

# USA: KALIFORNIEN & ILLINOIS

## Energiespeicherung zur Integration Erneuerbarer Energien

### Zielmarktanalyse 2017 mit Profilen der Marktakteure

[www.german-energy-solutions.de](http://www.german-energy-solutions.de)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Impressum

## Herausgeber

German American Chamber of Commerce® – Office for the Western United States  
AHK USA – San Francisco  
101 Montgomery St, Suite 2050  
San Francisco, CA 94104  
Telefon: +1 (415) 248-1240  
E-Mail: [info@gaccwest.com](mailto:info@gaccwest.com)  
Internetadresse: [www.gaccwest.com](http://www.gaccwest.com)

## Stand

August 2017

## Bildnachweis

BMWi

## Kontaktpersonen

Mirko Wutzler  
Director, Consulting Services  
[mwutzler@gaccwest.com](mailto:mwutzler@gaccwest.com)

Annika Hoeltje  
Manager, Consulting Services  
[ahoeltje@gaccwest.com](mailto:ahoeltje@gaccwest.com)

Corinna Jess  
Senior Manager, Market Entry Programs & Delegations  
[Jess@gaccmidwest.org](mailto:Jess@gaccmidwest.org)

## Text und Redaktion

Mirko Wutzler  
Annika Hoeltje  
Corinna Jess  
Maximilian Fricke  
Julia Strehl  
Michael Loy  
Susanne Kurowski

## Urheberrecht:

Das gesamte Werk ist urheberrechtlich geschützt. Bei der Erstellung war die Deutsch-Amerikanische Handelskammer in San Francisco (AHK USA – San Francisco) stets bestrebt, die Urheberrechte anderer zu beachten und auf selbst erstellte sowie lizenzfreie Werke zurückzugreifen. Jede Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des deutschen Urheberrechts bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des Herausgebers.

## Haftungsausschluss:

Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Geführte Interviews stellen die Meinung der Befragten dar und spiegeln nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wider. Das vorliegende Werk enthält Links zu externen Webseiten Dritter, auf deren Inhalte wir keinen Einfluss haben. Für die Inhalte der verlinkten Seiten ist stets der jeweilige Anbieter oder Betreiber der Seiten verantwortlich und die AHK USA – San Francisco übernimmt keine Haftung. Soweit auf unseren Seiten personenbezogene Daten (beispielsweise Name, Anschrift oder Email-Adressen) erhoben werden, beruht dies auf freiwilliger Basis und/oder kann online recherchiert werden. 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.

# I. Inhaltsverzeichnis

<b>I. INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>3</b>
<b>II. TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>6</b>
<b>III. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>7</b>
<b>IV. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>9</b>
<b>V. WÄHRUNGSUMRECHNUNG</b> .....	<b>13</b>
<b>VI. ENERGIE- UND MENGENEINHEITEN</b> .....	<b>13</b>
<b>VII. EINLEITUNG</b> .....	<b>14</b>
<b>1. LÄNDERPROFIL UND ZIELMARKT</b> .....	<b>15</b>
1.1. Politischer Hintergrund .....	15
1.2. Wirtschaft, Struktur und Entwicklung .....	16
1.3. Aktuelle wirtschaftliche Lage.....	17
1.4. Markteintrittsbedingungen für deutsche Unternehmen.....	18
<b>2. ENERGIEMARKT IN DEN USA</b> .....	<b>20</b>
2.1. Wärmemarkt.....	22
2.2. Strommarkt: Verbrauch und Preise .....	24
2.3. Strommarkt: Struktur und Akteure .....	26
2.3.1. Historische Entwicklungen.....	26
2.3.2. Stromversorgung .....	27
2.3.3. Stromübertragung .....	28
2.4. Ergebnisse der Präsidentschaftswahl in 2016 und Auswirkungen auf die Energiepolitik31	
<b>3. DER ENERGIESPEICHERMARKT IN DEN USA</b> .....	<b>32</b>
3.1. Allgemeiner Überblick.....	32
3.2. Politische Rahmenbedingungen und Förderprogramme .....	33
3.2.1. Politische Rahmenbedingungen.....	33
3.2.2. Förderprogramme.....	38

<b>3.3. Energiespeicherungstechnologien.....</b>	<b>42</b>
3.3.1. Elektromechanische Energiespeicherung .....	43
3.3.2. Elektrochemische Energiespeicherung .....	45
3.3.3. Elektrische Energiespeicherung .....	49
3.3.4. Thermische Energiespeicherung .....	49
3.3.5. Chemische Energiespeicherung .....	53
<b>3.4. Anwendungen und Systemdienstleistungen .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5. Branchenstruktur mit Projektbeispielen.....</b>	<b>59</b>
3.5.1. Netzgekoppelte Großspeicher .....	60
3.5.2. Kleinspeicheranlagen im Industrie- und Gewerbesektor.....	65
3.5.3. Kleinspeicher für Privathaushalte .....	69
<b>3.6. Marktausblick .....</b>	<b>71</b>
<b>4. STAATENPROFIL KALIFORNIEN .....</b>	<b>75</b>
<b>4.1. Übersicht.....</b>	<b>75</b>
<b>4.2. Energiemarkt .....</b>	<b>77</b>
<b>4.3. Energiespeicherung in Kalifornien .....</b>	<b>90</b>
4.3.1. Gesetzliche und politische Rahmenbedingungen.....	91
4.3.2. Branchenstruktur mit Projektbeispielen.....	102
4.3.3. Wettbewerbssituation und Marktchancen .....	111
<b>5. STAATENPROFIL ILLINOIS.....</b>	<b>115</b>
<b>5.1. Übersicht.....</b>	<b>115</b>
<b>5.2. Energiemarkt .....</b>	<b>115</b>
<b>5.3. Energiespeicherung in Illinois .....</b>	<b>117</b>
5.3.1. Gesetzliche und politische Rahmenbedingungen.....	118
5.3.2. Branchenstruktur mit Projektbeispielen.....	120
5.3.3. Wettbewerbssituation und Marktchancen .....	122
<b>6. SCHLUSSBETRACHTUNG .....</b>	<b>124</b>
<b>6.1. Marktchancen und Barrieren für deutsche Unternehmen .....</b>	<b>124</b>
6.1.1. Focus Kalifornien .....	126
6.1.2. Focus Illinois .....	127
<b>6.2. Handlungsempfehlungen für den Markteinstieg.....</b>	<b>128</b>
6.2.1. Product-Market-Fit .....	129
6.2.2. Vertrieb.....	130
6.2.3. Unterschiede in der deutschen und amerikanischen Geschäftskultur.....	132

<b>7. PROFILE DER MARKTAKTEURE .....</b>	<b>133</b>
<b>7.1. Forschungseinrichtungen.....</b>	<b>133</b>
7.1.1. USA.....	133
7.1.2. Kalifornien.....	136
7.1.3. Illinois .....	137
<b>7.2. Behörden .....</b>	<b>138</b>
7.2.1. USA.....	138
7.2.2. Kalifornien.....	141
7.2.3. Illinois .....	145
<b>7.3. Relevante Unternehmen.....</b>	<b>146</b>
7.3.1. Kalifornien.....	146
7.3.2. Illinois .....	155
<b>7.4. Netzwerke, Inkubatoren und Verbände.....</b>	<b>163</b>
7.4.1. USA.....	163
7.4.2. Kalifornien.....	165
7.4.3. Illinois .....	168
<b>7.5. Fachmessen und Veranstaltungen .....</b>	<b>170</b>
<b>7.6. Fachzeitschriften .....</b>	<b>171</b>
<b>8. QUELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>173</b>
<b>9. INTERVIEWVERZEICHNIS.....</b>	<b>180</b>

## II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wirtschaftsdaten USA, 2015 .....	16
Tabelle 2: Primärenergie-Verbrauch pro Kopf im Vergleich (kg Erdöläquivalent), 2005 – 2015 .....	20
Tabelle 3: Energieverbrauch nach Sektoren.....	20
Tabelle 4: Durchschnittliche Strompreise nach Sektoren in den USA (US-Cent/kWh) .....	25
Tabelle 5: Struktur US-Stromversorger.....	27
Tabelle 6: Bundesstaaten und Energiespeicher-Initiativen.....	37
Tabelle 7: Steuergutschriften - ITC und Energy Storage Tax Incentive and Deployment Act of 2016.....	40
Tabelle 8: Nationale Förderprogramme für Energiespeicherprojekte in den USA.....	42
Tabelle 9: Gegenüberstellung von Trocken- und Durchflussbatterien .....	45
Tabelle 10: Systemdienstleistungen von Batteriespeichern bei Endkunden (Customer Services).....	57
Tabelle 11: Systemdienstleistungen bei unabhängigen Stromsystembetreibern (ISO/RTO Services).....	58
Tabelle 12: Anwendungen bei Energieversorgern (Utility Services).....	58
Tabelle 13: Top 10 Energiespeicher-Großprojekte in den USA nach Leistung (Stand 2017) .....	61
Tabelle 14: BIP, Wirtschaftswachstum und Arbeitslosigkeit in Kalifornien, 2007-2016.....	77
Tabelle 15: Übersicht der zentralen Marktakteure .....	85
Tabelle 16: Energiespeicherziele der Stromversorger in MW.....	93
Tabelle 17: SGIP-Förderbudget und -Fördersätze für Energiespeicher.....	98
Tabelle 18: Förderanteil nach Kapazität und Speicherdauer.....	99
Tabelle 19: Erwartete Anzahl der mit dem SGIP geförderten Speicherprojekte im privaten und gewerblichen Segment.....	100
Tabelle 20: Aktuelle Entwicklungen in der kalifornischen Legislative (Stand Juli 2017).....	101
Tabelle 21: Netto-Stromerzeugung nach Energiequellen in Illinois (2015).....	117
Tabelle 22: Durchschnittliche Brutto-Strompreise nach Sektoren in Illinois (US-Cent/kWh), 2017.....	117

### III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Benzinpreise, USD pro Gallone .....	21
Abbildung 2: Heizarten in den USA nach Regionen (Stand 2014).....	22
Abbildung 3: Heizarten und eingesetzte Technologien nach Klimaregion .....	23
Abbildung 4: US-Stromerzeugung 1980 - 2040 nach Energiequelle in Mrd. kWh.....	24
Abbildung 5: US-Stromerzeugung nach Energiequelle 2016.....	25
Abbildung 6: US-Strompreise in US-Cent/kWh, nach Bundesstaat .....	26
Abbildung 7: Übersicht Renewable Portfolio Standards in den USA.....	28
Abbildung 8: Die drei Stromnetze der USA .....	29
Abbildung 9: Übersicht über die verschiedenen Netzbetreiber in den USA.....	29
Abbildung 10: Installierte Energiespeicherleistung in MW nach Bundesstaat (Stand Mai 2017).....	32
Abbildung 11: Initiativen für Energiespeicherung in den Bundesstaaten .....	37
Abbildung 12: Fördermechanismen für Solarenergie mit Batteriespeicher auf Bundesebene.....	41
Abbildung 13: Anteile der Speichertechnologien nach Nennleistung (in Betrieb und in Planung) .....	43
Abbildung 14: Geographische Verteilung elektrochemischer Energiespeicher in den USA in kW .....	46
Abbildung 15: Anteil neu installierter Energiespeicherleistung in den USA nach Technologie .....	47
Abbildung 16: Installationskosten und Preiskomponenten für PV-Anlagen und Batterien .....	48
Abbildung 17: Klassifizierung von thermischen Energiespeichertechnologien .....	50
Abbildung 18: Aufbau eines Wärme-Salzspeichers .....	52
Abbildung 19: Power-to-Gas-Nutzungspfade .....	54
Abbildung 20: Energiespeicher-Projekte in den USA.....	55
Abbildung 21: Top 10 Länder nach installierter Speicherkapazität ohne Pumpspeicher- Wasserkraftwerke.....	55
Abbildung 22: Eigenschaften und Bewertung der Anwendungen verschiedener Batterietechnologien	56
Abbildung 23: Batterien und deren Anwendungen für unterschiedliche Stakeholder .....	57
Abbildung 24: Energiespeicher-Installationen nach Leistung und Segment (MW), 2013 - Q1 2017....	59
Abbildung 25: Top 3 Energiespeichermärkte nach Segmenten in Q1 2017 (nach Kapazität).....	60
Abbildung 26: Anteil der jährlich neu installierten Kapazität nach Energiequelle in % (2010 – 2016)	62
Abbildung 27: Prozentanteil von Solarstromintegration im Verhältnis zum Abregeln (Curtailment) .	63
Abbildung 28: Kumulierte Solarkapazität nach Staaten in Q1 2017 .....	64
Abbildung 29: Leistungs- und Arbeitspreis für Unternehmen A und B .....	67
Abbildung 30: Leistungspreise nach Gebieten der Versorgungsunternehmen .....	68
Abbildung 31: Entwicklungen von Kleinsolaranlagenkapazität in MW .....	69
Abbildung 32: Übersicht von Kleinspeicher-Anbietern in den USA .....	70
Abbildung 33: Batteriekapazität für den Großspeichermarkt in GWh.....	71
Abbildung 34: Installierte Speichersysteme in den USA nach Segmenten in MW (Prognose) .....	72
Abbildung 35: Jährlicher Energiespeichermarkt in den USA nach Segmenten in Mio. USD (Prognose) .....	72
Abbildung 36: Anwendung und Wertbeitrag von Groß- und Kleinspeichern (2017 vs. 2020) .....	73
Abbildung 37: Geographische Lage und Kurzübersicht Kalifornien .....	75
Abbildung 38: Übersicht von Unicorn-Firmen (mit mindestens einer Mrd. USD bewertet) in den USA .....	76
Abbildung 39: Energievorkommen Kalifornien, 2017 .....	79
Abbildung 40: CO <sub>2</sub> -Emissionen in Kalifornien nach Sektor, 2014.....	80
Abbildung 41: CO <sub>2</sub> -Emissionen in Kalifornien nach Sektor und Quellen, 2014.....	80
Abbildung 42: Vorgegebener Zeitrahmen zur Umsetzung des AB 32 .....	81
Abbildung 43: Quellen der innerstaatlichen Energieproduktion 2016 .....	84
Abbildung 44: Wachstum der erneuerbaren Energien 1983-2016.....	84
Abbildung 45: Marktanteile der größten Versorger .....	86
Abbildung 46: Stromnetz von CAISO.....	87
Abbildung 47: Entwicklung des RPS bei den drei größten IOUs (2005-2015, Prognose 2020) .....	87

Abbildung 48: Prozesskette im Elektrizitätsmarkt.....	89
Abbildung 49: Komponenten des Strompreises der privaten Versorgungsunternehmen .....	90
Abbildung 50: Großspeicherprojekte in Kalifornien (ohne Pumpspeicher) .....	90
Abbildung 51: Politische Rahmenbedingungen und Entwicklung für Energiespeicher in Kalifornien	92
Abbildung 52: Erreichung der Energiespeicherziele der Stromversorger in MW (Stand 2016) .....	94
Abbildung 53: Kaliforniens Fortschritt bei Erreichung der RPS-Ziele .....	95
Abbildung 54: Net-Metering im Zusammenhang mit PV-Anlage und Batteriespeicher .....	96
Abbildung 55: In Anspruch genommene SGIP-Fördersummen nach Unternehmen (Stand Juli 2017)	100
Abbildung 56: Überblick des Ausbaus von Großspeicherkapazitäten in Kalifornien.....	105
Abbildung 57: US-Solarstromleistung (Stand November 2017).....	108
Abbildung 58: Preisvergleich zwischen PV und PV-plus Speicherinstallation .....	109
Abbildung 59: Umfang der bis 2025 installierten DERs.....	111
Abbildung 60: Batteriespeicherausbau im Rahmen des SCE Preferred Resource Pilots.....	111
Abbildung 61: Kategorisierung von Speicherfirmen nach strategischer Ausrichtung und Ausführung	112
Abbildung 62: Übersicht kalifornischer Firmen und Organisationen im Energiespeicherbereich.....	113
Abbildung 63: Geographische Lage und Kurzüberblick Illinois .....	115
Abbildung 64: Energievorkommen Illinois, 2017.....	116
Abbildung 65: Übertragungsnetzbetreiber in Illinois (2017).....	118
Abbildung 66: Energiespeicherprojekte in Illinois (2017) .....	120
Abbildung 67: SWOT-Analyse zum Markteintritt in den US-amerikanischen Speichermarkt .....	125
Abbildung 68: US-amerikanische Energiespeicher-Installationen nach Kapazität (in MWh).....	126
Abbildung 69: Lean Canvas Model.....	130

## IV. Abkürzungsverzeichnis

AB	Assembly Bill
ACEEE	American Council for an Energy-Efficient Economy
AEA	American Engineering Association
AEE	Association of Energy Engineers
AMS	Advanced Microgrid Solutions
ANSI	American National Standards Institute
ARPA-E	Advanced Research Projects Agency - Energy
ARRA	American Reinvestment and Recovery Act
Bcf	Billion Cubic Feet
BICEP	Business for Innovative Climate and Energy Policy
Bill.	Billion
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Brd.	Billiarde
BSCE	Business Council for Sustainable Energy
BTC	Building Technology Center
BTU	British Thermal Units
bzw.	beziehungsweise
CAISO	California Independent System Operator
CalEPA	California Environmental Protection Agency
CALSEIA	California Solar Energy Industries Association
CARB	California Air Resource Board
CCA	Community Choice Aggregator
CCSE	California Center for Sustainable Energy
CCSLE	California Contractors State License Board
CEA	California Environmental Associates
CEC	California Energy Commission
CEO	Chief Executive Officer
CESA	California Energy Storage Alliance
CGLG	Council of Great Lakes Governors
CMUA	California Municipal Utilities Association
CPP	Clean Power Plan
CPUC	California Public Utilities Commission
CSE	Center for Sustainable Energy
CSI	California Solar Initiative
CSP	Concentrated Solar Power
ct	US-Cent
D.C.	District of Columbia
d.h.	das heißt
DER	Distributed Energy Resource
DIN	Deutsche Institut für Normung e.V.
DOE	Department of Energy

DOER	Department of Energy Resources
DR	Demand Response
DRA	Demand Response Aggregator
DRP	Distribution Ressource Plan
DSIRE	Database of State Incentives for Renewables & Efficiency
EERE	Energy Efficiency & Renewable Energy
EIA	US Energy Information Administration
ELPC	Environmental Law & Policy Center
EPA	US Environmental Protection Agency
EPRI	Electric Power Research Institute
ESA	Energy Storage Associaton
ESNA	Energy Storage North America
ESP	Energy Service Provider
ESRC	Energy Storage Research Center
EU	Europäische Union
FDI	Foreign Direct Investments
FERC	Federal Energy Regulatory Commission
GACC	German American Chamber of Commerce
gal	Gallon
GE	General Electric
GELI	Growing Energy Labs, Inc.
GTAI	Germany Trade and Invest
GTM	Greentech Media
GW	Gigawatt
HB	House Bill
ICC	Illinois Commerce Commission
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IIT	Illinois Institute of Technology
IL	Illinois
Inc.	Incorporation
IOU	Investor Owned Utility
IREC	Interstate Renewable Energy Council
IRP	Integrated Resource Planning
ISO	Independent System Operators
ITC	Investment Tax Credit
ITI	Information Technology Industry Council
JCESR	Joint Center for Energy Storage Research
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
KKP	Kaufkraftparität
km	Kilometer
kVA	Kilovoltampere
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
l	Liter

LACI	Los Angeles Cleantech Incubator
LADWP	Los Angeles Department of Water & Power
LBNL	Lawrence Berkeley National Laboratory
Lkw	Lastkraftwagen
LLC	Limited Liability Company
LMP	Locational Marginal Pricing
MACRS	Modified Accelerated Cost-Recovery System
Mio.	Million
MMBtu	Millionen British Thermal Unit
Mrd.	Milliarde
Mtoe	Megatonne Öleinheit
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NASEO	National Association of State Energy Officials
NCPA	Northern California Power Agency
NERC	North American Electric Reliability Corporation
NGO	Non-Governmental Organization
NRDC	Natural Resources Defense Council
NREL	National Renewable Energy Laboratory
ÖE	Öleinheit
ORD	Office of Research and Development
ORNL	Oak Ridge National Laboratory
PG&E	Pacific Gas & Electric
Pkw	Personenkraftwagen
PLS	Permanent Load Shift
POU	Public Owned Utility
PPA	Power Purchase Agreement
PTC	Production Tax Credit
PUC	Public Utility Commission
PV	Photovoltaik
QECB	Qualified Energy Conservation Bonds
REC	Renewable Energy Credit
RfP	Request for Proposal
RGIT	Representative of German Industry and Trade
RMI	Rocky Mountain Institute
RPS	Renewable Portfolio Standard
RTO	Regional Transmission Organizations
SB	Senate Bill
SCE	Southern California Edison
SCPPA	Southern California Public Power Authority
SDG&E	San Diego Gas & Electric
SEIA	Solar Energy Industries Association
SEPA	Smart Electric Power Alliance
SFPUC	San Francisco Public Utilities Commission
SGIP	Self-Generation Incentive Program
SME	Supraleitende Magnetische Energiespeicher
SoCalGas	Southern California Gas Company

t	metrische Tonne
TCIPG	Trustworthy Cyber Infrastructure for the Power Grid
TTIP	Transatlantische Handels- und Investitionspartnerschaft
u.a.	unter anderem
u. U.	unter Umständen
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
US	United States
USBCSD	US Business Council for Sustainable Development
USD	US-Dollar
VPP	Virtual Power Plant
WGA	Western Governors' Association
Wh	Wattstunde
z.B.	zum Beispiel
ZEV	Zero Emission Vehicle

## V. Währungsumrechnung

Alle Angaben sind in US-Dollar (USD) bzw. in US-Cent (Cent) angegeben.

1 USD = 0,84914 Euro (Stand 23. August 2017)

1 Euro = 1,17753 USD (Stand 23. August 2017)<sup>1</sup>

## VI. Energie- und Mengeneinheiten

Stromeinheiten sind in Kilowattstunden (kWh) bzw. Megawattstunden (MWh) angegeben.

Die elektrische Leistung von Anlagen ist in Watt, Kilowatt (kW), Megawatt (MW) und Gigawatt (GW) angegeben.

1.000 Watt = 1 kW, 1.000 kW = 1 MW, 1.000 MW = 1 GW

Flüssigkeitsmengen z.B. von Transportkraftstoffen werden in den USA gewöhnlich in gal (Gallonen) angegeben.

1 US gal. entspricht hierbei 3,785 l (1 l = 0,264 gal)

Gasmengen werden in tausend Kubikfuß (1.000 ft<sup>3</sup>) bzw. in Millionen British Thermal Unit (MMBtu) angegeben.

1.000 ft<sup>3</sup> Erdgas entsprechen hierbei etwa 1 MMBtu (je nach Energiegehalt des Erdgases).

1.000 ft<sup>3</sup> = 28 m<sup>3</sup> ≈ 1 MMBtu

1.000 m<sup>3</sup> = 35.310 ft<sup>3</sup> ≈ 35,8 MMBtu

Die Öleinheit (ÖE) ist eine Maßeinheit für die Energiemenge, die beim Verbrennen von einem Kilogramm Erdöl freigesetzt wird. Aus praktischen Gründen wird als Basiseinheit oft „toe“ (tons oil equivalent) verwendet, also die Energiemenge aus der Verbrennung von einer Tonne Erdöl.

Mtoe (Megatonne Öleinheit): 1 Megatonne = 1 Million Tonnen

---

<sup>1</sup> Vgl. OANDA Corporation (2017): [Currency Converter](#), abgerufen 23.08.2017

## VII. Einleitung

Die vorliegende Zielmarktanalyse wurde im Rahmen der Exportinitiative Energie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) erstellt. Die Studie analysiert den Energiespeichermarkt in den USA mit Fokus auf Kalifornien und Illinois und zeigt Handlungsempfehlungen für deutsche Unternehmen auf, die an einem US-Markteintritt interessiert sind.

Die USA sind einer der weltweit führenden Märkte für Energiespeicher und Marktexperten zufolge soll der US-Speichermarkt weiterhin wachsen – sowohl im Kleinspeicher- als auch im Großspeichersegment. Greentech Media geht davon aus, dass sich der Speichermarkt bis 2022 im Vergleich zum Jahr 2016 um das Zwölfwache vergrößern wird. Prognosen zufolge soll die installierte Speicherleistung im Jahr 2022 bei 2,567 GW und das Marktvolumen bei knapp 3,2 Mrd. USD liegen.

Der US-Speichermarkt zeichnet sich durch starke regionale Unterschiede zwischen den einzelnen Staaten aus und bietet deutschen Unternehmen vor allem dort Potenziale, wo attraktive Förderprogramme für Energiespeicher in Anspruch genommen werden können und wo die Integration erneuerbarer Energien weiter vorangetrieben wird und es in der Folge eine hohe Netzpenetration von fluktuierenden, erneuerbaren Energien gibt.

Zu Beginn der Zielmarktanalyse wird im Rahmen eines Länderprofils der USA ein Einblick in das politische System und die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gegeben. In den anschließenden Kapiteln werden der Energiemarkt sowie der Speichermarkt in den USA zusammen mit verschiedenen Technologieanwendungen und Systemdienstleistungen vorgestellt. In den Fokuskapiteln zu Kalifornien und Illinois werden die politischen Rahmenbedingungen sowie die Branchenstruktur mit Projektbeispielen für Groß- und Kleinspeicher dargestellt sowie regionale Unterschiede in den Energie- und Speichermärkten verdeutlicht.

Im abschließenden Kapitel werden die Marktchancen für die deutsche Firmen analysiert und grundsätzliche Handlungsempfehlungen für einen US-Markteintritt gegeben. Abgerundet wird die Zielmarktanalyse mit Profilen wichtiger Marktakteure im US-Markt.

# 1. Länderprofil und Zielmarkt

Die USA sind ein großes, rohstoffreiches Land, dessen Territorium sehr gut erschlossen ist. Mit ca. 9,06 Mio. km<sup>2</sup> haben die USA etwa die 25-fache Größe Deutschlands und sind damit das flächenmäßig drittgrößte Land der Welt nach Kanada und Russland.<sup>2</sup> Trotz einer Einwohnerzahl von mehr als 321 Mio. (Stand 2016) ist die Bevölkerungsdichte aufgrund der Größe des Landes mit 33 Einwohnern pro km<sup>2</sup> relativ gering.<sup>3</sup> Deutschland hat im Vergleich dazu eine Bevölkerungsdichte von 229 Einwohnern pro km<sup>2</sup>.<sup>4</sup> Hauptstadt der USA ist Washington, D.C. an der Ostküste.

Obwohl es keine festgelegte Amtssprache in den USA gibt, werden alle amtlichen Schriftstücke und Gesetzestexte auf Englisch verfasst. Durch die verstärkte Immigration lateinamerikanischer Bevölkerungsgruppen in den vergangenen Jahren stellen diese nun rund 17,6% der Gesamteinwohnerzahl (Stand 2015).<sup>5</sup> Infolgedessen steigt die Verbreitung der spanischen Sprache sowohl in der Gesellschaft allgemein als auch in der Wirtschaft. Zum Beispiel sind sowohl Produktetiketten als auch Gebrauchsanleitungen oft zweisprachig – in Englisch und Spanisch. Auch Kundendienste von verschiedenen Firmen werden verstärkt in beiden Sprachen angeboten<sup>6</sup> und manche Werbeplakate sind auf die spanischsprachige Bevölkerung abgestimmt.

## 1.1. Politischer Hintergrund

Die USA können sich auf eine 200-jährige demokratische Tradition mit politischer und gesellschaftlicher Stabilität berufen. Das Land hat ein präsidentiales, föderales Regierungssystem mit zwei starken politischen Parteien: die Demokraten und die Republikaner. Während sich die Demokraten als progressiv bezeichnen und dem Staat eine größere Rolle einräumen, stehen die Republikaner verstärkt für eine freie Marktwirtschaft und konservative Werte. Die Regierung beruht auf drei unabhängigen Säulen, die sich gegenseitig kontrollieren. An der Spitze der Exekutive steht ein gewählter Präsident, dessen Amtszeit vier Jahre beträgt und der nur einmal wiedergewählt werden kann. Die Legislative, auch Kongress genannt, besteht aus zwei Kammern (dem Senat und dem Repräsentantenhaus), die sich aus den gewählten Repräsentanten der 50 Bundesstaaten zusammensetzen. Die Legislative hat nicht nur die Entscheidungsgewalt über die Gesetze, sondern auch über das Budget. Die Judikative ist föderal aufgebaut und der Oberste Gerichtshof steht an ihrer Spitze.<sup>7</sup>

Das politische System der USA unterscheidet sich dabei von denen vieler europäischer Länder. Obwohl die zentrale Regierung der USA besonders in den außenpolitischen Bereichen oder der nationalen Verteidigung uneingeschränkte Befugnisse genießt, muss sie ihre Macht in anderen Bereichen mit den einzelnen Bundesstaaten teilen. Darunter fallen vor allem die Themen Besteuerung, Gesetzesvorschriften und Subventionen, die dadurch in jedem Staat oder sogar Landkreis unterschiedlich sein können. Darüber hinaus sind die Repräsentanten im Kongress ihren jeweiligen Bundesstaaten bzw. Wahlbezirken gegenüber verantwortlich, nicht ihrer Partei. Aus diesem Grund gibt es keine Fraktionstreue, wie es bei parlamentarischen Systemen normalerweise der Fall ist.

Die USA sind unterteilt in 50 Bundesstaaten, die wiederum in über 3.000 Landkreise (Counties) untergliedert sind. In diesen Landkreisen befinden sich Städte und Gemeinden (Municipalities, Cities/Communities), die alle über bestimmte Steuer- und Rechtshoheiten verfügen. Städte, vor allem, wenn sie größer sind, können unabhängig von Counties sein bzw. mehrere dieser umfassen. Dies spielt besonders für die Unternehmen eine Rolle, die sich nicht nur auf den reinen Export in die USA

<sup>2</sup> Vgl. GTAI (2016): [Wirtschaftsdaten Kompakt USA](#), abgerufen am 09.05.2017

<sup>3</sup> Vgl. CIA Factbook (2016): [The World Factbook](#), abgerufen am 09.05.2017

<sup>4</sup> Vgl. Bundeszentrale für politische Bildung (2011): [Bevölkerungsentwicklung](#), abgerufen am 09.05.2017

<sup>5</sup> Vgl. US Census Bureau (2015): [Population](#), abgerufen am 09.05.2017

<sup>6</sup> Vgl. USA.gov (2017): [Learn About the United States of America](#), abgerufen am 09.05.2017

<sup>7</sup> Vgl. Bundeszentrale für politische Bildung (kein Datum): [Dossier USA](#), abgerufen am 09.05.2017

beschränken, sondern eigene Geschäftseinheiten und Produktionsstätten in den USA aufbauen. In manchen Bundesstaaten wird die Höhe der Umsatzsteuer (Sales Tax) durch die County-Regierung bestimmt.

Im Januar 2017 wurde Donald Trump als 45. Präsident der USA eingeschworen und es hat nach der achtjährigen Amtszeit von Barack Obama ein Regierungswechsel von Demokraten zu Republikanern stattgefunden.

## 1.2. Wirtschaft, Struktur und Entwicklung

Das Wirtschafts- und Finanzsystem der USA ist durch unternehmerische Initiative und Freihandel gekennzeichnet. Die folgende Tabelle 1 bietet eine Übersicht über die grundlegenden Daten der amerikanischen Wirtschaft.

**Tabelle 1: Wirtschaftsdaten USA, 2015<sup>8</sup>**

	Kennzahlen
<b>Bevölkerung</b>	321,6 Mio.
<b>Hauptstadt</b>	Washington, D.C.
<b>Korrespondenzsprachen</b>	Englisch Spanisch
<b>BIP (nominal)</b>	18,03 Brd. USD
<b>BIP pro Kopf (nominal)</b>	56.084 USD
<b>Bevölkerungswachstum</b>	0,8%
<b>Arbeitslosenquote</b>	5,3%
<b>Staatsverschuldung</b>	105,8% des BIP, brutto
<b>Währungsreserven</b>	39,4 Mrd. USD
<b>Warenimport (FOB)<sup>9</sup></b>	2.306,8 Mrd. Euro
<b>Davon aus Deutschland (FOB)</b>	114 Mrd. Euro (4,94%)
<b>Warenexport</b>	1.503,9 Mrd. Euro
<b>Davon nach Deutschland</b>	59,6 Mrd. Euro (3,96%)

Quelle: Eigene Darstellung nach CIA Factbook (June 2016): [USA und GTAI](#) (November 2016): [Wirtschaftsdaten Kompakt USA](#) (Download als Broschüre), abgerufen am 09.05.2017

Mit einem nominalen BIP von 18,56 Brd. USD in 2016 sind die USA weiterhin die mit Abstand größte Volkswirtschaft der Welt.<sup>10</sup> Als Nation haben die USA einen ausgeprägten Dienstleistungssektor, der rund 79,5% zum BIP beiträgt. Der Industriesektor erwirtschaftet ca. 19,4% und die Landwirtschaft etwa 1,1% des BIP (Stand 2016).<sup>11</sup>

<sup>8</sup> Vgl. GTAI (2016): [Wirtschaftsdaten Kompakt USA](#), abgerufen am 27.02.2017

<sup>9</sup> „FOB“ bedeutet „Free On Board“ (frei an Bord) für das Schiff im Hafen der Verschiffung und ist eine internationale Handelsklausel (Incoterm): Der Verkäufer liefert die Ware an Bord des vom Käufer benannten Schiffs im Verschiffungshafen oder verschifft die bereits so gelieferte Ware. Die Incoterms werden in verschiedenen Statistiken verwendet. In der Außenhandelsstatistik wird für die Ausfuhren immer der FOB-Wert, für Einfuhren immer der CIF-Wert angegeben. Vgl. Incoterms (2010): [FOB-Klausel](#), abgerufen am 09.05.2017

<sup>10</sup> Vgl. CIA Factbook (2017): [GDP](#), abgerufen am 16.05.2017

<sup>11</sup> Vgl. CIA Factbook (2017): [USA](#), abgerufen am 10.05.2017

### 1.3. Aktuelle wirtschaftliche Lage

Das reale Bruttoinlandsprodukt (BIP) stieg, nach den Einschätzungen des Bureau of Economic Analysis, im vierten Quartal von 2016 mit einer Jahresrate von 2,1%. Im ersten Quartal dieses Jahres stieg das reale BIP um 0,7%.<sup>12</sup> Hoffnungen auf ein Anhalten der positiven Konjunktorentwicklung beruhen auf einer gestiegenen Konsum- und Investitionsbereitschaft sowie der weiterhin unterstützenden Rolle der Geldpolitik.

Insbesondere das unterstützende Umfeld der Finanzmärkte hilft, die Haushaltsbilanz zu verbessern und das Konsumwachstum zu stärken.<sup>13</sup> Mittelfristige Besserung könnten durch Investitionen in die Infrastruktur begünstigt werden. Von zentraler Bedeutung für die weitere Entwicklung bleibt die Lage am Arbeitsmarkt. Dieser lieferte zuletzt gleichbleibende Signale. 2016 lag die Arbeitslosenquote bei 4,7%.<sup>14</sup>

#### Außenhandel

In den letzten Jahrzehnten haben Exporte zu rund einem Viertel des Wirtschaftswachstums des Landes beigetragen. Neben Deutschland und China zählen die USA zu den größten Exporteuren von Waren weltweit. Das Jahr 2016 schlossen die Vereinigten Staaten dennoch mit einem Handelsdefizit in Höhe von 503,3 Mrd. USD ab.<sup>15</sup> Die durch die Obama-Administration im Jahr 2010 initiierte „National Export Initiative“ sah vor, die US-Exporte bis zum Jahr 2015 zu verdoppeln. Hierbei sollten insbesondere kleine und mittelständische Betriebe unterstützt werden.<sup>16</sup> Dieses Ziel konnte nur bedingt erreicht werden, dennoch befinden sich die US-Exporte seit der Finanzkrise im Aufschwung; von 2009 bis 2014 stieg der Export aller Industriegüter von 1,05 Bill. USD auf 1,63 Bill. USD an, im Jahr 2015 und 2016 fielen die Güterexporte wieder auf insgesamt 1,50 Bill. USD bzw. 1,45 Bill. USD.<sup>17</sup>

#### Wirtschaftliche Beziehungen zu Deutschland

Deutschland und die USA sind füreinander sehr wichtige Handelspartner. Die USA sind der wichtigste Handelspartner Deutschlands außerhalb der EU und gleichzeitig ist Deutschland der wichtigste Handelspartner der USA innerhalb der EU.

Die USA sind für Anleger eine beliebte Zielregion, da das Investitionsklima nahezu einzigartig auf der Welt ist. Laut dem Delegierten der Deutschen Wirtschaft (Representative of German Industry and Trade, RGIT) sind 4.725 deutsche Unternehmen in den USA aktiv. Im Jahr 2014 beschäftigten diese dort direkt 670.000 Mitarbeiter.<sup>18</sup> Deutschland ist einer der größten Investoren in den Vereinigten Staaten und deutsche Firmen hatten bis Ende 2015 insgesamt etwa 255 Mrd. USD in den USA investiert. Darunter wurden rund 19 Mrd. USD im Bereich Chemie und 43,7 Mrd. USD im Bereich Transportequipment investiert.<sup>19</sup>

Durch die seit dem Jahr 2007 bestehende Rahmenvereinbarung zur Vertiefung der transatlantischen Wirtschaftsintegration (Framework for Advancing Transatlantic Economic Integration) zwischen den USA und der EU, die u.a. Abbau und Beseitigung von Handelshemmnissen im transatlantischen Handel vorsieht, bieten sich zusätzliche Chancen. Ausgeführte Güter von deutschen KMUs stellen insgesamt rund 28% des gesamten Exportwertes Deutschlands dar.<sup>20</sup> Dabei bestehen auf beiden Seiten nach wie vor Handelshemmnisse, die vor allem für kleinere Unternehmen eine Exportbarriere darstellen können. Im Februar 2013 begannen deshalb Diskussionen zur Einführung eines umfassenden Handels- und Investitionsabkommens. Die Transatlantische Handels- und Investitionspartnerschaft (Transatlantic Trade

<sup>12</sup> Vgl. US Bureau of Economic Analysis (2017): [Bureau of Economic Analysis](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>13</sup> Vgl. IMF (2017): [World Economic Outlook](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>14</sup> Vgl. CIA Factbook (2017): [Unemployment Rate](#), abgerufen am 16.05.2017

<sup>15</sup> Vgl. US Census Bureau (2016): [US International Trade in Goods and Services](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>16</sup> Vgl. US Department of Commerce (2010): [The Export Promotion Cabinet's Plan for Doubling US Exports in Five Years](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>17</sup> Vgl. International Trade Administration (2017): [2016 Exports of NAICS Total All Merchandise](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>18</sup> Vgl. RGIT (2017): [German-American Trade, Investment, and Jobs](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>19</sup> Vgl. US Bureau of Economic Analysis (2015): [Foreign Direct Investment in the United States](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>20</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt – [The economic importance of SMEs in Germany \(2014\)](#), abgerufen am 16.05.2017

and Investment Partnership, TTIP) soll Unternehmen durch reduzierte Zölle und die Vereinfachung von Zertifizierungsverfahren den Export für neue Produkte erleichtern.<sup>21</sup> Nach der Wahl von Donald Trump zum 45. Präsidenten der USA und der Entscheidung Großbritanniens zugunsten eines Austritts aus der EU erwartet die EU-Kommission jedoch vorerst keine weiteren Verhandlungen mit den USA.

Der Warenhandel zwischen den USA und Deutschland hatte im Jahr 2016 ein Gesamtvolumen von 163,59 Mrd. USD, wobei Deutschland aus den USA Waren im Wert von 49,36 Mrd. USD und die USA Waren im Wert von 114,23 Mrd. USD aus Deutschland importierte.<sup>22</sup> Kfz und -Teile (28%), Maschinen (19,4%), chemische Erzeugnisse (18,1%), Elektrotechnik (6,5%) und Mess-/Regeltechnik (5,0%) stellen insgesamt die bedeutendsten deutschen Exportkategorien dar (Stand 2015).<sup>23</sup>

## Wirtschaftsförderung

In den USA gibt es keine mit Deutschland vergleichbaren Wirtschaftsförderprogramme auf Bundesebene. Stattdessen wird Wirtschaftsförderung hauptsächlich durch die einzelnen Bundesstaaten betrieben. Hierbei verwalten die Bundesstaaten individuelle Förderfonds. Bewerber können u. U. neben den Barmitteln aus den Förderfonds auch auf kommunale Mittel zurückgreifen. Auf regionaler Ebene gibt es zudem zusätzliche Förderprogramme in Form von Fonds, die von einem kommunalen Verbund aufgebracht werden.

Zusätzliche Fördermaßnahmen werden u.a. durch Steuernachlässe oder sonstige Vergünstigungen, wie z.B. Ermäßigungen beim Kauf von Grundstücken ermöglicht. Sowohl die Höhe der Mittel und Vergünstigungen als auch die Regelungen zur Gewährung fallen in den verschiedenen Bundesstaaten unterschiedlich aus. Grundsätzlich werden die Entscheidungen auf Projektbasis gefällt. Bei Ausschreibungen für ein konkretes Projekt stimmen somit bundesstaatliche, regionale und kommunale Förderverbände gemeinsam über die gewährten Fördermittel ab.

## 1.4. Markteintrittsbedingungen für deutsche Unternehmen

Die USA sind für Anleger eine beliebte Zielregion, da das Investitionsklima nahezu einzigartig auf der Welt ist. Prinzipiell sind die Bevölkerung und die Märkte offen für neue Produkte, Ideen und Investitionen.

Als größter Binnenmarkt der Welt bieten die USA für deutsche Unternehmen im Bereich Nachhaltigkeit viele Chancen, aber auch Hindernisse, die beim Markteinstieg zu beachten sind. Angefangen mit der Größe des Marktes und den daraus resultierenden logistischen Anforderungen sehen sich deutsche Unternehmen mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert.

