Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

MITTELSTAND
GLOBAL
EXPORTINITIATIVE ENERGIE

Analyse weltweiter Energiemärkte 2017

Durchführer
prognos

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Text und Redaktion
Eva Klotz, Jan Limbers, Prognos AG

Gestaltung und Produktion
Prognos AG

Stand
November 2017

Bildnachweis Titel:
Shutterstock, Eviart

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.

Zertifikat seit 2002
audit berufundfamilie

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis **3**

Tabellenverzeichnis **3**

Zusammenfassung **4**

Über diese Studie **5**

1. Anwendungsfeld erneuerbare Energien **8**

1.1. Solarenergie 8

1.2. Bioenergie 11

1.3. Windenergie 14

1.4. Geothermie 18

1.5. Wasserkraft 20

2. Anwendungsfeld Energieeffizienz **22**

2.1. Gebäudeeffizienz 22

2.2. Industrieeffizienz 23

3. Anwendungsfeld Infrastruktur/Netze **25**

3.1. On-Grid-Länder 25

3.2. Off-Grid-Länder 27

4. Literaturverzeichnis **28**

5. Anhang **29**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Veränderung der installierten Kapazität Photovoltaik 2010-2015 in GW 8
Abbildung 2: Ergebnisse Marktanalyse Photovoltaik....9
Abbildung 3: Ergebnisse Marktanalyse Solarthermie 11
Abbildung 4: Veränderung der installierten Kapazität feste Biomasse Anlagen 2010-2015 in MW....12
Abbildung 5: Ergebnisse Marktanalyse feste Biomasse 12
Abbildung 6: Veränderung der installierten Kapazität Biogas-Anlagen 2010-205 in MW 13
Abbildung 7: Ergebnisse Marktanalyse Biogas 14
Abbildung 8: Veränderung der installierten Kapazität Onshore Wind 2010-2015 in GW 15
Abbildung 9: Ergebnisse Marktanalyse Onshore Wind....16
Abbildung 10: Veränderung der installierten Kapazität Offshore Wind 2010-2015 in MW 16
Abbildung 11: Ergebnisse Marktanalyse Offshore Wind 18
Abbildung 12: Zubau an Kapazitäten Geothermie 2010-2015 in MW 19
Abbildung 13: Ergebnisse Marktanalyse Geothermie 20
Abbildung 14: Veränderung installierte Kapazität Wasserkraft 2010-2015 in GW 20
Abbildung 15: Ergebnisse Marktanalyse Wasserkraft....21
Abbildung 16: Ergebnisse Marktanalyse Gebäudeeffizienz 23
Abbildung 17: Ergebnisse Marktanalyse Industrieeffizienz 24
Abbildung 18: Aufteilung der On-Grid- und Off-Grid-Länder 25
Abbildung 19: Ergebnisse Marktanalyse On-Grid-Märkte....26
Abbildung 20: Ergebnisse Marktanalyse Off-Grid-Märkte 27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Perzentile für Länderzuordnungen....6
Tabelle 2: Datenverfügbarkeit und Erfassungsquote erneuerbare Energien 6
Tabelle 3: Ergebnisse Marktanalyse Photovoltaik....9
Tabelle 4: Ergebnisse Marktanalyse Solarthermie....10
Tabelle 5: Ergebnisse Marktanalyse feste Biomasse 12
Tabelle 6: Ergebnisse Marktanalyse Biogas 13
Tabelle 7: Ergebnisse Marktanalyse Onshore Wind....15
Tabelle 8: Ergebnisse Marktanalyse Offshore Wind 17
Tabelle 9: Ergebnisse Marktanalyse Geothermie 19
Tabelle 10. Ergebnisse Marktanalyse Wasserkraft....21
Tabelle 11: Variablenübersicht Anwendungsfeld erneuerbare Energien....29
Tabelle 12: Variablenübersicht Anwendungsfeld Industrie-/Gebäudeeffizienz 29
Tabelle 13: Variablenübersicht Anwendungsfeld Infrastruktur/Netze (On-Grid-Länder)....29
Tabelle 14: Variablenübersicht Anwendungsfeld Infrastruktur/Netze (Off-Grid-Länder) 29
Tabelle 15: Ergebnisse Marktanalyse erneuerbare Energien 30
Tabelle 16: Ergebnisse Anwendungsfelder Industrie-/Gebäudeeffizienz und Infrastruktur/Netze (On-Grid und Off-Grid)....32

Zusammenfassung

Die vorliegende Analyse der weltweiten Energiemärkte wurde im Rahmen der Exportinitiative Energie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie durchgeführt. Ziel der Exportinitiative ist es, kleine und mittlere Unternehmen aus der deutschen Energiebranche bei der Erschließung von Auslandsmärkten zu unterstützen. Dazu soll diese Marktanalyse eine möglichst viele Länder umfassende und zwischen den Ländern vergleichbare Bestimmung des Status Quo und des Entwicklungspotenzials des jeweiligen Absatzmarktes für die Bereiche erneuerbare Energien, Energieeffizienz in der Industrie und in Gebäuden sowie energiebezogene Infrastruktur/ Netze liefern.

Im Jahr 2016 konnten die erneuerbaren Energien ihren globalen Wachstumskurs fortsetzen. Weltweit wurde mit einem Zubau von insgesamt rund 160 GW der Vorjahresrekord erneut um 26 Prozent übertroffen. Mengenmäßig größter Treiber des Zubaus ist in regionaler Hinsicht inzwischen der asiatische Raum geworden. In vielen Ländern konnte mit Hilfe der Einführung von Ausschreibungen das Vergütungsniveau für erneuerbare Stromerzeugung stark gesenkt werden. Somit zeigt sich die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien im Verhältnis zu konventioneller Stromerzeugung immer deutlicher. Insbesondere im Bereich der Offshore-Windenergie werden weiterhin Kostensenkungspotenziale schnell gehoben. Im weltweit ersten Offshore-Windpark Vindeby (Dänemark 1991) wurden Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von 450 kW verwendet. Die derzeit größte am Markt befindliche Anlage hat mit 9,5 MW mehr als die zwanzigfache Leistung. Ab dem Jahr 2025 wird es als technologisch möglich angesehen, dass Anlagen der 12-20 MW-Klasse am Markt sein werden.
Damit können heute Stromgestehungskosten von unter 10 ct/kWh realisiert werden. Bis zum Jahr 2025 ist eine weitere Reduktion um 40-45 Prozent realistisch. Anfang des Jahres 2017 wurden mit drei Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee weltweit die ersten Projekte zur erneuerbaren Stromerzeugung vergeben, die ohne staatliche Förderung auskommen.
Auch für bereits etablierte Technologien wie Onshore-Windenergie oder Photovoltaik setzt sich die Kostenreduktion fort. Wachstumsmärkte für diese Technologien sowie für Wasserkraft finden sich besonders in Südamerika (Chile, Brasilien), Nordamerika und Asien (China, Indien).
Stromerzeugung aus Biomasse und Biogas spielt weltweit eine etwas kleinere Rolle. Ein Ausbau der Biomassenutzung, auch zur Ko-Feuerung, erfolgt erwartungsgemäß insbesondere in den Ländern mit größeren Biomassepotenzialen. Biogasnutzung gewinnt vor allem in Asien und Afrika an Bedeutung. Die Nutzung der Geothermie hingegen ist aufgrund der besonderen geologischen Voraussetzungen nur in wenigen Ländern möglich.

Bei der Niedertemperatur-Solarthermie zeigt sich eher eine geringe Dynamik. Neben der Nutzung zur Warmwassererwärmung gibt es einen Trend zu großen Anlagen, die in Wärmenetze einspeisen können. Indien, USA, Mexiko und Südafrika zählen hier zu den Wachstumsmärkten.
Mit Beginn der 2020er Jahre ist insgesamt damit zu rechnen, dass ein Großteil der erneuerbaren Energien die Phase der Anschubförderung verlassen und als marktfähige Technologien weltweit zur Deckung der Stromnachfrage eingesetzt werden können, womit sich weitere weltweite Märkte eröffnen.

Ein weiteres Wachstumsfeld stellt der Markt für Effizienztechnologien dar. Weltweit hat sich die Energieintensität, also der Energieeinsatz pro Wertschöpfung, verbessert. Hier sticht insbesondere China hervor, wo sich im Zeitraum 2000-2015 die Energieintensität um gut 30 Prozent verringert hat. Anteil haben daran langristig festgelegte Politikmaßnahmen zur Energieeinsparung. Insgesamt zeigt sich, dass einen Steigerung der Energieeffizienz v.a. durch Politiken getrieben wird. Weitere Treiber sind daneben die Kostenersparnis und die Nutzung innovativer Technologien. Als interessante Märkte ergeben sich hier Industrieländer (z.B. USA, Japan), aber auch einige der Teilrepubliken der ehemaligen Sowjetunion (z.B. Usbekistan, Tadschikistan).

In Ländern mit einer hohen Elektrifizierungsrate und einem bereits hohen Anteil fluktuierender Stromerzeugung entstehen und wachsen Märkte für Flexibilitäts- und Speichermöglichkeiten. Der Ausbau und intelligente Betrieb der Stromnetze gewinnt in diesen Ländern zunehmend an Bedeutung. Die sinkenden Kosten für Batteriespeicher sind ein weiterer wichtiger Treiber in diesem Bereich.
In Ländern mit einer niedrigen Elektrifizierungsquote beschleunigen neue Geschäftsmodelle den Zugang zu Elektrizität. Ein Beispiel dafür sind sogenannte „Solar Home Systems“, Systeme aus PV-Modulen, Batterien und Wechselrichtern, die Strom für kleinere elektrische Anwendungen wie Lampen, Ladegeräte, Fernseher oder Kühlschränke in Haushalten, die nicht an ein Stromnetz angeschlossen sind, liefern.
Obwohl alle betrachteten Technologien sich in einem Umfeld von weiterhin niedrigen Öl- und Gaspreisen behaupten müssen, herrscht weiterhin eine große Dynamik in den weltweiten Märkten für klimafreundliche Energielösungen.

Über diese Studie

Hintergrund

Die Analyse unterscheidet zwischen vier Anwendungsfeldern. Wie bereits in den Vorgängerstudien wird das Anwendungsfeld erneuerbare Energien untersucht. Hierbei wird zwischen insgesamt acht Technologien differenziert:

- Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie),
- Bioenergie (feste Biomasse und Biogas),
- Windenergie (Onshore und Offshore),
- Geothermie und
- Wasserkraft.

Die Bewertung des jeweiligen Landes erfolgt auf der Basis von qualitativen Kategorien. Je nach Marktreife und -dynamik können die Länder etablierte Märkte (Kategorie „A“), Wachstumsmärkte (Kategorie „B“), Zukunftsmärkte (Kategorie „C“) oder Nischenmärkte (Kategorie „D“) sein.

Neu sind die weiteren Anwendungsfelder Energieeffizienz in der Industrie, Energieeffizienz im Gebäudesektor und energiebezogene Infrastruktur/Netze. In diesen Anwendungsfeldern erfolgt die Einordnung der jeweiligen Märkte bzw. Länder mittels eines quantitativen Bewertungssystems: auf der Basis einer Reihe an Indikatoren (wie z.B. Bruttowertschöpfung pro Energieverbrauch oder Anteil der ländlichen Elektrifizierung) werden den Ländern Punktwerte zugeordnet. Länder mit einer insgesamt hohen Punktezahl sind besonders relevant und bieten mittelfristig gute Perspektiven als potenzielle Absatzmärkte für deutsche Unternehmen aus dem Bereich klimafreundliche Energielösungen.

Auswahl der Daten und Länder

Das allgemeine Ziel der vorliegenden statistischen Auswertung besteht darin, für möglichst viele Länder weltweit die Attraktivität für exportorientierte deutsche Unternehmen aus dem Bereich der klimafreundlichen Energielösungen zu ermitteln. Wichtig ist hierfür, die Auswertung auf Basis eines aktuellen, konsistenten und in sich vergleichbaren Datensatzes durchzuführen. Es werden dementsprechend vorrangig solche Daten verwendet, die für möglichst viele Länder aus derselben Datenquelle vorliegen. Hierdurch wird die Vergleichbarkeit der Länderdaten sichergestellt, die Zahl der verwendbaren Indikatoren verringert sich jedoch hierdurch. Zudem ist bei der Auswahl der statistischen Größen darauf zu achten, dass sie nicht untereinander korrelieren, da ansonsten keine neuen Informationen der Auswertung hinzugefügt werden.

Die beiden internationalen Organisationen „International Energy Agency“ (IEA) und „International Renewable Energy Agency“ (IRENA) bieten eine gute und breite Datengrundlage für viele Länder. Es liegen für etwas mehr als 130 Länder Statistiken zur installierten Leistung und Stromerzeugung bis 2015 vor. Länder, die aktuell eine instabile politische Situation aufweisen, wurden von der Analyse ausgeschlossen (u.a. Syrien, Irak). Im Ergebnis umfasst die Auswertung 127 Länder, wobei nicht in jedem Anwendungsfeld für jedes Land entsprechende Daten vorliegen.

Vorgehensweise erneuerbare Energien

Im Anwendungsfeld erneuerbare Energien werden die Länder einem qualitativ-deskriptiven Kategoriensystem zugeordnet. Dieses Kategoriensystem, welches von der Exportinitiative Energie erstellt wurde, weist den Ländern – bezogen auf den aktuellen Stand – eine bestimmte Marktreife hinsichtlich der jeweiligen Technologie zu:

- Marktkategorie A
  Etablierte, große Märkte mit hohem Durchdringungsgrad der jeweiligen Technologie, geringe Zuwachsraten.
- Marktkategorie B
  Neue Märkte mit starkem Wachstum in den letzten Jahren, eine relevante Marktgröße ist bereits gegeben.
- Marktkategorie C
  Märkte, die Potenzial für ein großes Wachstum aufweisen, aber aktuell noch eine geringe Marktbedeutung und geringe Wachstumsraten haben.
- Marktkategorie D
  Nischenmärkte, ein signifikantes Marktpotenzial ist höchstens in Teilsegmenten gegeben, insgesamt geringe Dynamik.

Um die Länder je Technologie einer Marktkategorie zuzuordnen, wurde in einem ersten Schritt ein Set an Variablen festgelegt, welches die qualitativen Marktbeschreibungen in quantitativ messbare (und statistisch vorliegende) Größen übersetzt. Nach umfangreichen Tests haben sich je Technologie folgende fünf Variablen im Ergebnis bewährt:

- die installierte Leistung im Jahr 2015, abgekürzt MW, als Indikator für die absolute Marktgröße.
- die Veränderung der installierten Leistung in den Jahren 2010 bis 2015, abgekürzt dMW, um die Dynamik des Marktes zu beschreiben.
- der Anteil an der gesamten Strom- oder Wärmeerzeugung des jeweiligen Landes im Jahr 2014, abgekürzt %GWh, um zu beschreiben, wie sehr eine Technologie in dem betrachteten Land etabliert ist.
- der Gesamtregulierungsindex der Worldwide Governance Indicators im Jahr 2015, abgekürzt WGI, um die institutionellen Rahmenbedingungen zu bewerten.

- die Bevölkerungsanzahl im Jahr 2015, abgekürzt Pop, ebenfalls als Indikator für die absolute Marktgröße und das Wachstumspotential.

Im zweiten Schritt werden die Länder anhand der Ergebnisse für jede Variable in Gruppen eingeteilt. Diese Zuordnung erfolgt auf Basis von gesetzten Werten für sog. Perzentile (prozentuale Anteile). Ein Perzentilwert von 25 beispielsweise ist derjenige Wert in der vorliegenden Verteilung der Länderwerte, der ein Viertel der Länder unterhalb und die restlichen 75 Prozent der Länder entsprechend oberhalb des Perzentilwertes einordnet. Bezogen auf die Marktkategorien werden etwa diejenigen Länder, bei denen der Wert für die Variable „Veränderung der installierten Leistung“ oberhalb des 25 Perzentils liegt, für diese Variable der Marktkategorie B zugeordnet. Drei Viertel der Länder sind dann für diese Variable in dieser Kategorie enthalten (vgl. Tabelle 1). Für die finale Zuweisung einer Marktkategorie müssen alle fünf Variablenbedingungen entsprechend erfüllt sein (z.B. für alle fünf Variablen muss eine Zuordnung der Marktkategorie B vorliegen).

Tabelle 2: Datenverfügbarkeit und Erfassungsquote erneuerbare Energien

Technologie	Länder mit Daten	Kategorisierte Länder	Erfassungsquote
Photovoltaik	112	75	67%
Solarthermie	48	38	79%
Feste Biomasse	76	55	72%
Biogas	61	47	77%
Onshore Wind	92	72	78%
Offshore Wind	14	10	71%
Geothermie	22	17	77%
Wasserkraft	117	70	60%

Quelle: Prognos AG

Tabelle 1: Perzentile für Länderzuordnungen

Marktkategorie	MW	dMW	%GWh	WGI	Pop
A	0-75	25-100	50-100	25-100	0-100
B	75-100	25-100	0-75	25-100	0-100
C	0-25	0-25	0-25	0-50	25-100
D	0-25	0-25	0-25	0-50	0-25

Quelle: Prognos AG

Werden die Perzentilgrenzen zu eng gesetzt, kann das Bewertungssystem nur wenige Länder einer Marktkategorie zuordnen. Zugleich muss die logische Unvereinbarkeit zwischen den Marktkategorien sichergestellt sein (i.e. ein Land kann nicht zugleich A- und C-Land sein). Da vergleichsweise viele Länder zwischen den Kategorien A und B liegen, wurde zusätzlich eine Zwischenkategorie AB eingeführt. Im Ergebnis kann dieses Zuordnungssystem Länder, für welche entsprechende Statistiken vorliegen, mit Erfassungsquoten von mehr als 60 Prozent eine der fünf Marktkategorien zuweisen (siehe nachfolgende Tabelle).

Vorgehensweise Industrie- und Gebäudeeffizienz

Eine Einordnung in die qualitativen Marktkategorien erscheint im Anwendungsfeld Industrie- und Gebäudeeffizienz nicht sinnvoll, da der Unterschied in der Marktreife der Länder sehr fließend ist. Daher wird hier im Unterschied zum vorangegangenen Anwendungsfeld ein quantitatives Punktesystem verwendet, welches die Marktattraktivität der Länder auf einer Skala von 0 bis 100 wiedergibt.

