt. In diesem Zusammenhang identifizierte die Regierung den Energieträger Biogas als eine Alternative zu den konventionellen Energiequellen und wurde infolgedessen besonders in den 2000er Jahren darin bestärkt, die Förderung für Biogas auszubauen. Während diese 2003 noch bei insgesamt einer Mrd. RMB lag, stieg sie sieben Jahre später vor allem getragen durch die Verabschiedung des Erneuerbaren Energien-Gesetzes 2006 auf fünf Mrd. RMB an. Insgesamt summierten sich die Investitionen in den Biogassektor im Zeitraum von 2003 bis 2012 auf etwa 15 Mrd. RMB (ca. 2,3 Mrd. Euro). Diese Förderung setzte eine dynamische Entwicklung in der Errichtung von neu installierten Biogasanlagen in Gang. Ab 2009 erweiterte die chinesische Zentralregierung ihre Unterstützung zusätzlich und gewährte einen Investitionszuschuss von 25 bis 45 Prozent an Subventionen für neu errichtete dezentrale Biogasanlagen in größerem Stil. Hinzu kommen fünf bis 25 Prozent von zahlreichen Provinzregierungen. Dabei lag der Fokus besonders auf den westlichen und zentralen Regionen Chinas sowie auf innovativen Projekten. Danach blieben die Investitionen der Regierung weiterhin auf einem hohen Niveau und lagen 2014 bei 2,5 Mrd. RMB.[241] [242]

Bis Ende 2015 gab es landesweit knapp 42 Mio. Haushalte, die Biogas verwendeten, wobei 200 Mio. Einwohner davon profitierten. Insgesamt wurden bisher in China 110.975 Biogasprojekte mit der Unterstützung der zentralen und lokalen Regierungen gebaut, darunter sind 103.898 mittlere und kleine Projekte, 6.737 große Projekte, 34 sehr große Projekte

[238] Kang 2014
[239] USDA Foreign Agricultural Service 2015
[240] USDA Foreign Agricultural Service 2015
[241] Battye et al. 2016
[242] IRENA 2014c

und 306 Anlagen für die Behandlung von Industrieabfällen. Dabei überwiegen tierische Exkremente als Rohstoffe für die Biogasanlagen in China, so dass lediglich 458 Anlagen Stroh als Hauptsubstrat verwendet haben und der überwiegende Rest auf Mist und Gülle aus der Tierzucht entfiel.[243] Darüber hinaus betrug Ende 2014 die Summe der einzelnen Biogasanlagen in China 43 Millionen,[244] wobei 85 Prozent des Biogases in kleinen dezentralen Biogasanlagen vor allem im ländlichen Raum erzeugt werden.[245] Trotz dieses hohen Anteils wird das meiste Biogas in China nicht von solchen Anlagen erzeugt, sondern von großen Biogasanlagen (Abbildung 18). Die gesamte Kapazität aller Biogasprojekte in China betrugt zum Ende des Jahres 2015 hin knapp 19 Mrd. m³.[246] Bis 2020 soll die Kapazität auf 48 Mrd. m³ steigen,[247] davon sollen 8 Mrd. m³ in Anlagen großen Maßstabs erzeugt werden.[248] Insgesamt soll bis 2020 eine Menge von 172 neu errichteten Biogasanlagen und insbesondere 3.150 großen Biomethanprojekten gebaut werden, was die Ausrichtung der Regierung auf Projekte größeren Maßstabs unterstreicht. Der 13. Fünfjahresplan schreibt den ländlichen Gebieten eine besondere Bedeutung zu. Dies wird durch ein anvisiertes Investitionsvolumen von 50 Mrd. RMB für die Entwicklung des Biogassektors in diesen Regionen deutlich, die die Nutzung des großen Potenzials des Landes im Biogasbereich weiter vorantreiben wollen.[249] Dieses wird laut Brauner auf rund 290 Mrd. m³ pro Jahr geschätzt,[250] während Liu et al. das praktische Potential von Biogas mit 316 Mrd. m³ noch höher einordnen.[251]

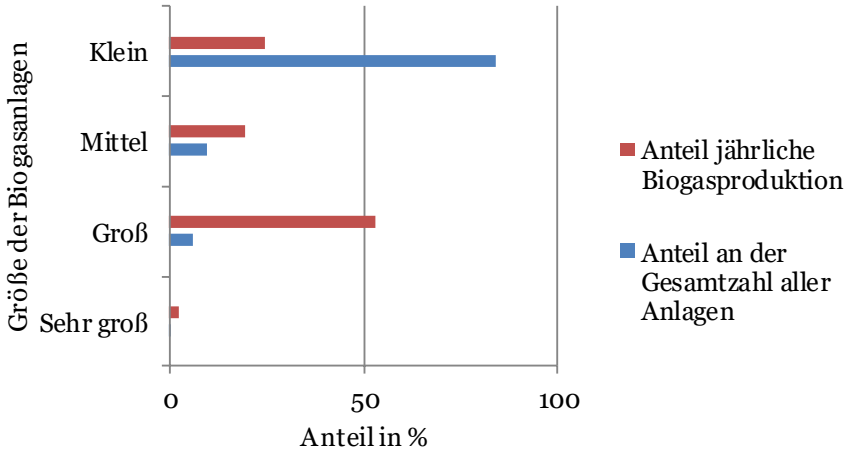

Abbildung 18: Anteil der Biogasanlagen unterschiedlicher Größe an der Biogasproduktion und der Gesamtzahl der Anlagen in China in 2014[252]

Im Laufe der beschriebenen Entwicklung haben sich in China drei wesentliche Typen von Biogasanlagen etabliert: Bei den meisten handelt es sich um kleine Systeme, die von ländlichen Haushalten betrieben werden und hauptsächlich der Deckung des eigenen Energieverbrauchs dienen. An zweiter Stelle folgen Anlagen mittleren bis großen Maßstabs unterteilt in landwirtschaftliche und industrielle Anlagen sowie Betriebe zur Behandlung städtischer Abwässer und Abfälle.[253]

Diese unterschiedlichen Systeme werden nach dem Industriestandard NY/T667-2011 in drei Kategorien unterteilt, die abhängig sind vom Volumen ihres Biogasfaulbehälters bzw. der täglichen Produktion von Biogas. Eine kleine Anlage misst demnach ein Volumen von 20 bis 300 m³ pro Einheit oder weist eine tägliche Biogasproduktion von 5 bis 150 m³

[243] NDRC 2017d
[244] REN 21 2016
[245] IRENA 2014c
[246] NDRC 2017d
[247] NEA 2016e
[248] IEA 2017
[249] China Daily 2017c
[250] Brauner 2011
[251] Liu et al. 2016
[252] Deng et al. 2016
[253] Battye et al. 2016

auf. Bei einem Volumen von 300 bis 500 m³ des Biogasfermenters bzw. einer täglichen Produktion von 150 bis 500 m³ wird von einer Anlage mittleren, bei einem Volumen von 500 bis 2500 m³ bzw. einer täglichen Produktion von 500 bis 5.000 m³ von einem System großen Maßstabs gesprochen.[254]

Die Entwicklung und der aktuelle Status dieser Grundtypen der Biogasanlagen in China sollen in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

[254] Zuzhang 2013

V. Der chinesische Biogassektor

1. Häusliche Nutzung

Die Produktion von Biogas in Faulbehältern ländlicher Haushalte trägt am meisten zum Gesamtvolumen des erzeugten Biogases in China bei und spielt traditionell eine wichtige Rolle im chinesischen Biogassektor. 2014 wurden 13,2 Millionen m^3 Biogas in Anlagen ländlicher Haushalte produziert.[255] Bis sich aber Biogasanlagen in dieser Form verbreiten konnten, durchlief China eine Reihe an Entwicklungen in diesem Sektor.

Im Wesentlichen begann die Etablierung dieser Systeme in ländlichen Gebieten bereits in den späten Fünfzigerjahren des 20. Jahrhunderts mit dem ersten offiziellen Programm zur Verbreitung von Biogasanlagen für die häusliche Energieerzeugung. Zu dieser Zeit wurden einfache und vor allem preisgünstige Biogasbehälter installiert mit dem Ergebnis einer rapiden Zunahme der Neuerrichtungen bis in die 80er Jahre hinein.[256]

Dabei waren zu Beginn der Verbreitung dieser Methode zur Energiegewinnung für ländliche Haushalte vor allem die östlichen und zentralen Provinzen führend, wobei Sichuan zu dieser Zeit und auch heute das höchste Produktionsvolumen aufweist. So konzentrierten sich in den 1990er Jahren häusliche Biogasanlagen in der östlichen Jiangsu Provinz und den zentralen Provinzen Hubei sowie Hunan und verbreiteten sich von dort auch in südwestlichere Regionen, vor allem dank der günstigen klimatischen Bedingungen dort.[257]

Die anfangs eingesetzten einfachen Biogassysteme wiesen allerdings gravierende Qualitätsmängel auf und hatten deshalb meist nur eine Lebensdauer von wenigen Jahren. Die daraus resultierenden negativen Erfahrungen drängten die Regierung dazu, weitere Anstrengungen im Hinblick auf die Einführung neuer Standards und die Entwicklung besserer Biogassysteme zu leisten. So kam es zu der Entstehung einer Vielzahl an verschiedenen Modellen für Biogasanlagen. Dabei gelang es, die unterschiedlichen Systeme so zu entwerfen, dass den jeweiligen lokalen Gegebenheiten vor allem im Hinblick auf klimatische Bedingungen und regional vorherrschende Wertschöpfungsketten Rechnung getragen wurde, was entscheidend zur Etablierung dieser unterschiedlichen Modelle im ganzen Land beitrug. Dabei kann von fünf wesentlichen Typen in China ausgegangen werden.

Das „three-combined"-Modell ist das in ländlichen Gebieten Chinas traditionell meistgenutzte Modell. Üblicherweise weist dieses jeweils einen Abfluss der Toilette und des Viehstalls in den Biogasfermenter auf. Der sogenannte „fixed dome"-Biogastank, der durch ein unbewegliches Kuppeldach charakterisiert ist, ist üblicherweise im Untergrund verbaut und wird auch als hydraulischer Fermenter bezeichnet. Der Gärrest wird manuell entfernt, während das Biogas zur Nutzung als Energieträger für Gasherde und –lampen zur Verfügung steht. Dieses für China typische Modell wurde in den 1970er Jahren entwickelt und hat sich seitdem in seinen Grundzügen kaum verändert.[258] [259]

[255] Battye, et al. 2016
[256] Zuzhang 2013
[257] Battye, et al. 2016
[258] Zuzhang 2013
[259] Deng et al. 2016

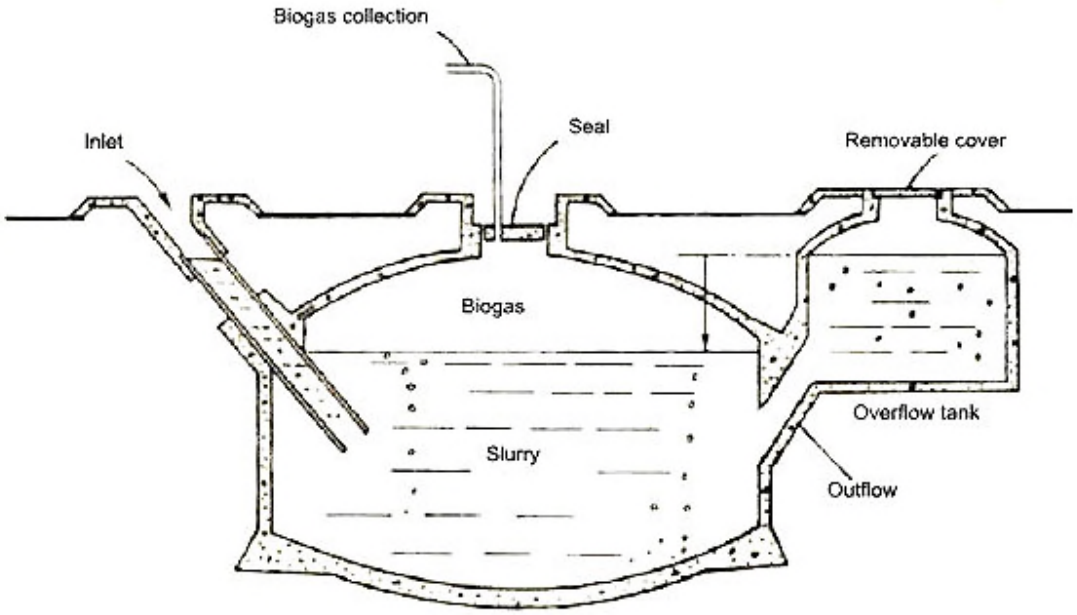

Abbildung 19: Der chinesische „Dome"-Biogasfermenter[260]

Das typische Volumen des Biogasfaulbehälters beträgt 8 m³, angepasst an das tägliche Abfallaufkommen und den Energiebedarf einer typischen ländlichen Familie aus zwei bis fünf Familienmitgliedern. Die übliche jährliche Biogasrate aus Küchenabfällen sowie Exkrementen von Mensch und Tier bewegt sich in einer Spanne von 300 bis 500 m³ bei einem Mittel von 450m³. Im Gegensatz zu Großanlagen bieten diese einfachen Systeme den Vorteil, dass das Beheizen und Umrühren nicht notwendig sind, so dass auch keine weitere Energie von außen für den Betrieb dieses Modells herangezogen werden muss.[261] [262]

Das „one-plus-three-renovation"-System bedingt zusätzlich zum Anschluss auch die Renovierung des Viehstalls und der Toilette während der Errichtung des Biogasbehälters. Außerdem besteht die Regierung gleichzeitig auf Instandsetzungsmaßnahmen in der Küche. Die Erfüllung dieser Bedingungen ist die Voraussetzung, um Hilfsmaßnahmen aus dem sogenannten „Treasury Bonds For Rural Biogas Construction"- Programm zur Errichtung der Biogasanlage zu erhalten. Dabei ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Summe dieser Renovierungen die Kosten für die Errichtung des Biogasbehälters übersteigen, abhängig von der jeweiligen Region und dem Zustand vor der Renovierung. Häufig führt dies dazu, dass die Renovierungsarbeiten aufgrund des Fehlens finanzieller Mittel nicht abgeschlossen werden.[263]

Ein weiteres Modell ist die „three-in-one"-Anlage. Diese ist vor allem im Süden Chinas vorzufinden und eignet sich besonders in Kombination mit dem dort typischen Anbau von Früchten. Auch bekannt als „pig-biogas-fruit"- Modell wird hierbei Schweinedung als Rohstoff eingesetzt und der entstehende Dünger anschließend auf den eigenen Plantagen, beispielsweise auf Orangenbaumfeldern, verteilt. Durch Anwendung dieses Verfahrens zeigte sich, dass sich sowohl die Qualität, als auch die Quantität der Früchteernte erhöhte. Der Erfolg dieses Typs führte dazu, dass sich auch Systeme in Kombination mit Reis, Gemüse, etc. in diesem Teil des Landes etabliert haben.[264]

Eine weitere Anlagenform ist die „four-in-one"-Anlage. Dabei werden sowohl die Toilette und der Rinderstall, als auch der Faulbehälter in einem Treibhaus errichtet. Gleichzeitig ist die Gemüse- und Obstproduktion ebenfalls dort untergebracht. Dabei kann das gewonnene Biogas genutzt werden, indem durch dessen Verbrennung in Gaslampen die Temperatur im Gewächshaus erhöht wird. Dadurch wird der Anbau diverser Obst- und Gemüsesorten auch während

[260] Li, Ho2006
[261] Zuzhang 2013
[262] Hou, Jun et al. 2017
[263] Zuzhang 2013
[264] Zuzhang 2013

kälterer Perioden oder in höher gelegenen Gebieten erleichtert. Diese Eigenschaften führten zu einer weiten Verbreitung dieses Systems in Nordchina mit einem Schwerpunkt auf die nordöstliche Provinz Liaoning.[265]

Schließlich ist noch das „five-in-one"-Modell zu nennen, welches für Regionen mit langen, trockenen Wintern und Wasserknappheit ausgerichtet ist. Der Unterschied zum gerade genannten System besteht darin, dass zusätzlich ein Wasserauffangbehälter eines Volumens von 40 bis 60 m^3 installiert ist. Zudem wird das Treibhaus statt für den Anbau von Gemüse in diesem Anlagetyp als beheizbares Gehege für das Vieh und die Hühner verwendet.[266]

Die beiden letztgenannten Modelle zeichnen sich besonders durch eine erweiterte Wertschöpfungskette und erhöhte wirtschaftliche Perspektiven aus. Allerdings sollte auch beachtet werden, dass diese im Gegenzug kapitalintensiver und deshalb für potenzielle Betreiber dieser Systeme mit geringeren Einkommen nur begrenzt tauglich sind. Vor allem die Errichtung des Treibhauses kann drei bis zehn Mal höhere Kosten als die Installation eines Biogasfermenters nach sich ziehen.[267]

Abgesehen von der Entwicklung verschiedener spezialisierter Typen von Biogassystemen ländlicher Haushalte wurden die stark erhöhten staatlichen Förderungen ab 2003 zu einem wesentlichen Faktor der Ausbreitung dieser Anlagen in China,[268] wobei zwei Drittel dieser Aufwendungen für den Bau der Anlagen verwendet wurden.[269] Die Förderung vom Staat belief sich abhängig von der Provinz auf 800 bis 1200 RMB pro Anlage im Jahr 2003 und erhöhte sich jeweils abhängig vom Standort des Projekts auf 1300 bis 3500 RMB (200 – 535 USD) im Jahr 2011. Dabei werden die westlichen weniger entwickelten Provinzen höher gefördert als der östliche Teil des Landes. Diese Unterstützung kann bis zu zwei Drittel der Kosten für die Errichtung eines Biogasfermenters decken.[270] Allerdings hat sich die Förderpolitik der Regierung im letzten Jahr verändert: Untersuchungen der chinesischen Regierung haben ergeben, dass der Bedarf an kleineren Projekten und Haushaltsbiogasanlagen in den letzten Jahren gesunken ist. Daher konzentriert sich die Förderung künftig darauf größere Biogasprojekte zu unterstützen. Allerdings bedeutet dies nicht, dass die Unterstützung für kleine Biogasanlagen komplett wegfällt, denn die von den lokalen Regierungen für kleinere Projekte vergebenen Förderungen bleiben bestehen.[271]

Die meisten Biogasfaulbehälter für den häuslichen Gebrauch weisen ein Volumen von 6,8 bzw. 10 m^3 auf und sind für eine Lebensdauer von 20 Jahren vorgesehen. Laut Daten der Regierung liegen die Kosten für einen 8 m^3 Biogasbehälter innerhalb einer Spanne von 2250 bis 4850 RMB über alle Provinzen hinweg, wobei das Mittel 3000 RMB beträgt. Dabei treten vor allem in Hinblick auf Lohnkosten sowie Transport- und Materialkosten regional Unterschiede auf. Während in unterentwickelten Gebieten die Baumaterialien und deren Transport teurer sind, sind die Lohnkosten in den entwickelten Regionen höher.[272]

Die Unterstützung des Staates wird meist in Form von Zuschüssen von Barmitteln an Haushalte, Baumaterialien, Biogasinstrumenten und durch die Bereitstellung von Technikern geleistet. Allerdings gibt es auch bestimmte Voraussetzungen, um an Förderprogrammen partizipieren zu können. So ist die Teilnahme an dem durch Staatsanleihen finanzierten Programm für das ländliche Biogasbauprogramm an die Bedingung geknüpft, dass 70 Prozent der Haushalte in einem Dorf über genug Vieh verfügen müssen, damit die Anlagen betrieben werden können. Wenn derartige Anforderungen nicht erfüllt werden, kann dies zum Ausschluss ganzer Dörfer von Programmen führen. Die Beweggründe für den Ausbau der Förderung dürften ganz wesentlich darin gelegen haben, den Herausforderungen der chinesischen Bevölkerung in ländlichen Gegenden zu begegnen. Dazu zählt der Mangel an sauberen Energieträgern für das Kochen, die Luftverschmutzung innerhalb der Haushalte durch das Verbrennen von Biomasse in Öfen, Wasserverschmutzung und Gesundheitsrisiken durch Infektionen von menschlichen und tierischen Abfällen, etc. In diesem Zusammenhang boten Biogasanlagen den Vorteil, die Umweltverschmutzung durch landwirtschaftliche Rückstände und die Gesundheitsrisiken

[265] Zuzhang 2013
[266] Zuzhang 2013
[267] Zuzhang 2013
[268] Battye, et al. 2016
[269] Zuzhang 2014
[270] Zuzhang 2013
[271] mof.gov.cn 2016 a
[272] Zuzhang 2013

durch menschliche und tierische Exkremente für die Betreiber durch eine saubere Entsorgung zu minimieren. Außerdem eröffneten die Biogassysteme der Bevölkerung die Möglichkeit, mit sauberer dezentral erzeugter Energie zu kochen. Darüber hinaus steigt die landwirtschaftliche Produktivität durch den Einsatz des übrigbleibenden Sekundärdüngers und die Abhängigkeit von der Energiegewinnung durch aus dem Wald gewonnenes Brennholz sinkt.[273]

Um die Nutzung und Verbreitung kleiner Biogasanlagen mit den beschriebenen positiven Aspekten in ländlichen Haushalten weiter auszubauen, wurde das Sichuan Rural Household Biogas Programme of Activities (PoA) ins Leben gerufen, welches von der deutschen Firma Umwelt-Projekt-Management (UPM) mit weiteren Partnern durchgeführt wird. Dabei handelt es sich um ein durch den Clean Development Mechanism (CDM) der Vereinten Nationen gefördertes Projekt in der zentralchinesischen Provinz Sichuan. Ziel ist es bis zu eine Million Haushalte mit geringen Einkommen mit sauberen Kochöfen und kleinen Biogasanlagen auszustatten. Bis heute profitieren bereits 400.000 Haushalte mit insgesamt ca. 1,68 Millionen Menschen von diesen Maßnahmen. Dadurch können Methanemissionen ausgehend von Exkrementen der gehaltenen Tiere sowie der Austritt von Kohlenstoffdioxid beim Verbrennen organischer Reststoffe zum Kochen verhindert werden. Stattdessen bietet sich den geförderten Familien die Möglichkeit, mit sauberem Biogas zu kochen und den eigenen Strombedarf zu decken.[274]

Trotz der vielen augenscheinlichen Vorteile, die derartige Biogasanlagen mit sich bringen können, ist die Bewertung dieser Art der Energieerzeugung von Provinz zu Provinz unterschiedlich. Es kommt darauf an, welches Verständnis die Bevölkerung im Hinblick auf Kosten und den resultierenden Nutzen sowie auf die Vorteile entwickelt. Laut einer Umfrage in der nordchinesischen Provinz Hebei gaben 45,5 Prozent der befragten Haushalte an, nicht von Biogas überzeugt zu sein. Als Hauptmotive gaben diese vor allem den Mangel an technischer Unterstützung an (55,8 Prozent) sowie das Fehlen von finanziellen Mitteln und Rohstoffen. Für viele Haushalte gerade im niedrigeren Einkommensbereich bleibt es oft trotz der Förderung durch die Regierung eine finanzielle Herausforderung, ein derartiges System zu errichten.[275]

Neben den zahlreichen Vorteilen gibt es einige Herausforderungen, die das Wachstum der häuslichen Biogasanlagen schmälern könnten. Zusätzlich zum bereits erwähnten Mangel an professionellen Wartungs- und Servicestationen spielen vor allem zwei Entwicklungen eine wichtige Rolle: Einerseits die Transformation der chinesischen Landwirtschaft von vielen teils familiär bewirtschafteten Betrieben zu Viehzuchtstationen in großem Maßstab mit der Konsequenz eines Defizits an Viehmist. Andererseits lässt sich auch in ländlichen Regionen eine Zunahme der Löhne feststellen und auch die immer weiter voranschreitende Arbeitsmigration in die Städte lässt sich als wesentlicher Faktor anbringen. Zusätzlich bleiben Flüssiggas und Strom konkurrierende Alternativen für die Energieerzeugung ländlicher Haushalte. Die regional unterschiedliche Ausprägung dieser Einflussgrößen führt dazu, dass der Anteil an Biogasanlagen von ländlichen Haushalten, die wie vorgesehen operieren, von 30 bis 90 Prozent variieren kann. Positive Entwicklungen hingegen sind die Kosteneinsparung durch Massenproduktion, die durch niedrigere Preise weitergegeben werden und die kontinuierliche Verbesserung der Effektivität der Anlagen durch technologische Innovationen. Außerdem verschreibt sich die Regierung auch weiterhin einer Förderung der Chancen und Möglichkeiten für arme Bevölkerungsschichten.[276]
Neben den erwähnten Aspekten verdient insbesondere die technische Unterstützung während des Betriebs eine nähere Betrachtung. Denn im Laufe der Entwicklung des ländlichen häuslichen Biogassektors stellte sich der Mangel an professionellen Wartungs- und Betreuungsdienstleistungen als eine maßgebliche Herausforderung für den Biogassektor heraus. Deshalb fokussierte sich die Regierung zunehmend auf die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit bestehender Anlagen, anstatt ausschließlich auf die weitere Verbreitung von Biogasanlagen zu setzen. Aus diesen Beweggründen heraus initiierte diese Ende 2011 die „National Rural Biogas Service System Development Initiative“ und investierte bis 2011 insgesamt 2,4 Mrd. RMB in den Aufbau von Servicestationen in ländlichen Gebieten. Die Mittel wurden in Form von Zuschüssen verteilt, deren Höhe pro Niederlassung seit 2009 bei 19.000 RMB für östliche und zentrale sowie 25.000 RMB für westliche Regionen liegt. Diese Unterstützung wird üblicherweise in Form von Werkzeug und Ausstattung gewährt. Jede Servicestation ist verantwortlich für 300 bis 500 Biogashaushalte und bietet unter anderem Dienstleistungen wie die Behebung von Fehlern oder Störungen, die Biogärschlammlieferung, -lagerung oder -entfernung,

[273] Zuzhang 2013
[274] University of Science and Technology Beijing 2016
[275] Zuzhang 2014
[276] Zuzhang 2014

Rohstofflieferungen und die Befüllung des Biogasfermenters an. Allerdings bedarf es noch einer gewissen Zeit, bis diese Dienste den Reifegrad erreichen. Momentan liegen außerdem noch keine Ergebnisse zu deren Wirksamkeit vor.[277]

Insgesamt zeigt sich laut Battye et al., dass zukünftig nicht mit einem Wachstum der häuslichen Biogasanlagen in ländlichen Gebieten zu vergleichbaren Raten wie in den letzten Jahren zu rechnen ist. Dies lässt sich unter anderem auch daran ablesen, dass um das Jahr 2012 herum in vielen Provinzen die Zahl der Neuinstallationen von häuslichen Biogasanlagen auch aufgrund der vorhin beschriebenen Herausforderungen zurückging und dort wahrscheinlich ihren Höhepunkt erreicht hat. Außerdem lässt sich aktuell eine Zuwendung der Politik hin zur Förderung des Ausbaus von Anlagen im größeren Maßstab feststellen. Prognosen zufolge wird in allen Provinzen der Neubau von Biogasanlagen für Haushalte auch zukünftig weiter zurückgehen und mit den südwestlichen Provinzen einen regionalen Schwerpunkt finden aufgrund besserer klimatischer Bedingungen und der hohen Zahl kleiner privatbetriebener Viehzuchtbetriebe vor Ort. Trotzdem wird diese Art der dezentralen Energiegewinnung auch weiterhin eine entscheidende Rolle spielen. Dabei ist neben Faktoren wie den klimatischen Verhältnissen unter anderem die Bevölkerungszahl in ländlichen Regionen maßgeblich sowie der Umfang, in dem weiterhin Viehzucht betrieben wird.[278]

2. Landwirtschaft

Während sich das Wachstum der kleinen Biogasanlagen in China verringert, erleben Anlagen mittleren bzw. hohen Maßstabs in der Landwirtschaft einen Aufschwung, so dass sich bei diesen in den vergangenen Jahren eine stetig steigende Zahl von neu errichteten Projekten beobachten ließ. Diese Entwicklung tritt vor allem in Kombination mit dem Wandel der chinesischen Landwirtschaft hin zu weitflächigen Agrarbetrieben und größeren Anlagen zur Tierhaltung auf.[279]

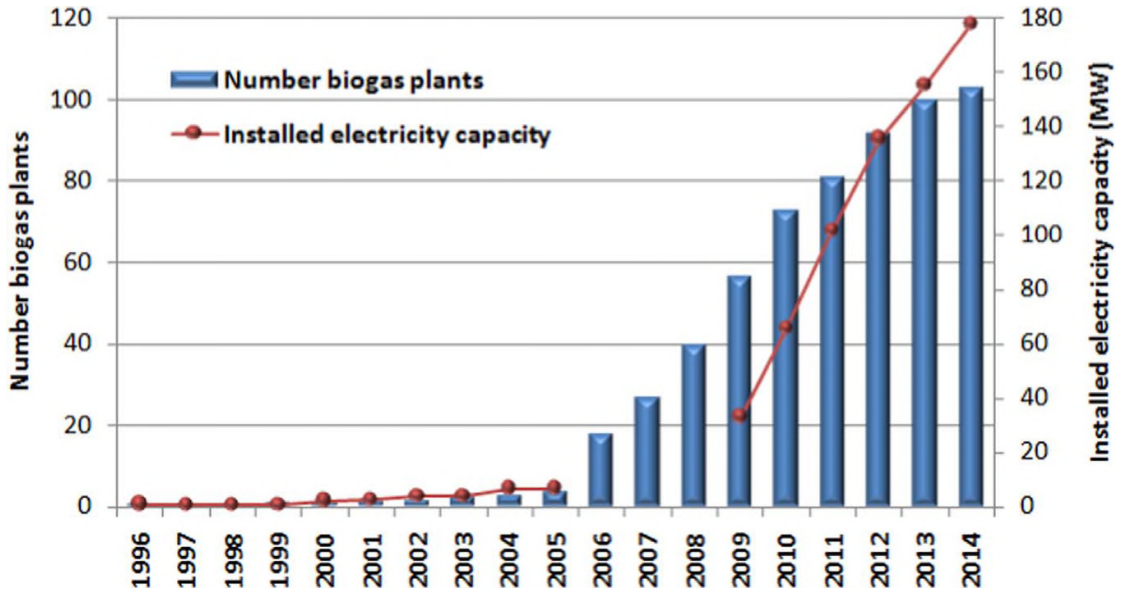

Abbildung 20: Landwirtschaftliche Biogasanlagen in China von 1996 bis 2014 (linke Achse, blaue Balken: Anzahl der Anlagen, rechte Achse, rote Linie: installierte Kapazität in MW)[280]

Dies wiederum ist auf die verstärkt vorangetriebene Urbanisierung und Industrialisierung in China zurückzuführen, die eine schnelle Versorgung der Bevölkerung in großem Maßstab erfordert. Hierbei setzt die Regierung verstärkt auf große

[277] Zuzhang 2013
[278] Battye, et al. 2016
[279] Battye et al. 2016
[280] Deng et al. 2016

Tierzuchtanlagen und landwirtschaftliche Betriebe, die den immensen Bedarf an Lebensmitteln der schnell wachsenden Städte decken können. Als Folge dieses Trends wachsen dabei die bewirtschafteten Flächen bzw. die Größe der Tierzuchtanlagen rapide an. Während beispielsweise in Nordchina die Fläche von familiär betriebenen Farmen gewöhnlich bei zehn bis 30 chinesischen Mu liegt (15 Chinesische Mu entsprechen dabei einem Hektar Land), weisen eine steigende Zahl von Farmen Flächen in Größenordnungen von tausenden Mu auf. Auch die Dimensionen der Tierzuchtbetriebe haben sich verändert, so dass in einem Betrieb tausende Schweine oder Rinder gezüchtet werden, bei Geflügel sind Farmen mit hunderttausenden Hühnern nicht selten. Daraus ergibt sich, dass sowohl Agrar- als auch Tierzuchtbetriebe in erhöhtem Maße von Biogasanlagen profitieren können, die Biodünger in hohem Maße liefern sowie eine große Menge an Mist aus der Tierzucht bzw. landwirtschaftliche Abfälle benötigen.[281]

Daraus erwuchs eine veränderte Blickweise der Regierung auf Biogasanlagen mittleren bis großen Niveaus. Während diese in der Vergangenheit vor allem zur Behandlung von Abwässern aus der Landwirtschaft errichtet wurden, rückt in jüngerer Zeit das Biogaserzeugungspotenzial dieser Systeme gerade auf großen Viehzuchtstationen in den Vordergrund.[282]

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, beim Einsatz mittlerer bis großer Anlagen die Unterschiede hinsichtlich der Bevölkerungsdichte innerhalb Chinas und der damit verbundenen Entfernungen von Viehzuchtstationen, landwirtschaftlichen Betrieben und Biogasanlagen untereinander zu bedenken. Dabei ergibt sich zwischen den westlichen und östlichen Landesteilen ein großes Gefälle. So leben beispielsweise in der westlichen Provinz Xinjiang ca. 14 Personen pro Quadratkilometer, in anderen Regionen wie Tibet oder Gansu kann dieser Wert sogar unter die Marke von acht Personen pro Quadratkilometer fallen. Die Konsequenz ist, dass die Quellen für die Versorgung mit den Substraten für die anaerobe Gärung, der Ort der Biogasproduktion und die Abnehmer des Biogases aufgrund der Entfernungen dezentral verteilt sind. Unter solchen Bedingungen ergibt es mehr Sinn, wenn kleinere Systeme zugeschnitten auf den Energiebedarf der einzelnen Haushalte eingesetzt werden. Andernfalls ist mit erhöhten Transportkosten bzw. Ausgaben für den Bau von Pipelines zu rechnen, um die oftmals weit voneinander entfernt liegenden Haushalte und Betriebe mit den Biogasanlagen zu verbinden. Nicht zuletzt spielt auch die erleichterte Bedienung von kleinen häuslichen Biogassystemen eine Rolle, die selbstständig von den Bauern bewerkstelligt werden kann. Denn im Gegensatz zu den Biogasanlagen von Haushalten müssen die fortschrittlicheren größeren Systeme oftmals professionell gewartet werden, was aufgrund der geographischen Distanzen zwischen den Betrieben in westlichen Regionen nur erschwert gelingen würde. Deshalb eignen sich Biogasprojekte mittleren bis großen Maßstabs eher für die östlichen Provinzen des Landes, die durch eine hohe Bevölkerungsdichte charakterisiert sind. Folglich sind hier die Kosten, die Haushalte mit den Produzenten des Biogases zu verbinden, geringer. Außerdem lässt sich aufgrund einer höheren Entwicklung dieser Regionen auch eine bessere Infrastruktur im Hinblick auf die Versorgung mit Abfällen und Mist vorfinden.[283]

Bei der weiteren Verbreitung von Anlagen mittleren und großen Maßstabs sind die Erfahrungen mit der Entwicklung kleiner häuslicher Anlagen in China vor allem im Hinblick auf die Konstruktion von Behältern sehr nützlich gewesen. Außerdem wird diese erleichtert durch die Standardisierung von Materialien und Ausstattung, die zur Errichtung dieser Anlagen herangezogen werden sollen. So werden bei mittleren bis großen Biogassystemen beispielsweise Heizer, Rührwerke, Mess- und Überwachungsgeräte und faserverstärkter Kunststoff verwendet. Durch den Einsatz dieser Technologien kann die Effizienz gegenüber einfachen Haushaltsbiogasfermentern erheblich gesteigert werden und erleichtert den Bau und die Wartung. Auch weisen diese Anlagen eine bessere Lagerfähigkeit und Bearbeitung der eingeführten Biomasse auf, was letztlich zu einer erhöhten Produktion von Biogas führt. Diese Erfolge lassen sich teilweise auf die Standardisierungsbemühungen im Zuge der Biogas-Standardisierungsinitiative der Regierung zurückführen. 2009 wurden in diesem Zusammenhang 31 Baustandards eingeführt, davon zehn für Anlagen mittleren bis großen Maßstabs und die restlichen für kleine Haushaltsbiogasanlagen. All diese Entwicklungen begünstigten die wachsende Diffusion von Biogasanlagen großer und mittlerer Größenordnung vor allem in den 2000er Jahren, so dass 2009 bereits fast 57 000 solcher Anlagen existierten, während 1998 erst 748 errichtet waren. 3.700 der 2009 errichteten Anlagen wiesen dabei ein Volumen über 500 m^3 auf und wurden mit landwirtschaftlichen Abfällen versorgt.[284]

[281] Christensen, Sommer, Xinyuan 2011
[282] Zhang et al. 2010
[283] Song et al. 2014
[284] Christensen, Sommer, Xinyuan 2011

Eine besondere Rolle spielten insbesondere in den vergangenen Jahren die nach dem Kyoto Protokoll von der Weltbank geförderten „Clean Development Mechanism (CDM)"-Projekte. Diese geben Industrieländern die Möglichkeit, durch Projekte zur Emissionsreduzierung in Entwicklungsländern ihre Ziele bei der Senkung von Treibhausgasen zu erfüllen.[285]

Im Hinblick auf den Biogassektor in China sollte im Rahmen dieses Programms der geringeren Effizienz und Lebensdauer vorhandener chinesischer Technologie und Ausstattung entgegengewirkt werden. Dies soll durch die Erleichterung des Einsatzes fortschrittlicher Technologien erreicht werden. Deutsche Pilotprojekte können dabei veranschaulichen, welche fortschrittlichen technischen Lösungen bestehen und die Perspektiven in diesem Bereich besser aufzeigen. Dies könnte dabei helfen, die künftige Nachfrage nach deutscher Biogastechnologie zu steigern. Zudem können solche Projekte zur Emissionsminderung dazu beitragen, finanzielle Lücken zu schließen. Denn die Kosten dieser Technologien in Kombination mit nicht ausreichend hohen Marktpreisen für Dünger und Strom sind oft der Grund dafür, dass Anlagen nicht wirtschaftlich attraktiv betrieben werden können. Dies resultiert häufig auch in einer eingeschränkten Kreditvergabe der Banken. Ein weiterer Aspekt ist, dass Bauern, die oftmals nicht über die nötigen Kenntnisse über die Technologie und den Betrieb solcher Anlagen besitzen, geholfen werden kann, ihre Biogasanlagen effizient zu nutzen. Damit aber Biogasprojekte überhaupt zur Teilnahme am Emissionsminderungsprogrammen berechtigt sind, muss als zentrale Voraussetzung sichergestellt sein, dass die Treibhausgasemissionen nach der Inanspruchnahme von derartigen Maßnahmen geringer sind als ohne. Mit anderen Worten muss die Additionalität des Projekts gegeben sein. Weitere Anforderungen sind unter anderem Spezifikationen zum Betrieb und Bau der verschiedenen Teile der Anlage. Außerdem wird hoher Wert darauf gelegt werden, dass die Umwelt und im Besonderen das Wasser nicht durch austretenden Mist verunreinigt wird.[286]

Wenn sich ausländische Firmen an Emissionsminderungsprojekten im Biogasbereich in China beteiligen möchten, sollten einige Einflussgrößen beachtet werden. So muss mit einer relativ langen Registrierungszeit für ein solches Projekt gerechnet werden. Außerdem sollte bedacht werden, dass sich Biogasprojekte meist in abgelegenen Gebieten befinden. Dies erschwert die Netzanbindung dieser Anlagen an das öffentliche Strom- oder Gasnetz und erhöht die Kosten, welche letztlich an den Bauherrn des Projekts weitergegeben werden. Außerdem gilt es, Sprachbarrieren vor allem in der Kommunikation mit den Bauern zu überwinden, die meist nur kaum vorhandene Englischkenntnisse aufweisen und Schwierigkeiten beim Verständnis der Projekt-Methoden haben.[287]

Grundsätzlich kann es sich lohnen, von Beginn an mit einem kompetenten chinesischen Partner mit internationalem Beratungshintergrund zusammen zu arbeiten. Dieser kann vor allem zu einer Verkürzung der Registrierungsdauer und einer schnelleren Netzanbindung des Projekts beitragen. Über deren Expertise im lokalen Biogassektor hinaus bieten erfahrene chinesische Partner oft den Vorteil, dass diese auch internationale Experten miteinbeziehen, die sowohl im chinesischen als auch internationalen Geschäft erfahren sind. Dies kann die Kommunikation zwischen den nationalen und internationalen Partnern wesentlich erleichtern.[288]

Ein Beispiel für ein gefördertes Projekt in China ist das von der Weltbank unterstützte „Hebei Rural Renewable Energy Development Project". Dabei werden sechs Biogasanlagen in der nördlichen, Peking umschließenden Provinz Hebei errichtet und betrieben. Vor allem Erntereste und Mist aus der Viehzucht werden zu Biogas verarbeitet und verschaffen so der örtlichen Bevölkerung Zugang zu sauberer Energie.[289] Insgesamt sollen 100.000 Haushalte mit Energie versorgt werden.[290]

Zudem wird ein Schwerpunkt auf die technische Unterstützung durch Expertenteams, Projektmanagement und die Überwachung der Biogasanlagen gelegt. Insbesondere wird dabei für jede einzelne Anlage ein Labor zur Untersuchung von Proben des Fermenterinhalts errichtet. Zusätzlich wird ein System auf der Ebene der einzelnen Biogasanlagen zur

[285] UNFCCC
[286] Cheng, Dilger 2009
[287] Cheng, Dilger 2009
[288] Cheng, Dilger 2009
[289] Weltbank
[290] DBFZ 2015

Überwachung des Betriebs und auf Provinzebene geschaffen für den Überblick über alle Aktivitäten in der Provinz. Außerdem sollen 1.800 Trainings mit Technikern und Managern auf Provinzebene und lokaler Ebene durchgeführt werden.[291]

Insgesamt wird das Projekt mit rund 70 Millionen Euro von der Weltbank gefördert und durch deutsche Technologie unterstützt. Außerdem beteiligt sich das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) in Kooperation mit der China University of Petroleum an der wissenschaftlichen Begleitung des Biogasprojektes in der Provinz Hebei.[292]

2.1. Anlagen zur Behandlung von Reststoffen aus dem Ackerbau

Während die Nutzung von Stroh für die anaerobe Fermentation bereits in den 70er Jahren mit der Zugabe in kleine Biogasbehälter ländlicher Haushalte, die überwiegend mit Mist und Gülle betrieben wurden, begann, wurde dieser Rohstoff erst mit dem Beginn des neuen Jahrtausends mit in die Biogasproduktion mittlerer bis großer Anlagen involviert.[293]

Bislang konnte sich die Verwendung von Stroh als einzigem Substrat ohne weitere Hinzugabe von anderen Stoffen bei den Bauern nicht durchsetzen. Dies liegt an der geringeren biologischen Abbaubarkeit und Behandelbarkeit durch die Bakterien und damit letztlich an der langen Fermentationsdauer. Auch der geringe Nährstoffgehalt spielt eine Rolle im Hinblick auf die spätere Verwendung des Gärrests als Dünger. Daher wurde in China bislang die Mischung des Strohs mit Gülle bevorzugt.[294] Dabei zeigte sich, dass von den in den ländlichen Gebieten Chinas bis zum Ende des Jahres 2015 errichteten 110.975 Anlagen nur 458 Stroh als Hauptrohstoff verwenden, während beim Rest der Betriebe Viehmist als Substrat überwiegt.[295] So verdeutlichten Ergebnisse einer Studie aus der nordöstlichen Provinz Liaoning, dass die optimalen Bedingungen des Einsatzes von Maisstroh für die anaerobe Fermentation gegeben sind durch eine Betriebstemperatur von 35 Grad Celsius, eine Länge des Strohs von 4,5 bis 6 cm, eines Masseverhältnisses des Maisstrohs zu der Schweinegülle von 1,5:1 und einer Befüllung des Tanks zu 90 Prozent. Bei Betrieb unter diesen Bedingungen ließ sich eine im Vergleich zu anderen Versuchen mit veränderten Parametern wesentlich ertragreichere Biogasausbeute erzielen.[296]