Häufig unterscheiden sich die Bedürfnisse der Verbraucher zwischen Ländern und Kulturen, sodass Produkte und Marketingstrategien oftmals angepasst werden müssen. Wie in Kapitel 6.2 später noch detailliert dargestellt, sind deutsche Unternehmer stärker an technischen Details interessiert und tendieren dazu, vor Entscheidungen alle Eventualitäten und Möglichkeiten zu analysieren. Amerikaner sind oft schneller in der Entscheidungsfindung und tendieren bei der Produktwahl zum Praktischen. Vereinfacht lässt sich sagen, dass für deutsche Unternehmen die Fakten zählen, während für amerikanische Unternehmen oftmals die Produktpräsentation eine entscheidende Rolle spielt.

Neben den kulturellen Unterschieden existieren in den USA auch Unterschiede im Vertrags- und Haftungsrecht sowie bei technischen Standards. Teilweise unterscheiden sich diese Regelungen auch zwischen den einzelnen Bundesstaaten. Unternehmen, die in den USA tätig sind, sollten sich umfassend über die entsprechende Rechtslage auf nationaler und regionaler Ebene informieren, um sich gegen etwaige Regressansprüche abzusichern.

---

<sup>21</sup> Vgl. High Level Working Group on Jobs and Growth (2013): [Final Report](#), abgerufen am 16.05.2017

<sup>22</sup> Vgl. US Census Bureau: [Trade Highlights \(2016\)](#), abgerufen am 16.05.2017

<sup>23</sup> Vgl. GTAI (2016): [Wirtschaftsdaten Kompakt USA \(Download als Broschüre\)](#), abgerufen am 10.05.2017

Das American National Standards Institute (ANSI), welches auch Mitglied der International Organization for Standardization und der International Electrotechnical Commission (IEC) ist, entwickelt und koordiniert freiwillige Standards in den Vereinigten Staaten. Dieses Institut hat bereits über 250 Standard-Entwicklungsorganisationen akkreditiert und ermöglicht den Zugriff auf mehr als 10.000 Standards.<sup>24</sup> Als deutsches Pendant zum ANSI kann das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) angesehen werden. Neben den ANSI-Standards gibt es ca. 800 weitere Standards, auf die sich Hersteller beziehen können. Zudem müssen Exporteure nationale und staatliche Gesetze und Vorschriften beachten.

Auch bei Importen von deutschen Produkten in die USA muss darauf geachtet werden, dass in den USA in gewissen Bereichen immer noch Handelshemmnisse bestehen, sogenannte Local Content Requirements (Buy America). Zum Beispiel muss bei öffentlichen Projekten der Stahl aus den USA stammen, auch wenn Ausnahmen möglich sind. Durch das internationale Abkommen The Plurilateral Agreement on Government Procurement sind Deutschland und andere EU-Staaten von der sogenannten Buy-American-Klausel unter bestimmten Gegebenheiten ausgenommen.<sup>25</sup> Eine weitere Marktbarriere stellen die Zölle auf ausländische Produkte dar. Diese sind sehr produkt- und teilespezifisch und können daher variieren.<sup>26</sup> Unternehmen sollten also genau abwägen, welche Produkte sie in die USA exportieren und welche sie besser vor Ort herstellen.

Im Vergleich zu anderen Ländern sind die rechtlichen Markteintrittsbarrieren für ausländische Firmen verhältnismäßig gering. In einigen Industrien sind jedoch z.B. ausländische Direktinvestitionen (Foreign Direct Investments, FDIs) aus Staatssicherheitsgründen explizit verboten oder in Einzelfällen beschränkt (z.B. militärisches Beschaffungswesen oder Bergbau).

Eine Niederlassung in den USA eröffnet durch Freihandelsabkommen zwischen den USA und 20 anderen Staaten Zugang zu diversen anderen internationalen Märkten: Australien, Bahrain, Kanada, Chile, Kolumbien, Costa Rica, Dominikanische Republik, El Salvador, Guatemala, Honduras, Israel, Jordanien, Korea, Mexiko, Marokko, Nicaragua, Oman, Panama, Peru und Singapur.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> Vgl. American National Standards Institute (ANSI) (2017): [Company Overview](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>25</sup> Vgl. World Trade Organization (2014): [Parties and Observers to the GPA](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>26</sup> Vgl. US International Trade Commission (2014): [Harmonized Tariff Schedule \(2014\)](#), abgerufen am 10.05.2017

<sup>27</sup> Vgl. Office of the United States Trade Representative (2017): [Trade Agreements](#), abgerufen am 10.05.2017

## 2. Energiemarkt in den USA

Der Energieverbrauch der USA beträgt knapp ein Fünftel des weltweiten Primärkonsums und ist damit um fast ein Drittel höher als der Primärkonsum der gesamten EU. Im Vergleich zu Deutschland weisen die USA einen deutlich höheren Primär-Pro-Kopf-Verbrauch auf. Der fast doppelt so hohe Pro-Kopf-Konsum ist u.a. der intensiveren Nutzung von elektrischen Heizungen und Klimaanlage geschuldet. Die Ursachen für die hohe Nachfrage an Wärme- bzw. Kältere regulierung sind extremere klimatische Bedingungen sowie schlechtere Gebäudeisolierungen. Ein weiterer Grund sind die relativ niedrigen Energiekosten, die sowohl im industriellen als auch privaten Konsum die Anreize zur Energieeinsparung reduzieren. Auch die intensivere Nutzung des Pkws statt des öffentlichen Personenverkehrs spielt im hohen Energieverbrauch eine Rolle.<sup>28</sup> Jedoch verzeichnen die USA seit mehreren Jahren einen sinkenden Pro-Kopf-Energieverbrauch (Tabelle 2), was u.a. auf die Förderung energieeffizienter Technologien sowie kraftstoffsparende Fahrzeuge zurückgeführt werden kann. Die US-Energy Information Administration (EIA) erwartet, dass der Pro-Kopf-Konsum bis mindestens 2030 weiter fallen wird.<sup>29</sup>

**Tabelle 2: Primärenergie-Verbrauch pro Kopf im Vergleich (kg Erdöläquivalent), 2005 – 2015**

Land	2005	2010	2015	% Veränderung, 2005-2015
Deutschland	4.087	3.997	3.818	-6,57%
Europäische Union	3.615	3.420	3.208	-11,25%
USA	7.846	7.161	6.790	-13,47%

Quelle: Eigene Darstellung nach The World Bank (2017): [Energy use](#), abgerufen am 29.06.2017

Die Aufteilung des Endverbrauchs nach den vier Sektoren Industrie, Handel und Dienstleistungen, Haushalte und Transport ist vergleichbar mit Deutschland. Während in Deutschland der Verbrauch des Transportsektors den der Industrie leicht überholt hat,<sup>30</sup> geht in den USA der größte Anteil an den Industriesektor, dicht gefolgt vom Transportsektor. Im Jahr 2016 verbrauchte der Industriesektor fast ein Drittel der Energie in den USA.<sup>31</sup>

**Tabelle 3: Energieverbrauch nach Sektoren**

Gesamtverbrauch in 2016	Billionen BTU	Prozent
Haushalte	20.413	21,0%
Handel & Dienstleistungen	18.214	18,7%
Industrie	30.841	31,7%
Transport	27.925	28,7%

Quelle: Eigene Darstellung nach EIA (2017): [Monthly Energy Review](#), abgerufen am 29.06.2017

Die Energiepreise sind weitaus niedriger als in Deutschland. Die Strom-, Gas- und Treibstoffpreise unterscheiden sich in den einzelnen Bundesstaaten, da sie von unterschiedlichen Steuersätzen, Regulierungen zu Abgasemissionen und Marktgegebenheiten beeinflusst werden.<sup>32</sup> Abbildung 1 stellt exemplarisch für die günstigen Energiepreise in den USA die Benzinpreise zwischen Juli 2016 und Juni 2017 in verschiedenen Regionen der USA dar. Daraus ist zu ersehen, dass z.B. Kalifornien und die Westküste höhere Benzinkosten aufweisen. Diese sind allerdings im Vergleich zu deutschen Preisen gering: 3 USD/Gallone entsprechen 0,79 USD/Liter.

<sup>28</sup> Geschuldet durch größere Entfernungen (die USA sind in ihrer Fläche ca. 27x so groß wie Deutschland) und eine geringere Bevölkerungsdichte.

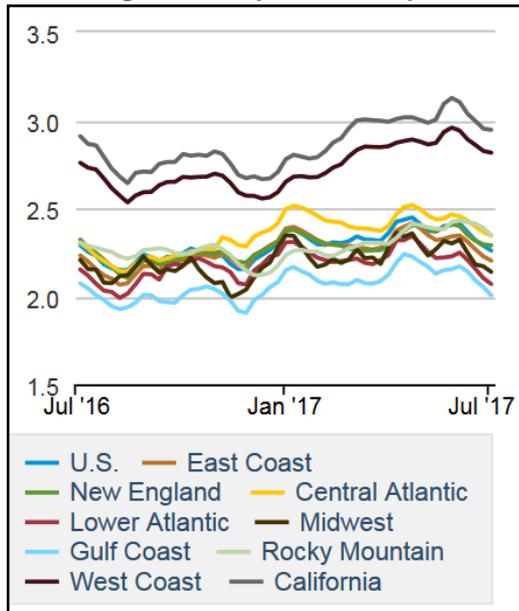
<sup>29</sup> Vgl. EIA (2016): [Annual Energy Outlook](#) Seite MT-5, abgerufen am 29.06.2017

<sup>30</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2017): [Energieverbrauch nach Energieträgern, Sektoren und Anwendungen](#), abgerufen am 26.06.2017

<sup>31</sup> Vgl. EIA (2017): [Monthly Energy Review, Energy Consumption by Sector](#), abgerufen am 29.06.2017

<sup>32</sup> Vgl. EIA (2017): [Factors Affecting Gasoline Prices](#), abgerufen am 27.06.2017

Abbildung 1: Benzinpreise, USD pro Gallone



Quelle: Vgl. EIA (2017): [Gas and Diesel Fuel Update](#), abgerufen am 29.06.2017

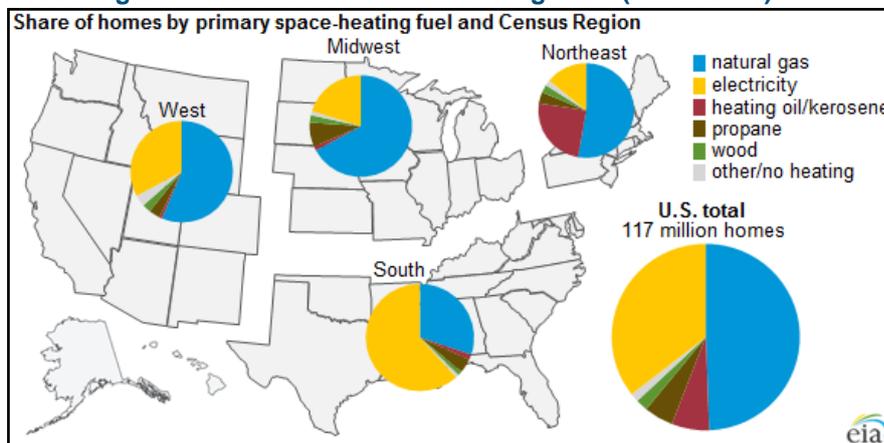
Strompreise variieren ebenfalls nach Region und werden in Kapitel 2.2 näher behandelt.

## 2.1. Wärmemarkt

Das Heizen und Kühlen von Gebäuden sowie die Warmwasserbereitung machen knapp ein Drittel des Stromverbrauchs in US-amerikanischen Haushalten aus.<sup>33</sup> Die Integration erneuerbarer Energien in den Wärmemarkt kann zukünftig eine wichtige Rolle dabei spielen, um von Preisschwankungen fossiler Energien wie Öl und Gas unabhängig zu werden und Emissionen zu reduzieren.<sup>34</sup> Dies ist eine große Herausforderung, da der Wärmemarkt in den USA dezentral organisiert ist. Aufgrund fehlender Marktintegration kommt es je nach Region zu unterschiedlichen Heizarten und Preisen.<sup>35</sup>

In 40% der Haushalte wird Gas zur Gebäudeheizung eingesetzt. Strom macht einen Anteil von 38% aus.<sup>36</sup> Die Heizarten und Energiequellen (siehe Abbildung 2) unterscheiden sich regional stark:<sup>37</sup> Da im Süden die Winter eher mild sind, ist der Heizbedarf relativ gering und die Mehrzahl der Häuser hat keine eingebaute Heizung. Viele Haushalte nutzen mobile Elektroheizungen in kälteren Tagen. In dieser Region dominiert Strom als Energiequelle zum Heizen und Kühlen. In den anderen drei Regionen ist Gas die vorherrschende Energiequelle. Öl, Propan und Holz werden nur wenig zum Heizen eingesetzt.

**Abbildung 2: Heizarten in den USA nach Regionen (Stand 2014)**



Quelle: Vgl. U.S. Energy Information Administration (2015): [Less severe weather means lower expected household heating bills this winter](#), abgerufen am 12.06.2017

Entsprechend der Heizarten unterscheiden sich auch die eingesetzten Technologien (siehe Abbildung 3). Gasbrenner herrschen als Technologie für die Gebäudebeheizung vor. Eine Ausnahme stellt die südöstliche Region mit einem subtropischen Klima dar, sodass sich dort – falls Heizungen überhaupt eingesetzt werden – elektrische Stromheizungen besser eignen.<sup>38</sup>

<sup>33</sup> Vgl. EIA (2017): [How is electricity used in U.S. homes?](#), abgerufen am 12.06.2017

<sup>34</sup> Vgl. EPA (2017): [Renewable Heating and Cooling](#), abgerufen am 12.06.2017

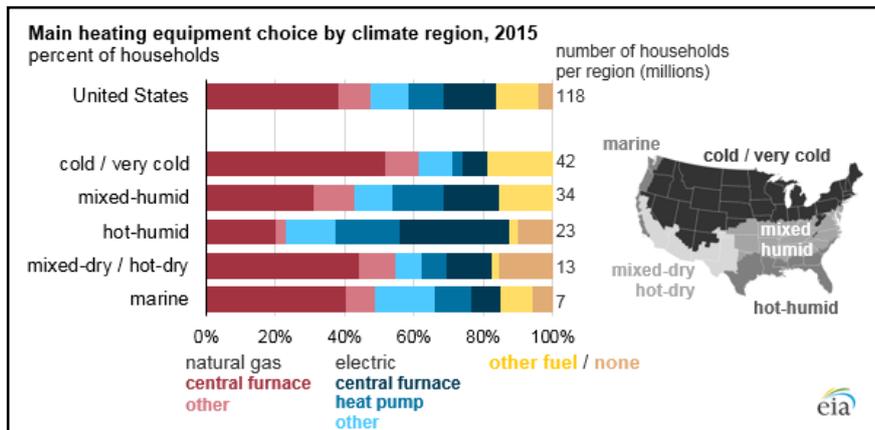
<sup>35</sup> Vgl. Energy Comment (2014): [Der amerikanische Heizungsmarkt](#), abgerufen am 12.06.2017

<sup>36</sup> Vgl. EIA (2017): [What's New in How We Use Energy at Home](#), abgerufen am 12.06.2017

<sup>37</sup> Vgl. EIA (2015): [Less severe weather means lower expected household heating bills this winter](#), abgerufen am 12.06.2017

<sup>38</sup> Vgl. EIA (2017): [US households' heating equipment choice are diverse and vary by region](#), abgerufen am 12.06.2017

**Abbildung 3: Heizarten und eingesetzte Technologien nach Klimaregion**



Quelle: Vgl. EIA (2017): [U.S. households' heating equipment choices are diverse and vary by climate region](#), abgerufen am 26.06.2017

Als allgemeiner Trend im privaten Wärmesektor kann festgehalten werden, dass immer mehr elektrische Heizungen installiert werden. Neben den primären Wärmequellen (siehe Abbildung 2) nutzen gut ein Drittel der US-amerikanischen Haushalte zusätzliche Systeme – sogenannte sekundäre Wärmequellen – zum Heizen. Tragbare elektrische Heizungen machen einen Anteil von 48% an sekundären Wärmequellen aus.<sup>39</sup> Grundsätzlich zeichnet sich der Trend zu einer Elektrifizierung des Wärmemarkts ab, was eine stärkere Sektorenkopplung von Wärme- und Energiemarkt voraussetzt. Energiespeicherung spielt im Zusammenhang mit der Sektorenkopplung und der Integration erneuerbarer Energien in dem Wärmemarkt eine wichtige Rolle, was zukünftige Potenziale für thermische und elektrochemische Energiespeicherung bietet (siehe Kapitel 3.3.2).<sup>40</sup> Außerdem kann die Power-to-Gas-Technologie mit dem Wärmemarkt kombiniert werden (siehe Kapitel 3.3.5), sodass „grünes Gas“ mit Hilfe chemischer Prozesse aus erneuerbaren Energien erzeugt und in die bestehende Gasinfrastruktur eingespeist werden könnte.<sup>41</sup>

Auch die Kühlung spielt in privaten Haushalten eine wichtige Rolle. In den USA besitzen 77 Mio. Haushalte (65%) eine Klimaanlage (Stand 2015), was im Vergleich zu 66 Mio. Haushalten im Jahr 2009 einen Anstieg von 6 Prozentpunkten darstellt. Obwohl Klimaanlagen grundsätzlich in Haushalten immer geläufiger sind, wird die Installation insbesondere von Neubauten bestimmt. So sind in mehr als 80% der seit 2000 gebauten Gebäude Klimaanlagen installiert.<sup>42</sup> Obwohl die neuen Technologien zum Heizen und Kühlen grundsätzlich bessere Energieeffizienzen aufweisen, ist der Wärmebedarf im privaten Gebäudesektor vom sogenannten Rebound-Effekt geprägt. Dies bedeutet, dass Effizienzsteigerungen im Gebäudesektor durch einen erhöhten Energiebedarf von Neubauten wieder zunichtegemacht werden. Die treibenden Faktoren sind dabei der Einsatz von Klimaanlagen und die größere Wohnfläche in neuen Gebäuden. Die Potenziale im privaten Wärmemarkt liegen ähnlich wie in Deutschland in der technologischen Modernisierung privater Heizungen, die allerdings in den USA meistens mit Warmluft – und nicht wie in Deutschland mit Wasser – betrieben werden.<sup>43</sup>

Im gewerblichen Sektor entfällt knapp die Hälfte (ca. 10 Brd. BTU) des Wärmeenergie-Bedarfs auf das Heizen, die Warmwasserbereitung sowie das Kühlen und die Klimatisierung von Gebäuden. Nach Schätzungen der U.S. Energy Information Administration wird der hohe Bedarf an Wärmeenergie auch langfristig (Prognosezeitpunkt 2040) bestehen bleiben.<sup>44</sup> Im Zusammenhang mit der Integration erneuerbarer Energien besteht auch im gewerblichen Sektor großes Potenzial für Wärme- und Kältespeicher. Der technologische Status quo und einige US-amerikanische Referenzprojekte sind genauer in Kapitel 3.3.4 beschrieben.

<sup>39</sup> Vgl. EIA (2017): [What's New in How We Use Energy at Home](#), abgerufen am 26.06.2017

<sup>40</sup> Vgl. Azo Cleantech (2016): [Thermal Energy Battery Technology](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>41</sup> Vgl. Energiate (2017): [Gasbranche: Power-to-Gas schlägt Vollelektrifizierung](#), abgerufen am 29.06.2017

<sup>42</sup> Vgl. EIA (2017): [What's New in How We Use Energy at Home](#), abgerufen am 12.06.2017

<sup>43</sup> Vgl. Energy Comment (2014): [Der amerikanische Heizungsmarkt](#), abgerufen am 12.06.2017

<sup>44</sup> Vgl. EIA (2017): [Annual Energy Outlook 2017](#), abgerufen am 26.06.2017

## 2.2. Strommarkt: Verbrauch und Preise

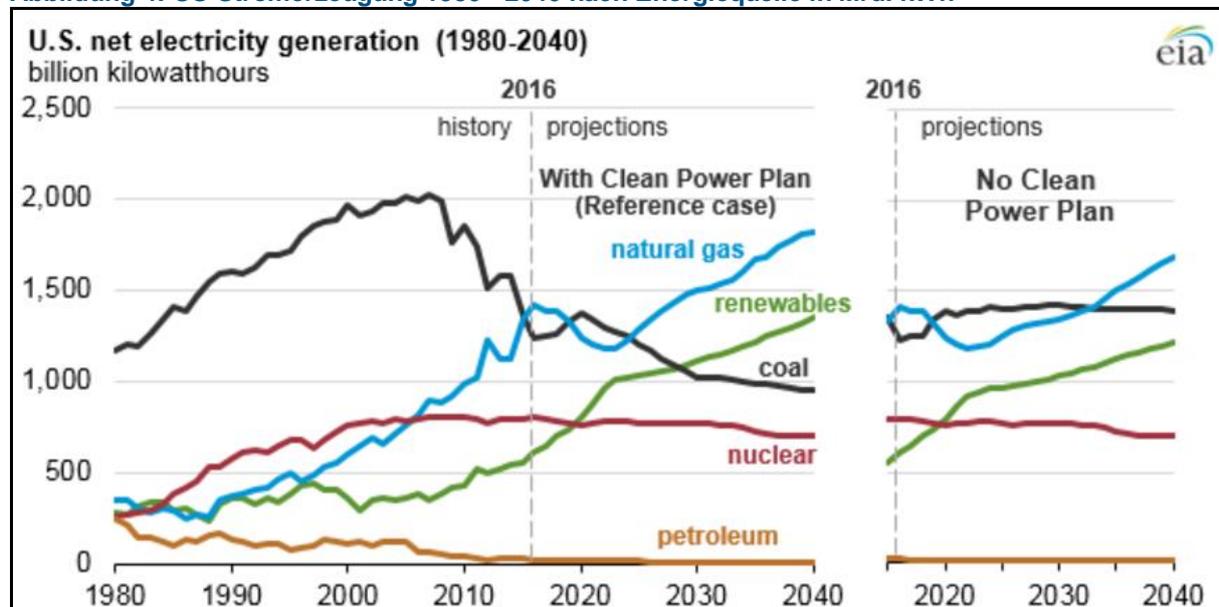
Im Folgenden wird auf den Strommarkt der USA eingegangen, da dieser für das Thema Energiespeicher besonders relevant ist. Auf andere Sektoren der Energieindustrie wird nicht weiter eingegangen.

### Erzeugung und Verbrauch

Die installierte Gesamtleistung in den USA beträgt aktuell rund 1.185 GW.<sup>45</sup> In 2016 verzeichneten die USA mit 27 GW den größten Leistungszubau seit dem Jahr 2012. Auch der Strommix hat sich in den letzten Jahren verändert. Während der letzten 15 Jahre betrug der Zuwachs an Erdgas insgesamt 228 GW. Von 2002 bis 2006 überwog der Erdgasanteil am Leistungszubau deutlich mit über 90% in 2002 und noch rund 70% in 2006. Seit 2007 kam ein bedeutender Anteil erneuerbarer Energien hinzu. In 2016 betrug der Anteil erneuerbarer Energien an der Neuleistung 60% (überwiegend Wind und Solar). Dabei war der Anteil von Erdgas mit 33% vergleichsweise niedrig. Die Nachfrage nach erneuerbaren Energien entstand u.a. durch die Stilllegung von Kohlekraftwerken und veralteten Gaskraftwerken während der letzten Jahre. Seit 2002 wurden mehr als 53 GW Kohle und 54 GW Gas stillgelegt. Hauptsächlich betroffen waren vergleichsweise kleine, alte und ineffiziente Kraftwerke.<sup>46</sup> Die Nachfrage nach erneuerbaren Energien war zwischen 2007 und 2010 auch politisch-ökonomisch motiviert, um historisch stark fluktuierende und hohe Gaspreise abzufangen.

Der Strombedarf in den USA wurde auch in 2016 hauptsächlich durch Kohle und Erdgas gedeckt. 14,9% des Stroms wurden durch Erneuerbare-Energie-Anlagen erzeugt, wovon Wasserkraft mit 6,5% den höchsten Anteil beisteuerte. 8,4% wurden von anderen erneuerbaren Energietechnologien wie Biomasse (1,5%), Geothermie (0,4%), Solar (0,9%) und Wind (5,6%) erzeugt.<sup>47</sup> Der Anteil der erneuerbaren Energien ist in den letzten Jahren gestiegen und Prognosen gehen davon aus, dass sich dieser Trend weiter fortsetzen wird.

Abbildung 4: US-Stromerzeugung 1980 - 2040 nach Energiequelle in Mrd. kWh



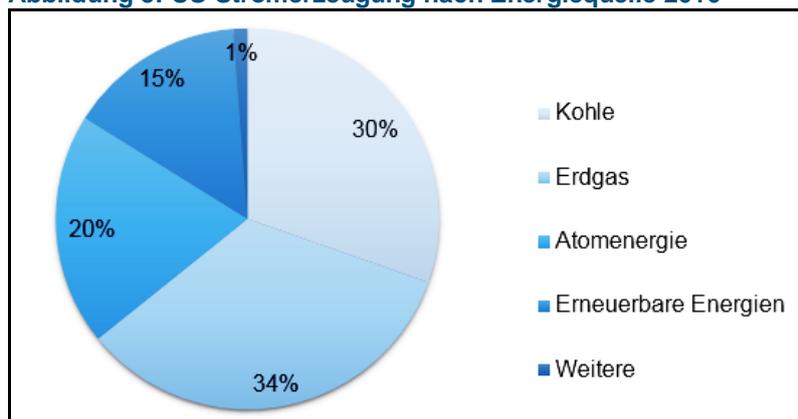
Quelle: Vgl. EIA (2017): [Projected electricity generation mix is sensitive to policies, natural gas prices](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>45</sup> Vgl. EIA (2017): [Preliminary Monthly Electric Generator Inventory](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>46</sup> Vgl. EIA (2017): [US electric generating capacity increase in 2016 was largest net change since 2011](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>47</sup> Vgl. EIA (2017): [What is US electricity generation by energy source?](#), abgerufen am 26.06.2017

**Abbildung 5: US-Stromerzeugung nach Energiequelle 2016**



Quelle: Eigene Darstellung nach EIA (2017): [What is US electricity generation by energy source?](#), abgerufen am 26.06.2017

Wirtschaftliche Anreize wie fortlaufende Steuergutschriften und Investitionszuschüsse werden den Ausbau der erneuerbaren Energien auch in Zukunft beschleunigen. Obwohl die derzeitige US-Administration einen Fokus auf die Förderung der Kohle- und Erdgasindustrie legt, ist es sehr unwahrscheinlich, dass der Production Tax Credit (PTC) für Windenergie bzw. der Investment Tax Credit (ITC) für Solar, Geothermie und Bioenergie widerrufen werden.<sup>48</sup> Der PTC endet Ende 2019,<sup>49</sup> der ITC fällt stufenweise von derzeit 30% ab 2020 auf 10% ab 2022.<sup>50</sup>

### Strompreise

Die vier Verbrauchssektoren private Haushalte, Gewerbe, Industrie und Verkehr werden durch verschiedene Preise gekennzeichnet. Die privaten Haushalte beziehen ihren Strom mit durchschnittlich 12,70 US-Cent/kWh (April 2017) zum vergleichsweise höchsten Preis. Aufgrund des stärkeren Verbrauchs in der Industrie und der höheren Spannung, die abgenommen werden kann, zahlt die Industrie wie auch in Deutschland deutlich niedrigere Durchschnittspreise mit 6,60 US-Cent/kWh.<sup>51</sup>

**Tabelle 4: Durchschnittliche Strompreise nach Sektoren in den USA (US-Cent/kWh)**

	Haushalte	Dienstleistungen	Industrie	Verkehr	Alle Sektoren
<b>2010</b>	11,54	10,19	6,77	10,56	9,83
<b>2011</b>	11,72	10,24	6,82	10,46	9,90
<b>2012</b>	11,88	10,09	6,67	10,21	9,84
<b>2013</b>	12,13	10,26	6,89	10,55	10,07
<b>2014</b>	12,52	10,74	7,10	10,45	10,44
<b>2015</b>	12,65	10,64	6,91	10,09	10,41
<b>2016</b>	12,55	10,37	6,75	9,48	10,28
<b>April 2016</b>	12,43	10,13	6,40	9,41	9,83
<b>April 2017</b>	12,70	10,40	6,60	9,44	10,10

Quelle: Eigene Darstellung nach EIA (2017): [Electric Power Monthly](#), abgerufen am 29.06.2017

Obwohl der durchschnittliche Preis (2016) mit 10,28 US-Cent/kWh weitaus geringer als in Deutschland ist, sind Preise in einigen Bundesstaaten der USA vergleichbar mit denen in Deutschland. Der Bundesstaat Washington an der Westküste hat derzeit den geringsten Preis mit 7,4 US-Cent/kWh und Hawaii den höchsten Preis mit 26,17 US-Cent/kWh.<sup>52</sup>

<sup>48</sup> Vgl. PV-Tech (2017): [100 days of Trump: Round 1 to renewables](#), abgerufen am 19.07.2017

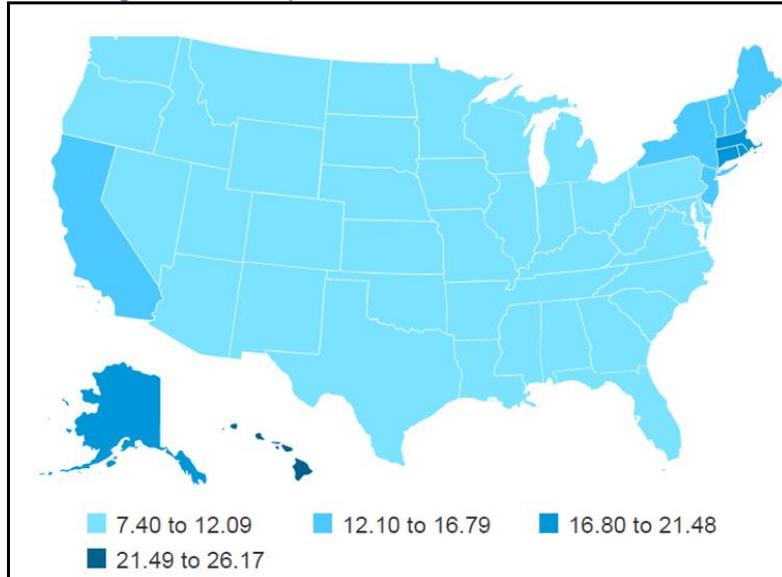
<sup>49</sup> Vgl. DSIRE (2016): [Program Overview](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>50</sup> Vgl. DSIRE (2017): [Program Overview](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>51</sup> Vgl. EIA (2017): [Electric Power Monthly](#), abgerufen am 29.06.2017

<sup>52</sup> Vgl. EIA (2017): [Electric Power Monthly](#), abgerufen am 29.06.2017

**Abbildung 6: US-Strompreise in US-Cent/kWh, nach Bundesstaat**



Quelle: Vgl. EIA (2017): [State Electricity Profiles](#), abgerufen am 28.06.2017

Strom wird in den USA außerdem zu einer saisonalen Rate bezogen, die in den Sommermonaten zumeist höher als in den Wintermonaten ist. Gründe dafür sind zum einen die variierende Stromnachfrage, zum anderen schwankende Rohstoffpreise sowie das variierende Stromangebot aus unterschiedlichen Erzeugungsquellen.

## 2.3. Strommarkt: Struktur und Akteure

Der US-Strommarkt ist in weiten Teilen wettbewerblich strukturiert. Das Ausmaß von Marktöffnung und Deregulierung unterscheidet sich in den einzelnen Bundesstaaten, abhängig von bundesstaatlichen Rechtsprechungen und unterschiedlich weitreichenden Kompetenzen der bundesstaatlichen Stromaufsichtsbehörden.

### 2.3.1. Historische Entwicklungen

Die Energiekrise Ende der 1970er Jahre führte zu einer Liberalisierung des US-Strommarktes. Da die Energiepolitik und -regulierung vorwiegend in der Zuständigkeit der Bundesstaaten liegt, wurde die Liberalisierung jedoch unterschiedlich vorangetrieben. Je nach Liberalisierungsgrad lassen sich die Strommärkte der Bundesstaaten in drei Gruppen unterscheiden: 13 Bundesstaaten haben ihre Energieversorgung seit den 1970er Jahren nicht verändert und sie ist weiterhin vollständig monopolistisch organisiert.<sup>53</sup> In mehr als 20 weiteren Staaten sind zwar die Netzübertragung und die Endkundenversorgung weiterhin durch Regionalmonopole geprägt, der Erzeugungssektor ist aber wettbewerblich gestaltet.<sup>54</sup> Lediglich in den sogenannten „Restructured States“<sup>55</sup> ist neben der Erzeugung auch die Endkundenbelieferung wettbewerblich ausgestaltet.<sup>56</sup> Diese Staaten sind Deutschland in der Gestaltung des Strommarktes am ähnlichsten.

<sup>53</sup> Alabama, Arizona, Colorado, Florida, Idaho, Montana, New Mexico, Kentucky, Mississippi, Utah, Nevada, Oregon, Washington

<sup>54</sup> Kalifornien, Kansas, Illinois, Indiana, Michigan, Minnesota, Nebraska, North Dakota, South Dakota, Wisconsin, Vermont und Teile von Arkansas, Louisiana, Mississippi, Missouri, New Mexico, Oklahoma, Virginia und West Virginia

<sup>55</sup> Delaware, Maryland, Ohio, Pennsylvania, Connecticut, Maine, Massachusetts, Rhode Island und New Hampshire in New England und Texas

<sup>56</sup> Vgl. Adelphi/RAP (2017): [Überblick über die US-Strommärkte](#), abgerufen am 27.06.2017

### 2.3.2. Stromversorgung

Unabhängig vom Liberalisierungsgrad der Strommärkte werden die Verbraucher in den USA von privaten sowie öffentlichen Stromversorgern bedient. Erstere versorgen 75% der Bevölkerung mit Strom. Die Investor-Owned Utilities (IOU) sind private Unternehmen, die häufig nicht nur im Strommarkt tätig sind und meist deutlich größer sind als die öffentlichen Versorger. Die öffentlichen Versorger bestehen aus Stadtwerken, Kooperativen<sup>57</sup> (meist in ländlichen Regionen) und weiteren kleinen öffentlichen oder quasi-öffentlichen Stromversorgern, welche die restlichen 25% an Kunden mit Strom versorgen.<sup>58</sup>

**Tabelle 5: Struktur US-Stromversorger**

Stromversorger	Anzahl	Haushalte	Absatz (MWh)	Einnahmen (x 1.000 USD)
IOU	199	86.816.000	1.926.805	207.051.000
Stadtwerke	824	15.007.000	395.141	39.883.000
Kooperativen	855	18.943.000	428.440	44.555.000
Andere	288	11.913.000	406.820	36.362.000
<b>Summe</b>	<b>2.166</b>	<b>132.680.000</b>	<b>3.157.206</b>	<b>327.852.000</b>

Quelle: Eigene Darstellung nach Lazar (2016): [Electricity Regulation In The US](#), abgerufen am 28.06.2017

### Regulierung der Stromversorgung

Die Regulierung der Stromversorgung findet in den USA hauptsächlich auf Ebene der Bundesstaaten statt. Zuständig für die Regulierung der IOUs ist die Public Utility Commission (PUC)<sup>59</sup> des jeweiligen Staates.<sup>60</sup> Die öffentlichen Versorger hingegen haben unterschiedliche Regulierungsstrukturen. So werden die Stadtwerke von den Kommunen selbst reguliert und kontrolliert. Bezogen auf Kooperativen sind dafür meistens eigens von den Verbrauchern gewählte Kontrollgremien zuständig. Es lässt sich also festhalten, dass unterschiedliche Behörden unterschiedliche Teile der Versorgungsindustrie kontrollieren. Jede Regulierungsbehörde kann ihre Aufgaben nach eigenem Ermessen innerhalb eines festgelegten Rahmens wahrnehmen. Innerhalb dessen sind sie vor allem für die Genehmigung der Stromtarife und Ressourcenplanung der Stromversorger zuständig.

Bei der Ressourcenplanung (Integrated Resource Planning, IRP) handelt es sich um einen von den Stromversorgern erstellten Langzeitplan, der die prognostizierten Bedürfnisse des elektrischen Systems beinhaltet. Er wird von den meisten PUCs gefordert und gesichtet. Ging es hier früher vor allem um die Ausgestaltung des wachsenden Strombedarfs, schließt es heute auch den Bedarf an flexiblen Ressourcen ein. Das Ziel des IRP ist es, den zuverlässigsten und kostengünstigsten Ressourcenmix für den Versorger und den Verbraucher zu identifizieren.<sup>61</sup>

Unter das IRP fallen die sogenannten Renewable Portfolio Standards (RPS) der Bundesstaaten. Diese sind ein Instrument zur Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien. Sie wurden hauptsächlich zwischen 2002 und 2007 eingeführt, um Alternativen zu schwankenden Preisen fossiler Energieträger zu fördern. Die RPS legen einen Mindestanteil der erneuerbaren Energien am angebotenen Strommix der Stromversorgungsunternehmen fest, die bis zu einem bestimmten Jahr erreicht werden müssen. Als marktorientiertes Instrument integrieren sich RPS vollständig im privaten Energiemarkt und führen zu mehr Wettbewerb, Effizienz und einer Verringerung der Preise für erneuerbare Energien.<sup>62</sup> Wie Abbildung 7 zeigt, verfügen 29 Bundesstaaten über einen RPS.

<sup>57</sup> Gemeinnützige Gesellschaften der Daseinsvorsorge

<sup>58</sup> Vgl. Lazar (2016): [Electricity Regulation In The US](#), abgerufen am 28.06.2017

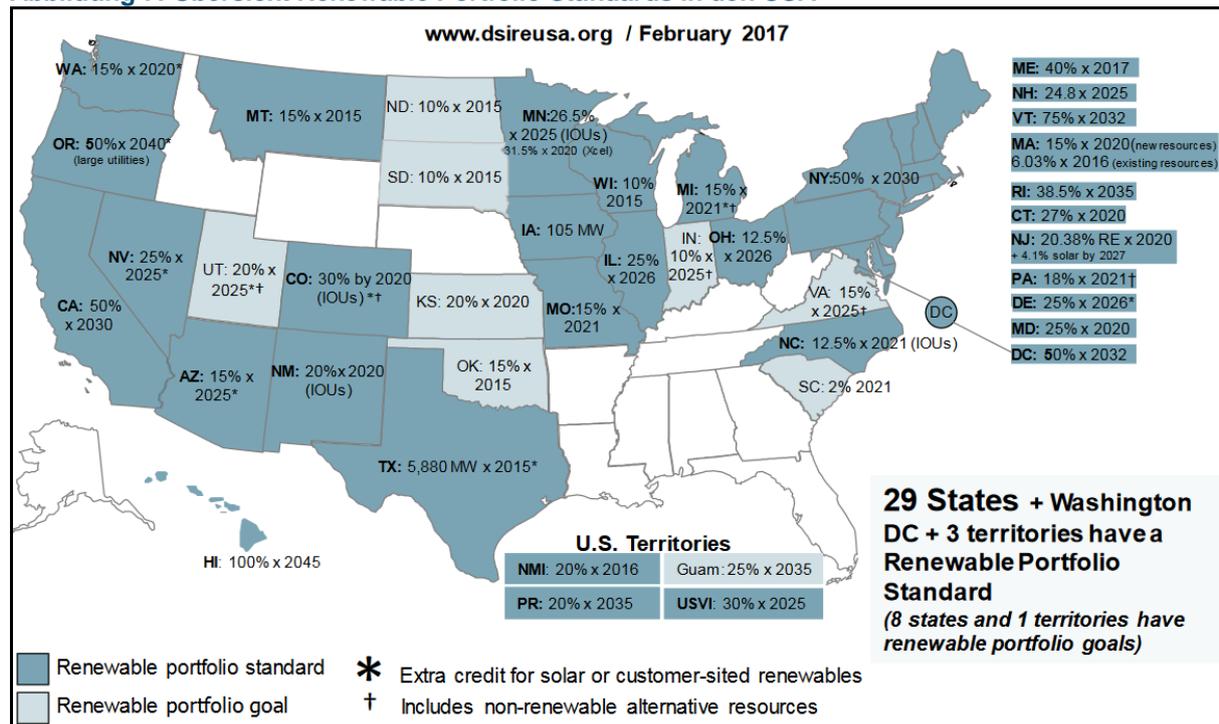
<sup>59</sup> Die Bezeichnung weicht bei grundsätzlich gleichen Aufgaben teilweise ab. PUC ist jedoch die üblichste Bezeichnung.

<sup>60</sup> Vgl. NARUC (2017): [About NARUC](#), abgerufen am 27.06.2017

<sup>61</sup> Vgl. Lazar (2016): [Electricity Regulation In The US](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>62</sup> Vgl. Lazar (2016): [Electricity Regulation In The US](#), abgerufen am 28.06.2017

Abbildung 7: Übersicht Renewable Portfolio Standards in den USA



Quelle: Vgl. DSIRE (2017): [Renewable Portfolio Standard Policies](http://www.dsireusa.org), abgerufen am 28.06.2017

Die PUCs beeinflussen die Stromversorger auch im Falle der Interconnection Standards und des Net-Meterings. Erstere regeln die Anbindung einer dezentralen Stromerzeugungsanlage an das lokale Stromnetz des Stromversorgers. Sie definieren einheitliche Richtlinien für Prozesse und technische Bedingungen innerhalb eines Bundesstaates. Interconnection Standards sind besonders wichtig für die Vereinfachung der Genehmigungsprozesse. Nach dem neuesten Stand von Juni 2017 haben 46 amerikanische Staaten, D.C. und Puerto Rico Interconnection Standards etabliert.<sup>63</sup> Interconnection-Regelungen der einzelnen Staaten unterscheiden sich z.B. bei der maximalen Einspeiseleistung pro Anlage. Manche Bundesstaaten unterscheiden ihre Auflagen je nachdem, ob es sich um einen privaten oder industriellen Einspeiser handelt. Bei größeren Anlagen müssen individuelle Einspeiseregulungen mit dem lokal zuständigen Stromanbieter ausgehandelt werden.<sup>64</sup>

In direktem Zusammenhang mit den Interconnection Standards steht das Net-Metering. Dieses Instrument ermöglicht es kleinen Stromerzeugern, eine finanzielle Gutschrift für ihre Produktion zu erhalten, die direkt mit dem Stromversorger verrechnet wird. Es ist die Aufgabe der einzelnen PUCs, zu regeln, wie genau das geschieht.<sup>65</sup> Das Verfahren wird vereinfacht, indem nur ein Zähler gebraucht wird. Er dreht sich vorwärts, wenn mehr Energie verbraucht als bei dem Kunden erzeugt wird, und dreht sich rückwärts, wenn mehr erzeugt wird als verbraucht.<sup>66</sup>

### 2.3.3. Stromübertragung

Die USA sind historisch bedingt in drei separate Netzregionen eingeteilt, siehe Abbildung 8. Die Western Interconnection, Eastern Interconnection und Texas Interconnection arbeiten größtenteils unabhängig voneinander.