Im Bewertungssystem für die Gebäudeeffizienz sollten ursprünglich alle Gebäudetypen erfasst werden. Da die Datenlage sehr lückenhaft ist, konnte jedoch keine separate Betrachtung von Wohngebäuden durchgeführt werden. Daher wurde angenommen, dass die gesamte Gebäudeeffizienz stark mit der Effizienz im Dienstleistungssektor, für den detailliertere Daten vorlagen, korreliert. Dies erscheint plausibel, da der Energieverbrauch im Dienstleitungsbereich ähnlich wie bei Wohngebäuden hauptsächlich für Heizung, Klimatisierung und Stromanwendungen (IT, Licht) verwendet wird. Diese Korrelation zeigt sich z.B. auch im innereuropäischen Vergleich. Das Hinzufügen der Wohngebäudeeffizienz zum Bewertungssystem würde daher die Bewertung der Länder im internationalen Vergleich nur geringfügig beeinflussen, jedoch die Anzahl der analysierbaren Länder deutlich verringern.

Es werden folgende vier Variablen verwendet:

- der spezifische Energieverbrauch berechnet aus dem Endenergieverbrauch pro Bruttowertschöpfung im Industrie- und Dienstleistungssektor im Jahr 2014, abgekürzt MJ_VA, um den Stand der Energieeffizienz zu bewerten.
- die Veränderung des spezifischen Energieverbrauchs in den Jahren 2010 bis 2014, abgekürzt dMJ_VA, als Indikator für die Dynamik im Bereich der Energieeffizienz.
- das Niveau der Wertschöpfung im Jahr 2014, abgekürzt VA, um die Größe des potenziellen Marktes zu bestimmen.
- das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf im Jahr 2014, abgekürzt BIPpC, als Indikator dafür, wie einfach Investitionen in Effizienz finanziert werden können („je höher die Wirtschaftsleistung pro Kopf, desto eher können Investitionen finanziert werden“).

Je Variable werden für jedes Land Punkte von Null bis Hundert verteilt. Der jeweilige Wert eines Landes ermittelt sich dabei in Relation zu den lokalen Minima und Maxima aller Länderwerte; d.h. das Land, das bei einer Variablen den absolut höchsten Wert hat, erhält 100 Punkte, das Land mit dem niedrigsten Wert 0 Punkte. Den übrigen Ländern werden anhand ihres Variablen-

wertes Punkte zwischen 0 und 100 zugeteilt. Anschließend werden die einzelnen Variablen gewichtet. Im Anwendungsfeld Industrie- und Gebäudeeffizienz zählen alle Variablen gleich stark, die Gewichtung ist daher für alle vier Variablen 25 Prozent. Aus den gewichteten Variablen wird eine Gesamtpunktzahl, ebenfalls zwischen Null und Hundert, gebildet. Die Länder mit der höchsten Gesamtpunktzahl weisen das höchste Potenzial für den entsprechenden Bereich auf.

Vorgehensweise Infrastruktur/Netze

Auch im Anwendungsfeld Infrastruktur/Netze erfolgt die Einordnung der Länder mittels des oben beschriebenen Punktesystems. Vorab werden die Länder hinsichtlich ihres Ausbaustandes des Stromleitungsnetzes in zwei Gruppen aufgeteilt: On-Grid- und Off-Grid-Länder. Die erste Gruppe umfasst Länder, in denen ein sehr großer Anteil der Bevölkerung Zugang zu Elektrizität hat, dazu zählen im Wesentlichen die Schwellen- und Industrieländer (88 Länder). In diesen On-Grid-Ländern ist die Bedeutung der fluktuierenden Stromerzeugung (Windkraft und Photovoltaik) ein wichtiger Indikator, der auf eine hohe Dynamik in den Märkten zur Energieverteilung, -übertragung und -speicherung, wie z. B. intelligente Übertragungs- oder Verteilnetze, schließen lässt. Für die On-Grid-Länder werden insgesamt sechs Variablen herangezogen:

- der Anteil der fluktuierenden Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaik an der gesamten Stromerzeugung im Jahr 2014, abgekürzt %FlukStrom, als Indikator für den Bedarf an Flexibilität, Netzen und Speichern.
- die Veränderung des Anteils der fluktuieren Stromerzeugung in den Jahren 2010 bis 2014, abgekürzt d%FlukStrom, um die Dynamik beim Bedarf nach zusätzlicher Infrastruktur anzuzeigen.
- der Anteil von Importgütern der Elektrizitätsverteilung an den Gesamtimporten im Jahr 2014, abgekürzt %Imp, als Indikator für die aktuelle Marktgröße.
- die Veränderung dieses Anteils in den Jahren 2010 bis 2014, abgekürzt d%Imp, um die Dynamik in diesem Marktsegment in den letzten Jahren zu beschreiben.
- das Bruttoinlandsprodukt absolut im Jahr 2017, abgekürzt BIP, als Indikator für die Wirtschaftskraft.
- das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf im Jahr 2014, abgekürzt BIPpC, als Indikator dafür, wie leicht Investitionen in neue Technologien finanziert werden können.

Die ersten vier energiespezifischen Variablen werden stärker gewichtet und gehen mit einem Anteil von je 20 Prozent in die Gesamtpunktzahl ein. Der Anteil der beiden BIP-Variablen beträgt jeweils zehn Prozent. Auch hier resultiert wieder eine Gesamtpunktzahl, welche zwischen null und hundert liegen kann. Wiederum sind die Länder mit einer hohen Punktezahl besonders interessante Märkte für deutsche Unternehmen.

Der zweiten Ländergruppe Off-Grid, in denen ein erheblicher Teil insbesondere der ländlichen Bevölkerung keinen Zugang zu Elektrizität hat, wurden vor allem Entwicklungsländer zugeordnet (39 Länder). In diesen Ländern, in denen eine große Bevölkerungszahl ohne leitungsgebundene Stromversorgung und der Dieselpreis hoch sind, ist der Aufbau einer dezentralen erneuerbaren Stromversorgung attraktiv. Entsprechend sind diese beiden Größen wichtige Indikatoren für das Punktesystem der Off-Grid-Länder. Die Datenlage fällt in diesen Ländern im Schnitt lückenhafter aus. Entsprechend ist die Anzahl der verwendeten Variablen geringer. Für die Berechnung des Punktewertes werden folgende vier Variablen verwendet:

- die absolute Anzahl der Bevölkerung ohne leitungsgebundene Stromversorgung im Jahr 2014, abgekürzt PopOffGrid (2014), als Indikator für die absolute Marktgröße.
- der absolute, durchschnittliche Dieselpreis im Jahr 2014, abgekürzt PDiesel, um die Attraktivität einer erneuerbaren Energieversorgung zu bestimmen; Länder mit hohem Dieselpreis erhalten eine hohe Punktezahl (2014).
- die Veränderung des Importanteils von Gütern der Elektrizitätserzeugung an den Gesamtimporten in den Jahren 2010 bis 2014, abgekürzt d%Imp, um die Dynamik in diesem Marktsegment in den letzten Jahren zu beschreiben.
- das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf im Jahr 2014, abgekürzt BIPpC, als Indikator dafür, wie leicht Investitionen in neue Technologien finanziert werden können.

Die drei erstgenannten Indikatoren werden als relevanter gewichtet und gehen mit jeweils 30 Prozent in die Gesamtpunktzahl ein, das BIP pro Kopf mit zehn Prozent. Die mögliche Gesamtpunktzahl liegt auch hier zwischen null und hundert, die Länder mit dem höchsten Punktezahlen sind die bedeutsamsten in diesem Bereich.

Im Anhang sind für die vier Anwendungsfelder die verwendeten Indikatoren inklusive Quellenangabe in einer tabellarischen Übersicht dargestellt.

1. Anwendungsfeld erneuerbare Energien

Im Anwendungsfeld erneuerbare Energien werden sieben Technologien zur Stromerzeugung (Photovoltaik, feste Biomasse, Biogas, Onshore und Offshore Windkraft, Geothermie und Wasserkraft) und eine Technologie zur Wärmeerzeugung (Solarthermie) betrachtet. Über diese Technologien wird im Folgenden ein Überblick über die Entwicklung der letzten Jahre gegeben und es werden die Ergebnisse der Marktanalyse je Technologie vorgestellt[1]. Die detaillierten Ergebnisse für alle Technologien und betrachteten Ländern finden sich im Anhang in Tabellenform.

1.1. Solarenergie

Im Bereich der Solarenergie herrscht weiterhin eine hohe Dynamik beim Ausbau der Photovoltaik, der Ausbau von Solarthermie-Anlagen läuft dagegen langsamer. Bei beiden Technologien ist zu beobachten, dass der Ausbau sowohl von dezentralen, kleineren als auch verstärkt von großen, zentralen Anlagen erfolgt.

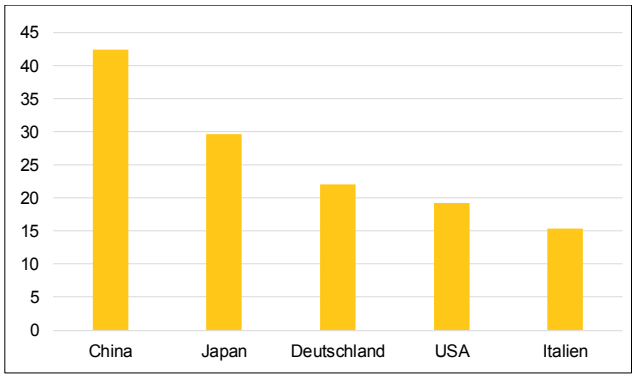
Photovoltaik

Weltweit waren am Ende des Jahres 2016 rund 300 GW Photovoltaik Erzeugungskapazität installiert mit einem Potenzial zur jährlichen Erzeugung von 375 TWh Strom. Zwar ist die Technologie bereits weltweit verbreitet, jedoch führt China mit großem Abstand sowohl die Liste der insgesamt installierten Leistung als auch die der neu installierten Leistung an. Im Vergleich zu den in Abbildung 1 gezeigten Veränderungen bei der installierten Leistung in den Jahren 2010-2015 hat sich das Bild im Jahr 2016 noch deutlicher in Richtung des asiatischen Marktes verschoben. China, Japan und Indien trugen zusammen etwa 63 Prozent zur weltweit neu installierten Kapazität im Jahr 2016 bei. Während die USA weiterhin mit 20 Prozent einen erheblichen Anteil am weltweiten Zubau stellten, sank der Anteil Europas auf unter 10 Prozent ab (IEA 2016c). Innerhalb Europas war Großbritannien stärkster Wachstumsmarkt im Jahr 2016 mit 2 GW neu installierter Leistung.

Insgesamt verlagert sich insbesondere auf dem deutschen Markt das Gewicht stärker in Richtung von Aufdachanlagen, welche häufig mit Speichern kombiniert werden. Diese Anlagen stellten in den letzten Jahren einen immer höheren Anteil des Zubaus in Deutschland dar, zuletzt mit über 50 Prozent in 2016. Auch in Australien, und Japan ist eine Zunahme von Solar-PV-Anlagen in Kombination mit Speicherlösungen zu beobachten.

In vielen Entwicklungs- und Schwellenländern, wie Bangladesch, Malawi oder Peru, spielen Solar-PV-Anwendungen insbesondere im Bereich der Off-Grid-Anwendungen (also ohne Anschluss an ein Übertragungsnetz) eine zunehmend wichtige Rolle (siehe hierzu auch das Kapitel zu Off-Grid-Märkten).

Abbildung 1: Veränderung der installierten Kapazität Photovoltaik 2010-2015 in GW



Prognos 2017

Im Nahen und Mittleren Osten werden Photovoltaik-Anlagen verstärkt zur Diversifizierung der Energieversorgung genutzt. Neben dem Bau neuer Anlagen in Israel, Jordanien und Kuwait haben auch Saudi-Arabien und die Vereinigten Arabischen Emirate Ausschreibungen für Photovoltaik-Kapazitäten gestartet.

Neben der dezentralen Anwendung ist weltweit auch die Anzahl zentraler Großanlagen für die Einspeisung in ein Übertragungsnetz gewachsen. Ende des Jahres 2016 existierten weltweit etwa 164 PV-Kraftwerke mit einer installierten Leistung von 50 MW oder mehr verteilt über 26 Länder. Das derzeit größte PV-Kraftwerk befindet sich in China und hat eine installierte Gesamtleistung von einem Gigawatt. Dadurch verschiebt sich der Anteil der installierten Neuanlagen immer stärker zu zentralen Großanlagen, von unter 20 Prozent im Jahre 2010 auf über 50 Prozent in 2015 (IRENA 2017b).

Die Preise für Solarmodule fallen weiterhin stark. Die Kosten für ein Photovoltaik-System lagen 2016 bei 1.800 USD/kW,

[1] Einheitliche Daten zum Ausbau der erneuerbaren Energien waren zum Zeitpunkt der Erstellung nur für das Jahr 2015 verfügbar. Waren für einige Technologien und Länder bereits neuere Daten zum Ausbau und Stand der Technologie verfügbar, so wurden diese verwendet.

für 2025 werden weitere Kostenreduktionen auf 800 USD/kW erwartet (IRENA 2017b). Dominanter Markt bei der Modulherstellung bleibt mit einem Marktanteil von zuletzt 65 Prozent an der weltweiten Produktion weiterhin China. In Asien wurden im Jahr 2016 zusammen etwa 90 Prozent aller weltweit produzierten PV-Module hergestellt. Dagegen betrug der Fertigungsanteil in Europa im Jahr 2016 nur noch 5 Prozent und erreichte damit einen neuen Tiefstand.

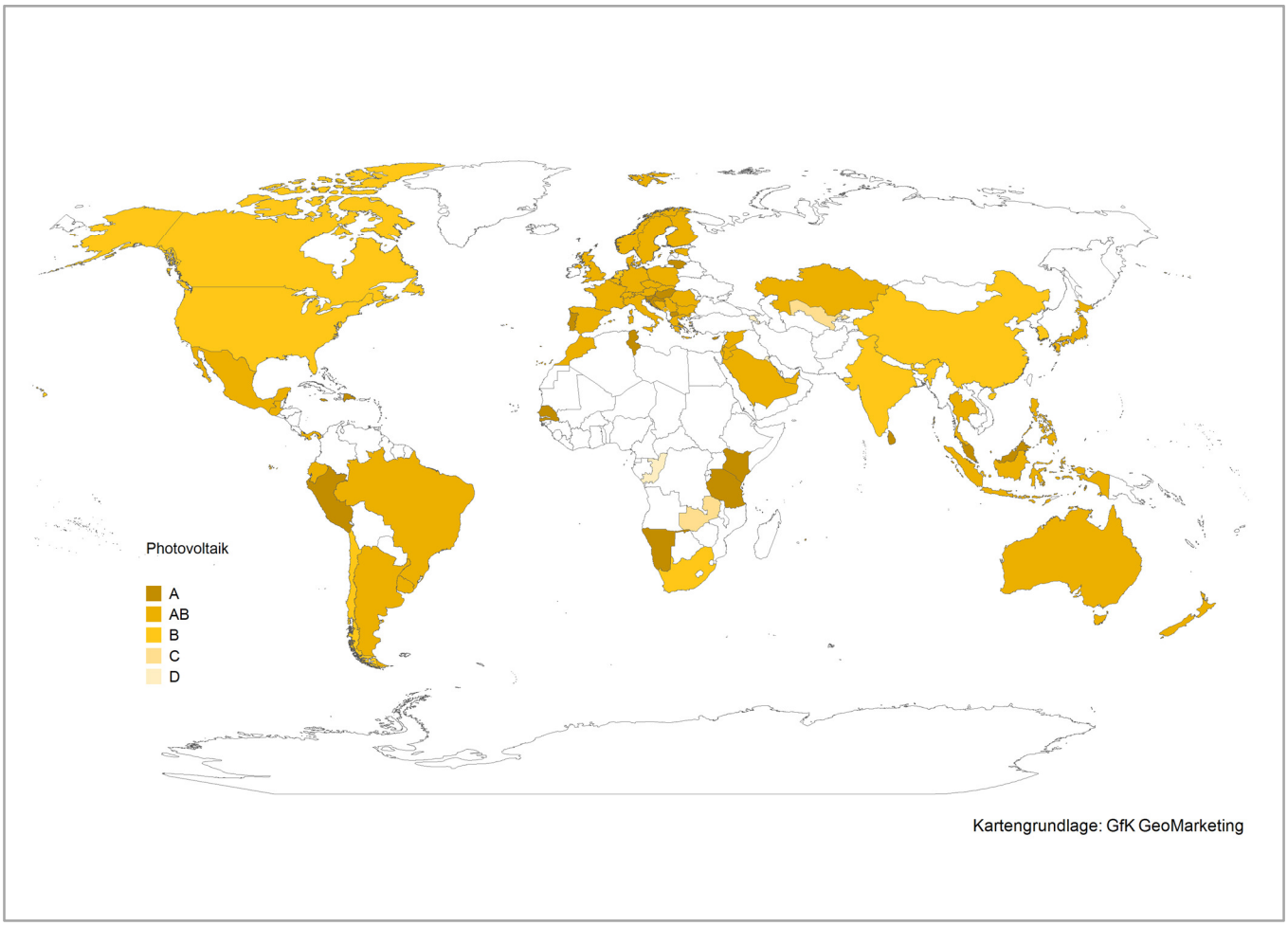
Für Photovoltaik wird weiterhin ein starkes Wachstum erwartet. In der Marktanalyse fallen sehr viele Länder in die Kategorie AB, die Datenlage bei Photovoltaik ist in den meisten betrachteten Ländern gut. In Tabelle 3 und in Abbildung 2 sind die Ergebnisse im Überblick und kartografisch dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse Marktanalyse Photovoltaik

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	20
AB-Länder	42
B-Länder	8
C-Länder	2
D-Länder	3
Länder mit Daten	112
Erfassungsquote	67%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 2: Ergebnisse Marktanalyse Photovoltaik



Quelle: Prognos 2017

Solarthermie

Niedertemperatur-Solarthermie wird zur erneuerbaren Wärmeerzeugung genutzt. Konzentrierte Solarthermie zur Stromerzeugung (CSP) wird in dieser Studie nicht betrachtet. Zum Ende des Jahres 2016 waren weltweit Solarkollektoren mit einer Leistung von etwa 456 GW_{th} installiert. Dabei gingen die weltweiten Neuinstallationen im Vergleich zum Vorjahr erneut von 40 GW_{th} auf 37 GW_{th} um 8,5 Prozent zurück. Dieser Trend hält seit 2012 unvermindert an.

Der größte regionale Markt für Solarthermie ist Asien. Alleine in China fand im Jahr 2016 mit 27,7 GW_{th} Neuinstallationen ein mit großem Abstand höherer Zubau statt als auf dem zweitgrößten nationalen Zubaumarkt, der Türkei mit 1,1 GW. Brasilien, Indien, die USA und Deutschland folgten auf den weiteren Plätzen. Der zweitgrößte regionale Markt war in 2016 erneut Europa mit einem gesamten Zubau von 1,8 GW_{th} (REN 21 2017).