China ist allerdings auch bestrebt, zukünftig Anlagen zu betreiben, die Stroh ohne Hinzugabe von Gülle zu Biogas verarbeiten können. Dabei ist das Interesse an einer Zusammenarbeit mit deutschen Forschungsinstitutionen und Unternehmen groß, wie der Besuch einer chinesischen Delegation bei der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg zeigte. Dort wird aktuell an einer Anlage geforscht, die Biogas ohne den Einsatz von Gülle produzieren soll und dabei eine zufriedenstellende Biogasausbeute erzielt. Ein Schwerpunkt der Forschung liegt dabei, die optimalen Bedingungen für die Vorbehandlung des Strohs und des darin enthaltenen Lignins zu ermitteln. Nach dem Wunsch der chinesischen Gäste soll in der östlichen Jiangsu Provinz, in der die Verfügbarkeit von Gülle nur gering ist, die erste Biogasanlage für Stroh in großem Maßstab in China errichten werden. Dabei sollen deutsche Zerkleinerungstechnik für die Vorbehandlung und weitere deutsche Technologien zum Einsatz kommen, um das Ziel der täglichen Transformation von 50 Tonnen Stroh zu Biogas und Dünger und der Produktion von 50.000 kWh zu erreichen.[297]

Dem Entwurf von 2017 des chinesischen Investitionslenkungskatalogs zufolge, der angibt, welche Sektoren der heimischen Wirtschaft gefördert und durch Lösungen und Technologien aus dem Ausland unterstützt werden sollen und welche nicht für ausländische Investoren offenstehen, soll die Herstellung von Ausstattung für die Sammlung, Bündelung und die umfassende Nutzung von Getreidestroh gefördert werden.[298]

---

[291] Weltbank
[292] DBFZ 2015
[293] Heng, Xu et al. 2015
[294] Chen, Niu, Pang 2011
[295] NDRC 2017d
[296] Chen, Niu, Pang 2011
[297] recyclingportal.eu 2016
[298] NDRC 2017e

2.2. Anlagen zur Behandlung von Gülle und Mist aus der Tierzucht

Mit der Zunahme von großen Viehzuchtstationen geht eine Trennung von dem Ort des landwirtschaftlichen Anbaus und der Tierhaltung einher. Dies führt zu einer Ansammlung an Mist aus der Vieh- und Geflügelzucht, der am selben Ort entsorgt wird. Gerade im Hinblick darauf, dass sich Betriebe großen Maßstabs in ländlichen Gebieten oft an Gewässern oder in Wohngebieten befinden, erhöht sich das Risiko ernstzunehmender Umweltschädigungen durch diese Entwicklung gravierend. Um diesem Umstand entgegen zu wirken, können Anlagen mittleren bis großen Maßstabs einen wichtigen Beitrag leisten, da sie die in großem Maße anfallenden Reststoffe aus der Viehzucht aufnehmen und verarbeiten können.[299]

Dabei ist folgendes Modell in China weit verbreitet: Der Mist von Rindern aus der Viehzuchtstation wird direkt für den Prozess der anaeroben Gärung verwendet und stellt dort das wichtigstes Substrat dar. Dabei werden die tierischen Exkremente in flüssige Jauche und einen festen Rückstand getrennt. Ersteres wird anschließend dem Biogasbehälter zugeleitet, während der feste Rückstand nach Trocknung als Dünger verwendet wird. Dieses Verfahren wird unter anderem dazu genutzt, um den nationalen Regularien zur Abwasserbehandlung Genüge zu tun. Das produzierte Biogas dient in erster Linie der Aufrechterhaltung der passenden Betriebstemperatur der Biogasanlage, um sicherzustellen, dass der Mist aus der Viehzucht möglichst komplett zu Biodünger verarbeitet wird. Erst wenn die Biogasproduktion für diese Zwecke ausreichend ist, kann der Rest zusätzlich an Haushalte abgegeben bzw. für die Stromproduktion verwendet werden.[300]

Im Laufe der Entwicklung von Biogasanlagen zur Behandlung tierischer Exkremente in China haben sich viele Perspektivenwechsel und Neuerungen ergeben. So waren diese in ihren ersten Entwicklungsstadien in den 1980er Jahren in China durch eine niedrige Effizienz charakterisiert, da sie meist im Untergrund verbaut wurden und bei Umgebungstemperaturen betrieben wurden. Die Biogastanks hatten dabei ein Volumen von 20 bis 300 m^3, wobei eine Anlage aus mehreren, manchmal sogar hunderten dieser Fermenter bestand. Die hydraulische Verweilzeit betrug 40 Tage bei einer Biogasproduktionsrate von 0,13–0,3 $m^3/(m^3\ d)$. Trotz dieser und weiterer Nachteile wie etwa dem Verlust von Mikroorganismen, der erschwerten Entnahme des Gärrests und den Schwierigkeiten bei der Kontrolle der Temperatur sind diese Systeme auch heute noch bei Anlagen kleineren bis mittleren Maßstabs im Einsatz, was unter anderem deren geringeren Anschaffungskosten und dem geringen Platzbedarf geschuldet ist. Außerdem kann bei diesem Typ auf eine Vorbehandlung der Rohstoffe verzichtet werden.[301]

Während in den 1980er Jahren die Biogasanlagen hauptsächlich zur Erzeugung von Biogas betrieben wurden, nahm die Behandlung von Abwässern aus der Tierhaltung an Bedeutung zu im Zuge des Aufkommens großer Tierzuchtbetriebe in den 90er Jahren. Ab dem neuen Jahrtausend rückten zusätzlich Energiegewinnungsgesichtspunkte in den Fokus bei der Errichtung von Biogasanlagen in China. In diese Zeit fällt auch der Einsatz neuer Technologien wie CSTR (Continuous Stirred-Tank Reactor) oder UASB (Up-Flow Anaerobic Sludge Bed) (siehe Kapitel Biogasreaktorsysteme), mit deren Hilfe die Effizienz der Anlagen wesentlich erhöht wurde. Dabei wird das erzeugte Biogas meistens dafür genutzt, um naheliegende landwirtschaftliche Betriebe mit Energie zu versorgen. Selten wurde dieses hingegen zur Erzeugung von Elektrizität verwendet. Insgesamt wurden bisher ca. 23.000 Anlagen mittleren bis großen Maßstabs in China errichtet, die Tiermist aus zentralisierten großen Viehzuchtbetrieben verarbeiten (Stand: August 2015).[302]

Die größte Biogasanlage Chinas zur Behandlung von Reststoffen aus der Tierzucht ist die Biogasanlage der Firma Shandong Minhe Animal Husbandry die als Substrat Hühnermist verwendet. Die Erzeugung des Biogases erfolgt in zwei Phasen: In der ersten werden täglich jeweils 300 Tonnen an Gülle und Mist aus der Zucht von 600.000 Tausend Legehennen und 3 Millionen Masthähnchen aus 23 Hühnerfarmen zu Biogas verarbeitet. Davon werden insgesamt 30.000 m^3 täglich erzeugt, die zur Stromproduktion verwendet werden. Die Kapazität beläuft sich hierbei auf 3 MW bei

[299] Feng et al. 2014
[300] Feng et al. 2014
[301] Gong et al. 2015
[302] Gong et al. 2015

einer täglichen Stromproduktion von 60.000 kWh. Bei der zweiten Phase werden täglich jeweils 700 Tonnen Gülle und Mist verarbeitet. Das Biogas wird anschließend zu Biomethan aufbereitet, wovon jährlich 15.000 m³ produziert werden (siehe Kapitel Biogasaufbereitung).303

Ein weiteres Beispiel ist die Anlage des Unternehmens Beijing Deqingyuan Agricultural Scientific, welche als größter Betrieb für die Erzeugung von Hühnereiern in Asien gilt. Insgesamt liefert die Anlage jährlich 2,6 Millionen Eier, wobei täglich 212 Tonnen Hühnermist anfallen. Für die Behandlung dieser Exkremente wurde eine Biogasanlage der Kapazität von 1 MW erbaut. Derzeit liegt die Biogasausbeute bei sieben Millionen m³ jährlich, womit 14 Millionen kWh Elektrizität pro Jahr gewonnen werden. Die Anlage wird bei einer Temperatur von 38 Grad Celsius betrieben unter Einsatz eines CSTR-Reaktorsystems. Die Biogaserzeugungsrate beträgt 1.9 m³/(m³d). Darüber hinaus kommen zwei Generatoren der Leistung 1.064 kW zum Einsatz. Parallel dazu wird 56 MJ Wärme erzeugt. Diese Biogasanlage wurde unter anderem mit Unterstützung durch das United Nations Development Program (UNDP) erbaut.[304]

Um speziell die deutsch-chinesische Kooperation im Bereich der Technologien in der Agrar- und Ernährungswirtschaft auszubauen, wurde 2015 das „Deutsch-Chinesische Agrarzentrum“ (DCZ) in Peking gegründet. Ziel ist es, den Austausch der beiden Länder im Agrar- und Ernährungssektor zu fördern und eine dauerhafte Partnerschaft zu entwickeln. Das Büro widmet sich vor allem den Themen Ackerbau, Tierzucht, Biogas und Aus- und Weiterbildung und fungiert als Anlaufstelle und Ort des Informationsaustausches. [305] Darüber hinaus wurde nach Beauftragung durch das Bundeslandwirtschaftsministerium (BMEL) eine deutsch-chinesische Biogasanlage in Yutian, 200 km östlich von Peking, errichtet. Das Projekt wurde vom Unternehmen Krieg & Fischer Ingenieure mit Unterstützung von Hangzhou Energy & Environmental Engineering als chinesischem Partner in den vergangenen Jahren durchgeführt und 2017 beendet. Ziel ist war es, an einem modernen Schweinemastbetrieb eine leistungsfähige Biogasanlage zu errichten, die angepasst an die lokalen Bedürfnisse durch den Einsatz moderner Biogastechnologie wirtschaftlich effizient arbeitet. Außerdem sollten Konzepte zur Verfahrens- und Prozessoptimierung in Koordination mit dem beteiligten Planungsbüro und dem Anlagenbetreiber erstellt sowie chinesisches Fachpersonal ausgebildet werden. Mit dem aus der Schweinegülle erzeugten Biogas sollen 15.000 Haushalte mit regenerativer Energie versorgt werden. Der Gärrest wird als organischer Dünger verwendet und ersetzt energieaufwendig hergestellte mineralische Düngemittel. Darüber hinaus soll dieses Projekt als Modellanlage dienen, um chinesischen Investoren neue Technologien im Bereich Biogas, organische Dünger und Konstruktion sowie Betrieb von Biogasanlagen zu veranschaulichen.[306]

3. Industrie

Der industrielle Biogassektor in China steht nach dem häuslichen und dem landwirtschaftlichen an dritter Stelle hinsichtlich der Erzeugung von Biogas in China. Insgesamt ist eine steigende Zahl von Biogasanlagen zur Bearbeitung von Abwässern und festen Abfällen aus der industriellen Produktion von Papier und Nahrungsmitteln sowie aus dem Bereich Druck und Färbung zu beobachten. Während sich Industriebiogasprojekte zu Beginn der 2000er Jahre auf zentrale und östliche Provinzen konzentrierten mit der östlichen Provinz Shandong an der Spitze, gab es in den letzten Jahren in der Hälfte aller chinesischer Provinzen Industriebiogasanlagen, wenn auch mit geringer Produktion. Laut Schätzungen wird diese geographische Anordnung in den 2020er Jahren weitgehend erhalten bleiben, wobei eine leicht erhöhte Konzentration dieser Anlagen in zentralen Gebieten des Landes möglich ist. Gerade der industriebasierte Biogassektor ist aufgrund seiner Abhängigkeit von fortschrittlichen Technologien und seiner erhöhten Marktorientierung auf erhöhte staatliche Unterstützung angewiesen, die aber im Vergleich zu landwirtschaftlichen Projekten geringer ausfällt. Auch dies könnte ein Motiv dafür sein, dass sich die Zentren, in denen bereits seit längerem eine Spezialisierung auf die Industriebiogaserzeugung stattgefunden hat, auch weiterhin ihre Spitzenposition behalten werden, während in anderen Regionen die industrielle Biogasproduktion sinkt bzw. ganz verschwindet.[307]

[303] Gong et al. 2015
[304] Li, Wang, Yu 2011
[305] BMEL
[306] BMEL 2015
[307] Battye et al. 2016

Vor allem Alkohol, Stärke und Papierbrei spielen in China als Rohstoffe für die Produktion von Biogas aus industriellen Abwässern eine entscheidende Rolle. So gibt es in China 38.000 Anlagen für die Alkoholerzeugung mit einer Kapazität von 7 Millionen Tonnen jährlich, wobei die chinesische Alkoholproduktion einen Anteil von 47 Prozent an der globalen Produktion ausmacht. Jährlich werden dabei 17,5 Millionen Tonnen Getreide zusammen mit weiteren Rohstoffen verarbeitet. Der Großteil des Alkohols wird aus vergorenem Brei gewonnen.[308] Derzeit wird aus Abwässern aus der Alkohol-, Stärke- und Weinerzeugung 71 Prozent des Biogases aus industriellen Abwässern gewonnen, wobei allein Alkoholabwässer für knapp 38 Prozent verantwortlich sind. Mit weitem Abstand folgen unter anderem Abwässer aus Schlachtbetrieben (etwa 6 Prozent) und aus Anlagen zur Erzeugung pharmazeutischer Produkte sowie der Getränkeproduktion (beide knapp 5 Prozent). Bis 2014 wurden insgesamt 320 Biogasanlagen zur Behandlung industrieller Abfälle in China errichtet mit einem Gesamtvolumen von knapp 659 Tausend m³ und einer jährlichen Biogasproduktion von über 253 Millionen m³. Die gesamte installierte Kapazität betrug 11,32 MW, während sich die jährliche Stromerzeugung auf fast 40 Millionen kWh beläuft.[309]

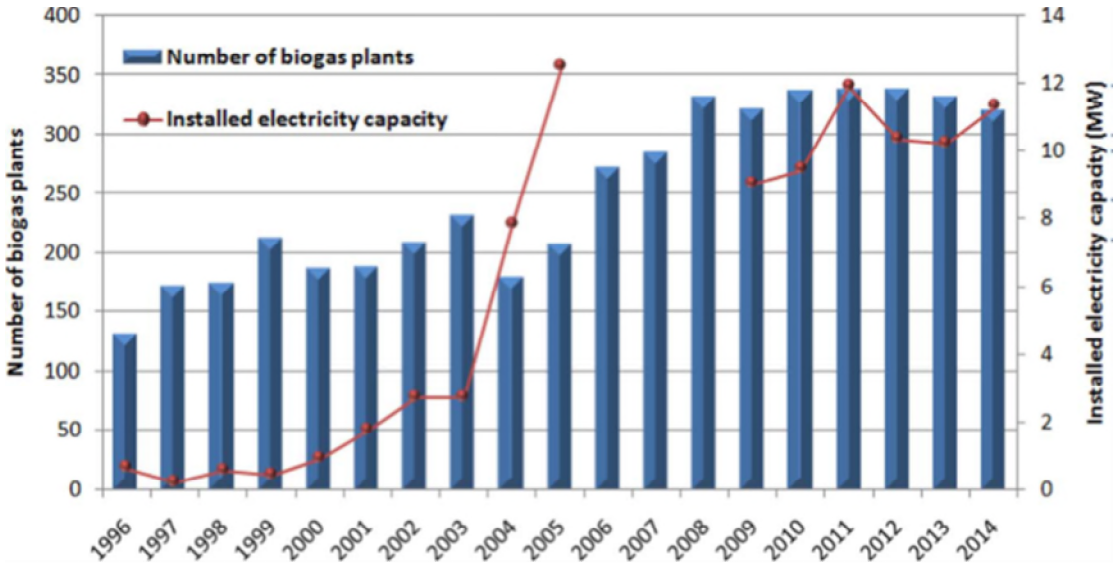

Abbildung 21: Industrielle Biogasanlagen in China von 1996 bis 2014 (linke Achse, blaue Balken: Anzahl der Anlagen, rechte Achse, rote Linie: installierte Kapazität in MW)[310]

Die größten Biogasanlagen Chinas, die industrielle Abwässer behandeln, befinden sich bei der Tianguan Group in der Provinz Henan, die unter anderem Alkohol, Gluten, Ethanol und Plastik herstellt. Deren jährliche Biogaserzeugung beläuft sich auf 205.000 m³ pro Tag bei einer installierten Kapazität von viermal 3.000 kW. Nachdem die volle vorgesehene Kapazität in Höhe von 36 MW erreicht ist, soll die Biogaserzeugung 500 Tausend m³ täglich erreichen. Davon werden 20 Prozent der lokalen städtischen Bevölkerung als Brennstoff zur Verfügung gestellt, der Rest soll für die Erzeugung von Strom verwendet werden.[311] [312]

Ein in Deutschland anerkanntes und erprobtes sowie energieeffizientes Verfahren zur Behandlung organischer Reststoffe ist die sogenannte Co-Fermentation mit Abwasserschlamm. Als Co-Fermentationssubstrate eignen sich auch die organischen Rückstände aus biotechnologischer, chemischer und pharmazeutischer Produktion. Durch die Fermentation wird die Menge des zu entsorgenden Reststoffs deutlich reduziert (um bis zu 65 Prozent). Auch wird durch diesen Prozess die Entwässerbarkeit der organischen Rückstände verbessert, sodass höhere Feststoffgehalte bei geringerem Einsatz von

[308] Heng et al. 2015
[309] Deng et al. 2016
[310] Deng et al. 2016
[311] tianguan.com.cn
[312] Deng et al. 2016

Polymeren erreicht werden können. Außerdem wird durch den Abbau der organischen Fraktion in den Reststoffen eine Stabilisierung des Schlamms erzielt. Diese Stabilisierung reduziert das Potential zur Geruchsentwicklung in den weiteren Behandlungs- und Transportschritten des ausgefaulten Schlamms. Das Verfahren ist in Deutschland weit verbreitet und fundierte Planungs- und Betriebserfahrung ist bereits vorhanden, so dass deutsche Firmen mit ihrem Know-how über Vorteile auf dem chinesischen Markt verfügen. Auch in China ist diese Behandlungsmöglichkeit angekommen und findet zunehmend Anklang. Dadurch kann eine umweltgerechte Verwertung der organischen Reststoffe sichergestellt und somit auch ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.[313]

Das deutsche Unternehmen aqua consult Ingenieure setzte bereits mit seinem Partner, der M&P Engineering, in der Provinz Hebei ein Projekt nach dem oben beschriebenen Verfahren um. Als Substrat für die Co-Fermentation dienten hierbei organische Abfälle aus der pharmazeutischen Produktion sowie Klärschlamm aus einer nahegelegenen Kläranlage. Im ersten Projektschritt wurde die Vergärbarkeit der organischen Reste gemeinsam mit dem Klärschlamm untersucht, was ein wesentliches Kriterium für die Biogasproduktion ist und somit eine hohe Abbaurate der organischen Reste garantiert und außerdem zur Stabilisierung des Klärschlamms beiträgt.[314]

Bei diesem Projekt werden in der Endausbaustufe pro Tag insgesamt 37,5 Tonnen Trockensubstanz an Überschussschlamm aus der Kläranlage zusammen mit rund 70 Tonnen Trockensubstanz an organischen Rückständen aus der Antibiotikaproduktion vergärt. Das Gesamtvolumen der sechs Faultürme beträgt 30.000 m^3. Die erwartete tägliche Biogasproduktion soll sich auf rund 31,500 m^3 belaufen. Die bei der Verbrennung des Biogases täglich freiwerdende Wärmeenergie in Höhe von ca. 155.000 kWh kann zur Dampferzeugung genutzt werden.[315]

4. Städtische Abfälle

4.1. Feste Siedlungsabfälle

Die Biogaserzeugung aus festen Siedlungsabfällen befindet sich in China noch am Anfang ihrer Entwicklung. Dies liegt unter anderem an der noch nicht flächendeckend vorhandenen Mülltrennung und weiteren Faktoren. Beispielsweise besteht seit 2010 ein Entwicklungsmodell der chinesischen Regierung zur Unterstützung von Anlagen zur Behandlung von Essensabfällen in mehr als 60 Pilotstädten des Landes. Ein Beispiel für eine Anlage, die diese Reststoffe behandelt, befindet sich im Osten Pekings und wurde im Jahr 2012 in Betrieb genommen. Zu Beginn betrug die Kapazität 50 Tonnen und soll zukünftig auf 150 Tonnen steigen.[316]

Auch wenn einige wenige private Firmen in den Sektor der Abfallverwertung aus festen Siedlungsabfällen eingestiegen sind, wie beispielsweise der Markteintritt zweier privater Unternehmen in Peking 1999 zeigt, wird die Behandlung von festen Siedlungsabfällen mit Ausnahme weniger Städte von den lokalen Behörden durchgeführt.[317] Auch wenn monatlich eine Gebühr von ca. einem bis fünf RMB/Einwohner entrichtet werden muss, kann diese aber nur einen Teil der Kosten für die Entsorgung ausgleichen.[318] Deshalb werden sowohl das Sammeln, als auch der Transport und die Behandlung in entsprechenden Anlagen von der Regierung finanziert und mit Subventionen unterstützt. Dies führt dazu, dass öffentlichen Unternehmen keine Anreize zur Effizienzsteigerung geboten werden, da die Möglichkeit zur Gewinnerzielung fehlt.[319]

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Trennung und Verwertung fester Siedlungsabfälle in China zwar gerade erst in den großen Städten beginnt. Insbesondere die Vorbehandlung der Abfälle durch die getrennte Verwertung sowie thermische und mechanisch-biologische Verfahren ist noch am Beginn des Entwicklungsstadiums und gewinnt zunehmend an

[313] Econet Monitor 2014
[314] Econet Monitor 2014
[315] Econet Monitor 2014
[316] Deng et al. 2016
[317] He, Luo, Xu 2016
[318] Morscheck, Nassour, Nelles 2016
[319] He, Luo, Xu 2016

Relevanz. Grundsätzlich sind aber ein politischer Wille und auch ein deutliches Interesse an deutschen Lösungen erkennbar, um die Kreislaufwirtschaft und damit die nachhaltige Verwertung von Abfällen in China zu etablieren.[320]

4.2. Abwasserschlamm

Die Nutzung von Abwasserschlamm zur Biogaserzeugung bietet sich in China aus vielerlei Gesichtspunkten an: Zwar starteten chinesische Städte Versuche, den Überschussschlamm in Verbrennungsanlagen oder als zusätzlichen Brennstoff für Kohlekraftwerke zu verwenden. Aufgrund des hohen Wassergehalts ist die Nutzung des Abwasserschlamms nach seiner Behandlung jedoch nur bedingt möglich, da dieser selbst nach der Dehydration noch einen hohen Wassergehalt enthält und es einer weiteren Trocknung bedarf. Um die Entwässerung des Schlamms zu erreichen, wird allerdings viel Energie benötigt. Auch die Nutzung dieser nährstoffreichen Masse als Kompost ist spätestens seit der von der Regierung ausgesprochenen Anordnung, die dessen Einsatz aufgrund des Risikos einer Verseuchung der Felder durch Schwermetalle untersagt hatte, keine Option mehr. Für eine Verwendung des Überschussschlamms in einer Biogasanlage sprechen zusätzlich die Ergebnisse einer Untersuchung in einer Anlage in der Stadt Xiangyang. Demnach stellt im Vergleich zu den beiden genannten Methoden der Abwasserschlammbehandlung die anaerobe Fermentation eine kostengünstigere Alternative dar.[321] Darüber hinaus schreibt eine 2010 verabschiedete Richtlinie über die Technologie bei der Behandlung von Klärschlammen und der Kontrolle von der Umweltverschmutzung vor, dass jede Anlage zur Abwasserbehandlung, die eine tägliche Kapazität von mehr als 100.000 m^3 aufweist, die anaerobe Fermentation für die Behandlung von Abwässern einsetzen und das erzeugte Biogas effektiv nutzen muss.[322] Trotzdem wurde bisher der überwiegende Teil des Abwasserschlamms aufgrund der geringen Investitions- und Betriebskosten letztendlich auf Deponien verteilt.[323]

Allerdings offenbaren sich bei der Alternative der Biogaserzeugung aus Überschussschlamm aus der Abwasserreinigung in China auch Herausforderungen. Eine davon ist der geringe organische Anteil des Abwasserschlamms in China, der die Biogasproduktion erschwert. Während international ein organischer Anteil von 70 Prozent üblich ist, ist dies im Reich der Mitte durch die gemeinsame Nutzung der Abwassersysteme sowohl für Regenwasser als auch für Exkremente aus Haushalten nicht gegeben. Viel mehr beträgt die Konzentration organischer Reste in China infolgedessen nur 40 bis 50 Prozent. In diesem Fall können Technologien zur Erhitzung des festen Abfalls dazu beitragen, den organischen Anteil zu erhöhen. Da China auf diesem Gebiet noch nicht weit vorangeschritten und abhängig von ausländischen Anbietern ist, bieten sich in diesem Bereich aussichtsreiche Chancen für deutsche Anbieter.[324]

Bei der Behandlung von Abwasserschlamm wird in China bisher nur in begrenztem Maße auf die anaerobe Fermentation zurückgegriffen. Ein wesentlicher Grund dürfte darin liegen, dass die Biogasausbeute bei der Behandlung von Abwasserschlamm mit 7,5 m^3 pro m^3 Schlamm recht gering ist im Vergleich zu beispielsweise nordeuropäischen Ländern, die eine Produktionsrate von durchschnittlich 38 m^3 aufweisen. Daneben können Faktoren wie die Qualität des Abwasserschlamms, der technologische Entwicklungsstand oder ein schlechtes Management eine weitere Senkung dieser Rate gerade bei Anlagen kleineren bis mittleren Maßstabs bewirken. Insbesondere stellt die Qualität der Substrate einen entscheidenden Faktor dar. Da die Abwässer von Haushalten und der Industrie nicht separiert werden und eine Trennung aktuell nur schwer umsetzbar scheint, ergeben sich hier Schwankungen. Deshalb fällt es schwer, die Qualität der verschiedenen Abwässer zu kontrollieren. Häufig wird daher auf Speisereste aus Restaurants zurückgegriffen, da hier die Beschaffung leicht zu bewerkstelligen ist. Letztendlich führen all diese Faktoren häufig zu einem unprofitablen Betrieb, da die hohen Installierungskosten der Anlagen nicht gedeckt werden können. Oftmals gelingt dies selbst dann nicht, wenn die durch die Abgabe für die Behandlung von Abwässern generierte Kompensation von der Lokalregierung an die Betreiber ausgezahlt wird, wobei es häufig schwer ist, diese überhaupt zugeteilt zu bekommen. Bei großen Betrieben

[320] Morscheck, Nassour, Nelles 2016
[321] Brink et al. 2013
[322] Deng 2016
[323] Brink et al. 2013
[324] Liu 2016

kommt zusätzlich hinzu, dass die Stromnetzbetreiber aufgrund der ungleichmäßigen und geringen Stromproduktion selbst nach andauernden Verhandlungen dazu neigen, die Einspeisung der erzeugten Elektrizität ins Netz abzulehnen.[325]

Auch wenn infolgedessen nur wenige Investoren sich dazu entscheiden, sich an Anlagen zur Behandlung von Abwasserschlamm zu beteiligen, könnte sich dies bei einer Erhöhung der Biogaserzeugungsrate ändern. Um dies zu erreichen, bietet sich der Ansatz an, in Form einer Co-Fermentation die Umsetzung von Abwasserschlamm zu Biogas mit der von Lebensmittelresten zu verknüpfen. Dies würde zu einem besseren Verhältnis von Kohlen- und Stickstoffen in der behandelten Masse führen, was in einer erhöhten Ausbeute an Biogas resultieren würde. Dabei zeigte sich bei Versuchen in China, dass die Kombination von Abwasserschlamm und Lebensmittelresten eine höhere Erzeugung an Biogas aufweist als dies bei der Kombination dieser Substrate in Europa der Fall ist.[326]

Der Vergleich einer Anlage mit der ausschließlichen Behandlung von Abwasserschlamm und eines Systems zur Co-Fermentation, in dem zusätzlich noch Speisereste als Substrate hinzugefügt werden, ergab folgende Resultate: Bei der ersten Alternative konnte festgestellt werden, dass die Energieproduktion ungefähr dem –verbrauch entspricht. Eine solche Anlage kann deshalb zwar als nützlich zur Behandlung von Abwasserschlamm angesehen werden, liefert aber keinen Energieüberschuss. Erst nach der Zugabe von Essensresten gelang es, aus dem Blickwinkel der Energieerzeugung erfreuliche Resultate zu erzielen. Aus Kostengesichtspunkten ergaben sich keine großen Unterschiede zwischen den beiden Modellen. Während die Ausgaben für den Transport und die Vorbehandlung von Speiseresten nicht sonderlich ins Gewicht fielen, konnten beim Modell der Co-Fermentation von Abwasserschlamm und Essensabfällen viermal höhere Einkünfte durch den Verkauf des in höheren Mengen produzierten Biomethans erzielt werden. Trotzdem war in diesem Vergleich das Modell mit der ausschließlichen Behandlung von Abwasserschlamm profitabler, da die Investitionskosten geringer waren als beim anderen Typ. Der Amortisationspunkt liegt bei zwölf Jahren Betriebszeit, während bei der Co-Fermentation weitere zwei Jahre benötigt werden, um die Kosten wieder auszugleichen. Grundsätzlich sind aber bei einer Annahme von einer Betriebsdauer in Höhe von 15 Jahren beide Szenarien profitabel.[327]

Als Beispiel weiterer chinesischer Forschungsbemühungen im Bereich der Biogaserzeugung aus Abwasserschlamm lässt sich die Entwicklung der sogenannten „thermal hydrolysis process“ (THP) –Technologie von chinesischen Forschern der Tongji Universität in Schanghai nennen, die bereits mit einem Partner in ersten Anlagen eingesetzt wurde. Diese besteht aus zwei Prozessschritten beginnend mit dem Aufheizen des Wassers bei verschiedenen Temperaturen zwischen 70 und 170 Grad Celsius und unter hohem Druck gefolgt von einer schnellen Verringerung des Drucks. Das Ergebnis dieser Methode ist eine Sterilisierung des Abwasserschlamms und eine gleichzeitige Erhöhung der biologischen Abbaubarkeit. In der Anlage konnte die Effizienz mithilfe der neuen Technologie wesentlich gesteigert werden, so dass eine Verdopplung der Biogasausbeute erzielt wurde. Damit gelang es, eine höhere Biogasausbeute als in vergleichbaren Anlagen in Europa oder Amerika zu erreichen. Dieses Verfahren zeichnet sich außerdem dadurch aus, dass es sich besonders gut für den chinesischen Abwasserschlamm eignet, welcher, wie bereits erwähnt, im Gegensatz zu dem Europäischen Substrat einen geringeren Anteil organischer Bestandteile enthält.[328]

Ein wichtiger nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Wasserknappheit in vielen Regionen Chinas aus der sich aussichtsreiche Chancen für effiziente Betriebe zur Abwasserbehandlung und Biogaserzeugung ergeben. Wie ein solches Projekt aussehen könnte, zeigt eine Referenzanlage in Qingdao, die nach langjähriger Forschungszusammenarbeit der TU Darmstadt und der Tongji Universität in Schanghai 2014 eröffnet wurde. Diese zeichnet sich durch das besonders effiziente und ressourcensparende sogenannte „SEMIZENTRAL“-System aus. Dieses ist aufgeteilt in mehrere Schritte: Die Behandlung von Grauwasser, welches aus Abwasser unter anderem von Duschen und Waschmaschinen besteht, resultiert in aufbereitetem Brauchwasser, das für Toilettenspülungen verwendet werden kann. Darüber hinaus findet auch eine Co-Fermentation von Klärschlammen aus dem restlichen sogenannten Schwarzwasser und zusätzlich gesammelten häuslichen Bioabfällen statt. Anschließend wird das Biogas für die Stromerzeugung genutzt, so dass die Anlage unabhängig von externer Stromversorgung betrieben werden kann. Ein weiterer Vorteil ist die Reduzierung des Frischwasserbedarfs sowie des Abwasseraufkommens im versorgten Gebiet um 30 bis 40 Prozent und die kontinuierliche

[325] Zhao 2012
[326] Zhao 2012
[327] Zhao 2012
[328] eco-business.com 2016

Wasserbereitstellung auf konstant hohem qualitativem Niveau. Dies ist vor allem in einer Stadt wie Qingdao, in der pro Bewohner nur rund ein Siebtel der durchschnittlichen Menge an Wasser pro Person in China zur Verfügung steht, von hohem Nutzen. Insgesamt werden 12.000 Menschen im Umkreis versorgt. Das Projekt wurde von der chinesischen Seite durch das Ministry of Science and Technology (MoST) sowie vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit jeweils rund 7 Millionen Euro gefördert.[329] [330]

5. Besonderheiten der nordchinesischen Provinzen

5.1. Allgemein

Im Folgenden soll eine Übersicht über allgemeine Informationen zu den nordchinesischen Provinzen gegeben werden. Zu diesen Provinzen, die in das Zuständigkeitsgebiet der AHK Greater China Beijing fallen, gehören die Innere Mongolei, die Peking umschließende Provinz Hebei, die drei nordöstlichen Provinzen Heilongjiang, Liaoning und Jilin sowie die beiden regierungsunmittelbaren Städte Tianjin und Peking.

Die Fläche dieser Gebiete summiert sich insgesamt auf ca. 2,22 Millionen km². Dies macht rund 23,7 Prozent der Gesamtfläche Chinas aus.[331] Im Nordosten besitzen die Innere Mongolei, Heilongjiang und Jilin eine 3605 km lange Grenze zu Russland, an deren südliches Ende sich die Trennlinie zwischen Nordkorea und den Provinzen Jilin und Liaoning auf der chinesischen Seite mit einer Länge von 1.416 km anschließt. Darüber hinaus grenzt Hebei im Süden an die Provinzen Shandong, Henan und Shanxi, während am südlichen Ende der Inneren Mongolei die Provinzen Ningxia, Gansu, Shaanxi und Shanxi liegen, während im Norden die Mongolei auf einer Länge von 4.677 km angrenzt.[332]
Insgesamt leben in den betrachteten Regionen mit knapp 246 Millionen Menschen fast 18 Prozent der chinesischen Bevölkerung. In allen Provinzen liegt die Urbanisierungsrate über 50 Prozent, wobei Hebei mit 51,3 Prozent die niedrigste und Peking mit 86,5 Prozent die höchste Rate aufweist.[333]

Hinsichtlich der Rohstoffvorkommen lässt sich sagen, dass die Innere Mongolei zu den kohlereichsten Gebieten in China gehört, während die nordöstlichen Provinzen auch Ölreserven aufweisen. Hinsichtlich der Eisenvorkommen spielt die Provinz Liaoning und dort speziell das Anshan-Benxi Gebiet eine wichtige Rolle sowie der östliche Teil von Hebei.[334]
Noch zu planwirtschaftlichen Zeiten stellten die nordwestlichen Regionen ein bedeutendes industrielles Zentrum dar. Doch im Zuge der weiteren Entwicklung der chinesischen Wirtschaft hin zu technologisch komplexeren Produkten, wurden diese Gebiete abgehängt und stehen deshalb zurzeit im Fokus der Regierung. Infolgedessen liegt diese Region an hinterer Stelle der vier Entwicklungsregionen. Während landesweit die Wachstumsrate des BIPs bei 6,9 Prozent lag, betrug diese für Heilongjiang, Liaoning und Jilin jeweils 3,0 und 5,7 sowie 6,5 Prozent. Die Regierung versucht daher durch Wiederbelebungsmaßnahmen den Provinzen zu alter industrieller Stärke zu verhelfen. Diese sind nötig, da viele Staatsbetriebe unwirtschaftliche und ineffiziente Fabriken betreiben, während innovative Technologien kaum Einzug finden.[335] [336]

Zu diesen Maßnahmen gehören die Restrukturierung von staatlichen Unternehmen und die Eröffnung neuer wirtschaftlicher Entwicklungzonen. Dabei sticht zum einen die Sonderzone in Changchun in der Provinz Jilin hervor, die in die „Belt and Road"-Initiative der Regierung integriert werden soll. In Liaoning hingegen soll ein neuer deutsch-chinesischer Industriepark entstehen, der sich auf eine Kooperation in Hochtechnologiebereichen der beiden Staaten spezialisieren soll. Dabei sollen die beiden Strategien „Made in China 2025" und „Industrie 4.0" miteinander verknüpft werden.[337]

[329] TU Darmstadt 2014
[330] BMBF 2014
[331] sacu.org
[332] asiainfo.org
[333] National Bureau of Statistics China 2016c
[334] asiainfo.org
[335] National Bureau of Statistics China 2016c
[336] china.org.cn 2017
[337] Global Times 2016

5.2. Klima

In China wird das Klima durch den sogenannten asiatischen Monsun und die daraus resultierenden Monsunwinde bestimmt. Während von Oktober bis April der Wind aus China heraus weht, bläst dieser von Mai bis September oder Oktober aus dem Indischen und Pazifischen Ozean kommend ins Land hinein. Während der Periode des einströmenden

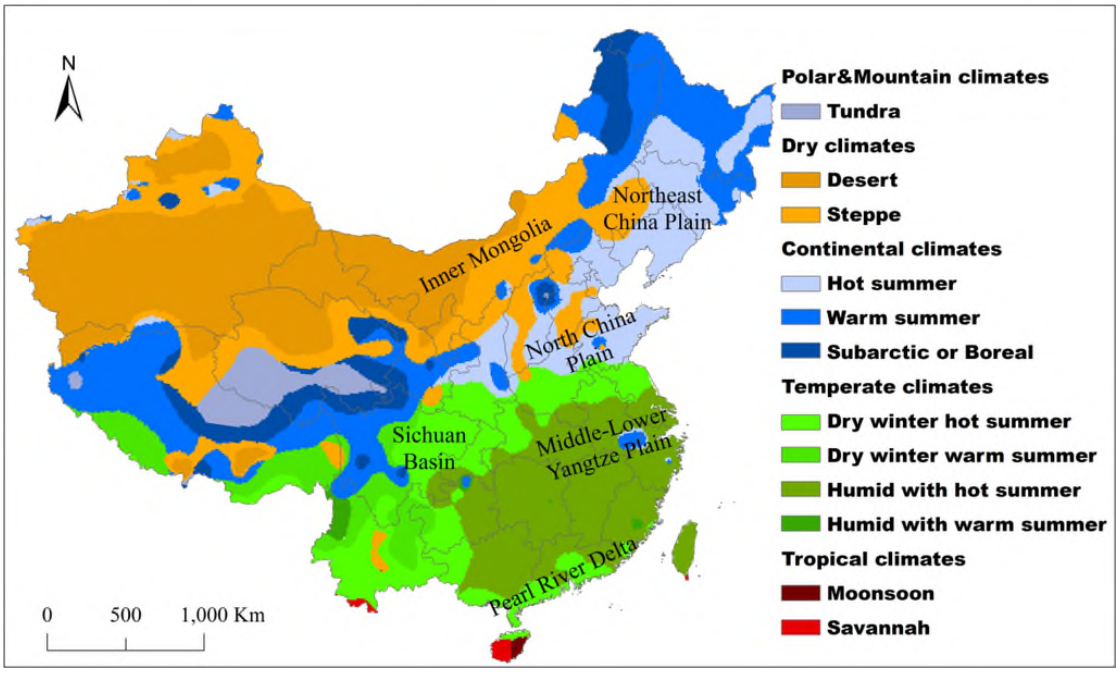

Abbildung 22: Die klimatischen Zonen Chinas[338]

Windes fällt daher auch der meiste Niederschlag in China.[339] Aufgrund der weiten Ausdehnung des Landes lassen sich unterschiedliche klimatische Zonen feststellen, die sich nach dem Schema zur Klassifizierung der Klimazonen von Koppen-Geiger einordnen lassen (siehe Abbildung 22).[340]

Während der Sommer in weiten Teilen des Landes warm und regnerisch ist, können sich die Temperaturen im Winter in den einzelnen Landesteilen stark unterscheiden. Der Norden kann dabei in zwei klimatische Zonen eingeteilt werden. So befindet sich der nördliche Teil der nordöstlichen Provinz Heilongjiang und der äußerste nördliche Rand der Inneren Mongolei in der kalten gemäßigten Zone. Hier sind extreme und lange Winter mit sehr niedrigen Temperaturen typisch. Als Vertreter dieser Region kann die Stadt Harbin angesehen werden.[341]

Monat	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Durch-schnitts-temperatur (in ℃)	-19.4	-15.3	-4.8	6.0	14.3	20.0	23.0	21.0	14.4	5.6	-5.7	-15.6
Nieder-schlag (in mm)	8.2	5.6	10.2	18.0	40.2	84.6	143.8	121.1	58.6	31.3	10.8	6.0

Tabelle 5: Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Harbin[342]

[338] Friedl et al. 2014
[339] metoffice.gov.uk 2013
[340] Friedl et al. 2014
[341] Friedl et al. 2014

[342] MOFCOM 2013

Abgesehen davon liegen die nordöstlichen und nördlichen Regionen wie die Provinzen Innere Mongolei, Jilin, Liaoning, der überwiegende Teil von Heilongjiang sowie auch Peking in der warmen gemäßigten Zone. Dies bedeutet zwar warme und humide Sommer, aber trotzdem auch kalte Winter mit steigender Intensität je nördlicher die betrachtete Gegend lokalisiert ist. So ist diese Jahreszeit insbesondere durch kalte Winde und geringen Niederschlag geprägt. In dieser Zone reicht der Niederschlag im Sommer für den Anbau landwirtschaftlicher Erzeugnisse zwar meist aus, allerdings sind hier auch Dürren möglich.[343] [344]

Monat	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Durch-schnitts-temperatur (in ℃)	-3.7	-0.7	5.8	14.2	19.9	24.4	26.2	24.8	20.0	13.1	4.6	-1.5
Nieder-schlag (in mm)	3.0	7.4	8.6	19.4	33.1	77.8	192.5	212.3	57.0	24.0	6.6	2.6

Tabelle 6: Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Beijing[345]

Insgesamt zeigen sich die starken Winde häufig auch verantwortlich für die Entstehung von Staubwolken. Dabei zeigt sich sowohl in Harbin als auch Peking, dass der Juli und August die regenreichsten Monate sind, was sich auch mit der bereits erwähnten in China typischen Regenperiode deckt.