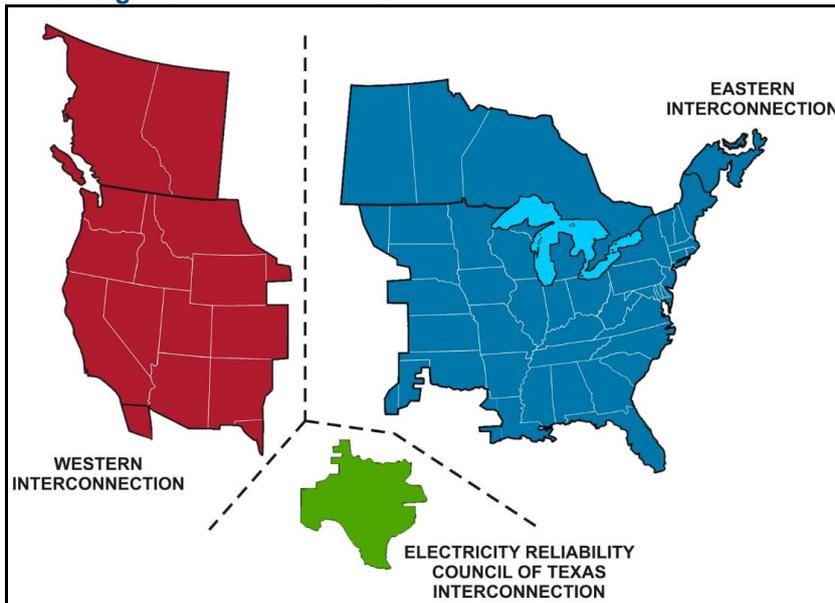
<sup>63</sup> Vgl. DSIRE (2017): [Summary Tables](http://www.dsireusa.org), abgerufen am 29.06.2017

<sup>64</sup> Vgl. DSIRE (2017): [Summary Tables](http://www.dsireusa.org), abgerufen am 29.06.2017

<sup>65</sup> Vgl. California Public Utilities Commission (2017): [Net Energy Metering](http://www.cpuc.ca.gov), abgerufen am 30.06.2017

<sup>66</sup> Die genauen Regelungen in den einzelnen Staaten sind auf der staatlichen [DSIRE-Website](http://www.dsireusa.org) zu finden.

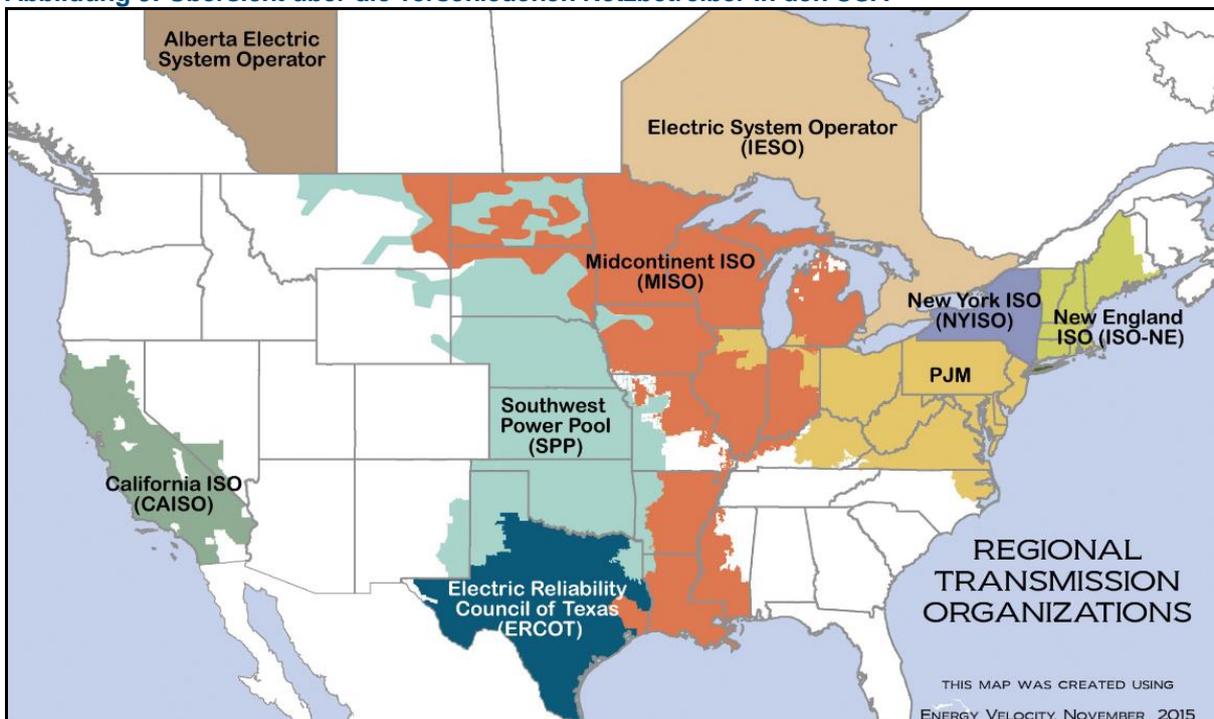
Abbildung 8: Die drei Stromnetze der USA



Quelle: Vgl. DOE (kein Datum), [NERC Interconnections](#), abgerufen am 21.08.2017

Innerhalb dieser Regionen wird das Übertragungsnetz zu großen Teilen von überregionalen, unabhängigen Netzbetreibern betrieben. Sie werden als Regional Transmission Organizations (RTO) oder Independent System Operators (ISO) bezeichnet (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9: Übersicht über die verschiedenen Netzbetreiber in den USA



Quelle: Vgl. FERC (2015): [Energy Velocity](#), abgerufen am 21.08.2017

Die Netzbetreiber operieren vorwiegend in den Bundesstaaten, die ein zumindest teilweise wettbewerbliches Stromsystem implementiert haben. Anders als in Deutschland besteht in diesen Staaten eine Trennung zwischen Netzbetreiber und Netzeigentümer. Erstere sind regulierte Unternehmen, die

weder abhängig von Erzeugungs- und Netzinteressen noch gewinnorientiert sind.<sup>67</sup> Die Eigentümer der Netze sind Unternehmen, welche für das Aufbauen und Instandhalten der Infrastruktur eine regulierte Einnahme erhalten.

## Regulierung der Stromübertragung

Auf Bundesebene werden die unabhängigen Systembetreiber von der Federal Energy Regulatory Commission (FERC) reguliert, dessen oberstes Ziel eine sichere und effiziente Energieversorgung ist. Die FERC ist eine dem DOE untergeordnete nationale Regulierungsinstanz, die weitgehend unabhängig agiert. Eine ihrer Hauptaufgaben ist die Regulierung der Übertragungsnetze mit einer Spannung ab 115 kVA.<sup>68</sup> Neben den Strom- und Gasübertragungsnetzen ist sie auch für die Kontrolle von Großhandelsmärkten, Speichern und seit 2005 für die Versorgungssicherheit des Erzeugungs- und Übertragungssystems zuständig.

Bei der Sicherstellung der Energieversorgung wird die FERC von der North American Electric Reliability Corporation (NERC) unterstützt. Sie setzt z.B. Standards für den Stromaustausch zwischen Netzbetreibern und evaluiert die Übertragungsnetze kontinuierlich.<sup>69</sup>

Die FERC ist auch für die Regulierung der Netznutzungsentgelte zuständig.<sup>70</sup> Während die weiter oben erwähnten PUCs die Endkundenpreise regulieren, beeinflusst die FERC durch die Regulierung des Marktes indirekt die Großhandelspreise. Sie setzt die nationalen Standards für ein grundsätzlich regionalisiertes System der Großhandelsmärkte. Die Großhandelsstrompreise werden in den USA in kleinen Preiszonen und sogar teilweise für einzelne Netzknotenpunkte mittels eines lokalen marginalen Preisansatzes (Locational Marginal Pricing, LMP) gebildet. Dadurch entstehen viele kleinere Preiszonen, in deren Preisgestaltung nicht nur die Grenzkosten der Stromerzeugung, sondern auch die Nachfrage einbezogen wird. Bestehen keine Netzengpässe zwischen benachbarten Preiszonen, unterscheiden sich die Preise auch nicht. Wenn in einer Zone jedoch ein Engpass entsteht und die Nachfrage durch zusätzliche Produktion gesteigert werden muss, steigen hier die Preise. Divergierende Preise erzeugen somit ein Signal und verdeutlichen den Bedarf eines Infrastrukturausbaus. Bezogen auf den Zubau erneuerbarer Energien, vereinfacht diese Methode die Standortwahl, da in solchen Regionen höhere Erträge zu erwarten sind.<sup>71</sup>

Der zunehmende Einsatz von Erneuerbare-Energie-Anlagen wird die Systembetreiber künftig vor Herausforderungen stellen. So sorgen die zunehmende Integration von erneuerbaren Energien und die damit verbundene dezentralisierte Stromerzeugung z.B. durch PV-Anlagen auf Wohnhäusern dafür, dass es regional nicht nur aufgrund von Nachfrageschwankungen, sondern auch aufgrund eines schwankenden Angebotes zu Netzengpässen kommen kann.

Damit solche Netzengpässe möglichst verhindert werden, gibt es in den wettbewerblich organisierten Strommärkten der USA eine zentrale Kraftwerkseinsatzplanung (Dispatch), welche von den jeweiligen Netzbetreibern gesteuert wird. Hierfür wird die Nachfrage zentral vom Netzbetreiber auf Basis des lokalen Gleichgewichts aus Angebot und Nachfrage prognostiziert. Die Ergebnisse berücksichtigen auch die Netzinfrastruktur. Der Echtzeitausgleich wird über Reserven durchgeführt. Um die Versorgungssicherheit anhand solcher Reserven zu gewährleisten, wurden häufig Kapazitätsmärkte (Forward Capacity Mechanism) eingerichtet. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die Kapazitätsmärkte nicht wie angedacht funktionieren, weshalb deren Design mehrfach angepasst wurde und der Komplexitätsgrad immer weiter gestiegen ist.<sup>72</sup> An dieser Stelle könnten große Energiespeicher Lösungsansätze bieten.

---

<sup>67</sup> Vgl. Adelphi/RAP (2017): [Überblick über die US-Strommärkte](#), abgerufen am 30.06.2017

<sup>68</sup> Vgl. Purdue University (kein Datum): [Electric Utilities, Deregulation Electric Utilities, Deregulation and Restructuring of US and Restructuring of US Electricity Markets Electricity Markets](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>69</sup> Vgl. NERC (2017): [About NERC](#), abgerufen am 30.06.2017

<sup>70</sup> Vgl. Lazar (2016): [Electricity Regulation In The US](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>71</sup> Vgl. PJM Interconnection (2017): [Locational Marginal Pricing](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>72</sup> Vgl. Adelphi/RAP (2017): [Überblick über die US-Strommärkte](#), abgerufen am 30.06.2017

## 2.4. Ergebnisse der Präsidentschaftswahl in 2016 und Auswirkungen auf die Energiepolitik

Der am 8. November 2016 gewählte Präsident Donald Trump hat eine Kehrtwende in der Energie- und Klimapolitik angekündigt. Er will die Umwelt- und Emissionsvorschriften lockern und eine Rückbesinnung auf fossile Energieträger schaffen. Mit der Ankündigung eines Austrittes der USA aus dem Pariser Klimaschutzabkommen hat Trump bereits erste Taten folgen lassen. Die Obama-Regierung hatte im Rahmen des Abkommens bis 2025 eine Verminderung der US-Treibhausgasemissionen von 26% bis 28% gegenüber 2005 zugesagt.<sup>73</sup>

Mit dem Rückzug aus dem Pariser Abkommen hat Donald Trump nun eines seiner zentralen Wahlkampfversprechen realisiert. Interessanterweise scheint er jedoch im Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) bleiben zu wollen. Das könnte zum einen bedeuten, dass er weiterhin zumindest am Verhandlungstisch zukünftiger Klimakonferenzen sitzen möchte, zum anderen aber auch ein Indikator dafür sein, dass sein Klimafahrplan noch nicht endgültig feststeht.<sup>74</sup>

Darauf weist auch ein aktueller Kommentar des französischen Präsidenten Emmanuel Macron hin, welcher sich laut einem Interview mit einer französischen Sonntagszeitung nach einem intensiven Gespräch mit Donald Trump große Hoffnungen auf eine Rückkehr der USA zum Pariser Klimaabkommen macht. Es bleibt also weiterhin offen, wie das Thema genau in der Trump-Administration behandelt wird.<sup>75</sup>

Auch wenn Senat und Repräsentantenhaus nach der Wahl im November 2017 in republikanischer Hand sind, ist vieles per direkter Verordnung des Präsidenten auch ohne Zustimmung des Kongresses möglich. Umweltverbände haben jedoch bereits angekündigt, gegen den geplanten Kurswechsel klagen zu wollen. Dies bedeutet kein Umschwenken der Regierung Trump, schafft aber Zeit. Allein ein Austritt aus dem Pariser Klimavertrag würde über 3 Jahre in Anspruch nehmen.

Auch nicht zu vernachlässigen sind die über 4 Mio. Arbeitsplätze, die im vor- und nachgelagerten Sektor der erneuerbaren Energien und Energieeffizienz angesiedelt sind.<sup>76</sup> Da Trump in seinem Grundsatzprogramm 25 Mio. neue Arbeitsplätze in den nächsten zehn Jahren und ein jährliches Wirtschaftswachstum von durchschnittlich 3,5% versprochen hat, kann er auf diese nicht verzichten.<sup>77</sup>

Trumps bisherige Handlungen als gewählter Präsident lassen vermuten, dass in Zukunft eher kurzfristige ökonomische Ziele in umwelt- und klimapolitischen Fragestellungen den Kurs vorgeben und nicht langfristige und nachhaltige Lösungen in Betracht gezogen werden. Die ökonomischen Vorteile energieeffizienter Technologien lassen eine Kehrtwende der Industrie im Bereich Energieeffizienz allerdings unwahrscheinlich erscheinen.

---

<sup>73</sup> Vgl. GTAI (2016): [US-Regierungswechsel verändert energiepolitische Prioritäten](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>74</sup> Vgl. Deutsche Welle (2017): [Donald Trumps Weg raus aus dem Paris-Abkommen](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>75</sup> Vgl. Spiegel Online (2017): [Macron hält Rückkehr der USA zum Klimaabkommen für möglich](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>76</sup> Vgl. DOE (2016): [U.S. Energy and Employment Report](#), abgerufen am 21.08.2017

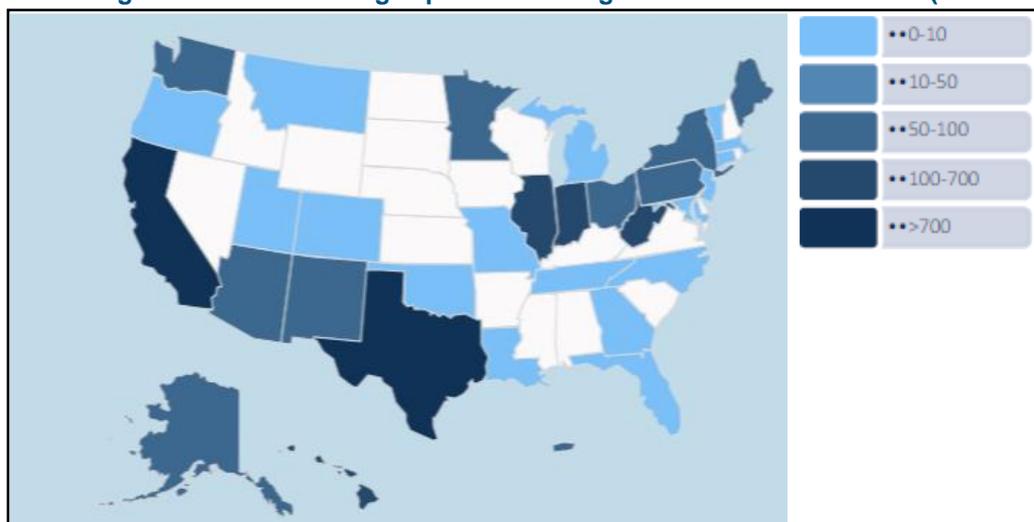
<sup>77</sup> Vgl. [Fact Sheet: Donald J. Trump's Pro-Growth Economic Policy Will Create 25 Million Jobs \(2016\)](#), abgerufen am 12.07.2017

## 3. Der Energiespeichermarkt in den USA

### 3.1. Allgemeiner Überblick

Die USA sind einer der weltweit führenden Energiespeichermärkte. Die Anzahl in Betrieb befindlicher Energiespeicherprojekte wuchs zwischen 2013 und 2016 um 105% und die Prognosen für das Marktwachstum sehen vielversprechend aus.<sup>78</sup> Aktuell (Stand 2017) sind in den USA laut dem DOE insgesamt 712 Energiespeicheranlagen ins Stromnetz integriert, die eine Gesamtleistung von über 32 GW erbringen können. Fast die Hälfte aller Projekte befindet sich im Westen der USA; alleine in Kalifornien sind es 292 Anlagen.<sup>79</sup> Abbildung 10 bietet einen Überblick über die installierte Energiespeicherleistung in MW nach Bundesstaaten in den USA.

Abbildung 10: Installierte Energiespeicherleistung in MW nach Bundesstaat (Stand Mai 2017)



Quelle: Vgl. GTM (2017): [U.S. Energy Storage Pipeline Surpasses 10 GW](#), abgerufen am 17.07.2017

In den USA wird zunehmend in die Entwicklung neuer Energiespeichertechnologien und in die Installation neuer Anlagen investiert. Die Hauptgründe für diesen Trend liegen darin begründet, dass Energiespeicher das Potenzial haben, die Netzstabilität zu verbessern, Emissionen und Kosten zu vermeiden sowie die Energieversorgung bei Stromausfällen zu sichern.

Der Ausgleich zeitlicher Schwankungen zwischen Erzeugungs- und Lastverlauf stellt im zunehmenden Maße eine Herausforderung für die Kraftwerks- und Netzbetreiber in den USA dar. Bei der Bewältigung dieser Aufgabe können Energiespeicher eine wichtige Rolle spielen, um einen zeitlichen Ausgleich von Angebot und Nachfrage zu schaffen. Energiespeicher können zur Netzstabilisierung eingesetzt werden und als Flexibilitätsoption im Stromnetz Schwankungen ausgleichen.

Vor allem bei der Integration erneuerbarer Energien können Speicher einen wichtigen Beitrag leisten. Solar- und Windenergie kann gespeichert und in Phasen ohne Sonne oder Wind, während der sogenannten „Dunkelflaute“, verfügbar gemacht werden. Da Energieüberschüsse aufgenommen werden können, kann die Abregelung (Curtailment) von Wind- und Photovoltaikanlagen verringert oder ganz vermieden werden. Dadurch kann klimafreundliche und zunehmend günstiger werdende Wind- und Solarenergie in einem höheren Maße genutzt werden.

<sup>78</sup> Vgl. University of Michigan (2017): [U.S. Grid Energy Storage Factsheet](#), abgerufen am 14.07.2017

<sup>79</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 17.08.2017

Auch in der konventionellen Stromerzeugung helfen Speicher, Energie effizienter zu nutzen und umzuverteilen: Energiespeicher können zur Reduzierung von Bedarfsspitzen (Peak Shaving) eingesetzt werden und damit Stromüberschüsse in der Nacht speichern und in die Lastspitzen des Tages verlagern.<sup>80</sup> Industrielle und gewerbliche Betriebe, die ihren Energieverbrauch während der Spitzenlastzeiten mit Hilfe von Speichern verringern, können den in den USA anfallenden Leistungspreis (Demand Charges) stark reduzieren.

Darüber hinaus kann Energiespeicherung auch zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit beitragen und es können kurz- bis mittelfristige Stromausfälle ausgeglichen werden. Das renommierte Lawrence Berkeley National Laboratory schätzt, dass Stromunterbrechungen in den USA Kosten von ungefähr 110 Mrd. USD jährlich verursachen.<sup>81</sup> In Bezug auf Kostenvermeidung spielt auch die Digitalisierung im Energiesektor eine wichtige Rolle, welche voranschreitet und unerlässlich ist, wenn erneuerbare Energien ins Netz integriert, die Flexibilität gesteigert und eine unterbrechungsfreie Stromversorgung gewährleistet werden sollen (siehe dazu Kapitel 3.6).<sup>82</sup>

Experten sehen Energiespeicher als notwendige Komponente eines modernen Energiemarktes in den USA. Welche Speichertechnologien in den USA wie angewendet werden, wie sich die einzelnen Marktsegmente von Groß- und Kleinspeichern unterscheiden und unter welchen Umständen sich die stark optimistischen Prognosen erfüllen werden, wird auf den nächsten Seiten erläutert.

## 3.2. Politische Rahmenbedingungen und Förderprogramme

### 3.2.1. Politische Rahmenbedingungen

Wie auch der Strommarkt weist der Energiespeichermarkt in den USA in weiten Teilen wettbewerbliche Strukturen auf. Das Ausmaß von Marktöffnung und Deregulierung unterscheidet sich in den einzelnen Bundesstaaten, abhängig von bundesstaatlichen Rechtsprechungen und unterschiedlich weitreichenden Kompetenzen der bundesstaatlichen Stromaufsichtsbehörden. Auf Bundesebene sind die Federal Energy Regulatory Commission (FERC) sowie das Department of Energy (DOE) zuständig.

Die strategischen Rahmenbedingungen und Implementierungsansätze zur Energiespeicherung werden u.a. durch einen strategischen Plan vom Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), einer Abteilung des DOEs, vorgegeben. Der 2016-2020 Strategic Plan and Implementing Framework beinhaltet sieben strategische Ziele, um Emissionen in der Wirtschaft zu reduzieren. Eines der wichtigsten Ziele in Bezug auf Energiespeicherung stellt die Integration emissionsfreier Energien in ein zuverlässiges, belastbares und effizientes Stromnetz dar. Um die Spannungsstabilität und Zuverlässigkeit des Netzes zu gewährleisten, sollen daher Energiespeichertechnologien und innovative Stromnetz-Kontrollsysteme gefördert werden.<sup>83</sup> Dieser strategische Plan ist von großer Bedeutung, da er als Umsetzungsrahmen für den von Obama eingeführten Clean Power Plan (CPP) angesehen wird und übergeordnete Klimaziele wie die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf spezifische Ziele herunterbricht. Nach dem CPP sollte der Kohlendioxid-Ausstoß in den USA bis 2030 im Vergleich zu 2005 um 32% sinken.

Unter der Trump-Regierung wurde allerdings im März 2017 eine Verfügung erlassen, wonach die Environmental Protection Agency (EPA) den CPP einer kritischen Prüfung unterziehen soll, die dazu dienen könnte, den CPP abzuschwächen oder gänzlich abzuschaffen.<sup>84</sup> Um die Wachstumsaussichten der erneuerbaren Energien beurteilen zu können, sollten neben der politischen Situation wirtschaftliche Faktoren berücksichtigt werden. So hat der technologische Fortschritt, welcher erneuerbare Energien –

---

<sup>80</sup> Vgl. McKinsey (2016): [The new economics of energy storage](#), abgerufen am 14.07.2017

<sup>81</sup> Vgl. Lawrence Berkeley National Laboratory (2016): [The National Cost of Power Interruptions to Electricity Customers](#), abgerufen am 10.07.2017

<sup>82</sup> Vgl. Quadrennial Energy Review (2017): [Transforming the Nation's Electricity System](#), abgerufen am 26.06.2017

<sup>83</sup> Vgl. DOE (2016): [2016-2020 Strategic Plan and Implementing Framework](#), abgerufen am 12.05.2017

<sup>84</sup> Vgl. GTM (2017): [Trump's 'Energy Independence' Agenda](#), abgerufen am 19.05.2017

teilweise bereits ohne staatliche Subventionen – wirtschaftlich wettbewerbsfähig gemacht hat, zu einem Umdenken bei Investoren und Unternehmen geführt.

Als Beispiel dafür dient die sozio-politische Fossil Fuel Divesting-Bewegung, welche vorsieht, Investitionen in fossile Energieträger in erneuerbare Alternativen umzuschichten. Experten erwarten, dass sich die sogenannte Clean Energy Revolution aufgrund aktueller Marktkräfte und Technologietrends fortsetzen wird.<sup>85</sup> Es ist deshalb wichtig, politische Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit ökonomischen und sozialen Einflussfaktoren zu betrachten.

In den USA kommt den politischen Rahmenbedingungen und der einhergehenden Klimapolitik sowie Integration erneuerbarer Energien auf Ebene der einzelnen Bundesstaaten eine große Bedeutung zu. Beispielsweise setzt der Renewable Portfolio Standard (RPS) in Kalifornien konkrete Ziele zur Integration erneuerbarer Energien fest. Hingegen werden die Klimapolitik und Energiewende in Deutschland weitgehend von Maßnahmen und Instrumenten auf nationaler Ebene vorangetrieben.

Der von Trump angekündigte Ausstieg aus dem Pariser Klimaabkommen steht ebenfalls den ökonomischen Gegebenheiten gegenüber, die sich nicht ad hoc mit dem Ausstieg verändern lassen. Die Steuergutschriften im Rahmen des Investment Tax Credits (ITC), die im Jahr 2015 verlängert wurden, gelten bis 2020 und stellen ein wichtiges Instrument u.a. für den Ausbau von Solarstrom dar. Experten bezeichnen dieses Marktinstrument als weit wichtiger als das Pariser Klimaabkommen.<sup>86</sup> Abgesehen von diesen Steuererleichterungen ist der US-Energiemarkt stärker durch Kosten getrieben,<sup>87</sup> während die Energiewende in Deutschland vor allem politisch motiviert ist.<sup>88</sup>

Während Präsident Obama die Integration alternativer Energien in das Netz vorangetrieben hatte, liegen die Prioritäten in der Energiepolitik der Trump-Regierung im Ausbau der Infrastruktur sowie in der Stromnetzmodernisierung. Nach Aussagen des Greentech Media (GTM)-Experten Robert Simon spielt Energiespeicherung eine wichtige Rolle, um Netzbelastbarkeit zu gewährleisten und Nachfragesteuerung ins Stromnetz zu integrieren. Robert Simon steht dem Einfluss der Trump-Regierung auf den Speichermarkt optimistisch gegenüber und deutet darauf hin, dass derzeit von politischer Seite her zumindest Interesse für die Speicherindustrie besteht.<sup>89</sup>

Die aktuellen Entwicklungen auf Bundesebene spiegeln das politische Interesse am Speichermarkt wider. Im Rahmen des im Mai 2017 gegründeten Ausschusses (U.S. Energy Storage Caucus) sollen die Mitglieder des Kongresses über die Vorteile und Investitionsmöglichkeiten der Energiespeicherung informiert werden. Der Caucus soll Hemmnisse im Bereich der Politik überwinden, um Forschung und Entwicklung insbesondere für Batteriespeicher voranzutreiben und deren Anwendung zu fördern. Ein weiteres Ziel liegt darin, Arbeitsplätze zu schaffen und Investitionen im amerikanischen Energiespeichermarkt zu fördern und zu beschleunigen. Die Mitglieder des Caucus sollen mit Stakeholdern aus der Industrie an politischen Lösungen und Programmen arbeiten, welche die Einführung von Energiespeichertechnologien weiter vorantreiben.<sup>90</sup>

### **Renewable Portfolio Standards (RPS) & Renewable Energy Credit (REC)**

Der Renewable Portfolio Standard (RPS) ist ein flexibles, marktorientiertes Instrument zur Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien auf staatlicher Ebene. Der RPS legt einen Mindestanteil der erneuerbaren Energien am angebotenen Strommix der Energieversorgungsunternehmen fest. Dieser Mindestanteil wird von den einzelnen Bundesstaaten anhand von zeitlich gestaffelten Zielen festgelegt. Die einzelnen Staaten

---

<sup>85</sup> Vgl. ZDF (2017): [Trump weicht zentrale Klimaziele auf](#), abgerufen am 19.05.2017

<sup>86</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [3 Solar Stocks That Could Sustain Post Trump's Paris Agreement Exit](#), abgerufen am 21.06.2017

<sup>87</sup> Vgl. Harvard Business School und Boston Consulting Group (2014): [America's Unconventional Energy Opportunity](#), abgerufen am 17.08.2017

<sup>88</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2016): [Klimaschutz- und Energiepolitik in Deutschland](#), abgerufen am 17.08.2017

<sup>89</sup> Vgl. Solar Media (2017): [Energy Storage Association: Trump can't stop the inexorable rise of storage](#), abgerufen am 29.06.2017

<sup>90</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [US Energy Storage Caucus](#), abgerufen am 15.05.2017

bestimmen darüber, ob und in welcher Form sie den RPS einführen.<sup>91</sup> Ein detaillierter Überblick ist in Kapitel 2.3.2 zu finden (siehe Abbildung 7). Die dunkelblauen Felder in Abbildung 7 zeigen, welche Bundesstaaten einen RPS haben, während die hellblauen Felder auf Staaten hinweisen, die ein sogenanntes Renewable Portfolio Goal eingeführt haben. Renewable Portfolio Goals sind Zielsetzungen, die jedoch nicht bindend für die Energieversorger sind.<sup>92</sup> Die Prozentsätze in Abbildung 7 zeigen die Mindestquoten an verkaufter Strommenge, die in den jeweiligen Staaten bis zu einem bestimmten Jahr aus erneuerbaren Energien generiert werden müssen.

Der RSP ist auch in Bezug auf Energiespeicherung von großer Bedeutung. Höhere Mindestquoten von z.B. 30 bis 50% für erneuerbare und mehrheitlich fluktuierende Energien führen zu einem vermehrten Bedarf an Energiespeichern als Schlüsselkomponente zur nachhaltigen Energieversorgung.<sup>93</sup> Das Ziel besteht darin, den aus erneuerbaren Energien generierten Strom möglichst voll zu nutzen und ins Stromnetz einzuspeisen, wobei Abregelungen (Curtailments) minimiert werden sollen. Energiespeicherung kann somit Angebotsspitzen zeitlich verlagern und Abregelungen reduzieren.<sup>94</sup>

Um die Quoten von erneuerbaren Energien zu erreichen, können die Bundesstaaten sogenannte Renewable Energy Credits (RECs) in Anspruch nehmen. Für jede eingespeiste MWh, die Betreiber oder Stromversorger aus erneuerbaren Energien generieren und ins Stromnetz einspeisen, wird ein Zertifikat ausgegeben. Um es Energieversorgern leichter zu machen, ihre Mindestanteile an erneuerbaren Energien zu erreichen, können die Zertifikate im REC Trading System (auch bekannt als Renewable Electricity Certificate) gehandelt werden. Wird der Mindestanteil von erneuerbaren Energien eines Betreibers überschritten, so können die überschüssigen Zertifikate an andere Stromversorger verkauft werden, damit auch diese ihre Quoten erreichen. Auch bei den RECs unterscheiden sich die genauen Bestimmungen und Quoten zwischen den einzelnen Bundesstaaten.<sup>95</sup> Strom aus Speichieranlagen kann hierbei nur unter bestimmten Umständen gezählt werden, da eine Doppelzählung vermieden werden soll. Hier ist die Rechtslage je nach Staat und Speicherart unterschiedlich und muss im Einzelnen betrachtet werden.<sup>96</sup>

### **FERC-Verfügungen für Energiespeicher**

Die Federal Energy Regulatory Commission (FERC)-Verfügungen (Order) sind für den Energiespeichermarkt relevant, da sie den Wettbewerb im amerikanischen Energiemarkt regulieren und eine faire und transparente Wettbewerbsstruktur für Energiespeichertechnologien schaffen. Die Verfügungen stellen wichtige Regelungen dar, um Leistungen von Energiespeichertechnologien wirtschaftlich attraktiv in den Energiemarkt zu integrieren und damit auch die Markteintrittsbarrieren in den Energiespeichermarkt zu senken.

Als Grundlage zur Integration von Energiespeichern in den Systembetreibermarkt kann die Order 719 angesehen werden, welche 2008 in Kraft trat. Durch diese Verfügung verpflichten sich die unabhängigen Stromsystembetreiber, d.h. Regional Transmission Organisation (RTO) und Independent System Operator (ISO), Gebote von nachfragegesteuerten- und Energiespeichersystemen zu akzeptieren. Damit werden also Angebote aus den zuvor genannten Systemen allen anderen Energiequellen im Strommarkt gleichgestellt. Die Verfügung 719 schafft demnach finanzielle Anreize, Energiespeichertechnologien ins Übertragungsnetz zu integrieren.<sup>97</sup> Die beiden nachfolgenden Verfügungen beziehen sich auf die Integration von schnell reagierenden Energiespeichern in den Systemdienstleistungsmarkt zur Frequenzhaltung, Spannungshaltung, zum Versorgungswiederaufbau und zum Netzengpassmanagement.

---

<sup>91</sup> Vgl. EPA (2017): [Portfolio Standards](#), abgerufen am 17.05.2017

<sup>92</sup> Vgl. [US Department of Energy - Renewable Portfolio Standards \(2017\)](#), abgerufen am 17.05.2017

<sup>93</sup> Vgl. ESA (kein Datum): [Renewable Integration Benefits](#), abgerufen am 24.05.2017

<sup>94</sup> Vgl. Energy Environmental Science (2013): [The energetic implications of curtailing versus storing solar- and wind generated electricity](#), abgerufen am 30.05.2017

<sup>95</sup> Vgl. Renewable Energy World (2015): [Renewable Energy Certificate](#), abgerufen am 12.05.2017

<sup>96</sup> Vgl. Clean Energy States Alliances (2014): [Does Energy Storage fit in an RSP?](#), abgerufen am 17.05.2017

<sup>97</sup> Vgl. Sandia National Laboratories (2013): [Market and Policy Barriers to Energy Storage Deployment](#), abgerufen am 12.05.2017

### **Order 755 (wirksam seit 2011)**

Die Verfügung 755 zielt darauf ab, den Einsatz schnell reagierender Energiespeicher (wie beispielsweise Batterien, Schwungräder und Druckluftspeicherkraftwerke), die zur Frequenzregulierung eingesetzt werden, angemessen und fair zu vergüten. Vor der Einführung dieser Verfügung wurde die Frequenzregulierung in den USA nach unterschiedlichen und uneinheitlichen Kriterien entlohnt, z.B. nach Kapazität oder nach absoluter Energieeinspeisung. Diese Mechanismen haben aber lediglich die Kosten zur Frequenzregulierung gedeckt, jedoch keine Möglichkeit zur Gewinnerzielung geboten. Durch die Verfügung 755 wird nun eine neue Vergütungsstruktur festgelegt, nach der die Frequenzregulierung von schnell reagierenden Energiespeichern nach Kapazitäts- und Leistungsteil entlohnt wird. Demnach hängt die Kompensierung nicht nur von erwarteter, sondern auch von der tatsächlich erbrachten Leistung ab (pay-for-performance).<sup>98</sup> Konkret bedeutet dies, dass finanzielle Anreize für Entwickler und Betreiber von Schwungrädern, Batterien und Druckluftspeicherkraftwerken geschaffen werden, da Frequenzregulierung nun auch wirtschaftlich profitabel ist.

### **Order 784 (wirksam seit 2013)**

Erweitert wurde die Verfügung 755 durch die Verfügung 784, welche darauf abzielt, den gesamten Systemdienstleistungsmarkt für Energiespeicherlösungen finanziell attraktiver zu gestalten. Vor Einführung der Verfügung 784 war es Anbietern von Systemdienstleistungen nicht erlaubt, Strom aus Energiespeichersystemen zu Marktpreisen zu verkaufen, was das Wachstum des Systemleistungsmarkts grundsätzlich abschwächte. Mit der Verfügung 784 ist es nun Drittparteien (d.h. externen Systemdienstleistern von Energiespeichern) möglich, Regelleistungen und Differenzen aus Echtzeit-Stromnachfrage und -angebot (Energy Imbalances) zu Marktpreisen anzubieten. Der Systemdienstleistungsmarkt wird damit für Energiespeichertechnologien geöffnet und Systembetreiber können Energie nun von schnell reagierenden Energiespeichersystemen zu Marktpreisen beziehen.<sup>99</sup> Die Verfügung 784 soll letztendlich die Nachfrage nach innovativen und schnell reagierenden Energiespeichertechnologien steigern sowie die Markteintrittsbarrieren gerade für kleinere Unternehmen senken und eine faire Vergütung für die bereitgestellten Leistungen ermöglichen.<sup>100</sup> Von Experten wird die Verfügung 784 als äußerst einflussreich eingeschätzt. Insbesondere der bundesstaatenübergreifende Systembetreiber PJM Interconnection hat aus der Verfügung seinen Nutzen gezogen und im Jahr 2015 160 MW an Energiespeicherleistung in das Übertragungsnetz integriert.<sup>101</sup>

### **FERC RM 16-23 (aktuelle Entwicklungen)**

Die FERC RM 16-23 stellen geplante Regelungen (Proposed Rulemaking) dar, bei denen es um die Integration von Energiespeichern in den Großhandelsmarkt der unabhängigen Systembetreiber geht. Mit Unterstützung der Energy Storage Association (ESA) wird derzeit die Verabschiedung dieser Verfügungen vorangetrieben. Die geplanten Regelungen werden von vielen Energieversorgern und Stakeholdern im Gewerbe- und Industriesektor unterstützt.<sup>102</sup> Nach Einschätzungen des Experten Matt Roberts der ESA spielt die FERC eine wichtige Rolle, um auch in Zukunft wirtschaftliche Anreize zur Integration von Energiespeichern am Stromgroßhandelsmarkt zu schaffen. Wenn die geplanten Regelungen (FERC RM 16-23) als Verfügungen verabschiedet werden, könnte demnach der Markt zu Gunsten der Integration von Energiespeichern umgestaltet werden. Experten schätzen den Erlass der geplanten Verfügungen als sehr wahrscheinlich ein. Allerdings wird die Umsetzung noch mindestens zwei Jahre in Anspruch nehmen, wobei die aktuelle US-Administration den Prozess weiter verzögern könnte.<sup>103</sup>

<sup>98</sup> Vgl. FERC (2011): [Order 755](#), abgerufen am 25.05.2017

<sup>99</sup> Vgl. FERC (2013): [Order 784](#), abgerufen am 25.05.2017

<sup>100</sup> Vgl. Energy Policy Update (2013): [FERC Order No. 784 boosts energy storage](#), abgerufen am 25.05.2017

<sup>101</sup> Vgl. Utility Dive (2016): [FERC seeks input from ISOs](#), abgerufen am 25.05.2017

<sup>102</sup> Vgl. ESA (2017): [Energy Storage MAP](#), abgerufen am 11.07.2017

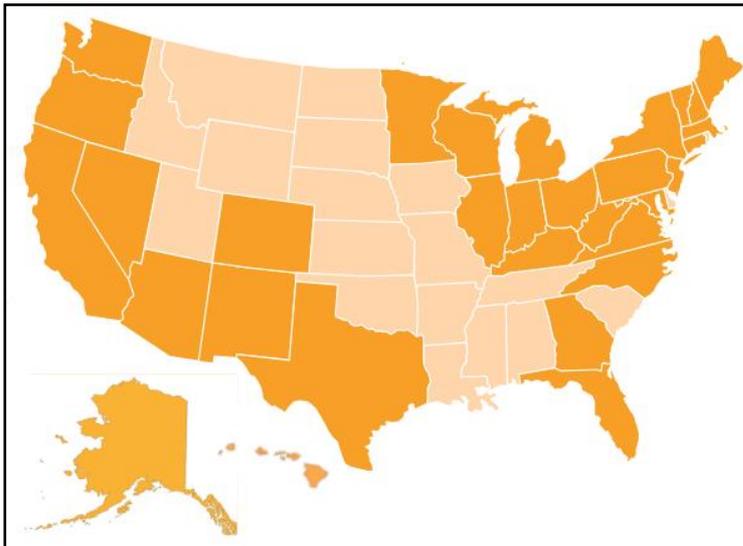
<sup>103</sup> Vgl. Interview mit Matt Roberts, Energy Storage Association am 10.07.2017

## Förderung von Energiespeicherung auf Bundesstaatenebene

Die Rahmenbedingungen auf Bundesebene sind wichtig und spiegeln die politische Einstellung zur Energiespeicherung in den USA wider. Da allerdings die Energiepolitik und die damit einhergehenden Initiativen in den Bundesstaaten stark variieren, sollten die verschiedenen Energiespeicher-Initiativen auf Bundesstaatenebene betrachtet werden. Die Initiativen für Energiespeicherung in Kalifornien und Illinois werden im weiteren Verlauf der Studie genauer erläutert.

Abbildung 11 gibt zunächst einen Überblick über die Bundesstaaten, in denen es strategische Initiativen in der Politik gibt. Diese Bundesstaaten sind in der untenstehenden Abbildung in dunkelorange dargestellt.