Hauptsächlich werden verglaste Kollektoren verwendet (etwa 95 Prozent der weltweiten Installationen). Diese verteilen sich auf Plattenabsorber oder Röhrenabsorber in unterschiedlichen Bauarten (vgl. Eicker 2012). Unverglaste Kollektoren kamen hauptsächlich in den USA, Brasilien und Australien zum Einsatz, da sie eine kostengünstige Anwendung insbesondere im Bereich der Schwimmbadbeheizung darstellen.

Der weitaus größte Teil der weltweiten Installationen (etwa 85 Prozent) dient der Wassererwärmung. Dabei unterscheiden sich die Anwendungsfälle stark nach den unterschiedlichen Marktregionen. Während in den USA, Kanada und Australien mehr als die Hälfte der installierten Kapazität für die Beheizung von Schwimmbecken verwendet wird, entfällt auf dem asiatischen Markt der Großteil der Installationen auf Systeme zur Warmwasserbereitung entweder in Einfamilienhäusern oder auf größere Systeme für Mehrfamilienhäuser und öffentliche Einrichtungen (z.B. Schwimmbäder). Bezogen auf die gesamte installierte Leistung spielten Anwendungen zur Versorgung von Einfamilienhäusern während der letzten fünfzig Jahre weltweit die wichtigste Rolle. Auch auf dem zweitgrößten Zubaumarkt Türkei waren dies zuletzt die am häufigsten installierten Systeme. In den letzten Jahren ist jedoch ein starker Trend zu größeren und zentral installierten Systemen für die Versorgung ganzer Gebäudekomplexe zu erkennen. Auf dem größten nationalen Markt in China betrug der Anteil der großen Systeme 68 Prozent am Zubau des Jahres 2016. Weltweit stellte diese Anwendungsart am Ende des Jahres 2015 zwar erst 29 Prozent der gesamten installierten Kapazität, trug jedoch zu 54 Prozent der Neuinstallationen bei (REN 21 2017).

Ein Beispiel dafür ist Dänemark, dort wurde die installierte Kapazität für solare Fernwärme im Jahr 2016 mit einem Zubau von 347 MW_{th} verdoppelt. Die beiden derzeit größten Solarparks zur Fernwärmebereitstellung befinden sich ebenfalls in Dänemark, in Silkeborg und Vojens (mit 110 MW_{th} bzw 49 MW_{th}) (SDH 2017). Der Erfolg dieser zentralen Großanlagen inspirierte zum Bau zahlreicher neuer Anlagen in Zentraleuropa sowie China.

Solare Prozesswärme als weiterer Anwendungsfall ist derzeit weltweit noch wenig erschlossen, obwohl das Potenzial als sehr hoch eingeschätzt wird (REN 21 2017).

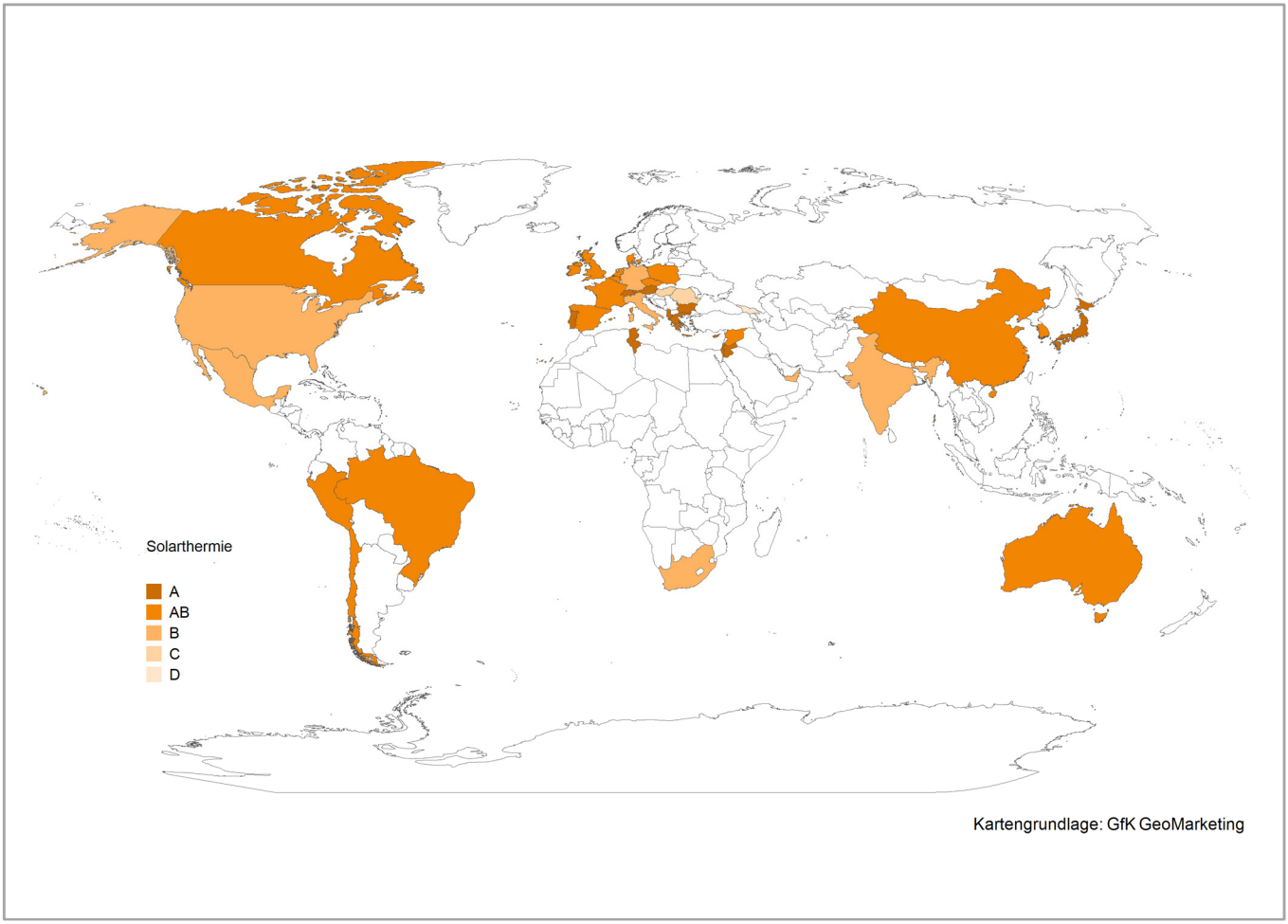
Die Ergebnisse der Marktanalyse für Solarthermie sind in Abbildung 3 und der Tabelle 4 dargestellt. Ein Großteil der Länder, für die Daten vorlagen, fällt in Kategorie AB. Länder in der Marktkategorie B liegen auf allen Kontinenten verteilt, mit Indien, USA, Mexiko und Südafrika fallen insbesondere große Länder mit genügend Sonneneinstrahlung in diese Kategorie.

Tabelle 4: Ergebnisse Marktanalyse Solarthermie

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	11
AB-Länder	17
B-Länder	7
C-Länder	2
D-Länder	1
Länder mit Daten	48
Erfassungsquote	79%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 3: Ergebnisse Marktanalyse Solarthermie



Quelle: Prognos 2017

1.2. Bioenergie

Die gesamte Nutzung von Bioenergie lag im Jahr 2016 bei 62,5 Exajoule (REN 21 2017). Davon wird mit circa zweidrittel ein großer Teil der Bioenergie weiterhin „traditionell“ genutzt. Knapp 3 Prozent (504 TWh in 2016) der Bioenergie wird zur Stromerzeugung genutzt. Diese Nutzung kann gekoppelt zur Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) erfolgen, zum Anteil der Biomasse KWK-Anlagen sind jedoch keine weltweiten Zahlen verfügbar.

Kritische Punkte bei der Biomassenutzung sind die Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasse sowie die Preiskonkurrenz zu alternativen Nutzungsformen, insbesondere in der Landwirtschaft. Im Folgenden wird zwischen fester Biomasse und Biogas unterschieden.

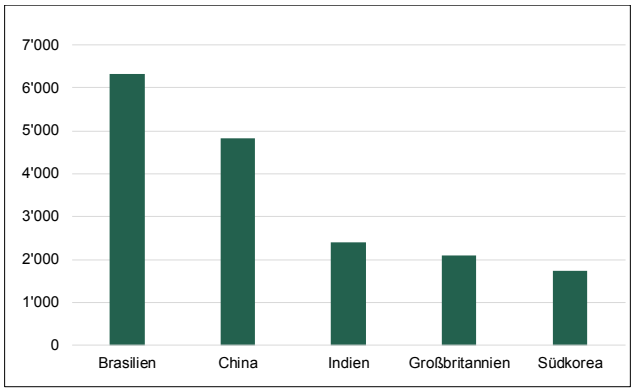
Feste Biomasse

Zu fester Biomasse zählt hauptsächlich die Stromerzeugung aus Holz, angefangen mit Altholzresten und Sägewerksnebenprodukten bis hin zu industriell hergestellten Pellets. Die Stromerzeugung kann über Verbrennungs- oder Vergasungsanlagen erfolgen. Neben reinen Biomasseanlagen (meist in kleinerer Kapazität) erfolgt die Nutzung fester Biomasse häufig als Mitverbrennung in Müll- oder Kohlekraftwerken (in Anlagen mit größeren Kapazitäten).

Der Markt für Pellets zur industriellen Nutzung ist in den letzten Jahren gewachsen; die Pellets stammen dabei zu großen Teilen aus den USA und Kanada, in Europa aus Lettland. Die Stromerzeugung aus fester Biomasse hat besonders in Europa, den USA, Brasilien und zunehmend in Asien eine Bedeutung. Politiken unterstützen die Stromproduktion aus fester Biomasse, es wird jedoch aus Nachhaltigkeitsgründen immer stärker auf die nachhaltige Herkunft der Biomasse geachtet.

Der größte Kapazitätszubau erfolgte in den letzten Jahren in Brasilien, gefolgt von China und Indien (s. auch Abbildung 4).

Abbildung 4: Veränderung der installierten Kapazität feste Biomasse Anlagen 2010-2015 in MW



Quelle: IRENA 2016

Feste Biomasse wird dabei zunehmend auch zur Ko-Feuerung in Kohlekraftwerken eingesetzt, insbesondere in Europa, Südkorea und Japan (REN 21, 2017).

Diese Entwicklungen der letzten Jahre spiegeln sich in den Ergebnissen: A und AB-Länder finden sich größtenteils in Europa und Südamerika, relevante B-Länder liegen in Asien.

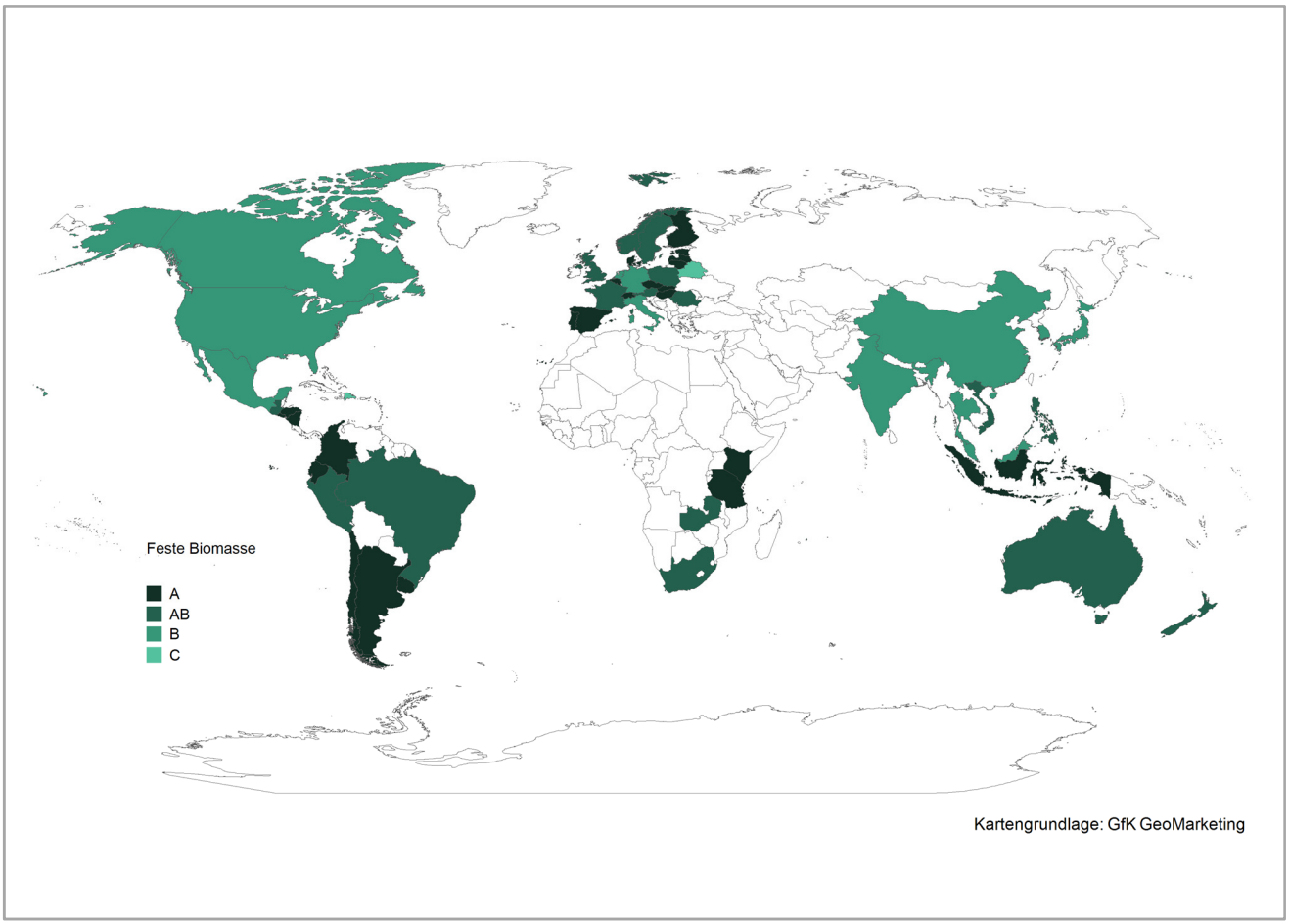
Die Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse für feste Biomasse im Überblick, die Karte in Abbildung 5 stellt sie für die untersuchten Länder dar.

Tabelle 5: Ergebnisse Marktanalyse feste Biomasse

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	25
AB-Länder	16
B-Länder	12
C-Länder	2
D-Länder	0
Länder mit Daten	76
Erfassungsquote	72%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 5: Ergebnisse Marktanalyse feste Biomasse

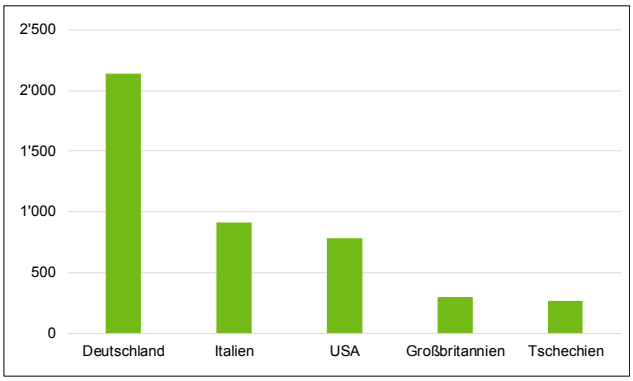


Quelle: Prognos 2017

Biogas

Biogas kann aus verschieden Rohstoffen wie Mais, Gülle, Biomüll oder Klärschlamm gewonnen werden. Eine Nutzung beispielsweise von Abfällen oder Klärschlamm zur Biogaserzeugung ist eine sinnvolle Verwertung.

Abbildung 6: Veränderung der installierten Kapazität Biogas-Anlagen 2010-2015 in MW



Quelle: IRENA 2016

Stromerzeugung aus Biogas-Anlagen ist bis jetzt weltweit nur in einigen Teilen der Welt relevant. Dazu zählen die USA, Europa und Australien, was sich auch im Zubau der Biogas-Anlagen im Zeitraum 2010 bis 2015 zeigt. Nach Deutschland wurden die meisten Anlagen in Italien und den USA zugebaut. Der gesamte Zubau erfolgt im Vergleich zu Technologien wie Photovoltaik oder Onshore-Wind auf einem sehr niedrigen Niveau. Durch steigende Anforderungen an die Wasseraufbereitung in Asien gewinnt die Produktion und Nutzung von Biogas in diesen Regionen aber an Bedeutung. Indien ist dafür ein Beispiel. Hier liegt die Biogas-Kapazität geschätzt bei 300 MW. In Afrika beginnt die Nutzung von Biogas-Anlagen zur Stromerzeugung, hauptsächlich aus landwirtschaftlichen Abfällen und Siedlungsabfällen, gerade erst (REN 21, 2017).