5.3. Rohstoffe und Substrate für die Biogaserzeugung

5.3.1. Landwirtschaftliche Reststoffe

Gülle und Mist aus der Tierzucht

Insgesamt beläuft sich die Menge an Abfällen aus dem landwirtschaftlichen Sektor auf 4 Mrd. Tonnen jährlich, davon sind 2,61 Mrd. Tonnen Viehmist. 73 Prozent des anfallenden Mists stammen dabei von Familienbetrieben. Bei Exkrementen von Vieh und Schweinen handelt es sich um stickstoff- und phosphorreiche Stoffe, die aufgrund unzureichender gesetzlicher Bestimmungen oftmals unbehandelt entsorgt werden.[346]

Dem Ministry of Land and Resources (MLR) zufolge ist 70 Prozent des Oberflächen- und tiefgelegenen Trinkwassers in der Nordchinaebene verschmutzt. In diesem Gebiet befinden sich gleichzeitig viele landwirtschaftliche Betriebe. Auch wenn die Industrie zu großen Teilen zur Wasserverschmutzung in China beiträgt, insbesondere hinsichtlich der Schwermetalle, so ist der landwirtschaftliche Sektor trotzdem immer noch der bedeutendste Akteur in der Wasserverschmutzung.[347]

Laut Berechnungen der Behörden erzeugt ein Schwein in China durchschnittlich 2,37 kg Mist pro Tag, während ein Rind durchschnittlich 15,01 und eine Kuh 32,86 kg ausstößt. Dazu gibt es auch wissenschaftliche Studien, deren Ergebnisse jedoch recht unterschiedlich ausfallen.[348] Laut Bu et al. beträgt die Biogasproduktion aus einem Kilogramm Mist bei Schweinen 0,2, bei Hühnern 0,4 und bei Rindern 0,3 m^3 pro Tag. Die Raten bei der Fermentation von Urin liegen für Schweine und Rinder betragen jeweils 0,2 m^3 pro kg.[349]

[343] metoffice.gov.uk 2013
[344] MOFCOM 2013
[345] MOFCOM 2013
[346] Feng et al. 2014
[347] chinawaterrisk.org 2014
[348] NDRC 2017d
[349] Bu, Geng, Zhang 2012

Laut Schätzungen von Liu et al. im Jahr 2010 kann bei einer zu dieser Zeit angenommen Menge an gesammelten Exkrementen von fast 1,2 Mrd. Tonnen eine theoretisches Biogaspotenzial von knapp 147 Mrd. m³ Biogas angenommen werden. Bei einer geschätzten biologischen Abbaubarkeitsrate von 31,5% ergibt sich insgesamt ein praktisches Potenzial von ca. 46 Mrd. m³ Biogas. Davon macht Gülle und Mist aus der Schweinezucht mit knapp 64 Prozent den größten Anteil aus, während die Reststoffe aus der Rinderhaltung mit knapp 18 Prozent folgen. Dieser Abstand lässt sich erklären mit dem hohen Ligningehalt der Fäkalien der Rinder. Dies erschwert die Biogaserzeugung aufgrund einer wesentlich geringeren biologischen Abbaubarkeit.[350]

Schätzungen von Bu et al. zeigen, dass grundsätzlich besonders hohe Potenziale für die Biogaserzeugung im Osten Chinas zu finden sind. Im nördlichen Teil des Landes stechen vor allem die Provinzen Hebei und Liaoning hervor.[351]

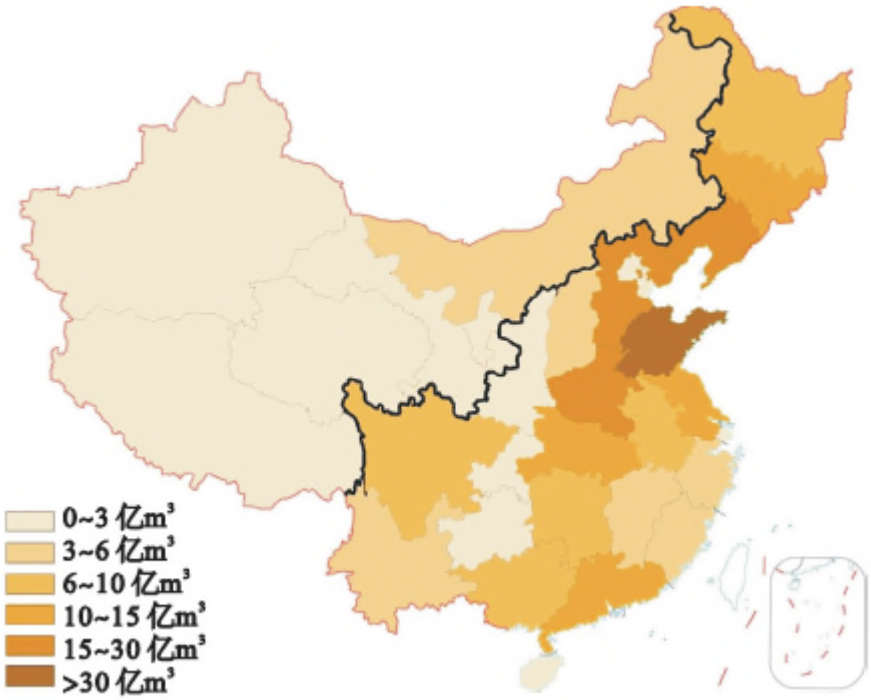

Abbildung 23: Das Biogaserzeugungspotenzial von Exkrementen aus der Vieh- und Geflügelzucht mittlerer bis großer Betriebe in China (亿 steht im Chinesischen für die Zahl 100.000.000)[352]

Reststoffe aus dem Ackerbau

Stroh stellt in China ein bedeutendes Abfallprodukt aus der Landwirtschaft dar. Laut Schätzungen des chinesischen Statistikamts betrug die Gesamtmenge der Reststoffe aus der Landwirtschaft, die für Biogasproduktion zur Verfügung standen, im Jahr 2015 insgesamt 1.404 Mio. Tonnen.

Davon machte Stroh mit 1,04 Mrd. Tonnen einen entscheidenden Anteil aus, wobei davon 900 Mio. Tonnen gesammelt werden können. 720 Mio. Tonnen dieser Ressourcen werden als Futter, Dünger, als Nährstofflieferant für die Züchtung von Esspilzen und in der Papierproduktion verwendet. Die restlichen 180 Mio. Tonnen stehen folglich für die

[350] Liu et al. 2016
[351] Bu, Geng, Zhang 2012
[352] Bu, Geng, Zhang 2012

Biogasproduktion zur Verfügung. Dadurch könnte 50 Mrd. Kubikmeter Biogas produziert werden.[353] Entgegen den offiziellen Angaben ließ sich allerdings bisher beobachten, dass ca. 50 Prozent des in der Landwirtschaft erzeugten Strohs auf den Feldern verbrannt wurde, anstatt diesen etwa in Biogasanlagen weiter zu nutzen.[354]

Schätzungen von Liu et al. aus dem Jahr 2010, die von einer Menge an Abfällen aus dem Getreideanbau in China in Höhe von knapp 650 Millionen Tonnen ausgingen, ergaben für die untersuchten landwirtschaftlichen Reststoffe ein theoretisches Biogaserzeugungspotenzial von circa 238 Mrd. m^3 Biogas. Davon machte Mais 28% aus und Reisstroh knapp 22 Prozent gefolgt von Weizenstroh mit fast 17 Prozent. Aufgrund der durchschnittlichen biologischen Abbaubarkeit von Getreideabfällen von 46,63 Prozent in China ergab sich ein praktisches Potenzial von knapp 111 Mrd. m^3 Biogas, wobei bei den Getreideabfällen das Maisstroh mit knapp 31% den größten Anteil ausmachte, gefolgt von Reis mit circa 29 Prozent und Weizen mit knapp 19 Prozent. Dabei fällt auf, dass die Anteile der drei genannten Getreidearten beim praktischen Potenzial höher sind. Dies ist hier auf deren geringen Ligningehalt im Vergleich zu dem Mist und der Gülle besonders von Rindern und Schweinen zurückzuführen.[355]

2016 betrug die Getreidesaatfläche in China ca. 103 Millionen Hektar, was einer Verringerung um 310.000 Hektar im Vergleich zu 2015 entspricht. Von der Gesamtsaatfläche machte Weizen knapp 24 Millionen Hektar aus, Reis liegt bei knapp 30 Millionen Hektar und Mais bei fast 37 Millionen Hektar. Insgesamt beträgt die gesamte erzeugte Menge an Getreide 2016 circa 616 Millionen Tonnen, was einer Verringerung um 0,8 Prozent entspricht. Die Jahresproduktion an Reis beläuft sich dabei auf fast 207 Millionen Tonnen, Weizen liegt bei knapp 129 Tonnen und Mais bei 220 Tonnen, was diese drei Arten von Ackerfrüchten zu den bedeutendsten in Chinas Landwirtschaft macht.[356]

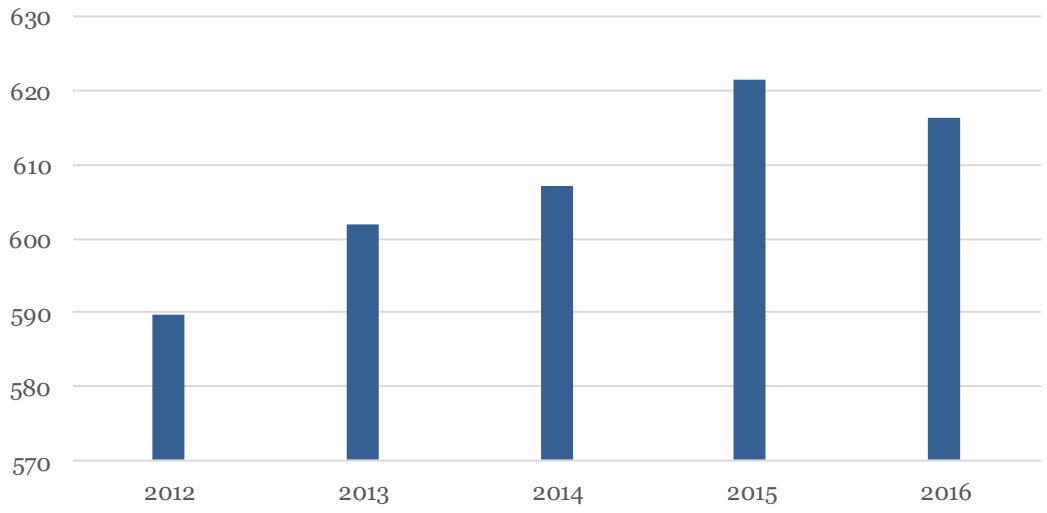

Abbildung 24: Getreideerzeugung in China in Millionen Tonnen von 2012 bis 2016[357]

Die Hälfte des Strohs, der aufgrund seines Kohlenstoffgehalts von 40% als viertbedeutendste Energiequelle in China angesehen werden kann, wird auf 10 Prozent der Landesfläche gewonnen.[358] Grundsätzlich fällt dabei auf, dass Abfälle aus der Getreideproduktion vor allem in den östlichen (Hebei, Henan, Shandong, Jiangsu, Anhui und Hubei) und nordöstlichen Regionen (Heilongjiang, Jilin, Innere Mongolei) auftreten.[359] Speziell in Nordchina ist dabei die Erzeugung

[353] NDRC 2017d
[354] Ma, Zhang 2015
[355] Liu et al. 2016
[356] National Bureau of Statistics 2017b
[357] National Bureau of Statistics of China 2017b
[358] Zhang, Ping 2012
[359] Bai et al. 2014

von verschiedenen Getreidesorten stark ausgeprägt, so dass sich circa 29 Prozent aller Saatflächen für Getreide in China in den nördlichen Provinzen Heilongjiang, Innere Mongolei, Jilin, Liaoning, Hebei und in den Städten Beijing und Tianjin befinden.[360] Dabei beträgt die landwirtschaftliche Nutzfläche allein im Nordosten Chinas 2,62 Millionen km². Dies entspricht ungefähr der gesamten Landfläche von Neuseeland.[361] Dabei stellen die Saatflächen für den Maisanbau über alle diese Provinzen hinweg den größten Anteil der ausgesäten Flächen für Getreide dar, nur Hebei fällt zusätzlich durch eine hohe Produktion von Weizen auf. Entsprechend ist bei der erzeugten Menge an Getreide insbesondere in den nordöstlichen Provinzen Mais als wichtigstes Erzeugnis führend, während Reis und Weizen kaum eine Rolle spielen. So lag 2015 der Anteil dieser Provinzen an der chinesischen Weizenproduktion bei fast 53 Prozent.[362]

Die Konzentration der Strohressourcen auf die nördlichen Provinzen ist auch dadurch bedingt, dass die Nordostchinaebene als größtes Flachlandareal (350.000 km²) eine große bebaubare Fläche bietet. Hinzu kommt die Nordchinaebene, die mit einer Fläche von 300.000 km² her an zweiter Stelle in China steht und unter anderem Peking, Tianjin und Hebei miteinschließt.[363]

Dabei zeigt sich, dass viele der Regionen mit großen Mengen an Stroh gleichzeitig ein Energiedefizit aufweisen, wie dies beispielsweise in Hebei der Fall ist. Dies bietet Stroh als Energieträger große Potenziale für die zukünftige Energieversorgung.

Daneben verfügte China 2015 über 210 Mio. Tonnen an Nebenprodukten aus der Getreidebearbeitung (davon standen 20 Mio. Tonnen zur Verfügung für die Biogasproduktion), 260 Mio. Tonnen Reststoffe von Obst- und Gemüsebearbeitung (davon 114 Mio. Tonnen für die Biogasproduktion), 80 Mio. Tonnen organischen ländlichen Lebensmüll (davon 30 Mio. Tonnen für Biogasproduktion) und 164 Mio. andere organische Reststoffe. Insgesamt könnten dadurch laut dem 13. Fünfjahresplan für ländliches Biogas 8,7 Milliarden Kubikmeter an Biogas produziert werden.[364]

Transport

Das Sammeln und der Transport von Abfällen aus dem Ackerbau sind in China noch in der Entwicklungsphase und stellen eine wesentliche Herausforderung für die weitere Entwicklung des Biogassektors dar. Ein Grund dafür ist die unstabile Preislage für die Beschaffung der Rohmaterialien, wie etwa für trockenes Stroh, wo sich der Preis zwischen 200 und 300 RMB pro Tonne bewegt.[365] Grundsätzlich gestaltet sich die Aufbewahrung, Sammlung und der Transport des Strohs aufgrund der kleinen häuslichen landwirtschaftlichen Betriebe in China, die durch eine geringe Größe – häufig liegt diese bei einem Wert um 0,14 Hektar - charakterisiert sind, als sehr kostenintensiv.[366] Darüber hinaus sind die Anreize für die Transportunternehmen, die Rohstoffbeschaffung für die Biogasanlagen durchzuführen, aufgrund der geringen Gewinnaussichten nur klein. Dies lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass die Subventionierung durch die Regierung in Höhe von 50 RMB pro Tonne nur schwer zu erlangen ist.[367] Insgesamt führen diese Faktoren dazu, dass sich der Transport des Abfalls auf bis zu ein Drittel der Betriebskosten belaufen kann.[368]

Bisher sind folgende Möglichkeiten der Rohstoffbeschaffung in China aufgetreten:

- **Das Modell der „Brennstoff-Agentur“**

Eine zwischengeschaltete Firma ist zuständig für die Überbringung des Strohs von den Haushalten oder größeren landwirtschaftlichen Betrieben. Entweder wird dieser dann zu den Lagerstätten dieser Unternehmen gebracht oder wird direkt an die Biogasanlagen geliefert. Neben dem geringeren Arbeitsaufwand kann als weiterer Vorteil die

[360] National Bureau of Statistics 2016c
[361] Ma, Zhang 2015
[362] National Bureau of Statistics 2016c
[363] china.org.cn o.J.
[364] NDRC 2017d
[365] biogaschina.com.cn 2015
[366] Yang et al. 2014
[367] biogaschina.com.cn 2015 a
[368] Zhao 2012

Planungssicherheit für beide Seiten genannt werden, die durch einen stabilen festgesetzten Preis gefördert wird. Allerdings besitzen derzeit nur wenige dieser Firmen in China passende Lager, um die Aufbewahrung des Strohs zu ermöglichen.[369] [370]

- **Das Modell der „Biomasseanlagen und landwirtschaftlichen Betriebe“**

Hierbei werden direkt Verträge mit den Bauern abgeschlossen, um die Biomasse zu erwerben. Dieser Typ ist dadurch charakterisiert, dass sich gleichzeitig um viele Verträge gekümmert werden muss. Außerdem muss durch die Anlagenbetreiber oder andere zwischengeschaltete Akteure die Abholung, Lagerung und der Transport des Strohs der dezentral verteilten Bauernhöfe gewährleistet werden.[371] Die Abholung durch die Anlagenbetreiber ist häufig dadurch charakterisiert, dass diese direkt mit den Bauern Verträge abschließen und sich dann alleine um die Ernte der Feldfrüchte kümmern. Dabei werden die verwertbaren Teile der Ernte wieder an die Haushalte bzw. landwirtschaftlichen Betriebe zurückgesendet, während die auftretenden Abfälle zur Energieerzeugung genutzt werden. Dieser Typ der Rohstoffbeschaffung tritt allerdings nicht in den wichtigsten Getreideanbauregionen des Landes auf, wo die Mechanisierung dieses Prozesses eine bessere Option darstellt. Darüber hinaus haben sich auch Biomasseanlagenbetreiber herausgebildet, die als eine zentrale Lagerstätte für die Rohmaterialien für Haushalte oder landwirtschaftliche Betriebe in einem Umkreis von 30 bis 50 km fungieren. In diesem Fall sind die Produzenten der Brennstoffe für den Transport verantwortlich.[372]

Momentan wird die erste Variante vorgezogen und findet mehrheitlich Anwendung bei der Belieferung der Anlagen mit den Rohmaterialien. Derzeit gibt es allerdings einen Mangel an professionellen Anbietern, die den Einkauf und den Transport der Brennstoffe organisieren können, was die Entwicklung des Sektors bremst. Zudem hat eine Bevorzugung dieser Zwischenhändler zur Folge, dass einerseits die Preise für die Brennstoffe steigen, da die Zwischenhändler für ihre Dienste zwischen 20 bis 30 RMB pro Tonne verlangen. Andererseits sind die Bauern aufgrund des Fehlens eines transparenten Marktes und funktionierender Marktmechanismen den großen Anlagenbetreibern und vor allem ihren Preisvorstellungen ausgeliefert. Durch einen offenen kompetitiven Markt, in dem die Biomassestromproduzenten direkt mit den Bauern handeln, könnte hingegen die Qualität der Brennstoffe, für die im Übrigen noch keine Standards definiert wurden, steigen. Auch die Preise könnten für beide Seiten ein angemessenes Niveau erreichen. Außerdem entfiele dadurch die Notwendigkeit, einen Zwischenhändler einzuschalten. Insgesamt war in den vergangenen Jahren der Trend zu beobachten, dass aufgrund der steigenden Nachfrage nach Brennstoffen deren Preise kontinuierlich in die Höhe getrieben wurden. Da keine Richtlinien zur Marktregulierung existieren, leiden die Produzenten im Zuge unkontrolliert explodierender Preise für die Brennstoffe unter sinkenden Gewinnen bzw. erhöhten Verlusten.[373]
Aufgrund der jahreszeitlich und regional unterschiedlichen Verteilung der Verfügbarkeit von Getreideresten sind die Kosten für die Lagerung ein weiterer Einflussfaktor für die effiziente Nutzung der Strohressourcen. Infolge der geringeren Dichte sowie der losen Beschaffenheit der Strohressourcen und der damit verbundenen erforderlichen Mindestlagerkapazität zeigt sich, dass bisher nur Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse die Nachfrage nach diesen Rohstoffen von fünf bis sieben Tagen im Voraus gewährleisten können. Dagegen wird die Errichtung solcher Lager durch Kleinbauern in China derzeit durch die Verfügbarkeit der Bauflächen und Kredite limitiert.[374]

5.3.2. Industrieabfälle und -abwässer

Die Charakteristiken von Schlamm aus der Industrieproduktion sind unter anderem, dass diesem im Vergleich zu Abwasserschlamm, der bei Haushalten anfällt, ein höheres praktisches Potential zugesprochen wird, da dieser zu einem größeren Teil aus organischen Stoffen zusammengesetzt ist.[375]

[369] Feng, Zhao 2014
[370] Yang et al. 2014
[371] Feng, Zhao 2014
[372] Yang et al. 2014
[373] Feng, Zhao 2014
[374] Yang et al. 2014
[375] Liu, Chang et al. 2016

Des Weiteren wurde laut dem Chinesischen Statistikamt in China 2015 eine Menge von ca. 3,7 Mrd. Tonnen fester industrieller Abfälle erzeugt. Davon fielen in den Städten Beijing, Tianjin und den Provinzen Hebei, Heilongjiang, Jilin, Liaoning und der Inneren Mongolei knapp 1,1 Mrd. Tonnen an, wobei ungefähr die Hälfte wiederverwertet wurde. 252,6 Millionen Tonnen befinden sich dabei noch in Lagerstätten und wurden noch nicht weiter behandelt, wobei auffällt, dass davon etwa die Hälfte in der Provinz Liaoning zu finden ist. Der Rest der Abfälle der genannten Regionen wurde entsorgt. Bezüglich der gefährlichen Reststoffe wurden von den ca. 4,4 Millionen Tonnen, die in diesen Provinzen entstanden, 49% wiederverwertet und 47% entsorgt, der übrige Teil befindet sich in Lagern.[376] Ende 2009 betrug die Menge an industriellen Abwässern ca. 4,4 Mrd. Tonnen, davon stammten knapp 41% aus der Leichtindustrie, also beispielsweise der Produktion von Alkohol, Zucker, Stroh, Getränken, Papier, etc. Der Rest fiel bei Betrieben aus der Pharmabranche und Schlachthäusern sowie bei der Herstellung von Kautschuk-Kleber und anderen Produkten an.[377] Grundsätzlich könnten 80 Prozent der chinesischen industriellen Abwässer genutzt werden, um Biomethan zu erzeugen.[378]

Auch wenn die industriellen Abfälle aus der Leichtindustrie den größten Anteil der behandelten Reststoffe ausmachen, spielen Abfälle beispielsweise aus der Pharmabranche eine immer bedeutendere Rolle. Aufgrund der fortschreitenden Industrialisierung in China und der damit verbundenen Zunahme des Wohlstands können sich Chinesen verstärkt Medikamente wie beispielsweise Antibiotika leisten. Darüber hinaus hat sich China als Produktionsstandort für den Weltmarkt von Antibiotika und deren Ausgangsprodukten etabliert. Ausgehend von dieser Entwicklung ist die Produktion der chemischen und pharmazeutischen Industrie in den vergangenen Jahren sehr stark angestiegen. Insbesondere hier sind zweistellige Wachstumsraten pro Jahr zu verzeichnen. Mit dieser Entwicklung rückt auch die Betrachtung der umweltgerechten Verwertung und Entsorgung der Abfallprodukte der chemischen und pharmazeutischen Industrie in den Vordergrund. Derzeit werden die oftmals giftigen biogenen Abfälle aus der biochemischen Industrie in China weitestgehend entwässert, getrocknet und anschließend verbrannt. Oftmals werden diese teilweise hochgiftigen Reststoffe unzureichend oder sogar illegal entsorgt, was negative Auswirkungen auf die Umwelt hat, wie beispielsweise durch die Einleitung aktiver pharmazeutischer Substanzen in Gewässer. Einer Untersuchung zum Jahresbericht von 2013 des chinesischen Umweltministeriums zufolge war das Wasser an rund 60% der Stellen, an denen Proben genommen wurden, belastet. Darüber hinaus sei fast ein Fünftel des Ackerlands mit nicht organischen Elementen wie Kadmium vergiftet. In diesem Zusammenhang spielen umweltschonende Verwertungs- und Entsorgungswege für die Abfallstoffe aus der chemischen und pharmazeutischen Industrie in eine wesentliche Rolle, um Chinas Umweltproblemen in diesem Bereich entgegenzutreten.[379]

5.3.3. Städtische Abfälle

Feste Siedlungsabfälle

Im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung Chinas stieg auch die Menge an festen Siedlungsabfällen rapide an. Während 1981 noch ca. 26,1 Millionen Tonnen anfielen, summierten sich diese 2002 bereits auf 136,5 Millionen Tonnen. Seitdem war zwar kein derartiges Wachstum mehr zu verzeichnen,[380] die 2015 produzierte Menge an Siedlungsabfällen von 191,5 Millionen Tonnen stellt dennoch einen deutlichen Anstieg dar. Davon fielen laut dem chinesischen Statistikamt knapp 7,9 Millionen Tonnen in Peking und 6,4 Millionen in der Provinz Hebei an. In Peking wurden 78,8% dieser Abfälle in 26 Anlagen entsorgt, wobei dieser Wert in China durchschnittlich bei 94,1% liegt und von Hebei mit 96,0% (47 Anlagen zur Müllbehandlung) noch überboten wird.[381] Aufgrund einer erwarteten Ansiedelung von weiteren 300 Millionen Menschen in den urbanen Zentren Chinas wird davon ausgegangen, dass bis 2025 die Marke von 500 Millionen Tonnen fester Siedlungsabfälle in China überschritten wird.[382]

[376] National Bureau of Statistics of China 2016c
[377] Heng et al. 2015
[378] Li, Ho 2006
[379] Econet Monitor 2014
[380] He, Luo, Xu 2016
[381] National Bureau of Statistics of China 2016c
[382] Raninger, Zhou 2012

Zwar unterscheidet sich die Zusammensetzung des Siedlungsabfalls je nach Stadtgröße, geographischen Gesichtspunkten und den Lebensgewohnheiten der Menschen, es lässt sich aber grundsätzlich sagen, dass Siedlungsabfälle in China einen im Vergleich zu Europäischen Ländern kleineren Anteil an Glas, Papier und Plastik enthalten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in China wiederverwertbares Papier oder Pappe sowie Glas meist getrennt gesammelt werden.[383] Denn neben der unterentwickelten Abfallverwertung auf offiziellem Wege hat sich in China die Abholung von Wertstoffen durch privatwirtschaftliche Akteure entwickelt, so dass insgesamt von einer guten Situation im Hinblick auf die Entsorgung und Verwertung dieser Stoffe in China gesprochen werden kann mit Ausnahme von biologischen Abfällen. Gewerbliche Abfälle werden zusammen mit dem Hausmüll entsorgt. Die Verwertung von Altpapier belief sich 2013 auf ca. 45%, während diese Rate bei Kunststoffen bei 64% lag. Bei Buntmetall konnten hingegen nur 26,6% recycelt werden. Der Anteil an Abfällen aus der Kohleverbrennung sinkt dank der Umstellung der städtischen Energieversorgung zu Zentralheizungssystemen und dem Beheizen auf Basis der aus der Gasverbrennung gewonnen Energie. Insgesamt wird also der Großteil dieser Wertstoffe einer Entsorgung vorenthalten, so dass sich der organische Anteil in den Abfällen, die die Entsorgungseinrichtungen erreichen, erhöht. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Brennwerte der chinesischen Abfälle mit einer Bandbreite von 3000 bis 6700 kJ/kg deutlich unter denen der entwickelten Länder (8.400 bis 17.000 kJ/kg) liegen. [384] [385]

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass sich der organische Teil in den festen Siedlungsabfällen erhöht hat und dort auch den größten Posten darstellt. Dieser besteht zum größten Teil aus Abfällen aus Küchen, Hotels und Restaurants, von Gemüsemärkten und Gärten. Außerdem ist der Anteil der behandelten Abfälle in China wesentlich geringer. Organische feste Siedlungsabfälle werden üblicherweise nicht vorher sortiert und landen größtenteils auf Deponien oder Verbrennungsanlagen.[386] Ein Beispiel sind die Gemüseabfälle, die täglich in den großen Städten Chinas in reichlichen Mengen erzeugt werden. Diese Reste werden häufig nicht in effizienter Weise gesammelt. Darüber hinaus wird das verkaufte Gemüse in den größeren Städten üblicherweise nicht vorbehandelt, wie das in den entwickelten Ländern meist der Fall ist. Dies ist unter anderen Faktoren der Grund dafür, dass in China Gemüsereste zu den wichtigsten Bestandteilen angehören was Abfälle, die von Haushalten verursacht werden, anbelangt.[387]

Die Mülltrennung ist in China bisher noch nicht weit verbreitet und wird nun vor allem in den großen Städten vorangetrieben. Ein System zur Separation der Abfälle ist allerdings notwendig, um das Verhältnis von Kohlenstoffen zu Stickstoffen flexibel anpassen zu können und damit optimale Bedingungen für die Fermentation zu schaffen. Förderlich zeigen sich in diesem Zusammenhang auch neue Regelungen zur Eingrenzung der Nutzung von organischen Abfällen als Futter in der Tierzucht unter anderem aufgrund von Bedenken hinsichtlich des Transports dieser Abfälle. Um die festen Siedlungsabfälle getrennt behandeln zu können, wurden in acht chinesischen Großstädten jeweils eigene Klassifizierungskategorien definiert, nach denen der Müll getrennt werden soll. Dabei existieren in Peking die Hauptkategorien Haushaltsmüll, Speisereste aus der Gastronomie sowie Abfälle aus öffentlichen Institutionen und Dörfern. Die Einwohner müssen sich bei der Entsorgung ihres Abfalls bei den ersten drei Einteilungen jeweils nach den Kategorien wiederverwertbare Stoffe und sonstige Abfälle richten, wobei Reststoffe aus der Küche bei den Haushalts- und Restaurantabfällen noch zusätzlich eigenständig betrachtet werden. Bei Abfällen aus Dörfern bzw. ländlichen Gegenden findet eine Separierung nach Asche, kompostierfähigem Müll, Sonderabfall, recyclingfähigen Stoffen und sonstigem Müll statt.[388] Laut Schätzungen werden in Peking täglich 11.000 Tonnen Speiseabfälle erzeugt, die durch 2.500 Tonnen an Essensresten aus Restaurants ergänzt werden. Die vier in Peking existierenden Anlagen zur Behandlung dieser Abfälle konnten bei einer Kapazität von 1.200 Tonnen täglich nicht einmal zehn Prozent aufnehmen, so dass der Rest auf Deponien oder in Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden musste (Stand: Februar 2013).[389]

Laut Schätzungen existierten 2015 in China mehr als 900.000 Entsorgungseinrichtungen, wobei 14% davon aufgrund von Wartungsarbeiten oder Ausfällen außer Betrieb waren. Momentan spielen Biogasanlagen oder die Kompostierung der

[383] He, Luo, Xu 2016
[384] Morscheck, Nassour, Nelles 2016
[385] He, Luo, Xu 2016
[386] He, Luo, Xu 2016
[387] Christensen, Sommer, Xinyuan 2011
[388] He, Luo, Xu 2016
[389] Zhou 2013

Abfälle noch keine große Rolle, da der Fokus auf einem schnellen Ausbau der Kapazitäten von Müllverbrennungsanlagen liegt, die durch Einspeisetarife von der Regierung gefördert werden.[390]

Abwasserschlamm

In China leben 20% der Weltbevölkerung, denen aber nur 7% der Wasserressourcen der Erde zur Verfügung stehen. Dies resultiert in einer Wasserknappheit in vielen Teilen des Landes. 61% des Wassers werden in der Landwirtschaft verwendet, 24% in der Industrie und 13% von Haushalten. Besonders im trockenen Norden spielt das Grundwasser eine entscheidende Rolle, da es bis zu 31% der Wasserversorgung ausmacht, wobei der nationale Durchschnitt 18% beträgt. Im nördlichen Teil Chinas wurden elf Provinzen als „wasserarm" kategorisiert. Laut Schätzungen leben in diesen Regionen über 500 Millionen Menschen, die fast die Hälfte der chinesischen Wirtschaftskraft erbringen. In China sind 14% der wichtigsten Flussbecken verschmutzt, so dass das Wasser weder in der Landwirtschaft, noch in der Industrie oder gar zum Trinken verwendet werden kann. Darüber hinaus ist das Wasser aus der Hälfte der Grundwasserbrunnen derart kontaminiert, dass ein Kontakt mit Menschen ausgeschlossen ist.[391]

Aufgrund dieser Situation wird vor allem zukünftig die Aufbereitung und Säuberung von Abwässern eine entscheidende Rolle spielen in der Versorgung Chinas mit Frischwasser. 2015 wurden Schätzungen zufolge 35 Millionen Tonnen Überschussschlamm von Abwasseraufbereitungsanlagen in China erzeugt, was einen Anstieg von 16% im Vergleich zum Vorjahr bedeutet.[392]

Laut Schätzungen von Liu et al. wird das Potenzial zur Herstellung von Biomethan aus Abwasserschlamm bei 9,88 Mrd. m^3 pro Jahr gesehen bei einer biologischen Abbaubarkeit von knapp 38%, so dass sich ein praktisches Potenzial von jährlich 3,72 Mrd. m^3 ergibt.[393]

Insgesamt lässt sich allerdings eine Diskrepanz bei der Abwasserbehandlung zwischen urbanen und ländlichen Gebieten feststellen. Auf dem Land, wo 2016 knapp 42,7% der chinesischen Bevölkerung lebten, dominiert heute auch weiterhin die Entsorgung von Abwässern in Grubenlatrinen oder die direkte Zuführung in Gewässer. Die Behandlung des Abwasserschlamms findet nur begrenzt statt. In Städten wurde diese hingegen kontinuierlich ausgebaut. Insgesamt führt dies dazu, dass Schätzungen zufolge 52% der Abwässer der chinesischen Bevölkerung in Abwasserbehandlungsanlagen gelangen. Dabei lässt sich beobachten, dass vor allem die wirtschaftlich besser gestellten östlichen Provinzen eher von derartigen Systemen profitieren. [394] [395]

Häufig wird aber auch städtischer Abwasserschlamm unbehandelt auf Deponien verbracht oder direkt der Umwelt zugeführt und stellt damit ein erhebliches Risiko für die Verseuchung von Boden, Grundwasser und Luft dar. Daher müssen in China 70% des Abwasserschlamms von bezirksfreien Städten behandelt und gereinigt sein. Für diesen Schlamm müssen dann im Anschluss geeignete Möglichkeiten zur Entsorgung zur Verfügung stehen. Bis 2020 soll dieser Anteil nach dem Willen der Regierung auf 90% steigen. Viele negative Einzelfälle, die die unbehandelte Lagerung des Schlamms dokumentierten, lassen jedoch auf eine Missachtung dieser Anordnung schließen. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass eine Nichtbeachtung dieser Regelung bisher keine Strafmaßnahmen nach sich zieht.[396]

Darüber hinaus bedeutet eine Behandlung des Abwasserschlamms in China meist nicht, dass zum Schluss ein unbedenkliches dekontaminiertes Endprodukt zur Verfügung steht, welches ohne weiteres als Dünger auf den Feldern ausgebreitet werden kann. Denn während Anlagen zur Abwasserbehandlung in westlichen Ländern einen dreistufigen Prozess zur Trennung des Schlamms von Parasiten, krankheitserregenden Bakterien und Schwermetallen unterlaufen,

[390] Morscheck, Nassour, Nelles 2016
[391] van Gulick 2016
[392] Liu 2016
[393] Liu et al. 2016
[394] National Bureau of Statistics of China 2017b
[395] Brink et al. 2013
[396] Liu 2016

endet in China die Behandlung in der Mehrzahl der Fälle nach den ersten zwei Prozessschritten, so dass der Schlamm zum Großteil noch kontaminiert bleibt. Grundsätzlich unterläuft in China überhaupt nur 20% des Abwasserschlamms einem sekundären Stabilisierungsprozess, da sich die Betreiber der Anlagen die Vorrichtungen zur Dekontaminierung kaum leisten können. Davon wiederum werden nur 13% für eine Verwendung in der Landwirtschaft aufbereitet. Das Ergebnis ist, dass 80% des Abwasserschlamms ohne vorherige Behandlung auf Deponien landen. Hinzu kommt, dass die Behandlung von Abwässern oftmals nicht im Wasserpreis enthalten ist oder nur zu einem geringen Teil, so dass ein wirtschaftlicher Betrieb der Anlagen nicht möglich ist.[397]

Insbesondere im Bereich der Ausstattung für feste Abfälle und Abwässer sieht der Entwurf des Investitionslenkungskatalogs von 2017 eine erhöhte Förderung vor. Konkret betont der Katalog unter anderem die Förderung der Ausstattung der Behandlung von Bauschutt und dessen Wiederverwertung, von gefährlichen Abfällen und von Anlagen zur Müllverbrennung von einer täglichen Kapazität von 500 Tonnen.[398]

6. Status und Effizienzsteigerungspotenziale von Technologien im chinesischen Biogassekor

Die Technologien für die Herstellung von Biogas lassen sich in verschiedene Verfahren des Biogasentstehungsprozesses und in konkrete Komponenten, aus denen die einzelnen Anlagen bestehen, aufteilen. Im Folgenden soll ein Überblick über den Status quo der Entwicklung der chinesischen Biogasindustrie in diesen Bereichen aufgezeigt werden. Darüber hinaus werden Technologien identifiziert, in denen chinesische Anbieter noch Verbesserungspotenziale aufweisen und wo die chinesische Biogasbranche auf ausländische und insbesondere deutsche Lösungen angewiesen ist.

6.1. Verfahren

6.1.1. Biogasaufbereitung

Der Prozess der Biomethanaufbereitung lässt sich in zwei wesentliche Schritte einteilen: Die Biogasaufbereitung, in der eine Entschwefelung stattfindet und Trocknung des Gases erfolgt, sowie die Veredelung des Gases, in der ein wesentlicher Schritt die Abtrennung des Kohlenstoffdioxids vom Biomethan mittels unterschiedlicher Methoden darstellt. Der Status der Entwicklung Chinas und mögliche Effizienzsteigerungspotenziale in diesen Feldern werden im Folgenden näher beleuchtet.

Entschwefelung und Trocknung

Im Bereich der Entschwefelung ist China bereits weit vorangeschritten, so dass viele Lösungen von heimischen chinesischen Unternehmen angeboten werden. Dazu gehören die trockene Entschwefelung, die nasse Entschwefelung durch eine flüssige, zwei- bis dreiprozentige Natriumkarbonatlösung sowie die Entschwefelung durch die Einleitung von Luft.[399] [400]

Bei chemischen Verfahren werden die Stoffe Fe_2O_3, ZnO, MnO_2, etc. zur Entschwefelung verwendet. In China hat sich bisher das Verfahren unter der Nutzung von Eisenoxid als die effizienteste Methode erwiesen.[401] Diese ist auch bekannt unter dem Begriff der „trockenen Entschwefelung“ und wird von chinesischen Firmen für das sogenannte „tower-type desulphurization“-Vorrichtung in verschiedenen Formen angeboten: Entweder ring-, kugel- oder streifenförmig. Eine Alternative zu den bisher genannten Methoden stellt der Bioentschwefelungsprozess dar. Bei diesem Verfahren ist besonders auf die richtige Temperatur, Feuchtigkeit, den pH-Wert und Nährstoffgehalt zu achten. Sind diese Parameter unter Kontrolle, kann unter Einsatz von Bakterien wie Fotosynthese-Schwefelbakterien, farblosen Schwefelbakterien,

[397] Han, Liu 2015
[398] NDRC 2017e
[399] Li, Wang, Yu 2011
400 Li et al. 2011
[401] Bao et al. 2012

Thiobacilli, etc. Schwefelwasserstoff (H_2S) zu elementarem Schwefel oder Schwefelsäure umgewandelt werden. Dieses Entschwefelungsverfahren überzeugte insbesondere durch eine höhere Effizienz des Entschwefelungsprozesses, eine bessere Kostenperformance und geringere Sekundärverschmutzung. Diese machen dieses Verfahren zu einer wettbewerbsfähigen Alternative,[402] gerade weil hier die Kosten für die Entschwefelung nur bei 30% verglichen zu den gerade beschriebenen üblichen Methoden liegen. Bei dieser Technologie, die in Anlagen mittleren bis großen Maßstabs eingesetzt wurde, ist China bisher auf Importe aus Deutschland und anderen Ländern angewiesen.[403]

Grundsätzlich zeigt sich aber, dass in China für die Entwicklung der heimischen Technologie für die Biogasentschwefelung noch weitere Forschungsbemühungen nötig sind. Besonders ist dies im Hinblick auf die Korrosion von Entschwefelungsanlagen durch Schwefelwasserstoff sowie den Einfluss der Einleitung des Sauerstoffs im Entschwefelungsprozess auf die Wirkung der Biogasveredelung der Fall.[404]

Hinsichtlich der Trocknung des Gases lässt sich feststellen, dass bei chinesischen Mutter-Gasstationen für CNG Trocknungsgeräte verwendet werden, die nach der Methode der physikalischen Dehydration funktionieren.[405] Zum Entwicklungsstand der Technologien zur Trocknung des Biogases sind kaum verfügbar.