**Abbildung 11: Initiativen für Energiespeicherung in den Bundesstaaten**



Quelle: Vgl. ESA (2017): [Energy Storage MAP](#), abgerufen am 11.07.2017

Genaue Erläuterungen zu den Energiespeicher-Initiativen in den Bundesstaaten sind nun in Tabelle 6 zu finden.

**Tabelle 6: Bundesstaaten und Energiespeicher-Initiativen**

Bundesstaat(en)	Energiespeicher-Initiativen
<b>Zusammenfassung der Initiativen</b>	
Massachusetts	In Massachusetts wurden im Jahr 2016 Energiespeicherziele (Procurement Targets) festgelegt. Zusätzlich reichte das Department of Energy Resources (DOER) einen Gesetzesentwurf (H.4568) ein. In diesem Gesetzesentwurf geht es um die kosteneffiziente und praktikable Integration von Speicherlösungen ins Netz. Die Umsetzung dieses Gesetzesentwurfs soll dabei durch eine Stakeholder-übergreifende Energy Storage Working Group unterstützt werden.
Minnesota	Mit dem Gesetz SF 3473, welches im Jahr 2016 verabschiedet wurde, führte Minnesota Steuererleichterungen für Energiespeicher im privaten, kommerziellen und industriellen Bereich ein.
Arizona	Arizonas staatlicher Versorgungsbetrieb, die Arizona Corporation Commission, beschäftigt sich mit dem Thema Energiespeicherung im Rahmen von technischen Workshops zur Integration von erneuerbaren Energien.

Connecticut	Das Connecticut Department of Energy & Environmental Protection hat eine Ausschreibung (Request for Proposal) eingereicht. Diese beinhaltet, dass Energiespeichersysteme bei auftretenden Angebotsspitzen aufgeladen werden sollen, wodurch die Integration von Speichersystemen im Netz gefördert werden soll.
New Mexico	Die Public Regulation Commission New Mexico hat einen Gesetzesentwurf eingereicht, der beinhaltet, dass das Thema Energiespeicherung in den Integrated Resource Plan (IRP) mitaufgenommen werden soll.
Oregon	Oregon hat mit der House Bill (HB) 2193 konkrete Energiespeicherziele eingeführt.
Hawaii, Oregon, Washington, Nevada, Arizona, Minnesota, Maryland, Connecticut, Massachusetts, New Hampshire, District of Columbia	Die Energy Storage Association (ESA) fördert die Integration von Energiespeichern auf politischer Ebene, indem die ESA Empfehlungen für staatliche Versorgungsbetriebe abgibt und Workshops mit verschiedenen Stakeholdern organisiert.
<b>Bedeutende Initiativen</b>	
New York	Im Bundestaat New York wurden Energiespeicherziele aufgestellt. Damit diese Ziele erreicht werden können, soll mit Hilfe von Subventions- und Anreizprogrammen die Installation von Energiespeichern finanziell attraktiv gestaltet werden. Die New York Public Service Commission fördert zudem das inhaltliche Verständnis im Bereich der Energiespeicher und Mehrwertgenerierung bei ansässigen Versorgungsunternehmen. New York City hat als erste Stadt in den USA Ziele zur installierten Energiespeicherkapazität eingeführt, sodass bis 2020 eine Installation von 100 MWh Speicherkapazität angestrebt wird.
Kalifornien	Siehe Kapitel 4.3.1
Maryland	In Maryland wird im Januar 2018 die erste Steuergutschrift für Energiespeicher eines Bundesstaates in Kraft treten. Diese Steuergutschrift sieht vor, Energiespeicher für private, industrielle und kommerzielle Endverbraucher zu fördern.

Quelle: Eigene Darstellung nach ESA (2017): [Energy Storage MAP](#), abgerufen am 11.07.2017

### 3.2.2. Förderprogramme

Auf Bundesebene und in den 50 Bundesstaaten gibt es verschiedene Förderprogramme zu erneuerbaren Energien und Energiespeicherung, die teilweise allgemein für erneuerbare Energien und teilweise speziell auf einzelne Energiequellen ausgerichtet sind. Die Förderprogramme stellen einen wichtigen Faktor dar, da viele Projekte ohne die Anreize nicht mit den Marktpreisen konkurrieren können. Detaillierte Erläuterungen zu Energiespeicher-Förderprogrammen in den Staaten Kalifornien und Illinois sind in den Kapiteln 4.3.1 und 5.3.1 zu finden. Nachfolgende Programme beziehen sich deshalb auf Förderprogramme auf Bundesebene bzw. stellen kooperationsbasierte Förderungen für erneuerbare Energien und Energiespeicher dar.

#### Investment Tax Credit (ITC)

Zu den wichtigsten Förderprogrammen auf Bundesebene zählt der ITC. Der ITC ist eine Steuergutschrift auf Bundesebene für die Anschaffungskosten von qualifizierten erneuerbaren Energiesystemen. Gefördert werden Technologien in den Bereichen Solarenergie (Solarthermie und Photovoltaik), Wind, Biomasse,

Geothermie, Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sowie Brennstoffzellen und Mikroturbinen. Die Steuergutschriften beziehen sich auf die Investitionskosten und werden mit der Einkommens- bzw. Körperschaftsteuer verrechnet. Der ITC wurde im Jahr 2015 bis zunächst Ende 2022 verlängert und beinhaltet eine degressive Struktur der Fördersätze, um zunächst starke Anreize zu setzen und anschließend einen möglichst fließenden Übergang zu einer emissionsfreien Wirtschaft zu schaffen. Die untenstehende Tabelle 7 stellt die Steuergutschriften im Rahmen des ITC dar, wobei sich die Zeitpunkte für Solar- und Windprojekte auf den Baubeginn und die Zeitpunkte für alle anderen Technologien auf die tatsächliche Inbetriebnahme beziehen.<sup>104</sup>

### **Energy Storage Tax Incentive and Deployment Act of 2016**

2016 wurde als Erweiterung des ITCs der Energy Storage Tax Incentive and Deployment Act im Senat vorgeschlagen. Das Ziel des Energy Storage Tax Incentive and Deployment Act besteht darin, bestehende Energiespeichertechnologien finanziell zu fördern, um eine flexible, belastbare und zuverlässige Netzinfrastruktur in den USA aufzubauen. Die zu fördernden Energiespeicherprojekte können dabei netzgekoppelt oder auch netzunabhängig sein.<sup>105</sup> Die Förderung wäre an den ITC angelehnt, wobei zwischen der Förderung gewerblicher (Business Energy Investment Credit) und privater (Residential Energy Property Tax Credit) Projekte unterschieden wird. Als Bedingung zur Förderung gewerblicher Energiespeicherprojekte würde gelten, dass eine Leistung von mindestens 5 kWh erbracht werden müsse; grundsätzlich wären die Steuergutschriften für alle Speichertechnologien anwendbar. Dahingegen würden Steuergutschriften für private Haushalte nur für Batteriespeicher gelten, welche eine Mindestleistung von 3 kWh erbringen müssten. Die Fördersätze für private und gewerbliche Projekte wären an den ITC angelehnt und entsprächen den Steuergutschriften für Solarenergie (siehe Tabelle 7, erste Zeile).<sup>106</sup> Tabelle 7 bietet einen Überblick über die Steuergutschriften auf Rahmen des ITC und des zur politischen Debatte stehenden Energy Storage Tax Incentive and Deployment Act of 2016.

---

<sup>104</sup> Vgl. DSIRE (2017): [Business Energy Investment Tax Credit](#), abgerufen am 16.05.2017

<sup>105</sup> Vgl. ESA (2017): [Investment Tax Credit for Energy Storage](#), abgerufen am 16.05.2017

<sup>106</sup> Vgl. US Congress Legislation (2016): [Energy Storage and Deployment Act of 2016](#), abgerufen am 16.05.2017

**Tabelle 7: Steuergutschriften - ITC und Energy Storage Tax Incentive and Deployment Act of 2016**

Technologie	31.12. 2017	31.12. 2018	31.12. 2019	31.12. 2020	31.12. 2021	31.12. 2022	Zukünftige Jahre
PV, solare Warmwasseraufbereitung, solare Raumheizung/-kühlung, solare Prozesswärme, Speichertechnologien	30%	30%	30%	30%	26%	22%	10%
Hybride Solar-Beleuchtung, Brennstoffzelle, Kleinwindenergieanlage	30%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Geothermische Wärmepumpen, Mikroturbine, Systeme mit KWK	10%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Geothermische Stromerzeugung	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Windkraftanlage	30%	24%	18%	12%	N/A	N/A	N/A

Quelle: Eigene Darstellung nach DSIRE (2017): [Business Energy Investment Tax Credit](#), abgerufen am 15.05.2017

### Modified Accelerated Cost-Recovery System (MACRS)

Beim MACRS geht es darum, Investitionen in materielle Vermögenswerte steuerlich geltend zu machen und somit Investitionsanreize im Markt für erneuerbare Energien zu setzen. Dementsprechend können Unternehmen ihre Investitionen durch beschleunigte Abschreibungen (Bonus Depreciation) geltend machen, wobei der Abschreibungszeitraum für folgende Technologien zwischen 3 und 50 Jahren liegt: Solarenergie (PV und Solarthermie), Brennstoffzellen, Mikroturbinen, Geothermie (Stromerzeugung, Direkteinsatz, Wärmepumpen), Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Kleinwindenergieanlagen (< 100 kW). Für weitere spezifische Technologien – wie beispielsweise Biomasse oder Meeresenergie – liegt der Abschreibungszeitraum bei 7 Jahren. Im Rahmen des Consolidated and Further Continuing Act wurde das MACRS zuletzt 2015 aktualisiert. Derzeit sind folgende Abschreibungsbeträge vorgesehen:

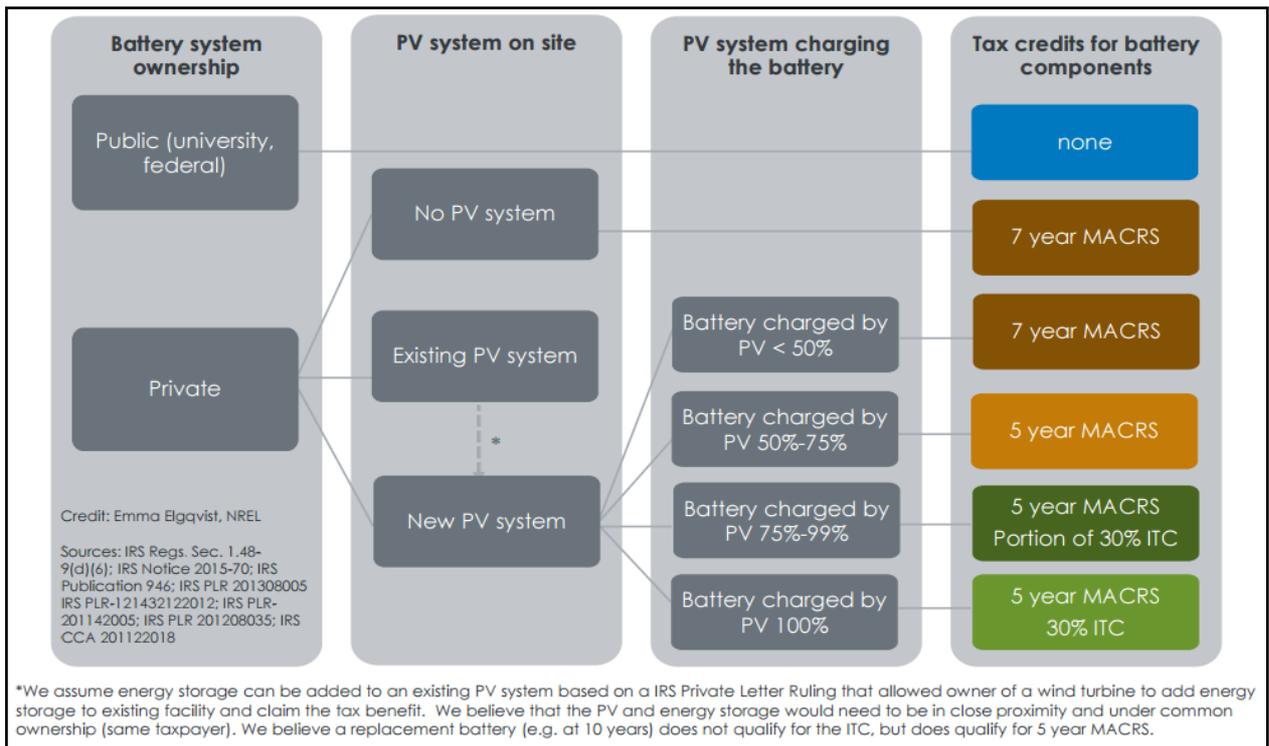
- 50% für Anlagen, die vor dem 01.01.2018 in Betrieb genommen werden;
- 40% für Anlagen, die in 2018 in Betrieb genommen werden;
- 30% für Anlagen, die in 2019 in Betrieb genommen werden.<sup>107</sup>

MACRS-Abschreibungsbeträge werden auch für Batteriespeicher angeboten, welche mit PV-Anlagen kombiniert werden können. Die Höhe der Abschreibungsboni variiert dann je nach PV-Energie-Anteil.<sup>108</sup> Abbildung 12 gibt einen Überblick über mögliche Förderungen für Batteriespeicher auf Bundesebene.

<sup>107</sup> Vgl. DSIRE (2017): [Modified Accelerated Cost-Recovery System](#), abgerufen am 16.05.2017

<sup>108</sup> Vgl. National Renewable Energy Laboratory (2016): [Battery Energy Storage Market](#), abgerufen am 16.05.2017

Abbildung 12: Fördermechanismen für Solarenergie mit Batteriespeicher auf Bundesebene



Quelle: Vgl. NREL (2016): [Battery Energy Storage Market](#), abgerufen am 16.05.2017

## Weitere Förderprogramme

Zusätzlich gibt es weitere Förderprogramme für Energiespeichertechnologien auf Bundesebene, die in Tabelle 8 kurz dargestellt sind.

**Tabelle 8: Nationale Förderprogramme für Energiespeicherprojekte in den USA**

Förderprogramm	Anreiztyp	Administrator	Zusammenfassung
<b>Energy Storage Technology Advancement Partnership</b>	Finanzielle Förderung, Informationsaustausch	California Energy Storage Alliance (CESA), DOE	Der Zusammenschluss mehrerer Bundesstaaten und DOE hat sich zum Ziel gesetzt, die Kommerzialisierung und Installation von Energiespeichertechnologien voranzutreiben. Eingeschlossen sind hierbei Energiespeichersysteme, die auf Batterien, Schwungrädern, Druckluft- oder Wasserkraftwerken basieren.
<b>Innovative Clean Energy Loan Guarantee Program</b>	Kreditvergabe	DOE	Mit einem Budget von 24 Mrd. USD werden in diesem Programm Kredite für innovative Energieprojekte vergeben. Kredite werden für Projekte in den Bereichen Netzintegration und Energiespeicherung (Nachfragesteuerung und lokale Energiespeicherung), Microgrid sowie Smart Grid, vergeben.
<b>Qualified Energy Conservation Bonds (QECCB)</b>	Anleihenvergabe	U.S. Internal Revenue Service	Durch die QECCB sollen erneuerbare Energien, Energieeffizienz und auch Technologien zur Fertigung von Batterien und zur Reduktion von Stromspitzen gefördert werden. Die Anleihen werden auf Bundesebene zu vergünstigten Konditionen (in Form von Steuergutschriften) an Bundesstaaten und lokale Regierungen vergeben.

Quellen: Eigene Darstellung nach DOE (2012): [Energy Storage Technology Advancement Partnership](#), abgerufen am 12.05.2017; DOE (2016): [Federal Financing Programs for Clean Energy](#), abgerufen am 12.05.2017; National Association of State Energy Officials (2012): [Qualified Energy Conservation Bonds](#), abgerufen am 17.05.2017; DSIRE (2017): [Qualified Energy Conservations Bonds](#) (2016), abgerufen am 17.05.2017

Das derzeit wichtigste Förderprogramm für erneuerbare Energien auf Bundesebene sind die Steuergutschriften im Rahmen des ITC. Zudem schafft der RPS in den einzelnen Bundesstaaten indirekt Anreize, da Speicher dabei helfen können, erneuerbare Energien effektiv ins Netz zu integrieren. Für deutsche Unternehmen ist es deshalb wichtig, sich mit den wichtigsten Förderprogrammen auf Bundesebene vertraut zu machen. Da allerdings staatliche Förderprogramme stark variieren, sollten bei der Standortwahl sowie bei der Wahl des Absatzmarktes und der Kooperationspartner die staatlichen Rahmenbedingungen und Förderprogramme betrachtet werden. Weitergehend wird es für deutsche Unternehmen wichtig sein, sich mit möglichen politischen Änderungen auf Bundes- und staatlicher Ebene vertraut zu machen, um die Entwicklungstendenzen abzuschätzen und Risiken zu minimieren.

### 3.3. Energiespeichertechnologien

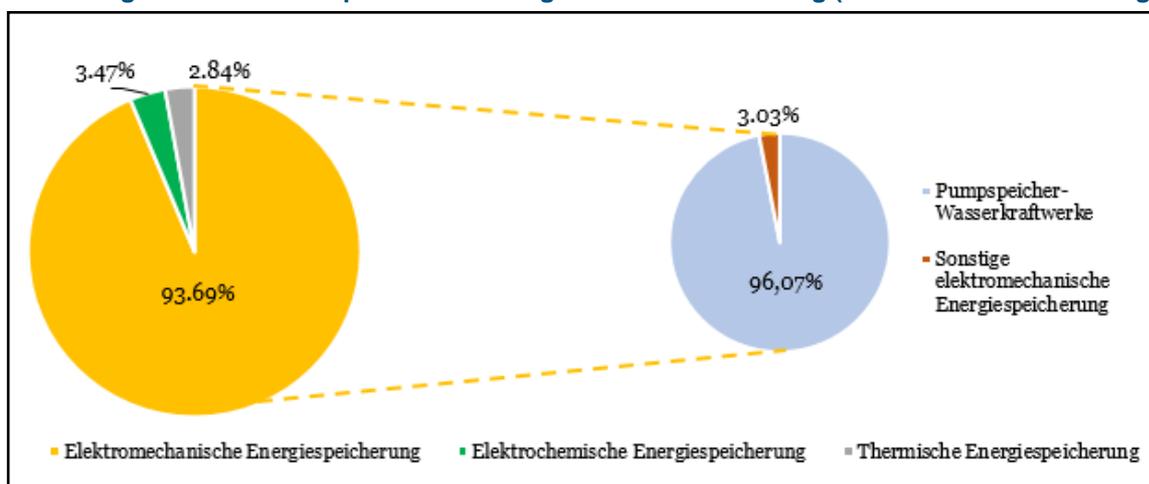
Um die verschiedenen Energiespeichertechnologien im weiteren Verlauf genauer zu beschreiben, ist zunächst eine definitorische Abgrenzung des Begriffes Energiespeicher wichtig. Energiespeicher beinhalten als energietechnische Einrichtungen die drei Prozesse Einspeichern (Laden), Speichern und Ausspeichern

(Entladen). Diese drei Prozesse können entweder wie bei Batterien in ein Medium integriert sein oder wie bei Pumpwasser-Speicherkraftwerken an unterschiedlichen Orten separat stattfinden.

Energiespeichertechnologien lassen sich nach verschiedenen Kriterien gliedern, wobei die Klassifikation nach Energieart am häufigsten angewandt wird. Im Folgenden werden die Speichertechnologien nach Energieart (elektromechanisch, elektrochemisch, elektrisch, thermisch und chemisch) mit Bezug zum US-amerikanischen Energiespeichermarkt vorgestellt.

Abbildung 13 soll zunächst einen Überblick über die prozentualen Anteile elektromechanischer, elektrochemischer und thermischer Großspeicher-Projekte in den USA nach Nennleistung in kW geben. Die Grafik bezieht sich auf Speicherprojekte, die aktuell in der Planungsphase und in Betrieb sind. Elektrische und chemische Energiespeicherprojekte befinden sich in den USA noch in der technologischen Entwicklungs- und Testphase und sind deshalb nicht in der untenstehenden Abbildung aufgeführt.

**Abbildung 13: Anteile der Speichertechnologien nach Nennleistung (in Betrieb und in Planung)**



Quelle: Eigene Darstellung nach DOE (2017): [DOE Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 05.06.2017

### 3.3.1. Elektromechanische Energiespeicherung

Wie Abbildung 13 zeigt, sind 96,07% aller elektromechanischen Energiespeicher, bezogen auf die Nennleistung in den USA, Pumpspeicher-Wasserkraftwerke. Einen nur sehr kleinen Anteil machen Hubspeicher- und Druckluftspeicherkraftwerke sowie Schwungräder aus.

#### Pumpspeicher-Wasserkraftwerke

Pumpspeicher-Wasserkraftwerke speichern Energie in Form von Wasser, welches von einem unteren Reservoir in ein oberes Reservoir gepumpt wird. Bei hohem Energiebedarf wird Energie erzeugt, indem das gespeicherte Wasser vom oberen Reservoir durch Turbinen, die einen Generator antreiben, ins untere Reservoir abgelassen wird. In Zeiten von niedrigem Strombedarf wird das Wasser mit Hilfe eines Motors aus dem Unterbecken ins Oberbecken gepumpt, um dessen potenzielle Energie (Lageenergie) zu erhöhen. Pumpspeicher-Wasserkraftwerke sind in der Lage, besonders schnell auf Schwankungen im Stromnetz zu reagieren und Systemdienstleistungen wie beispielsweise Spannungs- oder Frequenzhaltung bereitzustellen.<sup>109</sup> Außerdem weisen Pumpspeicher-Wasserkraftwerke eine sogenannte Schwarzstartfähigkeit auf, was bedeutet, dass die Stromerzeugung ohne zusätzliche Energie gestartet werden kann.<sup>110</sup>

<sup>109</sup> Vgl. National Hydropower Association (2017): [Pumped Storage](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>110</sup> Vgl. Renewable Energy World (2016): [Why Pumped Hydropower Needs More Attention in the Energy Storage Discussion](#), abgerufen am 22.05.2017

Eine neue Entwicklung im Bereich der Pumpspeicherung ist die Planung unterirdischer Wasserkraftwerke. Hierbei befindet sich mindestens ein Reservoir unter der Erde, um den Höhenunterschied für die Lageenergie auszunutzen. Die Funktionsweise ist dieselbe wie bei herkömmlichen Pumpspeicher-Wasserkraftwerken. Aufgrund hoher Installations- und Anschaffungskosten befassen sich die aktuellen Initiativen mit dem Ausbau vorhandener unterirdischer Strukturen, wie z.B. stillgelegter Minen, Kavernen oder Stauseen.<sup>111</sup>

Aktuell (Stand 2017) sind in den USA laut DOE 50 Pumpspeicher-Wasserkraftwerke gelistet, welche eine Gesamtleistung von 29.911 MW erbringen können. Alle Pumpspeicher-Wasserkraftwerke in den USA sind der Unterkategorie „open-loop“-Wasserspeicher zuzuordnen, sodass alle Pumpspeicher mit natürlichen Wassersystemen verbunden sind.<sup>112</sup> Die Standorte zum Bau neuer Pumpspeicher-Wasserkraftwerke in den USA sind allerdings beschränkt. Momentan liegt die Herausforderung daher in der Wartung und Instandhaltung bestehender Kraftwerke.<sup>113</sup>

### Hubspeicherkraftwerk

Analog zu der Energiespeicherung durch Pumpspeicher-Wasserkraftwerke kann Energie auch durch die Anhebung bzw. Verschiebung von festen Gewichten gespeichert werden. Steht zu einer bestimmten Zeit zu wenig Strom zur Verfügung, so kann das Gewicht auf eine tiefere Position herabgelassen bzw. bewegt werden. Die freigesetzte potenzielle Energie kann dann durch einen Generator in Strom umgewandelt werden.<sup>114</sup> Laut DOE findet diese Technologie in den USA bisher nur in einem Projekt (Advanced Rail Energy Storage Nevada) Anwendung, welches sich derzeit noch in Planung befindet und eine Leistung von 50 MW liefern soll.<sup>115</sup> Bei diesem Projekt soll überschüssige Energie dazu genutzt werden, um mit Beton beladene Waggons auf Schienen entlang einer Steigung hoch zu bewegen. Wird Energie benötigt, so werden die Waggons herunterbewegt, wodurch mit Hilfe eines Generators Energie erzeugt wird. Die erwarteten Kosten dieses Projekts liegen bei 55 Mio. USD und die Inbetriebnahme ist für Anfang 2019 geplant.<sup>116</sup>

### Druckluftspeicherkraftwerke

Druckluftspeicherkraftwerke sind bezüglich der Anwendung, Leistung und Speicherkapazität den Pumpspeicher-Wasserkraftwerken sehr ähnlich. Anstelle von Wasser wird bei diesen Anlagen allerdings Luft in unterirdischen Kavernen komprimiert und gespeichert. Wird Energie benötigt, so wird die gespeicherte Luft in Gasturbinen geleitet, die durch einen angeschlossenen Generator Strom erzeugen.<sup>117</sup> Aktuell (Stand 2017) sind neun Druckluftspeicherprojekte in den USA gelistet, die eine kumulierte Leistung von 740 MW erbringen können. Hiervon sind vier Projekte mit 114 MW bereits in Betrieb, während die anderen Projekte noch in der Planung sind.<sup>118</sup> Da die Installation von Druckluftspeicherkraftwerken mit bestimmten Standortanforderungen und sehr hohen Investitionskosten verbunden ist, sind die Markteintrittschancen für traditionelle Druckluftspeicherkraftwerke in den USA als begrenzt anzusehen.

### Schwungrad

Schwungräder basieren auf einem rotierenden, kreisförmigen Gewicht, welches kinetische Energie in Form von Rotationsbewegung speichert. Wird Energie benötigt, treibt die Rotationskraft einen Generator an und produziert Elektrizität, was wiederum die Rotationsgeschwindigkeit verringert. Ein Schwungrad wird mit Hilfe eines Motors wieder aufgeladen, wodurch die Rotationsgeschwindigkeit des Gewichts wieder erhöht werden kann.<sup>119</sup> Schwungradspeicher können somit elektrische Energie aufnehmen, diese intern als

<sup>111</sup> Vgl. Energy Storage Association (2017): [Sub-Surface Pumped Hydroelectric Storage](#), abgerufen am 22.05.2017

<sup>112</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.05.2017

<sup>113</sup> Vgl. DIE (2017): Pumped Storage Hydropower, abgerufen am 28.06.2017

<sup>114</sup> Vgl. Energy Storage News: [Energy Storage in Elevated Weights](#), abgerufen am 22.05.2017

<sup>115</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Database](#), abgerufen am 30.05.2017

<sup>116</sup> Vgl. GTM (2016): [First Grid-Scale Rail Energy Storage Project](#), abgerufen am 30.05.2017

<sup>117</sup> Vgl. Energy Storage Association (2017): [Compressed Air Energy Storage](#), abgerufen am 22.05.2017

<sup>118</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.05.2017

<sup>119</sup> Vgl. ESA (kein Datum): [Flywheels](#), abgerufen am 22.05.2017

mechanische Energie speichern und anschließend wieder als elektrische Energie abgeben. Die Vorteile von Schwungradspeichern liegen in der Wartungsfreundlichkeit, einer sehr hohen Zyklenzahl sowie einer kurzen Reaktionszeit. Aufgrund dieser Eigenschaften werden Schwungradspeicher oft zum Stabilisieren der Netzfrequenz und als kurzfristige Ausgleichsspeicher eingesetzt.<sup>120</sup> Derzeit (Stand 2017) sind 21 Schwungradspeicher mit einer Leistung von 58 MW in den USA in Betrieb.<sup>121</sup> Die USA haben damit den weltweit größten Marktanteil an Schwungrad-Speichern nach installierter Leistung. Experten gehen weitergehend davon aus, dass der US-Markt für Schwungradspeicher bis 2024 weiter wachsen wird. Schwungradspeicher können in großen Daten- und Rechenzentren eingesetzt werden, um eine ununterbrochene Energieversorgung zu gewährleisten. Experten sehen in den USA für diesen Anwendungsbereich gute Marktchancen, da große IT-Unternehmen wie beispielsweise Oracle, Intel, Google und Microsoft ihre großen Rechenzentren in den USA betreiben und eine zuverlässige Energieversorgung brauchen.<sup>122</sup>

### 3.3.2. Elektrochemische Energiespeicherung

Batterien sind eine der am weitesten verbreiteten und bekanntesten Arten der Energiespeicherung und gehören zum Bereich der elektrochemischen Energiespeicherung. Batterien haben in den USA den größten Marktanteil an neuinstallierter Energiespeicherkapazität. Diese Entwicklung wurde vor allem durch fallende Preise, verbesserte Sicherheit und verschiedene Anwendungsmöglichkeiten in Groß- und Kleinspeichern begünstigt.<sup>123</sup>

Aus technologischer Sicht wird zwischen Trockenbatterien (Solid State Batteries) und Durchflussbatterien (Flow Batteries) unterschieden. Zu den Trockenbatterien gehören Lithium-Ionen-, Nickel-Kadmium-, Natrium-Schwefel- und Blei-Batterien. Zu den Durchflussbatterien gehören Vanadium-Redox-, Polysulfid-Brom- und Zink-Brom-Batterien.<sup>124</sup> Die Funktionsweise sowie die Unterschiede zwischen Trocken- und Durchflussbatterien sind in Tabelle 9 dargestellt.

**Tabelle 9: Gegenüberstellung von Trocken- und Durchflussbatterien**

	Trockenbatterie	Durchflussbatterie
<b>Funktionsweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Zellen (bestehend aus Anode, Kathode und Elektrolyt) sind in einer Reihe zusammengeschaltet</li> <li>• Zum Aufladen der Batterie wird durch eine elektrochemische Reaktion in der Zelle elektrische in chemische Energie umgewandelt; das Entladen funktioniert vice versa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flüssige Elektrolyte zirkulieren in zwei unabhängigen Kreisläufen und treffen in einer galvanischen Zelle aufeinander, die von einer Membran geteilt wird</li> <li>• Die chemische Reaktion findet an der zwischengeschalteten Membran durch einen Ionenaustausch (Reduktion oder Oxidation) statt, wodurch Energie frei wird</li> </ul>
<b>Anwendungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Batterie-Speicherkraftwerke</li> <li>• Energiespeicherung bei privaten und industriellen Endverbrauchern</li> <li>• Traktionsbatterie zum Antrieb elektrischer Fahrzeuge</li> <li>• Batterie-Systeme in tragbaren Geräten mit hohem Energiebedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung als Pufferbatterie und Reservequelle in Verbindung mit großen PV- und Windkraftanlagen</li> </ul>

<sup>120</sup> Vgl. RP-Energie-Lexikon (2017): [Schwungradspeicher](#), abgerufen am 22.05.2017

<sup>121</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.05.2017

<sup>122</sup> Vgl. Grand View Research (2016): [Flywheel Energy Storage Market](#), abgerufen am 26.05.2017

<sup>123</sup> Vgl. McKinsey (2016): [The new economics of energy storage](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>124</sup> Vgl. Applied Energy (2015): [Current Deployment in Electrical Energy Storage Technologies](#), abgerufen am 22.05.2017

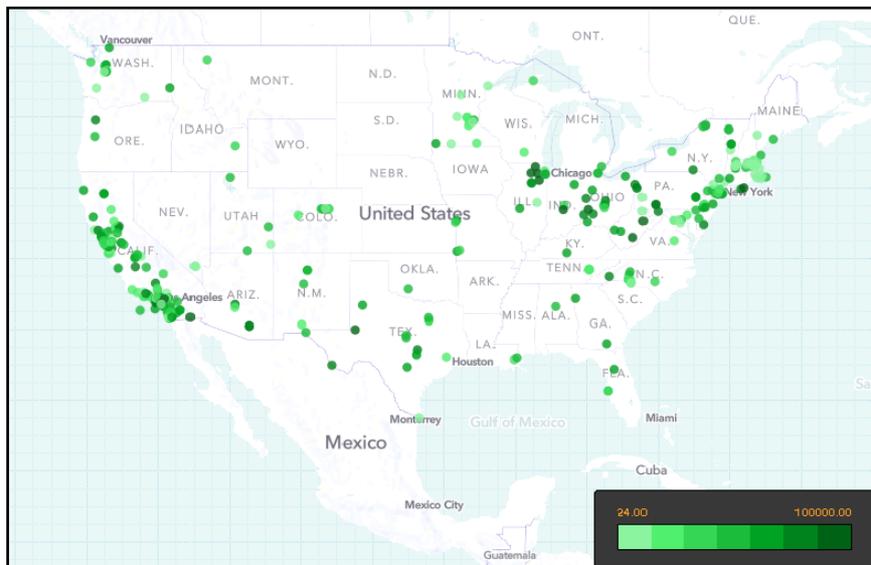
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Kosten durch Skaleneffekte in der Produktion</li> <li>• Geringes Gewicht und kleine Maße</li> <li>• Hohe Energiedichte</li> <li>• Kurze Reaktionszeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherkapazität ist unabhängig von der elektrischen Ladung skalierbar</li> <li>• Sehr geringe Selbstentladung wegen separater Tanks</li> <li>• Hohe Lebensdauer</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringere Lade-Entladeströme im Vergleich zu Durchflussbatterien</li> <li>• Entsorgung bzw. Recycling von toxischen Materialien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexer Aufbau durch Installation von Tanks, Pumpen und Kontrollsystem</li> <li>• Teurer als Trockenbatterien</li> <li>• Hoher Platzbedarf aufgrund geringer Energiedichte</li> </ul>
<b>Installierte Leistung USA*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lithium-Ionen-Batterien: 927 MW</li> <li>• Blei-Batterien: 142 MW</li> <li>• Nickel-Batterien: 27 MW</li> <li>• Natrium-Batterien: 26 MW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vanadium-Redox-Batterien: 26 MW</li> <li>• Zink-Brom-Batterien: 31 MW</li> <li>• Andere Batterien: 1 MW</li> </ul>

Quellen: Vgl. Applied Energy (2015): [Current Deployment in Electrical Energy Storage Technologies](#), abgerufen am 22.05.2017; Energie Experten (2017): [Redox-Flow-Batterie](#), abgerufen am 01.06.2017; Energy Storage Association (2017): [Redox Flow Batteries](#), abgerufen am 01.06.2017, DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 01.06.2017

\* Die Daten beziehen sich auf alle aktuell gelisteten Projekte in den USA (Stand 2017).

Aktuell (Stand 2017) sind insgesamt 341 elektrochemische Energiespeicherprojekte in den USA mit insgesamt 680 MW Kapazität in Betrieb.<sup>125</sup> Abbildung 14 gibt einen Überblick über die geographische Verteilung bezüglich der Maximalleistung von elektrochemischen Energiespeichern in den USA. Auffällig sind an dieser Stelle die Cluster von elektrochemischen Energiespeichern im Mittleren Westen sowie an der West- und Ostküste. Diese Entwicklung wurde durch die regulatorische Unterstützung im Einzugsgebiet von PJM (siehe Kapitel 3.5.1: Exkurs: PJM Großhandelsmarkt) und CAISO (siehe Kapitel 4.2: Tabelle 15) sowie durch Förderinstrumente auf bundesstaatlicher Ebene begünstigt.

**Abbildung 14: Geographische Verteilung elektrochemischer Energiespeicher in den USA in kW**



Quelle: Vgl. JMP Securities (2017): Storage Market Getting Charged Up

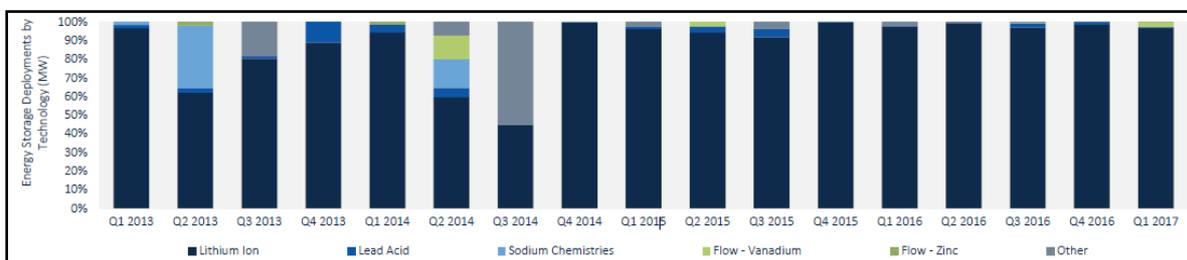
Die in den USA am weitesten verbreitete Form von Batterien ist die Lithium-Ionen-Batterie. Lithium-Ionen-Batterien sind bereits fester Bestandteil unseres Alltags, da sie in vielen elektronischen Geräten als Akkumulatoren eingesetzt werden. Zusätzlich sind Lithium-Ionen-Batterien für die Transportindustrie

<sup>125</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.05.2017

relevant, da sie in Hybrid- und Elektrofahrzeugen implementiert sind. Lithium-Ionen-Batterien können grundsätzlich zwei Funktionen erfüllen: zum einen können große Energiemengen schnell gespeichert und wieder bereitgestellt werden (Power Application) und zum anderen können geringere Energiemengen über einen längeren Zeitraum gespeichert werden (Energy Application). In Kombination machen es diese beiden Eigenschaften möglich, stationäre Lithium-Ionen-Batterien sowohl als netzgekoppelte Großspeicher als auch bei industriellen und privaten Endkunden einzusetzen.<sup>126</sup>

Bei der neu installierten Energiespeicherleistung in 2016 lag der Marktanteil von Lithium-Ionen-Batterien bei über 97%, wobei hauptsächlich netzgekoppelte Großspeicherprojekte realisiert wurden. Auch als Kleinspeicher werden Lithium-Ionen-Batterien gegenwärtig als Technologie favorisiert.<sup>127</sup> Aber auch in Zukunft gehen die Experten Brett Simon und Daniel Finn-Foley von Greentech Media davon aus, dass hauptsächlich Lithium-Ionen-Batterien als Energiespeicherlösung in den USA installiert werden.<sup>128</sup> Abbildung 15 gibt einen Überblick über die neu installierte Energiespeicherleistung in den USA nach Technologie.