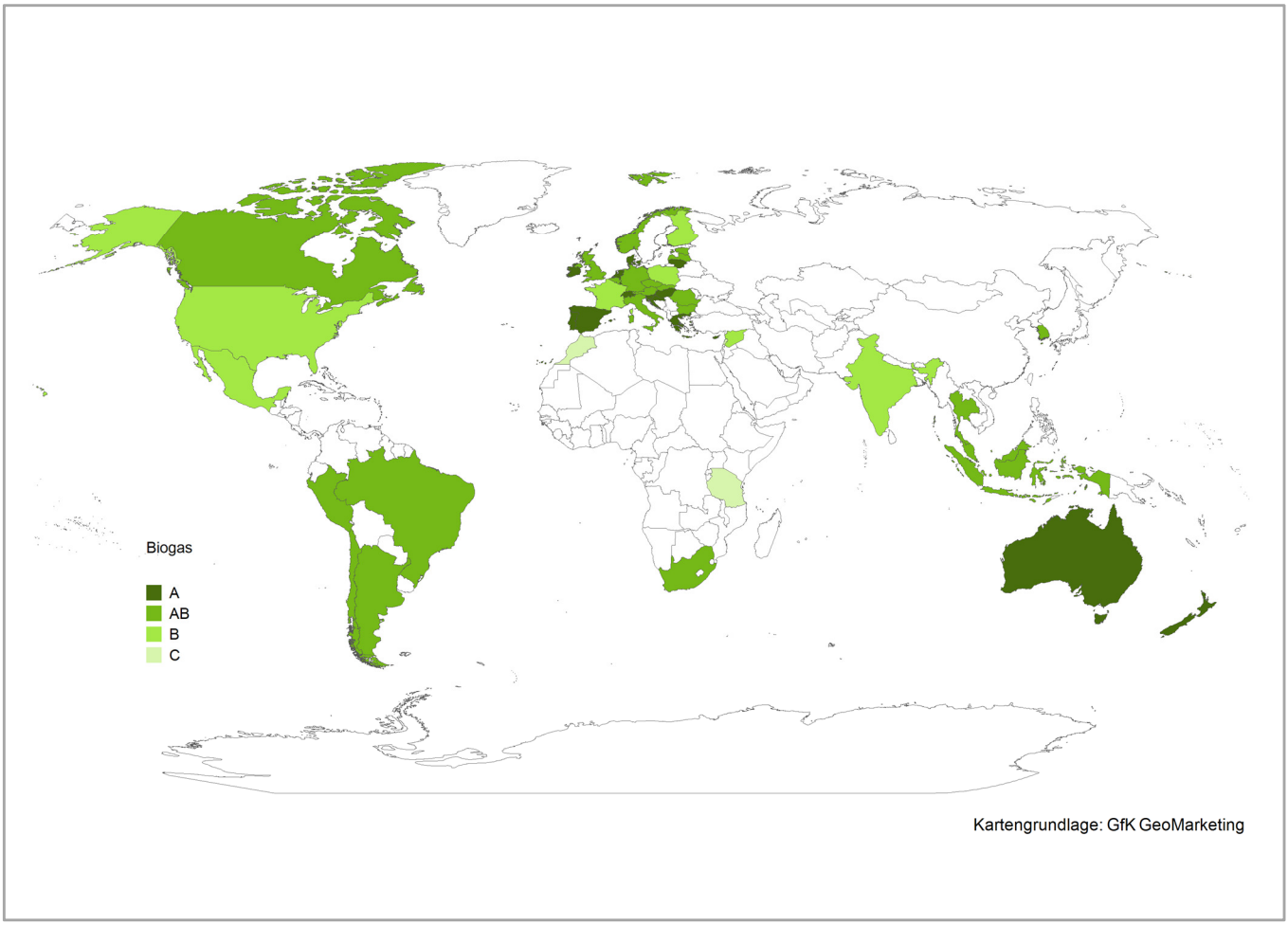
Der größte Teil der untersuchten Länder, für die Daten verfügbar waren, fällt in die Kategorie AB. Im Markt für Biogas-Anlagen herrscht momentan insgesamt keine größere Dynamik. In einigen Regionen in Asien und Afrika stellt sich dies jedoch anders dar. Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse der Marktanalyse für Biogas.

Tabelle 6: Ergebnisse Marktanalyse Biogas

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	15
AB-Länder	22
B-Länder	7
C-Länder	3
D-Länder	0
Länder mit Daten	61
Erfassungsquote	77%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 7: Ergebnisse Marktanalyse Biogas



Quelle: Prognos 2017

1.3. Windenergie

Die Kosten für Windenergieprojekte an Land und auf See sind in den letzten Jahren stark gefallen und es werden weitere Kostensenkungen erwartet. Die Dynamik in der Windenergiebranche ist dementsprechend weiterhin hoch.

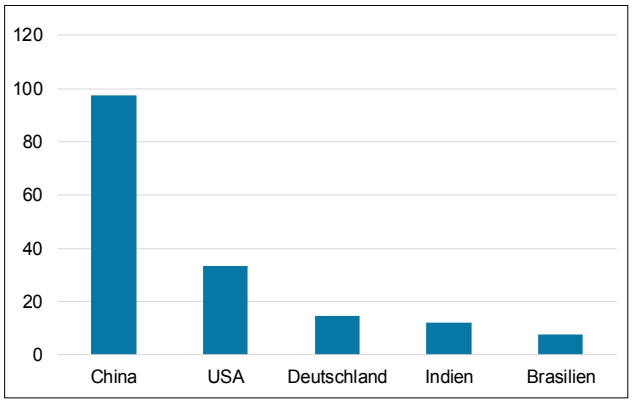
Onshore Wind

Die Nutzung von Onshore-Windenergie ist eine etablierte Technologie und wird weltweit eingesetzt. Bereits 24 Länder deckten in 2016 mindestens 5 Prozent ihres Stromverbrauchs aus Windenergie (REN 21 2017). Insgesamt waren zum Ende des Jahres 2016 etwa 487 GW Onshore-Winderzeugungskapazitäten weltweit installiert (GWEC2017). Inzwischen hat sich die Technologie in vielen Märkten zur kostengünstigsten Form der erneuerbaren Stromerzeugung entwickelt. Mit Ende des Jahres 2016 konnten vier Prozent des weltweiten Stromverbrauchs durch Windenergie gedeckt werden.

Größter regionaler Wachstumsmarkt war im Jahr 2016 zum achten Mal in Folge Asien mit mehr als 50 Prozent des weltweit erfolgten Kapazitätszubaus. Zentraler Treiber ist hier China, wo insgesamt bereits 169 GW Erzeugungskapazität installiert sind. In jüngerer Zeit nehmen auch in Indien Neuinstallationen von Onshore-Windturbinen stark zu. Weltweit belegt das Land damit den vierten Platz hinter China, den USA und Deutschland.

Größter Europäischer Markt ist weiterhin Deutschland mit einer gesamten installierten Kapazität von 45 GW am Ende des Jahres 2016. Weitere bedeutende europäische Märkte waren in 2016 Frankreich, die Niederlande und Großbritannien. Die Dynamik des Windausbaus in Europa wurde jedoch durch die Umstellung der Förderung auf Ausschreibungen und durch fehlende Ausbauziele über das Jahr 2020 hinaus gebremst.

Abbildung 8: Veränderung der installierten Kapazität Onshore Wind 2010-2015 in GW



Quelle: IRENA 2016

Im Bereich der Onshore-Windenergie gewinnt das Thema „Repowering“ – also Ersatz alter Turbinen mit meist nur geringer installierter Leistung durch große, leistungsfähigere Turbinen – zunehmend an Bedeutung. Dies liegt daran, dass insbesondere in den europäischen Pioniermärkten eine zunehmende Anzahl an installierten Anlagen das Ende ihrer technischen Lebensdauer (zwischen 20 und 25 Jahren) erreicht. In Europa wurden im Jahr 2016 insgesamt 721 Turbinen mit einer gesamten installierten Leistung von 533 MW zurückgebaut.

Die Größe der neu installierten Turbinen steigt weiter, der weltweite Durchschnitt betrug 2,1 MW in 2016, der Großteil der zugebauten Anlagenleistung lag zwischen 2 und 2,5 MW. Erste Windturbinen können bereits bis zu 7,5 MW erreichen (BWE 2017), so dass zukünftig mit einer steigenden durchschnittlichen Anlagenleistung zu rechnen ist.

Der Großteil der Windturbinenherstellung (42 Prozent) erfolgte im Jahr 2016 durch europäische Hersteller. Chinesische Hersteller erreichten weltweit einen Marktanteil von 24 Prozent. Während im Bereich der Offshore-Windturbinen weiterhin klare Marktführerschaft bei europäischen Herstellern herrscht, konnten chinesische und auch US-Amerikanische Hersteller im Bereich der Onshore-Windturbinen kräftig aufholen (REN 21 2017).

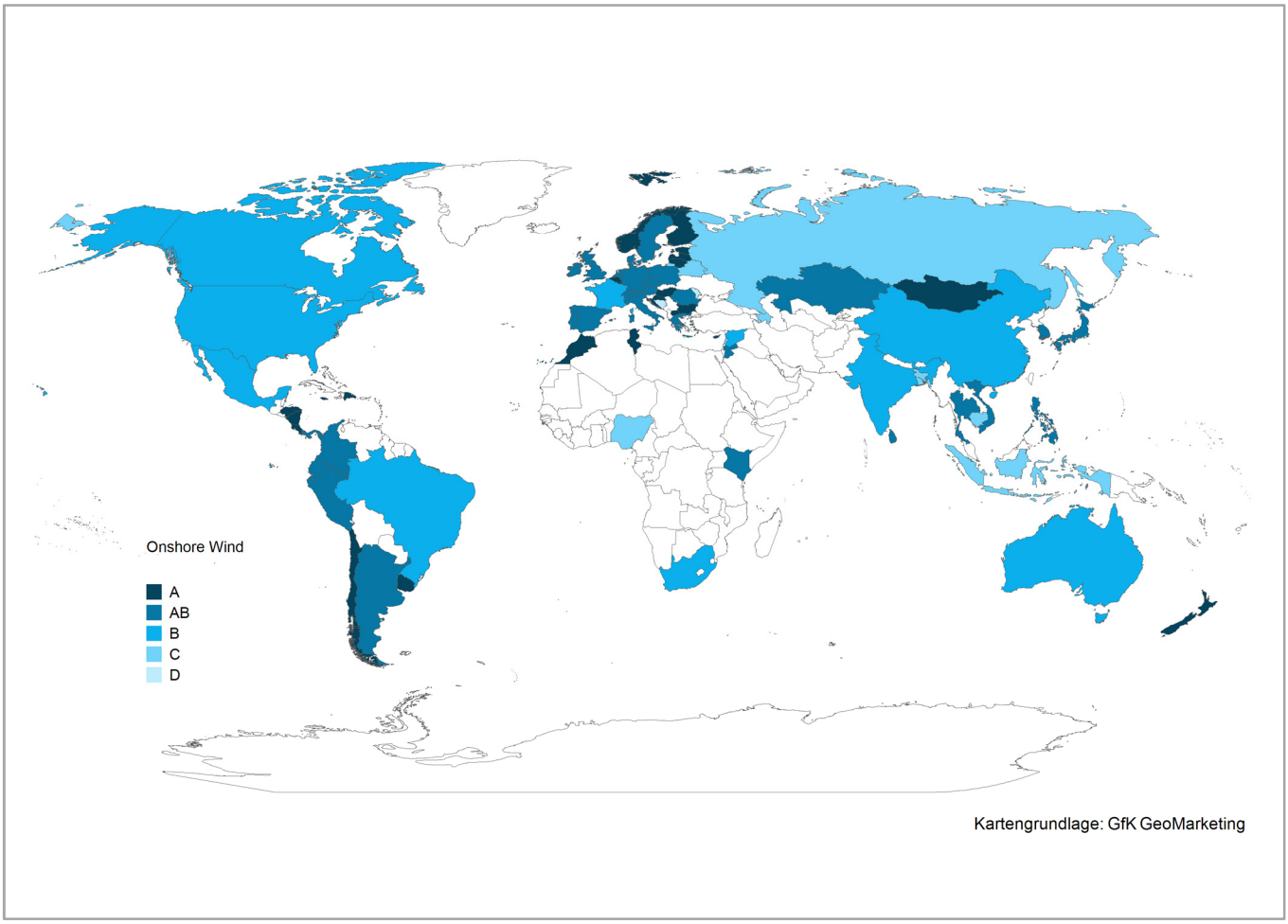
Im Bereich der Onshore-Windenergie gibt es bereits zahlreiche etablierte Märkte: 52 der betrachteten Länder fallen in die A oder AB-Marktkategorie. Die Ergebnisse der Marktanalyse für Onshore Wind sind in Tabelle 7 und in Abbildung 9 dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse Marktanalyse Onshore Wind

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	23
AB-Länder	29
B-Länder	10
C-Länder	8
D-Länder	2
Länder mit Daten	92
Erfassungsquote	78%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 9: Ergebnisse Marktanalyse Onshore Wind

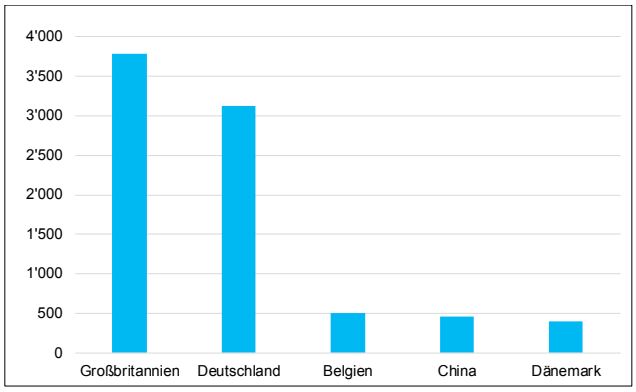


Quelle: Prognos 2017

Offshore Wind

Die Nutzung von Offshore-Windenergie galt bis vor wenigen Jahren noch als vergleichsweise teure und unausgereifte Form der erneuerbaren Stromerzeugung. Dies hat sich jedoch angesichts rasanter Kostenreduktionen verändert. Bei aktuell in Betrieb gehenden Projekten können bereits Stromgestehungskosten von unter 10 ct/kWh erreicht werden. Bis zum Jahr 2025 sind weitere Kostensenkungen, die zu einer Reduktion der Stromgestehungskosten um weitere 40 Prozent bis 45 Prozent führen, realistisch (Prognos 2017). Zentraler Treiber der Kostenreduktion bleibt weiterhin die Turbinenentwicklung mit immer größeren Anlagen. Die durchschnittliche installierte Leistung von Offshore-Turbinen in Europa lag 2016 bei 4,8 MW, und es sind bereits Anlagen mit einer Größe von 8-9 MW verfügbar (4COffshore 2017). Zum Vergleich: Im weltweit ersten Offshore-Windpark Vindeby, der im Jahr 1991 in Dänemark errichtet und im Jahr 2017 endgültig stillgelegt wurde, wurden Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von lediglich 450 kW verwendet.

Abbildung 10: Veränderung der installierten Kapazität Offshore Wind 2010-2015 in MW



Quelle: IRENA 2016

Derzeit (Stand: Sommer 2017) ist weltweit eine Kapazität von knapp 16 GW Offshore-Windenergie installiert, davon etwa 87 Prozent in Europa (4COffshore 2017). Mittlerweile haben auch Regierungen außerhalb Europas deutliche Ambitionen

zum weiteren Ausbau von Offshore-Windenergie gezeigt. Insbesondere China, Japan, Südkorea, Taiwan und die USA haben bereits definierte Ausbauziele formuliert. Weitere Länder, wie Indien und Brasilien, entwickeln derzeit konkrete Ausbaukorridore.

Größter Markt gemessen an der installierten Leistung ist weiterhin Großbritannien (5754 MW), gefolgt von Deutschland (4652 MW) und China (1763 MW) (4COffshore 2017). Im Zeitrahmen bis 2025 werden diese Länder ihre Marktpositionen aufgrund von weit entwickelten Projektpipelines vermutlich halten. Wird die installierte Leistung anteilig an der gesamten Stromerzeugungskapazität gemessen, belegen im weltweiten Vergleich Dänemark, Belgien und die Niederlande die ersten Plätze.

Im weltweiten Vergleich weisen die Standorte in Nord- und Ostsee hinsichtlich der Wassertiefen besonders günstige Bedingungen für die Errichtung von Offshore-Windparks auf. Gerade in den tieferen Gewässern vor den Küsten Japans hängt der weitere Ausbau vermutlich stark von der Entwicklung schwimmender Fundamente ab. Diese Technologie ist derzeit in Europa bis auf ein kleines Pilotprojekt vor der Küste Schottlands noch nicht eingesetzt worden, könnte aber beim weiteren Ausbau auch hier eine zunehmende Rolle bekommen.

Besonders in der kurzfristigen Perspektive könnte die in Europa bereits entwickelte Offshore-Industrie in den aufstrebenden Märkten in Asien und den USA neue Absatzmöglichkeiten erschließen. Insbesondere trifft dies für Komponentenhersteller (Turbinen und Fundamente) und Windparkbetreiber zu. Allerdings ist zu erwarten, dass sich langfristig auch lokale Industrien aufbauen werden. Derzeit bringen die in Europa bereits gesammelten Erfahrungen und durchlaufenen Kostendegressionen jedoch noch deutliche Kosten- und Wettbewerbsvorteile mit sich.

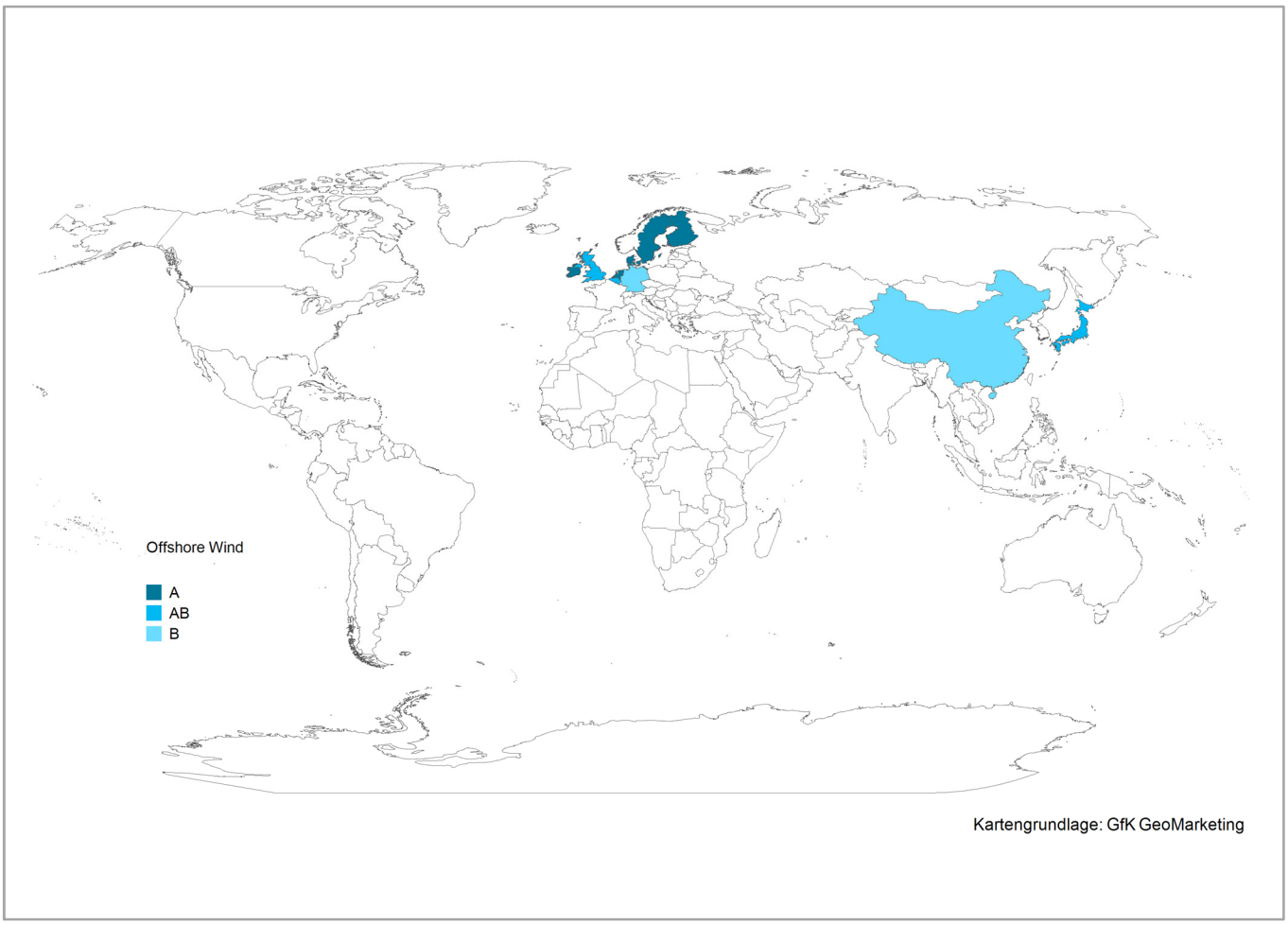
Im Vergleich zur Onshore-Windkraft ist die Offshore-Technologie eine junge Technologie. Damit sind erst für einige Länder Daten vorhanden. Zusätzlich ist die Offshore-Technologie nicht in allen betrachteten Ländern anwendbar. Damit lassen sich nur einige Länder in die Marktkategorien einordnen. Die Ergebnisse der Marktanalyse für Offshore Wind sind in Tabelle 8 und in Abbildung 11 dargestellt.