Kohlenstoffdioxidabtrennung

Zurzeit existieren verschiedene Verfahren für die Entfernung des CO2 aus dem Biogas, unter anderem sind das Pressure Swing Adsorption (PSA)-Verfahren, die Druckwasserwäsche, physikalische, chemische und Aminwäscheverfahren, die Membrantechnologie und Kryogene Separation zu nennen.[406]

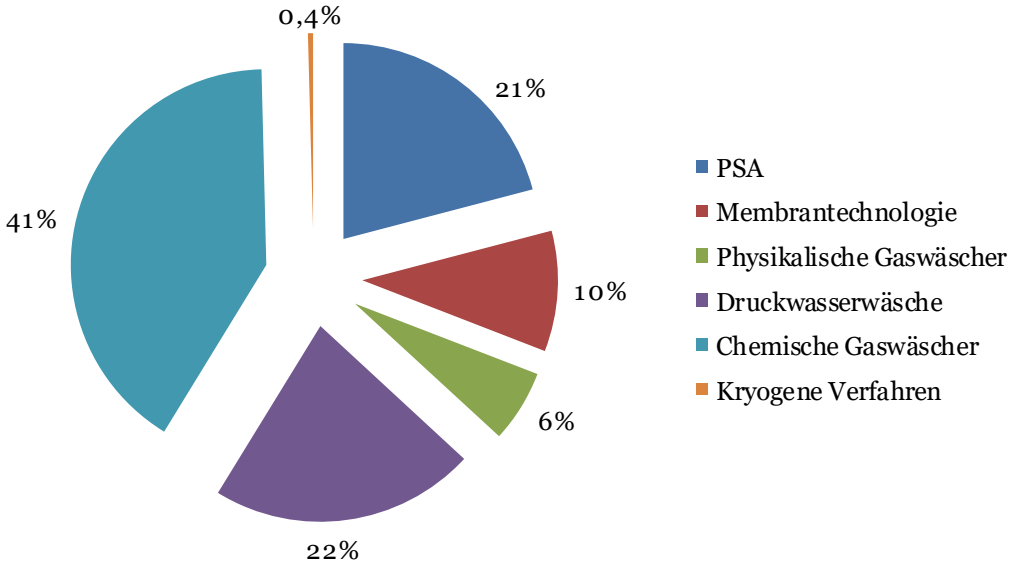

Abbildung 25: Marktanteile der verschiedenen Technologien für die CO_2-Abtrennung in China 2015[407]

An der Technologie für die Biogasentkohlung wird seit über zehn Jahren in China geforscht, was bereits zu einer gewissen Reife in diesem Bereich führte. So wurden bei der Erforschung von Technologien zur Biomethanveredelung insbesondere

402 Bao et al. 2012
403 Li et al. 2011
404 Bao et al. 2012
405 Jiang,Wu, Zou 2012
406 Bao et al. 2012
407 Biogas Institute of Ministry of Agriculture 2017

bei dem Pressure Swing Adsorption (PSA)- und dem Wasserwäscheverfahren in der Forschung und Entwicklung Fortschritte erzielt, so dass diese nun in laufenden Projekten eingesetzt werden.[408]

Hinsichtlich der Technologie zur Biogasveredelung lässt sich aussagen, dass die Druckwasserwäsche, die PSA-Methode und die Aminabsorption zu den Technologien mit einem hohen Reifegrad gehören. Diese machen auch den größten Marktanteil aus: So kamen chemische Gaswäscher, die PSA-Technologie sowie die Druckwasserwäsche 2015 auf einen Marktanteil von 84 Prozent, wobei die chemischen Verfahren insgesamt mit 41% am verbreitetsten sind (siehe Abbildung Abbildung 25). Die Einführung neuer Technologien in der kurzen Frist erscheint daher aufgrund der Etablierung der genannten Technologien auf dem Markt weniger erfolgversprechend zu sein.[409] [410]

Die Druckwasserwäsche spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Biomethanerzeugung im industriellen Maßstab. Dies zeigt das Beispiel der Tian Guan Destillerie, welche im Jahr 100.000 Tonnen Alkohol aus Kartoffeln produziert. Diese Anlage war eine der ersten Destillerien, die ihr Abwasser unter Verwendung von anaerober Fermentation behandeln ließ. Dieses beläuft sich auf ein Volumen von 1.300 bis 1.500 m³ täglich, welches in zwei 5.000 m³ fassenden Behältern behandelt wird. Die tägliche Erzeugung von Biogas beläuft sich auf 40.000 m³. Danach findet eine Entschwefelung statt gefolgt von einer Kompression des Gases auf 2,0 MPa. Dieses wird anschließend in den Boden eines Festbettreaktors geleitet, während das Wasser vom oberen Teil der Röhre auf das Gas herabströmt. Damit kann eine Befreiung des Biogases von CO2 zu einer Rate von 97 Prozent erreicht werden. Das schlussendlich zur Verfügung stehende Biomethan entspricht der chinesischen Norm (GB/T18047-2000) und kann anschließend weiter komprimiert und als Treibstoff im Transportbereich genutzt werden. Das belastete Wasser wird im Anschluss nach einem Reinigungsschritt in eine Desorptionsröhre geleitet, wo es auf 0,6 MPa dekomprimiert wird, so dass das meiste darin gelöste Methan genutzt werden kann. Insgesamt können 99 Prozent des Methans mithilfe dieser Methoden einer Verwendung zugeführt werden.[411]

Zu den neuen Technologien im Bereich der Biogasaufbereitung gehört das Membrantrennverfahren. Momentan befindet sich dieses noch in der Forschungsphase bzw. im Einsatz in kleineren Anlagen. Dabei geht es darum, Systeme mit hoher Effizienz unter der Verwendung kostengünstiger Materialien zu erforschen. Die Anwendung dieser Technologie in der Industrie ist noch gering.[412] Ein prominentes Beispiel hierzu stellt die Biogasanlage Minhe II in Penglei in der ostchinesischen Provinz Shandong, die mithilfe von Membrantechnologie Biomethan erzeugt. Deren Einsatz stellt in China einen neuartigen Ansatz zur Biogasveredelung dar und soll dafür sorgen, dass 60.000 nm³ Biogas täglich zu Biomethan umgesetzt werden. Bei dem Betrieb durch die Firma Minhe Biological Sci-tech handelt es sich um einen der größten Geflügelhalter der Welt und gleichzeitig um die größte Anlage, die die von Evonik gelieferte Membrantechnologie in China verwendet. Das deutsche Unternehmen EnviTec Biogas AG war verantwortlich für die Lieferung der zwei Biogasaufbereitungsanlagen einer Leistung von jeweils 1. 000 nm³, die das komplett aus Hühnermist erzeugte Biogas in Biomethan umwandelt. Das Biomethan wird anschließend komprimiert und als Treibstoff für Fahrzeuge, insbesondere für Taxis, in Yantai verwendet. Dadurch kann Unabhängigkeit vom nationalen Gasnetz erreicht werden. Außerdem können dadurch im Vergleich zu der Nutzung des Biomethans zur Elektrizitätserzeugung höhere Umsätze erzielt werden, da Erdgas in China wesentlich teurer ist als Strom.[413] [414]

Die Anwendung von kryogenen Verfahren führt zwar zu einer hohen Reinheit des Biogases, allerdings ist eine Kühlung auf minus 80 Grad Celsius notwendig. Dies bedeutet einen hohen Energieverbrauch. Außerdem sind die einzelnen Komponenten sehr komplex. Dies resultiert in höheren Kosten für diese Technologie und einer bisher geringen Durchsetzungsfähigkeit in China.[415]

---

[408] Bao et al. 2012
[409] Zhang, Zheng 2013
[410] Biogas Institute of Ministry of Agriculture 2017
[411] Heng, Xu et al. 2015
[412] Bao et al. 2012
[413] biogasrat.de 2017
[414] rural21.com 2014
[415] Zhang, Zheng 2013

Im Zuge der verstärkten Forschungsbemühungen gelang es in China, in Bereich der chemischen Absorption, der Druckadsorption und anderen Bereichen Komponenten und Ausstattung zu entwickeln und diese zu kommerzialisieren. Allerdings liegt China vor allem in der Forschung und Entwicklung kompletter Systeme der Biogasaufbereitung für eine Verwendung in großem Maßstab noch hinter Ländern, die fortschrittliche Technik anbieten können.[416] Ein aktuelles Projekt betrifft die Erforschung des umfassenden Einsatzes der Druckwasserwäsche. Hierbei handelt es sich um eine Kooperation des neuseeländischen Unternehmens Greenlane Biogas mit der China Agricultural University (CAU). Der Forschungsschwerpunkt liegt darin, unter Einsatz der Druckwasserwäschetechnologie von Greenlane die verschiedenen Biomethanausbeuten bei der Fermentation unterschiedlicher landwirtschaftlicher organischer Abfälle zu ermitteln. Zudem sollen Möglichkeiten gefunden werden, die Effizienz der unterschiedlichen Anlagen zu erhöhen und die Biomethanausbeute zu vergrößern. Diese Versuche werden in einer Pilotanlage für erneuerbares Gas in Zhuozhou, einer Stadt südlich von Peking, durchgeführt. Diese wird von der Universität betrieben und wandelt Biogas bei einer Rate von 80 m^3 pro Stunde in Biomethan um. Das Endprodukt genügt den chinesischen Standards für Gasfahrzeuge und wird dann in komprimierter Form als CNG-Gas an Tankstellen für regionale Gasfahrzeughalter angeboten.[417]

Derzeit gibt es keinen technischen Standard für die Biogasaufbereitung. Allerdings können von den Standards für Erdgas (GB 17820-1999) sowie für CNG-Gas für Automobile (GB 18047- 2000) die Anforderungen an veredeltes Gas abgeleitet werden.[418]

6.1.2. Mess- und Analyseverfahren

Um eine Biogasanlage ökologisch, ökonomisch und sicher zu betreiben ist es erforderlich, die exakte Zusammensetzung des produzierten Biogases zu kennen. Neben der Minimierung des Ausstoßes von klimarelevantem Methan kann so auch eine Optimierung des Anlagenbetriebs hinsichtlich der Menge und Zusammensetzung des Substrats sowie der Effizienz beziehungsweise Lebensdauer verschiedener Komponenten einer Biogasanlage erzielt werden. Eine solche Gasanalyse des produzierten Biogases kann entweder mit einem mobilen Mehrgasmessgerät oder einer stationären Messvorrichtung durchgeführt werden. Dabei ist entscheidend, dass das verwendete Messgeräte-System den Ansprüchen des zu charakterisierenden Gasgemisches gerecht wird. Es muss daher verschiedene Gase mit sehr unterschiedlichen Eigenschaten (z.B. toxisch, brennbar, korrosiv) über einen großen Konzentrationsbereich nachweisen können.[419]

Bei einem mobilen Mehrgasmessgerät besteht der Vorteil, dass die Zusammensetzung des Biogases an verschiedenen Messpunkten im Bereich der gesamten Biogasanlage bestimmt werden kann. Bei der Mehrzahl der Geräte können die gemessenen Werte für jeden Messpunkt gespeichert werden. Zudem besteht in den meisten Fällen die Möglichkeit, die gemessenen Werte über eine integrierte Schnittstelle auf einen stationären Rechner zu übertragen. Dies ist notwendig, um zum einen die Langzeitentwicklung der einzelnen Komponenten des Biogases zu beobachten und zum anderen anhand der gemessenen Konzentrationen weitere Berechnungen, beispielsweise zur benötigten Menge an Substrat in Abhängigkeit der produzierten Menge an Biogas durchführen zu können.[420]

Eine Geräte-Kombination aus stationärer Einheit mit mobilem Mehrgasmessgerät hingegen bietet die Möglichkeit, Entwicklungen beziehungsweise Veränderungen in der Zusammensetzung des produzierten Biogases anhand der Konzentrationen einzelner Komponenten zu messen, zu visualisieren und auf der Grundlage dieser Messwerte auch den Herstellungsprozess zielgerichtet zu steuern. Mit dem Analysesystem ist sowohl eine Optimierung als auch eine Überwachung einzelner Prozessschritte oder Bereiche einer Biogasanlage, selbst während des Anlagenbetriebs, möglich. Ein Gesamtsystem bestehend aus einer Geräte-Kombinaion aus mobilem Mehrgasmessgerät und stationärer Einheit mit acht Messstellen sowie einem Durchfluss- und Temperaturtransmitter zur qualitativen und quantitativen Analyse von

[416] Bao et al. 2012
[417] gnvmagazine.com 2015
[418] Bao et al. 2012
[419] Econet Monitor 2015
[420] Econet Monitor 2015

Biogas wird beispielsweise in einer Biogasanlage in der Großgemeinde Daxingzhuang im Beijinger Stadtbezirk Pinggu erfolgreich eingesetzt.[421]

In dieser Anlage findet im Anschluss an die Biogasherstellung sowohl eine Aufbereitung des Biogases als auch eine Abfüllung des aufbereiteten Gases in entsprechende Behältnisse statt. Um die Qualität sowie die Menge des Biogases während der gesamten Prozesskette zu überwachen, wird die Gaszusammensetzung zu verschiedenen Zeitpunkten im Produktionsprozess gemessen. Messpunkte befinden sich unter anderem nach der Entschwefelung und direkt vor der Abfüllung. Während der Messung wird an den verschiedenen Messpunkten standardmäßig eine Konzentrationsbestimmung der Gaszusammensetzung hinsichtlich der Anteile an Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff sowie Schwefelwasserstoff durchgeführt.[422]

Trotz der Forschungsbemühungen und Referenzprojekten wie diesen wird die Messung und Analyse des Biogasprozesses in China allerdings immer noch durch Geräte dominiert, die nicht genau genug arbeiten und unpräzise kalibriert sind. Darüber hinaus ist die Wartung dieser Geräte nicht ausreichend. Oftmals fehlen die nötigen technischen Kenntnisse, um die richtigen Rückschlüsse aus den Messungen zu ziehen. So werden häufig einzelne Ausschläge der Messdaten gleich als Ungleichgewicht des ganzen Systems interpretiert.[423]

Die Konsequenz daraus ist, dass momentan die Kontrolle der verschiedenen Einflussgrößen im Verlauf des Fermentationsprozesses wie etwa die Temperatur, das Umrühren, der Zeitpunkt für die Einleitung der Substrate sowie deren Qualität, etc. noch nicht genau und rechtzeitig genug funktionieren. Daher stellt der Einsatz von Technologien zur automatischen Kontrolle des Gärvorgangs eine Lösung zur Verbesserung der Effizienz im chinesischen Biogassektor dar. Momentan fußt diese Technologie in China überwiegend auf komplexe Relaislogik, die sich als unzuverlässig erwiesen hat. Daher wurden in China in den letzten Jahren einige Studien zum Einsatz von programmierbaren Kontrollsystemen und deren technologischer Entwicklung durchgeführt. Die Grundlage dafür waren „Programmable Logical Controller", mithilfe derer es möglich ist, die Fermentation, das System zur Einleitung der Substrate, das Biogasveredelungssystem sowie die Methanspeicherung automatisch zu überwachen und zu steuern. Einige dieser Kontrollsysteme wurden auch in Biogasanlagen angewendet.[424]

In China haben sich viele Durchflussmetertechnologien etabliert. Dazu zählen der Turbinen-, Vortex-, Messblenden-, average velocity tube-, thermische Massedurchflussmesser, Ultraschall- und der optische Durchflussmesser (optical flicker-related flowmeter). Dabei bieten sich speziell für den Ultraschalldurchflussmesser gute Chancen, da dieser leicht zu bedienen ist weil sich an diesem unter anderem keine Gärreste ansammeln und diesen blockieren. Außerdem ist er vor allem gegenüber Schwefelwasserstoff korrosionsresistent und anpassungsfähig für den Einsatz in Biogasanlagen, die jeweils unterschiedliche Substrate behandeln.[425]

Zurzeit ist die Vernetzung der Biogasanlagen mit dem Internet der Dinge in China noch am Beginn der Entwicklung. Dabei könnte durch eine Anbindung der Messgeräte an einen Server der Zugriff für eine Echtzeitüberwachung geschaffen werden. Besonders hinsichtlich des pH-Wertes, der Temperatur im Biogasfermenter, dem Druck und anderen Sensoren könnten die gewonnen Informationen an einen Rechner bzw. Smartphone gesendet werden, um eine stetige Kontrolle durch Frühwarnung und Videoberwachung zu ermöglichen. Zusätzlich werden die gesammelten Daten anschließend automatisch über mobile Netze an eine Cloud gesendet, von welcher aus Fachpersonal die Informationen auf Grundlage einer breiten Datenbasis und unter Unterstützung durch die Expertise von Experten aufrufen und auswerten kann. Durch die daraus hervorgehenden Anpassungsmaßnahmen kann die Effizienz und damit die Biogasausbeute der Anlagen wesentlich gesteigert werden. Da China in diesem Bereich noch kaum aktiv ist, bieten sich hier Chancen für deutsche Anbieter. Allerdings befindet sich diese Art der Überwachung des Fermentationsprozesses in China noch am Beginn des Entwicklungs- und Erforschungsstadiums. [426]

---

[421] Econet Monitor 2015
[422] Econet Monitor 2015
[423] Dong 2015 a
[424] Dong 2015 b
[425] woyaoce.cn 2017
[426] Ding et al. 2015

Trotz langjähriger Unterstützung der chinesischen Regierung sind Biogasanlagen in China noch immer durch niedrige technologische und operative Effizienz gekennzeichnet und somit deutlich ineffizienter als beispielsweise in Deutschland. Hier kann moderne Messtechnik und Überwachung einen Beitrag zur Effizienzsteigerung im chinesischen Biogassektor leisten. Gemeinsam mit chinesischen Partnern bieten sich deutschen Unternehmen, die durch innovative Technologien und Lösungsansätze in diesem Bereich überzeugen, aussichtsreiche Marktchancen.[427]

6.1.3. Substratvorbehandlung

Die Vorbehandlung von Rohstoffen schließt die Entfernung von Unreinheiten und Sand ein sowie die Auflösung der Zellstruktur des Substrats und die Verkleinerung der Größe der einzelnen Partikel. Zurzeit werden verschiedene physikalische, biologische, chemische Vorbehandlungsmethoden erforscht. So gehört China zu den ersten Ländern bei der Erforschung der trockenen Fermentation, bereits in den 1980er Jahren gab es dazu erste Projekte. Da die Anforderungen hinsichtlich der Unreinheiten und an die Partikelgröße des Substrats gering sind, konnten hier schnell Fortschritte erzielt werden.[428]

Bei der Vorbehandlung durch Zerquetschen von Rohmaterialien wird in China wie auch in anderen Ländern die Hydrolyse, Rührtechnik und weitere Verfahren verwendet. Zwar gibt es dazu in China die nötige Ausstattung, jedoch gelang es bisher nicht standardisierte Produkte herzustellen. Ein Beispiel für die Anwendung der Hydrolyse stellt die Biogasanlage Deqingyuan in der Nähe von Peking dar, die dieses Verfahren nutzt, um den Faulschlamm bestehend aus Eierresten und Hühnermist aus der Hühnerzucht von Sand zu trennen. Dieser macht einen großen Teil der zu vergärenden Masse aus. Diese kann durch das Hydrolyseverfahren zu einer Rate von 80 bis 90 Prozent von Sand befreit werden.[429]

Während bei der Homogenisierung von Rohmaterialien die Ausstattung zur Reife gebracht werden konnte, steht China im Bereich der Entsalzung von Faulschlamm, der Vorbeheizung und anderen Arten von Komponenten und Verfahren jedoch noch am Beginn der Entwicklung, so dass hier noch Verbesserungspotenzial besteht. Davon konnten besonders deutsche Anbieter wie Netzsch, Vogelsang oder Börger bereits profitieren etwa im Bereich der Häckselmaschinen. So fanden vor allem die Schermischmaschinen weite Verwendung bei der Vorbehandlung des Faulschlamms.[430]

Grundsätzlich wird bei der überwiegenden Zahl der Verfahren zur Vorbehandlung der Substrate der Einsatz der CSTR-Technologie für das Reaktordesign bevorzugt. Allerdings werden auch andere Reaktortypen für den Einsatz mit Vorbehandlungstechnologien für Stroh ins Spiel gebracht. Dazu gehört auch der sogenannte Vertical-Plug-Flow Fermenter. In diesem Modell bildet das Stroh eine deckende Schicht. Nach der Vergärung sinken die fermentierten Stoffe auf den Boden des Faulbehälters und können entfernt werden. Die obere Strohschicht wird dabei durch das feuchte fermentierte Material, welches vom Boden des Faulbehälters heraufgepumpt wird, wieder befeuchtet. Dabei ist es wichtig, dass die obere Schicht nicht zu dick wird. Weitere Faktoren sind die Gewährleistung einer ausreichenden Wasser- und Nährstoffzufuhr sowie der möglichst vollständigen Durchlässigkeit, damit sich das Gas an der Oberfläche des Behälters sammeln kann.[431]

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass China noch am Anfang der Entwicklung der Technologie für die Vorbehandlung von Substraten für die Biogaserzeugung steht und sich diesbezüglich noch in der Erforschungsphase befindet. Hier ergeben sich deshalb aussichtsreiche Chancen für deutsche Unternehmen, die effiziente Produkte für die Substratvorbehandlung anbieten.

[427] Econet Monitor 2015
[428] Li, Liu, Sun 2013
[429] Chen et al. 2010
[430] Chen et al. 2010
[431] Clemens 2016

6.2. Komponenten

6.2.1. Biogasreaktorsysteme

Weltweit können die eingesetzten Biogasanlagen mit anaerober Fermentation in drei Kategorien eingeteilt werden: Ein-Phasen-Reaktoren, Zwei-Phasen-Reaktoren und Anlagen nach dem Batch-Betrieb. Aufgrund geringerer Kosten und dennoch akzeptabler Leistung werden die Ein-Phasen-Reaktoren bevorzugt, so dass auch in China der überwiegende Teil der Anlagen größeren Maßstabs mit diesem Fermentertyp ausgestattet ist.[432]
In China beträgt die durchschnittliche Biogasproduktionsrate 0,212 m^3/m^3d für kleine anaerobe Fermenter, 0,274 für mittlere, 0,523 für große und 0,827 bei sehr großen Reaktoren. Diese Daten unterstreichen, dass in China bei zunehmendem Volumen des Reaktors der Betrieb der Biogasanlage effizienter wird. Dies lässt sich dadurch erklären, dass bei kleineren Systemen häufig traditionelle und weniger effiziente Systeme zum Einsatz kommen wie etwa die hydraulischen Gärbehälter oder der Plug-Flow-Reaktor. Größere Anlagen hingegen arbeiten auf Basis wesentlich effektiverer Systeme wie CSTR (Continuous Stirred-Tank Reactor), UASB (Up-Flow Anaerobic Sludge Bed) und UBF (Upflow Blanket Filter).[433]

Dies lässt sich insbesondere bei Anlagen zur Behandlung von tierischen Exkrementen beobachten. Die ersten solchen Anlagen aus den 1980er Jahren waren dadurch charakterisiert, dass sie im Untergrund verbaut wurden und bei Umgebungstemperatur betrieben werden konnten. Dabei kamen Plug-Flow-Reaktoren zum Einsatz, die von ebenfalls im Boden verbauten hydraulischen Reaktoren ersetzt wurden. Die Vorteile wie ein geringerer Bedarf an der Vorbehandlung der Substrate, der kleine Platzbedarf sowie die geringen Kosten wurden jedoch durch die negativen Aspekte, zu denen die allgemein geringe Effizienz u.a. aufgrund des Betriebs bei Umgebungstemperaturen und des Entweichens von Mikroorganismen sowie die erschwerte Entfernung des Gärrestes gehören, überboten. Daher wurden neue Systeme wie AC (Anaerobic Control) oder UBF entwickelt. Trotzdem werden die alten Reaktortypen ungeachtet ihrer ineffizienten Funktionsweise heute auch weiterhin in Anlagen kleiner ländlicher Haushalte und landwirtschaftlicher Betriebe verwendet.[434]

Im Laufe der Weiterentwicklung der Reaktorsysteme für Biogasanlagen, die durch Mist und Gülle aus der Tierzucht betrieben werden, wurden beispielsweise besonders in Nordchina Anlagen mit einer Kombination aus UASB- und SBR (Sequencing Batch Reactor)-Technologie verbaut. Ein Beispiel ist die Ma Sanjia Schweinefarm in Liaoning. Diese wurde 1994 eröffnet und verarbeitete Schweinegülle (COD: 4.000 bis 5.000 mg/l) bei Umgebungstemperaturen von 9 bis 13 Grad Celsius und einer Biogasproduktionsrate von 0,2 bis 0,3 m3/(m3 d). Im neuen Jahrtausend schließlich verbreitete sich die CSTR-Technologie in China. So wurde beispielsweise in Peking bei der Beijing Deqingyuan Agricultural Technology eine Anlage mit einer täglichen Erzeugung von 20.000 m^3 Biogas unter der Nutzung von CSTR-Reaktoren errichtet, die mit Hühnermist betrieben wird.[435]

Grundsätzlich verwenden große und mittlere Anlagen, die als Substrate landwirtschaftliche Schlamme aus der Hühner- und Viehzucht verarbeiten, hauptsächlich den vertikalen Reaktortyp. Dabei sticht besonders die USR (Up-Flow Solid Reactor)-Technologie hervor, die in 40% aller Anlagen mittleren und großen Maßstabs genutzt wird. Zusammen mit der CSTR-Technologie stellen diese beiden Reaktorsysteme laut einer Studie aus dem Jahr 2011 mit 65% die beiden am häufigsten verwendeten Modelle dar.[436]

Bei Anlagen zur Erzeugung von Biogas aus Mist und Gülle aus der Landwirtschaft beträgt das durchschnittliche Reaktorvolumen 300 m^3. Nur 6,6 Prozent der Anlagen weisen ein Reaktorvolumen größer 500 m^3 auf, wobei die kleinen Anlagen bei einem Volumen kleiner 50 m^3 einen Anteil von knapp 60 Prozent ausmachen. Biogasprojekte für die Behandlung von industriellen und kommunalen Abwässern hingegen sind in China durch ein durchschnittliches

[432] He, Luo, Xu 2016
[433] Gong et al. (2015)
[434] Deng et al. 2016
[435] Deng et al. 2016
[436] CNREC 2011

Volumen von 2.500 m³ charakterisiert. Schätzungen zufolge gibt es 50 Anlagen, deren Behälter ein Volumen von 10.000 m³ überschreiten (Stand: 2011).[437]

Speziell bei der Erzeugung von Biogas aus kommunalem Abwasserschlamm zeigt sich, dass hier vor allem die CSTR-Technologie zum Einsatz kommt. Dabei kann dieser Reaktor auf Basis einer Stahl- oder einer Stahlbetonkonstruktion errichtet werden. Auch aus Deutschland importierte eiförmige Reaktoren werden eingesetzt. Grundsätzlich wird die mesophile Fermentation bei einer Verweilzeit von 20 bis 30 Tagen angewendet, wobei das Volumen des einzelnen Reaktors üblicherweise 1.000 m³ beträgt.[438]

Des Weiteren wurden seit den 2000er Jahren über 2.000 Anlagen mittleren bis großen Maßstabs errichtet, die industrielle Abwässer aus der Alkohol-, Stärke- und Papierproduktion umsetzen und dabei auf Technologien wie CSTR, UASB, EGSB, IC, etc. basieren. Insgesamt gibt es in den ländlichen Gebieten 25.100 Anlagen dieser Größenordnung bei einer Produktion von Biogas in Höhe von 7,5 Mrd. m³ (Stand: 2015). Dies ist auch den chinesischen Forschungsbemühungen in den 2000er Jahren zu verdanken, die die Industrialisierung und Einführung dieser Anlagen in China vorbereiteten.[439] Laut offiziellen Statistiken aus dem Jahr 2014 betrug die volumetrische Produktionsrate von Biogas im Jahr 2014 bei Anlagen, die industrielle Abfälle behandeln, 1,05 m³/(m³ d) und erwies sich damit als wesentlich höher als bei Anlagen, die landwirtschaftliche Abfälle behandeln.[440]

Generell ließ sich beobachten, dass zu Beginn des Einsatzes von Biogasanlagen bei Abwasser aus der Industrie CSTR-Fermenter eingesetzt wurden. Im Zuge des weiteren technologischen Fortschritts und der Zuwendung hin zu sauberen Systemen fanden UASB-Reaktoren sowohl im Alkohol- als auch im Stärkesektor weite Verbreitung.[441] So wird in China heute in knapp der Hälfte der über 1.000 Anlagen zur Behandlung von industriellen Abwässern der UASB-Reaktor verwendet, der damit den beliebtesten Reaktortypen in diesem Sektor darstellt. In 32 Prozent der Anlagen ist hingegen weiterhin die CSTR-oder die AC (Anaerobic Contact)-Technologie im Einsatz , die für Abwasser mit einem hohen Gehalt an Schwebstoffen genutzt wird. Diese würden bei einem Einsatz in einem UASB-Reaktor die Bildung von körnigem Faulschlamm behindern. In den letzten Jahren ließ sich weiterhin eine Konzentration auf die Entwicklung von EGSB-(Expansion granular sludge beds) und Internal Circulation (IC)-Reaktoren beobachten, die auf insgesamt 11% aller Reaktortypen kommen.[442]

Die Bevorzugung des UASB-Reaktors bei der Behandlung von Industrieabwässern lässt sich auf viele Faktoren zurückführen. Ein entscheidender Wendepunkt war die Entwicklung und erfolgreiche Herstellung der Drei-Phasen Separatoren in China, die einen wichtigen Bestandteil des UASB-Systems darstellen. Die Errichtung dieses Reaktors erfolgt über den Einsatz von technischem Kunststoff und ist leicht vor Ort zu bewerkstelligen. Während zu Beginn Stahlbeton zum Bau des Reaktors genutzt wurde, erforderten die Nachteile wie eine lange Bauzeit, hoher Platzbedarf und eine schwer zu überwachende Qualität eine Ausrichtung auf neue Konstruktionsmaterialien. Die Alternative der Nutzung von Stahl zeigte sich aufgrund der hohen Kosten und Korrosionsproblemen als ungeeignet. Daher hat sich in den letzten Jahren die von der deutschen Firma Lipp bereitgestellte Bautechnik als eine effizientere Variante erwiesen. Das Silo von Lipp kann direkt bei der Anlage errichtet und installiert werden, zeigt aber im Vergleich zu Stahlbeton eine höhere Luftundurchlässigkeit. Die kurze Bauzeit, die geringen Installationskosten und die hohe Qualität waren ausschlaggebend dafür, dass sich die von der Firma Lipp angebotene Lösung in China insbesondere bei Betrieben, die Stärke herstellen, zur bevorzugten Variante entwickeln konnte.[443]

Ein weiterer Faktor, der die Entwicklung von UASB-Reaktoren wesentlich beeinflusst, ist die Verfügbarkeit von körnigem Schlamm. Dabei kann jährlich beispielsweise 2.000 m³ körniger Schlamm mithilfe einer Anlage produziert werden, deren Kapazität sich auf 6.000 m³ Biogas täglich beläuft, wenn das Abwasser 10.000 mg COD enthält. In China haben

[437] CNREC 2011
[438] CNREC 2011
[439] He, Luo, Xu 2016
[440] Deng et al. 2016
[441] Gong et al. 2015
[442] Gong et al. 2015
[443] Gong et al. 2015

sich viele Produzenten für körnigen Schlamm gebildet, wobei in Nordchina dabei vor allem die Provinzen Hebei und Liaoning hervorstechen.[444]

Ein Beispiel für den Einsatz des UASB-Reaktors stellt die Fangting Destillerie in Xuzhou in der östlichen Provinz Jiangsu dar. Die Kapazität dieses Betriebs liegt bei 50.000 Tonnen Ethanol aus getrockneten Kartoffeln und 25.000 Tonnen Alkohol. Das dort verbaute UASB-System kann täglich 2.400 m³ Abwässer behandeln bei COD-Werten von 30.000 bis 50.000 mg. Das von Feststoffen getrennte Abwasser wird dabei in zwei UASB-Reaktoren eines Volumens von jeweils 3.000 m³ geleitet. Anschließend werden unter thermophilen Temperaturen von 50 bis 55°C täglich 45.000 m³ Biogas produziert. Es gelang mithilfe dieses Verfahrens und einiger Vor-und Nachbehandlungen, den COD-Gehalt um 99,3% und die BOD-Konzentration um 99,4% zu senken. Diese Anlage gehört in China zu den größten Betrieben für die Behandlung von Abwässern aus der Alkoholproduktion unter Verwendung der UASB-Technologie und dient dafür häufig als Referenzanlage.

Abschließend lässt sich sagen, dass die UASB-Technologie in China aufgrund der vielen Vorteile eine weite Verbreitung erreicht hat. Zu diesen gehören unter anderem die einfache Bedienung, die Einsatzfähigkeit bei Abwässern verschiedener Konzentrationen an organischen Materialien und auch das Fehlen der Notwendigkeit eines Durchrührens der Biomasse. Allerding gerät dieser Reaktortyp bei einer Schwebstoffkonzentration von über 3500 mg/l an seine Grenzen. Hier bietet sich die CSTR-Technologie an, die daher häufiger in Anlagen zum Einsatz kommt, die Abwässer aus der Alkoholherstellung behandeln.[445]

Besonders bei abbaubaren thermophilen industriellen Abwässern findet die CSTR-Technologie Verwendung bei einer maximalen Gasausbeute von 4,0 bis 4,5 m³ / m³ d und einer Beseitigung des COD-Gehalts zu einer Rate von 85% sowie einer Beladungsrate von acht bis zehn kg COD/m³ .d bei einer mesophilen Gärung.[446] Die größte Anlage Chinas, die CSTR-Reaktoren verwendet, ist bei der Taichang Xintai Alcohol Company in der ostchinesischen Jiangsu Provinz angesiedelt. Diese kann täglich 2.000 m³ Abwässer aus der Verwertung von Maniok behandeln und liefert dabei 40.000 m³ Biogas.[447]

Zusätzlich zu den hochentwickelten etablierten Systemen wurden in den letzten Jahren die effizienteren IC- und die EGSB-Systeme immer beliebter. Diese spielen vor allem bei Abwässern mit geringem Schwebstoffgehalt und bei einem geringen Anteil an organischen Stoffen eine Rolle, etwa bei der Papier-, Stärke- oder Biererzeugung.[448]

Mit der Entwicklung der Drei-Phasen Separatoren und eines Verteilungssystems gelang es, die EGSB-Systeme zu entwickeln und einzusetzen. Insbesondere hinsichtlich des Designs, der Eigenschaften des körnigen Schlamms und der Charakteristiken der chemischen Reaktionen und der Fließgeschwindigkeiten konnten in China Fortschritte in der Forschung im Bereich EGSB erzielt werden. Wissenschaftler der Tsinghua Universität in Peking entwickelten darüber hinaus den SGSB (Suspended Granular Sludge Bed)-Prozess, der hinsichtlich der Beladungsrate und der Profitabilität der EGSB-Technologie überlegen ist.[449]

Im Gegensatz zu größeren Anlagen bei der Behandlung von industriellen und landwirtschaftlichen Abfällen, die mit moderneren Systemen betrieben werden, werden bei der Biogaserzeugung in ländlichen Haushalten nach wie vor hydraulische Reaktoren eingesetzt (siehe China-fixed-dome Biogasfermenter Kapitel Häusliche Nutzung Häusliche Nutzung), die seit den 1970er Jahren in wesentlichen baulichen und konstruktionstechnischen Aspekten gleichgeblieben sind. Neuere Entwicklungen umfassen u.a. den hydraulischen Zylinder Fermenter, den „Meandering Stream Digester“, den Prefabricated Block Digester und den Spheroidal Digester. Einer der wesentlichen Nachteile des traditionellen Reaktortyps ist es, dass dieser häufig leckt und es deshalb zum Austritt des erzeugten Gases kommt, was die Effizienz der

444 Gong et al. 2015
445 Li, Wang, Yu 2011
446 CNREC 2011
447 Li, Wang, Yu 2011
448 Li, Wang, Yu 2011
449 Gong et al. 2015

Anlage beeinträchtigt. Dies war ausschlaggebend dafür, neue Baumaterialien wie Polyvinylchlorid (PVC), glasfaserverstärkten Kunststoff, aufblasbare Kunststoffmaterialien, Polyethylen von hoher Dichte, etc. einzusetzen.[450]

Im Zuge der Ausrichtung auf industrielle Methoden der Reaktorerrichtung und einer Ablösung von traditionellen Bauweisen steigt in China der Einsatz von verschiedenen Ausstattungskomponenten weiter an. Noch sind allerdings bei der Standardisierung und Automatisierung noch erhebliche Verbesserungsbemühungen vonnöten.[451]

6.2.2. Pumpen

Häufig liegt der Wirkungsgrad von Komponenten und Anlagen deutscher Anbieter deutlich über dem der chinesischen Konkurrenzprodukte; allerdings sind sie auch entsprechend teurer.[452] Dies lässt sich eindrücklich am Beispiel der Pumpen in Biogasanlagen beobachten.

Da in China die Nutzung von Stroh in Biogasanlagen noch nicht verbreitet ist und das Land noch am Beginn des Einsatzes dieses Reststoffes steht, stellen Tierexkremente bis heute den wichtigsten Rohstoff für den anaeroben Fermentationsprozess in China dar. Infolgedessen ist die Schraubenpumpe flächendeckend im chinesischen Biogassektor verbreitet. Allerdings birgt dessen Einsatz auch einige Nachteile wie die hohen Betriebskosten und den hohen Stromverbrauch. Insbesondere bei einer Feststoffkonzentration höher als 25 Prozent muss auf andere Pumpen ausgewichen werden. Hier bieten sich die aus Europäischen Ländern stammenden Rollkolbenpumpen (Cam Rotor Pump) sowie Dickstoffpumpen an (High Density Solid Pump).[453]

Die Charakteristiken der Rollkolbenpumpe sind, dass diese kein Ventil enthält und ein Transport von einer Vielzahl unterschiedlicher zähflüssiger oder fester Stoffe möglich ist. Zudem zeichnet sich dieser Typ durch eine symmetrische, kompakte und platzsparende Bauweise aus und besonders auch durch die Möglichkeit eines Betriebs in beide Fließrichtungen. Dies ist leicht zu bewerkstelligen, da lediglich die Ausrichtung des Rotors geändert werden muss. Trotz der hohen Anschaffungskosten kann sich der Einsatz dieser Pumpe aufgrund der langen Lebensdauer im Vergleich zur Schraubenpumpe lohnen.[454]

Bei der Dickstoffpumpe zeigen sich folgende wesentliche Vorteile: Zuallererst ist die Möglichkeit des Transports der Substrate über 200 Meter hinweg zu nennen. Darüber hinaus können diese einen Feststoffgehalt von 25 bis 40 Prozent aufweisen. Aber insbesondere die Beförderung breiter Reststoffe zeigt sich als wesentlicher Vorteil: So können Stoffe eine Länge besitzen, die zwei Drittel des Leitungsdurchmessers entspricht. Wenn also beispielsweise die Leitung einen Durchmesser von 200 mm aufweist, kann die Länge des Substrats 130 mm betragen. Als Hersteller solcher Pumpen hat sich beispielsweise die deutsche Firma Putzmeister etabliert. Weitere Vorteile dieses Pumpentyps sind dessen beinahe uneingeschränkte Einsatzfähigkeit an 24 Stunden pro Tag sowie die hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Reststoffe sowie der geringe Wartungsbedarf.[455]

6.2.3. Rührwerke

Grundsätzlich gibt es China kaum mechanische Rührwerke in Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich. Bei den eingesetzten Rührwerken wird nur bei einer geringen Zahl die mechanische Rückflussumrührung verwendet, was in einer geringeren Effizienz im Hinblick auf die Biogasausbeute bzw. in einem kleineren eingesetzten Biogasbehälter resultiert.[456]

---

[450] Deng et al. 2016
[451] Li, Wang, Yu, 2011
[452] GTAI 2016 c
[453] Chen et al. 2010
[454] Chen et al. 2010
[455] Chen et al. 2010
[456] CNREC 2011

Um die Effizienz der Anlagen zu erhöhen, bietet sich daher der Einsatz komplexer Rührwerke an. Dazu gehören auch die Rührwerke vom deutschen Unternehmen EnviTec, die durch schnellrotierende Zinkenscheiben eine Auflösung der Zellwände der Substrate bewirken. Dies hat zur Folge, dass der Anteil an fermentierbarer Masse nach dem Rühren höher ausfällt gerade auch im Vergleich zu konventionellen Systemen.[457]

Die Verbreitung vertikaler pneumatischer Rührwerke kann dabei in China einen wichtigen Beitrag leisten, um die Effizienz der Biogasanlagen zu verbessern, da durch dessen Anwendung die einzelnen Komponenten des Rührwerks sicherer und stabiler arbeiten. Zudem ist das Einsparpotenzial beim Stromverbrauch der Anlage ein weiterer Vorteil des Einsatzes dieser Technologie.[458]

6.2.4. Separatoren

Hinsichtlich der Herstellung von Separatoren für Biogasanlagen ist China weiter vorangeschritten. So wurde etwa die Entwicklung dieser Komponente im vergangenen Jahrzehnt weit vorangetrieben, so dass es heute viele chinesische Hersteller gibt. Dabei ist mithilfe von Separatoren chinesischer Firmen eine Entfernung der Schwebstoffe zu einer Rate von über 95 Prozent möglich. Der Wassergehalt der filtrierten Reststoffe beträgt etwa 60 Prozent. Darüber hinaus gibt es in China auch viele Variationen der horizontalen Spiralzentrifugen. Diese weisen eine Kapazität von 20 bis 30 m^3 an Reststoffen pro Stunde auf. Nach der Auftrennung beläuft sich der Wassergehalt des getrockneten Fermenterinhalts auf 78 bis 82 Prozent, während die Wiederfindungsrate der Schwebstoffe bei 70 bis 90 Prozent liegt, was dem Niveau der Separatoren international verbreiteter Firmen nahekommt.[459]

Des Weiteren werden in China noch eine Vielzahl anderer Separatoren entwickelt, die zur Marktreife gebracht wurden und in vielen Biogasanlagen des Landes eingesetzt werden (wie etwa Vertical Centrifugal Machine, Horizontal Decanter Centrifuge, Frame Vertical Pressure Filter, etc.).[460]

6.2.5. Biogasspeicher

Zurzeit werden bei Biogasanlagen in China Gastanks der folgenden drei Typen verwendet:

- Der Niederdruckgastank bei Nasslagerung: Dieser wird üblicherweise auf Basis einer Stahl-Beton-Mischung mit einer beweglichen Stahlhaube errichtet.
- Der Niederdruck -Trockenlagergastank: Folgende zwei Typen sind üblich:
  1. Das Silo-Gaslager
  2. Niederdruckgastanks aufgeteilt in Einzel- bzw. Doppelmembranmodelle sowie das Niederdruckgaslager mit Airbag.
- Der Hochdrucktrockenlagerspeicher: Dieser Typ wird üblicherweise auf Basis einer Stahlstruktur errichtet.[461]

In den letzten Jahren wurden in China allerdings verstärkt Faulgasspeicher oder Niederdrucktrockengasspeicher mit flexiblem Airbag errichtet.[462]

Bisher wurden in China vor allem Gastanks aus dem Niederdruckbereich (nasse und trockene Lagerung) entwickelt. Diese werden nicht zuletzt wegen ihres einfachen Aufbaus, der unkomplizierten Errichtung und des zuverlässigen Betriebs flächendeckend bei chinesischen Biogasprojekten mittleren bis großen Maßstabs verwendet. Seit einigen Jahren lässt sich allerdings ein steigendes Interesse nach Doppelmembran-Trockengaslagerungstanks feststellen, die aus dem Ausland importiert werden (Stand: 2012). Die Vorteile der Sicherheit und Zuverlässigkeit dieser Technologie, die einfache

[457] biogaschina.com.cn 2015 b
[458] ch.colar.com 2016
[459] CNREC 2011
[460] Li, Wang, Yu 2011
[461] Han 2012
[462] Han 2012

Errichtung und die anti-ultraviolette Strahlung bewegen viele chinesische Anlagenbetreiber mittlerer bis großer Projekte, diese Technologie einzusetzen.[463]

Speziell für die nördlichen Regionen Chinas wird nicht empfohlen, Nassgaslagertanks bei geringem Druck zu verwenden, sondern eher auf Trockengaslagerspeicher zurückzuweichen. Trotz der guten Anwendbarkeit dieser Methode im Norden Chinas muss der Sicherheit des Systems kontinuierlich viel Aufmerksamkeit geschenkt werden, um eine Vereisung der Gaspipeline zu verhindern. Eine häufige und regelmäßige Kontrolle des Biogasvolumens und des Drucks des Gases ist in diesem Zusammenhang unerlässlich.[464]

7. Förderprogramme und steuerliche Anreize

Förderprogramme

Umfragen und Untersuchungen der chinesischen Regierung haben ergeben, dass der Bedarf an kleineren Projekten und Haushaltsbiogasanlagen in den letzten Jahren gesunken ist. Deshalb möchte die Zentralregierung derartige Biogasprojekte nicht mehr im großen Umfang subventionieren, sondern größere Biogasprojekte unterstützen. Allerdings bedeutet dies nicht, dass die Unterstützung für kleine Biogasanlagen komplett wegfällt, denn die von den lokalen Regierungen für kleinere Projekte vergebenen Förderungen bleiben bestehen. Dabei kann jede lokale Regierung ihr Subventionskonzept selbst gestalten. [465]

Aktuell werden daher nur Biogasprojekte mit einer Tageskapazität von mehr als zehn Tausend m³ unterstützt. Jede Provinz darf nur eine derartige Anlage als Pilotprojekt beantragen, bei ressourcenreichen Provinzen sind höchstens zwei erlaubt. Die Pilotprojekte werden folgendermaßen gefördert: Für jeden Kubikmeter Kapazität beträgt die Förderung der zentralen Regierung 2500 RMB. Ein einzelnes Projekt kann mit höchstens 40 Millionen RMB oder 40% der gesamten Investitionskosten subventioniert werden.[466]

Auch besonders nachhaltige Biogasprojekte mit einer gesamten Kapazität des Biogasbehälters von über 500 m³ werden ebenfalls subventioniert. Für jeden Kubikmeter Kapazität zahlt die zentrale Regierung 1500 RMB, für ein einzelnes Projekt sind höchstens 30 Millionen RMB oder 35% der gesamten Investitionskosten vorgesehen.[467] Grundsätzlich müssen diese Subventionen jedes Jahr von der Provinzregierung neu beantragt werden. Dies erfolgt nach einem vorgegebenen Antragsplan.[468]

Die Subventionen zur Unterstützung der Anlagenbetreiber bei der Bewältigung der Baukosten stehen jedoch bereits seit längerem in der Kritik. Folge dieser Politik sind häufig die Errichtung von zu großen Anlagen, die anschließend nicht bei voller Auslastung betrieben werden. Oftmals werden auch kostengünstige und häufig nicht funktionsfähige Anlagen installiert. Grundsätzlich hat dies eine ineffiziente Nutzung der Biogasanlagen zur Folge, da mit diesem Subventionsmodell der effektive Betrieb der Anlage vernachlässigt wird. Eine Ausrichtung der Gewährung von Subventionen je nach Anlagenbetrieb erscheint geboten. Dabei sollten möglichst die Planung der Anlage und die Lieferung benötigter Komponenten voneinander getrennt erfolgen, wodurch Interessenskonflikte ausräumbar wären.[469] Nach Erkenntnissen der AHK Greater China Beijing ist dies bereits seit längerem ein Kritikpunkt von Vertretern aus Wirtschaft und Forschung im Biogassektor. Trotzdem ist eine Änderung dieses Systems nicht in Sicht.