**Abbildung 15: Anteil neu installierter Energiespeicherleistung in den USA nach Technologie**



Quelle: Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017 Executive Summary

Diese Entwicklung wurde durch fallende Preise im Bereich der Lithium-Ionen-Batterien sowie durch verbesserte Finanzierbarkeit und Profitabilität beeinflusst. Auf dem US-amerikanischen Lithium-Ionen-Batteriemarkt geht der Preisdruck vor allem von Marktführern wie Tesla aus, die Innovationen mit dem betriebswirtschaftlichen Ziel der Kostensenkung vorantreiben. Gleichzeitig können mit großen Produktionsmengen auf Seiten der Marktführer entscheidende Skaleneffekte ausgenutzt und mit innovativen Fabriken (wie z.B. der Tesla Gigafactory) Kosten weiterhin gesenkt werden. Die aktuellen Kosten von Teslas Lithium-Ionen-Batterien liegen zwischen 150 und 200 USD pro kWh, was deutlich unter dem Industriedurchschnitt von 350 USD pro kWh liegt. Energiespeicherexperten von GTM nehmen für die USA an, dass die durchschnittlichen Kosten für Lithium-Ionen-Batterien im Jahr 2020 bei 200 USD pro installierter kWh betragen werden.<sup>129</sup>

Lithium-Ionen-Batterien werden vermehrt in Kombination mit PV-Anlagen angeboten und sowohl als Kleinspeicher- als auch als Großspeicherlösungen eingesetzt. Die Gründe für diese Kombination liegen bei Großspeichern vor allem in der Reduktion von Spitzenlasten sowie in der effektiven Integration erneuerbarer Energien in den Strommarkt, wodurch Abregelungen (Curtailments) vermieden werden sollen. In privaten Haushalten wird mit Kleinspeichern vor allem das Kundenbedürfnis gedeckt, unabhängig vom Stromnetz den eigens erzeugten Strom zu nutzen und zusätzlich über eine Notstromversorgung zu verfügen. Abbildung 16 gibt einen Überblick über die Installationskosten von PV-Anlagen in Kombination mit Lithium-Ionen-Batterien für Klein- und Großspeicher und stellt die Preise für einzelne Komponenten detailliert dar.<sup>130</sup>

<sup>126</sup> Vgl. McKinsey (2016): [The new economics of energy storage](#), abgerufen am 01.06.2017

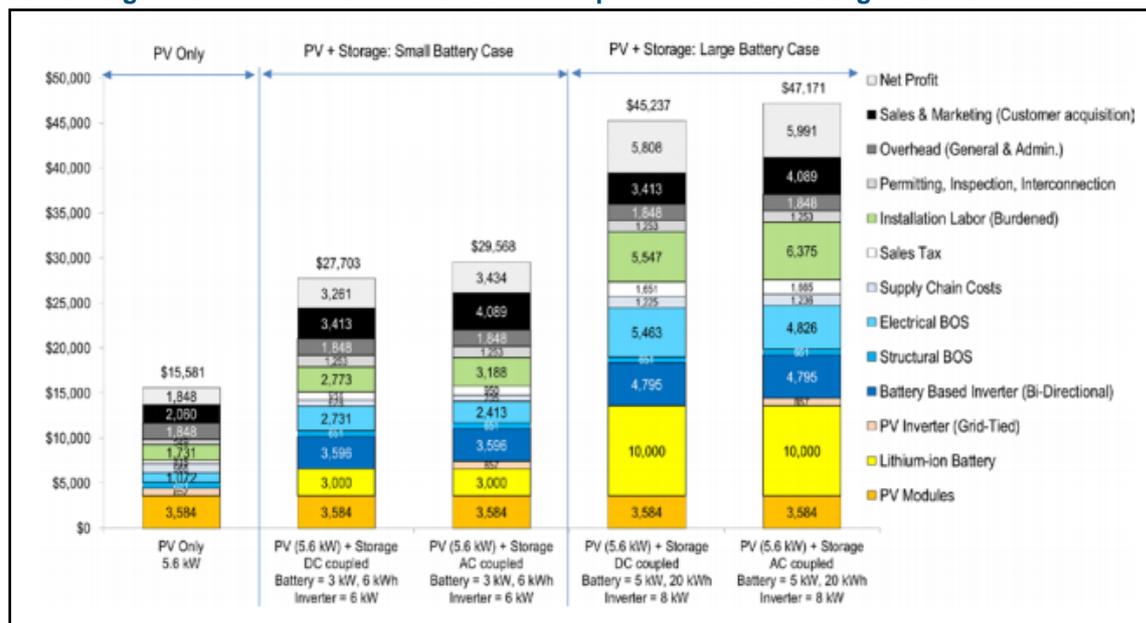
<sup>127</sup> Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017 Executive Summary

<sup>128</sup> Vgl. Interview mit Brett Simon und Daniel Finn-Foley, Greentech Media am 06.07.2017

<sup>129</sup> Vgl. GTM (2016): [How Soon Can Get Tesla Battery Cell Costs Below \\$100 per Kilowatt-Hour](#), abgerufen am 05.06.2017

<sup>130</sup> Vgl. National Renewable Energy Laboratory (2016): [Installed Cost Benchmarks and Deployment Barriers for Residential Solar Photovoltaics with Energy Storage: Q1 2016](#), abgerufen am 29.06.2017

Abbildung 16: Installationskosten und Preiskomponenten für PV-Anlagen und Batterien



Quelle: Vgl. NREL (2016): [Installed Cost Benchmarks and Deployment Barriers for Residential Solar Photovoltaics with Energy Storage: Q1 2016](#), abgerufen am 29.06.2017

Die Kosten für Lithium-Ionen-Batterien stellen einen der größten Kostenfaktoren dar und haben gleichzeitig auch das größte Potenzial zur Kostenreduzierung. Nach Experteneinschätzungen von GTM sollen auch die Kosten für zusätzliche Komponenten (Balance-of-Storage Costs) im Großspeichersegment um 41% bis zum Jahr 2020 fallen (Referenzzeitpunkt 2016). Die Einschätzungen für die Entwicklung der Personalkosten zur Installation von Speichern orientieren sich an der Solarindustrie. Durch Lernkurveneffekte wird erwartet, dass sich die Personalkosten zur Installation von Speicherprojekten bis 2020 stark verringern werden.<sup>131</sup>

Nichtsdestotrotz sind Lithium-Ionen-Batterien nicht die universelle Energiespeicherlösung für alle Anwendungen in den USA. In bestimmten Fällen können Blei-Batterien eine mindestens ebenso profitable Alternative sein, um Solarenergie beim Endkonsumenten effizient zu speichern. Auch Durchflussbatterien können bei bestimmten Anwendungsfällen einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber Lithium-Ionen-Batterien bieten; beispielsweise im Zusammenhang mit großen Windkraftanlagen. Als strategische Ausrichtung für elektrochemische Energiespeicherung in den USA wird es deshalb wichtig sein, dass Projektentwickler, Versorgungsunternehmen und Endkunden offen für verschiedene Batterietechnologien sind, um eine größtmögliche Wertschöpfung zu erzielen und resistent gegen Preisschwankungen einzelner Batterietechnologien zu sein. Für Batterieanbieter ist es wichtig, eng mit Kunden (d.h. mit Versorgungsunternehmen sowie mit privaten und industriellen Endkunden) zusammenzuarbeiten, um Kenntnisse über genaue Lastprofile zu erhalten und Batteriespeicher den Kundenbedürfnissen anzupassen.<sup>132</sup>

<sup>131</sup> Vgl. GTM (2016): [Grid-Scale Energy Storage Balance-of-System Costs will decline by 41% by 2020](#), abgerufen am 30.06.2017

<sup>132</sup> Vgl. McKinsey (2016): [The new economics of energy storage](#), abgerufen am 02.06.2017

### 3.3.3. Elektrische Energiespeicherung

#### Supraleitende magnetische Energiespeicher (SME)

SMEs speichern Energie in Form eines Magnetfelds, wobei Strom aus dem Netz in eine supraleitende Spule geleitet und dadurch ein starkes Magnetfeld aufgebaut wird, welches die Energie speichert. Wird Energie benötigt, so kann durch Abbau des Magnetfeldes Energie zurückgewonnen werden. Die Vorteile dieser Technologie liegen darin, dass nur sehr geringe Energieverluste bei der Speicherung zu verzeichnen sind und der Speicherwirkungsgrad bei 95% liegt. Die im Magnetfeld gespeicherte Energie kann außerdem in weniger als einer Sekunde wieder freigesetzt werden, weshalb sich SMEs zur Unterstützung von Systemdienstleistungen im Netz eignen. Diese Vorteile stehen allerdings den extrem hohen Investitionskosten der SMEs gegenüber,<sup>133</sup> welche Experten durchschnittlich auf ca. 10.000 USD pro kWh schätzen.<sup>134</sup> Ein weiterer Nachteil von SMEs liegt darin, dass die supraleitenden Fähigkeiten der verwendeten Materialien erst bei sehr niedrigen Temperaturen von unter -70°C auftreten. Damit so niedrige Temperaturen hergestellt werden können, müssen Kryoflüssigkeiten (z.B. flüssiger Stickstoff) eingesetzt werden. Auch wenn der Speicherprozess der SMEs an sich sehr energieeffizient ist, wird sehr viel Energie zum Kühlen benötigt, was den Gesamtwirkungsgrad dieser Technologie stark negativ beeinflusst.<sup>135</sup>

Die bisher eingesetzten SMEs sind Kleinspeichersysteme in industriellen Anlagen. Großspeichersysteme zur Netzintegration befinden sich derzeit noch in der Testphase.<sup>136</sup> Die Forschung konzentriert sich momentan darauf, die Kosten für SMEs zu senken und Materialien für Spulen zu entwickeln, die auch bei höheren Temperaturen supraleitende Fähigkeiten besitzen.<sup>137</sup> Eine wichtige Rolle spielt dabei die Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E) des DOEs, welche zahlreiche Forschungsprojekte für SMEs in den vergangenen Jahren finanziell unterstützt hat.<sup>138</sup> Falls die oben beschriebenen Hürden überwunden werden können, könnten SMEs zukünftig eine wichtige Rolle in der Energiespeicherung einnehmen.

### 3.3.4. Thermische Energiespeicherung

Bei der thermischen Energiespeicherung geht es darum, dass Stoffe thermische Energie (Wärmeenergie) aufnehmen, speichern und zu einem späteren Zeitpunkt zur Raumheizung bzw. -kühlung, Warmwasserbereitung, Kälteerzeugung oder als Prozesswärme bzw. umgewandelt in Energie wieder bereitstellen.<sup>139</sup> Grundsätzlich wird bei der thermischen Energiespeicherung zwischen Wärme- und Kältespeicher unterschieden. Wärmespeicher nehmen Energie beim Speichern auf (d.h. die Temperatur des Speichermediums ist höher als die Umgebungstemperatur), wohingegen Kältespeicher Energie beim Speichern abgeben (d.h. die Temperatur des Speichermediums ist niedriger als die Umgebungstemperatur).<sup>140</sup> Im Vergleich zu anderen Energiespeichertechnologien sind die Investitionskosten bei thermischer Energiespeicherung verhältnismäßig niedrig und liegen in den USA je nach Technologie zwischen 72 und 240 USD pro installierter kWh.<sup>141</sup> In den USA sind nach Angaben des DOE momentan 146 große thermische Energiespeicherprojekte mit einer Gesamtleistung von 862 MW gelistet.<sup>142</sup>

Im Vergleich zu Batterien können thermische Energiespeicher grundsätzlich folgende Vorteile aufweisen: geringere Investitions- und Gesamtbetriebskosten; längere Lebensdauer sowie höherer technologischer

<sup>133</sup> Vgl. Jones, K.B., Jervey, B. B., Roche, M., Barnowski, S. (2017): [The Electric Battery: Charging Forward to a Low-Carbon Future](#), abgerufen am 05.06.2017

<sup>134</sup> Vgl. Applied Energy (2015): [Current Deployment in Electrical Energy Storage Technologies](#), abgerufen am 05.06.2017

<sup>135</sup> Vgl. Low Carbon Futures (kein Datum.): [Factsheet](#), abgerufen am 09.10.2015

<sup>136</sup> Vgl. Jones, K.B., Jervey, B. B., Roche, M., Barnowski, S. (2017): [The Electric Battery: Charging Forward to a Low-Carbon Future](#), abgerufen am 05.06.2017

<sup>137</sup> Vgl. Applied Energy (2015): [Current Deployment in Electrical Energy Storage Technologies](#), abgerufen am 05.06.2017

<sup>138</sup> Vgl. DOE (2016): [Massive Energy Storage in Superconductors](#), abgerufen am 05.06.2017

<sup>139</sup> Vgl. ESA (2017): [Thermal](#), abgerufen am 07.06.2017

<sup>140</sup> Vgl. Sterner, M., Stadler, I. (2014): [Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration](#), abgerufen am 07.06.2017

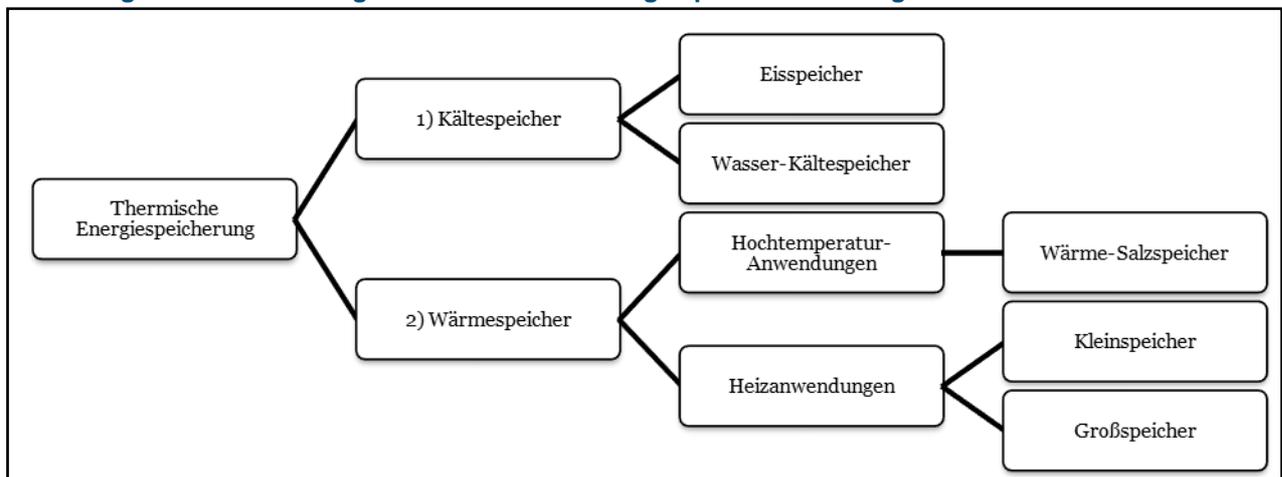
<sup>141</sup> Vgl. National Energy Laboratory (2016): [Energy Storage](#), abgerufen am 07.06.2017

<sup>142</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 07.06.2017

Reifegrad. Außerdem werden schadstofffreie Materialien eingesetzt, welche am Ende des Lebenszyklus recycelt werden können. Hingegen liegt der Vorteil von Batterien darin, gleichzeitig Spitzenlasten zu reduzieren sowie als Backup-Batterie Strom bereitzustellen. Zusätzlich weisen Batterien ein kompakteres Design als thermische Energiespeicher auf. Während momentan in beiden Technologien Fortschritte durch z.B. Effizienzverbesserungen gemacht werden, gehen die Experten von Navigant Research davon aus, dass thermische Energiespeicher und Batterien parallel nebeneinander am Markt existieren und Endkunden beide Speicherlösungen in Anspruch nehmen werden, um die jeweiligen Vorteile auszunutzen.

Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, entfallen knapp ein Drittel des gesamten Stromverbrauchs in US-amerikanischen Haushalten auf das Heizen und Kühlen sowie auf die Warmwasserbereitung. Thermische Energiespeicher haben daher großes Potenzial, um die Energieversorgung für private und gewerbliche Endkunden im Gebäudesektor effizienter zu gestalten. Thermische Energiespeicherlösungen existieren für dezentrale Kleinspeicher- und zentrale Großspeicherlösungen sowohl als Langzeit- als auch Kurzzeitspeicher, wobei die Ausführungen der Technologien sehr vielfältig sind. Nachfolgend wird genauer auf Kälte- und Wärmespeicher (entsprechend der Klassifizierung in Abbildung 17) eingegangen.

**Abbildung 17: Klassifizierung von thermischen Energiespeichertechnologien**



Quelle: Eigene Darstellung

### 1) Kältespeicher

Bei Kältespeichern müssen Temperaturen zwischen 5°C und 18°C erzeugt werden, um verschiedenen Anforderungen – wie Klimatisierung oder Kühlen von Lebensmitteln – gerecht zu werden.<sup>143</sup> In den meisten Ausführungen wird kaltes Wasser oder Eis als Speichermedium eingesetzt. Die Funktionsweise von Kältespeichern erfolgt nach dem folgenden Prinzip: In der Nacht wird günstige Energie aus dem Netz bezogen, um in einer großen Kühlanlage das Wasser stark zu kühlen. Soll Eis produziert werden, so kann das Wasser in große Tanks gepumpt werden, in denen mit Hilfe einer Glykollösung Eis produziert wird. Das Eis bzw. das kalte Wasser können dann tagsüber zur Klimatisierung genutzt werden, um den zusätzlichen Energiebedarf zu reduzieren.<sup>144</sup> Kältespeicher bieten also niedrigere Energiekosten für private und gewerbliche Kunden, da Spitzenlasten verringert werden und die besseren wirtschaftlichen Konditionen des Nachtstroms genutzt werden können.

Diese Technologie wird bereits in einigen Hochhäusern in New York (z.B. im Bank of America Tower, Rockefeller Center und 55 Water Street) angewandt. Im Keller dieser Gebäude befinden sich dann Zylindertanks mit einer Höhe von ca. 8,5 Metern und einem Durchmesser von ca. 2,3 Metern, in denen das

<sup>143</sup> Vgl. Sterner, M., Stadler, I. (2014): [Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration](#), abgerufen am 08.06.2017

<sup>144</sup> Vgl. The New York Times (2017): [The Biggest, Strangest Batteries](#), abgerufen am 08.06.2017

Wasser bzw. das Eis gespeichert werden. Eine Voraussetzung für die Anwendung dieser Eisspeicher-Technologie besteht darin, dass die Gebäude über ein zentrales Kühlsystem verfügen müssen.<sup>145</sup>

Ice Energy und Calmac sind in den USA Marktführer für Kältespeicher im Gebäudesektor und bieten auch Lösungen für private Endkonsumenten an. Viking Cold Solutions und Axiom Energy bieten als Marktführer für den Lebensmittel- und Gastronomiesektor spezifische Lösungen an, wenn Kühlung über die gesamte Lieferkette hinweg gewährleistet sein muss.<sup>146</sup> Auch hier wird der günstige Nachtstrom dazu genutzt, um Eis aus einer Salzwasserlösung herzustellen. Während der auftretenden Spitzenlasten am Nachmittag kann das Eis ins Kühlnetzwerk von Supermärkten oder Restaurants integriert werden.<sup>147</sup> Große Supermarktketten wie Walmart haben diese Kältespeicher bereits in ihren Betrieb integriert.<sup>148</sup> Bezüglich großer Wasser-Kältespeicherprojekte sind in den USA derzeit 19 Projekte mit einer Gesamtspeicherleistung von 137 MW<sup>149</sup> und 114 Eispeicherprojekte mit einer Gesamtleistung von 108 MW gelistet.<sup>150</sup>

## 2) Wärmespeicher

Da das wichtigste Merkmal im Bereich der thermischen Energiespeicherung die Temperatur ist, unterscheidet man bei Wärmespeichern nochmal zwischen Speichern für Hochtemperatur-Anwendungen (300°C - 600°C), Prozesswärme-Anwendungen (100°C - 250°C) und Heizanwendungen (25°C - 90°C). Die Heizanwendungen beziehen sich sowohl auf Flächen- und Gebäudeheizsysteme als auch auf Brauchwasserheizungen im Haushalt und Gewerbe.<sup>151</sup> Im Folgenden werden Hochtemperatur-Anwendungen und Heizanwendungen im Hinblick auf Wärmespeicherung beschrieben, da diese das Potenzial zur Integration erneuerbarer Energien haben.

### Hochtemperaturanwendungen

Hochtemperaturanwendungen sind im Zusammenhang mit Sonnenwärmekraftwerken (Concentrated Solar Power, CSP) zu betrachten, wobei das Ziel bei dieser Speichertechnologie in einer kontinuierlichen Stromversorgung im Netz liegt. Die eingesetzte Speichertechnologie basiert auf einem Wärme-Salzspeicher (Molten Salt Storage), bei dem ein Speicher mit flüssigem Salz tagsüber stark erhitzt und dann in großen Tanks gespeichert wird. Wird Strom benötigt, so kann das flüssige Salz abends durch ein Dampferzeugungs-System geleitet werden, welches eine Turbine antreibt und mit Hilfe eines Generators Energie erzeugt. Die flüssige, kalte Salzlösung fließt dann in einem Kreislauf zurück in einen Speichertank, von wo aus sie anschließend wieder in den Turm gepumpt und erwärmt wird.<sup>152</sup> Abbildung 18 zeigt den Aufbau eines Wärme-Salzspeichers.

---

<sup>145</sup> Vgl. CleanTechnica (2016): [JCPenny Reduces Electricity Costs With Ice Storage Technology](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>146</sup> Vgl. GTM (2016): [Ice Energy Will Launch Residential Ice Storage in First Quarter 2017](#), abgerufen am 08.06.2017

<sup>147</sup> Vgl. GTM (2016): [Axiom Energy Raises \\$ 2.5 M for Thermal Energy Storage](#), abgerufen am 08.06.2017

<sup>148</sup> Vgl. Navigant Research (2017): [Thermal Energy Storage Solutions Are Heating Up](#), abgerufen am 23.6.2017

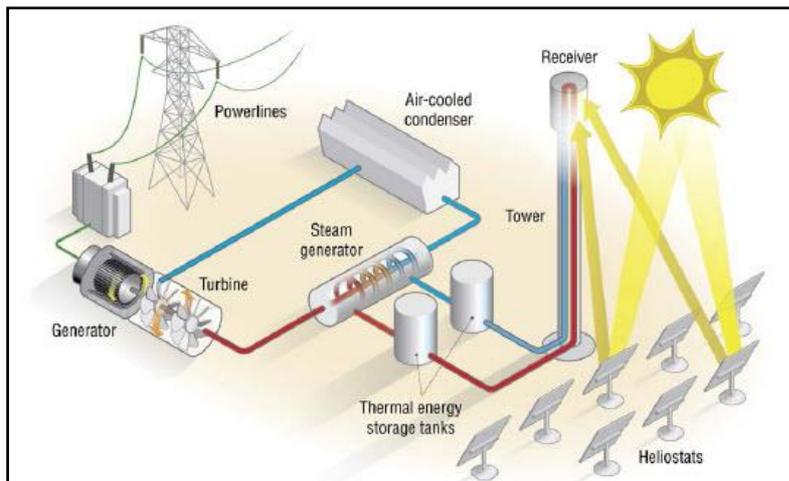
<sup>149</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 08.06.2017

<sup>150</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 08.06.2017

<sup>151</sup> Vgl. Sterner, M., Stadler, I. (2014): [Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration](#), abgerufen am 07.06.2017

<sup>152</sup> Vgl. Clean Leap (2016): [How Thermal Storage Works](#), abgerufen am 26.06.2017

Abbildung 18: Aufbau eines Wärme-Salzspeichers



Quelle: Vgl. Clean Leap (2016): [How Thermal Storage Works](#), abgerufen am 26.06.2017

Derzeit sind in den USA vier Großprojekte mit einer Gesamtleistung von 541 MW installiert.<sup>153</sup> SolarReserve ist in den USA der Marktführer für Wärme-Salzspeicher, die mit Sonnenwärmekraftwerken kombiniert werden. Als konkretes Projekt ist das Crescent Dunes Solar Energy-Projekt zu nennen, bei dem mit einer Leistung von 110 MW der Strombedarf von 75.000 Haushalten während Spitzenlastzeiten gedeckt werden kann.<sup>154</sup> Die Anlage ist seit 2015 in Betrieb und war das erste Wärme-Salz-Großspeicherprojekt weltweit. Es wird angenommen, dass mit diesem Speicherprojekt 300.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr vermieden werden können.<sup>155</sup> Die Energie aus dem Crescent Dunes-Projekt wird an NV Energy (einem Elektrizitäts- und Gasversorger in Nevada) im Rahmen eines 25-jährigen Stromabnahmevertrags für 13,5 Cent pro kWh verkauft.<sup>156</sup> Die Stromgestehungskosten, d.h. die durchschnittlichen Kosten zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, liegen nach den aktuellsten zur Verfügung stehenden Daten (Stand 2015) bei Sonnenwärmekraftwerken mit thermischer Energiespeicherung zwischen 11,9 und 18,1 Cent pro kWh.<sup>157</sup>

Um die Stromgestehungskosten weiter zu senken und damit die Wettbewerbsfähigkeit von Solarenergie und Speichern zu fördern, sollen mit der Sunshot Initiative des DOE innovative Technologien wie Sonnenwärmekraftwerke und die dazugehörige Wärmespeicherung finanziell unterstützt werden. In diesem Sinne werden Forschung und Entwicklung, Testprojekte und die konkrete Projektrealisierung von privaten Unternehmen, Universitäten, lokalen und staatlichen Regierungen sowie nichtstaatlichen Organisationen (Non-Governmental Organizations, NGOs) gefördert.<sup>158</sup> Das Ziel in 2020 besteht darin, Stromgestehungskosten von 6 Cent pro kWh zu erreichen; in 2030 sollen diese bei 3 Cent pro kWh liegen.<sup>159</sup> Die Investitionskosten bei Wärme-Salzspeichern sind um ein Vielfaches geringer als bei Großspeicher-Batterien und liegen momentan bei etwa 30 USD pro installierter kWh.<sup>160</sup> Andererseits sollten auch die Nachteile betrachtet werden. Zur Installation dieser Anlagen wird nämlich viel Platz benötigt und zusätzlich müssen neue Hochspannungsleitungen installiert werden. Außerdem ist diese Technologie nur in Verbindung mit Großspeichern einsetzbar, wodurch der komplette Kleinspeichermarkt von der Anwendung ausgeschlossen ist.<sup>161</sup>

<sup>153</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 09.06.2017

<sup>154</sup> Vgl. DOE (2016): [Crescent Dunes Solar Energy Project](#), abgerufen am 09.06.2017

<sup>155</sup> Vgl. SolarReserve (2017): [Crescent Dunes](#), abgerufen am 26.06.2017

<sup>156</sup> Vgl. Utility Dive (2016): [SolarReserve proposes 2GW concentrated solar plant with storage in Nevada](#), abgerufen am 27.06.2017

<sup>157</sup> Vgl. Lazard (2015): [Lazard's Levelized Costs of Energy Analysis](#), abgerufen am 27.06.2017

<sup>158</sup> Vgl. DOE (2016): [About the Sunshot Initiative](#), abgerufen am 12.06.2017

<sup>159</sup> Vgl. DOE (2016): [Sunshot Initiative Goals](#), abgerufen am 27.06.2017

<sup>160</sup> Vgl. Renewable Energy World (2016): [Commercializing Standalone Thermal Energy Storage](#), abgerufen am 09.06.2017

<sup>161</sup> Vgl. SolarPowerIsTheFuture (2016): [Concentrating Solar Power \(CSP\) Systems](#), abgerufen am 28.06.2017

## Heizanwendungen

Derzeit findet Wärmespeicherung beim Heizen die größte Anwendung, wobei Anlagen in Groß- und Kleinspeicher unterschieden werden.

Als Kleinspeicher werden hauptsächlich elektrische Speicherheizungen (sogenannte Nachtspeicherheizungen) eingesetzt. Elektrische Speicherheizungen nutzen den Niedrigstromtarif in Schwachlastzeiten aus und heizen einen Wärmespeicher auf, sodass die gespeicherte Wärme anschließend bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden kann. Als Speichermedium werden meistens Keramikziegel eingesetzt, die bei guter Isolierung die Wärme sehr effizient speichern können.<sup>162</sup> Die Marktführer für diese Technologie in den USA sind Steffes und Dimplex. Steffes bietet verschiedene Raumheizungen mit integrierten Speichern im privaten, gewerblichen und industriellen Segment an.<sup>163</sup> Dimplex setzt den Fokus auf elektrische Stromheizungen mit integrierten Speichern, die auch mit Solarthermie und Warmwasserbereitung kombiniert werden können.<sup>164</sup>

Als Großspeicher für Heizanwendungen sind in den USA acht Projekte mit einer Gesamtleistung von 8 MW in Betrieb, welche unterschiedliche Energiequellen wie beispielsweise Geothermie oder Solarthermie einbeziehen und deshalb auch unterschiedliche Funktionen erfüllen.<sup>165</sup> Die installierten Projekte sind derzeit als Demonstrations- bzw. Testprojekte anzusehen, bei denen das Ziel darin besteht, die Profitabilität, die Funktionsfähigkeit und den Wirkungsgrad weiter zu verbessern. Zum Beispiel befasst sich das Molten Glass Thermal Storage-Projekt damit, neue Wärme-Speichermaterialien zu testen bzw. zu entwickeln. Die neuen Materialien sollen günstiger als die bei Wärme-Salzspeichern eingesetzten Materialien sein und möglichst geringe Energieverluste beim Speichern aufweisen.<sup>166</sup>

### 3.3.5. Chemische Energiespeicherung

Power-to-Gas ist ein chemischer Prozess, bei dem elektrische Energie in ein Brenngas (Wasserstoff oder Methan) umgewandelt wird. In Bezug auf erneuerbare Energien können Wind- und Solarenergie zur Wasserelektrolyse, d.h. zur Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff, eingesetzt werden. Durch eine nachgeschaltete Methanisierung ist es möglich, Methan zu erzeugen, dessen weitere Verwendung sehr vielfältig ist. Methan kann entweder als synthetisches Erdgas (Synthetic Natural Gas) ins Gasnetz eingespeist, als Kraftstoff für Erdgasfahrzeuge (Compressed Natural Gas Vehicles) eingesetzt oder zur Energieerzeugung in industriellen Prozessen verwendet werden.<sup>167</sup> Die verschiedenen Power-to-Gas-Nutzungspfade sind in Abbildung 19 genauer dargestellt.

---

<sup>162</sup> Vgl. Advanced Heat (2017): [Thermal Storage](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>163</sup> Vgl. Steffes (2017): [Electric Thermal Storage](#), abgerufen am 28.06.2017

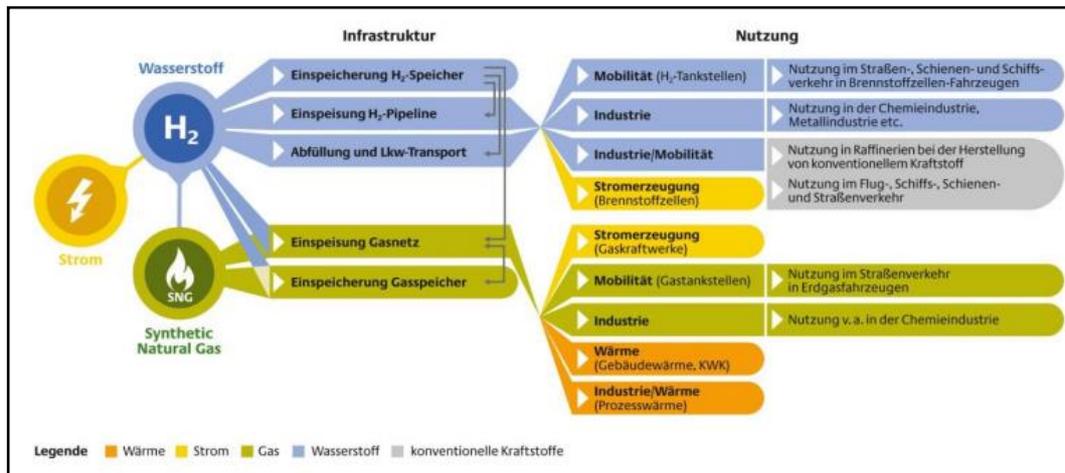
<sup>164</sup> Vgl. Dimplex (2017): [Dimplex](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>165</sup> Vgl. DOE (2017): [Halotechnics Advanced Molten Glass for Heat Trans and Thermal Energy Storage](#), abgerufen am 28.06.2017

<sup>166</sup> Vgl. DOE (2016): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 05.07.2017

<sup>167</sup> Vgl. Renewable Energy World (2016): [Renewable Power-to-Gas: A technological and economic business review](#), abgerufen am 29.06.2017

Abbildung 19: Power-to-Gas-Nutzungspfade



Quelle: Vgl. Deutsche Energie-Agentur (2016): [Potenzialatlas Power-to-Gas](#), abgerufen am 29.06.2017

Entsprechend der unterschiedlichen Nutzungspfade wird Power-to-Gas von Experten als Schlüsseltechnologie für den sektorübergreifenden Klimaschutz angesehen, da erneuerbare Energien nicht nur in den Stromsektor, sondern auch in den Gas-, Wärme- und Mobilitätssektor sowie in industrielle Prozesse integriert werden können. Nach Experteneinschätzungen hat die Power-to-Gas-Technologie großes Potenzial, als Langzeitspeicher eingesetzt zu werden, da das bestehende Gasnetz als Speicher für den nicht integrierbaren Strom aus erneuerbaren Energien genutzt werden kann. Ein weiterer Vorteil dieser Technologie liegt darin, dass die Exportabhängigkeit von Erdgas reduziert und dadurch die inländische Wertschöpfung gesteigert werden kann. Auch der Wärmemarkt (siehe Kapitel 2.1) steht mit der Power-to-Gas-Technologie in Verbindung. Das synthetische Gas aus erneuerbaren Energien („grünes Gas“) kann nämlich zur Gebäudeheizung oder als industrielle Prozesswärme genutzt werden. Den Vorteilen stehen allerdings die hohen Gestehungskosten gegenüber, weshalb diese Technologie aus wirtschaftlicher Sicht im Vergleich zu Erdgas derzeit noch nicht konkurrenzfähig ist. Deutschland gilt weltweit als Marktführer, wobei 25 Power-to-Gas-Großprojekte in Betrieb und acht weitere Projekte geplant sind (Stand 2016).<sup>168</sup>

In den USA findet die Power-to-Gas-Technologie in nur einem Forschungsprojekt an der kalifornischen Universität UC Irvine Beachtung. Dort gehen Forscher der Frage nach, inwieweit die Power-to-Gas-Technologie in das regionale bzw. bundesstaatliche Stromnetz integriert werden kann. Nach Einschätzung von Jack Brouwer, Professor an der UC Irvine, könnte die Power-to-Gas-Technologie zukünftig eine der wichtigsten Technologien zur Speicherung und Integration von 100% erneuerbaren Energien sein.<sup>169</sup>

### 3.4. Anwendungen und Systemdienstleistungen

Aktuell (Stand 2017) sind in den USA laut dem Department of Energy (DOE) insgesamt 712 Energiespeicheranlagen ins Stromnetz integriert, die eine Gesamtleistung von 32.032 MW erbringen könnten. Fast die Hälfte aller Projekte befindet sich im Westen der USA; alleine in Kalifornien sind es 294 Anlagen mit einer Leistung von 7.568 MW.<sup>170</sup> Folgende Abbildung bietet einen Überblick über die geographische Verteilung der installierten Energiespeicher-Anlagen in den USA und zeigt, dass sich ein Großteil in Kalifornien befindet.

<sup>168</sup> Vgl. Deutsche Energie-Agentur (2016): [Potenzialatlas Power-to-Gas](#), abgerufen am 29.06.2017

<sup>169</sup> Vgl. UCI news (2016): [In a national first, UCI injects renewable hydrogen into campus power supply](#), abgerufen am 05.07.2017

<sup>170</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 13.07.2017



neuinstallierten Speichervolumens und nach 2015 sogar 97% in den USA aus.<sup>175</sup> Abgesehen von der Kerntechnologie sinken auch die Systemkosten.

Philip Fischer (Sales Director bei NEC Energy Solutions, US) zufolge gibt es zur Speicherung auch besser geeignete Batterietechnologien, welche allerdings auf dem Markt noch nicht mit den niedrigen Preisen von Lithium-Ionen-Batterien konkurrieren können.<sup>176</sup> Abbildung 22 gibt einen Überblick über die Anwendung und Eigenschaften verschiedener Batterietechnologien.

**Abbildung 22: Eigenschaften und Bewertung der Anwendungen verschiedener Batterietechnologien**

	Lithium-Ion	Flow	Lead-Acid	Zinc Based	Sodium Ion Based
Load Shifting	Capable	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal
Frequency Regulation	Ideal	Ideal	Capable	Ideal	Capable
Demand Response	Ideal	Ideal	Capable	Ideal	Capable
Peak Shaving	Ideal	Ideal	Capable	Ideal	Capable
Microgrid	Capable	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal
Cycle Life	1,000 - 5,000	> 10,000	2,000	5,000	3,000
Roundtrip Efficiency	~85%	~65%	~75%	75%	90%
Volumetric Energy Density	250 : 350 Wh/l	20 : 70 Wh/l	50 : 100 Wh/l	55 Wh/l	20 : 30 Wh/l
Depth of Discharge	80 - 100%	100%	70%	100%	100%
Known Safety Concerns	Thermal runaway	Acidic fluid leakage	Gas ventilation	None	None

Quelle: Vgl. JMP Securities (2017): Storage Market Getting Charged Up

Die zunehmende Anwendung von Speichertechnologien in den USA hat zwei Gründe: Neben den fallenden Kosten entlang der gesamten Wertschöpfungskette werden auch die Anwendungsbereiche und der Nutzen von Speichertechnologien weitreichender verstanden.<sup>177</sup> Speichertechnologien können vielfältig eingesetzt werden. Die wichtigsten Anwendungsfälle für Speichersysteme in den USA werden unten näher beleuchtet.

Das Rocky Mountain Institute (RMI) hat einen Bericht über die bereitgestellten Systemdienstleistungen und Anwendungen von Batterien in den USA veröffentlicht. Die Ergebnisse des Berichts basieren auf Metaanalysen von sechs Fallbeispielen, die durch Experteninterviews und interne Analysen ergänzt wurden. Der Bericht gibt Aufschluss über die Mehrwertgenerierung zur Integration von Batterien ins Stromnetz. Batterien können demnach an drei verschiedenen Anwendungsebenen (Übertragungsnetz, Verteilnetz oder direkt beim Endkunden) in das Stromnetz integriert werden. Innerhalb der Anwendungsebenen hängt dann die Mehrwertgenerierung für die drei Stakeholder (Endkunden, unabhängige Systembetreiber und Energieversorger) von den konkreten Systemdienstleistungen ab. Abbildung 23 zeigt die Systemdienstleistungen von Batterien in Bezug auf die drei Stakeholdergruppen und Anwendungsebenen. Um den Nutzen und die Integration von Batteriespeichern ins Stromnetz weiter auszubauen, wird es in der Zukunft darauf ankommen, wie verschiedene Systemdienstleistungen bei einer Speicheranlage kombiniert werden können (Value Stacking), um den Mehrwert einer Anlage durch aggregierte Erträge (Multiple Stacked Services/Value) zu maximieren.<sup>178</sup>

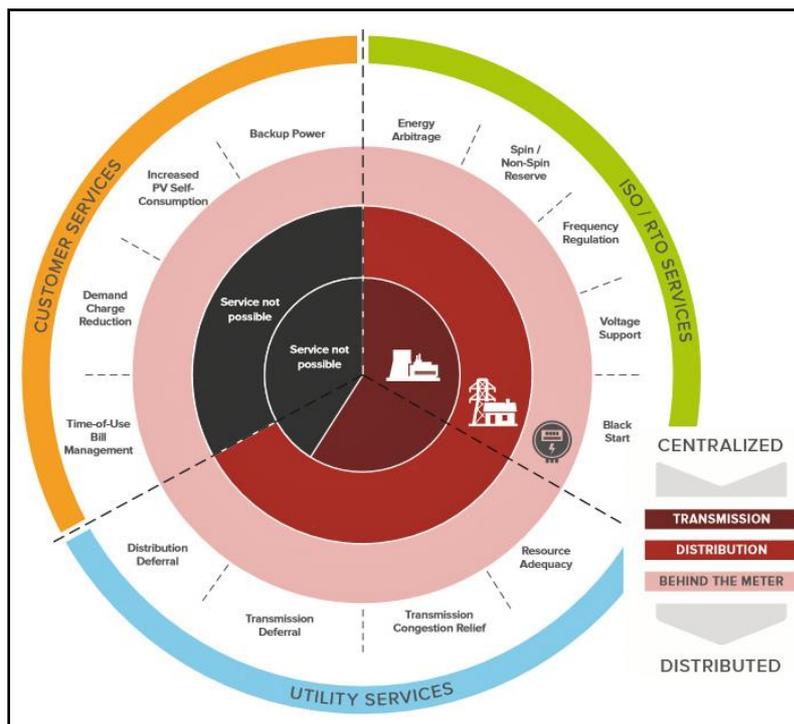
<sup>175</sup> Vgl. Peter Maloney (2017): [Despite technological advances, flow batteries struggle against market giant lithium-ion](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>176</sup> Philip Fischer, Sales Director von NEC Energy Solutions, US bei einem Panel auf der Intersolar in San Francisco, 11.07.2017

<sup>177</sup> Interview mit Anissa Dehamna, Navigant Research am 07.07.2017

<sup>178</sup> Vgl. RMI (2015): [The Economics of Battery Storage](#), abgerufen am 07.07.2017

Abbildung 23: Batterien und deren Anwendungen für unterschiedliche Stakeholder



Quelle: Vgl. RMI (2015): [The Economics of Battery Storage](#), abgerufen am 07.07.2017

Die insgesamt 13 Systemdienstleistungen von Batteriespeichern sind nach drei Stakeholdergruppen gegliedert und in Tabelle 10, Tabelle 11 und Tabelle 12 dargestellt.

**Tabelle 10: Systemdienstleistungen von Batteriespeichern bei Endkunden (Customer Services)**

Systemdienstleistungen	Beschreibung
Verbrauchsoptimierung mit Fokus auf Kostenmanagement (Time-of-Use Bill Management, Load Shifting)	Der Strom wird zu Niedriglastzeiten eingekauft und gespeichert. Dadurch werden teure Strompreise während Spitzenstromverbrauchsstunden minimiert und der Verbrauch aus wirtschaftlicher Sicht optimiert.
Erhöhung des Eigenstromverbrauchs aus PV-Anlagen (Increased PV Self-Consumption)	Durch den Einsatz von Kleinspeichern kann der Eigenverbrauch des PV-Stroms erhöht und muss nicht zu Zeiten ins Netz eingespeist werden, zu denen keine Einspeisevergütungen besteht. Dadurch entstehen wirtschaftliche Vorteile beim Endkunden.
Reduzierung des Leistungspreises für Gewerbe (Demand Charge Reduction)	Durch den Einsatz von Energiespeichern können Lastspitzen minimiert werden. Dies bietet finanzielle Anreize, da der Leistungspreis durch gezielte Lastoptimierung (Load Shifting) reduziert werden kann. In den USA fordern die Energieversorger einen Aufpreis von Gewerbe für das Bereitstellen hoher Leistungen (Peak Capacity) in bestimmten Zeiten.
Notstromversorgung (Backup Power)	Bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung können Energiespeicher in Kombination mit Generatoren zur Notstromversorgung in industriellen Prozessen und Privathaushalten eingesetzt werden.

Quelle: Eigene Darstellung nach RMI (2015): [The Economics of Battery Storage](#), abgerufen am 07.07.2017

**Tabelle 11: Systemdienstleistungen bei unabhängigen Stromsystembetreibern (ISO/RTO Services)**

Systemdienstleistungen	Beschreibung
Stromhandel (Energy Arbitrage)	In den Großhandelsmärkten können Verkaufserlöse durch zeitliche Unterschiede zwischen Hoch- und Tiefpreisphasen erzielt werden. Der Strom kann somit in Tiefpreisphasen (meistens nachts) eingekauft und in Hochpreisphasen wieder verkauft werden.
Frequenzregulation und -haltung (Frequency Regulation)	Wenn sich das Lastverhalten oder die Einspeiseleistung ändert, weicht die Frequenz vom Sollwert ab. Energiespeicher können zur Frequenzhaltung eingesetzt werden, um sogenannte Regelleistungen für kurzfristige Leistungsanpassungen bereitzustellen.
Rotierende und nicht-rotierende Reserven (Spin / Non-Spin Reserves)	Speicher können bei Bedarf als rotierende (mit dem Netz synchronisierte) und nicht-rotierende Energiereserven eingesetzt werden. Strom kann innerhalb sehr kurzer Zeit (10-15 Sekunden) eingespeist werden, um das aktive Leistungspotenzial zu erhöhen und die Versorgungssicherheit zu garantieren. Die nicht-rotierende Reserve ist eine sich im Ruhe- oder Bereitschaftszustand befindende Leistungskapazität, die innerhalb von 10 Minuten zuschaltbar ist.
Spannungshaltung (Voltage Support)	Energiespeicher können dazu beitragen, die Stabilität der Netzspannung zu bewahren. Dadurch wird die Sicherheit und Zuverlässigkeit im Übertragungs- und Verteilnetz unterstützt.
Schwarzstart (Black Start)	Bei Netzausfall muss es Energiequellen geben, die unabhängig vom abgeschalteten Zustand des Netzes wieder hochgefahren werden können. Energiespeicher können dazu eingesetzt werden.