Tabelle 8: Ergebnisse Marktanalyse Offshore Wind

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	5
AB-Länder	3
B-Länder	2
C-Länder	0
D-Länder	0
Länder mit Daten	14
Erfassungsquote	71%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 11: Ergebnisse Marktanalyse Offshore Wind



Quelle: Prognos 2017

1.4. Geothermie

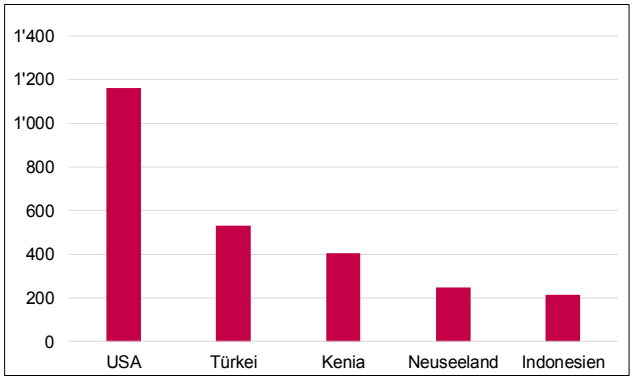
Energie aus tiefer Geothermie kann entweder zur Wärme- oder Stromerzeugung oder auch gekoppelt zur gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Die Nutzung ist dabei abhängig von geeigneten geothermischen Ressourcen und damit nicht in allen Regionen gleich gut möglich. Eine Nutzung oberflächennaher Geothermie über Wärmepumpen, die hier nicht betrachtet wird, ist im Gegensatz dazu möglich sobald eine Wärmequelle vorliegt (z.B. Abwasser). Im Jahr 2016 lag die Stromerzeugung aus Geothermie weltweit bei knapp 80 TWh, die installierte Kapazität bei 12,7 GW (REN 21, 2017). Ein Vorteil der geothermischen Stromerzeugung ist ihre Grundlastfähigkeit und ihre Steuerbarkeit.

Die Stromerzeugung erfolgt hauptsächlich auf vier Arten: Eine Möglichkeit ist es, den Dampf direkt in einer Turbine zu nutzen. Dazu muss die Dampftemperatur mindestens 150 °Celsius betragen und der Dampf sehr trocken sein. Die meist genutzte Variante sind sogenannte Flash-Systeme, bei denen ebenfalls eine Dampfturbine verwendet wird, der Dampf jedoch zuvor abgetrennt wird. Eine Variante für niedrigere Temperaturen, ist die Stromerzeugung in einem zweiten Kreislauf (Binär-Anlagen): Über einen Wärmetauscher wird ein Medium erwärmt, welches eine Turbine (zum Beispiel eine OrganicRankineCycle-Turbine) antreibt. Eine weitere Möglichkeit sind Hybrid-Anlagen die neben eine Dampfturbine eine zweite Niedertemperaturturbine nutzen, um aus der Abwärme weiteren Strom zu gewinnen (IRENA 2017c).

Die Stromerzeugung erfolgt hauptsächlich auf vier Arten: Eine Möglichkeit ist es, den Dampf direkt in einer Turbine zu nutzen. Dazu muss die Dampftemperatur mindestens 150 °Celsius betragen und der Dampf sehr trocken sein. Die meist genutzte Variante sind sogenannte Flash-Systeme, bei denen ebenfalls eine Dampfturbine verwendet wird, der Dampf jedoch zuvor abgetrennt wird. Eine Variante für niedrigere Temperaturen, ist die Stromerzeugung in einem zweiten Kreislauf (Binär-Anlagen): Über einen Wärmetauscher

wird ein Medium erwärmt, welches eine Turbine (zum Beispiel eine OrganicRankineCycle-Turbine) antreibt. Eine weitere Möglichkeit sind Hybrid-Anlagen die neben eine Dampfturbine eine zweite Niedertemperaturturbine nutzen, um aus der Abwärme weiteren Strom zu gewinnen (IRENA 2017c).

Abbildung 12: Zubau an Kapazitäten Geothermie 2010-2015 in MW



Quelle: IRENA 2016

Investitionskosten für geothermische Stromerzeugung liegen zwischen 1.870 und 5.050 USD/kW_{el}. Binäre Anlagen sind tendenziell etwas teurer als Direktdampf- und Flash-Systeme. Je nach verfügbaren Ressourcen schwanken die Kosten stark, einen großen Anteil machen die Bohrung und das Kraftwerk aus. Über die letzten Jahre gab es bei der geothermischen Stromerzeugung im Vergleich zu anderen Technologien kaum Kostensenkungen. Perspektivisch bis 2050 sind diese nach Abschätzungen der europäischen Kommission jedoch vorhanden (IRENA 2017c).

Von 2010 bis 2015 wurde die meiste geothermische Stromerzeugungskapazität in den USA, der Türkei und Kenia dazu gebaut. Den größten Anteil an installierter Kapazität haben Ende 2016 ebenfalls die USA, die Philippinen und Indonesien.

Das geothermische Potenzial ist dabei zu sehr großen Teilen noch nicht ausgeschöpft, in Indonesien zum Beispiel erst zu circa 6 Prozent. Daher bestehen in Indonesien und auch in weiteren Ländern wie zum Beispiel der Türkei, Malaysia, den USA und den Philippinen Pläne zur verstärkten Nutzung der Geothermie. Einige Länder haben dazu Einspeisetarife für Geothermie eingeführt oder erstellen Karten mit den geothermischen Ressourcen ihrer Länder.

Die Geothermie- Branche reagiert stark auf Schwankungen der Öl- und Gaspreise. Zwar führen niedrige Öl- und Gaspreise zu frei werdenden Kapazitäten für Bohrungen, die damit günstiger werden. Gleichzeitig stellen niedrige Öl- und Gaspreise aber eine starke Konkurrenz zur energetischen Nutzung der Geothermie dar.

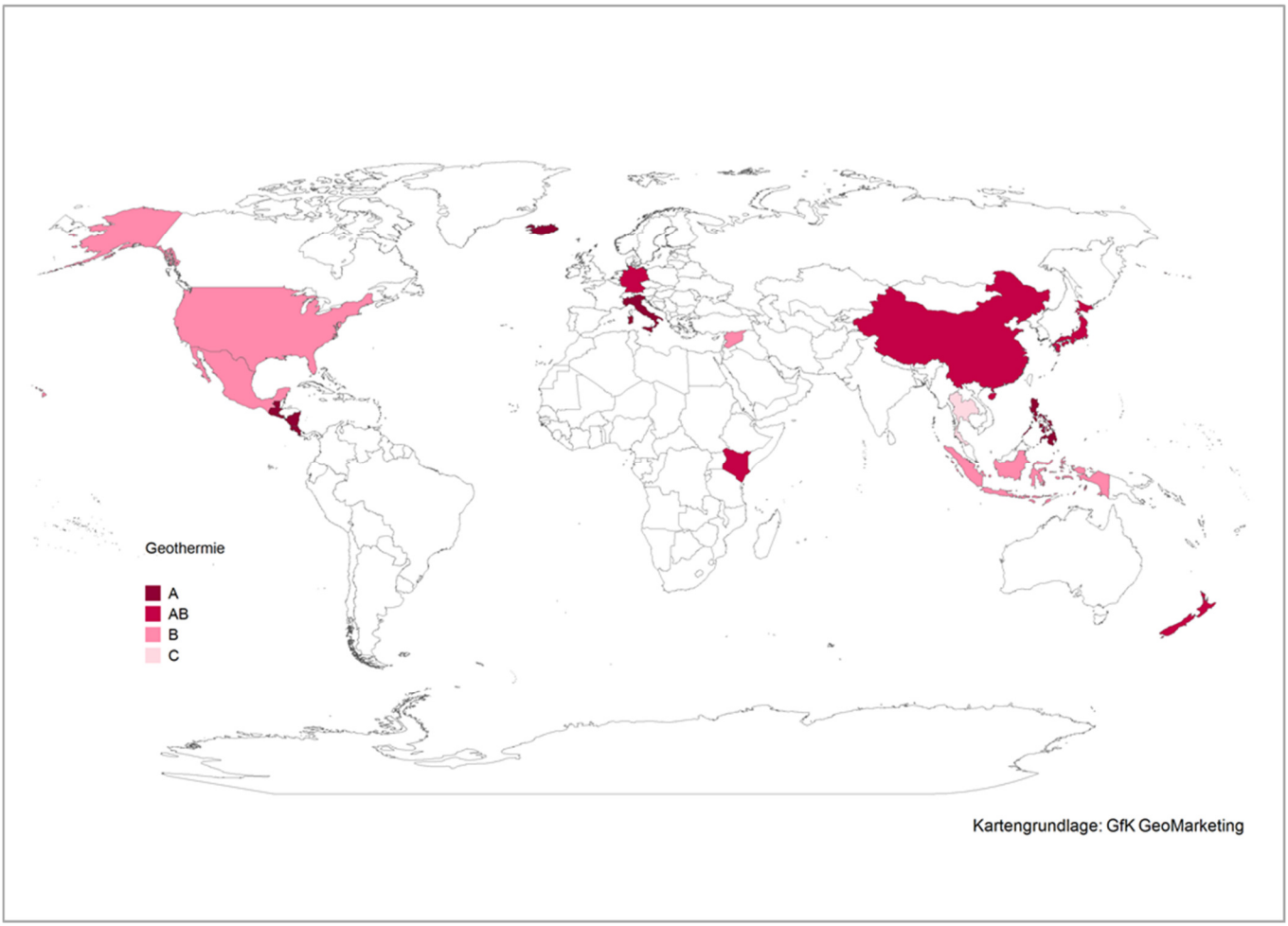
Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse der Marktanalyse für Geothermie im Überblick, Abbildung 13 für die untersuchten Länder. Die Ergebnisse bestätigen, dass geothermische Stromerzeugung nur in einigen Ländern mit den vorhandenen Potenzialen eine Rolle spielt. Dynamik ist dabei besonders in Südostasien vorhanden.

Tabelle 9: Ergebnisse Marktanalyse Geothermie

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	7
AB-Länder	5
B-Länder	4
C-Länder	1
D-Länder	0
Länder mit Daten	22
Erfassungsquote	77%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 13: Ergebnisse Marktanalyse Geothermie

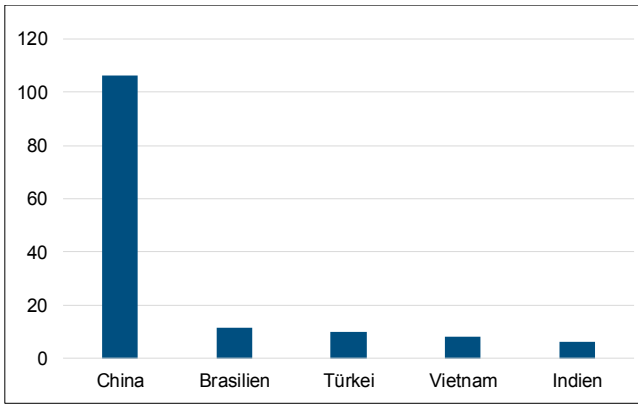


Quelle: Prognos 2017

1.5. Wasserkraft

Stromerzeugung aus Wasserkraftwerken ist eine bereits seit vielen Jahren etablierte Technologie, die seit Ende des 19. Jahrhunderts genutzt wird. Im Jahr 2016 betrug die installierte Kapazität an Wasserkraftwerken weltweit 1.096 GW mit einer Stromerzeugung von 4.102 TWh (jeweils ohne Speicherkraftwerke, REN 21 2017). Damit hat die Stromerzeugung aus Wasserkraft einen Anteil von knapp 17 Prozent an der gesamten weltweiten Stromerzeugung und mit 70 Prozent weiterhin den größten Anteil an der erneuerbaren Stromerzeugung. Es zählen Lauf- und Speicherkraftwerke sowie Kleinwasserkraftwerke dazu. Pumpspeicherkraftwerke werden separat betrachtet, deren Kapazität betrug 150 GW im Jahre 2016. In dieser Studie wird aufgrund der schlechten Datenverfügbarkeit keine Unterteilung in große und kleine Wasserkraft getroffen. Ein Ausbau großer Wasserkraftwerke erfolgte in den letzten Jahren in sehr großem Stil in China (Abbildung 14). Auch für die nächsten Jahre ist in Chinas 13. Fünf-Jahres-Plan ein großer Zubau an Wasserkraft- und Pumpspeicherkraftwerken vorgesehen.

Abbildung 14: Veränderung installierte Kapazität Wasserkraft 2010-2015 in GW



Quelle: IRENA 2016

Weiterhin spielt Wasserkraft eine große Rolle in Südamerika, insbesondere in Brasilien. Nach China und Brasilien sind die USA, Kanada, Russland und Indien die Länder mit den größ-

ten installierten Leistungen. Auch in vielen asiatischen Ländern erfolgte in den letzten Jahren ein Zubau an Wasserkraftkapazitäten. In Äthiopien wurde ein Wasserkraftwerk mit 1,87 GW fertig gestellt. Darüber hinaus gibt es bislang in Afrika nur wenige Aktivitäten, obwohl das Potenzial nur zu einem sehr geringen Teil ausgeschöpft wird. In Europa gibt es kaum Dynamik; die meisten Potenziale für Wasserkraft werden bereits genutzt.

Der Bau großer Wasserkraftwerke ist nicht unumstritten, da dazu oft Umsiedelungen großer Gebiete nötig sind und sich Auswirkungen auf das Mikroklima ergeben können. Über die Wasserrückhaltebecken können außerdem Treibhausgase entstehen. Investitionskosten für neue große Wasserkraftwerke über 10 MW liegen zwischen 1.050 und 7.650 USD_{2010}/kW_{el}, wobei die Kosten je nach Standort sehr stark variieren. Für kleinere (1 bis 10 MW) und sehr kleine Wasserkraftwerke (unter 1 MW) liegen die Investitionskosten bei 1.000 bis 4.000 USD_{2010}/kW_{el} bzw. bei 3.400 bis 10.000 USD_{2010}/kW_{el} (IRENA 2015).

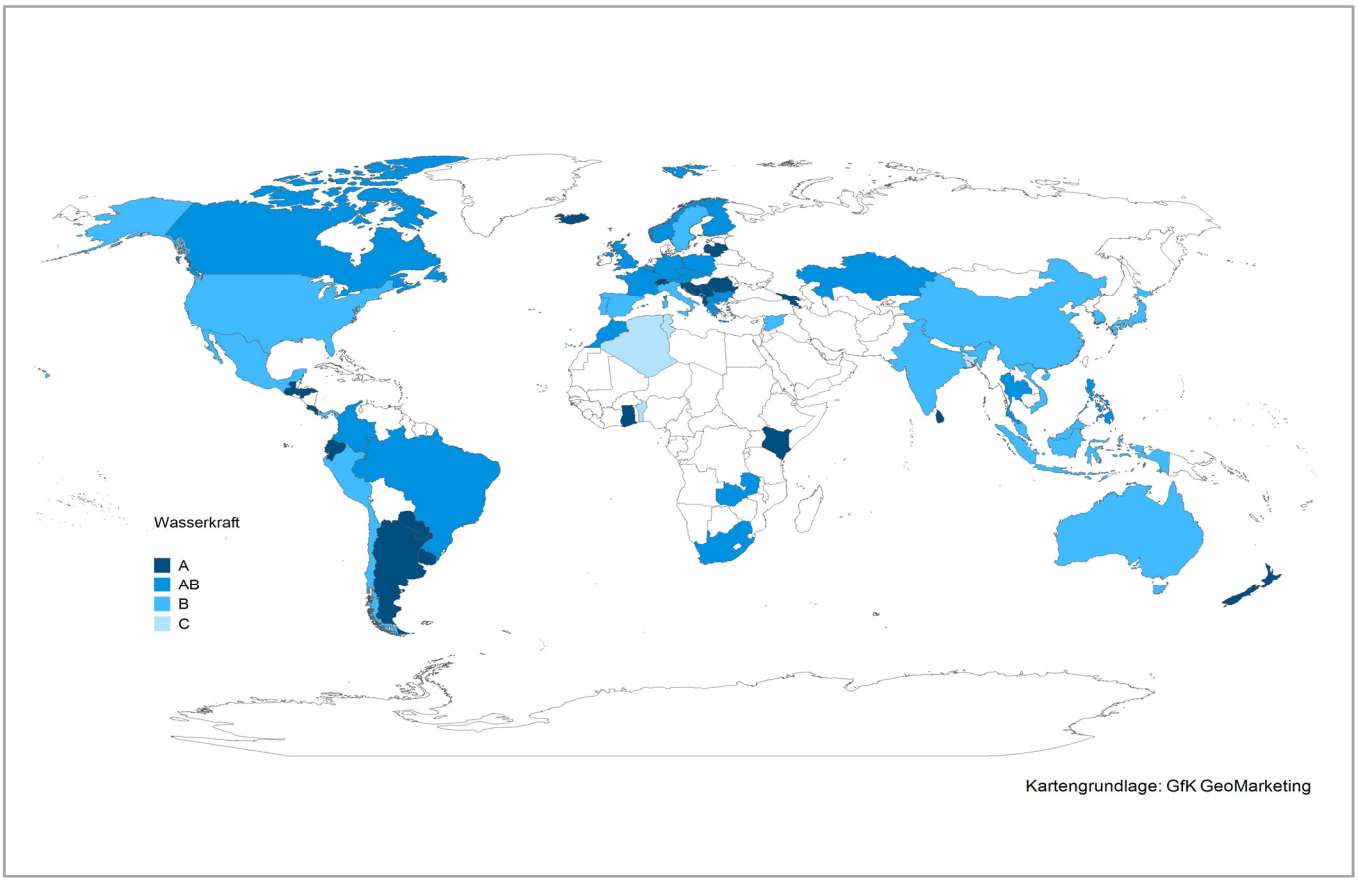
Neben dem Neubau ist die Modernisierung bestehender Kraftwerke bedeutend, der Zubau von Speicherkraftwerken kann bei der Integration fluktuierender erneuerbarer Energie helfen. Dass Wasserkraft eine etablierte Technologie ist, zeigt sich auch in den Ergebnissen. Ein Großteil der kategorisierten Länder fällt in die Marktkategorie A oder AB. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse im Überblick, Abbildung 15 die kartografische Darstellung für die betrachteten Länder.