[463] CNREC 2011
[464] Han 2012
[465] mof.gov.cn 2016 e
[466] sxnyt.gov.cn 2016
[467] sxnyt.gov.cn 2016
[468] NDRC 2016 e
[469] Econet Monitor 2012

Steuerliche Anreize

Im März 2007 wurde eine Reform der Körperschaftssteuer erarbeitet, in dessen Folge unter anderem steuerliche Anreize für Unternehmen eingeführt wurden, die in den Bereichen der Energieeinsparung und Reduzierung der Umweltverschmutzung tätig sind. Diese Anreizmodelle sind seit 2008 in Kraft und haben keine vorgegebene Laufzeit.[470]
So wird für Unternehmen, die fortschrittliche neue Technologien in den Sektoren Solarenergie, Windkraft, Geothermie und Energie aus Biomasse anbieten, bei der Entrichtung der Körperschaftssteuer ein Rabatt von 15 Prozent gewährt.[471]
Hinsichtlich der Abschreibungen und Aufwendungen für Forschung und Entwicklung gelten besondere Konditionen für Unternehmen, die Komponenten in der Biogasbranche herstellen. Auch Dienstleister im Service- und Schulungsbereich werden gefördert. [472]

Des Weiteren wurde bei Einkünften aus der Durchführung von Projekten in den Bereichen Umweltschutz und Energie- oder Wassereinsparung für die ersten drei Jahre eine Befreiung von der Körperschaftssteuer eingeführt. Dieser folgt eine dreijährige Reduzierung der Steuer um 50%, wobei diese erst ab dem Jahr wirksam ist, in dem zum ersten Mal Einkünfte aus dem Projekt generiert wurden. Dieser steuerliche Anreiz wird für Projekte angeboten, die Energie aus Biomasse erzeugen. Außerdem sind die Entwicklung und Nutzung von Methan sowie technologische Innovationen in der Energie- und Emissionseinsparung sowie in der städtischen Abwasser- und Abfallbehandlung miteingeschlossen.[473]
Zusätzlich gelten bei den Investitionskosten in spezielle Ausstattung ebenfalls spezifische Förderungen: So dürfen zehn Prozent dieser Kosten von dem vom Unternehmen zu entrichtenden Körperschaftssteuerbetrag abgezogen werden. Neben Ausstattung für Energieeinsparung und Emissionsreduktion, Entsalzungsanlagen von Meerwasser, öffentliche Entsorgung von öffentlichen Abwässern und festen Abfällen werden Komponenten für die Entwicklung und Nutzung von Biogas ebenfalls gefördert.[474]

Projekte, die durch den Clean Development Mechanism (CDM) gefördert werden, können bei folgenden Einkünften von der Körperschaftssteuer befreit werden:

- Der Anteil der Einkünfte aus Emissionshandelszertifikaten, der mit der Regierung geteilt wird
- Spenden von internationalen Finanzorganisationen
- Zinseinkünfte aus Kapitalanlagen oder Staatsanleihen
- Spenden in- oder ausländischer Personen oder juristischen Personen

Außerdem ist es Unternehmen, die CDM-Projekte betreiben, erlaubt, die Einkünfte aus dem Emissionszertifikatehandel von dem Betrag abzuziehen, auf dessen Basis die Körperschaftssteuer berechnet wird.[475]
Hinsichtlich der Mehrwertsteuer sind Hersteller von Komponenten und anderen Produkten aus der Biogasbranche sowie Unternehmen aus dem Bereich der Forschung und Entwicklung in den ersten drei Jahren von dessen Entrichtung befreit. In den darauffolgenden zwei Jahren muss diese zwar gezahlt werden, allerdings wird ein Teil dieser Abgabe wieder zurückerstattet. Anschließend gilt bis zum Ende des zehnten Jahres eine geringere Ermäßigung.[476] Unabhängig davon sind Dienstleistungen zur Beseitigung von Abwässern, festen Abfällen und Abwasserschlamm von der Steuer ausgenommen.[477]

Auch im Hinblick auf die Anschaffung von Ausstattung und Komponenten wurden besondere Konditionen geschaffen. Dies betrifft etwa den Erwerb von Ausstattung für die Elektrizitätserzeugung aus Biogas, die Biogasveredelung, den Produktionsprozess des Biogases, etc. Hier ist die Mehrwertsteuer von Firmen aus der Biogasindustrie nur nach einem reduzierten Satz zu entrichten. Alternativ können vorteilhafte Konditionen bei der Rückerstattung dieser Abgabe in

[470] Mao, Wang 2016
[471] KPMG International 2015
[472] He 2015
[473] KPMG International 2015
[474] Mao, Wang 2016
[475] KPMG International 2015
[476] He 2015
[477] KPMG International 2015

Anspruch genommen werden.[478] Darüber hinaus ist eine Rückerstattung der Mehrwertsteuer beim Verkauf von Waren möglich, die aus wiederverwerteten Stoffen oder Resten von Abfällen hergestellt wurden.[479] Auch bei der Gewerbesteuer sind Erleichterungen bzw. eine komplette Befreiung möglich, wenn durch die Aktivitäten des Unternehmens die Entwicklung bzw. der Transfer von Technologien oder der Service für neue Technologien weiter vorangetrieben wird.[480]

8. Netzanschlussbedingungen und Genehmigungsverfahren

Der Netzzugang ist reguliert und die Zuständigkeit liegt beim jeweiligen Netzbetreiber. Um die Netzstabilität nicht zu gefährden, integrieren die Netzbetreiber allerdings ungern volatile Stromerzeuger in ihr Netz. Hindernisse entstehen auch durch fehlenden Netzausbau, insbesondere in abgelegenen Gebieten, die über großes Potenzial für erneuerbare Energien verfügen.

Im November 2015 hat die NDRC bekannt gegeben, dass Strom aus erneuerbaren Energien Priorität eingeräumt werden soll.[481] Außerdem wurde im März von der Zentralregierung eine Fünfprozentquote zur Netzintegration von Strom aus erneuerbaren Energien (ohne Wasserkraft) bekannt gegeben, wonach jeder Netzbetreiber über mindestens fünf Prozent Erneuerbare verfügen muss. Allerdings wird diese Quote als zu leicht erreichbar angesehen und es mangelt noch an Konsequenzen für die Nichteinhaltung.[482] Darüber hinaus müssen laut NEA die Netzbetreiber die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien und den Anschluss von entsprechenden Anlagen, die den technischen Standards entsprechen, gewährleisten. Die Anschluss- und Einspeisegarantie soll insbesondere Erzeuger von Strom aus Wind- und Solarenergie zur Teilnahme an einem derzeitigen Pilotprogramm für Stromhandel motivieren. Insgesamt erwartet die NEA, dass vor allem Wind- und Solarenergie sowie Geothermie und Biomasse von den neuen Regelungen profitieren werden.[483] [484]

In weiteren Reformansätzen haben das CPC Central Committee und der State Council beschlossen, dass Unternehmen, Gemeinden, Institutionen und private Haushalte bei Investitionen in die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen unterstützt werden sollen.[485] Außerdem hat die NDRC 2016 für den Zeitraum des 13. Fünfjahresplans angekündigt, dass im Hinblick auf den Stromnetzausbau in ländlichen Gebieten verstärkt Beteiligungsmodelle wie Public-Private-Partnerships (PPP) gefördert werden sollen. So soll die NEA PPP-Projekte in den Bereichen Netzinfrastruktur, Entwicklung neuartiger Projekte im Bereich erneuerbare Energien aber auch in der Energieerzeugung aus Atomkraft, Kohle, Öl und Gas unterstützen. Insbesondere soll die Genehmigung von Projekten vereinfacht und deren finanzielle Unterstützung mithilfe von Krediten erfolgen. Konkret geht es um Projekte in einer Bandbreite von städtischen Gasleitungen bis hin zur Installation von PV-Anlagen in wirtschaftlich weniger entwickelten Regionen.[486]

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass verschiedene Herausforderungen vorhanden sind. Dazu zählen der Mangel an klaren Definitionen der Auswahlkriterien und fehlende Transparenz bei der Genehmigung. Außerdem besteht das Problem der nur eingeschränkt verfügbaren Informationen hinsichtlich neuer Politikmaßnahmen. [487]

[478] He 2015
[479] KPMG International 2015
[480] He 2015
[481] The State Council of The People's Republic of China 2015
[482] Inside Climate News 2016
[483] Chen, Stanway 2016
[484] NDRC 2016c
[485] NDRC 2015b
[486] NEA 2016b
[487] European Chamber of Commerce in China 2015

VI. Marktchancen und -risiken

1. Analyse der Rahmenbedingungen

Ungeachtet der eher zurückhaltenden Grundstimmung ist und bleibt China für die deutsche Wirtschaft weiterhin einer der bedeutendsten Märkte weltweit. So erwarten deutsche Unternehmen in China für die kommenden Jahre sowohl höhere Umsätze als auch steigende Gewinne, die vor allem in Zusammenhang mit einer umfassenden Steigerung der Produktionseffizienz einhergehen. China entwickelte sich für die deutsche Wirtschaft somit zu einem Schlüsselmarkt und im Zuge der Schwäche in den USA und Europa zu einem bedeutenden Wachstumstreiber. Für 44 Prozent war der chinesische Markt einer der Top drei Märkte oder sogar der wichtigste Markt weltweit. Auch beim Beitrag zum globalen Gesamtgewinn war der chinesische Markt für 7 Prozent der wichtigste und für 30 Prozent einer der Top drei globalen Märkte. Wie auch 2015 hat der chinesische Markt jedoch gemessen am Beitrag zum weltweiten Umsatz und Gewinn dieser Unternehmen nach jahrelangem Anstieg bis 2014 damit etwas an Bedeutung verloren.[488]

Die Mehrheit der deutschen Unternehmen (66 Prozent) operierte 2016 in den hochentwickelten Metropolen Shanghai, Peking, Guangzhou und Shenzhen. Diese Städte bilden das Zentrum der drei wichtigsten chinesischen Ballungsräume im Yangtze Delta, der Bohai Region, sowie dem Perlfluss-Delta. Investitionen außerhalb dieser vier Kernstädte befinden sich meist in den unmittelbar angrenzenden Gebieten um die Ballungsräume herum, sodass sich insgesamt ca. 95 Prozent der Unternehmen in den drei wirtschaftlichen Zentren sammeln. Dennoch ist eine, wenn auch langsam voranschreitende regionale Diversifikation in andere Wirtschaftszentren in Westchina (Chengdu und Chongqing), Zentralchina (Wuhan) sowie dem Nordosten Chinas (Shenyang, Changchun und Dalian) feststellbar, wo sich bereits kleinere Cluster deutscher Unternehmen gebildet haben.[489]

Seitdem die rechtlichen Rahmenbedingungen für weitere Wirtschaftszweige gelockert wurden, sind Wholly Foreign Owned Enterprises (WFOE), also Gesellschaften mit ausschließlich ausländischer Beteiligung, die dominierende Rechtsform für deutsche Unternehmen in China. Im Vergleich zu 2007 erhöhte sich der Anteil deutscher Unternehmen, welche als WFOE registriert sind, von 52 Prozent auf 71 Prozent. Der Zuwachs gegenüber den Vorjahren war allerdings weiterhin sehr gering. Somit ist davon auszugehen, dass sich der Anteil der Unternehmen mit dieser Rechtsform auf diesem Niveau stabilisiert hat. Im Gegensatz dazu stehen die Repräsentanzbüros, die aufgrund einer restriktiveren Gesetzgebung sowie einer strikteren Durchsetzung im Zeitraum zwischen 2007 und 2016 von einem Anteil von 27 Prozent auf nunmehr 6 Prozent sanken. Dieser scheint sich aber auch hier auf diesem niedrigeren Niveau eingependelt zu haben. Joint Ventures (JV) (11 Prozent) und Holdings (7 Prozent) sowie andere Rechtsformen (5 Prozent) folgen mit klarem Abstand. Weitere Details dazu sind im Kapitel „Markteintritt“ zu finden.[490]

Wie in Deutschland selbst sind auch die in China operierenden deutschen Firmen überwiegend kleine und mittlere Unternehmen (KMU), was die nationale und internationale Bedeutung dieses Unternehmenssektors weiter herausstellt. So beschäftigten 73 Prozent der Firmen 2016 weniger als 250 Mitarbeiter, während nur 12 Prozent mehr als 1.000 Mitarbeiter an den jeweiligen lokalen Standorten hatten. In Ergänzung dessen zeigen auch die Umsatzzahlen, dass in China vorwiegend KMUs vertreten sind: 65 Prozent aller teilnehmenden Unternehmen gaben an, einen Umsatz von weniger als 250 Millionen RMB zu erwirtschaften.[491]

Auch aufgrund der zahlreichen Herausforderungen, wie beispielsweise den steigenden Lohnkosten, dem vorherrschenden Fachkräftemangel, der rechtlichen Unsicherheiten, dem lokalem Protektionismus, dem zunehmendem chinesischen Wettbewerb sowie den Restriktionen hinsichtlich der Internetnutzung zeigen sich die deutschen

[488] German Chamber of Commerce in China 2016
[489] German Chamber of Commerce in China 2016
[490] German Chamber of Commerce in China 2016
[491] German Chamber of Commerce in China 2016

Unternehmen im Hinblick auf Investitionen in neue Standorte etwas zurückhaltender. Die überwiegende Mehrheit (89 Prozent) denkt jedoch nicht daran, China in der näheren Zukunft als Unternehmensstandort aufzugeben.

2. Vertriebsstruktur

Der richtige Vertrieb trägt auch im Energiesektor entscheidend zum Erfolg auf dem chinesischen Markt bei. Dabei wird – wie auch in anderen Ländern – zwischen dem direkten Vertrieb, z.B. über eine Präsenz vor Ort (Repräsentanzbüro, WFOE), oder dem indirekten Vertrieb, beispielsweise über Großhändler, Importeure, Distributoren oder Handelsvertreter, unterschieden. Beim Aufbau eines erfolgreichen Vertriebs bestehen allerdings noch immer einige Herausforderungen.[492]

2.1. Direkter Vertrieb

Allgemein ist ein starker Trend zum Direktvertrieb beim B2B-Geschäft in China zu erkennen. Grundsätzlich gibt es zwei Wege zum direkten Vertrieb: Erstens, der Verkauf wird direkt über eine Handelsgesellschaft organisiert, oder zweitens, der Direktverkauf erfolgt bei einem eigenen Werk über eine dafür gegründete Vertriebsgesellschaft. Eine eigene Produktionsstätte oder zumindest ein großes Lager zur Endmontage wird aufgrund von immer wieder auftretenden Importschwierigkeiten (Zölle, Zeitaufwand etc.) und engen Lieferterminen für viele Branchen mittlerweile immer wichtiger. Produkte, bei denen der Lieferzeitraum eine untergeordnete Rolle spielt, wollen chinesische Industriekunden zunehmend lieber direkt von deutschen Herstellern kaufen, vor allem um die chinesischen Zwischenhändler mit all ihren Nachteilen, wie beispielsweise höheren Preisen oder schlechter beziehungsweise kaum vorhandener Beratung und Betreuung, zu umgehen.[492][493]

2.2. Indirekter Vertrieb

Noch vor zehn bis 20 Jahren ging der Vertriebsweg meistens über Hong Kong. Nach der weiteren Öffnung Chinas und dem Beitritt zur WTO Anfang der 2000er Jahre verlor der Standort Hongkong für das Geschäft mit China zunehmend an Bedeutung. Heute gehen die meisten deutschen Unternehmen direkt nach China – ohne Umweg über Hongkong. In China gibt es kaum Händler, die in allen Regionen stark und aktiv sind. Die flächendeckenden Handelsgesellschaften sind überwiegend staatlich und nicht besonders leistungsstark. Deutsche Unternehmen sollten aus jeder wichtigen Wirtschaftsregion geeignete Großhändler und Distributoren auswählen, um in China erfolgreich agieren zu können.[494]

2.3. Herangehensweise und Unterstützung

Erst mit dem Beitritt Chinas zur WTO 2001 wurde die bereits zuvor prinzipiell existierende Möglichkeit, eine hundertprozentige Tochtergesellschaft zu gründen, eine echte Option für ausländische Investoren. Das Recht für Ausländer, in China hundertprozentige Tochtergesellschaften in Form von Handelsgesellschaften zu gründen, gibt es sogar erst seit 2004. Im Zuge dessen wollen mehr und mehr deutsche Unternehmen selbst vor Ort verkaufen – teils mit gemischten Erfolgsaussichten. Einer der häufigsten Fehler liegt dabei im zentralen Vertrieb. Aufgrund seiner Diversität ist China meistens nicht nur von einem Ort aus zu steuern. Lokale Vertriebler kennen die Besonderheiten und sprechen die Dialekte. Des Weiteren spart ein dezentraler Vertrieb Reisekosten und ermöglicht dem Vertriebler eine intensivere Kundenbetreuung. Ein dezentraler Vertrieb, auch wenn er hohe Anforderungen an das Vertriebscontrolling stellt, wird deshalb oft von Experten empfohlen.[495]

---

[492] Lin 2007
[493] Lin 2007
[494] Lin 2007
[495] Lin 2007

Unterstützung für deutsche Unternehmen im Bereich erneuerbarer Energien und verwandten Branchen bieten auch Beratungsstellen vor Ort – etwa die AHK Greater China. Sie organisiert regelmäßige Veranstaltungen zu Umwelt- und Energiethemen in China und bietet die Möglichkeit, mit chinesischen Entscheidungsträgern in Kontakt zu treten. Aufbauend auf dem entwickelten Marktwissen und Kontaktnetzwerk im Umwelt- und Energiesektor, bietet die AHK Greater China gezielte Unterstützung bei der Vertriebspartnersuche und beim Markteintritt an.

3. Öffentliche Ausschreibe- und Vergabeverfahren

Zu öffentlichen Ausschreibe- und Vergabeverfahren in China sind in englischer Sprache relativ wenige Informationen zu finden. Allgemein werden zwar Ausschreibungen bekannt gegeben, der Prozess ist aber letztendlich immer noch sehr intransparent. Laut der China Tendering & Bidding Association (CTBA) beziehungsweise dem „Tendering and Bidding Law“ der Volksrepublik China müssen folgende Projekte öffentlich ausgeschrieben werden:

- Große Infrastrukturprojekte und öffentliche Versorgungsprojekte, welche das öffentliche Interesse und die öffentliche Sicherheit betreffen
- Projekte, die entweder zum Teil oder komplett von der Regierung oder aus staatlichen Mitteln finanziert werden
- Projekte, die durch Gelder aus einem Hilfsfonds oder Kredite von internationalen Organisationen oder ausländischen Regierungen finanziert werden

Zu den oben genannten Punkten zählen ausdrücklich die Vermessung und Untersuchung, die Planung, der Bau und die Bauüberwachung solcher Projekte sowie die Beschaffung von relevanten wichtigen Geräten und Materialien.[496] Das Gesetz wurde als Vorbereitung auf den Beitritt Chinas zur WTO verabschiedet und seitdem regelmäßig aktualisiert. Wie bereits im Kapitel III 1.4. „Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland“ erwähnt, dauert der Beitrittsprozess Chinas zum GPA der WTO noch an, da bisher noch keine Übereinkunft erzielt werden konnte.

Zwei Beispiele von Ausschreibungen in China aus dem Jahr 2015 im Energiebereich sind das „Low-Carbon District Heating Project in Hohhot in Inner Mongolia Autonomous Region“, bei dem es um die Schaffung einer energieeffizienten Fernwärmeerzeugung und die Ausweitung des Versorgungsnetzes geht, sowie ein Pilotprojekt für ein neues Geschäftsmodell für die Fernwärmeerzeugung aus Windenergie. Das Darlehen für beide Projekte stammt von der asiatischen Entwicklungsbank und beträgt 150 Millionen USD. Die Gesamtkosten dieses Projekts werden auf rund 400 Millionen USD beziffert.[497] Ein Beispiel aus dem Jahr 2017 ist eine Anlage zur Vorbehandlung von Küchenabfällen sowie der Errichtung einer Kompostierungsanlage inklusive Biogaserzeugung in der südöstlich gelegenen Stadt Ningbo. Dieses Projekt wird durch einen Kredit der Weltbank gefördert.[498]

Ein anderes Projekt im Biogasbereich aus dem Jahr 2015 betrifft die Provinz Hebei: China hat Hilfsmittel für ein Programm zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Provinz Hebei erhalten und hat Liefer-, Bau- und Beratungsleistungen ausgeschrieben, bspw. für den Bau und Betrieb von Biogasanlagen und Stromversorgung mit erneuerbaren Energien sowie im Bereich technische Unterstützung, Projektmanagement und -monitoring. Die Finanzierung übernimmt zu einem gewissen Teil die Weltbank.[499]

Es ist zu erwarten, dass – vor allem nach einem Beitritt Chinas zum GPA – solche Ausschreibungen zukünftig deutlich häufiger vorkommen. Nichtsdestotrotz ist der Energiesektor ein heikles Thema. Eine Liberalisierung wie 1998 in Deutschland ist vorerst nicht abzusehen. Hinzu kommt, dass die beiden Projekte von internationalen Organisationen finanziert werden und diese die Freigabe der finanziellen Mittel an die öffentliche Ausschreibung knüpfen. Bei Staatsaufträgen ist und bleibt der Prozess undurchsichtig.

[496] Nationaler Volkskongress 01.01.2000
[497] GTAI 2015b
[498] The World Bank 2017
[499] The World Bank 2015

4. Wettbewerbssituation und Chancen für deutsche Unternehmen

4.1. Allgemeine Wettbewerbssituation auf dem chinesischen Markt

Der chinesische Markt ist hart umkämpft. Nicht nur die ausländische Konkurrenz, sondern zunehmend auch chinesische Unternehmen mit detaillierten Marktkenntnissen und günstigen Preisen nutzen das Wirtschaftswachstum Chinas für sich. Besonders im Bereich der öffentlichen Ausschreibungen beklagen sich ausländische Unternehmen über Benachteiligungen. Im Geschäftsklimaindex/Business Confidence Survey 2016 der Deutschen Handelskammer China gaben 75 Prozent der befragten Unternehmer an, dass die Konkurrenz durch inländische chinesische Firmen gestiegen sei.

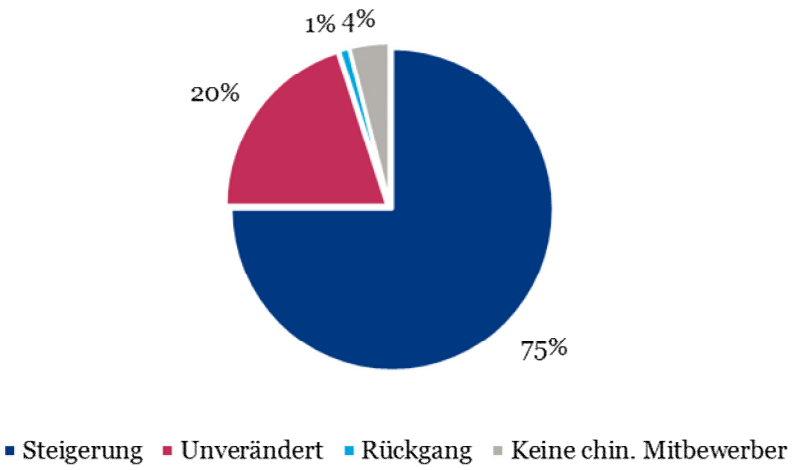

Abbildung 26: Geschäftsklimaindex - Deutsche Unternehmen in China, Konkurrenzentwicklung 2016[500]

Durch das intensive Wachstum des lokalen Binnenmarkts wächst die Konkurrenz inländischer Unternehmen insbesondere seit 2011, dem Startjahr des 12. Fünfjahresplans – und damit auch der Druck auf deutsche Unternehmen, die sich in China angesiedelt haben.

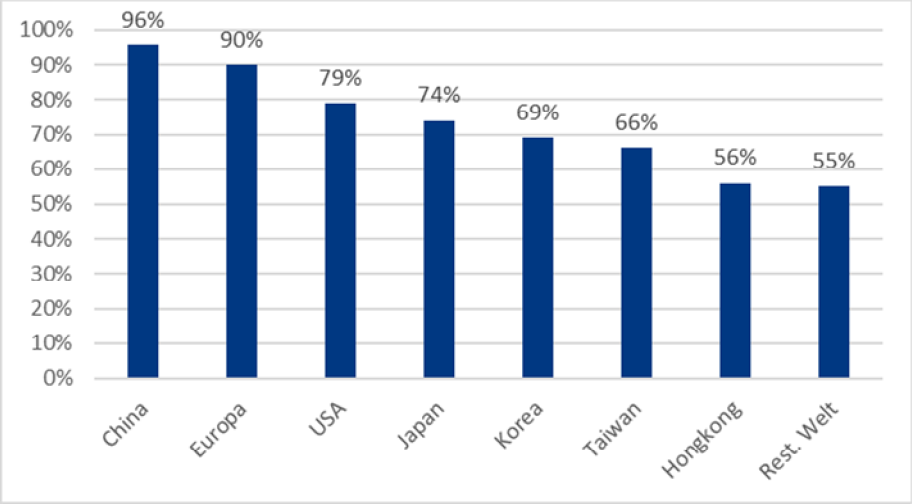

Abbildung 27: Herkunft der Konkurrenz 2016[501]

[500] German Chamber of Commerce in China 2016

China ist ein hart umkämpfter Markt mit globaler Konkurrenz und stellt für zahlreiche Branchen den weltgrößten Absatzmarkt dar. Laut der aktuellen Studie der AHK Greater China konkurrierten 2016 knapp 90 Prozent der deutschen Unternehmen mit anderen Europäischen Firmen, 79 Prozent mit U.S.-Betrieben und circa 70 Prozent begegnen asiatischer Konkurrenz (vornehmlich aus Japan, Korea und Taiwan). Der stärkste Wettbewerb geht von chinesischen Unternehmen aus: 96 Prozent geben an, lokaler Konkurrenz gegenüberzustehen (Abbildung 27).

4.2. Chancen und Risiken im Bereich der Effizienzsteigerung im Biogassektor in Nordchina

Die chinesische Landwirtschaft befindet sich momentan im Umbau von vielen dezentralen, oftmals familiär geführten Höfen zu großen Viehzuchtbetrieben und Ackerbauflächen im großen Maßstab. Dies bringt sowohl Vorteile als auch Nachteile mit sich. Durch die Zentralisierung der landwirtschaftlichen Betriebe fallen die für die Fermentation benötigten Reststoffe an einigen wenigen Orten an. Dies führt dazu, dass weniger Rohstoffe für kleine dezentrale Biogasanlagen zur Verfügung stehen bzw. die Transportkosten einen Betrieb der Anlage unrentabel machen würden. Andererseits bietet die Verfügbarkeit dieser Reststoffe bei großen Betrieben die Möglichkeit, dass dort Biogasanlagen in großem Maßstab errichtet werden können. Aufgrund des Einsatzes neuer Technologien bei Anlagen mittleren und großen Maßstabs zeigte sich in China eine gegenüber kleinen Anlagen wesentlich erhöhte Effizienz und Biogasproduktionsrate.

Eine weitere Entwicklung ist die zunehmende Urbanisierung in China, die eine Konzentration gerade auch städtischer Abfälle auf einer geringen Fläche bedeutet. Auch hier sind Anlagen mittleren bis großen Maßstabs gefragt, die die entstehenden großen Mengen an Abfällen aufnehmen und verarbeiten können. Für die ländlichen Anlagen bedeutet dies aber, dass bedingt durch die Abwanderung von Arbeitskräften in die Städte viele ältere Menschen zurückbleiben, die aufgrund der fehlenden Automatisierung der einfachen Haushaltsanlagen Schwierigkeiten bei deren Bedienung haben. Insgesamt ergeben sich daher erhöhte Chancen für mittlere und große Anlagen in China und infolgedessen auch für die eingesetzten Technologien und Komponenten. Kleine Anlagen bleiben zwar ein wichtiger Baustein der ländlichen Energieversorgung, allerdings ist hier kein Wachstum mehr wie in den vergangenen Jahren zu erwarten. Speziell hier ergeben sich dennoch Chancen im Bereich der Effizienzsteigerung dieser Anlagen. Denn oftmals wird immer noch auf traditionelle Biogasreaktorsysteme zurückgegriffen. Diese weisen beispielsweise Nachteile wie die Bildung von Lecks, an denen Biogas und Bakterien austreten, auf. Dies reduziert die Effizienz des ganzen Systems.

Auch die Politik setzt auf die Entwicklung mittlerer bis großer Betriebe, was unter anderem daran abzulesen ist, dass die Subventionen künftig nur für Anlagen mittleren bis großen Maßstabs gelten sollen. Dabei geben die langfristigen Ziele, die unter anderem durch die Fünfjahrespläne festgehalten werden, eine gute Orientierung für interessierte Akteure in der Branche.

Allerdings besteht die Förderungspolitik der Regierung immer noch aus Subventionen, die den Bau der Anlage fördern, anstatt die Betriebe auch danach zu unterstützen. Grundsätzlich hat dies eine ineffiziente Nutzung der Biogasanlagen Anlagen zur Folge, da mit diesem Subventionsmodell der effektive Betrieb der Anlage vernachlässigt wird. Die Konsequenz daraus ist, dass geschätzt 60 Prozent der Anlagen nicht profitabel sind. Oftmals werden diese deshalb nach dem Bau aufgrund mangelnder Profitabilität nicht betrieben oder laufen nicht wie vorgesehen. Darüber hinaus ist es häufig sehr schwer, die staatliche Einspeiseförderung in Höhe von 0,75 RMB/kWh auch tatsächlich zu erhalten.

Hinsichtlich der Netzintegration berichten betroffene Unternehmer oftmals davon, dass die staatlichen Netzbetreiber kein Interesse daran zeigen, Biogasanlagen ans Netz anzuschließen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese beispielsweise bei Anlagen einer Leistung von 2 MW keinen Anreiz dazu sehen, den Transformator zu finanzieren, um den erzeugten Niederstrom in Elektrizität einer mittleren oder hohen Spannung für die Netzeinspeisung umzuwandeln. Ein weiteres Hindernis sind die fehlenden Regulierungen und einheitlichen Vorschriften für den Betrieb der Biogasanlagen.

---

[501] German Chamber of Commerce in China 2016

Aussichtsreich erscheint hingegen die neue Ankündigung der Regierung, dass chinesische Energieversorgern im Zeitraum von 2020 bis 2025 dafür sorgen müssen, dass zehn Prozent der von ihnen gelieferten Energie aus erneuerbaren Energiequellen stammen muss. Hier ergeben sich Chancen für Biogasanlagen, die gebündelt eine stabile erneuerbare Energiequelle darstellen. Grundsätzlich zeigt sich die Energiegewinnung aus Biogas als aussichtsreich für die zukünftige Energiestrategie des Landes, da durch die Umwandlung des Biomethans in andere chemische Verbindungen bei Schwankungen im Stromnetz eine Speicherung bzw. Wiedereinspeisung von Energie möglich macht.

Biomethanaufbereitung

Während es viele chinesische Anbieter im Bereich der konventionellen Entschwefelungsverfahren, insbesondere bei der Eisenoxidmethode, gibt, eröffnen sich gute Chancen vor allem bei der biologischen Entschwefelung. Dieses Verfahren ist durch eine höhere Effizienz, weniger Kosten und eine geringere Sekundärverschmutzung gekennzeichnet. Diese Vorteile machen dieses Verfahren zu einer wettbewerbsfähigen Alternative, gerade weil hier die Kosten für die Entschwefelung nur bei 30 Prozent im Vergleich zu den zu den üblichen Methoden liegen. Bei dieser Technologie, die in Anlagen mittleren bis großen Maßstabs eingesetzt wurde, ist China bisher auf Importe aus Deutschland und anderen Ländern angewiesen.

Hinsichtlich der Verfahren bei der Kohlenstoffdioxidabtrennung gehören die Druckwasserwäsche, die PSA-Methode und die Aminabsorption zu den Technologien mit einem hohen Reifegrad und machen entsprechend den größten Marktanteil in China aus. So erreichen chinesische Firmen beispielsweise beim PSA-Verfahren eine Reinheit des Biogases in Höhe von 95 Prozent.

Auch die Membrantechnologie gewinnt zunehmend an Bedeutung, so dass es in diesem Bereich eine steigende Zahl an Projekten gibt. Diese zeigt sich als ein Verfahren mit großem Potenzial für den chinesischen Markt, da die Membranen wenig Platz einnehmen und der Betrieb beispielsweise im Gegensatz zum PSA-Verfahren einfacher ist. Daher gibt es auch in China eine zunehmende Zahl interessierter Unternehmer, die mit dieser Technologie arbeiten. Allerdings ist das Land bei der Entwicklung dieses Verfahrens noch nicht weit vorangeschritten. Daher kann die Membrantechnologie für deutsche Unternehmen als das aussichtsreichste Verfahren der Kohlenstoffdioxidabtrennung in China angesehen werden.

Zu den Herausforderungen bei der Biogasaufbereitung in China gehören die bisher geringe Zahl an Versuchsanlagen und Projekten. Außerdem war es bislang kaum möglich, Biomethanveredelungsanlagen profitabel zu betreiben, da die hohen Kosten nicht gedeckt werden konnten. Dies könnte sich durch eine staatliche Förderung ändern. Insgesamt zeigt sich aufgrund der niedrigen Gaspreise in Nordchina bedingt durch die Lieferungen großer Mengen an russischem Gas, dass eine Einspeisung in das Erdgasnetz kaum profitabel ist. Aussichtsreicher ist dagegen der Verkauf des Biomethans an CNG-Tankstellen.

Mess- und Prozessleittechnik

Bei der Messtechnik ist China abhängig von ausländischen Firmen und steht noch am Beginn der Erforschungsphase. Daher ergeben sich gute Marktchancen für deutsche Unternehmen in den Bereichen Software für das Management von Biogasanlagen, die Überwachung der Pumpen, der Temperatur und des Flüssiggehalts. Auch Mess- und Kontrollinstrumente für die Ermittlung der Belastung durch Antibiotika ist gefragt. Denn obwohl der Einsatz von Antibiotika in China wie auch in der EU verboten ist, wird dies von einigen Bauern ignoriert. Außerdem gibt es gute Marktchancen für Sensoren, die den Austritt von Biogas durch Lecks dokumentieren, was häufig bei kleinen Haushaltsanlagen der Fall ist. Hier gibt es derzeit keine Angebote chinesischer Firmen.

Letztlich lässt sich feststellen, dass Mess- und Überwachungsgeräte zwar auch von chinesischen Universitäten entwickelt wurden, aber noch nicht kommerzialisiert sind. Daher ist es momentan leichter, deutsche Technik zu importieren.

Ein wichtiger aktueller Trend ist die automatische intelligente Überwachung und Kontrolle. Hier wird insbesondere die Echtzeitüberwachung und Vernetzung der Biogasanlage mit dem Rechner oder Smartphone sowie die „Selbstheilung“ durch intelligente Software als zukunftsträchtig angesehen.

Obwohl der Einsatz von Geräten zur Messung und Überwachung des Biogaserzeugungsprozesses klare Effizienzsteigerungspotenziale bietet, wird derartige Technik noch selten eingesetzt. Dies liegt auch an fehlenden Regulierungen seitens der Behörden im Hinblick auf die Art und Weise sowie die Sorgfältigkeit, mit der eine Biogasanlage betrieben werden muss.

Vorbehandlung der Substrate

Bei der Vorbehandlung durch Zerquetschen von Rohmaterialien werden in China wie auch in anderen Ländern die Hydrolyse, Rührtechnik und weitere Verfahren verwendet. Bei der Vorbehandlung von Substraten gelang es in China bisher nicht, Ausstattungskomponenten in Form standardisierter Produkte herzustellen. Eine Herausforderung speziell bei der Vorbehandlung von Stroh ist, dass es einen Sandgehalt von 20 Prozent aufweist, was den Vorbehandlungsprozess wesentlich erschwert.

Des Weiteren steht China im Bereich der Entsalzung von Faulschlamm, der Vorbeheizung und anderen Arten von Komponenten und Verfahren noch am Beginn der Entwicklung, so dass hier noch Verbesserungspotenzial besteht. Davon konnten besonders deutsche Anbieter im Bereich der Häckselmaschinen und Schermischmaschinen profitieren.

Grundsätzlich lässt sich aussagen, dass China noch am Anfang der Entwicklung der Technologie für die Vorbehandlung von Substraten für die Biogaserzeugung steht und sich diesbezüglich noch in der Erforschungsphase befindet. Hier ergeben sich deshalb gute Chancen für deutsche Unternehmen, die effiziente Produkte für die Substratvorbehandlung anbieten.

Bioreaktorsysteme

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass chinesische Biogasfaulbehälter zwar immer noch viele technische Probleme aufweisen, sich aber in der Qualität den deutschen Produzenten annähern, dies aber bei Preisen, die 20 Prozent unter denen der deutschen Behälter liegen. Dies liegt unter anderem auch am Einsatz neuer Baumaterialien wie Polyvinylchlorid (PVC), glasfaserverstärktem Kunststoff, aufblasbaren Kunststoffmaterialien, Polyethylen von hoher Dichte, etc.

Biogasanlagen ländlicher Haushalte verwenden hingegen weiterhin häufig ineffiziente Reaktoren. Nachteile sind hier der Betrieb bei Umgebungstemperaturen und das Entweichen von Mikroorganismen sowie die erschwerte Entfernung des Gärrestes. Moderneren und gleichzeitig kostengünstigeren Systemen werden hier gute Marktchancen eingeräumt. Vor allem im Norden Chinas spielt darüber hinaus bei Frosttiefen von fünf Metern eine effektive Isolation und effiziente Heizungssysteme eine wichtige Rolle.

Pumpen- und Leitungssysteme

Hinsichtlich der Pumpen besteht ein großes Potenzial für deutsche Hersteller, da es kaum chinesische Hersteller gibt, die auf dem gleichen qualitativen Niveau konkurrieren können. Insbesondere hinsichtlich des Designs und der Materialqualität sind die chinesischen Anbieter den deutschen Konkurrenten unterlegen. Grundsätzlich wird in China aufgrund eines mangelnden Angebots von Pumpen, die bei einem Feststoffgehalt von mehr als 25 Prozent operieren können, auf Produkte aus Europa ausgewichen. Dies betrifft insbesondere Rollkolbenpumpen (Cam Rotor Pump) sowie Dickstoffpumpen (High Density Solid Pump).

Gerade bei Pumpen, die mit Gummirotoren ausgestattet sind, werden große Chancen gesehen. Chinesische Hersteller sind hier noch am Anfang der Entwicklung, so dass sich deren angebotene Produkte bisher auf günstigere Kopien

deutscher Fabrikationen bzw. nur auf die üblichen aus Metall hergestellten Pumpen konzentrieren. So ist bei chinesischen Produkten beispielsweise festzustellen, dass häufig die Rotorblätter im Laufe des Betriebs abfallen. Die verlängerte Lebensdauer, der geringere Energieverbrauch und der Umstand, dass kein Wasser benötigt wird scheinen auch bei den chinesischen Kunden den Nachteil der höheren Anschaffungskosten dieser Pumpen zu überwiegen, was an dem erhöhten Interesse an diesen Pumpen in China zu sehen ist.

Rührwerke

Momentan lässt sich sagen, dass in landwirtschaftlichen Biogasprojekten in China Rührwerke selten eingesetzt werden. Zwar ist die chinesische Rührwerkeindustrie konkurrenzfähig, aber es existieren kaum Unternehmen, die sich auf Biogasrührwerke spezialisiert haben. Das bietet deutschen Anbietern gute Chancen. Bei Rührwerken zeigt sich, dass deutsche Produkte den chinesischen hinsichtlich der Qualität und Effizienz weit voraus sind. Häufig wird bei chinesischen Fabrikaten nur konventionelle Technologie mit geringer Effizienz verwendet. Hier können deutsche Anbieter mit effizienteren Produkten wie vertikalen pneumatischen Rührwerken oder Rührern, die schnellrotierende Zinkenscheiben verwenden, bessere Lösungen anbieten. Allerdings sind die geringeren Preise chinesischer Fabrikate häufig einer der entscheidendsten Kaufgründe für die Wahl der heimischen Rührwerke. Als Herausforderung wird allerdings angesehen, dass viele Bauern, um das Gewicht der von ihnen gelieferten landwirtschaftliche Reststoffe, insbesondere des Strohs, zu erhöhen, Steine oder Müll beimischen.

Viele Betreiber landwirtschaftlicher Anlagen sind darüber hinaus schlecht über die technologischen Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz ihres Projekts, insbesondere über Rührtechnik informiert. Auch beim Betrieb und der Wartung dieser Komponenten bestehen bei den Bauern oftmals Informationsdefizite.

Gasspeicher und Separatoren

Grundsätzlich ergeben sich speziell für Nordchina aufgrund der klimatischen Bedingungen erhöhte Marktchancen für Trockengaslagerspeicher. Dabei besteht ein erhöhtes Interesse an Doppelmembran-Trockengasspeichern. Bei diesem Typ ist China auf Importe aus dem Ausland angewiesen. Bei Separatoren hingegen gibt es in China eine Vielzahl heimischer Anbieter, so dass die Marktchancen hier eher gering sind.

Gärresteverwendung

Die hohen Mengen an anfallenden tierischen Exkrementen und Reststoffen aus dem Ackerbau zeigen sich als einer der wichtigsten Beweggründe für die weitere Förderung von Biogasanlagen in China. Dabei kann der Gärrest eine entscheidende Rolle spielen, um das Ziel der Regierung, chemischen durch organischen Dünger in China zu ersetzen, zu erreichen. Obwohl es einen hohen Bedarf an Düngern gibt, werden die Gärreste aus der Biogasherstellung nur selten verwendet. Dies liegt an den hohen Transportkosten. So zeigte sich, dass es ab einer Entfernung von zehn Kilometern von der Biogasanlage zum landwirtschaftlichen Betrieb günstiger ist, auf den chemischen Dünger auszuweichen. Daher werden gerade Anlagen, die direkt an landwirtschaftliche Betriebe angegliedert sind, bessere Chancen zugesprochen, da hier eine geschlossene Kreislaufwirtschaft implementiert werden kann.

Herausforderungen bei der Nutzung des Gärrests sind, dass dieser häufig nach Entnahme aus dem Biogasfaulbehälter noch nicht vollständig vergoren ist. In diesem Fall setzt sich der Gärprozess fort, so dass giftige Gase unbehandelt in die Umwelt ausweichen und Schwermetalle in den Boden gelangen. Neben dem festen Gärrest enthält der flüssige Teil häufig noch Konzentrationen unerwünschter chemischer Verbindungen, die herausgefiltert werden müssen. Daher ergeben sich gute Geschäftsmöglichkeiten für Unternehmen, die effiziente Lösungen in der Nachbehandlung anbieten können.
Allerdings tut sich die Politik auch hier schwer für klare Verhältnisse zu sorgen. Während beispielsweise das Umweltministerium die Düngung der Felder durch Gärreste aus Biogasanlagen aufgrund auftretender Schwermetallbelastungen einschränken möchte, gehört das Landwirtschaftsministerium zu den klaren Förderern von deren Nutzung.

5. Markteintritt

Die folgenden Informationen stammen aus dem Informationssheet der AHK Greater China Beijing, das Unternehmen im Rahmen der Markteintrittsberatung zur Verfügung gestellt wird.

Eine Investition in China ist für viele deutsche Unternehmen der erste Schritt in eine neue Welt. Der scheinbar riesige Absatzmarkt ist für ausländische Investoren unterschiedlicher Branchen ein Hauptargument, um nach China zu expandieren. Mit dem Eintritt der Volksrepublik China (VRC) in die Welthandelsorganisation (WTO) wurden einige, für ausländische Beteiligungen bisher nicht zugängliche Wirtschaftsbereiche, insbesondere im Dienstleistungssektor, geöffnet. Die folgenden Informationen geben einen Überblick über Markteintritt und Direktinvestitionen in China. Für Details stehen Ihnen die Büros der „German Industry and Commerce" (GIC) Greater China gerne zur Verfügung.

5.1. Investitionsanalyse

Obwohl auch weiterhin immer mehr deutsche Unternehmen in die VRC streben, sollten die Risiken einer Geschäftstätigkeit nicht unterschätzt werden. Vorbereitung und Planung einer Investition sollten auf einer Analyse der eigenen Stärken und Schwächen basieren und langfristig ausgerichtet sein. Im Vorfeld der Investition müssen zunächst Geschäftsumfeld, Marktpotentiale und Produktparameter definiert und der Unternehmensschwerpunkt von der bereits ansässigen Konkurrenz abgegrenzt werden. Ein dauerhaftes Engagement auf dem chinesischen Markt schließt in der Regel eine Direktinvestition, d.h. die Gründung eines Unternehmens mit ausländischer Kapitalbeteiligung [Foreign Invested Enterprise (FIE)], ein. Die klassischen Formen der Direktinvestitionen sind das Joint Venture (JV) und die Wholly Foreign Owned Enterprise (WFOE). Weitere Formen der Direktinvestition sind die Gründung einer Holdinggesellschaft, einer Partnerschaftsgesellschaft oder einer Aktiengesellschaft.

5.2. Standortwahl

Die richtige Standortwahl ist gerade für Produktionsunternehmen von großer finanzieller Bedeutung, da Grundstückspreise, Mietzinsen und Lohnkosten je nach Region und Stadt sehr stark voneinander abweichen können. Zudem werden aufgrund des Wettbewerbs der Standorte interessante Vergünstigungen geboten, die die Standortentscheidung beeinflussen können. Auf der anderen Seite bieten Regionen und Städte mit einer niedrigeren Kostenstruktur häufig ein weniger entwickeltes Investitions- und Lebensumfeld, als dies in den chinesischen Wirtschaftszentren der Fall ist.