Quelle: Eigene Darstellung nach RMI (2015): [The Economics of Battery Storage](#), abgerufen am 07.07.2017

**Tabelle 12: Anwendungen bei Energieversorgern (Utility Services)**

Anwendungen	Beschreibung
Einsatz angemessener Ressourcen (Resource Adequacy)	Um den Anforderungen von Bedarfsspitzen gerecht zu werden, können Energieversorger anstelle von Gasturbinen in neue und emissionsfreie Alternativen – einschließlich Energiespeicher – investieren. Energieversorger in Kalifornien sind verpflichtet, 115% ihrer Höchstlast vorzuhalten.
Zeitliche Verschiebung von Anschaffungen im Verteilnetz (Distribution Deferral)	Energiespeicher können den Strombedarf zu Spitzenbedarfszeiten regional abdecken. Dadurch können Kosten für Wartung, Instandhaltung und Neubeschaffung im Verteilnetz zeitlich verzögert oder ganz vermieden werden.
Auflösung von Überlastungen im Übertragungsnetz (Transmission Congestion Relief)	ISOs verlangen von Energieversorgern Gebühren, wenn diese Überlastungen im Übertragungsnetz erzeugen. Energiespeicher können dazu eingesetzt werden, um Überlastungen zu minimieren und die damit verbundenen Gebühren zu reduzieren.
Zeitliche Verschiebung von Anschaffungen im Übertragungsnetz (Transmission Deferral)	Energiespeicher können den Strombedarf zu Spitzenbedarfszeiten regional abdecken. Dadurch wird die Wartung, Instandhaltung und Neubeschaffung teurer Ausrüstung im Übertragungsnetz zeitlich verzögert. Folglich reduzieren sich die Gesamtinvestitionen zum Betrieb des Verteilnetzes für Energieversorger.

Quelle: Eigene Darstellung nach Rocky Mountain Institute (2015): [The Economics of Battery Storage](#), abgerufen am 07.07.2017

Diese Auswahl an Systemdienstleistungen zeigt, wie vielfältig Speicher einsetzbar sind. Aktuell werden Speicher jedoch hauptsächlich für drei Anwendungsbereiche eingesetzt: zur Reduzierung des Leistungspreises im Gewerbe (Demand Charge Reduction), als Ersatzstromversorgung (Backup Power) und zur Selbstversorgung mit Strom aus Solaranlagen. Dem RMI zufolge werden demnach die Speicherleistungen und das damit verbundene ökonomische Potenzial der meisten installierten Batterieanlagen nicht voll ausgeschöpft. Das Potenzial eines Speichersystems, das z.B. nur zum Verringern des Leistungspreises eingesetzt wird, wird nur zu 5 bis 50% genutzt.<sup>179</sup>

Auch Matt Roberts (Vice President der ESA) bemängelt, dass bis zum jetzigen Zeitpunkt die Voraussetzungen auf Bundes- und Bundesstaatenebene noch nicht geschaffen wurden, um ausreichende finanzielle Anreize zur Stromspeicherung zu bieten. Bis auf eine Ausnahme, die im nächsten Kapitel besprochen wird, ist die Vergütung für ein- und ausgespeicherten Strom in den USA immer noch nicht geregelt. Matt Roberts argumentiert, dass eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des US-amerikanischen Speichermarktes darin besteht, den gespeicherten Strom angemessen zu vergüten. Sollte dies nicht der Fall sein, wird sich der Speichermarkt nur schleppend weiterentwickeln.<sup>180</sup> Die aggregierte Mehrwertgenerierung voll auszuschöpfen und damit weitere finanzielle Anreize für Speicheranlagen zu setzen ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine marktbasiertere Expansion von Energiespeichern. Experten erwarten, dass die zukünftige Nachfrage und Anwendung von Energiespeichern im amerikanischen Markt davon abhängt, wie die verschiedenen Systemdienstleistungen mit Hilfe finanzieller Anreize in den US-amerikanischen Energiemarkt integriert werden.

### 3.5. Branchenstruktur mit Projektbeispielen

Der Energiespeichermarkt in den USA lässt sich grob in zwei Segmente aufteilen: Das erste Segment umfasst Großspeicheranlagen für Energieerzeuger und -versorger (Grid oder Utility-Scale); das zweite Segment umfasst Kleinspeicheranlagen (Distributed Storage) für Endkunden wie Haushalte (Residential Storage) oder Betriebe (Commercial Storage). Die hinter dem Zähler installierten Kleinspeicher werden häufig mit „behind-the-meter storage“ und die vor dem Zähler installierten Großspeicher werden mit „front of-the-meter“ bezeichnet.<sup>181</sup>

Während zunächst hauptsächlich netzgekoppelte Großspeicher installiert wurden, nimmt seit einigen Jahren der Anteil an Kleinspeichern zu. Abbildung 24 zeigt quartalsweise die Energiespeicher-Installationen nach Leistung und Segment zwischen 2013 und Q1 2017. In Q1 2017 machten Kleinspeicheranlagen 9% und Q2 20% der installierten Leistung am Speichermarkt aus; Experten gehen aber davon aus, dass sich dieser Anteil in den nächsten Jahren stark vergrößern wird.

Abbildung 24: Energiespeicher-Installationen nach Leistung und Segment (MW), 2013 - Q1 2017



Quelle: Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017 Executive Summary

<sup>179</sup> Vgl. RMI (2015): [The Economics of Battery Storage](#), abgerufen am 07.07.2017

<sup>180</sup> Vgl. Interview mit Matt Roberts, Energy Storage Association am 10.07.2017

<sup>181</sup> Vgl. Quadrennial Energy Review (2017): [Transforming the Nation's Electricity System](#), abgerufen am 26.06.2017

Wie in Abbildung 25 deutlich wird, ist die jeweilige Ausprägung der Segmente in den USA stark durch regionale Gegebenheiten beeinflusst. Die Installation von Großspeichern und Kleinspeichern im gewerblichen Bereich war im letzten Quartal immer noch stark von Kalifornien und Hawaii dominiert. Zwei Drittel aller Kleinspeicheranlagen in Haushalten wurden allerdings außerhalb von Kalifornien und Hawaii installiert.

**Abbildung 25: Top 3 Energiespeichermärkte nach Segmenten in Q1 2017 (nach Kapazität)**

Rank	Residential	Non-Residential	Utility
1	All Others*	California	California
2	Hawaii	Hawaii	Hawaii
3	California	All Others*	Arizona

Quelle: Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017 Executive Summary

### 3.5.1. Netzgekoppelte Großspeicher

Vor 2009 gab es nur neun Großspeicherprojekte in den USA und das Kosten-Risiko-Nutzen-Profil schien wenig attraktiv. Zwischen 2009 und 2014 kamen dann 124 Projekte hinzu. Diese Entwicklung wurde durch den American Recovery and Reinvestment Act (ARRA) angetrieben, wobei Investitionen zu großen Teilen aus staatlichen Einrichtungen stammen. 2015 etablierte sich die Lithium-Ionen-Zelle als zuverlässige Technologie für Frequenzregulierung und zur Integration erneuerbarer Energien. Dies wurde durch eine Kombination von neuen regulatorischen Maßnahmen, Kostensenkungen der Technologie sowie einem großen Vorkommen an Lithium möglich.<sup>182</sup> Die USA haben ein Lithiumvorkommen von 38.000 Tonnen. Das weltweite Lithiumvorkommen umfasst 14 Mio. Tonnen.<sup>183</sup>

In 2015 wurde fast vier Mal so viel Speicherleistung wie im Vorjahr installiert. Von den insgesamt 221 MW an neu installierter Speicherleistung im Jahr 2015 wurden 95% von Lithium-Ionen-Batterien bereitgestellt. Auch wenn dies einem starken Wachstum entspricht, so ist der Anteil im Vergleich zu der US-Gesamtstromerzeugung von mehr als einer Million MW immer noch gering. Darüber hinaus wurden 80% der Speicherleistung in 2015 von einem einzigen Großhandelsmarkt, dem PJM Markt, installiert.

Inwieweit sich mit dem PJM-Vorstoß ein nationaler Markt für Batterien zur Frequenzregulierung im Großspeicher-Bereich etablieren wird, ist umstritten. Der PJM Markt für Frequenzregulierung wird bald gesättigt sein. Auch ist noch unklar, ob und in welcher Form andere RTO/ISO-Märkte dem PJM-Beispiel folgen. Derzeit werden weniger als 10% aller geplanten Speicheranlagen ausschließlich zur Frequenzregulierung eingesetzt.

<sup>182</sup> Vgl. DOE (2016): [Deployment of Grid-Scale Batteries in the United States](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>183</sup> Vgl. U.S. Geological Survey (2016): [Mineral Commodity Summaries 2016](#), abgerufen am 14.07.2017

### Exkurs: PJM Großhandelsmarkt

Der PJM Großhandelsmarkt gilt in den USA als Pionier (First Mover) zur Integration von Energiespeichern in den Frequenzregulierungsmarkt. PJM ist ein unabhängiger Systemnetzbetreiber, der den Großhandelsmarkt in den Staaten Delaware, Illinois, Indiana, Kentucky, Maryland, Michigan, New Jersey, North Carolina, Ohio, Pennsylvania, Tennessee, Virginia, West Virginia sowie im District of Columbia koordiniert. Dieser innovative Vorstoß wurde durch die FERC-Verfügung 755 „pay for performance“ (siehe Kapitel 3.2.1) ermöglicht, durch welche Energiespeicher leistungsorientiert, also nicht nur nach Leistung (Capacity), sondern auch nach Schnelligkeit (Speed) und Genauigkeit (Accuracy) vergütet werden konnten. Damit wurden Marktanreize für die Integration von Energiespeichern zur Frequenzregulierung geschaffen. Im Zeitraum zwischen 2012 und 2014 lag der durchschnittliche Marktpreis für die Energiespeicherleistung im PJM-Frequenzregulierungsmarkt bei über 30 Dollar/MWh und war damit sechs Mal so hoch wie im CAISO Markt, in dem die FERC-Verfügung anders interpretiert wird. In Folge dieser ökonomischen Anreize wurden zahlreiche netzgekoppelte Energiespeicherprojekte im PJM Markt realisiert.<sup>1</sup>

Nach Angaben von PJM sind insgesamt 263 MW an netzgekoppelter Energiespeicherleistung in das PJM-Gebiet integriert; weitere 53 MW befinden sich im Bau (Stand 2016).<sup>2</sup> Ergänzend zu den Marktmechanismen werden auch zu erwartende steigende Gaspreise und weitere Regulierungen zu Gunsten von Speicherlösungen den PJM Markt beeinflussen. Dies macht die Installation großer Speicherprojekte mittelfristig attraktiv. Durch die Integration erneuerbarer Energien und aktualisierter Energiespeicherziele in den einzelnen Bundesstaaten wird Energiespeicherung im PJM Markt auch langfristig eine wichtige Rolle spielen.<sup>3</sup> Von Experten wird die leistungsorientierte Vergütung am PJM Markt für schnell reagierende Energiespeicher als wegweisend eingestuft, weil sie die Realisierung großer Speicherprojekte rentabel macht.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vgl. ICF (2016): [Energy Storage in a Resurrecting PJM Regulation Market](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>2</sup> Vgl. PJM (2016): [Energy Projects in PJM](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>3</sup> Vgl. ICF (2016): [Energy Storage in a Resurrecting PJM Regulation Market](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>4</sup> Vgl. Southeast Energy News (2016): [PJM leverages federal rule changes to lead country in energy storage](#), abgerufen am 12.07.2017

Auch 2016 war ein starkes Jahr für Großspeicher-Installationen. 253 neue Großspeicher wurden in 2016 gegenüber 96 in 2015 in Betrieb genommen. Dies entspricht einem Zuwachs von 164%.<sup>184</sup> Ein Großteil davon – vier der bis dato größten Batterieprojekte und 37% der installierten Speicherleistung – wurde als Reaktion auf die Umweltkatastrophe bei Aliso Canyon in Südkalifornien in Auftrag gegeben. Der Vorfall sowie die sich daraus ergebenden Verordnungen werden in Kapitel 4.3.2 näher erläutert.

Weitergehend zeigt Tabelle 13 die zehn größten Speichieranlagen in den USA.

**Tabelle 13: Top 10 Energiespeicher-Großprojekte in den USA nach Leistung (Stand 2017)**

Projektname	Ort	Technologie	Leistung (MW)	Dauer (h)*
<a href="#">Solana Solar Generating Plant</a>	Gila Bend, Arizona	Thermischer Salz-Speicher	280	6:00
<a href="#">Rice Solar Energy Project</a>	Rice, Kalifornien	Thermischer Salz-Speicher	150	8:00
<a href="#">McIntosh CAES Plant</a>	McIntosh, Alabama	Druckluftspeicher	110	26:00
<a href="#">Crescent Dunes Solar Energy Project</a>	Tonopah, Nevada	Thermischer Salz-Speicher	110	10:00

<sup>184</sup> Vgl. ESA (2017), Grid Edge-Präsentation

<a href="#">Nevada Solar One Solar Power Plant</a>	Boulder City, Nevada	Thermischer Speicher	72	0:30
<a href="#">Notrees Battery Storage Project - Duke Energy</a>	Goldsmith, Texas	Lithium-Ionen-Batterie	36	0:40
<a href="#">AES Laurel Mountain</a>	Elkins, West Virginia	Lithium-Ionen-Batterie	32	0:15
<a href="#">Beech Ridge Wind Storage 31.5 MW</a>	Rupert, West Virginia	Lithium-Eisenphosphat-Batterie	31,5	k.A.
<a href="#">Grand Ridge Energy Storage 31.5 MW</a>	Marseilles, Illinois	Lithium-Eisenphosphat-Batterie	31,5	0:23
<a href="#">Imperial Irrigation District BESS - GE</a>	El Centro, Kalifornien	Lithium-Ionen-Batterie	30	0:40

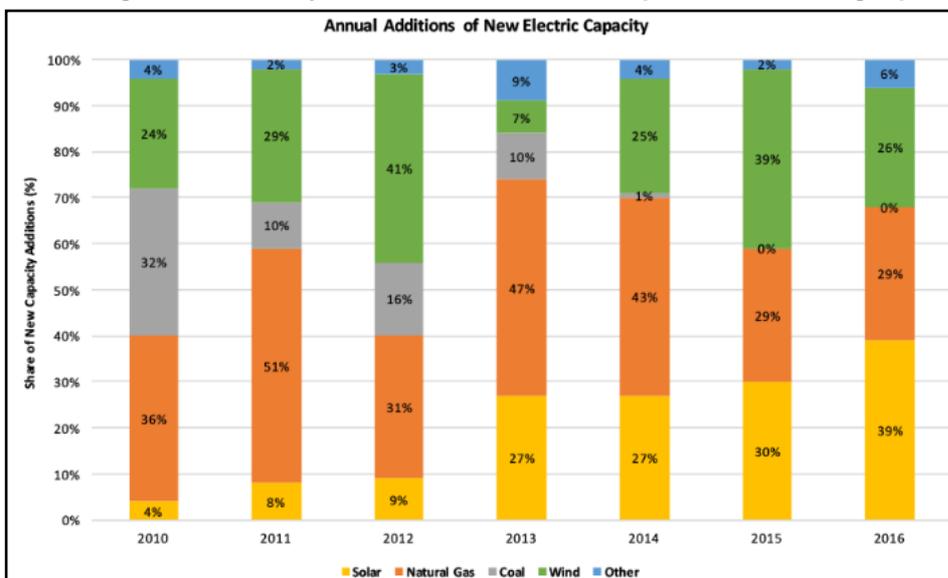
Quelle: Eigene Darstellung nach DOE (2017): [Energy Storage Database](#), abgerufen am 14.07.2017 (Auswahlkriterien: in Betrieb, Technologien: ausgenommen Wasserkraft-Pumpspeicherkraftwerke)

\* Speicherdauer bezieht sich auf die Speicherzeit bei Nennleistung.

Die Hauptanwendungen im Großspeichermarkt liegen bei Transmissions- und Verteilungsdienstleistungen, wodurch sich andere Investitionen vermeiden lassen. Zudem stehen Spitzenlastreduzierung (Peak Shaving), Nachfragemanagement sowie die Integration von regenerativen Energien im Vordergrund, um die Zielvorgaben des Renewable Portfolio Standards (RPS) der jeweiligen Staaten zu erreichen.

Wie Abbildung 26 zeigt, stieg vor allem der Anteil an Solarstrom an der jährlich installierten Gesamtleistung stetig. Über die letzten zehn Jahre lässt sich ein jährliches Wachstum von 68% verzeichnen.<sup>185</sup>

**Abbildung 26: Anteil der jährlich neu installierten Kapazität nach Energiequelle in % (2010 – 2016)**



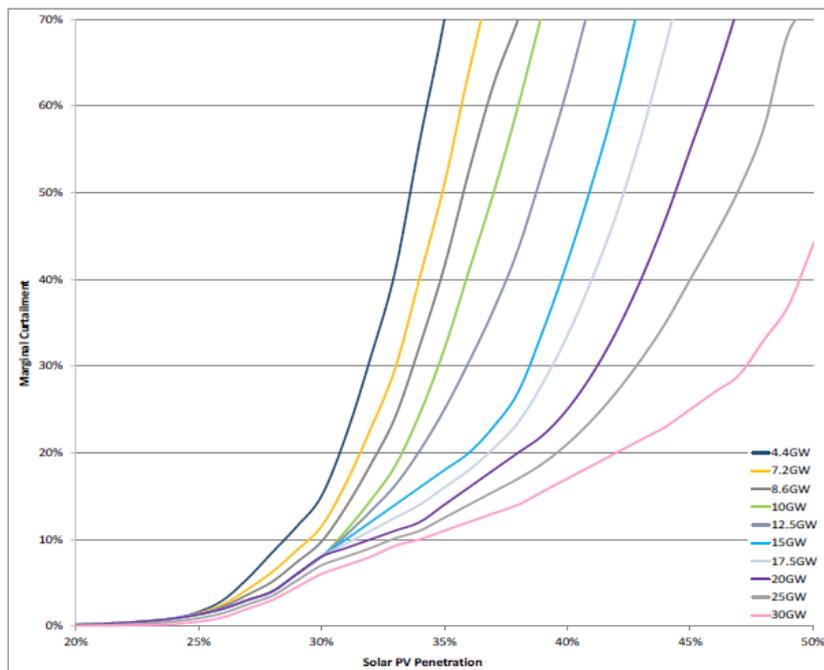
Quelle: Vgl. Solar Energy Industries Association (2017): [Solar Industry Data. Solar Industry Growing at Record Pace](#), abgerufen am 17.07.2017.

Die Stromspeicherung kann maßgeblich zu einer effizienten Integration von erneuerbaren Energien beitragen. Zusätzlich bieten Stromspeicher die Möglichkeit, dem Problem der unterschiedlichen

<sup>185</sup> Vgl. Solar Energy Industries Association (2017): [Solar Industry Data. Solar Industry Growing at Record Pace](#), abgerufen am 17.07.2017

Wirkungszeiten und dem damit verbundenen Abregeln (Curtailment) entgegenzuwirken. Dem National Renewable Energy Laboratory (NREL)-Forscher Paul Denholm zufolge können moderne Energienetzwerke zwar einen bestimmten Anteil an Solarstrom aufnehmen, ohne Solaranlagen abregeln zu müssen, dies sei aber nur bis zu einem Anteil von 25% Solarstrom effektiv möglich. Abbildung 27 zeigt den Prozentanteil von Solarstromintegration im Verhältnis zu den notwendigen Abregelungen: je größer der Anteil der Solarstromintegration ins Netz, desto größer der Anteil der marginalen Abregelungen. Investitionen in Speichereinheiten können nun das Abregeln vermeiden und Solaranlagen können voll ausgenutzt werden.

**Abbildung 27: Prozentanteil von Solarstromintegration im Verhältnis zum Abregeln (Curtailment)**

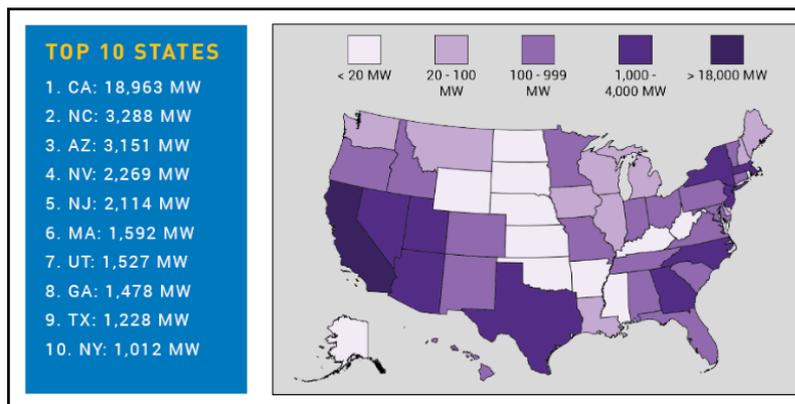


Vgl. JMP Securities (2017): Clean Power: Storage Market Getting Charged Up

Um das Abregeln von PV- und Windanlagen zu vermeiden, wird daran gearbeitet, zusätzliche Großspeicher ins Netz zu integrieren. 11 Bundesstaaten haben zurzeit RPSs, also Mindestquoten von erneuerbaren Energien am Stromverbrauch von mindestens 20% verabschiedet. Bis jetzt sind bereits 45 GW an Solarstromkapazität installiert; genug, um 8,7 Mio. Haushalte mit Strom zu versorgen. Allein in den letzten 12 Monaten fiel der Preis für Solarstrom um 19%. Diesem Trend zufolge müssten Speicherkapazitäten um das 30-fache wachsen, um langfristig das Abregeln zu vermeiden und Solarstrom voll nutzen zu können.

Abbildung 28 zeigt, dass der Solarmarkt stark regional geprägt ist. Während Kalifornien mit einem Marktanteil von 35% immer noch dominiert, stocken andere Staaten wie Minnesota, Utah, Florida und Texas, ihren Solaranteil am Strommix stetig auf. Dies wird mit großer Wahrscheinlichkeit auch zu einem erhöhten Speicherbedarf führen.

Abbildung 28: Kumulierte Solarkapazität nach Staaten in Q1 2017



Quelle: Vgl. Solar Energy Industries Association (2017): [Solar Industry Data. Solar Industry Growing at Record Pace](#), abgerufen am 17.07.2017.

Finanziert werden Großspeicherprojekte von unabhängigen Energieproduzenten, Stromversorgungsunternehmen sowie anderen Investoren. Während Drittfinanzierung ein wichtiger Impulsgeber für die Solarindustrie war, gestaltet sich die Finanzierung eines Energiespeichersystems nach Angaben von Branchenkennern oftmals weitaus komplizierter. Die Fähigkeit von Energiespeichern, ein großes Dienstleistungsportfolio verschiedenen Interessensgruppen anzubieten, erschwert gleichzeitig die Finanzierung, da jede Dienstleistung eine andere Kapitalrendite sowie ein anderes Risikoprofil mit sich bringt.<sup>186</sup> Erträge von Speicheranlagen z.B. durch Ersparnisse bei Spitzenlasten und den assoziierten Demand Charges hängen stark von jeweiligen Verbrauchsmustern ab, die sich über die Zeit ändern können. Die Schwierigkeiten, Erträge und verschiedene Risiken genau einzuschätzen und vorherzusagen, sind gemäß Dan Holloway von Sustainable Capital Finance einer der Hauptgründe, warum die meisten Investoren immer noch sehr zurückhaltend sind, Speicherprojekte zu finanzieren. Dies stellt eine der großen Herausforderungen für den US-Speichermarkt dar. Rechtssicherheit, politische Rahmenbedingungen, neue Geschäftsmodelle und vor allem verlässliche Finanzierungsmodelle sind erforderlich, um das Investitionsrisiko überschaubar zu machen. ESyst und Homer Pro sind zwei der wenigen neuen Software-Plattformen, die dabei helfen, die Finanzierung und Kapitalerträge für Speicherprojekte zu prognostizieren. Damit der Speichermarkt weiter expandieren kann, bedarf es weiterer zuverlässiger Berechnungsprogramme.<sup>187</sup>

### Finanzierung: Netzgekoppelte Großspeicher

Die Finanzierung von Energiespeichern funktioniert ähnlich wie die Finanzierung anderer Projekte und hängt vorwiegend mit Risikoallokation zusammen. Nichtsdestotrotz beinhaltet die Finanzierung von Energiespeichern einige Besonderheiten, da Speicher unterschiedliche Dienstleistungen erfüllen und für jede Dienstleistung unterschiedliche Umsatzströme entstehen können. Für viele Akteure sind Energiespeicher genau deswegen besonders attraktiv, da es durch die Bereitstellung von verschiedenen Systemdienstleistungen möglich ist, einen aggregierten Mehrfachnutzen („Stacked Value“) zu generieren und dadurch simultan Renditen aus mehreren Umsatzströmen zu erzielen.<sup>188</sup>

Die Finanzierungsmodelle für Energiespeicher sind derzeit noch nicht ausgereift, da der Markt noch recht jung ist und die Vergütungsstrukturen für Speicherdienstleistungen noch nicht optimal implementiert sind. Das Technologierisiko wird von Kapitalgebern im Batteriebereich als gering eingeschätzt und insbesondere Lithium-Ionen-Batterien gelten als risikoarme Technologie. Jedoch wird derzeit eher in Projekte investiert, welche die Technologien von am Markt etablierten Firmen heranziehen. Der Hauptgrund dafür ist, dass

<sup>186</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>187</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Storage and Bankability](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>188</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 16.08.2017

das Investitionsrisiko geringer ist und diese Firmen auch einen langfristigen Garantieanspruch bei Mängeln anbieten.<sup>189</sup> Die Finanzierung von Speichern unterscheidet sich entsprechend der Segmente stark.

Die Eigentümer von Energiespeichern in den USA sind hauptsächlich private Versorgungsunternehmen (Investor Owned Utilities) und Energieunternehmen. Dabei sind die Top 5: NextEra, AES, San Diego Gas & Electric, Southern California Edison and Duke Energy.<sup>190</sup>

In den meisten Fällen werden Großspeicher durch eine zusätzliche Drittentität finanziert, welche die Finanzierungsmittel von einem oder mehreren Unternehmen bzw. Kapitalgebern bündelt.<sup>191</sup> Dies ist besonders dann wichtig, wenn Förderinstrumente wie der ITC in Anspruch genommen werden sollen und dadurch als ausländisches Unternehmen eine Steuerschuld aufgenommen werden muss.

Ist dies der Fall, so können auch Genehmigungen für Speichieranlagen in einem Gemeinschaftsvertrag (Shared Facility Agreement) gemeinsam erworben werden. Die Form der Projektfinanzierung wurde bei Großspeichern nur in Einzelfällen gewählt.<sup>192</sup> Nach Einschätzung des Experten Matt Roberts könnte sich dies allerdings ändern, wenn Technologiekosten weiter sinken und der aggregierte Mehrfachnutzen adäquat monetarisiert werden kann.<sup>193</sup>

Grundsätzlich gibt es bei Großprojekten zwei komplementäre Wege zur Wertschöpfung. Bei der ersten Variante kann der Besitzer der Speichieranlage am Stromgroßhandelsmarkt partizipieren und dort den Strom oder die aktuellen bzw. zukünftigen Systemleistungen handeln. In der zweiten Variante geht es darum, dass der Besitzer der Anlage einen Stromabnahmevertrag (Power Purchase Agreement, PPA) mit einem Versorgungsunternehmen oder einer Drittentität eingeht. Auch eine Kombination von beiden Varianten (d.h. Partizipation am Großhandelsmarkt und PPA) ist möglich.<sup>194</sup>

Falls Energiespeicher bestimmte Dienstleistungen für Versorgungsunternehmen bereitstellen, so kann ein Dienstleistungsvertrag (Service Contract) abgeschlossen werden. Hiernach zahlt dann das Versorgungsunternehmen eine kapazitätsbasierte Gebühr sowie eine Gebühr zum Aufladen des Speichers an die beteiligten Entitäten im Speicherprojekt. Als Gegenleistung kann dann das Versorgungsunternehmen überschüssiger Energie speichern und Systemdienstleistungen durch das Entladen bereitstellen.<sup>195</sup> Im Rahmen von Großspeichieranlagen haben diese Verträge die Vorteile, Kapitalkosten zu senken und gleichzeitig dem Investor eine größere Sicherheit bezüglich der Umsatzströme zu geben (Contracted Revenue Streams).<sup>196</sup>

Das größte Risiko zur Finanzierung von Großspeichern stellen veränderte Regulierungen dar, welche die Wirtschaftlichkeit des Ladens und Entladens betreffen und damit großen Einfluss auf die Rentabilität von Projekten haben können.<sup>197</sup>

### 3.5.2. Kleinspeichieranlagen im Industrie- und Gewerbesektor

Besonders interessant ist die Entwicklung der letzten Jahre im Bereich der Energiespeichersysteme wie z.B. Lithium-Ionen-Batterien im Gewerbesektor. Alleine im zweiten Quartal 2015 wurden Energiespeicher-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 40,7 MW installiert. Dies entspricht einer Steigerung um das Neunfache im Vergleich zum zweiten Quartal des Vorjahres. 87% aller im zweiten Quartal in Betrieb

<sup>189</sup> Vgl. GTM (2017): [Project Financing Grows for Commercial Energy Storage, Lags for Residential](#), abgerufen am 16.08.2017

<sup>190</sup> Vgl. GTM (2017): [Owners in the US](#), abgerufen am 17.08.2017

<sup>191</sup> Vgl. Interview mit Matt Roberts, Energy Storage Association am 10.07.2017

<sup>192</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 16.08.2017

<sup>193</sup> Vgl. Interview mit Matt Roberts, Energy Storage Association am 10.07.2017

<sup>194</sup> Vgl. ESA (kein Datum): [Merchant Electricity Storage](#), abgerufen am 24.08.2017

<sup>195</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 16.08.2017

<sup>196</sup> Vgl. GTM (2017): [Project Financing Grows for Commercial Energy Storage, Lags for Residential](#), abgerufen am 16.08.2017

<sup>197</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 16.08.2017

genommenen Speicher sind an das Netz angeschlossen.<sup>198</sup> In 2016 wurden Kleinspeicher mit einer Kapazität von 83 MWh installiert. Dies entspricht nur 25% des Gesamtspeichermarktes.<sup>199</sup>

Bis jetzt sind Kleinspeicheranlagen für Kunden nur in einigen Fällen finanziell attraktiv und es ist immer noch schwer, Projektfinanzierung in den USA zu bekommen. Einer der Gründe hierfür ist, dass nur wenige Investoren bereit sind, in ein Projekt zu investieren, wo in vielen Fällen der Ertrag und die Investitionsrendite nicht klar definiert werden kann.<sup>200</sup> McKinsey-Untersuchungen kamen jedoch zu dem Ergebnis, dass Speicherung zur Reduzierung von Spitzenlasten schon für einige Betriebe rentabel ist.<sup>201</sup> Einer der Hauptgründe hierfür sind die, anders als in Deutschland, relativ hohen Leistungspreise (Demand Charges), die in den USA für Spitzenlasten bei industriellen und gewerblichen Kunden erhoben werden.

### Spitzenlastenmanagement zur Reduzierung von Leistungspreisen (Demand Charges)

Der Stromtarif im US-amerikanischen Industrie- und Gewerbesektor setzt sich aus Arbeits- und Leistungspreis zusammen. Der Arbeitspreis (in MWh) bezieht sich auf die genutzte Energiemenge, wohingegen sich der Leistungspreis (in MW) auf die maximal in Anspruch genommene elektrische Leistung bezieht. Zur Berechnung des Leistungspreises wird in 15-Minuten-Intervallen die durchschnittliche in Anspruch genommene elektrische Leistung mit einem Zähler gemessen. Der höchste ermittelte Wert innerhalb eines Monats wird dann zur Ermittlung des Leistungspreises herangezogen und mit den angesetzten Kosten der Versorgungsunternehmen verrechnet. Der Leistungspreis im US-amerikanischen Industrie- und Gewerbesektor macht üblicherweise zwischen 30% und 70% an den gesamten monatlichen Stromkosten aus. Es ist zu erwarten, dass diese Preisstruktur in den USA zukünftig so bestehen bleibt. Der Grund für die relativ hoch angesetzten Leistungspreise ist, dass Versorgungsunternehmen Anreize zur Reduktion von Spitzenlasten setzen wollen.<sup>202</sup>

Zur Verdeutlichung des Arbeits- und Leistungspreises wird im Folgenden ein Rechenbeispiel anhand von zwei fiktiven Unternehmen A und B gegeben. Das Unternehmen A bezieht einen Monat lang (720 Stunden) konstant eine Leistung von 100 kW. Bei einem Arbeitspreis von 0,1 USD/kWh entstehen dabei Kosten von 7.200 USD. Hinzu kommen weitere Kosten in Höhe von 800 USD, da die höchste in Anspruch genommene Leistung (100 kW) mit einem Leistungspreis von 8 USD/kW multipliziert wird. Unternehmen B bezieht hingegen deutlich weniger Energie, und zwar 10 kW über einen Zeitraum von 719 Stunden. Jedoch benötigt Unternehmen B in einer Stunde des Monats eine sehr hohe Leistung (100 kW), um die Maschinen in Betrieb zu bringen. Die monatlichen Kosten belaufen sich deswegen auf 729 USD ( $7.190 \text{ kWh} * 0,1 \text{ USD/kWh} + 100 \text{ kWh} * 0,1 \text{ USD/kWh}$ ). Auch für Unternehmen B entstehen zusätzliche Kosten in Höhe von 800 USD, da die höchste in Anspruch genommene Leistung (100 kW) ebenfalls mit 8 USD/kW bepreist wird. Vergleicht man nun die Anteile der Leistungspreise an den gesamten Stromkosten, so macht der Leistungspreis bei Unternehmen A einen Anteil von 10% und bei Unternehmen B einen Anteil von 52% aus.<sup>203</sup> Zur Veranschaulichung sind in die wichtigsten Daten im Überblick zusammengefasst.

---

<sup>198</sup> Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q1 2017 Executive Summary

<sup>199</sup> Vgl. GTM (2017): [U.S. Behind-the-Meter Energy Storage Financing: Structures, Risks and the Challenging Road Ahead](#), abgerufen am 14.07.2017

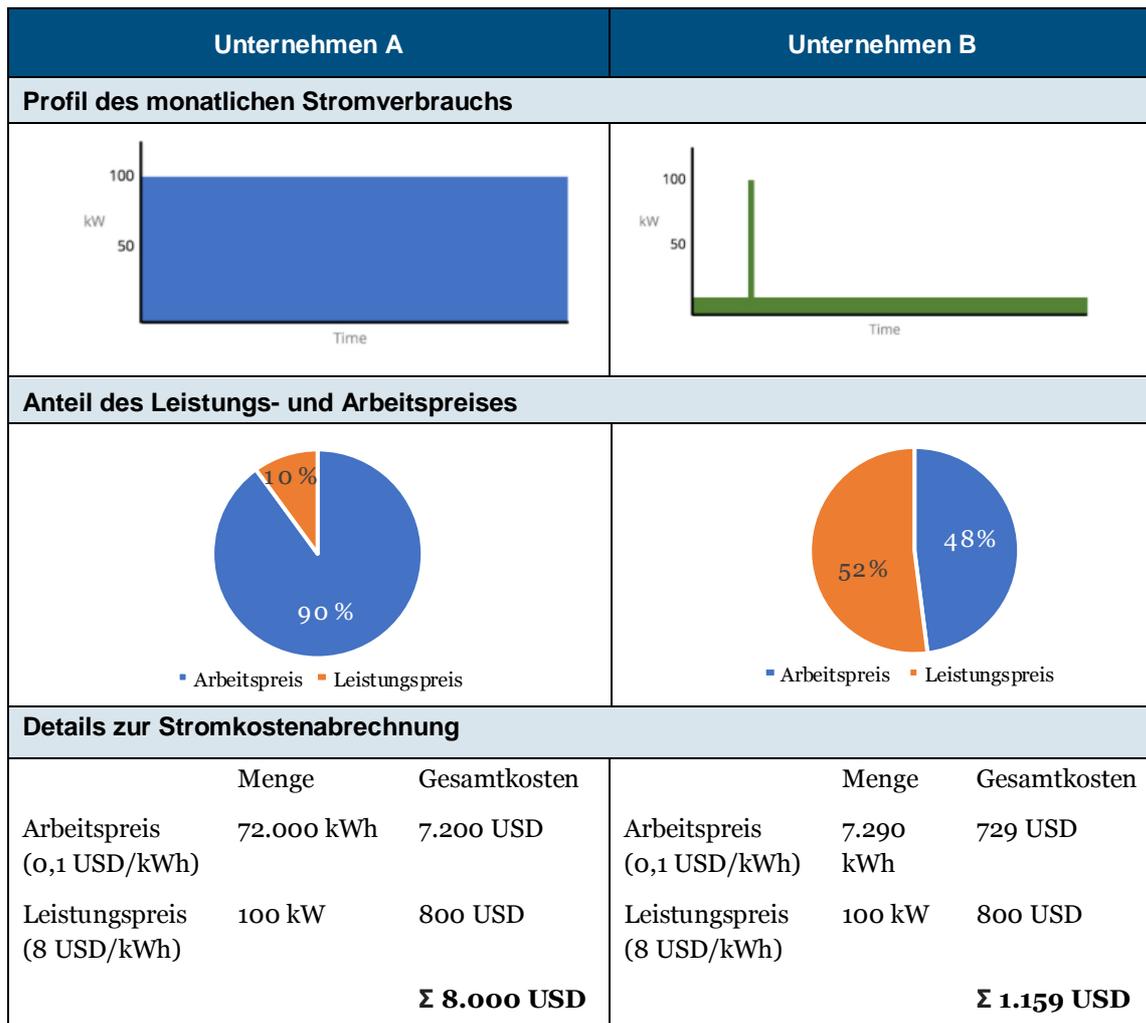
<sup>200</sup> Vgl. McKinsey (2017): [Battery Storage: The next disruptive technology in the power sector](#), abgerufen am 14.07.2017

<sup>201</sup> Vgl. McKinsey (2017): [Battery Storage: The next disruptive technology in the power sector](#), abgerufen am 14.07.2017

<sup>202</sup> Vgl. Stem (2017): [Demand Charges](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>203</sup> Vgl. Sunpower Corporation (2017): [A Closer Look at Commercial Electricity Demand Charges, and How to Lower Them](#), abgerufen am 13.07.2017

Abbildung 29: Leistungs- und Arbeitspreis für Unternehmen A und B



Quelle: Eigene Darstellung nach Sunpower Corporation (2017): [A Closer Look at Commercial Electricity Demand Charges, and How to Lower Them](#), abgerufen am 13.07.2017

### Exkurs: Leistungspreise bei IMS Recycling

Die folgenden Daten basieren auf einem Fallbeispiel des Unternehmens Stem Inc., welches Energiespeicherlösungen für Unternehmen im Gewerbe- und Industriesektor anbietet. Als Kunde von Stem Inc. setzt das Unternehmen IMS Recycling in zwei industriellen Recyclinganlagen Energiespeicherlösungen (Leistung: 72 kW, Kapazität: 90 kWh) zur Reduzierung des Leistungspreises ein. Der Leistungspreis machte vor der Installation der Energiespeicher einen Anteil zwischen 75% und 90% an den monatlichen Stromkosten des Recyclingunternehmens aus. Mit Einführung der Speicherlösungen in 2015 konnte das Unternehmen die jährlichen Stromkosten um 34% reduzieren. Stem Inc. geht davon aus, dass IMS Recycling innerhalb von 10 Jahren die Stromkosten um insgesamt 50.000 USD reduzieren kann.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vgl Stem (2017): [IMS Recycling](#), abgerufen am 22.08.2017

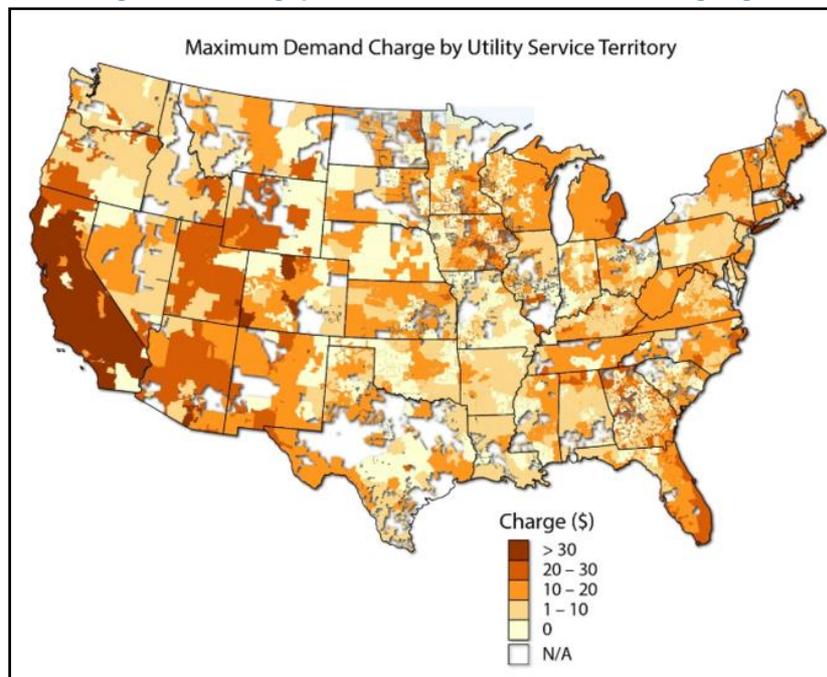
Für gewerbliche und industrielle Kunden ist daher die Reduzierung der Spitzenlasten aus wirtschaftlicher Sicht besonders interessant, um die anfallenden Kosten zu senken. Energiespeicher können somit bei niedrigem Energieverbrauch geladen und bei hohem Verbrauch entladen werden. Damit werden maximale Fremdbezugsspitzen abgeschnitten, wodurch der Leistungspreis-Anteil gesenkt werden kann. Die

Wirtschaftlichkeit von Energiespeichern im Industrie- und Gewerbesektor hängt demnach u.a. von der Höhe des Leistungspreises ab.<sup>204</sup>

Auch in Deutschland wird im Industrie- und Gewerbesektor ein Leistungspreis angesetzt, welcher allerdings im Vergleich zu den USA gering ist, um den Industriesektor<sup>205</sup> nicht mit zusätzlichen Kosten zu belasten.<sup>206</sup> Dies ist der treibende Grund dafür, dass die Installation von Energiespeichern in Deutschland aus ökonomischer Sicht nicht so attraktiv wie in den USA ist. Nach einer Analyse von Greentech Media ist in Deutschland deshalb der Business Case zur Installation von gewerblichen und industriellen Energiespeichern derzeit nicht gegeben.<sup>207</sup> In den USA kann die Installation von Energiespeichern zur Reduzierung des Leistungspreises durchaus ökonomisch rentabel sein, wobei die Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Faktoren wie der eingesetzten Technologie sowie der jeweiligen Leistungspreise verschiedener Netzbetreiber abhängt. Wie die Karte in

Abbildung 30 zeigt, unterscheiden sich die Leistungspreise stark nach den Gebieten der Versorgungsunternehmen.