Tabelle 10. Ergebnisse Marktanalyse Wasserkraft

Marktkategorien	Anzahl Länder
A-Länder	25
AB-Länder	22
B-Länder	18
C-Länder	5
D-Länder	0
Länder mit Daten	117
Erfassungsquote	60%

Quelle: Prognos AG

Abbildung 15: Ergebnisse Marktanalyse Wasserkraft



Quelle: Prognos 2017

2. Anwendungsfeld Energieeffizienz

Als neue Anwendungsfelder werden in dieser Marktanalyse erstmals Märkte für Gebäude- und Industrieeffizienztechnologien untersucht. Eine Steigerung der Energieeffizienz ist nötig, um die Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch zu erreichen.

Die Vorteile von Energieeffizienz sind vielfältig: Treibhausgasemissionen sowie Emissionen von Luftschadstoffen werden gesenkt. Die Zielerreichung bestimmter Anteile erneuerbarer Energien (wie z.B. 20 Prozent am PEV in Europa in 2020) wird durch ein Sinken des absoluten Energieverbrauchs erleichtert. Zusätzlich ist Energieeffizienz die Voraussetzung zur Nutzung bestimmter emissionsarmer Technologien. Ein Beispiel hierfür sind Wärmepumpen, die nur in ausreichend gedämmten Häusern sinnvoll eingesetzt werden können. Weitere Vorteile liegen in Kostenersparnissen bei Energieimporten und Infrastrukturmaßnahmen. Darüber hinaus generieren Effizienztechnologien auf verschiedenen Stufen Wertschöpfung.

Auch zeigen die meisten Studien, dass das Erreichen der Pariser Klimaziele nur mit einer Mischung aus Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz gelingen kann (zum Beispiel in IEA/IRENA 2017). Effizienztechnologien spielen somit eine zentrale Rolle auf dem Weg zu nachhaltigen und klimafreundlichen Energiesystemen.

Hauptbetreiber der Steigerung der Energieeffizienz - sind neben der Kostenersparnis und innovativen Technologien - geeignete politische Maßnahmen (IEA 2016b).

Die weltweite Energieintensität, also der Energieeinsatz pro Wertschöpfung, verbesserte sich im Jahre 2015 im Durchschnitt um 2,6 Prozent (REN 21, 2017). Die Jahre davor lag die Verbesserung im Schnitt jedoch nur bei 2,1 Prozent. Auch ist der gesamte weltweite Primärenergieverbrauch weiterhin steigend und zeigt die Bedeutung der Energieeffizienztechnologien.

2.1. Gebäudeeffizienz

Knapp ein Drittel des weltweiten Endenergieverbrauchs wird durch Gebäude verursacht. Dieser entfällt hauptsächlich auf die Energieträger Strom (30 %), Biomasse (29 %) und Gas (21 %), (REN 21, 2017). Den größten Anteil am Energieverbrauch in Gebäuden haben in den OECD Ländern Heiz- und Kühlenergie (IEA 2016b). Daneben tragen Geräte und Anwendungen zum Gebäudeenergiebedarf bei. Effizienztechnologien für Gebäude beinhalten daher sowohl Bau- und Dämmmaßnahmen als auch Entwicklung und Einsatz energiesparender Geräte.

Eine wichtige Rolle spielt die Renovierungsrate und -tiefe bestehender Gebäude. Über eine bessere Dämmung, neue Fenster, eine effizientere Beleuchtung oder auch effizientere Kühlsysteme kann der Energieverbrauch des Gebäudebestands stark reduziert werden. Im Neubaubereich gibt es bereits Passiv- oder Plusenergiehäuser, die keinen zusätzlichen Energieverbrauch generieren bzw. teilweise über integrierte erneuerbare Energien zusätzliche Energie erzeugen.

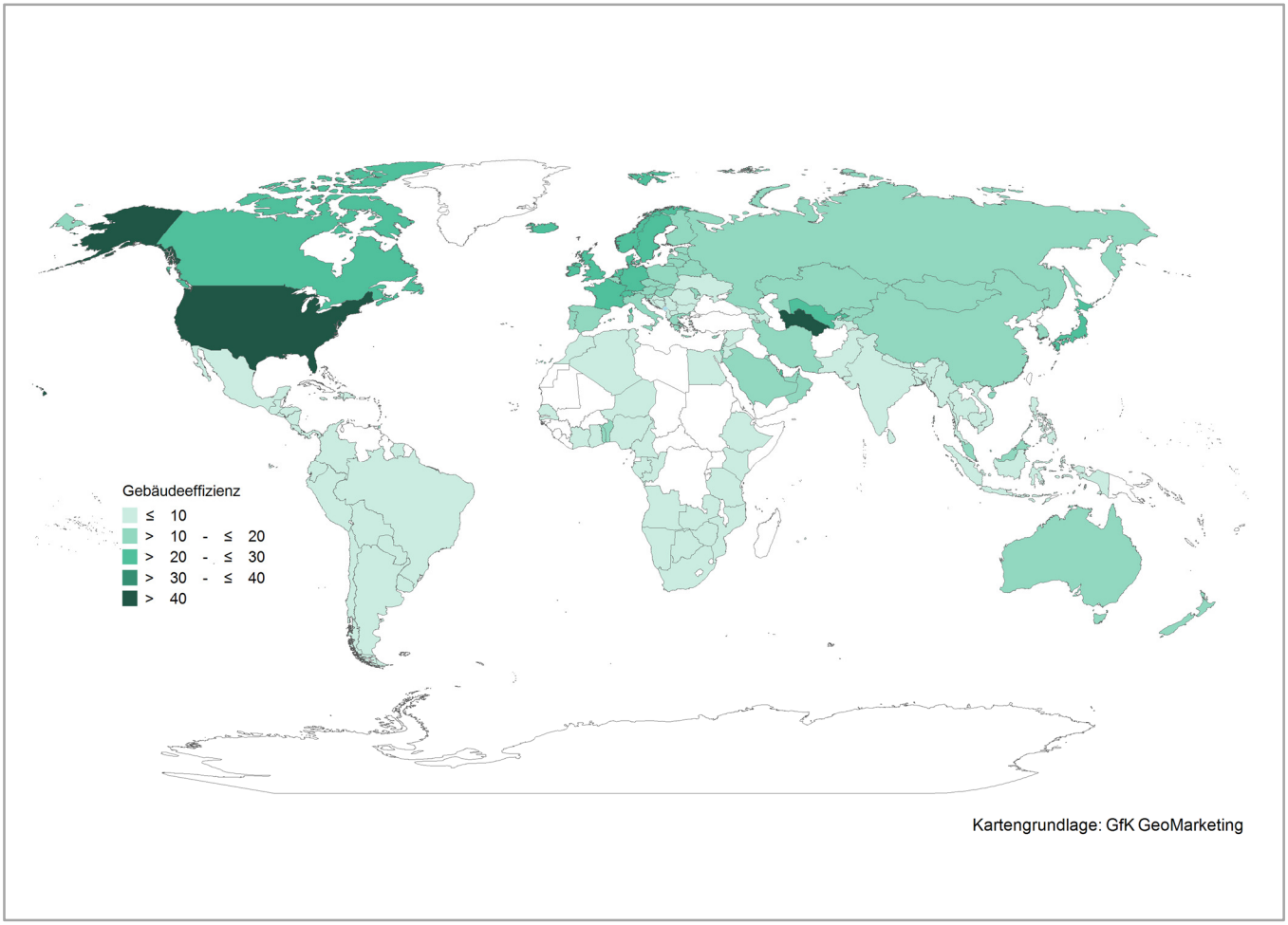
Der Markt für Energieeffizienz im Gebäudebereich ist stark wachsend. Im Jahr 2014 wurden 307 Milliarden USD in diesem Markt in den verschiedensten Segmenten umgesetzt. Den größten Markt stellte Westeuropa dar, da dort hohe gesetzliche Anforderungen und hohe Energiepreise vorherrschen. Weitere Märkte entwickeln sich in Nordamerika und Asien.

Im Gebäudebereich ist vor allem die politische Rahmensetzung entscheidend für die Effizienzentwicklung: In vielen Länder gibt es bereits Gebäudestandards mit Effizienzvorgaben für neue und bestehende Gebäude. Daneben werden Monitoringprogramme, Effizienzziele, steuerliche Anreize oder vergünstigte Kredite zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden genutzt.

Ein Hindernis für Investitionen in Gebäudeenergieeffizienz stellen dagegen die aktuell niedrigen Energiepreise, insbesondere für Öl und Gas, dar. Durch die niedrigen Preise amortisieren sich Effizienzmaßnahmen deutlich langsamer.

Die Ergebnisse der Marktanalyse für Gebäudeeffizienz sind auf der Karte in Abbildung 16 dargestellt. Dabei sind Länder mit einer hohen Punktezahl (dunkler eingefärbt) wie die USA oder Teilrepubliken der ehemaligen Sowjetunion besonders interessant als potenzielle Märkte für Maßnahmen im Energieeffizienzbereich.

Abbildung 16: Ergebnisse Marktanalyse Gebäudeeffizienz



Quelle: Prognos 2017

2.2. Industrieeffizienz

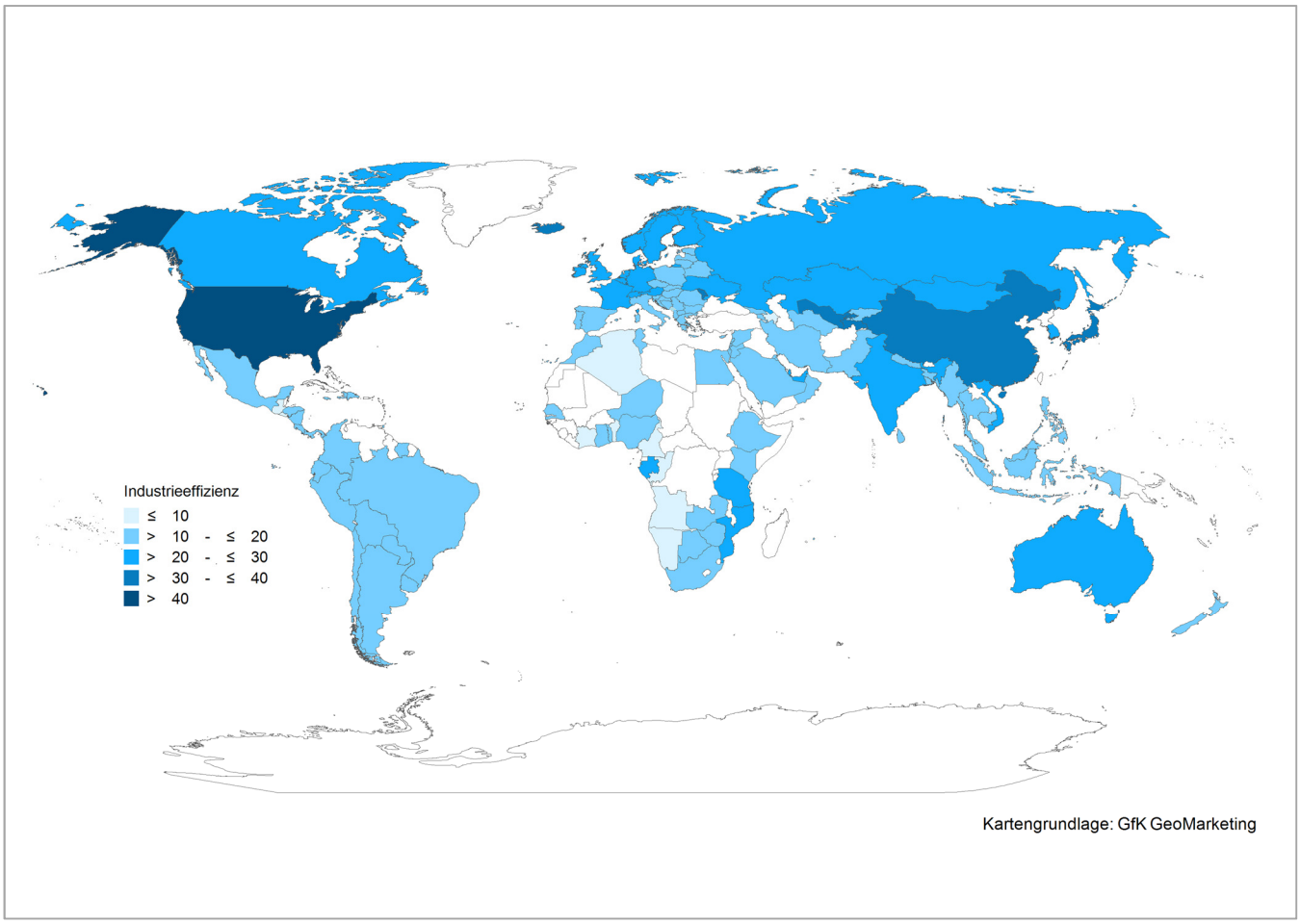
Der Energieverbrauch und damit einhergehend die Energieintensität der Industrie wird stark durch die Industriestruktur eines Landes bestimmt. Änderungen ergeben sich durch Strukturwandel, konjunkturelle Zyklen und Effizienzmaßnahmen. Strukturwandel können sowohl zu einer Steigerung der Energieintensität führen, wenn z.B. in Schwellenländern energieintensive Industrien aufgebaut werden, genauso aber auch durch einen Aufbau von Dienstleistungssektoren zu einer Senkung.

Die Energieintensität in China hat sich stark verringert und von 2000 bis 2015 um 30 Prozent verbessert. Einen großen Anteil haben daran Politikmaßnahmen zur Energieeinsparung, die in den Fünf-Jahres-Plänen festgelegt wurden. So gibt es seit 2006 ein verpflichtendes Energieeffizienzprogramm für große Unternehmen in besonders energieintensiven Branchen, das zu starken Einsparungen geführt hat. Die meisten Einsparungen konnten in der Zement- und Chemieindustrie erreicht werden. (IEA 2016b).
In Indien dagegen wurde mit einem verstärkten Aufbau produzierender Industrien begonnen, womit auch die Energieintensität steigt. Hier ist Effizienz besonders wichtig, um den Anstieg des Energieverbrauchs abzubremsen.

Das gesamte Investment in Industrieeffizienztechnologien lag im Jahr 2015 bei 39 Mrd. US Dollar. Ein Großteil der elektrischen Energie, der in der Industrie genutzt wird, wird zum Antrieb von Motoren verwendet. Der Einsatz von effizienten Motoren kann daher stark zur Senkung des Energieverbrauchs der Industrie beitragen (IEA 2016a).

Daneben bietet die Abwärme-Nutzung von Prozesswärme für weitere Prozesse oder in Fernwärmenetzen großes Potential für Energieeffizienz in der Industrie. Die Ergebnisse der Marktanalyse für Industrieeffizienz sind in der Abbildung 17 dargestellt.

Abbildung 17: Ergebnisse Marktanalyse Industrieeffizienz



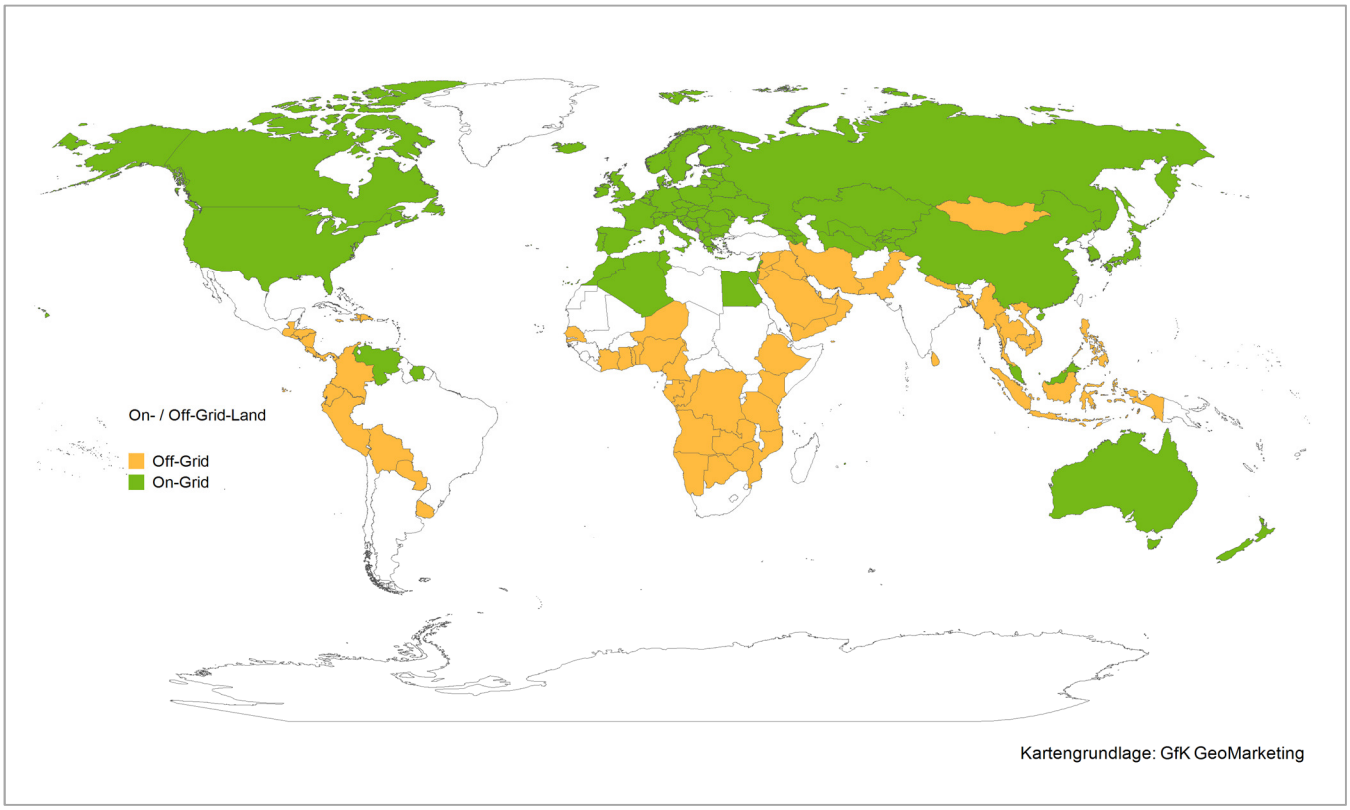
Quelle: Prognos 2017

3. Anwendungsfeld Infrastruktur/Netze

Bei einem zunehmenden Ausbau fluktuierender Erzeugung steigt der Bedarf an Netzausbau, intelligenter Steuerung der Netze und Speichermöglichkeiten. Dies betrifft insbesondere Länder, die bereits vollständig oder zu sehr großen Teilen elektrifiziert sind. Etwa über eine Milliarde Menschen hat aber noch keinen Zugang zu Elektrizität. Für diese Länder, die eine niedrige Elektrifizierungsquote besonders im ländlichen Bereich aufweisen, sind dagegen Off-Grid-Lösungen oder Insellösungen interessant.