Bei der Standortwahl sind unter anderem die folgenden Faktoren zu beachten:

- Nähe zum chinesischen Partner, Lieferanten und Kunden
- Zugang zu Häfen und guter Infrastruktur (Import/Export von Teilen und fertigen Produkten)
- Personalkosten sowie Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte
- Steuervorteile und andere Investitionsanreize
- Grundstücks- und Mietkosten

Mit lokaler Expertise erhält man leichteren Zugang zu den gewünschten Informationen bzw. kann diese erst im erforderlichen Maße analysieren. Mit unserem Netzwerk zu zahlreichen „2nd Tier"-Städten[502] sowie unserer Erfahrung im Umgang mit chinesischen Verwaltungsorganen unterstützen wir deutsche Unternehmen bei allen Schritten einer Standortsuche.

[502] In den letzten zwei Jahrzehnten haben sich viele Städte in China unterschiedlich schnell entwickelt, was ein Klassifizierungssystem notwendig machte – das „Tier"-System. Faktoren wie beispielsweise Einwohnerzahl, Größe des Dienstleistungssektors und vorhandene Infrastruktur werden zur Einteilung herangezogen. 2nd Tier Städte bieten niedrigere Lohnkosten, weniger Wettbewerb und schnelles Wachstum. Es handelt sich hierbei häufig um Provinzhauptstädte.

5.3. Rechtsformwahl

Ausländische Investitionen in der Volksrepublik China unterliegen generell einem Genehmigungsvorbehalt und sind nur in bestimmten Industriebereichen zulässig. Im Vorfeld ist deshalb eine genaue Prüfung der Zulässigkeit der geplanten Investition vorzunehmen. Die verschiedenen Formen von Auslandsinvestitionsvorhaben werden nach einem Katalog[503] in vier Kategorien eingestuft. Die Abstufungen unterteilen die Unternehmen in geförderte, erlaubte, beschränkte und verbotene Branchen. Der Katalog enthält zusätzlich Hinweise darauf, ob in einem Industriezweig Gesellschaften gegründet werden können, deren Anteile vollständig von ausländischen Investoren gehalten werden, das heißt, ob eine 100-prozentige Tochtergesellschaft gegründet werden kann oder ob nur ein JV zulässig ist und ob eine chinesische Mehrheitsbeteiligung erforderlich ist.

Für die Gründung eines FIE ist – abhängig vom Investitionsvolumen – eine Genehmigung der lokalen Handelsbehörde, Local Bureau of Commerce (BoC) beziehungsweise auf lokaler Ebene des örtlichen Amts für Industrie und Handel, Local Administration of Industry and Commerce (AIC) erforderlich.

5.4. Office-in-Office-Lösung in den Räumlichkeiten der AHK

Viele Unternehmen finden es schwierig, Auslandstätigkeiten zu koordinieren, ohne ständig lokal präsent zu sein. Bereits seit 1999 bietet die AHK daher eine kostengünstige Möglichkeit, Unternehmen bei ihren Geschäftsaktivitäten in China zu begleiten. Die AHK stellt dafür in den Räumen der AHK einen Arbeitsplatz zur Verfügung und rekrutiert einen Mitarbeiter, der sich von Einkauf und Qualitätskontrolle über Sales, Vertrieb und Marketing bis hin zu technischem Support und After-Sales-Service darum kümmert.

Vorteile:

- Risikominimierung durch geringe Kapitalbindung
- Kein zeit- und kostenintensives Lizenzierungsverfahren für das Unternehmen
- Kein Erfordernis, eine eigene Personal- und Finanzbuchhaltung aufbauen zu müssen
- Nutzung der Infrastruktur und räumlichen Kapazitäten der AHK einschließlich der Konferenzräume
- Kontrolle durch AHK-Mitarbeiter, auch wenn nicht vor Ort
- Nutzung der bestehenden intensiven Kontakte der AHK
- Kurze Reaktionszeiten auf Fragen von Kunden und Lieferanten
- Minimierung von Kommunikationsschwierigkeiten durch multilinguale Mitarbeiter

Die Firmen bleiben normalerweise einige Jahre bei der AHK, danach sind sie in der Regel eigenständig (Gründung einer Gesellschaft etc.) in China tätig.

5.5. Repräsentanzen

Die einfachste Form einer ausländischen Marktpräsenz in China ist die Eröffnung einer Repräsentanz. Unter einem Repräsentanzbüro versteht man eine ständige Vertretung eines ausländischen Unternehmens in China. Es zählt nicht zu den chinesischen Unternehmen mit ausländischer Kapitalbeteiligung, da es rechtlich unselbstständig ist und in seiner Geschäftstätigkeit vollkommen vom ausländischen Unternehmen abhängig bleibt. Im Vergleich zu einer Direktinvestition in Form eines JV oder einer WFOE stellen Repräsentanzbüros eine relativ kostengünstige Möglichkeit dar, auf dem chinesischen Markt vertreten zu sein.

[503] Catalogue for the Guidance of Foreign Investment Industries

Repräsentanzbüros ist es allerdings untersagt, selbst unmittelbare Geschäftstätigkeiten zu betreiben. Der Begriff unmittelbare Geschäftstätigkeit ist nicht genau definiert. Fest steht jedoch, dass ein Repräsentanzbüro operativen Geschäften in der Volksrepublik China nicht nachgehen darf. Das bedeutet, dass Repräsentanzen lediglich Hilfstätigkeiten für ihre Gesellschaft ausführen dürfen. Aus diesem Grund ist der Rahmen der gestatteten Tätigkeiten hauptsächlich beschränkt auf:

- Die Erforschung des Marktes zur Versorgung des Mutterunternehmens mit Informationen
- Die Anbahnung von Kontakten zu chinesischen Geschäftspartnern
- Die Verbreitung des Handelsnamens und Förderung des Ansehens des Mutterunternehmens
- Den Druck von Visitenkarten des Unternehmens mit Angaben eines Ansprechpartners vor Ort

Die Gründung eines Repräsentanzbüros erfolgt im Wesentlichen in zwei Schritten:

- Behördliche Genehmigung beim örtlichen Amt für Industrie und Handel und Ausstellung der Geschäftslizenz
- Anmeldung beim Amt für Öffentliche Sicherheit, Amt für Qualitätssicherung und Technologieaufsicht, bei der Steuerbehörde, mit der Eröffnung eines Kontos bei einer chinesischen Bank

Mit der Erteilung der Lizenz ist das Vertretungsbüro offiziell gegründet und kann seinen Aktivitäten nachgehen.

5.6. Joint Ventures

Unter einem JV versteht man ein gemeinsam geführtes Unternehmen mit Beteiligung von mindestens zwei Partnern. Zur Verfolgung eines gemeinsamen Ziels vereinen zwei oder mehrere Unternehmen idealtypisch ihre Unternehmensstärken. In China ist bei JV zwischen Gemeinschaftsunternehmen, sogenannten Equity Joint Ventures (EJV) und Kooperationsunternehmen, sogenannten Contractual Joint Ventures (CJV), zu unterscheiden.

Equity Joint Ventures

Ein EJV wird in Form einer Limited Liability Company (LLC), vergleichbar mit der Rechtsform einer deutschen GmbH (Gesellschaft mit beschränkter Haftung), errichtet. Bei der Entscheidung, ob eine Direktinvestition in Form eines JV oder einer WFOE errichtet werden soll, sollte berücksichtigt werden, dass in China traditionell Beziehungen, sogenannte "guanxi", eine wichtige Rolle spielen. Ein chinesischer Partner, der über die richtigen Beziehungen verfügt, kann die Erteilung der erforderlichen Genehmigungen erleichtern und einen wesentlichen Beitrag zum geschäftlichen Erfolg leisten. Allerdings ist in einem JV die Alltagskooperation teilweise mit erheblichen Konflikten verbunden.

JV stellen in China unter Managementgesichtspunkten die anspruchsvollste und komplizierteste Unternehmens- und Investitionsform dar. Das Risiko des Scheiterns eines JV ist keineswegs geringer als bei einem 100-prozentigen Tochterunternehmen. Wie die Erfahrung lehrt, ist dieses Risiko bei JV unter Umständen sogar noch höher. Viele Faktoren spielen eine Rolle, wobei insbesondere die Wahl des richtigen Partners von besonderer Bedeutung ist.

Das chinesische Gesellschaftsrecht unterscheidet zwischen dem Stammkapital und der Gesamtinvestitionssumme. Das Stammkapital ist derjenige Betrag, der zur Gründung der Gesellschaft erforderlich ist und von den Gesellschaftern tatsächlich eingezahlt werden muss. Die Einzahlung kann in Raten erfolgen. Die Kapitaleinlagen eines JV können in bar, in Form patentierter Technologien, Maschinen und Materialen oder sonstiger Eigentumsrechte geleistet werden. Gewinn und Verlust des JV werden zwischen den Investoren im Verhältnis ihrer prozentualen Beteiligung am Stammkapital aufgeteilt.

Oberstes Geschäftsführungsorgan eines EJV ist das Board of Directors (BoD). Das BoD muss aus mindestens drei Mitgliedern bestehen. Laut dem Gesellschaftsgesetz vom Januar 2006 soll ein JV neben dem BoD auch ein Board of Supervisors oder bei kleineren Unternehmen ein oder zwei Supervisors haben. Die Aufgabe des Supervisors ist es, die

Finanzkontrolle im Unternehmen auszuüben sowie zu verhindern, dass die Arbeitsausführung der Direktoren rechtswidrig ist und gegebenenfalls einzuschreiten. Die Sitzverteilung im BoD erfolgt durch Vereinbarung der Gesellschafter unter Berücksichtigung ihrer Geschäftsanteile. Die Entscheidungsfindung im BoD kann grundsätzlich mit einfacher Mehrheit erfolgen. Eine Reihe grundlegender Angelegenheiten, wie z. B. Änderungen des Stammkapitals, Änderungen der Satzung, Übertragung von Geschäftsanteilen, Auflösung des JV etc., bedürfen jedoch eines einstimmigen Beschlusses aller bei der entsprechenden Sitzung anwesenden Mitglieder. Der Vorsitzende des BoD ist gesetzlicher Vertreter der Gesellschaft. Auch ein ausländischer Manager kann den Vorsitz des BoD innehaben, der stellvertretende Vorsitzende wird dann allerdings von der chinesischen Seite gestellt.

Contractual Joint Ventures

Der grundlegende Unterschied zwischen einem CJV und einem EJV besteht darin, dass die Gesellschafter im Rahmen eines CJV auch sogenannte Kooperationsbedingungen einbringen können. Zudem haben die Gesellschafter mehr Freiheit bei der Gestaltung des JV-Vertrages, beispielsweise ist hier die Gewinnausschüttung nicht an das Verhältnis der jeweiligen Gesellschafteranteile geknüpft. Ein CJV kann als Gesellschaft mit beschränkter Haftung oder als Unternehmen ohne eigene Rechtspersönlichkeit errichtet werden. Kooperationsbedingungen können aus Landnutzungsrechten, gewerblichen Schutzrechten, Know-how und anderen Eigentumsrechten bestehen. Sie werden nicht Bestandteil des Stammkapitals. Anstelle eines BoD kann ein gemeinsames Verwaltungskomitee als oberstes Geschäftsführungsorgan eingesetzt werden. Bei CJV ohne eigene Rechtspersönlichkeit ersetzt dieses Komitee das BoD. In der Praxis werden CJV häufig für Einzelprojekte, wie z. B. Bauprojekte, verwendet.

5.7. Wholly Foreign Owned Enterprises

Anders als bei einem JV bietet eine WFOE den Vorteil, dass der ausländische Investor die Geschäftsführung der Gesellschaft vollständig kontrolliert und die Organisation des Unternehmens flexibler gestalten kann. In einer WFOE kann auch die Geheimhaltung von Technologie und Know-how effektiver kontrolliert werden als in einem JV. Diese Gesichtspunkte führen dazu, dass in der Praxis derzeit die Mehrheit der ausländischen Investoren bei Neuinvestitionen zur Errichtung einer WFOE tendiert. Eine WFOE kann als Produktions-, Handels- oder Dienstleistungsunternehmen gegründet werden. Gemäß der jüngsten Änderung des chinesischen Gesellschaftsrechts und der Durchführungsbestimmungen zum WFOE-Gesetz der VR China, die seit dem 1. März 2014 in Kraft sind, ist das Aufbringen eines Mindestbetrags zur Einzahlung des Stammkapitals gesetzlich nicht mehr vorgeschrieben. Den Gründern wird damit grundsätzlich die Einschätzung überlassen, welche Summe für die Errichtung des WFOE notwendig ist. Allerdings ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, dass es trotz dieser Neuerungen in verschiedenen Städten weiterhin häufig dazu kommt, dass die Aufbringung eines Mindeststammkapitals - variierend in der Höhe - gefordert wird. Es erscheint daher sinnvoll, im Vorfeld einer Investition entsprechende Informationen einzuholen.

Durch die vorgenannten Änderungen ist weiterhin das Erfordernis weggefallen, dass mindestens 30 Prozent des Stammkapitals in bar erbracht werden müssen sowie der gesetzliche Zeitplan zur vollständigen Einzahlung des Stammkapitals vorgelegt werden muss. Entschließt sich der Investor dazu, das Mindestkapital in bar zu erbringen, hat er nun in umfangreicherem Maße die Möglichkeit, dieses mittels Ratenzahlung aufzubringen (vgl. Art. 30 Implementing Rules to FOE-Law).

Die interne Organisation einer 100-prozentigen Tochtergesellschaft (WFOE) und damit auch einer FICE bestimmt sich nach den Vorschriften des Gesellschaftsgesetzes der Volksrepublik China. Danach müssen alle WFOE, die nach dem 1. Januar 2006 gegründet werden, zusätzlich zum BoD/ Executive Director eine Gesellschafterversammlung und ein im Regelfall aus mindestens drei Mitgliedern bestehendes Aufsichtsorgan (Supervisory Board) beziehungsweise ein bis zwei Supervisors für kleine Gesellschaften einrichten. Die Gesellschafterversammlung ist somit nunmehr das oberste Organ der Gesellschaft, auch wenn das BoD/ Executive Director weiterhin vielfach die maßgeblichen Entscheidungen trifft, allerdings nun unter der Überwachung des Supervisory Boards/ der Supervisors.

Produktionsgesellschaft

Soll eine Produktion in China errichtet werden, kann dies entweder auf Grundlage einer WFOE oder als JV geschehen. Die Gründung eines JV bietet sich vor allem dann an, wenn angestrebt wird, bereits bestehende Partnerschaften auszubauen oder Distributionskanäle zu nutzen.

Seit 1986 ist es ausländischen Unternehmen in einigen Industriezweigen erlaubt, 100-prozentige Tochterfirmen zu gründen. WFOE werden grundsätzlich als GmbH gegründet. Besonderes Augenmerk ist bei der Gründung einer 100-prozentigen Tochtergesellschaft auf die Formulierung des geplanten Geschäftsbereichs in der Satzung zu legen.

Für die Anmeldung sind verschiedene Formalitäten zu berücksichtigen. So muss z. B. ein von der chinesischen Botschaft beglaubigter Handelsregisterauszug und ein chinesischer Firmenname bei den Behörden eingereicht werden. Für den Erhalt der Genehmigungsurkunde müssen die Satzung (Articles of Association), in der der Geschäftsbereich (Business Scope) definiert wird, sowie die Machbarkeitsstudie (Feasibility Study) und weitere Unterlagen erstellt und bei verschiedenen Behörden eingereicht werden. Produzierende Unternehmen sollten die Umweltschutzprüfung besonders berücksichtigen. Chemieunternehmen müssen sich einer umfangreichen und kostenintensiven Prüfung unterziehen. Nach dem Einreichen aller vollständigen und relevanten Unterlagen erhält das Unternehmen eine Genehmigungsurkunde. Innerhalb eines Monats nach dem Erhalt der Genehmigungsurkunde sollte der Antrag auf die Geschäftslizenz (Business Licence) gestellt werden.

Je nach Größe und Umfang einer Investition dauert der gesamte Gründungsprozess bis zum Erhalt der Geschäftslizenz unterschiedlich lange. Durchschnittlich benötigt die Gründung einer Produktionsgesellschaft etwa drei bis vier Monate ab Einreichung der Unterlagen bei der Genehmigungsbehörde bis zur Ausstellung der Geschäftslizenz. Mit der Business Licence ist die Produktionsgesellschaft ein offizielles chinesisches Unternehmen, jedoch müssen noch diverse Behördengänge erledigt werden, wie z. B. die Registrierung bei der Steuer- und Zollbehörde sowie beim Finanzamt.

Handelsgesellschaft

Ausländische Firmen, die in China in den Bereichen Wholesale, Retail und Franchising tätig werden wollen, können eine Handelsgesellschaft, Foreign Invested Commercial Enterprise (FICE), gründen. Handelsgesellschaften können importierte und lokale Produkte über ihr eigenes Wholesale-, Retail- und Franchise-System vertreiben. Das chinesische Handelsrecht unterscheidet zwischen Groß- und Einzelhandel. Dem Großhändler ist nur gestattet, Handel mit anderen Groß- und Einzelhändlern zu betreiben. Einzelhändler wiederum dürfen nur an den Endkunden verkaufen. Bei dem Handel mit Waren, für die bestimmte Vorschriften oder für deren Import und Export Quoten und Lizenzkontrollen bestehen, muss die Handelsgesellschaft die Regelungen in den jeweils einschlägigen chinesischen Gesetzen beachten. Restriktionen bestehen beispielsweise für einige Produkte im Bereich Chemie, Agrar und Medizin. Eine spezielle Genehmigung ist für besondere Verkaufsaktivitäten wie der Verkauf über TV, Internet, Telefon, Post und Verkaufsmaschinen erforderlich. Der Gründungsprozess einer Handelsgesellschaft entspricht grundsätzlich dem für Produktionsunternehmen, wobei die Umweltschutzprüfung erspart wird.

Die Möglichkeit, Handelsgesellschaften zu gründen, bietet deutschen Firmen neue Perspektiven, so z. B. den Vertrieb von Ersatz- und Zuliefererteilen und den dazugehörigen Service sowie den Ausbau des After-Sales-Bereichs.

Dienstleistungsgesellschaft

Auch Dienstleistungsgesellschaften können in Form einer WFOE gegründet werden. Der Ablauf des Gründungsprozesses ist mit dem der Handelsgesellschaften vergleichbar. Seit dem WTO-Beitritt ist der Markteintritt in viele Dienstleistungsbereiche, beispielsweise Consulting und Design, in China möglich.

5.8. Holding

Für die Gründung einer Holdinggesellschaft muss das Stammkapital grundsätzlich mindestens 30 Millionen USD betragen. Dies hat sich auch durch die letzte Änderung des chinesischen Gesellschaftsrechts vom März 2014 nicht geändert. Der ausländische Investor muss darüber hinaus ein nicht unerhebliches China-Engagement nachweisen, so dass bislang nur einige internationale Konzerne diesen Weg beschritten. Nach Genehmigung durch das zuständige Handelsministerium in Peking kann eine Holdinggesellschaft auch den Devisenausgleich unter den Gesellschaften der Gruppe vornehmen und die Beteiligungen anderer Gesellschaften der Gruppe an anderen chinesischen Kapitalanlagen halten.

5.9. Aktiengesellschaft

Seit 1995 können ausländische Investoren auch Aktiengesellschaften in China gründen. Die Errichtung einer Aktiengesellschaft mit ausländischer Kapitalbeteiligung bedarf der Beteiligung von mindestens fünf sogenannten Promotern, von denen mehr als die Hälfte aus China stammen muss. Weiter muss das Stammkapital mindestens 30 Millionen RMB betragen. Wegen der relativ engen Gründungsvoraussetzungen haben Aktiengesellschaften mit ausländischem Kapital in der Praxis bisher keine Bedeutung erlangt.

5.10. Mergers & Acquisition

Neben einer Neugründung besteht die Möglichkeit in ein bestehendes chinesisches Unternehmen zu investieren. In Betracht kommt der Erwerb eines Teils oder aller Geschäftsanteile eines bereits bestehenden Unternehmens mit ausländischer Kapitalbeteiligung oder einer rein chinesischen Gesellschaft. Inzwischen werden vor allem rein chinesische Unternehmen erworben. Mit einem Unternehmenskauf sehen viele Investoren die Möglichkeit eines schnellen Markteintritts in China.

Eine anteilige oder komplette Beteiligung setzt voraus, dass man das Unternehmen gründlich überprüft hat. Bei einem Anteilskauf (Share Deal) sollte man die Buchführung und Dokumentation chinesischer Unternehmen und deren Bewertung besonders prüfen. Oftmals sind der Kauf von Vermögensgegenständen (Asset Deals) und eine Neugründung eines Unternehmens vorteilhafter. Verbindlichkeiten des chinesischen Unternehmens werden nicht übernommen und die genaue Prüfung der einzelnen Vermögensgegenstände ist übersichtlicher. Im September 2006 sind neue Mergers & Acquisitions (M&A)-Regelungen[504] in Kraft getreten (geändert im Jahr 2009). Nach den neuen Regelungen kann ein Unternehmen nach einem M&A durch ausländische Investoren die Vergünstigungsbehandlung für FIE in Anspruch nehmen, sofern die ausländischen Investoren über einen Anteil von mehr als 25 Prozent am registrierten Kapital des Unternehmens nach dem M&A verfügen.

6. Steuerwesen

Unternehmen, die in China tätig sind, unterliegen grundsätzlich folgenden Steuern:

- Körperschaftssteuer
- Einkommensteuer für natürliche Personen
- Mehrwertsteuer
- Geschäftsteuer (Business Tax)
- Konsumsteuer
- Andere Steuern (Stempelsteuer, Grundübertragungssteuer, Kfz-Steuer etc.)

[504] Provision on Mergers and Acquisitions of Domestic Enterprises by Foreign Investors

Am 16. März 2007 wurde das neue chinesische Körperschaftssteuergesetz (Enterprise Income Tax Law) verabschiedet. Statt bisher 15 bis 33 Prozent für FIE und 33 Prozent für chinesische Unternehmen gilt seit dem 1. Januar 2008 ein einheitlicher Steuersatz von 25 Prozent für alle in China steuerlich ansässigen Unternehmen. Für Unternehmen, die sich als kleine Unternehmen mit kleinen Gewinnen qualifiziert haben, gilt ein begünstigter Steuersatz von 20 Prozent. High-/ New-Tech-Unternehmen unterliegen einem Steuersatz von 15 Prozent. Produktionsgesellschaften, die als High-/ New-Tech-Unternehmen anerkannt werden möchten, müssen gleichzeitig die folgenden Bedingungen erfüllen:[505]

Das Unternehmen muss unabhängiges geistiges Eigentum der Kerntechnologien in seinen Schlüsselprodukten (-dienstleistungen) besitzen. Dieser Besitz muss durch unabhängige eigenständige Forschung und Entwicklung beziehungsweise durch Übergabe, Schenkung oder Fusion während der vergangenen drei Jahre oder durch Exklusivrechte, exklusive Lizenzen mit einer Laufzeit von fünf Jahren oder länger, erworben worden sein.

Mit dem neuen Gesetz werden viele Steuerermäßigungen abgeschafft. Steuerermäßigungen und Steuerbefreiungen werden weiterhin Unternehmen, die im Bereich Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft oder Fischerei aktiv sind, gewährt. Auch Einkünfte aus energie- und wassersparenden sowie umweltfreundlichen Aktivitäten als auch Einkünfte aus qualifizierten Technologietransfers können Gegenstand von Steuerermäßigungen sein.

Der chinesischen Umsatzsteuer unterliegen Unternehmen sowie natürliche Personen. Hauptanwendungsbereiche sind der Verkauf und Import von Produkten, die Erbringung von Leistungen zur Instandsetzung oder Weiterverarbeitung, die Lieferung, Lohnveredlung, Reparatur und Austauschdienstleistung sowie die Wareneinfuhr auf jeder Produktions- und Handelsstufe. Der Steuersatz variiert je nach Art der Güter. Der allgemeine Steuersatz für Waren beträgt 17 Prozent. Ein reduzierter Steuersatz in Höhe von 13 Prozent ist anwendbar auf bestimmte lebenswichtige Güter wie Getreide, Leitungswasser, Kohle, Gas, Nahrungsmittel, Bücher, Rohöl, Moschus, Zucker, Kupfer, Platin, elektronische Publikationen und Software-Produktlizenzen. Umsatzsteuerfrei sind gebrauchte Waren und unmittelbar vom Landwirt vertriebene Agrarerzeugnisse. Die Umsatzsteuer wird zum Zeitpunkt der Kaufpreiszahlung fällig. Die Zahlungsfrist kann nach Absprache mit den Behörden bis zu einen Monat betragen.

Lange Zeit unterlagen Dienstleistungen in China nicht der Umsatzsteuer sondern ausschließlich einer Geschäftsteuer (Business Tax). Hauptnachteil der Geschäftsteuer war, dass diese nicht verrechenbar war. Insbesondere bei Ketten-Dienstleistungsverträgen führte die Geschäftsteuer zu einem unverhältnismäßigen Anstieg der Steuerlast. Mit Wirkung zum 1. August 2013 wurde ein Pilot-Programm, das vorher nur in einigen Provinzen galt, landesweit ausgerollt. Demnach unterlagen einige Dienstleistungsbereiche sowie "moderne Dienstleistungen" auch der Umsatzsteuer und nicht mehr der Geschäftsteuer. Dies betraf neben Transportdienstleistungen (Land-, Wasser-, Luft- und Pipeline-Transporte) auch die Kategorien Rundfunk-, Film-, Fernsehleistungen und moderne Dienstleistungen wie Forschung, Entwicklung, technischer Service, Informationstechnologien, kulturelle und kreative Services, Logistikservices inklusive Nebenbereichen, professionelle Rechnungsprüfungen und Beratungsleistungen sowie bestimmte Leasing Services für bewegliches Eigentum.

Am 1. Januar 2014 wurde das Umsatzsteuersystem auf die Bereiche Bahntransport, Post & Telekommunikation sowie Kurierdienste ausgeweitet. Dienstleistungsanbieter aus der Transportbranche haben statt der bisher zu zahlenden Geschäftsteuer in Höhe von 3 Prozent nun einen Umsatzsteuersatz iHv. 11 Prozent zu zahlen. Auf Anbieter von modernen Dienstleistungen (außer Leasing Services) entfällt statt der bisherigen Geschäftsteuer in Höhe von 5 Prozent ein Umsatzsteuersatz von 6 Prozent. Servicedienstleister im Bereich Leasing von beweglichen Vermögensgegenständen zahlen nun statt 5 Prozent Business Tax einen Umsatzsteuersatz in Höhe von 17 Prozent. Für kleine Steuerzahler (Unternehmen mit einem Jahresumsatz von weniger als 5 Mio. RMB) ist weiterhin ein einheitlicher Umsatzsteuersatz in Höhe von 3 Prozent vorgesehen.

Zusätzlich werden bei Umsatz- und Geschäftsteuer regionale Aufschläge, abhängig vom Firmensitz, fällig. Aktuell führt dies bei einer Dienstleistungsumsatzsteuer von 6 Prozent in Shanghai (Stadt) zu einem tatsächlichen Umsatzsteuersatz von 6,78 Prozent, in Peking (Stadt) von 6,72 Prozent.

[505] China Master Tax Guide 2012

Seit dem 1. Mai 2016 wurden in China landesweit Tests zur Ersetzung der Umsatzsteuer durch die Mehrwertsteuer gestartet. Der chinesische Staatsrat forderte die Behörden auf, die Tests mit großer Aufmerksamkeit zu verfolgen. Das Ersetzen sei eine wichtige Maßnahme zur Steuerermäßigung bei der Durchführung einer proaktiveren Finanzpolitik, so der Staatsrat. Die Tests sollen zwei bis drei Jahre andauern. In dieser Zeit werden die Zentralregierung und die regionalen Regierungen jeweils die Hälfte der von den Unternehmen abgeführten Mehrwertsteuern erhalten.

Für grenzüberschreitende Dienstleitungen (z. B. zwischen der deutschen Mutter- und der chinesischen Tochtergesellschaft) gelten einige Besonderheiten: Dienstleistungsempfänger, die Dienstleistungen eines ausländischen Unternehmens in Anspruch nehmen, sind für die Abführung der Umsatzsteuer verantwortlich. Die Begleichung des Entgeltes für die Dienstleistung im Ausland kann erst erfolgen, wenn der Vertrag bei der Steuerbehörde angemeldet ist. Der auf die Umsatzsteuer entfallende Steuersatz wird von dem gesamten Betrag abgezogen und an die Steuerbehörde gezahlt. Ausgenommen davon sind Dienstleistungen, die vollständig im Ausland konsumiert werden.

7. Marktbarrieren und Herausforderungen auf dem chinesischen Markt

Im Geschäftsklimaindex der AHK Greater China vom Jahr 2016 wurden, wie bereits 2014, steigende Lohnkosten als größte Herausforderung genannt. Im Jahr 2015 wurde dagegen die Personalsuche als Hauptproblem angesehen.[506] [488]Viele der Herausforderungen, wie Fachkräftemangel, hohe Personalfluktuation und langsames Internet treffen auch auf die Branche der erneuerbaren Energien und verwandte Technologien zu. Eine der zentralen Hürden für deutsche Unternehmen ist und bleibt jedoch der ungleiche Zugang zu Informationen und eine fehlende Transparenz von öffentlichen Ausschreibungen.

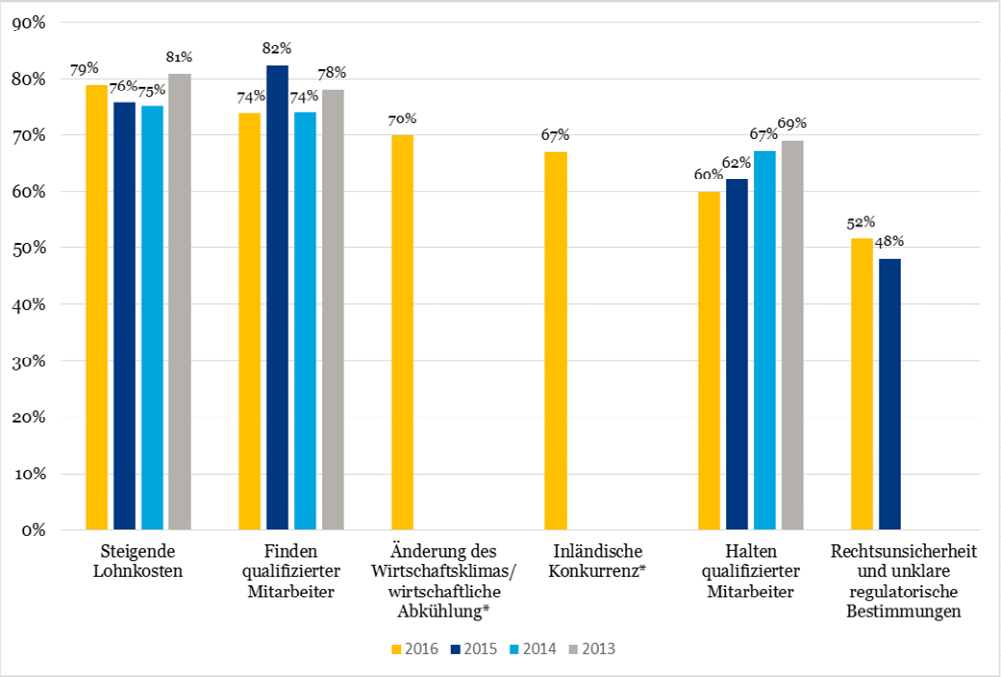

Abbildung 28: Geschäftsklimaindex - Top 5 Unternehmensherausforderungen in China 2016[507]
(*"Änderung des Wirtschaftsklimas/wirtschaftliche Abkühlung" sowie „Inländische Konkurrenz" 2016 erstmals abgefragt, Vorjahresangaben aus früheren Ausgaben der Business Confidence Survey)

7.1. Zentrale Herausforderungen: Mitarbeiter und Lohnkosten

Auf den vorderen beiden Plätzen stehen Probleme bezüglich der steigenden Lohnkosten im Reich der Mitte sowie dem Finden von qualifizierten Mitarbeitern. Viele deutsche Unternehmen werden während eines Markeitritts sowie bei einer Expansion der Firma durch einen Mangel an passend ausgebildeten chinesischen Mitarbeitern gebremst. Qualifiziertes Personal zu finden, ist für 74 Prozent der Unternehmen ein großes oder sehr großes Problem, auch wenn dieser Wert um 8 Prozent im Vergleich zum Vorjahr sank. Die steigenden Lohnkosten, die von 79 Prozent der Firmen als Hauptproblem angesehen werden (2015 waren es noch 76 Prozent), haben zwar als Herausforderung seit 2014 nicht signifikant, aber stetig zugenommen und bleiben damit insgesamt die größte Sorge für deutsche Unternehmen in China. Nach der diesjährigen Neueinführung der Kategorien „Änderung des Wirtschaftsklimas/wirtschaftliche Abkühlung" sowie „Inländische Konkurrenz" nahmen diese Herausforderungen auf Anhieb Platz drei und vier in der Umfrage ein. Weiterhin bereitet das Halten qualifizierten Personals für 60 Prozent der befragten Unternehmen Schwierigkeiten. Dieses Problem hat sich allerdings angesichts des sich weiterhin verlangsamenden Wirtschaftswachstums und der daraus

[506] German Chamber of Commerce in China 2016
[507] German Chamber of Commerce in China 2016

resultierenden höheren Unsicherheiten im Arbeitsmarkt leicht entspannt. Insgesamt bleibt das Finden und Halten von qualifiziertem Personal damit weiter ein Kernproblem und verdeutlicht nicht nur den Mangel an gut ausgebildeten Arbeitskräften in China, sondern erweist sich auch als eine zentrale Hürde im Transformationsprozess der chinesischen Wirtschaft.

Chinesische Mitarbeiter bewerten einen Arbeitsplatz in erster Linie nach dem Gehalt. Mit steigendem Wohlstand spielen jedoch auch Faktoren wie die Sicherheit des Arbeitsplatzes, Angebote zur Weiterbildung, Aufstiegschancen im Unternehmen, projektunabhängige beziehungsweise langfristige Verträge, überdurchschnittlich gute Arbeits- und Lebensbedingungen, flexible Regelungen bei einer Mutterschaft, außerbetriebliche Aktivitäten der Belegschaft oder Angebote für Kurse und Sportvereine eine zunehmend wichtige Rolle. Besonders hohe Fluktuationsquoten sind bei Unternehmen in relativ neuen Branchen, wie beispielsweise der Umwelttechnologie, zu beobachten. Steigt jedoch die Marktreife, binden sich Mitarbeiter immer intensiver an ihr Unternehmen.

7.2. Sonstige Herausforderungen und Marktbarrieren

Geschäftspartner, Zölle, Grundstücke und interkulturelle Barrieren

Neben steigenden Lohnkosten und Problemen beim Finden und Halten von qualifizierten Mitarbeitern, spielen auch Schwierigkeiten bei der Kooperation mit den passenden Geschäftspartnern in China eine Rolle. Staatliche oder ehemals staatliche chinesische Unternehmen leiden unter Problemen wie ungeeignetem Personal, ineffizienten Managementstrukturen, veralteten Produktionsstätten und Marketing-Methoden. Auch bei privaten Firmen sollten zur Sicherheit Bilanzen gründlich geprüft werden – bestenfalls von einem externen Berater. In jedem Fall sollte im Vorfeld genügend Zeit für Recherchen und Sondierungsgespräche einplant werden, denn nur so kann ein chinesisches Unternehmen detailliert analysiert und dann richtig eingeschätzt werden.

Des Weiteren bieten viele Produkte aus dem Bereich der erneuerbaren Energien im internationalen Handel deutliche Vorteile gegenüber Produkten aus anderen Branchen: So werden Windturbinen und entsprechende Teile ab 2014 quasi gebührenfrei verzollt und erhalten eine Vergünstigung der Mehrwertsteuer um 50 Prozent (8,5 Prozent anstatt 17 Prozent). Außerdem entfallen Importzölle für inländisch nicht herstellbare Anlagenteile.[508] [509]

Mit dem Beitritt Chinas in die WTO liefen die Importquoten für chinesische Unternehmen, JVs und WFOE aus. Darüber hinaus strich die chinesische Regierung die Auflagen zur Beschaffung von Betriebsmitteln und Rohstoffen aus China. Des Weiteren ist der Besitz von Grundstücken in China nicht möglich. Grundstücke können lediglich für gewisse Zeiträume gepachtet werden. Hier gelten folgende Zeiträume: 40 Jahre für Gewerbe, 50 Jahre für industrielle Nutzung und 70 Jahre für Wohngebäude. Zum Erwerb einer Immobilie benötigen ausländische Firmen eine Unternehmensform, die dem chinesischen Rechtsstatus gerecht wird. Neben dem Erwerb von Grundstücken gibt es schlussendlich auch kulturelle Barrieren: So treten Schwierigkeiten nicht nur bei der Landessprache auf, sondern auch bei der Mentalität – gerade in der Geschäftswelt. Durch die Intransparenz und die vielschichtigen Verzweigungen der chinesischen Geschäftswelt sind die Vorgänge zur Abwicklung von Geschäften komplex. Eine vollständige Dokumentation von Transaktionen, technischen und legalen Dokumenten gehört in China beispielsweise nicht zum Standard.

Öffentliche Ausschreibungen

Zurzeit besitzt China im GPA der WTO ausschließlich den Status des Beobachters. Alle bisher von Chinas bezüglich einer Öffnung abgegeben Angebote wurden abgelehnt, da diese von der Mehrheit der WTO-Mitglieder als unzureichend angesehen wurden.[510] Der Weg muss unter anderem „in den Feldern ‚diskriminierungsfreier Marktzugang' (z. B. durch Abbau der Beteiligungsgrenzen ausländischer Unternehmen, Behebung technischer Marktzutrittsbeschränkungen durch Standards und Zertifizierungsanforderungen, Verschlankung langwieriger Zulassungsverfahren), aber auch im Bereich

[508] fd.bjx.com.cn 2013
[509] chinapower.com.cn 2014
[510] Auswärtiges Amt 2017a

‚öffentliches Beschaffungswesen‘‘ fortgesetzt werden.[511]

[511] BMWi o.J.

VII. Zielgruppenanalyse

Das folgende Kapitel gibt eine Übersicht über ausgewählte/relevante Marktakteure im Bereich der erneuerbaren Energien in China. Dazu zählen Kontakte aus dem politischen und administrativen Bereich, Organisationen, welche deutsche Unternehmen bei einem Markteintritt in China unterstützen können sowie eine Liste von Unternehmen beziehungsweise potenziellen Wettbewerbern oder Partnern. Sofern keine Kontaktdaten angegeben wurden, sind diese nicht verfügbar bzw. vertraulich.

1. Anlaufstellen

Im Folgenden findet sich eine Auflistung relevanter politischer und administrativer Anlaufstellen innerhalb der chinesischen Regierung mit den dazugehörigen Kontaktdaten.

a) Chinesische (halb-)staatliche Anlaufstellen

Tabelle 7: Chinesische Behörden, Ministerien und sonstige (halb-)staatliche Anlaufstellen

National Energy Administration (NEA)		
Die NEA ist direkt der NDRC unterstellt. Hauptaufgaben der NEA sind unter anderem: Forschung, Überwachung der nationalen Energiestrategie(n), Erstellung von Plänen, Analysen, Standards und Regularien bezüglich des chinesischen Energiesektors, Entwicklung von Strategien zur Deckung des chinesischen Energiebedarfs sowie die Koordinierung von Energieprojekten. Die NEA wurde 2008 gegründet und ersetzte das damalige National Energy Bureau.	Adresse: Telefon: Fax: E-Mail: Webseite:	No. 38 Yuetan Street (S) Xicheng District, Peking China +86 10 6850 5860 +86 10 6850 2238 nea@nea.gov.cn www.nea.gov.cn
National Development and Reform Commission (NDRC)		
Die NDRC ist eine makroökonomische Regulierungsbehörde des chinesischen Staatsrates. Ihre Zuständigkeiten sind der Entwurf und die Gestaltung von Richtlinien zur wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung sowie deren Reformen.	Adresse: Telefon: Fax: Webseite:	No. 38 Yuetan Street (S) Xicheng District, Peking China +86 10 6850 2087 +86 10 6850 2088 www.ndrc.gov.cn
China Electricity Council (CEC)		
Der CEC ist ein Dachverbrand der chinesischen Elektrizitätsindustrie. Er veröffentlicht neben Statistiken zum chinesischen Stromsektor auch Standards und organisiert Events.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	No. 1, Lane 2, Baiguang Road Xicheng District, Peking China +86 10 6341 5533 cecintl@cec.org.cn english.cec.org.cn

China National Renewable Energy Centre (CNREC)		
Das CNREC unterstützt die chinesischen Energiebehörden bei der Erforschung und Koordinierung von politischen Richtlinien und Regelwerken im Bereich der erneuerbaren Energien. Weitere Aufgaben sind die Entwicklung von Strategien, Standards sowie die Beobachtung von Trends in der Erneuerbare-Energien-Branche und den Sektoren verwandter Technologien. Auch das Monitoring und die Bewertung von Pilotprojekten zählen zu den Aufgaben des CNREC.	Adresse: Telefon: Fax: E-Mail: Webseite:	Room B2204-2209, Guohong Mansion Muxidibeili, No. 11 Peking, China +86 10 6390 8022 +86 10 6390 8024 editor@cnrec.org.cn www.cnrec.org.cn
Chinese Renewable Energy Industry Association (CREIA)		
CREIA dient als Brücke zwischen Behörden, Forschungsinstituten und der Industrie. Die Vereinigung bietet ein Forum für Diskussionen über die Entwicklung von erneuerbaren Energien in China und berät die chinesische Regierung bei der Formulierung von Strategien. CREIA bringt nationale und internationale Projektierer und Investoren zusammen, fördert Technologieaustausch und zeigt Investitionsmöglichkeiten auf.	Adresse: Telefon: Fax: E-Mail: Webseite:	A2106, Wuhua Plaza A4 Chegongzhuang Dajie Xicheng District, Peking China +86 10 6800 2617 +86 10 6800 2674 creia@creia.net www.creia.net
Ministry of Industry and Information Technology (MIIT)		
Das MIIT wurde erst im März 2008 gegründet und ist hauptsächlich verantwortlich für die Regulierung und Entwicklung des Postdienstes, Internets, Rundfunks, Kommunikationsdienstes sowie der Produktion von elektronischen und IT-Gütern. Des Weiteren ist das MIIT verantwortlich für die industriepolitische Planung sowie für die Entwicklung von Richtlinien und Standards.	Minister: Adresse: Telefon: Webseite:	Miao Wei 13 West Chang'an Road Peking, China +86 10 6820 8025 www.miit.gov.cn
Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MOHURD)		
MOHURD entwirft Richtlinien, Gesetze und Entwicklungspläne im Zusammenhang mit städtischer und regionaler Planungs- und Bauzeit, der Bauindustrie und den Stadtwerken. MOHURD setzt nationale Standards für Bauprojekte ein und beaufsichtigt Marktzugänge sowie Projektausschreibungen.	Minister: Adresse: Telefon: Fax: E-Mail: Webseite:	Chen Zhenggao 9 Sanlihe Road Peking, China +86 10 6839 4114 +86 10 6839 3333 cin@mail.cin.gov.cn www.mohurd.gov.cn
National Energy Conservation Center (NECC)		
Das NECC wurde im Mai 2009 gegründet und ist direkt der NDRC unterstellt. Es forscht in den Bereichen Energieeinsparungsrichtlinien, -regularien, -planung und -administration.	Adresse: Telefon: Fax E-Mail: Webseite:	No. 12 Sanlihe Street Peking, China +86 10 6858 5777 +86 10 6853 6001 necc@chinanecc.cn www.chinanecc.cn

Ministry of Science & Technology (MOST)		
Zuständigkeiten des MOST liegen in der Entwicklung und Darlegung von politischen Strategien, um den Bereich Forschung und Technologie des Landes zu fördern, im Entwurf von Richtlinien und Normen Forschung und Technologie betreffend sowie in der Förderung wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung.	Minister: Adresse: Telefon: Fax: Webseite:	Wan Gang 15B Fuxing Road Peking, China +86 10 5888 1385 +86 10 5888 1304 www.most.gov.cn
Ministry of Environmental Protection (MEP)		
Das MEP entwickelt Gesetze, Richtlinien und Verordnungen die den Umweltschutz betreffen. Es ist zuständig für das Management von Pilotprojekten, Bereitstellung eines politischen, technischen und wirtschaftlichen Beratungs-dienstes für Bauprojekte und die Industrie, Organisation und Entwicklung von nationalen Standards und Richtlinien bezüglich der Vermeidung von Luft- Wasser- und Umweltverschmutzung, Evaluierung und Förderung von innovativen Technologien im Bereich erneuerbare Energien sowie Sicherung und Überwachung von Umweltstandards bei Stadtentwicklungsplänen.	Minister: Adresse: Telefon: E-Mail: Website:	Chen Jining No.115 Xizhimennei Nanxiaojie, Xicheng District, Peking China +86 10 6655 6006 advice@mep.gov.cn english.mep.gov.cn
China Tendering & Bidding Association (CTBA)		
Die CTBA ist eine gemeinnützige Organisation, die Firmen, öffentliche Institutionen und Wissenschaftler – welche sich mit Ausschreibungsverfahren beschäftigen – vereint. Die Hauptaufgaben der CTBA sind die Integration und Koordinierung von allen Ausschreibungsaktivitäten und -systemen sowie die Regulierung des Ausschreibungsmarktes, um eine faire, objektive und vertrauensvolle Ausschreibung zu gewährleisten. Mit mehr als 1.500 Mitgliedern ist die CTBA die einzige Organisation, die China in internationalen Ausschreibungen repräsentiert.	Adresse: Telefon: Fax: E-Mail: Webseite:	10/F, Xinhua Building No. 59, Yuetan South Street Xicheng District, Peking China +86 10 8865 3324 +86 10 8865 3324 ctba@ctba.org.cn english.ctba.org.cn

b) Anlaufstellen für allgemeine Informationen und Markteintritt

Im Bereich erneuerbarer Energien gibt es bereits eine Reihe von Anlaufstellen in Form von Instituten und Gesellschaften. Im Folgenden findet sich eine Zusammenstellung von deutschen Organisationen, welche im Zielmarkt China bereits aktiv sind und bei einem Markteintritt behilflich sein können.