**Abbildung 30: Leistungspreise nach Gebieten der Versorgungsunternehmen**



Quelle: Vgl. National Renewable Energy Laboratory (2017): [Cost-optimal modeling of behind-the-meter commercial, solar+ storage](#), abgerufen am 13.07.2017

McKinsey zufolge lohne sich aus wirtschaftlicher Sicht das Stromspeichern in gewissen Bereichen bereits. Dazu hat sich die Unternehmensberatung gewerbliche Immobilien in sechs Städten angeschaut. Je nach Lage und Stromverbrauch schwankt die Wirtschaftlichkeit zur Integration von Speicherlösungen. Sind günstige Voraussetzungen gegeben, so lohnen sich Speicher vor allem für Hotels und zum Teil auch für Schulen und Büros. McKinsey geht davon aus, dass bei den Systemdienstleistungen zur Reduzierung von Leistungspreisen sowie bei der PV-Stromspeicherung andere Batterietechnologien, wie z.B. Blei-Säure-Systeme, profitabler sein können als Lithium-Ionen-Batterien.<sup>208</sup>

<sup>204</sup> Vgl. NREL (2015): [Deployment of Behind-The-Meter Energy Storage for Demand Charge Reduction](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>205</sup> Der Industriesektor macht etwa 30% am deutschen Bruttoinlandsprodukt aus.

<sup>206</sup> Vgl. Advanced Energy Economy (2017): [Energy Storage Poised to Shave Demand Charges](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>207</sup> Vgl. GTM (2016): [German Energy Storage Market to Reach \\$1B by 2021](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>208</sup> Vgl. McKinsey (2016): [The new economics of energy storage](#), abgerufen am 13.07.2017

## Finanzierung: Kleinspeicheranlagen im Industrie- und Gewerbesektor

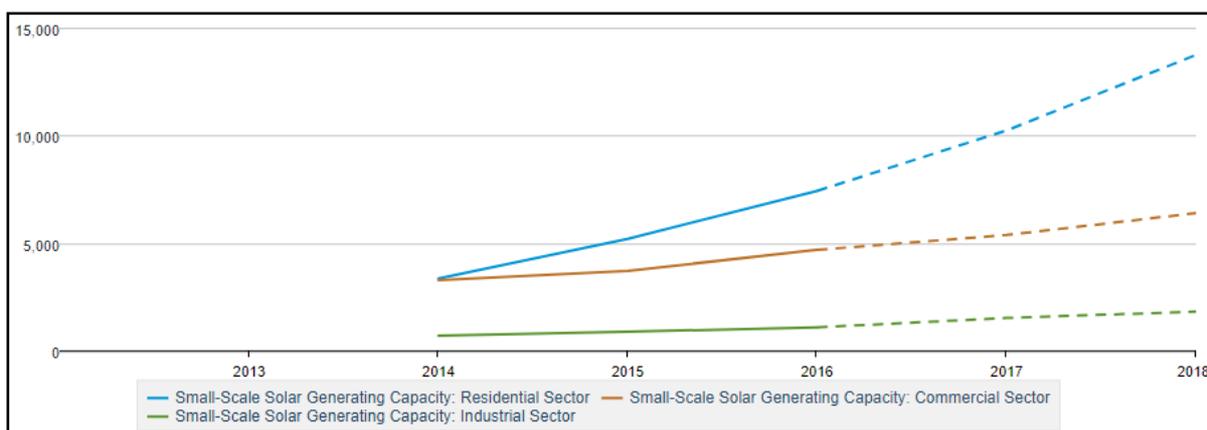
Im industriellen und gewerblichen Bereich gibt es einige Unternehmen, die sowohl die Rolle eines Asset Managers<sup>209</sup> als auch eines Projektentwicklers einnehmen. Beispiele dafür sind Microgrid Solutions, Stem und Green Charge Networks.<sup>210</sup> Die Reduzierung der Demand Charges und die damit einhergehenden Kosteneinsparungen am Stromverbrauch sind der Hauptgrund für die Installation von Speichern im gewerblichen und industriellen Segment. Für Projektentwickler ist es in diesem Bereich relativ einfach, Investoren zu gewinnen, da sich die geplanten Kosteneinsparungen relativ deutlich aufzeigen und an Kapitalgeber kommunizieren lassen. Um Kapitalgeber für Speicherprojekte im gewerblichen Bereich zu gewinnen, sollte die interne Rendite aus dem Projekt bei mindestens 7-8% liegen. Meistens erwarten Kapitalgeber Renditen im niedrigen bis mittleren zehnpromzentigen Bereich.<sup>211</sup>

### 3.5.3. Kleinspeicher für Privathaushalte

Zu den Erstnutzern (Early Adopters) für Speicheranlagen in Privathaushalten gehören hauptsächlich Kunden, die bereits Solarstrom beziehen. Sie nutzen Kleinspeicher in Kombination mit PV-Anlagen als Notfall- und Backup-Lösung oder um den Produktionsüberschuss an Solarenergie für den späteren Verbrauch am Abend oder in der Nacht zu speichern und damit die Stromkosten senken zu können. McKinsey geht aber davon aus, dass die Kosten noch zu hoch und die Marktanreize sowie rechtlichen Rahmenbedingungen noch nicht ausreichend sind, um Speicher- in Kombination mit PV-Anlagen für den Großteil der Privathaushalte finanziell attraktiv zu machen.<sup>212</sup>

Die Anzahl an privaten PV-Kunden steigt in den USA jährlich und somit auch das Potenzial für PV-gekoppelte Speichersysteme (PV-plus-Storage Systems). 2016 waren in den USA Kleinsolaranlagen mit einer Gesamtkapazität von 13.183 MW installiert. Davon entfielen 7.421 MW auf private Haushalte, 4.681 MW auf den gewerblichen Sektor und 1.081 MW auf den industriellen Sektor.<sup>213</sup> In Abbildung 31 ist die Kleinsolaranlagenkapazität in MW dargestellt. Die gestrichelte Linie spiegelt die prognostizierten Entwicklungen wider.

Abbildung 31: Entwicklungen von Kleinsolaranlagenkapazität in MW



Quelle: Vgl. U.S. Energy Information Administration (2017): [Short-Term Energy Outlook Data Browser](#), abgerufen am 18.07.2017

Der Trend, PV-Anlagen mit Speichern zu kombinieren, führte in den Jahren 2016 und 2017 zu zahlreichen Partnerschaften oder Übernahmen zwischen Solar- und Speicherfirmen. US-Firmen hoffen, ihren Kunden integrierte Energiesysteme aus einer Hand anbieten zu können. So hat beispielsweise Tesla im vergangenen

<sup>209</sup> Ein Asset Manager übernimmt üblicherweise die Verantwortung für Betrieb, Überwachung und Wartung der Anlage.

<sup>210</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 16.08.2017

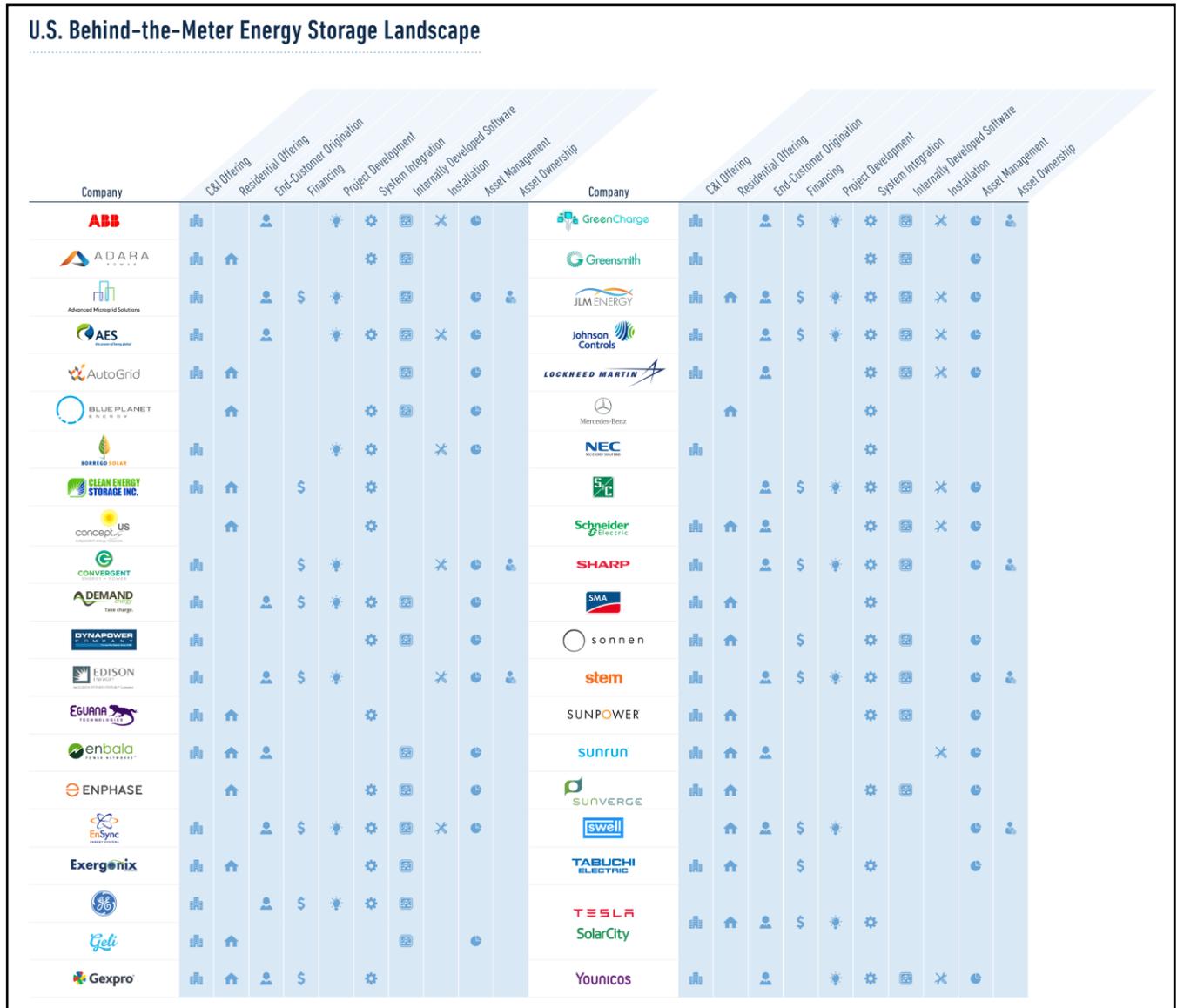
<sup>211</sup> Vgl. GTM (2017): [Project Financing Grows for Commercial Energy Storage, Lags for Residential](#), abgerufen am 16.08.2017

<sup>212</sup> Vgl. McKinsey (2016): [The new economics of Energy storage](#), abgerufen am 06.06.2017

<sup>213</sup> Vgl. EIA (2017): [Short-Term Energy Outlook Data Browser](#), abgerufen am 06.06.2017

Jahr SolarCity gekauft, LG Chem ist eine Geschäftspartnerschaft mit Sunrun eingegangen und Vivint Solar hat in diesem Jahr eine Kooperation mit Mercedes-Benz Energy angekündigt.<sup>214</sup> Auf dem Kleinspeichermarkt in den USA ist eine große Anzahl an Akteuren aktiv. Abbildung 32 bietet eine gute Übersicht über wichtige Kleinspeicher-Anbieter und deren Dienstleistungsangebot.

**Abbildung 32: Übersicht von Kleinspeicher-Anbietern in den USA**



Quelle: Vgl. GTM (2017): [Chart: Which Companies are Active in Behind-the-Meter Energy Storage?](#), abgerufen am 18.07.2017

### Finanzierung: Kleinspeicher für Privathaushalte

Die relativ hohen Investitionskosten für Kleinspeicher stellen die größte Barriere zum Kauf von Kleinspeichern in den USA dar. Soll der Kleinspeichermarkt in Zukunft wachsen und sollen auch Kunden über die Erstanwender (Early Adopters) hinaus angesprochen werden, so sind attraktive Finanzierungsmöglichkeiten notwendig. Das Problem liegt allerdings darin, den Systemdienstleistungen konkrete Umsatzströme zuzuordnen. Virtuelle Kraftwerke (Virtual Power Plants, VPPs) versuchen, für dieses Problem Lösungen anzubieten, befinden sich allerdings noch in der Pilotphase. Anbieter von VPP-Lösungen in den USA sind z.B. Green Mountain Power, Con Edison und das Preferred Resource Pilot Program von Southern California Edison.

<sup>214</sup> Vgl. GTM (2017): [Storage has become the darling of solar industry](#), abgerufen am 02.06.2016

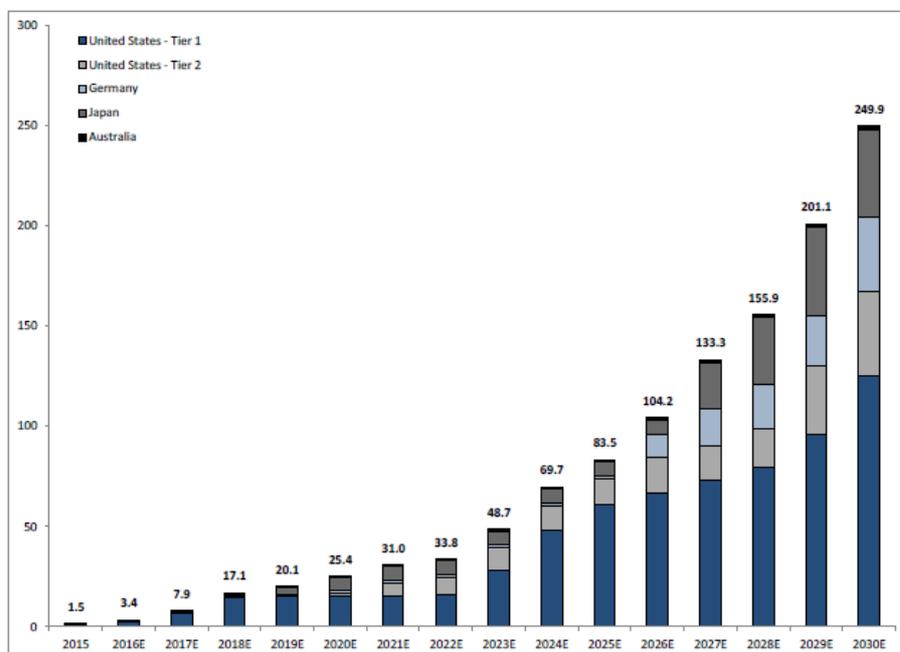
Derzeit gibt es allerdings auch einige Anbieter in den USA, welche die Finanzierung von Kleinspeichern mit Hilfe von Leasing-Modellen und Darlehensverträgen ermöglichen. Nach Angaben von Greentech Media wird der Kleinspeichermarkt dem von PV-Anlagen folgen: Gibt es bessere Finanzierungsoptionen, so wird auch der Absatz steigen. Bis zur Mitte der 2020-er Jahre wird davon ausgegangen, dass Kleinspeicher von Endkunden immer weniger geleast werden und Kunden vermehrt Bar- bzw. Darlehensgeschäfte eingehen werden.<sup>215</sup>

### 3.6. Marktausblick

GTM Senior Vice President of Research, Shayle Kann, fasste den US-Speichermarkt im Dezember 2016 folgendermaßen zusammen: Der Markt für Energiespeicherung habe riesiges Potenzial. Allerdings sei das Marktvolumen immer noch sehr klein – zum damaligen Stand waren lediglich 413 MW an Speicherleistung installiert. Auch andere Experten, wie z.B. die Unternehmensberatung McKinsey & Company, schätzen die kurz- und mittelfristigen Aussichten für den US-Energiespeichermarkt als vielversprechend ein. Die genauen Wachstumsprognosen variieren allerdings zwischen verschiedenen Quellen.

Die Analysten von JMP Securities erwarten ein 40-faches Wachstum des benötigten Speichervolumens in den USA über die nächsten 10 Jahre. Diesen Bedarfssprung erklären die Analysten mit der zunehmenden Integration von erneuerbaren Energien (vor allem Solarstrom), die nur mit Hilfe von Energiespeichern effizient ins Netz integriert werden können. Der wachsende Bedarf würde selbst mit dem Bau der Tesla Giga Factory nicht gedeckt werden. JMP Securities prognostiziert ein jährliches Marktvolumen von über 10 Mrd. USD für zusätzliche Speicherkapazitäten, vor allem Lithium-Ionen-Batterien.<sup>216</sup> Wie Abbildung 33 zeigt, geht JMP Securities davon aus, dass sich die Batteriekapazität im Großspeichermarkt in den USA um ein Vielfaches im Vergleich zum deutschen Markt entwickeln wird.

**Abbildung 33: Batteriekapazität für den Großspeichermarkt in GWh**



Quelle: Vgl. JMP Securities (2017): Clean Power. Storage Market Getting Charged Up

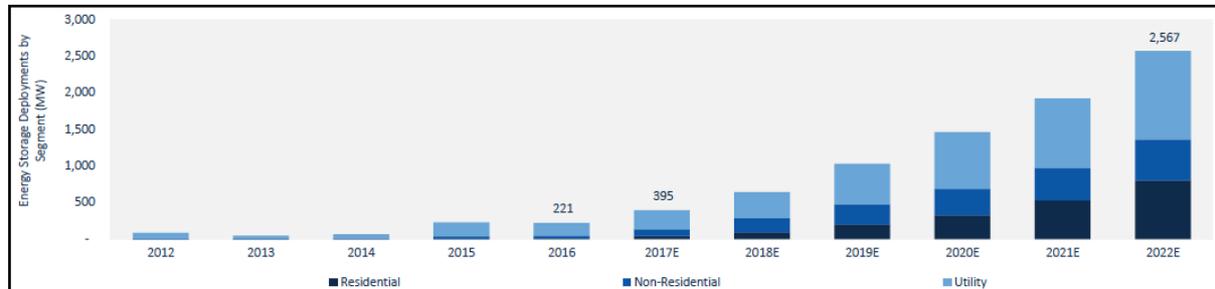
GTM geht davon aus, dass sich der Speichermarkt bis 2022 im Vergleich zu 2016 um das Zwölfwache vergrößern werde. Wie in Abbildung 34 und Abbildung 35 zu sehen, soll die Speicherleistung bis 2022 auf

<sup>215</sup> Vgl. GTM (2017): [Project Financing Grows for Commercial Energy Storage, Lags for Residential](#), abgerufen am 16.08.2017

<sup>216</sup> Vgl. JMP Securities (2017): Clean Power. Storage Market Getting Charged Up

insgesamt 2.567 MW steigen und ein Marktvolumen von etwa 3,2 Mrd.<sup>217</sup> USD erreichen. Dies steht Prognosen des deutschen Marktvolumens in 2022 von einer Milliarde USD gegenüber.<sup>218</sup> Bei einem Großteil neu installierter Speichertechnologien, vor allem im Großspeichersegment, handelt es sich noch um Pilotprojekte. Energiespeicherexperten gehen aber davon aus, dass auch dieses Marktsegment in den nächsten Jahren stark anziehen wird.<sup>219</sup>

**Abbildung 34: Installierte Speichersysteme in den USA nach Segmenten in MW (Prognose)**



Quelle: Vgl. GTM (2017): [U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017](#), abgerufen am 26.06.2017

**Abbildung 35: Jährlicher Energiespeichermarkt in den USA nach Segmenten in Mio. USD (Prognose)**



Quelle: Vgl. GTM (2017): [U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017](#), abgerufen am 26.06.2017

Der Zusatz „E“ („Estimate“) bei den Jahren 2017 bis 2022 weist darauf hin, dass es sich bei diesen Angaben um Prognosen handelt.

Auch Anissa Dehamna, Senior Research Analyst bei Navigant Research, prognostiziert für die nächsten Jahre eine „deutliche Ausweitung des Marktes für Energiespeichersysteme“.<sup>220</sup> Navigant Research geht sogar von einem Jahresumsatz von bis zu 15,6 Mrd. USD im Jahr 2024 aus.

Die Hauptanwendungen im Großspeichermarkt werden in den kommenden Jahren bei Transmissions- und Verteilungssystemdienstleistungen sowie beim lokalen Kapazitätsmanagement liegen, wodurch sich andere Investitionen vermeiden lassen. Zudem werden Speicher im Industrie- und Gewerbesektor zur Reduzierung von Leistungspreisen (Demand Charges) weitere Anwendung finden. Die Integration von erneuerbaren Energien wird im Zusammenhang mit der Installation von Groß- und Kleinspeichern an Bedeutung zunehmen (siehe Abbildung 36).<sup>221</sup>

<sup>217</sup> Vgl. GTM (2017): [U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017](#), abgerufen am 26.06.2017

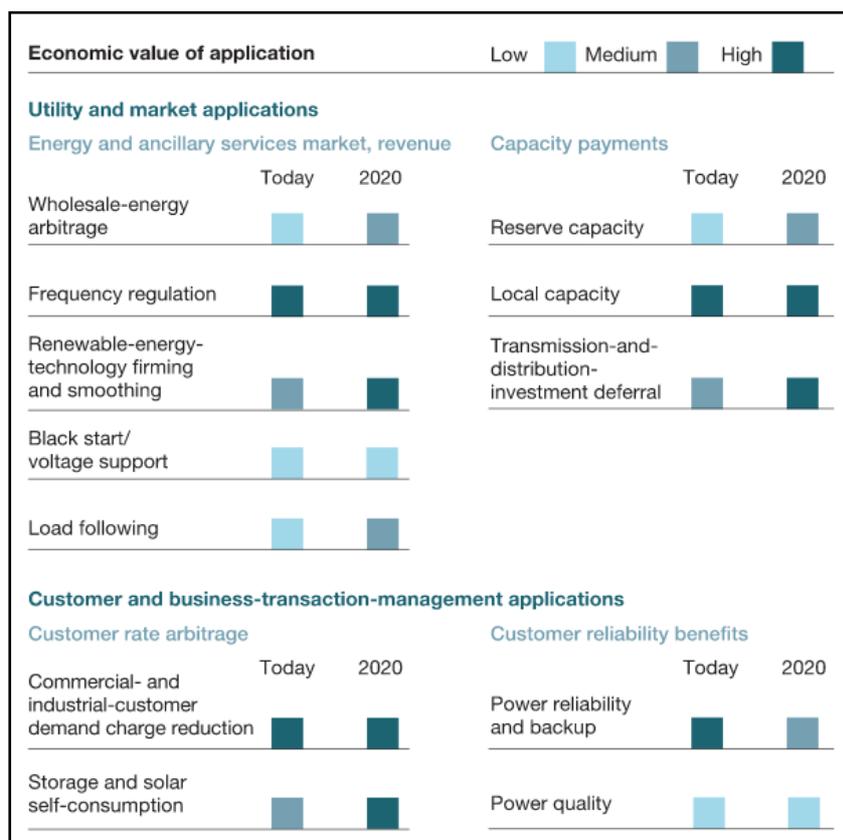
<sup>218</sup> Vgl. GTM (2016): [The German Energy Storage Market 2016-2021: The Next Energy Transition](#), abgerufen am 29.06.2017

<sup>219</sup> Vgl. Energy Storage News (2017): [GTM: US energy storage installations grew 100% in 2016](#), abgerufen am 29.06.2017

<sup>220</sup> Vgl. Navigant Research (2014): [Energy Storage for the Grid is Expected to Reach \\$15.6 Billion in Annual Revenue by 2024](#), abgerufen am 08.10.2015

<sup>221</sup> Vgl. McKinsey (2017): [Battery storage: The next disruptive technology in the power sector](#), abgerufen am 18.07.2017

Abbildung 36: Anwendung und Wertbeitrag von Groß- und Kleinspeichern (2017 vs. 2020)



Quelle: Vgl. McKinsey (2017): [Battery storage: The next disruptive technology in the power sector](#), abgerufen am 18.07.2017

Der größte Trend im Kleinspeichermarkt ist die Kopplung von Solar- und Speichieranlagen. Der Anteil an Kleinspeichieranlagen am Gesamtmarkt soll von 20% in 2016 auf bis zu 53% in 2022 anwachsen.

Laut Branchenkennern wird der kalifornische Speichermarkt innerhalb der nächsten fünf Jahre die Nummer eins bleiben. Um den zweiten Platz werden Arizona, Hawaii, Massachusetts, New York und Texas kämpfen. All diese Staaten werden bis 2022 einen beträchtlichen Anteil am Speichermarkt aufweisen können.<sup>222</sup>

Einflussfaktoren, die die Installation in den USA vorantreiben, unterscheiden sich je nach Region und Bundesstaat. Während an der Westküste, vor allem in Kalifornien, die Integration von erneuerbaren Energien eine zentrale Rolle spielt, stehen an der Ostküste, nach Sturm Sandy und mehreren anderen verheerenden Stromausfällen, eher die Versorgungssicherheit im Vordergrund.<sup>223</sup>

Von regionalen Unterschieden abgesehen, gehören zu den wichtigsten Voraussetzungen für eine positive Entwicklung des Marktes die Fortsetzung von begünstigenden politischen Rahmenbedingungen, sinkende Technologiekosten sowie neue Geschäftsmodelle, welche den Mehrfachnutzen von Speichern ausschöpfen.<sup>224</sup> Zum anderen muss eine neue Tarifstruktur eingeführt werden, die den Kunden Anreize bietet, Strom für Zeiten mit hohem Bedarf zu speichern. Ob, wie und wann z.B. Time-of-Use (zeitvariable)-Tarife in verschiedenen Strommärkten in den USA eingeführt werden, wird derzeit noch diskutiert.

<sup>222</sup> Vgl. GTM (2015): [US Energy Storage Monitor Q2 2015: Executive Summary](#), abgerufen am 06.10.2015

<sup>223</sup> Anissa Dehamna in Navigant Research Webinar

<sup>224</sup> Vgl. Interview mit Matt Roberts, Energy Storage Association am 10.07.2017

Weitergehend werden auch dezentrale Energiere Ressourcen und deren effiziente Integration ins Stromnetz eine zunehmend wichtigere Rolle spielen, wodurch auch Potenziale für deutsche Unternehmen in Querschnittsbereichen (insbesondere IT) entstehen können. Genauere Informationen dazu sind im untenstehenden Exkurs zu finden.

### **Exkurs: Virtuelle Kraftwerke und Microgrids als Schlüsseltechnologie zur Integration dezentraler Energiere Ressourcen**

Als dezentrale Energiere Ressourcen (Distributed Energy Resources, DERs) werden kleinere Anlagen zur Energieerzeugung und -speicherung bezeichnet, die verbrauchernah installiert sind. Um die DERs in ein Stromnetz zu integrieren und optimal nutzen zu können, kommt dem Konzept des virtuellen Kraftwerks (Virtual Power Plant, VPP) eine immer größere Bedeutung zu. VPPs schalten DERs zusammen, sollen verlässlich die elektrische Last decken und damit zentrale Großkraftwerke ersetzen. Im Rahmen von VPPs wird der Konsument zum Prosument – er konsumiert nicht nur Energie, sondern produziert diese auch. VPPs können auch an verschiedenen Energiemärkten teilnehmen und dementsprechend einen Mehrwert für Endkunden, Anlagenbesitzer und Dienstleistungsunternehmen generieren.

Eine Herausforderung besteht darin, wichtige Systemleistungen und die Versorgungsqualität genauso zuverlässig wie bei zentralen Anlagen bereitzustellen. Die Integration erweiterter Big Data- und Softwarelösungen, welche Services zur Echtzeit-Kommunikation anbieten, ist notwendig, um die dezentralen Anlagen zu vernetzen sowie die Stromversorgung zu koordinieren und zu kontrollieren. Nach Einschätzungen von Navigant Research wird erwartet, dass die Umsatzerlöse für VPP-basierte Softwarelösungen bis 2025 stetig wachsen werden. Auch Microgrids spielen in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle, da verschiedene DERs gruppiert werden können und entweder unabhängig vom Netz angeschlossen oder als Systemlösung in das VPP integriert werden können.

Mit zunehmender Digitalisierung des Netzes entstehen somit auch größere Potenziale für Querschnittsbereiche und -technologien, insbesondere im IT-Bereich. Auch angrenzende Anwendungen wie z.B. intelligente Stromzähler (Smart Meters), intelligente Wechselrichter (Smart Inverters), Sensoren, Kontrollapplikationen und Demand Response-Technologien werden in diesem Zusammenhang zunehmend wichtig sein.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Navigant Research (2017): [Stacking Value with VPPs in Today's Digital Power Grid](#), abgerufen am 15.08.2017

## 4. Staatenprofil Kalifornien

Abbildung 37: Geographische Lage und Kurzübersicht Kalifornien



Quelle: Eigene Darstellung

### 4.1. Übersicht

Kalifornien ist der mit Abstand bevölkerungsreichste US-Bundesstaat und gilt als wichtigster Industrie- und Handelsstaat der Vereinigten Staaten. 2016 hatte Kalifornien etwa 39,3 Mio. Einwohner. Prognosen zeigen, dass sich das Bevölkerungswachstum zwar verlangsamt, die Bevölkerung bis zum Jahr 2030 aber dennoch auf etwa 44 Mio. Menschen wachsen soll.<sup>232</sup> Dieser dynamische Wachstumsprozess stellt hohe Anforderungen an die Bereiche Energieversorgung und Infrastruktur. Hinzu kommt, dass die Bevölkerung im Landesinneren stärker wächst als in den Küstengebieten. Da im Landesinneren ein extremeres Klima herrscht als in den küstennahen Gebieten, wird der Energiebedarf aufgrund des zunehmenden Betriebs von Klimaanlage weiter steigen.<sup>233</sup>

<sup>225</sup> Vgl. California Energy Commission (2017): [Electric Generation Capacity & Energy](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>226</sup> Vgl. Database of State Incentives for Renewables & Efficiency (2017): [Programs](#), abgerufen am 16.08.2017

<sup>227</sup> Vgl. California Energy Commission (kein Datum): [Renewable Portfolio Standard](#), abgerufen am 11.07.2017

<sup>228</sup> Im Rahmen der „Freeing the Grid“-Studie, die jährlich von der Vote Solar-Initiative und dem Interstate Renewable Energy Council (IREC) veröffentlicht wird, werden die Net-Metering-Programme und Interconnection Standards aller 50 Staaten auf einer Skala von A bis F bewertet, wobei A der Bestnote entspricht.

<sup>229</sup> Note A: Sehr gute Net-Metering-Richtlinien. Überschüssiger Strom wird in voller Höhe vergütet. Die Richtlinien fördern aktiv die Nutzung dezentraler Erzeugungsanlagen. Jedoch ist die Systemkapazität auf 1 MW beschränkt. Vgl. Freeing the Grid (2017): [California](#), abgerufen am 11.07.2017

<sup>230</sup> Note A: Sehr gute Interconnection Standards. Es existieren keinerlei Einschränkungen beim Netzanschluss von dezentralen Energiesystemen. Die Richtlinien bieten bestmögliche Voraussetzungen für eine einfache und sichere Einspeisung. Vgl. Freeing the Grid (2017): [California](#), abgerufen am 11.07.2017

<sup>231</sup> Vgl. US Department of Commerce – Census Bureau (kein Datum): [State & County Quickfacts – California](#), abgerufen am 12.07.2017

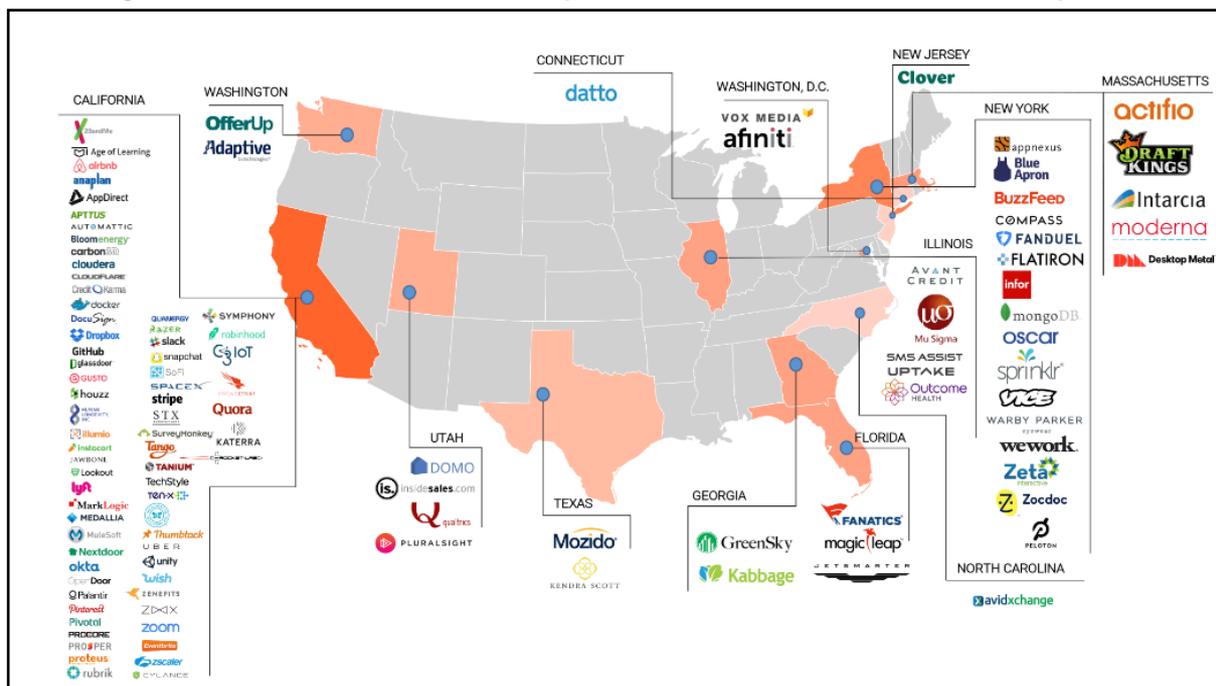
<sup>232</sup> Vgl. State of California – Department of Finance (2016): [Population Projection](#), abgerufen am 11.07.2017

<sup>233</sup> Vgl. California Energy Commission (2017): [Integrated Energy Policy Report](#), abgerufen am 11.07.2017

Dass Kalifornien über ein großes wirtschaftliches Potenzial verfügt, zeigt sich bereits daran, dass sich der Bundesstaat alleine genommen in die Spitzengruppe der größten Volkswirtschaften der Welt einreicht: aktuell auf Platz 6 der größten Volkswirtschaften der Welt noch vor Frankreich und Indien.<sup>234</sup> Das reale BIP pro Kopf in Kalifornien lag im Jahr 2016 mit 58.619 USD; der Durchschnittswert aller US-Staaten lag 2016 bei 50.577.<sup>235</sup> Die Arbeitslosenquote in Kalifornien betrug im Jahr 2016 durchschnittlich 5,4%. Trotz der positiven allgemeinen Wirtschaftslage lag die Arbeitslosenquote Kaliforniens 2016 über dem Landesdurchschnitt von 4,9%.<sup>236</sup>

Entsprechend der gesamtstaatlichen Bedeutung sind kalifornische Unternehmen in einer Vielzahl von Branchen weltweit führend. In Kalifornien befinden sich wichtige Branchencluster in den Bereichen IT-, Internet- und Kommunikationstechnologie (San Francisco und Silicon Valley), Bio- und Nanotechnologie (Raum San Diego, Silicon Valley, East Bay, Orange County), Unterhaltungsindustrie (Los Angeles), Medizintechnik (Los Angeles, San Francisco Bay Area) sowie Luft- und Raumfahrtindustrie (Großraum Los Angeles). Kalifornien ist zudem führend, wenn es um Spitzentechnologie und erneuerbare Energien geht und spielt auch in der Forschung und Entwicklung, bei Wagniskapitalinvestitionen sowie bei Gründungsaktivitäten eine bedeutende Rolle.<sup>237</sup> Wie in Abbildung 38 zu sehen ist, hat Kalifornien die höchste Anzahl an sogenannten Unicorn-Firmen. 62 der insgesamt 105 amerikanischen Firmen, die mit mindestens einer Mrd. USD bewertet werden, befinden sich in Kalifornien.

**Abbildung 38: Übersicht von Unicorn-Firmen (mit mindestens einer Mrd. USD bewertet) in den USA**



Quelle: Vgl. CB Insights: [The United States of Unicorns](#), abgerufen am 25.07.2017

Auch die Land- und Forstwirtschaft hat große Bedeutung: Die landwirtschaftliche Produktion, vor allem im Central Valley Kaliforniens, übertrifft die aller anderen US-Bundesstaaten. Der damit verbundene extreme Verbrauch der knappen Wasserreserven sowie die starke Luftverschmutzung stellen große Herausforderungen dar, und Lösungsvorschläge werden kontrovers diskutiert.<sup>238</sup>

<sup>234</sup> Vgl. State of California – Department of Finance (2017): [Gross State Product](#), abgerufen am 11.07.2017

<sup>235</sup> Vgl. US Department of Commerce – Bureau of Economic Analysis (2016): [Per Capita Real GDP](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>236</sup> Vgl. US Department of Labor – Bureau of Labor Statistics (2017): [Unemployment](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>237</sup> Vgl. GTAI & GACC (2014): [Geschäftschancen im Westen der USA](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>238</sup> Vgl. Pacific Institute (2014): [Agricultural Water Conservation and Efficiency Potenzial in California](#), abgerufen am 12.07.2017

Im Jahr 2016 exportierte Kalifornien Waren im Wert von über 164 Mrd. USD. Damit sanken die Exporte um 1,1% gegenüber dem Vorjahr.<sup>239</sup> Die drei wichtigsten Exportmärkte waren im Jahr 2016 Mexiko, Kanada und China (in absteigender Reihenfolge). Zubehör für zivile Flugzeuge war im Jahr 2015 mit einem Volumen von 7,35 Mrd. USD das wichtigste Exportgut, gefolgt von Maschinen (6,97 Mrd. USD) und bearbeiteten Diamanten (5,52 Mrd. USD). Der Bundesstaat importierte im Jahr 2016 Waren im Wert von insgesamt 410 Mrd. USD, wobei China, Mexiko und Japan zu den wichtigsten Importländern zählten. Deutschland lag 2016 auf Rang acht mit rund 11 Mrd. USD, was einen Rückgang von 11,8% im Vergleich zum Vorjahr darstellt.<sup>240</sup> Der Bundesstaat zeichnet sich durch eine gute Infrastruktur und hervorragende Transportknotenpunkte aus und dient so als Tor der USA zum pazifischen Raum.<sup>241</sup>

Folgende Tabelle liefert einen Überblick über das Wirtschaftswachstum Kaliforniens in den Jahren 2006 bis 2015. Wie zu erkennen ist, belief sich das reale BIP Kaliforniens im Jahr 2016 auf rund 2,3 Mrd. USD.

**Tabelle 14: BIP, Wirtschaftswachstum und Arbeitslosigkeit in Kalifornien, 2007-2016**

Kennziffer	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Reales BIP (in Mrd. USD)	1,99	1,99	1,91	1,94	1,96	2,01	2,06	2,14	2,24	2,30
Wirtschaftswachstum (in %)	+1,2	-0,3	-4,1	+1,3	+1,4	+2,6	+2,5	+3,7	+4,4	+2,9
Arbeitslosenquote (in %)	5,4	7,5	11,3	12,1	11,6	10,3	8,8	7,5	6,2	5,4

Quelle: Eigene Darstellung nach US Department of Labor – Bureau of Labor Statistics (2017): [Local Area Unemployment Statistics](#), abgerufen am 12.07.2017; US Department of Commerce – Bureau of Economic Analysis (2017): [Regional Data – GDP & Personal Income](#), abgerufen am 12.07.2017

## 4.2. Energiemarkt

Seit der Ölkrise im Jahr 1973 bildet das Thema Versorgungssicherheit einen der Grundpfeiler der kalifornischen Energiepolitik und der Staat fördert seitdem kontinuierlich die Ausweitung von regenerativen Energien und Energieeffizienz. Ein weiterer Grundpfeiler stellt die Reduzierung des Treibhausgasausstoßes im „Golden State“ und die weltumspannende Eindämmung des Klimawandels dar. Kalifornien hat sich bezüglich des Ausbaus erneuerbarer Energien und der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ambitionierten Zielen verschrieben und nimmt in Bezug auf die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen eine ähnliche Vorreiterrolle innerhalb der USA wie Deutschland in Europa ein. Im Folgenden soll ein Überblick zum kalifornischen Energiemarkt gegeben werden. Kalifornien besitzt diverse Vorkommen an fossilen wie erneuerbaren Energieressourcen, die sich über den „Golden State“ verteilen. Für einen ersten Überblick sollen diese im Allgemeinen kurz beschrieben werden.