Daher wird in dieser Marktanalyse zuerst zwischen sogenannten On-Grid-Ländern, die eine ländliche Elektrifizierungsrate von mindestens neunzig Prozent aufweisen, und sogenannten Off-Grid-Ländern mit einer niedrigeren Elektrifizierungsrate unterschieden. Die entsprechende Aufteilung der betrachteten Länder zeigt die Abbildung 18.

Abbildung 18: Aufteilung der On-Grid- und Off-Grid-Länder



Quelle: World Bank, World Development Indicators

3.1. On-Grid-Länder

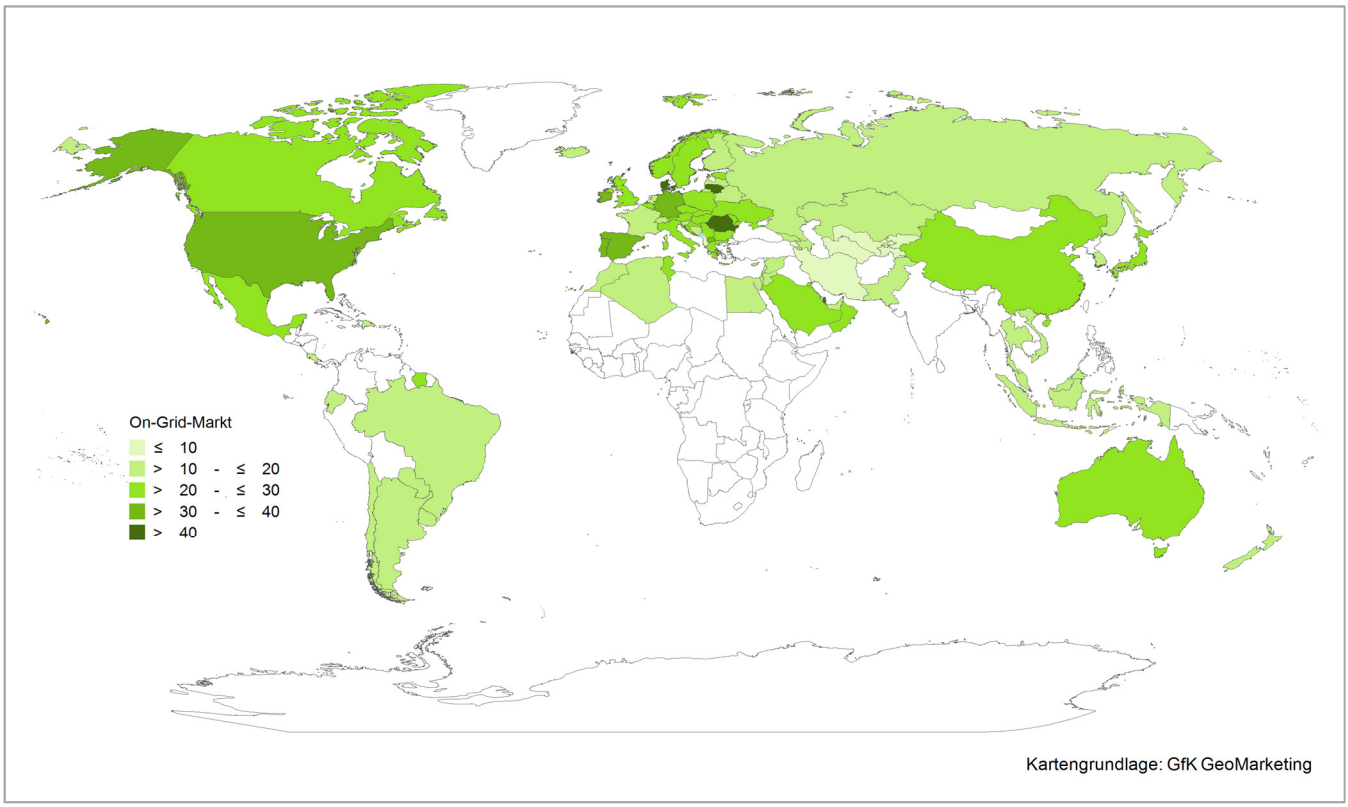
Der Anteil der Stromerzeugung aus Wind und PV an der gesamten Stromerzeugung beträgt in einigen Ländern wie Dänemark bereits heute knapp 50 Prozent. Bei einem voraussichtlich weiterhin stark wachsenden Ausbau von Wind- und PV-Kapazitäten wird der Anteil fluktuierender Erzeugung in vielen Ländern stark steigen. Damit steigen die Anforderungen an die Stromnetze, eine Versorgung ohne Unterbrechungen zu gewährleisten. Es werden mehr Flexibilitäten gebraucht, um einen Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch zu schaffen. Eine Möglichkeit, diese Flexibilitäten bereit zu stellen, bieten Netzverbünde über größere Distanzen. Daneben gewinnt der Netzanschluss von Erzeugern in abgelegenen Gebieten, in denen gute Potenziale vorherrschen, an Relevanz. Diese Gründe führen zu einem vermehrten Ausbau von Übertragungsnetzen. Die Rolle der Verteilnetze wandelt sich ebenfalls durch die verstärkte Einspeisung dezentraler Erzeuger (v.a. aus PV-Anlagen), sowie die Zunahme neuer Konsumenten wie z.B. aus der Elektromobilität.

Eine immer wichtigere Rolle im Ausgleichen von Erzeugung und Nachfrage spielen Batteriespeicher. Im Jahr 2016 betrug die Kapazität von Batteriespeichern, die an ein Stromnetz angeschlossen waren, 1,8 GW, im Jahr 2015 erst 1,1 GW. Die meisten installierten Batteriespeicher stehen in den USA, Korea und Japan. Die Kosten für Batteriespeicher sind dabei stark sinkend.

Somit werden perspektivisch mehr sowie neue Technologien aus den Segmenten der Leitungselektronik, Generatoren und (Groß-) Speichertechnologien benötigt. Nach einer Abschätzung der IEA im World Energy Outlook 2016 für das sogenannte 450 Szenario, ein Klimaschutzszenario, in dem die CO_2-Konzentration in der Atmosphäre bei 450 ppm stabilisiert wird, beträgt damit das nötige Investment in Übertragungs- und Verteilnetze im Jahr 2040 circa 45 Prozent der Investitionen in Stromerzeugungskapazitäten (IEA 2016 a). Zusätzlich zu einem Ausbau werden vermehrt intelligente Netze und ausreichend Daten in guter Qualität und hoher Auflösung (z.B. Wetterprognosen) gebraucht.

Die Ergebnisse der Analyse sind in Abbildung 19 für die On-Grid-Länder dargestellt. Die höchste Punktzahl ergibt sich für Dänemark.

Abbildung 19: Ergebnisse Marktanalyse On-Grid-Märkte



Quelle: Prognos 2017

3.2. Off-Grid-Länder

Um Länder mit einem großen Bevölkerunganteil ohne Zugang zu netzgebundener Elektrizität zu elektrifizieren, kann der Aus- und Aufbau großer Übertragungsnetze nur einen kleinen Teil beitragen. Für den größeren Teil werden andere Technologien benötigt. Insbesondere für Südostasien und Afrika wird laut einer Abschätzung der Internationalen Organisation für Erneuerbare Energien (IRENA) über die Hälfte des Zugangs zu Stromanwendungen über Inselsysteme und Einzellösungen erfolgen (IRENA 2017). Dazu werden Batteriesysteme, sowie Pico, Micro und Mini Wind und PV Installationen benötigt.

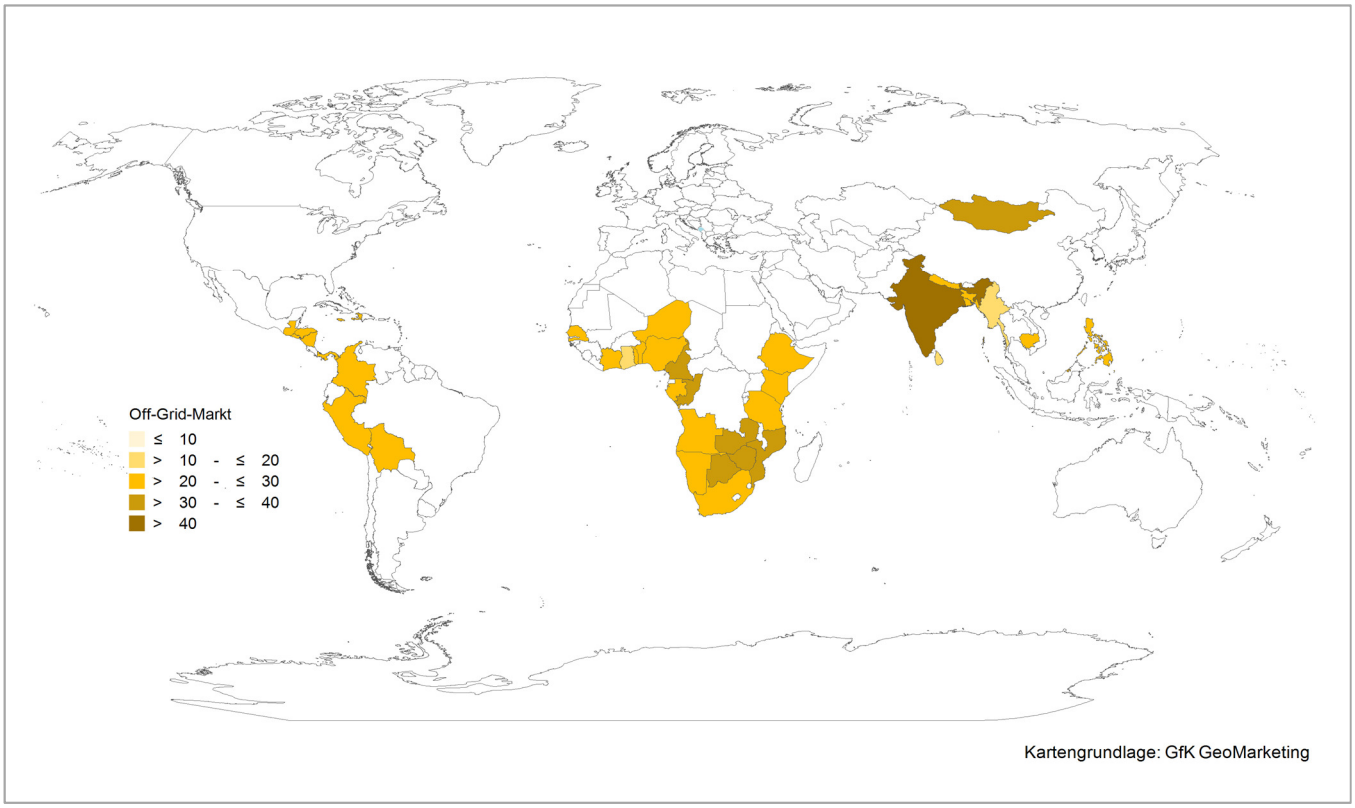
Eine besondere Stellung nehmen in diesem Zusammenhang sogenannte „Solar Home Systems“ ein. Dies sind Systeme aus PV-Modulen, Batterien und Wechselrichtern, die Strom für kleinere elektrische Anwendungen wie Lampen, Ladegeräte, Fernseher oder Kühlschränke in Haushalten, die nicht an ein Stromnetz angeschlossen sind, liefern. Von diesen Systemen wurden in den Jahren 2010 bis 2016 23,5 Millionen Systeme verkauft (REN 21 2017). Die drei Länder, in denen die meisten Solar Home Systems verkauft wurden, waren dabei in 2016 Indien, Kenia und Uganda (REN 21 2017).

Die Finanzierung und der Verkauf erfolgen dabei oft über „Pay As You Go“-Systeme (PAYG). Das bedeutet, dass ein Basissystem, z.B. bestehend aus Solarmodulen, Batterien, Steuerung und Stromanwendungen wie Lampen oder Ladegeräte, den Kunden in einer Art Mietkauf gestellt wird. Nach Bezahlung eines Anfangspreises wird das System täglich über kleine Beträge abbezahlt. Oft erfolgt die Zahlung über mobile Geräte. Fällt eine Zahlung aus, werden die fernsteuerbaren Module gestoppt, bis die nächste Zahlung erfolgt ist. Bei technischen Problemen wird ein technischer Service gestellt. Diese Modelle ermöglichen es, die Hemmnisse hoher Anfangsinvestitionen und fehlenden technischen Supports, die den Einsatz dezentraler erneuerbarer Energielösungen oft verhindern, stark zu verringern.

Ein weiteres Hemmnis stellt jedoch ein niedriger Dieselpreis dar. Neben dem aktuell niedrigen Weltmarktpreis für Öl und damit auch für Diesel sorgen Subventionen in vielen Ländern für niedrige Dieselpreise.

Die Abbildung 20 stellt die Ergebnisse der Marktanalyse für Off-Grid-Märkte dar. Länder mit einer hohen Punktzahl (dunkel eingefärbt) zeigen wiederum interessante Länder mit Potenzial zur Etablierung von Off-Grid-Anwendungen. Für Indien ergibt sich die höchste Punktzahl.

Abbildung 20: Ergebnisse Marktanalyse Off-Grid-Märkte



Quelle: Prognos 2017

4. Literaturverzeichnis

4COffshore2017 Offshore Limited; Offshore Windfarm Subscription – Market Overview Report June 2017; Lowestoft 2017

Bloomberg 2016 Bloomberg New Energy Finance, Lighting Global, World Bank Group; Off-Grid Solar Market Report; 2016; https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2016/03/20160303_BNEF_WorldBankIFC_Off-GridSolarReport_.pdf

BWE 2017 Bundesverband Windenergie; https://www.wind-energie.de/themen/Onshore

Eicker 2012 Prof.Dr. Ursula Eicker; Solarthermische Anlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung; aus: Taschenbuch für Heizung+Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag GmbH; https://www.hft-stuttgart.de/Forschung/Kompetenzen/zafh/Publikationen/publikationen_download/2011/Eicker_Solarthermische_Anlagen_Recknagel_2011.pdf

GWEC 2016 Global Wind Energy Council; Global Wind 2016 Report, Annual Market Update 2016 http://gwec.net/global-figures/graphs/

IEA 2016a Internationale Energieagentur; World Energy Outlook 2016; Paris 2016

IEA 2016b Internationale Energieagentur; Energy Efficiency Market Report 2016; Paris 2016; https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016_WEB.PDF

IEA 2016c Internationale Energieagentur; 2016 Snapshot of Global Photovoltaic Markets – Report IEA PVPS T1-31:2017 http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2016__1_.pdf

IEA/IRENA 2017 Internationale Energieagentur, Internationale Erneuerbaren Energieagentur; Perspectives for the Energy Transition - Investment Needs for a Low-Carbon Energy System, Paris/ Abu Dhabi 2017; https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf

IRENA 2017a Internationale Erneuerbaren Energieagentur; REthinking Energy 2017; Abu Dhabi 2017; https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf

IRENA 2017b Internationale Erneuerbaren Energieagentur; Boosting Solar PV Markets: The Role of Quality Infrastructure; Abu Dhabi 2017; http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Quality_Infrastructure_for_Solar_PV_2017.pdf

IRENA 2017c Internationale Erneuerbaren Energieagentur; Geothermal Power: Technology Brief; Abu Dhabi 2017; http://www.irena.org/publications/2017/Aug/Geothermal-power-Technology-brief

IRENA 2015 Internationale Erneuerbaren Energieagentur; Hydropower Technology Brief, Abu Dhabi 2015; http://www.irena.org/publications/2015/Feb/Hydropower

Prognos 2017 EEG-Erfahrungsbericht Wind Offshore 2017; Prognos AG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, noch nicht veröffentlicht

REN 21 2017 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century; Renewables 2017 - Global Status Report; Paris 2017; http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf

SDH 2017 Solar District Heating; Ranking List of European Large Scale Solar Heating Plants;

http://solar-district-heating.eu/ServicesTools/Plantdatabase.aspx

5. Anhang

Tabelle 11: Variablenübersicht Anwendungsfeld erneuerbare Energien

Variable	Beschreibung	Quelle	Zeitraum/Jahr
MW	Installierte Leistung	IRENA – Renewable Energy Statistics 2016	2015
dMW	Veränderung der installierten Leistung	s.o.	2010-2015
%GWh	Anteil der Technologie an der gesamten Strom-/ Wärmeerzeugung	IRENA – Renewable Energy Statistics 2016 IEA – World Energy Statistics 2016	2015
WGI	World Governance Indicators	Worldbank	2015
Pop	Bevölkerungsstand	United Nations – Population Division	2015

Tabelle 12: Variablenübersicht Anwendungsfeld Industrie-/Gebäudeeffizienz

Variable	Beschreibung	Gewicht	Quelle	Zeitraum/Jahr
MJ_VA	Energieverbrauch je Wertschöpfung Industrie / Dienstleistungen	25%	IEA – World Indicators 2016 United Nations – National Accounts 2016	2014
dMJ_VA	Veränderung des Energieverbrauchs je Wertschöpfung	25%	s.o.	2010-2014
VA	Wertschöpfung Industrie / Dienstleistungen	25%	United Nations – National Accounts 2016	2015
BIPpC	Bruttoinlandsprodukt real je Einwohner	25%	IEA – World Indicators 2016	2015

Tabelle 13: Variablenübersicht Anwendungsfeld Infrastruktur/Netze (On-Grid-Länder)

Variable	Beschreibung	Gewicht	Quelle	Zeitraum/Jahr
%FlukStrom	Anteil der Windkraft & Photovoltaik an der gesamten Stromerzeugung	20%	IEA – World Energy Statistics 2016	2014
d%Fluk-Strom	Veränderung des Erzeugungsanteils Windkraft & Photovoltaik	20%	s.o.	2010-2014
%Imp	Anteil der Güter der Elektrizitätsverteilung an den Gesamtimporten des Landes	20%	United Nations – Comtrade World Trade Database	2014
d%Imp	Veränderung des Importanteils der Güter der Elektrizitätsverteilung	20%	s.o.	2010-2014
BIP	Bruttoinlandsprodukt real	10%	IEA – World Indicators 2016	2015
BIPpC	Bruttoinlandsprodukt real je Einwohner	10%	s.o.	2015