Tabelle 8: Anlaufstellen für allgemeine Informationen und Markteintritt

German Industry & Commerce Greater China (AHK Greater China) / econet china		
Mit ihrer Informations-, Netzwerk- und Marketingplattform unterstützen die Umweltabteilungen der AHK Greater China gezielt mittelständische Unternehmen aus den Branchen Energie, Umwelt und Bau, die daran interessiert sind, Geschäftsbeziehungen in China aufzubauen beziehungsweise zu intensivieren. Zu ihren Dienstleistungen zählen die Beratung von deutschen Unternehmen, die Bereitstellung von Marktinformationen und die Organisation von regelmäßigen Veranstaltungen im Umwelt- und Energiebereich.	Kontakt: Webseite:	Bernhard Felizeter Head of Department Building, Energy & Environment – econet china in Peking Tel.: +86 10 6539 6650 felizeter.bernhard@bj.china.ahk.de Daniel Eckmann Head of Department Building, Energy & Environment – econet china in Shanghai Tel.: +86 21 3858 5020 eckmann.daniel@sh.china.ahk.de www.china.ahk.de www.econet-china.com
European Union Chamber of Commerce in China (EUCCC)		
Die EUCCC wurde im Jahr 2000 von 51 Mitgliedsfirmen, welche das Ziel einer einheitlichen Stimme für verschiedene Geschäftsbereiche der Europäischen Union und europäischen Firmen verfolgen, gegründet. Die EUCCC ist eine mitgliedergetriebene, gemeinnützige und auf Beiträgen aufgebaute Organisation mit einer Kernstruktur von insgesamt 50 Arbeitsgruppen. Wichtige Arbeitsgruppen im Bereich Energie sind die „Energy Working Group“ mit ihren Sub Working Groups „Renewable Energy Working Group“ und „Smart Grid Working Group“ und die „Environment Working Group“. Die Arbeitsgruppen der EUCCC veröffentlichen regelmäßig Positionspapiere und organisieren Treffen und Meetings mit chinesischen Entscheidungsträgern, Behörden und Organisationen.	Adresse: Webseite:	Peking Lufthansa Center Office C412 No. 50 Liangmaqiao Road Peking, China www.europeanchamber.com.cn
Germany Trade & Invest (GTAI)		
Germany Trade & Invest – Wirtschaftsförderungsgesellschaft der Bundesrepublik Deutschland – verbindet die Analysekompetenz von ausländischen Märkten mit der Branchenexpertise des Investitions- und Technologiestandortes Deutschland. Gestützt auf das Wissen von 60 Auslandsmitarbeitern und die enge Zusammenarbeit mit den AHKs deckt die Wirtschaftsförderungsgesellschaft der BRD den Bedarf der deutschen Außenwirtschaft nach umfassenden, konsistenten und branchenspezifischen Marktinformationen.	Adresse: Webseite:	Unit 0811, Landmark Tower II 8 North Dongsanhuan Road Peking, China www.gtai.de

EU SME Centre		
Das EU SME Centre ist eine Initiative der EU, um KMU beim Markteintritt in China behilflich zu sein. Der Service beinhaltet praktische Hinweise, Ratschläge und Training in den Feldern Business Development, Legal Issues, Standards und Human Resources, um den Markteintritt zu erleichtern. Ein Schwerpunkt des EU SME Centre ist Energieeffizienz in China.	Adresse: Telefon: Fax: Webseite:	Room 910, Sunflower Tower, No. 37 Maizidian West Street Peking, China +86 10 85275300 +86 10 85275093 www.eusmecentre.org.cn
Vertretungen der Bundesrepublik Deutschland in der Volksrepublik China		
Aufgrund von Weisungen des Auswärtigen Amts vertreten die Auslandsvertretungen den deutschen Staat, wahren seine Interessen und schützen seine Bürgerinnen und Bürger im Gastland. Sie verhandeln mit der dortigen Regierung und fördern die politischen Beziehungen sowie die wirtschaftliche, kulturelle und wissenschaftliche Zusammenarbeit.	Botschafter: Adresse: Telefon: Fax: Webseite:	Michael Clauss 17 Dongzhimenwai Dajie Chaoyang District, Peking China +86 10 8532 9000 +86 10 6532 5336 www.china.diplo.de
China IPR SME Helpdesk		
China IPR SME Helpdesk unterstützt Europäische KMU, ihre Intellectual Property Rights (geistige Eigentumsrechte) zu schützen und durchzusetzen. Informationen und Dienstleistungen hierzu stehen frei zur Verfügung.	Kontakt: Adresse: Telefon: Fax: E-Mail: Webseite:	Simon Cheetham, Team Leader Room 2480, Peking Sunflower To wer, No.37 Maizidian Street Peking, China +86 10 6462 0892 +86 10 8527 6923 question@china-iprhelpdesk.eu www.china-iprhelpdesk.eu
Deutsche Energie-Agentur (dena)		
Die dena ist das Kompetenzzentrum für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und intelligente Energiesysteme. Sie unterstützt die Umsetzung der Energiewende in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Dabei blickt sie auf das Energiesystem als Ganzes und setzt sich dafür ein, Energie so effizient, sicher, preiswert und klimaschonend wie möglich zu erzeugen und zu verwenden – national sowie international.	Webseite:	www.dena.de
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)		
Als Bundesunternehmen unterstützt die GIZ die Bundesregierung dabei, ihre Ziele in der internationalen Zusammenarbeit für nachhaltige Entwicklung zu erreichen.	Adresse: E-Mail: Webseite:	Sunflower Tower, Room 1100 Maizidian Street 37 Chaoyang District, Peking China giz-china@giz.de www.giz.de

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)		
Seit 1948 finanziert und fördert die KfW im In- und Ausland nachhaltige Projekte in Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. Im Auftrag der Bundesregierung betreut der Geschäftsbereich KfW Entwicklungsbank die finanzielle Zusammenarbeit Deutschlands in mehr als 100 Entwicklungs- und Schwellenländern und legt seinen Schwerpunkt unter anderem auch auf den Umwelt- und Klimaschutz.	Adresse: Website:	Suite 1170, Sunflower Tower 37 Maizidian Street Chaoyang District, Peking 100125 China www.kfw.de
Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (DEG)		
Die DEG ist ein Tochterunternehmen der KfW und hat den Auftrag unternehmerische Initiative in Entwicklungs- und Schwellenländern zu fördern, um zu nachhaltigem Wachstum und besseren Lebensbedingungen der Menschen vor Ort beizutragen. Dazu werden privaten Unternehmen für ihre Investitionen langfristige Finanzierungen zur Verfügung gestellt.	Adresse: Website:	Peking Sunflower Tower, Suite 1110 No. 37 Maizidian Street Chaoyang District 100125 Peking China www.deginvest.de

2. Deutsche Unternehmen und Organisationen im Biogassektor in China

Tabelle 9: Auswahl an deutschen Unternehmen mit Erfahrungen auf dem chinesischen Markt

a) Biogasaufbereitung

Evonik Industries AG		
Evonik Industries ist einer der führenden Hersteller von spezialisierten Chemikalien. Im Biogasbereich bietet das Unternehmen die "Sepuran"-Membrantechnologie für die Biogasaufbereitung an.	Adresse: Webseite:	55 Chundung Road, Xinzhuang Industry Park 201108 Shanghai China www.evonik.com
ÖKOBIT GmbH		
Ökobit bietet als Generalunternehmen für die Planung und Errichtung von Biogasanlagen und Biomethananlagen in allen Phasen des Bauvorhabens konzeptionelle und technische Lösungen.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Jean-Monnet-Str. 12 54343 Föhren Deutschland +49-6502 93859-0 info@oekobit-biogas.com www.oekobit-biogas.com

b) Mess- und Analysetechnik

Binder GmbH		
Die Binder Group ist eine im Bereich der Mess- und Regeltechnik international tätige Firmengruppe. Binder ist in den verschiedenen verfahrenstechnischen Märkten tätig und spezialisiert im Bereich Gase. Die Unternehmensgruppe hat Produktionsstätten in Deutschland und der Schweiz.	Adresse: Webseite:	Xingyuan Tech Building, Room 106A, Guiping Road 418 200233 Shanghai China www.bindergroup.info

Eisenmann (Shanghai) Co., Ltd.		
Eisenmann ist einer der führenden Systemanbieter für Oberflächentechnik, Umwelttechnik, Materialfluss-Automation und Hochtemperatur-Prozesstechnik. Außerdem ist das Unternehmen im Anlagenbau tätig.	Adresse: Webseite:	Room 301 Gu Bei International Fortune Center No. 1452 Hong Qiao Road 200336 Shanghai, China www.eisenmann.com
Hermann Sewerin GmbH		
Mit Produkten und Dienstleistungen ist Sewerin der Technologieführer am Markt und Partner der Gas- und Wasserversorgungswirtschaft. Nicht nur die über 85-jährige Erfahrung im Bereich der Entwicklung von Messgeräten, sondern auch die Erkenntnisse durch den Einsatz der eigenen Messtrupps, tragen zu diesem Erfolg maßgeblich bei.	Kontakt: Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Lutz Hörnschemeyer Robert-Bosch-Str. 3 33334 Gütersloh Deutschland +49-5241 934-232 info@sewerin.com www.sewerin.com
UNION Instruments GmbH		
Die 1919 gegründete UNION Instruments GmbH ist ein spezialisierter Anbieter von Messgeräten für Kalorimetrie und Gaszusammensetzung. Zu den Anwendern und Kunden gehören Biogasproduzenten, Eisen- und Stahlindustrie, Energie- und Wasserlieferanten, Glas- und Keramikhersteller sowie die chemische Industrie.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	No.265 Yueling Road, High technology Zone 114004 Anshan, China +86-412-8406680 info.china@union-instruments.com www.union-instruments.com

c) Komponenten

Bauer Kompressoren Beijing Ltd.		
Bauer Kompressoren GmbH entwickelt und fertigt Kompressoren und Anlagen für die Bereiche Atemluft, Industrie, Erd- und Biogas, Schießsport und Paintball.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	4-1012 Purple International #2 Yinhe South Str., Shijingshan 100040 Beijing, China +86-10-68705035 sales.bj@bauerchina.com www.bauerchina.com
BEKON GmbH		
Bekon ermöglicht die Nutzung des vollen Potenzials von organischen Abfällen bzw. Biomasse von Kommunen und aus der Landwirtschaft. Die Bekon Anlagen erzeugen Biogas unter Einsatz von natürlich vorkommenden Mikroorganismen. Das vergorene Material wird zu einem hochwertigen organischen Dünger verarbeitet.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Feringastrasse 9 85774 Unterfoehring Deutschland +49-89-9077959-0 contact@bekon.eu www.bekon.eu

Börger GmbH		
Börger GmbH spezialisiert sich auf Pumpen, Zerkleinerungstechnik und Eintragtechnik.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Room 1009, No. 939 JinQiao Road, Pudong 200136 Shanghai China +86-21-6160 4075 shanghai@boerger.com www.boerger.com.cn
Erich Netzsch GmbH & Co. Holding KG		
Erich Netzsch GmbH & Co. Holding KG ist ein deutsches mittelständisches Unternehmen im Maschinen- und Gerätebau.	Adresse: Webseite:	Gebrüder-Netzsch-Str. 19 95100 Selb Deutschland www.netzsch.com
Franz Eisele u. Söhne GmbH u. Co.KG		
Die Firma Franz Eisele und Söhne GmbH und Co. KG spezialisiert sich auf Maschinen und Dienstleistungen im Agrar-, Industrie-, Baugewerbe- und Biogassektor.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Hauptstraße 2-4 72488 Sigmaringen Deutschland +49-7571 109-0 info@eisele.de www.eisele.de
Heytex Bramsche GmbH		
Die Heytex Bramsche GmbH mit Stammsitz in Niedersachsen ist einer der weltweit führenden Hersteller von laminierten und beschichteten technischen Textilien.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Room No. 607, Building No.4, Runfengxinshang Garden, Changping District Beijing China +86-185 1986 5889 info@heytex.com www.heytex.com
KSB Shanghai Pump Co., Ltd.		
KSB bietet Pumpen und Armaturen sowie maßgeschneiderte Service- und Ersatzteillösungen an.	Adresse: Webseite:	29F Xing-Yuan Technology Building, 418 Guiping Road 200233 Shanghai China www.ksb.com
LIPP GmbH		
Das weltweit agierende Familienunternehmen bietet hochwertige Behälter und Systemlösungen aus Stahl für die Lagerung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Industriestraße 27 73497 Tannhausen Deutschland +49-7964 / 90 03-0 info@lipp-system.de www.lipp-system.de

Low & Bonar GmbH		
Low & Bonar ist ein Hersteller für Abdeckungen von Biogasfermentern, Abdichtungen und -abdeckungen für Bioschlämme sowie kommunale und industrielle Abwasserbehälter	Adresse: Webseite:	No. 25, Evian Garden, No.1001 Huting BeiRoad, 201615 Schanghai China www.mehgies.com
PlanET China		
PlanET Biogastechnik GmbH ist ein Hersteller von Pumptechnik, Rührwerken, Gasspeichern und bietet Lösungen in der Gastrocknung, Substrataufbereitung und biologischen Entschwefelung an.	Adresse: Webseite:	Shuanglong Industrial Park Huanxiu Street Office 266201 Jimo Qingdao China www.planet-biogas.com
Putzmeister Holding GmbH		
Putzmeister stellt technisch hochwertige Maschinen u.a. in den Bereichen Betonförderung, Anlagentechnik, Rohrförderung von Industrie-Dickstoffen, Betoneinbau und Abraumförderung im Tunnel und unter Tage, Roboter- und Handhabungstechnik und Verputzmaschinen her .	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Max-Eyth-Str. 10 72631 Aichtal Germany +49-7127 599 – 0 pmh@putzmeister.de www.putzmeister.com
Suma Rührtechnik GmbH		
SUMA spezialisiert sich auf Rührwerke in den Bereichen Biogas, Gülle und Abwasser.	Adresse: Webseite:	Martinszeller Str. 11 87477 Sulzberg Deutschland www.suma.de
Vogelsang Mechanical Engineering (Shanghai) Co., Ltd.		
Seit über 80 Jahren produziert Vogelsang Pump-, Zerkleinerungs-, Ausbring- sowie Biogastechnik .	Adresse: Webseite:	Room 101, No. 173 Jiangchang no.3 Road 200436 Shanghai China www.vogelsang.info
Weltec Biopower GmbH		
Weltech Biopower plant und produziert Biogas-Komplettanlagen aus Edelstahl und vertreibt diese weltweit. Das Unternehmen bietet außerdem Lösungen in den Bereichen Fermentertechnik, Rührtechnik, Steuerungstechnik, Hygienisierungsanlagen und Aufbereitung der Gärreste.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Zum Langenberg 2 49377 Vechta Deutschland +49-4441 / 99 97 8-0 info@weltec-biopower.de www.weltec-biopower.de

d) Anlagenbau

GICON Holding GmbH		
Leistungsgegenstände der GICON-Firmengruppe sind Consulting und Engineering, Forschung & Entwicklung sowie Anlagenbau unter anderem von Biogasanlagen.	Adresse: Webseite:	Room 917-918, Galaxy Century Phase A, No.3069 Cai Tian Road, Fu Tian District 518016 Shenzhen, China www.gicon.com
Ingenieurbüro Prof. Dr. Oldenburg		
Prof. Dr. Jörg Oldenburg ist seit 1991 gutachterlich im Bereich luftgetragener Schadstoffe im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Bauvorhaben, der Ver– und Entsorgungswirtschaft, Wohnbauvorhaben, Beschwerdefällen und Gerichtsgutachten tätig.	Adresse: Webseite:	Osterende 68 21734 Oederquart Deutschland www.ing-oldenburg.de
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH		
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH ist ein weltweit tätiges, unabhängiges Ingenieurbüro für die Planung und den Bau von Biogasanlagen sowie für die Beratung und Erstellung von Gutachten im Bereich Biogas.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Bertha-von-Suttner-Str. 9 37085 Göttingen Deutschland Tel: +49-551 90 03 63 – 0 contact@kriegfischer.de www.kriegfischer.de
TEWE Elektronic GmbH		
TEWE Elektronic GmbH spezialisiert sich auf die Planung und Erstellung kompletter vollautomatischer Fütterungsanlagen, Biogasanlagen, Fahrzeugwaagen und Spezialsteuerungen für den Anlagenbau.	Adresse: Webseite:	Karl-Benz-Str.17 48691 Vreden Deutschland www.tewe.com

e) Projektmanagement

aqua consult Ingenieur GmbH		
Seit 1978 ist aqua consult als unabhängige, beratende und planende Firma tätig, und erarbeitet für Kunden wirtschaftliche Lösungen für Problemstellungen aus den Gebieten der Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Umwelttechnik.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	Mengendamm 16 30177 Hannover Deutschland +49-511-96251-0 hannover@aqua-consult.de www.aqua-consult.de
BEB BioEnergy Berlin GmbH		
BEB Berlin ist als Projektkoordinator bei der Errichtung von Biogasanlagen tätig. Die Firma bietet Planungsleistungen für neue oder zu rekonstruierende Anlagen, Bauleitung, Inbetriebnahme / Einfahrbetrieb, Optimierung des Anlagenbetriebes in bestehenden Anlagen, Machbarkeitsstudien, Konzepte, Projektfinanzierung und Management-Aspekte.	Adresse: Webseite:	Köpenicker Str. 325 12555 Berlin Deutschland www.bebgmbh.de

German Bio Energy Technology (Peking) Co., Ltd.		
Seit 2009 ist German Biogas in China aktiv und setzt Projekte als Lösungsanbieter im Bereich der Behandlung von landwirtschaftlichem und städtischem Abfall um.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	No. 8-11, Sanlitun Diplomatic Compound 100600 Peking China +86-10-8532 3549 info@germanbiogas.com en.germanbiogas.com
Umwelt-Projekt-Management GmbH (UPM)		
Das Unternehmen Umwelt-Projekt-Management GmbH (UPM) beschäftigt sich mit der Entwicklung von Klimaschutzprojekten zur Erzeugung handelbarer Emissionsgutschriften. Es fungiert dabei als erfahrener Entwickler, Berater und Finanzierer zahlreicher CDM-Projekte mit erheblichen Treibhausgasminderungen.	Adresse: Webseite:	Lamontstraße 11 81679 München Deutschland www.upm-cdm.eu

f) Organisationen

Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)	
Kontakt	Torgauer Str. 116 04347 Leipzig, Germany
Webseite	https://www.dbfz.de/
Telefon	+49 (0)341 2434-112
E-Mail	michael.nelles@dbfz.de
German Agricultural Society (DLG e.V)	
Kontakt	Room 1301, Tower 1 of Landmark Tower No. 8 North Road, Dongsanhuan, Chaoyang District 100004, Beijing, China
Webseite	http://dlg.org.cn/zh-en
Telefon	+86-10-6590 6120
E-Mail	leely@dlg.org.cn
German-Sino Agricultural Center (DCZ)	
Kontakt	Room 725, Zhong Ou Hotel 55 Nongzhan Beilu, Chaoyang District (Maizidian West Street, next to Sunflower Tower) 100125 Beijing, China
Webseite	http://dcz-china.org/
Telefon	+86 (0) 10 – 6500 0958
E-Mail	info@dcz-china.org

3. Chinesische Akteure im Bereich Biogas

3.1. Organisationen und Verbände

Biogas Institute of Ministry of Agriculture (BIOMA)	
Branche	Institut
Kontakt	Section 4-13 Renmin Nan Road 610041 Chengdu, Sichuan, China
Webseite	http://www.biogas.cn/EN/
Telefon	+86-28-85230677
E-Mail	biomatc@163.com
China Straw Industry Technology Innovation Strategic Alliance	
Branche	Verband
Kontakt	Lin 17-5th Yard, Shijingshan Road, Shijingshan District Beijing, China
Webseite	http://www.jieganchanye.com/
E-Mail	1765125837@qq.com
Institute of New Energy, China University of Petroleum	
Branche	Institut
Kontakt	18 Fuxue Road, Changping 102249 Beijing, China
Webseite	http://www.cup.edu.cn/newenergy/
Telefon	+86-10-89731300
E-mail	mingyu.qian@hotmail.com
International Bioenergy and Environment Science & Technology (iBEST), China University of Agriculture	
Branche	Institut
Kontakt	17 Qinghua East Road, Haidian District Beijing, China
Webseite	http://best.cau.edu.cn/
E-mail	rjdong@cau.edu.cn
Rural Energy & Environment Agency, Ministry of Agriculture	
Branche	Anlaufstelle
Kontakt	No. 24 Building, Maizidian Street, Chaoyang District Beijing, China
Webseite	http://www.reea.agri.cn/
E-mail	bileeng@126.com

3.2. Chinesische Firmen im Bereich Mess- und Analysetechnik

Beijing Polytide Machinery Co., Ltd.	
Branche	Messtechnik
Kontakt	Building 55, Tide Park, No.12, Zhuyuan Road, Shunyi District, Beijing, China
Webseite	www.polytide-bj.com
Telefon	+86 10 58563688
E-Mail	jinxin@polytide-bj.com

Hubei Rocktek Instruments Co., Ltd.	
Branche	Messtechnik
Kontakt	Great Wall Innovation Science and Technology Park, East Lake High-tech Zone, Wuhan, China
Webseite	www.rocktek.com.cn
Telefon	+86 27 87024316
E-Mail	admin@rocktek.com.cn
Hubei Cubic-Ruiyi Instrument Co., Ltd.	
Branche	Monitoring
Kontakt	Fenghuang Yuan No.3 Road, Fenghuang Industrial Park, Eastlake Hi-tech Development Zone, Wuhan, China
Webseite	www.gasanalyzer.com.cn
Telefon	+86 27 81628831
E-Mail	info@gasanalyzer.com.cn
ONUEE Electronics Co., Ltd.	
Branche	Monitoring
Kontakt	C3-E, TCL Science Park, Zhong Shan Yuan Road, Shenzhen, China
Webseite	www.onwards.com.cn
Telefon	+86 755 8618 3901
E-Mail	info@onuee.com
Wuhan Tianyu Green Environmental Protection Equipment Co., Ltd.	
Branche	Analysetechnik
Kontakt	Room 1003, Unit 1, North Building, Wuhan University, Donghu New Technology Development Zone, Wuhan, China
Webseite	www.whtyln.com
Telefon	+86 27 87955899
E-Mail	tylnhb@vip.163.com

3.3. Chinesische Firmen im Bereich Komponenten

Adekom Kompressoren (Dongguan) Ltd.	
Branche	Kompressoren
Kontakt	Guangzhou Industrial Zone, Mintian Management Zone, Shatian Town, Dongguan, China
Webseite	www.adekom.com.hk
Telefon	+86 769 8880 2320/1
E-Mail	sales@adekom.com.cn
Beijing Aoke Ruifeng New Energy Co., Ltd.	
Branche	Biomasseanlagen, Turbinen
Kontakt	8th Floor, Beijing Venture Plaza B, Anxiangbeili No.11, Chaoyang District, Beijing, China
Webseite	www.bjakrf.com
Telefon	+86 10 64850100
E-Mail	bqjin@bjakrf.com
Beijing Pumpseen Pumps Co., Ltd.	
Branche	Pumpen
Kontakt	Rm. 608, Building 1, No.19, Xianlongshan Road, Haidian, Beijing
Webseite	www.pumpseen.com
Telefon	+86 10 62405101
E-Mail	pumpseen@163.com

Brilliance General Equipment Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen, Turbinen
Kontakt	Room 1301, Les Enphants, No.1855 Qixin Road Shanghai, China
Webseite	www.brilliance-turbine.com
Telefon	+86 21 3409 6881
E-Mail	avi@brilliance-turbine.com
Camda Generator Work Co., Ltd.	
Branche	Generatoren
Kontakt	Tangchun Industrial Zone, Liaobu Town, Dongguan, China
Webseite	www.camda.cc
Telefon	+86 769 88996312
E-Mail	sf@camda.cc
Chibi Wofeng Marshy Industry Science and Technology Development Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	No.9, Jintan Village, Chibi, China
Webseite	www.wofeng8.com
Telefon	+86 715 5269518
E-Mail	603619319@qq.com
Harbin Modern Soot Blowing Technology Co., Ltd.	
Branche	Reinigungsanlagen
Kontakt	No.45 Gongbin Road, Xiangfang District, Harbin, China
Webseite	www.chuihuiqi.com
Telefon	+86 451 55143123
E-Mail	hrbxiandai@vip.163.com
Kingeta Group Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	9th Floor, Zhengjia Building, No.7 Jianguo Road, Chaoyang District, Beijing, China
Webseite	www.ktcn888.com
Telefon	+86 10 56874500
E-Mail	ktcn@ktcn.com.cn
Shandong Lvhuan Power Equipment Co., Ltd.	
Branche	kleine Biogasanlagen, Generatoren
Kontakt	High-Tech Zone, Jinan, China
Webseite	www.lvhuandongli.com/en
Telefon	+86 531 6233 7767
E-Mail	lvhuan@lvhuandongli.com
Shanghai Mariso Turbomachine Service Co., Ltd.	
Branche	Turbinen, Generatoren
Kontakt	Room 2004-2009, Yinqiao Building, No.58 Jinxin Road, Pudong District, Shanghai, China
Webseite	www.marisogt.com
Telefon	+86 21 50312221
E-Mail	sales@marisogt.com
Weifang Yidaneng Power Co., Ltd.	
Branche	Generatoren
Kontakt	Room 2009, Building B, No.5111 East Shengli Road, Weifang, China
Webseite	www.yidanengpower.com
Telefon	+86 536 8502767
E-Mail	yidanengpower@qq.com

Zibo Zichai New Energy Co., Ltd.	
Branche	Generatoren
Kontakt	No.118, Yumin Road, Zibo New Technology Development Zone, China
Webseite	www.zcxny.com
Telefon	+86 533 3989016
E-Mail	xny777@126.com

3.4. Chinesische Unternehmen im Bereich Biogasanlagenbau

Along Environ Tech Ltd.	
Branche	Biogasanlagen, Beratung, sonstige Komponenten (z. B. Ventile)
Kontakt	Huakai Building, 12th Floor, South Area, Dongguan, Guangdong
Webseite	http://alongenvirontech.com
Telefon	+86 769 8991 8435
E-Mail	info@alongenvirontech.com
Beijing Yingherui Environmental Technology Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	8th Floor, 2nd Building, Purple International, No.2, Yinhe South Street, Shijingshan District, Beijing, China
Webseite	www.yhri.cn
Telefon	+86 10 88467481
E-Mail	yhril@126.com
Hangzhou Tonfus Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	No.38 Xiangyuan Road, Hangzhou, China
Webseite	www.tonfus.com
Telefon	+86 571 28036383
E-Mail	tonfus@163.com
Qingdao Green Land Environment Equipment Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	No.1097 Qingwei Road, Jimo, Qingdao, China
Webseite	www.qdlvsejiayuan.com
Telefon	+86 532 85890532
E-Mail	qd-lvsejiayuan@163.com
Shijiazhuang Zhaoyang Biogas Equipment Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	Baichuan Building, No.138 Jianhua Street, Changan District, Shijiazhuang, China
Webseite	www.zhaoqi.net
Telefon	+86 311 66670676
E-Mail	zhaoqishebei@163.com
Sichuan Motet New Energy Technology Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	No.1499 Xihanggang Road, Chengdu, China
Webseite	www.newmotet.com
Telefon	+86 28 85887878
E-Mail	scmotet@163.com

Wuxi Teneng Power Machinery Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen, Generatoren
Kontakt	No.77 Xinguang Road, Wuxi, Jiangsu, China
Webseite	www.wxteneng.com
Telefon	+86 510 8392 0186
E-Mail	wxteneng@163.com

3.5. Chinesische Unternehmen im Bereich Projektmanagement

Beijing Fairyland Environmental Technology Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	3rd floor, Deshi Building, No.9 East Road, Shangdi, Haidian district, Beijing, China
Webseite	www.fairyland.com.cn
Telefon	+86 10 62975118
E-Mail	fairyland@fairyland.com.cn
Beijing Sanyi Green Energy Development Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	6th Floor, No.A4, Hangfeng Road, Fengtai Science Park, Beijing, China
Webseite	www.syge.com.cn
Telefon	+86 10 63721622/13/03
E-Mail	sanyi@syge.com.cn
Chengdu DeTong Environmental Engineering Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	Shenglong Str. 9, Offices 301-305, Chengdu, China
Webseite	www.chengdu-detong.com
Telefon	+86 288 528 7948
E-Mail	info@chengdu-detong.com
Dalian Dongtai Co., Ltd	
Branche	Umweltprojekte
Kontakt	No.23 Renmin Road, Zhongshan District, Dalian, China
Webseite	www.dldtep.com
Telefon	+86 411 82595129
E-Mail	info@dldtep.com
Hainan Shenzhou BioCNG Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	Building 7, Huangjinhaian Garden, No.138 Binhai Road, Xiuying District, Haikou, China
Webseite	www.hainanshenzhou.com
Telefon	+86 898 68689786
E-Mail	xuyw@shenzhouen.com
Haiquanfenglei New Energy Electricity Co., Ltd	
Branche	Biokraftwerke
Kontakt	No.344 North Yingshang Road, Fuyang, China
Webseite	www.ahhaiquan.com
Telefon	+86 558 2281259
E-Mail	HQ0558@163.com

Hangzhou Energy Environmental Engineering Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	No.118 East Fengqi Road, Hangzhou, China
Webseite	www.hzeeec.com
Telefon	+86 571 86041861
E-Mail	heee-qm@163.com
Hebei Jingan Bioenergy Science & Technology Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	No.88, Jingan Road, Anping, Hengshui, China
Webseite	www.jinganshengwu.com
Telefon	+86 318 7816609
E-Mail	jagf@jinganshares.com
Huo Long Biogas Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	Suite 301, Dina House, Ruttonjee Centre, 11 Duddel street, Hong Kong, China
Webseite	www.huo-long-biogas.com
Telefon	+85 25 8085718
E-Mail	biogas@huo-long-biogas.com
Nanjing Carbon Recycle Biomass Energy Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	No.3 Wenying Road, Jiangning District , Nanjing, China
Webseite	www.rectec.com.cn
Telefon	+86 25 52657661
E-Mail	rectec@126.com
Qingdao Tianren Environment Co., Ltd.	
Branche	Biogasanlagen
Kontakt	No.30, Ke Yuan Wei Si Road, Laoshan District, Qingdao, China
Webseite	www.tianren.com
Telefon	+86 532 80996062
E-Mail	info@tianren.com
Shandong Mingshuo New Energy Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	No.8 Xihuan Road, Linqu, Weifang, China
Webseite	www.sdmingshuo.com
Telefon	+86 536 3498999
E-Mail	sdmssjm@sdmingshuo.com
Shanghai Bi-Zone Environment Equipment & Engineering Co., Ltd	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	Rm. 1202, Bldg. 1 / No. 1505 Lianhang Road, Minhang, Shanghai
Webseite	www.bi-zone.com.cn
Telefon	+86 21 34613566
E-Mail	shbizone@163.com
Shanghai Jacn Energy & Enviroment Co. Ltd.	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	Room 3210 Shanghai Business Center, No.800 Quyang Road, Hongkou, Shanghai, China
Webseite	www.jacn.com.cn
Telefon	+86 21 51993130
E-Mail	jacn_biogas@sina.com

Tianjin Heaven Century Technology Co. Ltd.	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	No.1-2704 Ningjingjiayuan, Hebei District, Tianjin, China
Webseite	www.trsjkj.com
Telefon	+86 22 86334006
E-Mail	trsjkj@126.com
Wuhan Optics Valley Blue Fire New Energy Co. Ltd.	
Branche	Biogasprojekte
Kontakt	No.29 Fozulin Road, Donghu, Wuhan, China
Webseite	www.ovbluefire.com
Telefon	+86 27 87450095
E-Mail	Bluefire@ovbluefire.com

4. Chinesische Netzbetreiber und Energieversorgungsunternehmen

a) Netzbetreiber

Tabelle 10: Chinesische Netzbetreiber

State Grid Corporation of China (SGCC)		
SGCC ist ein Energieunternehmen der Volksrepublik China, das für den Großteil des elektrischen Netzbetriebes zuständig ist. SGCC wurde im Jahr 2002 als ein Pilotstaatsunternehmen vom Staatsrat gegründet und ist für die Zuverlässigkeit und Sicherheit des Netzbetriebes sowie dessen ständigen Ausbau zuständig. Es ging im Zuge der im Jahr 2000 durchgeführten "Kraftwerk-Netz-Trennung" (Unbundling) aus der staatlichen State Power Corporation of China hervor. SGCC besitzt fünf Tochtergesellschaften, die folgende Regionen verwalten: Northeast China Grid (NECG), North China Grid (NCGC), East China Grid (ECGC), Central China Grid (CCG), Northwest China Grid (NWG).	Adresse: E-Mail: Webseite:	No. 86, West Chang'an Street Xicheng District, Peking China sgcc-info@sgcc.com.cn www.sgcc.com.cn
China Southern Power Grid Co., Ltd. (CSG)		
CSG ist der zweitgrößte Stromnetzbetreiber der Volksrepublik China. Seit der Organisationsreform der chinesischen Energieindustrie im Jahr 2000 sind die SGCC und die CSG gemeinsam für die Stromversorgung Chinas zuständig. Aufgrund der Vorgaben des Staatsrates für die Energieindustrie wurde CSG am 29. Dezember 2002 gegründet. CSG ist für Investitionen, Aufbau und Betriebsführung der Netze in den fünf südchinesischen Provinzen Guangdong, Guangxi, Yunnan, Guizhou und Hainan verantwortlich. CSG hat in den jeweiligen Provinzen eigene Tochtergesellschaften.	Adresse: Telefon: Webseite:	No. 6, Huahui Road Zhujiang Xincheng Tianhe District, Guangzhou China +86 20 3812 2222 www.csg.cn

b) Versorgungsunternehmen

Tabelle 11: Die fünf chinesischen Versorgungsunternehmen

China Datang Corporation		
Das Unternehmen ging 2002 im Zuge des „Unbundlings“ aus der State Power Corporation of China hervor und ist eines der fünf chinesischen Versorgungsunternehmen. Die Datang International Power Generation Company und die Datang Renewable Power Company sind die zwei Tochterunternehmen der China Datang Corporation.	Adresse: Telefon: Webseite:	No. 1 Guangningbo Road Xicheng District, Peking China +86 10-58389999 www.china-cdt.com
China Guodian Corporation		
Die China Guodian Corporation ist eines der fünf chinesischen Versorgungsunternehmen. 2002 ging das Unternehmen im Zuge des „Unbundlings“ aus der State Power Corporation of China hervor. Die China Guodian Corporation ist in den Bereichen Entwicklung, Investment, Konstruktion, Betrieb und Management von Kraftwerken und der Erzeugung von Elektrizität chinaweit aktiv. Es besitzt zahlreiche Tochterunternehmen, unter anderem den Projektierer für Windenergie China Longyuan Power.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	6-8 Fuchengmeng Bei Street Xicheng District, Peking China +86 10 5868 2001 cgdc@cgdc.com.cn www.cgdc.com.cn
China Huadian Corporation		
Im Zuge des „Unbundlings“ 2002 ging das Unternehmen, welches eines der fünf chinesischen Versorgungsunternehmen ist, aus der State Power Corporation of China hervor. Die China Huadian Corporation ist in den Bereichen Strom- und Wärmeproduktion und Versorgung aktiv und besitzt mehrere Tochterunternehmen.	Adresse: Telefon: E-Mail: Webseite:	No. 2, Xuanwumen Street Xicheng District, Peking China +86 10 8356 6036 chd@chd.com.cn eng.chd.com.cn
China Huaneng Group		
China Huaneng Corporation ist eines der fünf chinesischen staatlichen Versorgungsunternehmen im Elektrizitätssektor. Das Unternehmen ging 2002 im Zuge des „Unbundlings“ aus der State Power Corporation of China hervor. Die China Huaneng Group ist in den Bereichen Entwicklung, Investment, Konstruktion, Betrieb und Management von Kraftwerken und der Erzeugung von Elektrizität aktiv. Das Unternehmen besitzt zahlreiche Tochterunternehmen.	Adresse: Telefon: Webseite:	No. 6, Fuxingmennei Street Xicheng District, Peking China +86 10 6322 8800 www.chng.com.cn/eng
China Power Investment Corporation		
China Guodian Corporation ist ein staatliches Versorgungsunternehmen im Elektrizitätssektor. Das Unternehmen ging 2002 im Zuge des „Unbundlings“ aus der State Power Corporation of China hervor. Die China Power Investment Corporation ist in den Bereichen Entwicklung, Investment, Konstruktion, Betrieb und Management von Kraftwerken und der Erzeugung von Elektrizität in 27 chinesischen Provinzen aktiv. Das Unternehmen besitzt zahlreiche Tochterunternehmen.	Adresse: Telefon: Webseite:	Building 3, No. 28 Financial Street Xicheng District, Peking China +86 10 6629 8000 eng.spic.com.cn

VIII. Fazit

Ziel der vorliegenden Analyse war es, den Status Quo und Herausforderungen im chinesischen Biogassektor mit besonderem Fokus auf Nordchina sichtbarer zu machen. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf die Reife und Einsatzfähigkeit chinesischer Technologien aus dem Biogasbereich gelegt. Aus diesen Erkenntnissen wurden letztlich Effizienzsteigerungspotenziale abgeleitet und Marktchancen für deutsche Anbieter verdeutlicht.

Zu diesem Zweck wurden im Rahmen der Analyse die chinesische Politik, Wirtschaft und gesellschaftliche Entwicklung kurz beleuchtet, ein Überblick über den chinesischen Energiemarkt vermittelt und der derzeitige Stand sowie Ausbauziele im Bereich erneuerbare Energien dargestellt. Auf dieser Grundlage wurde detailliert auf wesentliche Akteure, die Besonderheiten der nordchinesischen Provinzen, politische Förderungen und Rahmenbedingungen sowie Technologien im Biogassektor eingegangen. Aufbauend auf dieser Untersuchung fand eine genauere Betrachtung der Marktchancen deutscher Unternehmen im Bereich der unterschiedlichen Verfahren und Komponenten im Biogassektor statt. Den Abschluss der Analyse bildete eine Auflistung von wichtigen chinesischen und deutschen Marktakteuren und potenziellen Konkurrenten beziehungsweise Partnern.

Im Rahmen der Analyse der technischen und politischen Rahmenbedingungen im Bereich Biogas konnte festgestellt werden, dass der politische Wille für den Ausbau des chinesischen Biogassektors gegeben ist: Die Regierung wendet sich zunehmend ab von kleinen dezentral verteilten Haushaltsbiogasanlagen und möchte zukünftig zentralisierte mittlere und große Projekte verstärkt fördern. Allerdings mangelt es an einheitlichen regulatorischen Rahmenbedingungen und insbesondere der Entwicklung der Technologien für einen effizienten Betrieb dieser Biogasanlagen.

Damit der angestrebte Wandel im Ausbau des chinesischen Biogassektors gelingen kann, ist China daher auf Unterstützung durch ausländische Technologien angewiesen. Denn die komplexeren großen Biogassysteme erfordern den Einsatz fortschrittlicher und effizienter Technik. Hier befindet sich China in vielen Bereichen trotz der jahrzehntelangen Erfahrungen im Bereich der kleinen häuslichen Anlagen noch am Anfang der Entwicklung. Häufig wird auf Komponenten geringeren Wirkungsgrades zurückgegriffen – viele Anlagenbetreiber wissen kaum über die erheblichen Effizienzsteigerungspotenziale ihrer Systeme Bescheid. Hier zeigt sich allerdings durch die zahlreichen Forschungsanstrengungen und –projekte, dass China zu den im Biogasbereich entwickelten Staaten aufschließen will.

Aufgrund dieser Entwicklung bieten sich deutschen Unternehmen durch ihren weiten technologischen Vorsprung vielversprechende Chancen auf dem chinesischen Markt gerade bei Komponenten wie Pumpen, Rührwerken, Messvorrichtungen, etc. Teilweise lässt sich hier eine komplette Abhängigkeit der chinesischen Biogasbranche im Hinblick auf einzelne Komponententypen feststellen. Gerade in den nordchinesischen Provinzen sind zusätzlich die geringeren Temperaturen sowie die Verfügbarkeit großer Mengen an Stroh von Bedeutung. Deshalb können hier unter anderem Heizungssysteme, Verfahren zur Vorbehandlung von Stroh sowie Messtechnik eine entscheidende Rolle spielen.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass der chinesische Biogasmarkt für Anbieter spezialisierter deutscher Technik aussichtsreiche Chancen birgt. Die großen Mengen an vorhandenen Ressourcen für die Biogasfermentation ergeben vielversprechende Potenziale, die im Hinblick auf den verstärkten Ausbau erneuerbarer Energien nicht ungenutzt bleiben werden. Auch in Zusammenhang mit der weitreichenden Umweltverschmutzung können Biogasanlagen einen Beitrag dazu leisten, die Menge an Abfällen zu reduzieren und effizient zu verwerten. Dies betrifft besonders ungereinigte industrielle Abwässer aber auch städtische und landwirtschaftliche Abfälle. Inwieweit die geschilderten Entwicklungen es auch deutschen Unternehmen möglich machen, ihre Geschäfte in China auszubauen, wird künftig stark davon abhängen, ob sie innovative, auf chinesische Anforderungen angepasste Lösungen anbieten und wie geschickt sie ihre Projektpartner auswählen.