Tabelle 14: Variablenübersicht Anwendungsfeld Infrastruktur/Netze (Off-Grid-Länder)

Variable	Beschreibung	Gewicht	Quelle	Zeitraum/Jahr
PopOffGrid	Bevölkerungszahl ohne leitungsgebundene Elektrizitätsversorgung	30%	Worldbank – World Development Indicators	2012
PDiesel	Dieselpreis	30%	www.globalpetrolprices.com	2015
d%Imp	Veränderung des Importanteils der Güter der Elektrizitätsverteilung	30%	United Nations – Comtrade World Trade Database	2010-2014
BIPpC	Bruttoinlandsprodukt real je Einwohner	10%	IEA – World Indicators 2016	2015

Tabelle 15: Ergebnisse Marktanalyse erneuerbare Energien

ISO3	Landname	Photo-voltaik	Solar-thermie	Wind Onshore	Wind Offshore	Bio-masse	Biogas	Geo-thermie	Wasser-kraft
ALB	**Albanien**	-	A	x	x	x	x	x	A
DZA	**Algerien**	-	x	-	x	x	x	x	C
AGO	**Angola**	-	x	x	x	x	x	x	-
ARG	**Argentinien**	AB	x	AB	x	A	AB	x	A
ARM	**Armenien**	D	x	-	x	x	x	x	A
AUS	**Australien**	AB	AB	B	x	AB	A	-	B
AUT	**Österreich**	AB	A	AB	x	AB	AB	-	AB
AZE	**Aserbaidschan**	-	x	C	x	-	-	x	-
BHR	**Bahrain**	-	x	-	x	x	x	x	x
BGD	**Bangladesch**	-	x	C	x	x	x	x	C
BLR	**Belarus**	-	x	C	x	C	-	x	-
BEL	**Belgien**	AB	AB	A	AB	A	AB	x	AB
BEN	**Benin**	-	x	x	x	x	x	x	C
BOL	**Bolivien**	-	x	-	x	-	x	x	-
BIH	**Bosnien-Herzegowina**	AB	x	D	x	x	x	x	A
BWA	**Botswana**	-	x	x	x	x	x	x	x
BRA	**Brasilien**	AB	AB	B	x	AB	AB	x	AB
BRN	**Brunei**	-	x	x	x	x	x	x	x
BGR	**Bulgarien**	AB	A	A	x	-	AB	x	AB
KHM	**Kambodscha**	-	x	C	x	-	x	x	-
CMR	**Kamerun**	-	x	x	x	x	x	x	-
CAN	**Kanada**	B	AB	B	x	B	AB	x	AB
CHL	**Chile**	B	AB	A	x	A	AB	x	B
CHN	**China**	B	AB	B	B	B	x	AB	B
COL	**Kolumbien**	x	x	AB	x	A	x	x	AB
COG	**Kongo**	D	x	x	x	x	x	x	-
CRI	**Costa Rica**	-	x	A	x	-	x	A	A
CIV	**Elfenbeinküste**	x	x	x	x	x	x	x	-
HRV	**Kroatien**	A	-	A	x	-	A	x	A
CYP	**Zypern**	A	A	A	x	x	A	x	x
CZE	**Tschechien**	AB	AB	AB	x	A	AB	x	AB
DNK	**Dänemark**	AB	AB	AB	A	A	A	x	-
DOM	**Dominikanische Republik**	A	x	A	x	C	x	x	-
ECU	**Ecuador**	AB	x	AB	x	A	x	x	A
EGY	**Ägypten**	-	x	-	x	x	x	x	-
SLV	**El Salvador**	-	x	x	x	A	-	A	-
EST	**Estland**	AB	x	A	x	A	AB	x	-
ETH	**Äthiopien**	x	x	-	x	x	x	-	-
FIN	**Finnland**	AB	-	A	A	A	B	x	AB
FRA	**Frankreich**	AB	AB	B	x	AB	B	x	AB
GAB	**Gabun**	x	x	x	x	x	x	x	-
GEO	**Georgien**	x	D	x	x	x	x	x	A
DEU	**Deutschland**	AB	B	AB	B	B	AB	AB	AB
GHA	**Ghana**	-	x	x	x	x	x	x	A
GRC	**Griechenland**	AB	A	AB	x	x	A	x	AB
GTM	**Guatemala**	AB	x	-	x	AB	-	A	A
HTI	**Haiti**	x	x	x	x	x	x	x	-
HND	**Honduras**	-	x	A	x	A	x	x	A
HUN	**Ungarn**	A	C	A	x	A	A	x	-
ISL	**Island**	x	x	-	x	x	x	A	A
IND	**Indien**	B	B	B	x	B	B	x	B
IDN	**Indonesien**	AB	x	C	x	A	AB	B	B
IRN	**Iran**	x	x	-	x	x	x	x	-
IRL	**Irland**	-	AB	AB	A	-	A	x	-
ISR	**Israel**	AB	A	-	x	-	-	x	-
ITA	**Italien**	AB	B	AB	x	B	AB	A	B
JAM	**Jamaika**	A	x	A	x	-	x	x	-
JPN	**Japan**	AB	A	AB	AB	B	x	AB	B
JOR	**Jordanien**	AB	A	AB	x	x	-	x	-
KAZ	**Kasachstan**	AB	x	AB	x	x	x	x	AB
KEN	**Kenia**	A	x	AB	x	A	x	AB	A
KOR	**Südkorea**	B	AB	AB	-	B	AB	x	B
KWT	**Kuwait**	D	x	x	x	x	x	x	x
KGZ	**Kirgisistan**	x	x	x	x	x	x	x	-
LVA	**Lettland**	-	x	A	x	A	AB	x	A
LBN	**Libanon**	-	-	C	x	x	C	x	C

ISO3	Landname	Photo-voltaik	Solar-thermie	Bio-masse	Biogas	Wind Onshore	Wind Offshore	Geo-thermie	Wasser-kraft
LTU	**Litauen**	A	x	A	A	A	x	x	A
LUX	**Luxemburg**	A	-	-	A	A	x	x	A
MYS	**Malaysia**	A	x	B	AB	x	x	x	B
MLT	**Malta**	A	-	x	-	x	x	x	x
MUS	**Mauritius**	A	x	A	-	-	x	x	-
MEX	**Mexiko**	AB	B	B	B	B	x	B	B
MNG	**Mongolei**	-	x	x	x	A	x	x	-
MNE	**Montenegro**	-	x	x	x	x	x	x	A
MAR	**Marokko**	AB	x	x	C	A	x	x	AB
MOZ	**Mosambik**	-	x	x	x	x	x	x	-
MMR	**Myanmar**	x	x	x	x	x	x	x	-
NAM	**Namibia**	A	-	-	x	-	x	x	-
NPL	**Nepal**	-	x	x	x	x	x	x	-
NLD	**Niederlande**	B	AB	B	A	AB	A	x	-
NZL	**Neuseeland**	AB	-	AB	A	A	x	AB	A
NIC	**Nicaragua**	-	x	A	x	A	x	A	-
NER	**Niger**	-	x	x	x	x	x	x	x
NGA	**Nigeria**	-	x	x	x	C	x	x	-
NOR	**Norwegen**	AB	x	AB	AB	A	-	x	AB
OMN	**Oman**	x	x	x	x	x	x	x	x
PAK	**Pakistan**	-	x	-	-	-	x	x	-
PAN	**Panama**	AB	x	-	x	AB	x	x	B
PRY	**Paraguay**	x	x	x	x	x	x	x	A
PER	**Peru**	A	AB	AB	AB	AB	x	x	B
PHL	**Philippinen**	AB	x	AB	x	AB	x	A	AB
POL	**Polen**	AB	AB	AB	B	AB	x	x	AB
PRT	**Portugal**	A	A	A	A	AB	-	-	B
QAT	**Katar**	-	x	-	x	x	x	x	x
MDA	**Moldawien**	-	x	x	-	D	x	x	-
ROU	**Rumänien**	AB	C	AB	AB	AB	x	-	A
RUS	**Russland**	-	x	-	x	C	x	-	-
SAU	**Saudi-Arabien**	AB	x	x	x	x	x	x	x
SEN	**Senegal**	A	x	-	x	x	x	x	-
SRB	**Serbien**	AB	x	x	-	-	x	x	A
SGP	**Singapur**	AB	x	A	x	x	x	x	x
SVK	**Slowakei**	AB	-	A	AB	-	x	x	AB
SVN	**Slowenien**	A	-	-	A	-	x	x	A
ZAF	**Südafrika**	B	B	AB	AB	B	x	x	AB
ESP	**Spanien**	AB	AB	A	A	AB	-	x	B
LKA	**Sri Lanka**	A	x	-	x	AB	x	x	A
SUR	**Suriname**	-	x	-	x	x	x	x	-
SWE	**Schweden**	AB	-	AB	-	AB	A	x	B
CHE	**Schweiz**	AB	A	A	A	AB	x	x	A
TJK	**Tadschikistan**	x	x	x	x	x	x	x	-
MKD	**Mazedonien**	A	x	x	x	A	x	x	AB
THA	**Thailand**	AB	x	B	AB	AB	x	C	AB
TGO	**Togo**	-	x	x	x	x	x	x	-
TTO	**Trinidad und Tobago**	-	x	x	x	x	x	x	x
TUN	**Tunesien**	A	A	x	x	A	x	x	C
TUR	**Türkei**	AB	AB	-	B	B	x	B	B
TKM	**Turkmenistan**	x	x	x	x	x	x	x	x
TZA	**Tansania**	A	x	A	C	x	x	x	-
UKR	**Ukraine**	-	x	-	-	-	x	x	-
ARE	**Vereinigte Arab. Emirate**	AB	B	x	-	-	x	x	x
GBR	**Vereinigtes Königreich**	AB	AB	AB	AB	AB	AB	x	AB
USA	**Vereinigte Staaten**	B	B	B	B	B	x	B	B
URY	**Uruguay**	AB	x	A	-	A	x	x	A
UZB	**Usbekistan**	C	x	x	x	x	x	x	-
VNM	**Vietnam**	x	x	AB	x	AB	x	x	B
ZMB	**Sambia**	C	x	AB	x	x	x	x	AB
ZWE	**Simbabwe**	-	x	-	x	x	x	x	-

Legende: „-“ = keine Erfassung, „x“ = keine Daten vorhanden

Tabelle 16: Ergebnisse Anwendungsfelder Industrie-/Gebäudeeffizienz und Infrastruktur/Netze (On-Grid und Off-Grid)

ISO3	Landname	Industrie-effizienz	Gebäude-effizienz	Infrastruktur/Netze On-Grid	Infrastruktur/Netze Off-Grid
ALB	**Albanien**	13,0	7,7	8,6	-
DZA	**Algerien**	9,7	6,3	11,9	-
AGO	**Angola**	8,3	8,0	-	29,2
ARG	**Argentinien**	13,2	8,4	14,9	-
ARM	**Armenien**	12,1	4,6	8,5	-
AUS	**Australien**	23,3	19,7	22,5	-
AUT	**Österreich**	21,2	18,6	25,0	-
AZE	**Aserbaidschan**	8,1	8,9	13,9	-
BHR	**Bahrain**	15,7	12,5	11,4	-
BGD	**Bangladesch**	12,3	6,0	-	25,1
BLR	**Belarus**	13,9	13,0	11,9	-
BEL	**Belgien**	21,3	18,2	24,2	-
BEN	**Benin**	7,6	11,1	-	28,8
BOL	**Bolivien**	13,3	6,5	-	21,2
BIH	**Bosnien-Herzegowina**	11,4	5,9	16,1	-
BWA	**Botswana**	10,0	7,6	-	30,3
BRA	**Brasilien**	16,8	8,8	16,8	-
BRN	**Brunei**	15,2	15,0	-	37,2
BGR	**Bulgarien**	15,1	9,1	21,5	-
KHM	**Kambodscha**	14,0	5,4	-	24,2
CMR	**Kamerun**	8,0	8,0	-	31,9
CAN	**Kanada**	24,1	20,8	21,9	-
CHL	**Chile**	13,5	9,1	15,6	-
CHN	**China**	40,0	13,0	23,8	-
COL	**Kolumbien**	10,7	7,4	-	24,3
COG	**Kongo**	7,1	5,4	-	39,2
CRI	**Costa Rica**	11,7	7,9	19,9	-
CIV	**Elfenbeinküste**	8,6	8,0	-	27,7
HRV	**Kroatien**	12,3	9,5	21,3	-
CYP	**Zypern**	13,5	10,8	16,7	-
CZE	**Tschechien**	13,9	12,0	26,9	-
DNK	**Dänemark**	21,8	20,3	54,2	-
DOM	**Dominikanische Republik**	10,7	7,1	15,6	-
ECU	**Ecuador**	10,9	7,3	16,1	-
EGY	**Ägypten**	13,3	7,2	12,6	-
SLV	**El Salvador**	9,9	5,7	-	23,4
EST	**Estland**	13,6	11,1	20,5	-
ETH	**Äthiopien**	14,0	8,2	-	23,6
FIN	**Finnland**	21,7	17,7	17,3	-
FRA	**Frankreich**	22,2	20,8	19,9	-
GAB	**Gabun**	20,3	8,1	-	26,7
GEO	**Georgien**	12,5	3,8	14,3	-
DEU	**Deutschland**	27,6	22,7	32,3	-
GHA	**Ghana**	12,8	5,8	-	15,6
GRC	**Griechenland**	14,5	11,3	24,1	-
GTM	**Guatemala**	8,8	6,6	-	23,6
HTI	**Haiti**	16,7	6,5	-	20,8
HND	**Honduras**	13,0	7,1	-	24,6
HUN	**Ungarn**	11,7	11,9	27,5	-
ISL	**Island**	31,9	22,2	13,6	-
IND	**Indien**	20,0	8,9	-	48,5
IDN	**Indonesien**	13,9	7,5	14,2	-
IRN	**Iran**	14,4	10,6	9,6	-
IRL	**Irland**	22,5	21,1	30,0	-
ISR	**Israel**	15,3	13,6	15,3	-
ITA	**Italien**	19,9	17,4	28,0	-
JAM	**Jamaika**	16,1	7,7	-	26,5
JPN	**Japan**	32,2	26,5	22,6	-
JOR	**Jordanien**	12,2	8,1	10,0	-
KAZ	**Kasachstan**	24,5	11,5	14,5	-
KEN	**Kenia**	11,3	5,6	-	22,1
KOR	**Südkorea**	20,1	15,9	16,4	-
KWT	**Kuwait**	17,9	15,6	23,7	-
KGZ	**Kirgisistan**	19,8	10,6	5,7	-
LVA	**Lettland**	14,8	10,6	15,6	-
LBN	**Libanon**	10,9	7,2	9,9	-
LTU	**Litauen**	12,2	10,5	49,2	-
LUX	**Luxemburg**	35,8	30,5	25,2	-
MYS	**Malaysia**	13,3	10,4	13,4	-

ISO3	Landname	Industrie-effizienz	Gebäude-effizienz	Infrastruktur/Netze On-Grid	Infrastruktur/Netze Off-Grid
MLT	**Malta**	12,7	11,5	22,9	-
MUS	**Mauritius**	11,4	7,9	13,6	-
MEX	**Mexiko**	14,1	9,5	24,3	-
MNG	**Mongolei**	21,2	11,6	-	32,0
MNE	**Montenegro**	17,5	4,2	11,6	-
MAR	**Marokko**	10,5	7,2	14,0	-
MOZ	**Mosambik**	23,7	5,7	-	31,3
MMR	**Myanmar**	12,1	5,8	-	14,9
NAM	**Namibia**	9,1	6,5	-	25,8
NPL	**Nepal**	14,9	6,3	-	22,4
NLD	**Niederlande**	22,9	20,5	19,0	-
NZL	**Neuseeland**	19,1	15,2	16,1	-
NIC	**Nicaragua**	11,0	7,4	-	25,9
NER	**Niger**	10,3	5,2	-	25,8
NGA	**Nigeria**	10,4	6,5	-	26,4
NOR	**Norwegen**	28,3	26,3	21,2	-
OMN	**Oman**	14,9	10,4	21,1	-
PAK	**Pakistan**	19,4	7,2	11,7	-
PAN	**Panama**	14,2	8,7	-	26,0
PRY	**Paraguay**	15,1	7,3	13,7	-
PER	**Peru**	10,2	7,0	-	26,8
PHL	**Philippinen**	10,4	7,5	-	24,1
POL	**Polen**	13,1	11,0	20,5	-
PRT	**Portugal**	15,2	11,4	30,1	-
QAT	**Katar**	27,6	24,8	47,4	-
MDA	**Moldawien**	35,2	12,6	27,1	-
ROU	**Rumänien**	12,1	9,3	44,2	-
RUS	**Russland**	20,6	12,0	17,6	-
SAU	**Saudi-Arabien**	17,6	11,7	21,3	-
SEN	**Senegal**	10,0	6,1	-	28,6
SRB	**Serbien**	14,5	9,5	21,3	-
SGP	**Singapur**	21,0	18,5	17,7	-
SVK	**Slowakei**	13,4	13,4	24,6	-
SVN	**Slowenien**	14,4	12,1	18,5	-
ZAF	**Südafrika**	15,7	8,1	-	29,7
ESP	**Spanien**	17,7	15,2	30,9	-
LKA	**Sri Lanka**	11,8	6,9	-	19,7
SUR	**Suriname**	10,2	7,8	20,9	-
SWE	**Schweden**	23,0	20,2	23,1	-
CHE	**Schweiz**	27,1	25,6	15,4	-
TJK	**Tadschikistan**	31,3	3,3	7,7	-
MKD	**Mazedonien**	17,5	9,2	33,6	-
THA	**Thailand**	13,8	9,4	17,7	-
TGO	**Togo**	11,5	17,6	-	25,1
TTO	**Trinidad und Tobago**	15,0	10,4	6,7	-
TUN	**Tunesien**	11,8	7,4	29,1	-
TUR	**Türkei**	13,6	8,7	15,7	-
TKM	**Turkmenistan**	10,4	52,2	8,7	-
TZA	**Tansania**	20,1	5,7	-	29,8
UKR	**Ukraine**	26,0	9,8	25,9	-
ARE	**Vereinigte Arab. Emirate**	22,4	16,1	19,8	-
GBR	**Vereinigtes Königreich**	23,5	22,8	28,9	-
USA	**Vereinigte Staaten**	48,2	45,9	32,4	-
URY	**Uruguay**	13,7	8,7	19,8	-
UZB	**Usbekistan**	36,2	23,0	8,0	-
VNM	**Vietnam**	24,8	8,1	13,6	-
ZMB	**Sambia**	17,7	5,9	-	32,3
ZWE	**Simbabwe**	10,5	9,4	-	32,8

www.german-energy-solutions.de

www.bmwi.de