IX. Messen und Events in China

Tabelle 12: Messen und Events in China

BBS 2017 5th China International Bioenergy and Biomass Utilization Summit	
Veranstaltungsort: Webseite:	Schanghai, China · 16.03.2017 bis 17.03.2017 http://www.bbs-summit.com/en/
China International Bio-energy Exhibition and Summit 2017	
Veranstaltungsort: Webseite:	Peking, China · 29.03.2017 bis 31.03.2017 http://en.bio-energyexpo.cn/
Clean Energy Expo China & China Power Conference 2017	
Veranstaltungsort: Webseite:	Peking, China · 29.03.2017 bis 31.03.2017 http://cleanenergyexpochina.com
IBSCE 2017 International Bioenergy Exhibition and Conference	
Veranstaltungsort: Webseite:	Peking, China · 19.04.2017 bis 21.04.2017 http://www.ibsce.com/wp/
IE expo China 2017	
Veranstaltungsort: Webseite:	Schanghai, China · 04.05.2017 bis 06.05.2017 http://ie-expo.com/home
APBE 2017 6th Asia-Pacific Biomass Energy Technology & Equipment Exhibition	
Veranstaltungsort: Webseite:	Guangzhou, China · 16.08.2017 bis 18.08.2017 http://www.apbechina.com/index.php?lang=en
2nd Biogas China Forum 2017	
Veranstaltungsort: Webseite:	Veranstaltungsort wird noch bekannt gegeben· 21.09.2017 bis 22.09.2017 http://apacbiogas.org/2016/10/06/biogas-china-forum-2017/
Eco Expo Asia	
Veranstaltungsort: Webseite:	Hongkong, China · 26.10.2017 bis 29.10.2017 http://ecoexpoasia.com/tc
Sino-German BioEnergy Annual Conference	
Veranstaltungsort: Webseite:	Peking, China · Oktober 2017, genaues Datum wird noch bekannt gegeben http://biogaschina.com.cn/en/

X. Quellenverzeichnis

asiainfo.org: The Geography of China. Online verfügbar unter: http://www.asianinfo.org/asianinfo/china/geography.htm, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

Auswärtiges Amt (2017a): Länderinformationen China. Wirtschaft. Online verfügbar unter http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/China/Wirtschaft_node.html, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Auswärtiges Amt (2017b): Länderinformationen China. Beziehungen zu Deutschland. Online verfügbar unter http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/China/Bilateral_node.html, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Azure International (2016a): Azure China Cleantech Update. April 07, 2016. Online verfügbar unter http://www.azure-international.com/en/news/china-cleantech-news/427-china-cleantech-update-april-07-2016.html, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

Azure International (2016b): Azure China Cleantech Update April 19, 2016. Online verfügbar unter http://us3.campaign-archive2.com/?u=5b6c796a6969248e717c2dfd3&id=861ecd6ae5&e=04c3f1ba57, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Bai, Junfei et al. (2014): Potential usage, vertical value chain and challenge of biomass resource: Evidence from China's crop residues. Online verfügbar unter: http://www.ccap.org.cn/uploadfile/2015/0205/20150205044012207.pdf, zuletzt geprüft am 14.05.2017.

Bao, Xianbin et al. (2012): Development of Biogas Purification and Upgrading Technologies for Producing Bio-Methane 2012. Online verfügbar unter: http://www.biogas.cn/UpLoadEditor/file/20131231/20131231110209_7106.pdf, zuletzt geprüft am 15.05.2017.

Battye, Hugh et al. (2016): Where is the future of China's biogas? Review, forecast, and policy implications.

bioenergyinternational.com (2016): Ethanol development in China. Online verfügbar unter https://bioenergyinternational.com/biofuels-oils/ethanol-development-in-china, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

biogaschina.com.cn (2015 a): Challenge and Prospects of Biogas in China. Online verfügbar unter http://www.biogaschina.com.cn/zh/upfiles/files/201512221322116202.pdf, zuletzt geprüft am 07.05.2017.

biogaschina.com.cn (2015 b): Online verfügbar unter http://www.biogaschina.com.cn/zh/upfiles/files/201512221308082750.pdf, zuletzt aufgerufen am 21.05.2017.

biogasrat.de (2017): EnviTec liefert erstmals Biomethan für Bio-CNG-Tankstelle in Yantai, China. Online verfügbar unter: http://www.biogasrat.de/index.php/mitglieder-news/754-envitec-liefert-erstmals-biomethan-fuer-bio-cng-tankstelle-in-yantai-china, zuletzt geprüft am 17.05.2017.

biomassmagazine.com (2013): Asian Markets for Wood Pellets. Online verfügbar unter http://biomassmagazine.com/articles/8837/asian-markets-for-wood-pellets, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

bjpc.gov.cn (2015): 燃气价格. Online verfügbar unter http://www.bjpc.gov.cn/cxfw/jgsfcx/jzjg/201208/t9779302.htm, zuletzt aufgerufen am 25.05.2017.

bjpc.gov.cn (2016): 电价. Online verfügbar unter http://www.bjpc.gov.cn/cxfw/jgsfcx/jzjg/201208/t9779303.htm
Bloomberg (2015): China to break power distributor monopoly over electricity sales. Online verfügbar unter http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-11-30/china-to-break-power-distributor-monopoly-over-electricity-sales, zuletzt geprüft am 09.05.2016.

BP (2016): Statistical Review of World Energy. Online verfügbar unter http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

Brauner, Christiane (2011): China Biogas Potential and its Estimated Contribution to Climate Change Mitigation. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Abfallwirtschaft, zuletzt geprüft am 23.04.2017.

Brink, Shannon et al. (2013): Methane mitigation opportunities in China.

Bu, Mei-Dong; Geng, Wei; Zhang, Tian (2012): Pollution status and biogas-producing potential of livestock and poultry excrements in China. Online verfügbar unter http://www.cje.net.cn/EN/abstract/abstract6033.shtml#, zuletzt aufgerufen am 21.05.2017.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Forschungskooperation mit China unterstützt nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter: https://www.bmbf.de/de/forschungskooperation-mit-china-unterstuetzt-nachhaltige-entwicklung-491.html, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Volksrepublik China. Online verfügbar unter https://www.bmel-kooperationsprogramm.de/projekte/volksrepublik-china/beratung-fuer-eine-deutsch-chinesische-biogasmodellanlage/, zuletzt geprüft am 21.05.2017.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2015): Beratung für eine Deutsch-Chinesische Biogasmodellanlage. Bilaterales Kooperationsprojekt.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Rückversicherungsvereinbarung mit chinesischer Exportkreditagentur Sinosure geschlossen. Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Meldung/2016/20160518-rueckversicherungsvereinbarung-mit-chinesischer-exportkreditagentur-sinosure-geschlossen.html, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (o.J.): China - Wirtschaftliche Beziehungen. Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Aussenwirtschaft/laendervermerk-china.html, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Bundeszentrale für politische Bildung (2013): Chinas internationale Energiestrategie. Online verfügbar unter http://www.bpb.de/politik/wirtschaft/energiepolitik/152664/china, zuletzt geprüft am 09.05.2016.
Bukold, Steffen (2012): Chinesische Energiepolitik – eine Einführung. Online verfügbar unter http://www.energycomment.de/chinesische-energiepolitik-eine-einfuhrung/, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

ceenews.info (2017): Stromerzeugung in China 2016: Großes Wachstum erneuerbarer Energien inmitten thermischer Erzeugung. Online verfügbar unter http://ceenews.info/stromerzeugung-in-china-2016-grosses-wachstum-erneuerbarer-energien-inmitten-thermischer-erzeugung/, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Central Intelligence Agency (CIA) (2017): Economy. Population below poverty line. Online verfügbar unter https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

ch.colar.com (2016): 秸秆沼气工程新技术简介. Online verfügbar unter http://www.ch-solar.com/swzn/3/65989.html, zuletzt aufgerufen am 21.05.2017.

Chen, Kathy; Stanway, David (2016): China pushes for mandatory integration of renewable power. Online verfügbar unter http://sustainability.thomsonreuters.com/2016/03/29/china-pushes-for-mandatory-integration-of-renewable-power/, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Chen, Shiruo; Niu, Mingfen; Pang, Xiaoping (2011): The study of influencing factors to Corn straw mixed with pig effluent anaerobic fermentation. Online verfügbar unter http://www.ipcbee.com/vol6/no1/48-F00086.pdf, zuletzt geprüft am 14.05.2017.

Chen, Yong-sheng et al. (2010): Pretreatment Technology and Equipment Technology of Raw Materials for Large and Medium Biogas Project.

Cheng, Chunglong; Dilger, Martin (2009): Agricultural Biogas CDM Projects in China - Status Quo.
Weltbank: Hebei Rural Renewable Energy Development Project. Online verfügbar unter http://projects.worldbank.org/P132873/?lang=en&tab=overview, zuletzt geprüft am 05.05.2017.

China Daily (2017a): China tops world in PV energy capacity in 2016. Online verfügbar unter http://www.chinadaily.com.cn/business/2017-02/06/content_28113195.htm, zuletzt aufgerufen am 10.04.2017.

China Daily (2017b): Foreign oil dependency up. Online verfügbar unter http://www.chinadaily.com.cn/business/2017-01/13/content_27943848.htm, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

China Daily (2017c): China plans 50b yuan of investment in rural methane projects. Online verfügbar unter http://www.chinadaily.com.cn/business/2017-02/11/content_28170210.htm, zuletzt geprüft am 27.04.2017.

China Electricity Council (2016): 2016 年全国电力工业统计快报数据一览表. Online verfügbar unter http://www.cec.org.cn/guihuayutongji/tongjxinxi/niandushuju/, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

China Energy Group (2014): Key China Energy Statistics 2014. Online verfügbar unter http://eetd.lbl.gov/sites/all/files/key_china_energy_stattistics_2014_online.final_.pdf, zuletzt geprüft am 26.05.2015.

China Internet Information Center (2001): Chinas politisches System. Online verfügbar unter http://german.china.org.cn/de-zhengzhi/2.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

China National Renewable Energy Centre (CNREC) (2011): Report on the Development Status of Chinese Biogas Industry. Online verfügbar unter: http://www.cnrec.org.cn/english/publication/bioenergy/, zuletzt aufgerufen am 20.05.2017.

China National Renewable Energy Centre (CNREC) (2014a): 2013: Progress for RE and for CNREC. Activities Within China National Renewable Energy Centre.

China National Renewable Energy Centre (CNREC) (2014b): CNREC 2012 Renewable Energy Outline.

China National Renewable Energy Centre (CNREC) (2014c): China Wind, Solar & Bioenergy Roadmap 2050.

China National Renewable Energy Centre (CNREC) (2015): 可再生能源数据手册 2015. Online verfügbar unter http://www.cnrec.org.cn/cbw/zh/2015-10-23-488.html, zuletzt aufgerufen am 24.04.2017.

china.org.cn (2017): Revitalizing Northeast China would boost China's economy. Online verfügbar unter: http://www.china.org.cn/opinion/2017-01/15/content_40099069.htm#, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

china.org.cn o.J.: Plains. Online verfügbar unter: http://www.china.org.cn/english/travel/40485.htm, zuletzt geprüft am 14.05.2017.

chinapower.com.cn (2014): 新能源发电增值税和企业所得税优惠　策梳理. Online verfügbar unter http://www.chinapower.com.cn/newsarticle/1224/new1224174.asp, zuletzt geprüft am 12.05.2017.

chinasage.info (o.J.): People's Republic of China (P.R.C.) 中华人民共和国 1949- Present. Online verfügbar unter http://www.chinasage.info/peoplesrepublic.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

chinawaterrisk.org (2014): The War on Water Pollution. Online verfügbar unter http://chinawaterrisk.org/resources/analysis-reviews/the-war-on-water-pollution/, zuletzt aufgerufen am 21.05.2017.

Chinese Wind Energy Association (2014): 2014 年中国风电装机容量统计. Online verfügbar unter http://www.cwea.org.cn/upload/2014 年中国风电装机容量统计.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

Christensen, Knud V.; Sommer, Sven G.; Xinyuan, Jiang (2011): A review of the biogas industry in China.

Clemens, Joachim (2016): Straw fermentation technology sharing.

coalinfo.net.cn (2010): Nationaler technischer Standard GB/T 11615-2010. Online verfügbar unter: http://www.coalinfo.net.cn/noncoal/bz/gb/other/%E4%BD%9C%E4%B8%9A%E6%A0%87%E5%87%86/GBT%20116152010%20%E5%9C%B0%E7%83%AD%E8%B5%84%E6%BA%90%E5%9C%B0%E8%B4%A8%E5%8B%98%E6%9F%A5%E8%A7%84%E8%8C%83.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

Cui, Herui; Wu, Ruimei (2011): Feasibility Analysis of Biomass Power Generation in China.

Deng, Liangwei et al. (2016): Application and development of biogas technology for the treatment of waste in China.

Deutsche Botschaft Peking (2016): Wirtschaftsdaten kompakt. Online verfügbar unter http://www.china.diplo.de/contentblob/3443046/Daten/6833677/Wirtschaftsdatenblattdd.pdf, zuletzt geprüft am 14.04.2016.

Deutsches Biomasseforschungszentrum DBFZ (2015): DBFZ begleitet Weltbank-Projekt zum Bau von sechs Pilotbiogasanlagen in Hebei/China. Online verfügbar unter https://www.dbfz.de/index.php?id=972&L=0, zuletzt geprüft am 05.05.2017.

Der Spiegel (2013): Internationale Energieagentur: CO2-Ausstoß 2012 auf Rekordhoch. Der Energiesektor ist für zwei Drittel der Treibhausgasemissionen verantwortlich - und hat 2012 mehr CO2 in die Atmosphäre gepustet als je zuvor. In: Der Spiegel, 10.06.2013. Online verfügbar unter http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/internationale-energieagentur-co2-ausstoss-auf-rekordhoch-a-904834.html, zuletzt geprüft am 26.02.2015.

de.statista.com (o.J. a): China: Staatsverschuldung von 2006 bis 2016 in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (BIP). Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167167/umfrage/staatsverschuldung-von-china-in-relation-zum-bruttoinlandsprodukt-bip/, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

de.statista.com (o.J. b): China: Wert der deutschen Exporte nach China von 2001 bis 2016 (in Milliarden Euro). Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152360/umfrage/deutsche-exporte-nach-china/, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

de.statista.com (o.J. c): Wert der deutschen Importe aus China von 2001 bis 2016 (in Milliarden Euro). Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250754/umfrage/deutsche-importe-aus-china/, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

de.statista.com (o.J. d): Deutscher Handelsbilanzsaldo mit China von 2001 bis 2016 (in Milliarden Euro). Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250757/umfrage/deutsche-handelsbilanz-mit-china/, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Die Zeit (2010): China überholt USA als weltgrößten Energieverbraucher, 20.07.2010. Online verfügbar unter http://www.zeit.de/wirtschaft/2010-07/energie-verbrauch-china-usa, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Ding, Zi-li et al. (2015): Construction and Applying Analying of Internet of Things (IOT) for Biogas Engineering.

Dong, Renjie (2015a): Biogas plant process monitoring in China. Online verfügbar unter https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Veranstaltungen/Tagungen/PMT_2015/Praesentationen/1_SA3_Dong.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

Dong, Renjie (2015b): Biogas plant process monitoring in China: Several constraints and solutions. Online verfügbar unter https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Ver%C3%B6ffentlichungen/Tagunsgreader_PMT_2015_web.pdf, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

ecns.com (2017a): China's wind power capacity continues to grow. Online verfügbar unter http://www.ecns.cn/business/2017/01-31/243630.shtml, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

ecsn.com (2017b): New wind power projects banned in six regions due to wastage. Online verfügbar unter http://www.ecns.cn/business/2017/02-23/246579.shtml, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

eco-business.com (2016): One company’s mission to turn China’s waste into energy. Online verfügbar unter: http://www.eco-business.com/news/one-companys-mission-to-turn-chinas-waste-into-energy/, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

Econet Monitor (2012): Boom bei Chinas Biogasanlagen. Online verfügbar unter: http://china.ahk.de/fileadmin/ahk_china/Dokumente/Environment/Econet_Monitor_Februar_2012.pdf, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

Econet Monitor (2014): Biogasproduktion aus organischen Abfällen aus der industriellen Produktion.

Econet Monitor (2015): Biogasproduktion – Effizienzsteigerung durch Messen der Zusammensetzung und produzierten Menge.

European Chamber of Commerce in China (2015): Renewable Energy Position Paper. Online verfügbar unter http://www.Europeanchamber.com.cn/en/publications-archive/387, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

FAO Inequality Analysis (2006): The Gini Index. Online verfügbar unter http://www.fao.org/docs/up/easypol/329/gini_index_040en.pdf, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

fd.bjx.com.cn (2013): 2014 年关税实施方案公布 风力发电设备零件进口税率为 1%. Online verfügbar unter http://news.bjx.com.cn/html/20131218/480881.shtml, zuletzt geprüft am 12.05.2017.

fdi.gov.cn (2016): Statistics on FDI in China. Online verfügbar unter http://www.fdi.gov.cn/1800000121_33_7109_0_7.html?style=1800000121-33-10000318, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Feng, Tian-tian; Zhao Xin-gang (2014): Dilemma and Strategy of Biomass Power Generation Industry Development in China: A Perspective of Industry Chain.

Feng, Yongzhong et al. (2014): Comparison of biogas development from households and medium and large-scale biogas plants in rural China.

Finanznachrichten (2015): GDP 年增长率. Online verfügbar unter http://finance.sina.com.cn/worldmac/indicator_NY.GDP.MKTP.KD.ZG.shtml, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Frankfurt School-UNEP Centre (2016): Global trends in renewable energy investment 2016. Online verfügbar unter http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2016lowres_0.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

Friedl, Mark. A et al. (2014): Mapping Crop Cycles in China Using MODIS-EVI Time Series. Online verfügbar unter http://www.mdpi.com/2072-4292/6/3/2473/htm, zuletzt aufgerufen am 23.05.2017.

Fulton, Mark et al. (2012): Scaling Wind and Solar Power in China: Building the Grid to Meet Targets. Online verfügbar unter http://www.top1000funds.com/wp-content/uploads/2012/02/China_Wind_and_Solar-Feb20121.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

German Chamber of Commerce in China (2016): Business Confidence Survey. Online verfügbar unter http://china.ahk.de/news/single-view/artikel/press-release-business-confidence-survey-2016/?cHash=d98b738935313e5001e680ac71a0fec3, zuletzt geprüft am 17.04.2017.

German Chamber of Commerce in China (2017): Wirtschaftsdatenblatt China März 2017. Online verfügbar unter http://china.ahk.de/fileadmin/ahk_china/Marktinfo/AHK_Wirtschaftsdatenblatt_2017-03.pdf, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Global Times (2016): Northeast China's economic decline exaggerated. Online verfügbar unter: http://www.globaltimes.cn/content/975675.shtml, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

Global Solar Thermal Energy Council (2016): Now we should concentrate on technological progress and new applications in industry and agriculture. Online verfügbar unter http://www.solarthermalworld.org/content/china-now-we-should-concentrate-technological-progress-and-new-applications-industry-and, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

Global Wind Energy Council (2014): Global Wind Report - Annual Market Update 2013. Online verfügbar unter http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/04/GWEC-Global-Wind-Report_9-April-2014.pdf, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Global Wind Energy Council (2016): Global Wind Report. Annual Market Update 2015. Online verfügbar unter http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-2015-Report_April-2016_22_04.pdf abgerufen am 09.04.2017.

gnvmagazine.com (2015): Biogas upgrading plant at China Agricultural University. Online verfügbar unter: http://www.gnvmagazine.com/eng/noticia-biogas_upgrading_plant_at_china_agricultural_university-4214, zuletzt geprüft am 17.05.2017.

Gong, Hui et al. (2015): Applications and Developments of Anaerobic Technology in China.

GTAI (2014): VR China globaler Spitzenreiter beim Ausbau erneuerbarer Energien. Online verfügbar unter http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=vr-china-globaler-spitzenreiter-beim-ausbau-erneuerbarer-energien,did=1008718.html, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

GTAI (2015a). Nachholbedarf an Heizungssystemen in der VR China. Online verfügbar unter http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=nachholbedarf-an-heizungssystemen-in-der-vr-china,did=1149948.html, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

GTAI (2015b): Low-Carbon District Heating Project in Hohhot in Inner Mongolia Autonomous Region. Online verfügbar unter https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Projekte-Ausschreibungen/entwicklungsprojekte,did=1156690.html, zuletzt geprüft am 12.05.2017.

GTAI (2016a): Wirtschaftsausblick Winter 2016/17 - VR China. Online verfügbar unter https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Wirtschaftsklima/wirtschaftsausblick,t=wirtschaftsausblick-winter-201617--vr-china,did=1611672.html, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

GTAI (2016b): Wirtschaftdaten kompakt. VR China. Online verfügbar unter http://www.gtai.de/GTAI/Content/DE/Trade/Fachdaten/MKT/2016/11/mkt201611222022_159610_wirtschaftsdaten-kompakt---china.pdf?v=1, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

GTAI (2016c): Komplexe Lösungen „made in Germany“ in China am Anfang. Online verfügbar unter: http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=komplexe-loesungen-made-in-germany-in-china-am-anfang,did=1540074.html, zuletzt geprüft am 21.05.2017.

Han, Fang (2012): Optimization Analysis of Biogas Purification and Storage Technology.

Han, Siqi; Liu Hangli (2015): Infographic: Conquering China’s Sludge Mountains. Online verfügbar unter https://www.newsecuritybeat.org/2015/04/chase-stink-conquering-chinas-sludge-mountains-infographic/, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

He, Hongfu; Luo, Liwen; Xu, Suyun (2016): Status and Prospects of Municipal Solid Waste to Energy Technologies in China.

He, Zhou-Rong (2015): Policies of Taxes and Subsidies Supporting the Biogas Industry Development.

Hecker, Ulrike (28. Dezember 2014): China – Die Heizungsgrenze. Online verfügbar unter http://bambooblog.de/2014/12/28/china-die-heizungsgrenze/, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Heng, Xu et al. (2015): Applications and Developments of Anaerobic Technology in China.

Hou, Jun et al. (2017): Greenhouse Gas Mitigation of Rural Household Biogas Systems in China: A Life Cycle Assessment.

IEA (2014a): Heating without global warming. Market Developments and Policy Considerations for Renewable Heat. Online verfügbar unter https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/FeaturedInsight_HeatingWithoutGlobalWarming_FINAL.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

IEA (2014b): Key World Energy Statistics 2014. Online verfügbar unter http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

IEA (2017): China 13th Bioenergy Development Five Year Plan (2016-2020). Online verfügbar unter https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/china/name-160331-en.php?s=dHlwZT1yZSZzdGF0dXM9T2s,&return=PG5hdiBpZD0iYnJlYWRjcnVtYiI-PGEgaHJlZj0iLyI-SG9tZTwvYT4gJnJhcXVvOyA8YSBocmVmPSIvcG9saWNpZXNhbmRtZWFzdXJlcy8iPlBvbGljaWVzIGFuZCBNZWFzdXJlczwvYT4gJnJhcXVvOyA8YSBocmVmPSIvcG9saWNpZXNhbmRtZWFzdXJlcy9yZW5ld2FibGVlbmVyZ3kvIj5SZW5ld2FibGUgRW5lcmd5PC9hPjwvbmF2Pg, zuletzt geprüft am 23.04.2017.

Inside Climate News (2016): Facing Grid Constraints, China Puts a Chill on New Wind Energy Projects. Online verfügbar unter http://insideclimatenews.org/news/28032016/china-wind-energy-projects-suspends-clean-energy-climate-change, zuletzt geprüft am 09.04.2016.

International Hydropower Association (2016): 2016 Key Trends in Hydropower. Briefing. Online verfügbar unter http://www.hydropower.org/2016-key-trends-in-hydropower, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

IRENA (2014a): Global Bioenergy Supply and Demand Projections: A working paper for REmap 2030, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

IRENA (2014c): REmap 2030 A Renewable Energy Roadmap. Renewable Energy Prospects: China, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

IRENA (2016): Renewable Capacity Statistics 2016. Online verfügbar unter http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2016.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

IRENA (2017): Renewable capacity statistics 2017. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2017.pdf, zuletzt geprüft am23.05.2017.

Jiang, Hao; Wu, Quan-gui; Zhou, Hong-jun (2012): Biogas Purification Technology Producing Bio-methane and Its Applications.

Kang, Liping (2014): Biofuel Experiences in China. Governance and Market Development Updates. Online verfügbar unter http://www.biofuelstp.eu/spm6/docs/liping-kang.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

KPMG International (2015): Taxes and incentives for renewable energy. Online verfügbar unter: https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/09/taxes-and-incentives-2015-web-v2.pdf, zuletzt geprüft am 20.05.2017.

Li, Changsheng et al. (2011): Report on the Development Status of Chinese Biogas Industry. Online verfügbar unter: Online verfügbar unter: http://www.cnrec.org.cn/english/publication/bioenergy/2012-02-20-120.html, zuletzt geprüft am 16.05.2017.

Li, Dong; Liu, Xiao-Feng; Sun, Yong-ming (2013): The Progress of Technology on Biogas Production in China.

Li, Kangmin; Ho, Mae-Wan (2006): Biogas China. Online verfügbar unter http://www.i-sis.org.uk/BiogasChina.php, zuletzt geprüft am 29.04.2017.

Li, Wen-Wei; Wang, Ai-Jie; Yu, Han-Qing (2011): Advances in Biogas Technology. Online verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/51799925_Advances_in_Biogas_Technology#pf4, zuletzt geprüft am 20.05.2017.

Li, Zhiwu (2012): China's Small Hydropower in Rural Energy Development. Online verfügbar unter http://www.eria.org/events/4.%20Prof.Zhiwu%20Li%20-%20China%27s%20Small%20Hydropower%20in%20Rural%20Energy%20Development.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

Lin, Kuang-Hua (2007): Vertriebswege in der VR China. Online verfügbar unter http://www.asia-pacific.de/download/Artikel%20Vertrieb%20Business%20Guide%20China-Dez07.pdf, zuletzt geprüft am 12.05.2017.

Liu, Chang et al. (2016): The biomethane producing potential in China: A theoretical and practical estimation.

Liu, Coco (2016): Innovative Sludge-to-Energy Plant Makes a Breakthrough in China. Online verfügbar unter: https://www.newsecuritybeat.org/2016/05/innovative-sludge-to-energy-plant-breakthrough-china/, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

Los Angeles Times (2015): For central heat, China has a north-south divide at Qin-Huai line. Online verfügbar unter http://www.latimes.com/world/asia/la-fg-china-heat-20141115-story.html, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Ma, Fang; Zhang, Xiaoxian (2015): Emergy Evaluation of Different Straw Reuse Technologies in Northeast China. Online verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/281309991_Emergy_Evaluation_of_Different_Straw_Reuse_Technologies_in_Northeast_China, zuletzt geprüft am 14.05.2017.

Mao, Jie; Wang, Chunhua (2016): Tax incentives and environmental protection: evidence from China's taxpayer-level data. Online verfügbar unter: https://link.springer.com/article/10.1186/s40589-016-0040-0, zuletzt geprüft am 20.05.2017.

metoffice.gov.uk (2013): China climate. Online verfügbar unter http://www.metoffice.gov.uk/weather/world-climate/asia/china, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

MOFCOM (2013): China Climate and Weather. Online verfügbar unter http://cm2.mofcom.gov.cn/article/aboutchina/climate/201310/20131000336795.shtml, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

mof.gov.cn (Ministry of Finance) (2016): 关于"落实农村户用沼气池补贴政策"建议的答复（摘要）. Online verfügbar unter: http://www.mof.gov.cn/zhuantihuigu/2016jyta/2016rd/201612/t20161222_2495196.htm, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

mof.gov.cn (Ministry of Finance) (2016): 关于"落实农村户用沼气池补贴政策"建议的答复（摘要）. Online verfügbar unter: http://www.mof.gov.cn/zhuantihuigu/2016jyta/2016rd/201612/t20161222_2495196.htm, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

Morscheck, Gert; Nassour, Abdallah; Nelles, Michael (2016): Abfallwirtschaft in der V.R. China – Stand und Perspektiven. Online verfügbar unter: http://www.recydepotech.at/media/441_Nelles.pdf, zuletzt geprüft am 05.05.2017.

National Bureau of Statistics of China (2013): China Statistical Yearbook 2013: China Statistics Press.

National Bureau of Statistics of China (2015): China Statistical Yearbook 2015: China Statistics Press.

National Bureau of Statistics of China (2016a): Statistical Communiqué of the People's Republic of China. Online verfügbar unter http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/201602/t20160229_1324019.html, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

National Bureau of Statistics (2016b):能源革命谱新篇 节能降耗见成效——十八大以来我国能源发展状况. Online verfügbar unter http://www.stats.gov.cn/tjsj/sjjd/201603/t20160304_1326843.html, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

National Bureau of Statistics China (2016c): China Statistical Yearbook 2016. Online verfügbar unter: http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexeh.htm, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

National Bureau of Statistics of China (2017a): 2016 年农民工监测调查报告. Online verfügbar unter http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201704/t20170428_1489334.html, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

National Bureau of Statistics (2017b): Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2016 National Economic and Social Development. Online verfügbar unter: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/201702/t20170228_1467503.html, zuletzt geprüft am 14.05.2017.

Nationaler Volkskongress (01.01.2000): The Bidding Law of the People's Republic of China. Online verfügbar unter http://www.lawinfochina.com/display.aspx?lib=law&id=1014, zuletzt geprüft am 12.05.2017.

NE 21 (2016): 国家能源局综合司关于调查落实光伏发电相关建设条件的通知. Online verfügbar unter http://www.ne21.com/news/show-75993.html, zuletzt abgerufen am 09.04.2017.

NEA (2014): 能源行业加强大气污染防治工作方案. Online verfügbar unter http://www.nea.gov.cn/133338463_14002098575931n.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

NEA (2016a): 13. Fünfjahresplan Solarenergie. Online verfügbar unter http://zfxxgk.nea.gov.cn/auto87/201612/t20161216_2358.htm, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

NEA (2016b): 13. Fünfjahresplan Windenergie. Online verfügbar http://www.nea.gov.cn/2016-11/29/c_135867633.htm, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

NEA (2016c): 13 Fünfjahresplan Wasserkraft. Online verfügbar unter http://www.nea.gov.cn/135867663_14804701976251n.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

NEA (2016d): 能源局公布 2015 年光伏发电相关统计数据. Online verfügbar unter http://www.gov.cn/xinwen/2016-02/05/content_5039508.htm, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

NEA (2016e): 13. Fünfjahresplan Biomasse. Online verfügbar unter http://zfxxgk.nea.gov.cn/auto87/201612/t20161205_2328.htm, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

NEA (2016**f**): 国家能源局关于在能源领域积极推广 政府和社会资本合作模式的通知. Online verfügbar unter http://zfxxgk.nea.gov.cn/auto81/201604/t20160413_2232.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

NEA (2017): 2016 年光伏发电统计信息 Online verfügbar unter http://www.nea.gov.cn/2017-02/04/c_136030860.htm, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

NDRC 2015a: 全国陆上风力发电上网标杆电价表. Online verfügbar unter http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201512/W020151224442994953122.pdf, zuletzt aufgerufen 09.04.2016.

NDRC (2015b): 中共中央 国务院关于进一步深化电力体制改革的若干意见（中发〔2015〕9 号）. Online verfügbar unter http://tgs.ndrc.gov.cn/zywj/201601/t20160129_773852.html, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

NDRC 2016a: 13. Fünfjahresplan für Erneuerbare Energien. Online verfügbar unter http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201612/t20161216_830264.html, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

NDRC (2016b): 国家发展改革委办公厅 农业部办公厅关于申报 2017 年规模化大型沼气工程中央预算内投资计划的通知. Online verfügbar unter: http://www.ndrc.gov.cn/fzgggz/ncjj/nczc/201611/t20161118_827155.html, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

NDRC (2016c): 国家发展改革委关于印发《可再生能源发电 全额保障性收购管理办法》的通知. Online verfügbar unter http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201603/t20160328_796404.html, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

NDRC (2016d): 价格司有关负责人就输配电价改革试点工作答记者问. Online verfügbar unter http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/jd/201603/t20160329_796710.html, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

NDRC (2017a): 中国电煤价格指数. Online verfügbar unter http://jgjc.ndrc.gov.cn/zgdmjgzs.aspx?clmId=syjgzs6, zuletzt aufgerufen am 23.05.2017.

NDRC (2017b): 13. Fünfjahresplan zur Energieentwicklung. Online verfügbar unter http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbghwb/201701/W020170117350627940556.pdf, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

NDRC (2017c): 13. Fünfjahresplan Geothermie. Online verfügbar unter http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbghwb/201702/W020170204519970896680.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017

NDRC (2017d): 13. Fünfjahresplan für die Entwicklung des ländlichen Biogases. Online verfügbar unter http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbghwb/201702/t20170210_837549.html, zuletzt geprüft am 28.03.2017.

NDRC (2017e): 外商投资产业指导目录. Online verfügbar unter: http://wzs.ndrc.gov.cn/t20161205_829252.pdf, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

nhfpc.gov.cn (2017): Second-child policy increases births by 7.9 percent. Online verfügbar unter http://en.nhfpc.gov.cn/2017-01/23/c_71085.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

NTV (2015): China will Atomenergie massiv ausbauen. Online verfügbar unter http://www.n-tv.de/wirtschaft/China-will-Atomenergie-massiv-ausbauen-article16498431.html http://www.ecns.cn/business/2016/01-30/197697.shtml, zuletzt geprüft am 26.05.2017.

Pachauri, Shonali; Rao, N. D.; Nagai, Yu; Riahi, Keywan (2012): Access to Modern Energy. Assessment and Outlook for Developing and Emerging Regions.

powermag.com (2013): A Plan for Optimizing Technologies to Support Variable Renewable Generation in China. Online verfügbar unter http://www.powermag.com/a-plan-for-optimizing-technologies-to-support-variable-renewable-generation-in-china/?pagenum=3, zuletzt geprüft am 03.06.2015.

PV Magazin (2016): China löst Deutschland als weltgrößter Photovoltaik-Markt ab. Online verfügbar unter http://www.pv-magazine.de/nachrichten/details/beitrag/china-lst-deutschland-als-weltgrter-photovoltaik-markt-ab_100021831/, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

PV Magazine (2016): China aiming to reach 143 GW PV capacity by 2020. Online verfügbar unter http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/china-aiming-to-reach-143-gw-pv-capacity-by-2020_100023820/#ixzz4A75PwbAR, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

Raninger, Bernhard; Zhou, Hongjun (2012): Biogas from Landfills or Anaerobic Digestion Plants in China. Comparison for Biomass Wastes in China.

raponline.org (2016): China's String of New Policies Addressing Renewable Energy Curtailment: An Update. Online verfügbar unter http://www.raponline.org/blog/chinas-string-of-new-policies-addressing-renewable-energy-curtailment-an-update/, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

recyclingportal.eu (2016): HAW-Forschung: Stroh könnte Biomais in der Stromgewinnung ersetzen. Online verfügbar unter: http://recyclingportal.eu/Archive/22344, zuletzt geprüft am 14.05.2017.

REN21 (2016): Renewables 2016 Global Status Report. Online verfügbar unter: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21_GSR2016_FullReport_en_11.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

rural21.com (2014): China's biomass energy development – a perception change from waste to resource. Online verfügbar unter: http://www.rural21.com/nc/english/news/detail/article/chinas-biomass-energy-development-a-perception-change-from-waste-to-resource-00001312/, zuletzt geprüft am 17.05.2017.

sacu.org: All about China. Online verfügbar unter: http://www.sacu.org/china.html, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

sdpc.gov.cn (2016): 全国陆上风力发电标杆上网电价表. Online verfügbar unter http://www.sdpc.gov.cn/zwfwzx/zfdj/jggg/201612/W020161228343602191833.pdf, zuletzt aufgerufen am 09.04.2017.

shanghaifreetradezone.org (2013): Special Administrative Measures (Negative List) on Foreign Investment Access to the China(Shanghai) Pilot Free Trade Zone (2013). Online verfügbar unter http://www.shanghaifreetradezone.org/en/Negative_List.pdf, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Shaw, V. (2015): China: 2014 shortfall does not diminish 2015 ambitions. Online verfügbar unter http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/china--2014-shortfall-does-not-diminish-2015-ambitions_100018214/, zuletzt geprüft am 10.04.2017.
shdrc.gov.cn (2017): 价格管理. Online verfügbar unter http://www.shdrc.gov.cn/, zuletzt aufgerufen am 23.05.2017.

Sicheng, Wang (2015): China's Photovoltaic (PV) Overview and Outlook. Beijing, 31.03.2015.

simecpellet.com (2016): China Biomass Energy Development Planning. Online verfügbar unter http://www.simecpellet.com/blog/china_biomass_energy_development_planning.html, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

Song, Zilin et al. (2014): Comparison of biogas development from households and medium and large-scale biogas plants in rural China.

southpolecarbon.com (2015): Nangong Biomass Plant, China. Online verfügbar unter https://www.southpolecarbon.com/pm/public/files/brochures/0930.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

statisticstimes.com (2016): List of Countries by Projected GDP per capita. Online verfügbar unter http://statisticstimes.com/economy/countries-by-projected-gdp-capita.php, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Statistisches Bundesamt (2016): Electricity imports and exports. Online verfügbar unter https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=058F6583DCC89449265266AE03DBB4AF.tomcat_GO_1_1?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1462434182500&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnung, zuletzt geprüft am 09.05.2016.

Statistischer Bericht der Stromindustrie (2016): Online verfügbar unter http://www.cec.org.cn/guihuayutongji/tongjxinxi/niandushuju/2017-01-20/164007.html, zuletzt aufgerufen am 09.04.2017.

sxnyt.gov.cn(2016): 关于申报 2016 年规模化大型沼气工程中央预算内投资计划的通知. Online verfügbar unter: http://www.sxnyt.gov.cn/xxgk/tzgg/201601/t20160129_262996.html, zuletzt geprüft am 22.05.2017.

The State Council of The People's Republic of China (2011): Report on the Work of the Government. Online verfügbar unter http://www.uncsd2012.org/content/documents/Report%20on%20the%20Work%20of%20the%20Government.pdf, zuletzt geprüft am 12.05.2016.

The State Council of the People's Republic of China (2014a): Premier promotes urbanization. Online verfügbar unter http://english.gov.cn/premier/news/2014/11/28/content_281475016489266.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

The State Council of the People's Republic of China (2014b): Strategieaktionsplan für Energieentwicklung. Online verfügbar unter http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content_9222.htm, zuletzt geprüft am 31.05.2016.

The State Council of The People's Republic of China (2015): 电改推动可再生能源并网消纳——国家能源局新能源司负责人答记者问. Online verfügbar unter http://www.gov.cn/xinwen/2015-12/01/content_5018609.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

The State Council of the People's Republic of China (2016): Report on the Work of the Government. Online verfügbar unter http://english.gov.cn/premier/news/2016/03/17/content_281475309417987.htm, zuletzt geprüft am 12.05.2016.

The World Bank (2015): China - Hebei Rural Renewable Energy Development Project. Online verfügbar unter http://documents.worldbank.org/curated/en/536511468242658181/China-Hebei-Rural-Renewable-Energy-Development-Project, zuletzt geprüft am 12.05.2017.

The World Bank (2016): GDP at market prices. Online verfügbar unter http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

The World Bank (o.J.): Poverty & Equity. China. Online verfügbar unter http://povertydata.worldbank.org/poverty/country/CHN, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

The World Bank (2017): The Pretreatment, Adu And Composting System Goods Of Supply & Installation Of Kitchen Food Waste Treatment Plant. Online verfügbar unter: http://projects.worldbank.org/procurement/noticeoverview?lang=en&id=OP00041840, zuletzt geprüft am 12.05.2017.

tianguan.com.cn: Home, Welcome to your company, Tianguan Group. Online verfügbar unter: http://www.tianguan.com.cn/english/index.asp, zuletzt geprüft am 16.05.2017.

TU Darmstadt (2014): Sauberes Wasser für die Zukunft. Weltweit erstes semizentrales Ver- und Entsorgungszentrum in Qingdao (China). Online verfügbar unter: http://www.tu-darmstadt.de/vorbeischauen/aktuell/nachrichten_1/semizentral.de.jsp, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (o.J.): What is the CDM. Online verfügbar unter: http://cdm.unfccc.int/about/index.html, zuletzt geprüft am 05.05.2017.

University of Science and Technology Beijing (2016): Co-Benefits of the Sichuan rural poor-household biogas development programme beyond GHG emissions reduction.

USDA Foreign Agricultural Service (2015): China - Peoples Republic of. Biofuels Annual 2015. China Biofuel Industry Faces Uncertain Future. Online verfügbar unter

https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_9-3-2015.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

U.S. Energy Information Administration EIA (2015): China - International energy data and analysis. Online verfügbar unter http://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/China/china.pdf, zuletzt geprüft am 09.05.2016.

U.S. Energy Information Administration (2016a): Online verfügbar unter International Energy Statistics: http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm, zuletzt geprüft am 10.05.2016.

U.S. Energy Information Administration EIA (2016b). Online verfügbar unter Country Info China: http://www.eia.gov/beta/international/country.cfm?iso=CHN, zuletzt geprüft am 23.05.2017.

van Gulick (2016): Treating China's wastewater: opportunities galore. Online verfügbar unter: http://china.nlambassade.org/binaries/content/assets/postenweb/c/china/zaken-doen-in-china/sectoren/water/treating-chinas-wastewater-opportunities-galore.pdf, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

world-nuclear.org (2017): Nuclear Power in China. Online verfügbar unter http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

World Trade Organization (WTO) (o.J.): The WTO's Information Technology Agreement (ITA). Online verfügbar unter https://www.wto.org/english/news_e/brief_ita_e.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

World Trade Organization (WTO) (2015a): Participants urge swift conclusion to ITA 2 negotiations. Online verfügbar unter https://www.wto.org/english/news_e/news15_e/ita_08may15_e.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

World Trade Organization WTO (2015b): Time Series on International Trade. Online verfügbar unter http://stat.wto.org/StatisticalProgram/WSDBViewData.aspx?Language=E, zuletzt geprüft am 14.04.2016.

World Wind Energy Association (2015): 2015 Small Wind World Report. Summary. Bonn, Germany.

woyaoce.cn (2017): 技术前沿：超声波沼气流量计的优势探讨. Online verfügbar unter http://www.woyaoce.cn/News/214285.html, zuletzt geprüft am 19.05.2017.

Xinhua (2015a): "One Belt, One Road" initiatives offer opportunities for Euroasia: Chinese scholar. Online verfügbar unter http://news.xinhuanet.com/english/2015-03/24/c_134092811.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Xinhua (2015b): Chinese bid farewell to one-child policy with law amended. Online verfügbar unter http://news.xinhuanet.com/english/2015-12/27/c_134956074.htm, zuletzt geprüft am 25.05.2016.

Xinhua (2016a): China Focus: CPC has nearly 89 mln members. Online verfügbar unter http://news.xinhuanet.com/english/2016-06/30/c_135478976.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Xinhua (2016b):中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要. Online verfügbar unter http://news.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c_1118366322.htm, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Xinhua (2016c): China to boost biomass energy development in 2016-2020. Online verfügbar unter http://news.xinhuanet.com/english/2016-12/05/c_135882444.htm, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

Xinhua (2017): China Focus: Xi's speech injects new impetus into Belt and Road Initiative. Online verfügbar unter http://news.xinhuanet.com/english/2017-05/14/c_136282890.htm, zuletzt geprüft am 24.05.2017.

Yang, Jun et al. (2014): Potential usage, vertical value chain and challenge of biomass resource: Evidence from China's crop residues.

Zhang, Ping (2012): Biogas – Its potential as an energy source in rural Households with particular emphasis on China?. DMeapsatretrmTehnetsoisf3N0OcRrAedGiRtIsC2012

Zhang, Qingfeng et al. (2010): Rural biomass energy 2020.

Zhang, Quanguo; Zheng Ge (2013): Review on biogas upgrading technologies for producing biomethane.
Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2017): Problems and suggestions for construction and operation of biogas plants in China.

Zhao, Lei (2012): A Commercial Model for Eco-efficient Production of Biogas from Sewage Sludge in China – Upgrading biogas to vehicle-used bio-methane.

Zheng, K., Dong, Y., Chen, Z., Tian, T., & Wang, G. (2015): Speeding up Industrialized Development of Geothermal Resources in China - Country Update Report 2010-2014. Proceedings World Geothermal Congress 2015.

Zhou, Wanqing (2013): Food Waste and Recycling in China: A Growing Trend?. Online verfügbar unter: http://www.worldwatch.org/food-waste-and-recycling-china-growing-trend-1, zuletzt geprüft am 05.05.2017.

Zuzhang, Xia (2013): Domestic biogas in a changing China: Can biogas still meet the energy needs of China's rural households?.

Zuzhang, Xia (2014): China's domestic biogas sector must adjust to changing conditions.