### Erdöl

Die Erdölraffinerien Kaliforniens gehören zu den landesweit technisch fortschrittlichsten und verfügen über die dritthöchste Verarbeitungsleistung des Landes. Obwohl die Erdölproduktion des Bundesstaates in den letzten 25 Jahren abnahm, ist Kalifornien mit einem Anteil von 6% an der gesamten US-Erdölproduktion im Jahr 2015 noch immer einer der führenden Erdölproduzenten in den USA.<sup>242</sup> Entlang der Pazifikküste und im Central Valley befinden sich zahlreiche Erdölreservoirs, die große Mengen an

<sup>239</sup> Vgl. US Department of Commerce – Census Bureau (2017): [Foreign Trade – State Exports for California](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>240</sup> Vgl. US Department of Commerce – Census Bureau (2017): [Foreign Trade – State Imports for California](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>241</sup> Vgl. GTAI & GACC (2014): [Geschäftschancen im Westen der USA](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>242</sup> Vgl. EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 12.07.2017

Rohölreserven enthalten. Das größte ölproduzierende Gebiet ist das San Joaquin Valley in der südlichen Hälfte des Central Valley. Schätzungen zufolge befinden sich zudem zahlreiche bislang unentdeckte Reserven an Rohöl im bundesstaatlich verwalteten Outer Continental Shelf; es wird von Mengen bis zu 10 Mrd. Barrel ausgegangen.<sup>243</sup> Gemessen an der Leistung der Raffinerien stellt Kalifornien etwas mehr als 10% der gesamten US-Leistung bereit und belegt damit im Jahr 2016 Platz drei.<sup>244</sup>

## Erdgas

Auch die Produktion von Erdgas nahm in Kalifornien in den letzten zwei Jahrzehnten stetig ab. Erdgasvorkommen und Produktionsstandorte befinden sich größtenteils im Central Valley, an den Küstengebieten in Nordkalifornien sowie entlang der südkalifornischen Küste.<sup>245</sup> Die Erdgasproduktion des Bundesstaates macht nur einen sehr geringen Teil der gesamten US-Produktion aus.<sup>246</sup>

## Kohle

Kalifornien hat keinerlei Kohlevorkommen oder -produktionsstätten und stellt die Nutzung von Kohlekraftwerken allmählich ein. Der geringe Anteil an Kohle in Kalifornien stammt fast ausschließlich aus Minen in Utah und Colorado.<sup>247</sup>

## Erneuerbare Energien

Kaliforniens Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen wuchs zwischen 2002 und 2014 um 83%<sup>248</sup> und Kalifornien hat ein diverses Portfolio an erneuerbaren Energieanlagen: In den Küstengebirgen und den vulkanischen Gebieten Nordkaliforniens befinden sich zahlreiche geothermische Ressourcen und Stand 2016 hatte der Bundesstaat mit über 2.700 MW an installierter elektrischer Leistung die meiste geothermische Leistung aller US-Bundesstaaten in Betrieb. Die Anlage „The Geysers“ nördlich von San Francisco ist die größte Geothermieanlage der Welt mit mehr als 700 MW an installierter elektrischer Leistung.<sup>249</sup> Windressourcen findet man entlang der östlichen und südlichen Gebirgsketten. Obwohl großes Potenzial für Windenergie besteht, sind fast drei Viertel der Fläche in Kalifornien von der Entwicklung dieser erneuerbaren Ressource aufgrund der vielen Naturschutzgebiete, State- und Nationalparks sowie städtischen Gebiete ausgenommen. Nichtsdestotrotz produzierte Kalifornien 2016 mit fast 6.000 MW installierter Leistung mehr als 6% der gesamten US-Windproduktion und belegte damit Platz vier hinter Texas, Iowa und Oklahoma.<sup>250</sup> Kalifornien ist zudem führend in der Erzeugung von Strom aus Bio- und Solarenergie. Das beste Solarenergiepotenzial im Golden State ist in den Wüsten Kaliforniens im Südosten zu finden. Zwei der weltweit größten Solarkraftwerke (Concentrated Solar Plants, CSP) befinden sich im Bundesstaat und erzeugen seit 2014 (Ivanpah Solar Thermal Power System: 392 MW)<sup>251</sup> und 2015 (Topaz Solar Farms: 550 MW)<sup>252</sup> Strom.

Die folgende Abbildung liefert einen Überblick über Kaliforniens Energievorkommen.

---

<sup>243</sup> Vgl. Bureau of Ocean Energy Management (2016): [National Assessment Fact Sheet](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>244</sup> Vgl. EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>245</sup> Vgl. California Energy Commission (2015): [California Natural Gas Data and Statistics](#), abgerufen am 12.07.2017

<sup>246</sup> Vgl. EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>247</sup> Vgl. EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>248</sup> Vgl. Next 10 (2016): [California Green Innovation Index](#), abgerufen am 13.07.2017

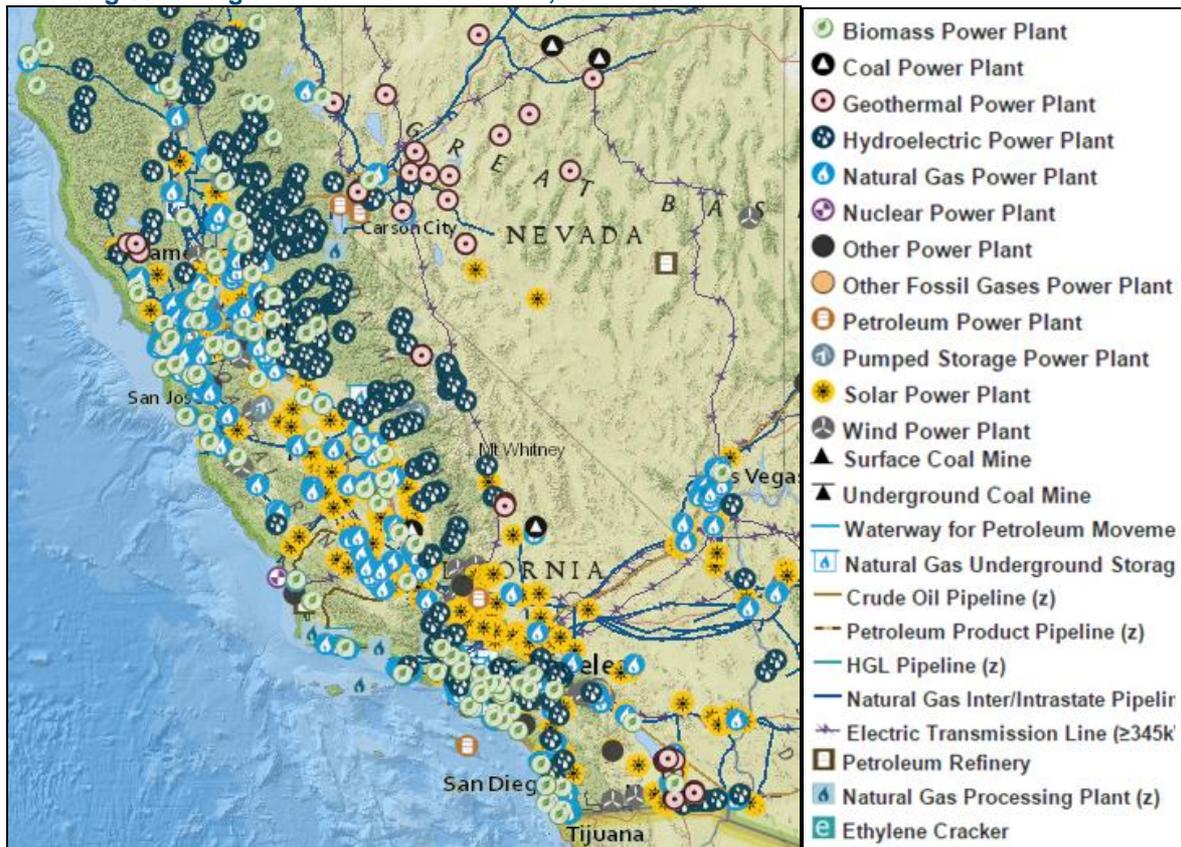
<sup>249</sup> Vgl. EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>250</sup> Vgl. EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>251</sup> Vgl. Bright Source Energy (2014): [Ivanpah](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>252</sup> Vgl. BHE Renewables (2017): [Topaz Solar Farms](#), abgerufen am 13.07.2017

Abbildung 39: Energievorkommen Kalifornien, 2017



Quelle: Vgl. EIA (2017): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

## Energiebedarf und Emissionen

Der Zusammenhang zwischen Energiebedarf und Stromerzeugung nimmt in der aktuellen Entwicklung des Strommarkts eine Schlüsselrolle ein. Verursacht die Stromerzeugung zwar nur einen Teil der Emissionen, ist dieser Bereich dennoch einer der größten Emissionstreiber im Vergleich zu anderen Quellen. Hoher Stromverbrauch und dadurch ein erheblicher Beitrag zum Emissionsaufkommen werden deshalb seit mehreren Jahren intensiv durch die Politik gesteuert. Im Folgenden wird dieser Zusammenhang deutlich, der auch für den Energiespeichermarkt die Ausgangslage manifestiert.

Im Jahr 2015 lag Kalifornien mit 7.684 Mrd. BTU beim absoluten Energieverbrauch hinter Texas auf dem zweiten Platz im US-weiten Vergleich. Beim Energieverbrauch pro Kopf hatte Kalifornien im Jahr 2014 mit 196 Mio. BTU allerdings in diesem Zeitraum den drittniedrigsten Verbrauch aller Bundesstaaten.<sup>253</sup> Der größte Teil des Energieverbrauchs entfiel im Jahr 2015 mit 39,3% auf den Transportsektor. Der Rest entfiel mit 23,9% auf die Industrie, den Handel (19,1%) und die privaten Haushalte (17,7%).<sup>254</sup>

Binahe der gesamte Energiebedarf im Verkehrsbereich wurde im Jahr 2014 durch Mineralöl gedeckt.<sup>255</sup> Somit war der Transportsektor auch der größte Emittent von Treibhausgasen in Kalifornien (36,9%), gefolgt von der Industrie (23,6%) und der Stromerzeugung (20%), wie folgende Abbildung zeigt.<sup>256</sup>

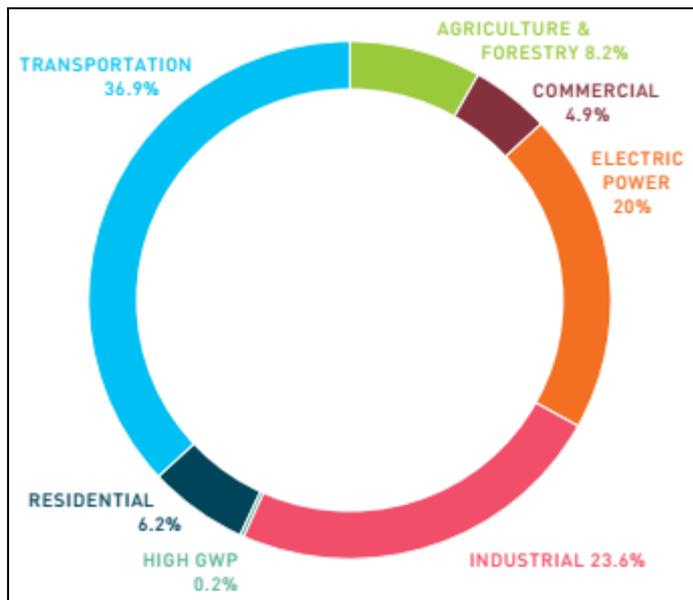
<sup>253</sup> Vgl. EIA(2017): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>254</sup> Vgl. EIA(2017): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>255</sup> Vgl. EIA(2016): [State CO2 Emissions](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>256</sup> Vgl. Next 10 (2016): [California Green Innovation Index](#), abgerufen am 13.07.2017

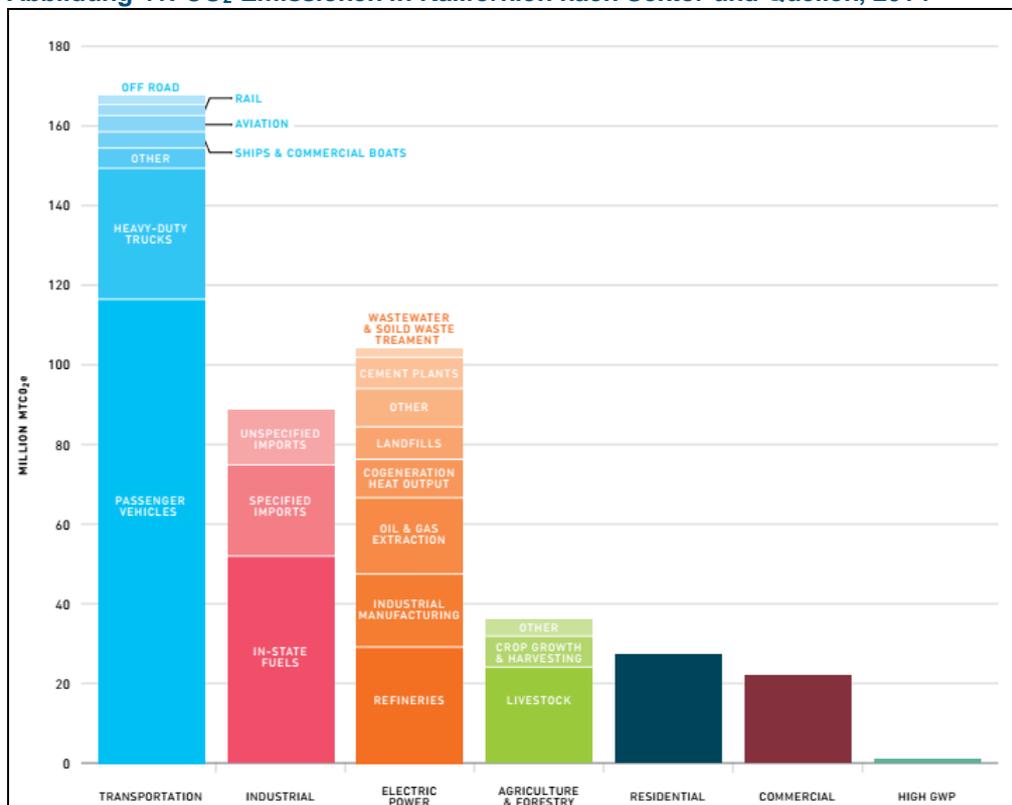
Abbildung 40: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Kalifornien nach Sektor, 2014



Quelle: Vgl. Next 10 (2016): [California Green Innovation Index](#), abgerufen am 13.07.2017

Mehr als zwei Drittel der Emissionen des Transportsektors stammten von Personenfahrzeugen, gefolgt von Lastkraftwagen (Lkw). In der Industrie war vor allem die Erdölraffination für den Treibhausgasausstoß verantwortlich, gefolgt von der Förderung von Erdöl und Erdgas.<sup>257</sup> Folgende Abbildung liefert einen detaillierten Überblick über die einzelnen Quellen.

Abbildung 41: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Kalifornien nach Sektor und Quellen, 2014



Quelle: Vgl. Next 10 (2016): [California Green Innovation Index](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>257</sup> Vgl. Next 10 (2016): [California Green Innovation Index](#), abgerufen am 13.07.2017

Laut dem California Green Innovation Index der Non-Profit-Organisation Next 10 ist die Wirtschaft des Bundesstaates eine der energieeffizientesten und kohlenstoffärmsten der Welt: Im Zeitraum von 1990 bis 2014 reduzierten sich die Pro-Kopf-Emissionen um 21,3%.<sup>258</sup>

Mit dem California Global Warming Solutions Act der Assembly Bill (AB) 32 aus dem Jahr 2006 strebt Kalifornien an, Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 auf das Niveau von 1990 zu reduzieren. Mit Hinblick auf den kalifornischen Strommarkt wurde 2009 durch das California Air Resources Board (CARB) der Climate Change Scoping Plan aufgesetzt. Der Plan dient dazu, die Strategie zum Erreichen der Zielvorgaben zu formulieren und den Entwicklungsstand laufend zu hinterfragen. Folgende Abbildung aus dem Update des Scoping Plans von 2014 zeigt den Zeitrahmen zur Umsetzung der gesetzten Ziele.

**Abbildung 42: Vorgegebener Zeitrahmen zur Umsetzung des AB 32**



Quelle: Vgl. California Environmental Protection Agency – Air Resources Board (2014): [Assembly Bill 32 Overview](#), abgerufen am 17.07.2017

Weitere rechtliche Rahmenbedingungen und Bestimmungen zur Luftqualität in Kalifornien verhindern seit 2012 den Neubau von Kraftwerken, die sich fossiler Brennstoffe zur Stromerzeugung bedienen.<sup>259</sup> Nach einem weiteren Update des Scoping Plans in 2016 steht mit dem verabschiedeten SB 32 nun das Reduktionsziel bei 40% unterhalb des 1990er-Treibhausgasniveaus bis 2030.<sup>260</sup>

Um die ambitionierten Klima- und Emissionsziele zu erreichen, bedient sich der Staat Kalifornien bisher verschiedenen Instrumenten, die bei den unterschiedlichen Emissionsverursachern ansetzen. Bisher wurden die sinkenden Emissionslevel vor allem durch Energieeffizienzvorhaben in Gebäuden sowie dem Ausbau erneuerbarer Energie und einer emissionsarmen Flotte an Transportmitteln erzielt.

Im Jahr 2006 wurde mit AB 2021 festgelegt, dass der Stromverbrauch des Staates über einen Zeitraum von zehn Jahren um 10% gesenkt werden soll.<sup>261</sup> Die California Energy Commission (CEC) ist in Zusammenarbeit mit der California Public Utilities Commission (CPUC) verantwortlich für die Festlegung der Energieeffizienzziele der einzelnen Jahre und entwickelte dafür einen strategischen Plan, der bis 2020 die zentralen Handlungsfelder zum Erreichen der Zielvorgaben skizziert.<sup>262</sup>

Laut einem gemeinsamen Statusbericht aus dem Jahr 2016 der California Municipal Utilities Association (CMUA), der Northern California Power Agency (NCPA) und der Southern California Public Power Authority (SCPPA) haben die öffentlichen Versorgungsunternehmen im Zeitraum von 2006 bis 2016 rund

<sup>258</sup> Vgl. Next 10 (2016): [California Green Innovation Index](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>259</sup> Vgl. California Environmental Protection Agency (2014): [Air Resources Board](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>260</sup> Vgl. California Environmental Protection Agency (2017): [Scoping Plan](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>261</sup> Vgl. California Energy Commission (2006): [Assembly Bill 2021](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>262</sup> Vgl. CPUC & CEA (2011): [Energy Efficiency Strategic Plan](#), abgerufen am 17.07.2017

1,37 Mrd. USD in Energieeffizienzprogramme investiert. Zudem konnten Nachfragespitzen um mehr als 767 MW (Stand: 2014) reduziert und über 5,6 Mio. MWh eingespart werden.<sup>263</sup>

Ein weiterer wichtiger Baustein, der vor allem auch Relevanz für die Zukunft besitzt, ist die verstärkte Regulierung von Sektoren mit hohen Ausstoßwerten. In diesem Zusammenhang hat Kalifornien die strengsten Auflagen gegen Treibhausgasausstoß in der Landwirtschaft sowie durch Klimaanlage und Abfall-/Abwasseranlagen. Da jedoch die Geschwindigkeit der wirtschaftlichen Entwicklung und infrastrukturelle Herausforderungen die Wirkung der Maßnahmen senken können, wendet die Regierung ein weiteres klima- und energiepolitisches Instrument an. Dieses sogenannte Cap-and-Trade-Programm (Emissionshandelssystem), das in Kalifornien eine Schlüsselrolle für die weitere Entwicklung einnehmen kann, wurde im Jahr 2013 implementiert und wurde erst kürzlich durch eine parteiübergreifende Unterstützung erweitert.<sup>264</sup> Nähere Hintergründe und Informationen finden sich im nachfolgenden Kasten.

#### **Exkurs: Cap-and-Trade-System in Kalifornien**

Das in 2012 unter Governor Schwarzenegger eingeführte Cap-and-Trade-System ist ein Emissionshandelsprogramm, das im Vergleich zur starren Regulierung wie einer Steuer eine ökonomischere Lösung (Marktmechanismus: Einpreisen und Handel von Zertifikaten) darstellt, den Emissionsausstoß nach den Zielen der CARB zu reduzieren.<sup>1</sup> Im Fokus stehen dabei Betriebe mit einem jährlichen Ausstoßvolumen ab 25.000 metrischen Tonnen CO<sub>2</sub>. In einem ersten Schritt werden dazu zwei Arten von Zertifikaten (staatlich- und energievorsorgerkontrolliert) erstellt, die den Unternehmen die Emission einer festgelegten Menge an CO<sub>2</sub> erlauben. Ein Teil dieser Zertifikate wird an die Unternehmen kostenfrei ausgeben. Der Rest wird zu einem quartalsweisen Auktionsverfahren freigegeben, welches den regulierten Unternehmen die Möglichkeit gibt, weitere Emissionsrechte zu erwerben. Unternehmen können erstandene Zertifikate, die nicht benötigt werden, an andere Unternehmen weiterverkaufen. Der Preis ergibt sich entsprechend der Nachfrage und ist nach unten hin durch einen Mindestpreis abgesichert. Um die Emissionsgrenze nach den Zielen des CARB abzusenken, wird dazu schrittweise das Aufkommen der handelbaren Zertifikate verringert, was zusätzliche Anreize für Unternehmen schafft, Emissionen zu reduzieren. Zusätzlich wird das Cap-and-Trade-Programm kontinuierlich auf neue Industrien ausgeweitet.<sup>2</sup>

Blickt man auf die aktuelle Bilanz sowie die langfristige Wirkung des Programms zeigt sich ein insgesamt positives Bild. Gerade im Vergleich zum europäischen Versuch war es in Kalifornien gelungen, in den letzten Jahren ein stabiles und funktionierendes Emissionsreduktionsprogramm zu entwickeln und zu implementieren. Einnahmen in Milliardenhöhe werden überwiegend in umweltfreundliche und soziale Projekte reinvestiert. So soll die geplante Schnellzugstrecke von San Francisco nach Los Angeles aus den Einnahmen finanziert werden. Wie sich das Programm zukünftig auswirken wird, ist noch unklar. Im Juli 2017 wurde ein neues Gesetz verabschiedet, welches das Cap-and-Trade-System bis 2030 verlängert und verschärft. Dem gegenüber stehen allerdings Herausforderungen auf politischer Seite, die die prognostizierte Wirkung des Programms negativ beeinflussen und aufweichen könnten. Um den nötigen Rückhalt für das Programm zu gewinnen, mussten mit der politischen Opposition, die um den Standortvorteil Kaliforniens fürchtete, Kompromisse geschlossen werden. Steuervorteile für Unternehmen trotz hoher Emissionen, Preisobergrenzen für Zertifikate und Priorisierung von Wirtschaftswachstum waren die Folge.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vgl. The New York Times (2017): [Just How Far Can California Possibly Go on Climate?](#), abgerufen am 08.08.2017

<sup>2</sup> Vgl. The Wall Street Journal (2014): [How Cap-and-Trade Is Working in California](#), abgerufen am 09.08.2017

<sup>3</sup> Vgl. The New York Times (2017): [Just How Far Can California Possibly Go on Climate?](#), abgerufen am 08.08.2017

Im Januar 2015 verkündete der für eine vierte Amtszeit vereidigte kalifornische Gouverneur Jerry Brown in seiner Antrittsrede das ambitionierte Ziel, bis zum Jahr 2030 den Strombedarf Kaliforniens zu 50% aus erneuerbaren Energien zu decken. Zudem soll der Kraftstoffverbrauch bei Personenfahrzeugen und Lkws

<sup>263</sup> Vgl. California Municipal Utilities Association, Northern California Power Agency & Southern California Public Power Authority (2017): [Energy Efficiency in California's Public Power Sector: 11<sup>th</sup> edition - 2017](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>264</sup> Vgl. The New York Times (2017): [Just How Far Can California Possibly Go on Climate?](#), abgerufen am 08.08.2017

gegenüber dem Basisjahr 2015 um die Hälfte gesenkt und die Energieeffizienz in Gebäuden verdoppelt werden.<sup>265</sup> Im Rahmen des Senate Bills (SB) 350 wurde die Erhöhung des RPS auf 50% als Gesetzesentwurf in den kalifornischen Senat eingebracht.<sup>266</sup> Am 7. Oktober 2015 unterzeichnete der kalifornische Gouverneur diesen Gesetzesentwurf und erhöhte den RPS somit verbindlich auf 50% bis 2030.<sup>267</sup> Seit Mai 2017 ist mit dem SB 100 sogar ein Gesetzesentwurf in die Legislative eingebracht worden, der das RPS-Ziel für 2045 auf 100% heben könnte. Ob dieser ambitionierte Entwurf jedoch durchsetzbar ist, bleibt abzuwarten.<sup>268</sup>

Kaliforniens Energiesystem steht durch Veränderungen von Angebot und Nachfrage sowie der Branchenstruktur seit mehreren Jahren vor großen Herausforderungen. So steigen die Stromnachfrage und Spitzenlast weiterhin, während gleichzeitig in der Stromerzeugung die konventionelle Leistung zugunsten von erneuerbaren Energien zurückgeht. Hinzu kommen neue Stromabnehmer wie die Elektrofahrzeuge, die eine Versorgungsinfrastruktur benötigen. Außerdem sind Endkunden im Rahmen des Net-Meterings von reinen Abnehmern auch zu Einspeisern des selbst erzeugten Stroms geworden.<sup>269</sup> Der unabhängige Netzbetreiber California Independent System Operator (CAISO) sprach vor diesem Hintergrund bereits im Jahr 2013 von einer historischen Transformation des Stromnetzes. Im Building a Sustainable Energy Future 2014-2016 Strategic Plan<sup>270</sup> definierte CAISO drei strategische Ausrichtungen: Übergang zu erneuerbaren Energien, verlässliches Netzmanagement während der Umgestaltung der Strombranche sowie Ausbau der regionalen Zusammenarbeit.<sup>271</sup> Diese drei Ziele werden durch die Förderung innovativer Technologie flankiert, um langfristig den infrastrukturellen und wirtschaftlichen Herausforderungen im Stromnetz zu begegnen.<sup>272</sup>

## Stromproduktion

Die Stromeigenproduktion in Kalifornien wies 2016 eine Höhe von 198.227 GWh auf. Wie in der untenstehenden Grafik verdeutlicht wird, betrug dabei der Anteil an Erdgas an der Nettostromerzeugung etwa 50%, gefolgt von konventioneller Wasserkraft mit rund 12%. Erneuerbare Energien machten knapp 28% aus. 2016 machten Solarenergie (10%) und Windenergie (7%) über die Hälfte der innerstaatlichen Stromproduktion der erneuerbaren Energien aus. Neben der wichtigen Stellung von Solar und Wind innerhalb der erneuerbaren Energien bestätigte sich auch deren Relevanz für den Gesamtenergiemarkt. Solarenergie mit einem Wachstum von 31,5% sowie Windkraft mit einem Wachstum von 10,8% kompensierten den Rückgang des marktbeherrschenden Hydro-Erdgas-Mix von 2,8% im Vergleich zu 2015.<sup>273</sup> Abbildung 44 visualisiert die Entwicklung der erneuerbaren Energien in den letzten Jahren. Die Solar- und Windindustrie profitiert hierbei vor allem von den ambitionierten Zielen des RPS und der preislichen Wettbewerbsfähigkeit mit konventionellen Energien.

---

<sup>265</sup> Vgl. Power Magazine (2015): [California Governor Wants to Raise State's 2030 RPS Target to 50%](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>266</sup> Vgl. California Climate Leadership (2015): [Powering the new Economy](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>267</sup> Vgl. San Francisco Business Times (2015): [Gov. Jerry Brown signs wide-reaching climate change bill into law](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>268</sup> Vgl. Senate District 24 (2017): [100% Renewable Energy Measure](#), abgerufen am 17.07.2017

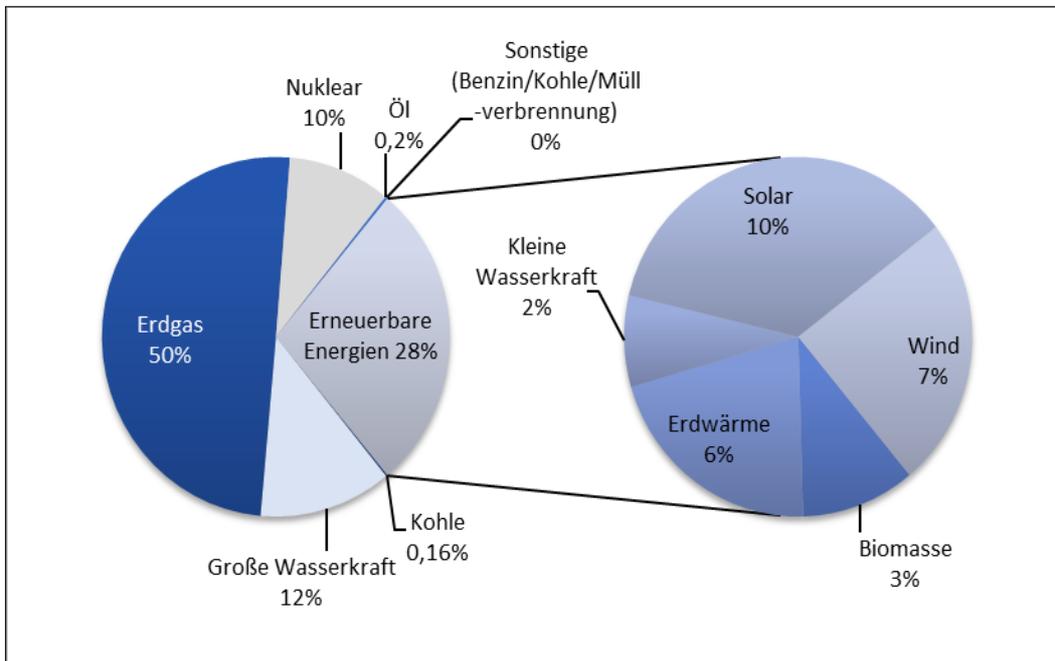
<sup>269</sup> Vgl. GTAI & GACC (2013): [Geschäftschancen im Westen der USA](#), abgerufen am 14.07.2017

<sup>270</sup> Vgl. California Independent System Operator (2013): [Building a Sustainable Energy Future 2015-2016 Strategic Plan](#), abgerufen am 14.07.2017

<sup>271</sup> Vgl. GTAI & GACC (2013): [Geschäftschancen im Westen der USA](#), abgerufen am 14.07.2017

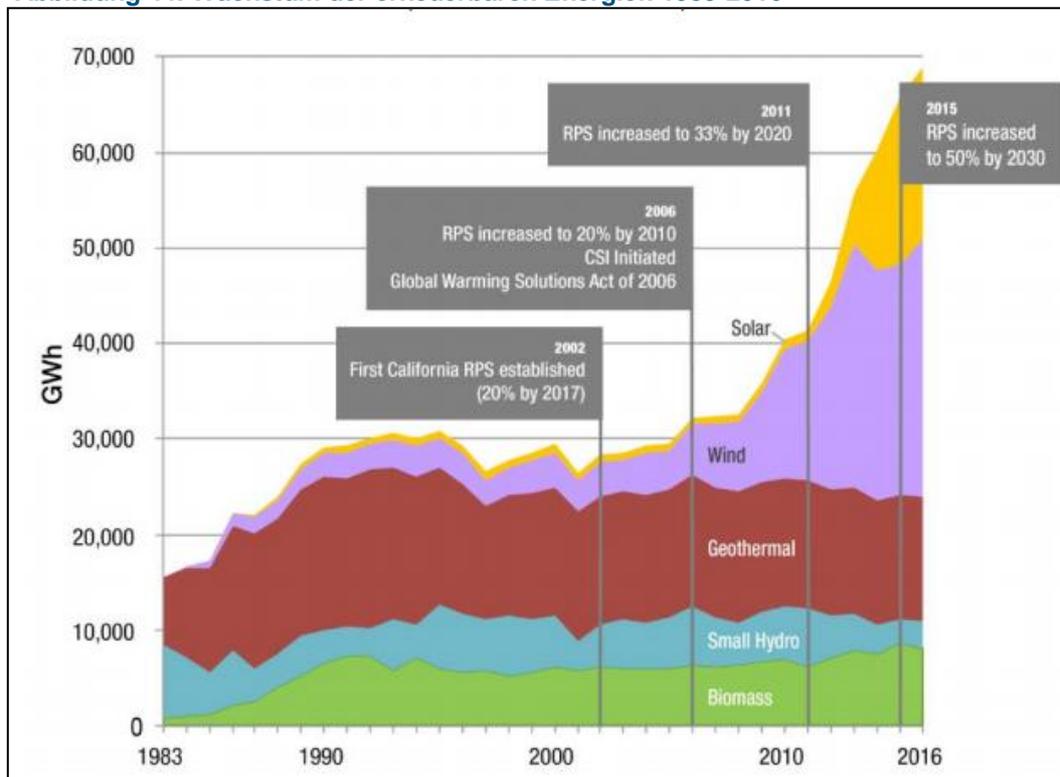
<sup>272</sup> Vgl. California Independent System operator (2016): [Powering the Grid – Advancing Smart Technology](#), abgerufen am 14.07.2017

Abbildung 43: Quellen der innerstaatlichen Energieproduktion 2016



Quelle: Vgl. CEC (2017): [Total System Electric Generation](#), abgerufen am 17.07.2017

Abbildung 44: Wachstum der erneuerbaren Energien 1983-2016



Quelle: Vgl. California Energy Commission (2016): [Tracking Progress](#), abgerufen am 17.07.2017

## Zentrale Marktakteure

Der kalifornische Energiemarkt ist geprägt durch eine Vielzahl unterschiedlicher Regulierungsbehörden und Marktakteure, die im Weiteren dargestellt werden.

**Tabelle 15: Übersicht der zentralen Marktakteure**

Name der Organisation	Beschreibung
<b>Behörden</b>	
California Public Utilities Commission (CPUC)	Die CPUC ist für die Regulierung der Sektoren Energie, Wasser, Informationen, Konsumentenrechte und -sicherheit zuständig. Die CPUC ist Regulierungsbehörde für alle Versorgungsunternehmen mit Ausnahme der im kommunalen Besitz befindlichen Versorger und unterliegt der Kontrolle der kalifornischen Gerichte. Ihre Aufgabengebiete im Energiesektor umschließen die Stromkosten, -erzeugung und -infrastruktur, die Versorgungssicherheit, Management der dezentralen Ressourcen, Energieeffizienz sowie die Festlegung der Netzentgelte und der Stromtarife. Eine Kernaufgabe der CPUC ist die Regulierung der Erträge der Versorger (ausgenommen sind kommunale Versorger) und die Aufteilung der Kosten auf die Verbraucher (Tarifizierung). Die regulierten Unternehmen sind verpflichtet, entsprechende zeitvariable Tarife wie Time-of-Use (TOU), Einspeise- bzw. Eigenversorgungstarife wie Net-Metering anzubieten. <sup>274</sup>
Energy Resources Conservation and Development Commission / California Energy Commission (CEC)	Die CEC ist Kaliforniens führende Organisation für Energiepolitik und -planung. Die CEC hat sich sieben Kernaufgaben verschrieben, um einer Zukunft mit „sauberer“ Energie näher zu kommen: das Vorantreiben der bundesstaatlichen Energiepolitik durch Standards und Förderprogramme, die Verbesserung von Energieeffizienz, die Zertifizierung von Wärmekraftwerken, Investitionen in Energieinnovation, die Entwicklung erneuerbarer Energien, die Umgestaltung des Transportsektors und die Vorbereitung auf Energienotfälle. <sup>275</sup>
California Air Resource Board (CARB)	Das CARB ist Teil der California Environmental Protection Agency (CalEPA) und stellt die Emissionsschutzbehörde Kaliforniens dar. Die Expertenkommission des CARBs erarbeitet Gesetzesvorschläge zur Luftreinhaltung und koordiniert Programme zu diesem Thema. <sup>276</sup>
<b>Netzbetreiber</b>	
California Independent System Operator Corporation (CAISO)	CAISO steuert die sichere und zuverlässige Stromübertragung mittels Hochstrom- und Fernleitungen, welche über 80% des kalifornischen Stromnetzes ausmachen. CAISO liefert mittels seiner Verteilungsnetze Strom in Höhe von 260 TWh/Jahr bei einer Spitzenlast von 50 GW an lokale Energieversorger, die diesen weiter an ihre ca. 30 Mio. Endkunden vertreiben. Als unabhängiger Netzbetreiber hat CAISO kein finanzielles Interesse an einem bestimmten Marktsegment. Abbildung 46 zeigt die geographische Reichweite des CAISO-Netzes. <sup>277</sup>
<b>Private Energieversorger (Investor Owned Utilities, IOU)</b>	
PG&E SDG&E	Die IOUs PG&E, SDG&E und SCE decken zusammen etwa 75% der Stromversorgung Kaliforniens ab. SoCalGas, eine Tochtergesellschaft

<sup>274</sup> Vgl. California Public Utilities Commission (2017): [California Public Utilities Commission](#), abgerufen am 24.07.2017

<sup>275</sup> Vgl. California Energy Commission (2015): [The California Energy Commission](#), abgerufen am 24.07.2017

<sup>276</sup> Vgl. California Environmental Protection Agency (2015): [Introduction to the Air Resource Board](#), abgerufen am 24.07.2017

<sup>277</sup> Vgl. California Independent System Operator (2017): [https://www.caiso.com/Documents/CompanyInformation\\_Facts.pdf](https://www.caiso.com/Documents/CompanyInformation_Facts.pdf), abgerufen am 18.07.2017

SCE SoCalGas	des Unternehmens Sempra Energy, ist ein weiteres privates Versorgungsunternehmen und beliefert den kalifornischen Energiemarkt mit Erdgas. Private Versorgungsunternehmen unterliegen der Aufsicht der CPUC sowie den Vorschriften weiterer staatlicher Einrichtungen. PGE zählte im Jahr 2012 über 5,2 Mio. Kunden, gefolgt von SCE mit rund 4,9 Mio. Kunden und SDG&E mit etwa 1,4 Mio. Kunden. <sup>278</sup>
<b>Öffentliche Energieversorger (Public Owned Utilities, POU)</b>	
Los Angeles Department of Water and Power (LADWP)  Sacramento Municipal Utility District (SMUD)	Der Einzugsbereich POU's ist unterteilt in kommunale Bezirke, Stadtbezirke, Bewässerungsverbände oder ländliche Kooperativen. Die mehr als 40 öffentlichen Versorgungsbetriebe sind verantwortlich für 25% der kalifornischen Stromversorgung. Die größten öffentlichen Energieversorger sind das Los Angeles Department of Water and Power (LADWP) und Sacramento Municipal Utility District (SMUD), die 2012 weitere 10% des Stroms lieferten. Öffentliche Versorgungsunternehmen unterliegen lokalen Vorschriften und Kontrollen durch gewählte Volksvertreter. <sup>279</sup> Abbildung 45 zeigt die Marktanteile der größten Energieversorger in Kalifornien nach Absatz aus dem Jahr 2010.
<b>Neue Marktakteure</b>	
Eigenerzeugung (v.a. Solar), Energy Service Provider (ESP), Community Choice Aggregator (CCA), Demand Response Aggregator (DRA)	Neben den regulierten Versorgungsunternehmen, die innerhalb ihrer Servicegebiete die Verbraucher mit Strom versorgen, haben die Kunden die Möglichkeit, Strom von einer Handvoll nicht regulierter Wettbewerber (sogenannter ESPs) zu beziehen. Darüber hinaus bilden sich zudem immer mehr kommunale CCAs, die die Stromnachfrage in ihrem Einzugsgebiet bündeln und bedienen. Zusammen mit der Eigenerzeugung machen sie 2017 25% der gelieferten Strommenge in Kalifornien aus. Weiterhin sind Aggregatoren für Demand Response (DR) aktiv, die als Beratungsunternehmen ihre industriellen Kunden dabei unterstützen, den Stromverbrauch und die Stromkosten zu senken. <sup>280</sup>

Quelle: Eigene Darstellung

**Abbildung 45: Marktanteile der größten Versorger**

Utility	Type	Share of CA sales (2010)
Pacific Gas and Electric, PG&E	IOU	30.7%
Southern California Edison, SCE	IOU	29.9%
Los Angeles Dept of Water and Power, LADWP	POU	8.3%
San Diego Gas and Electric, SDG&E	IOU	7.1%
Sacramento Municipal Utility District, SMUD	POU	3.7%
CA Dept of Water Resources, DWR	Public LSE	2.8%
Burbank, Glendale, and Pasadena Municipal Utilities	POU	1.2%
Imperial Irrigation District, IID	POU	1.2%
Silicon Valley Power, SVP	POU	1.1%

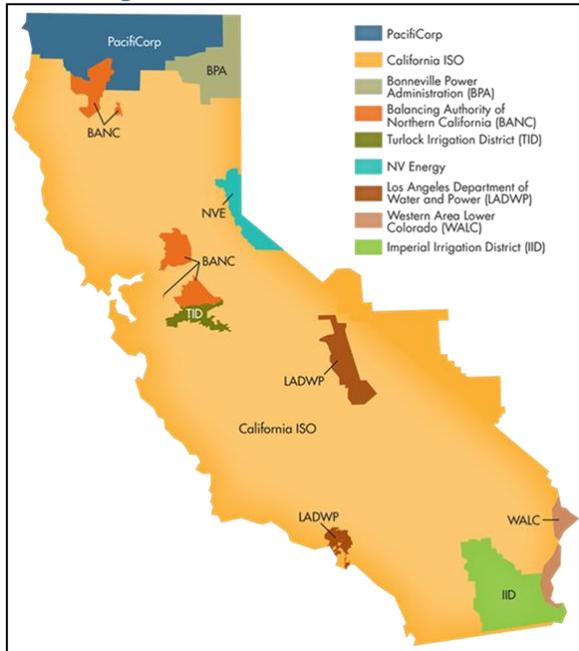
Quelle: Vgl. Stanford University (2013): [Renewable and Distributed Power in California](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>278</sup> Vgl. EIA (2013): [Electric Sales, Revenue, and Average Price](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>279</sup> Vgl. EIA (2013): [Electric Sales, Revenue, and Average Price](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>280</sup> Vgl. California Public Utilities Commission (2017): [Consumer and Retail Choice, the Role of the Utility, and an Evolving Regulatory Framework](#), abgerufen am 18.07.2017

**Abbildung 46: Stromnetz von CAISO**

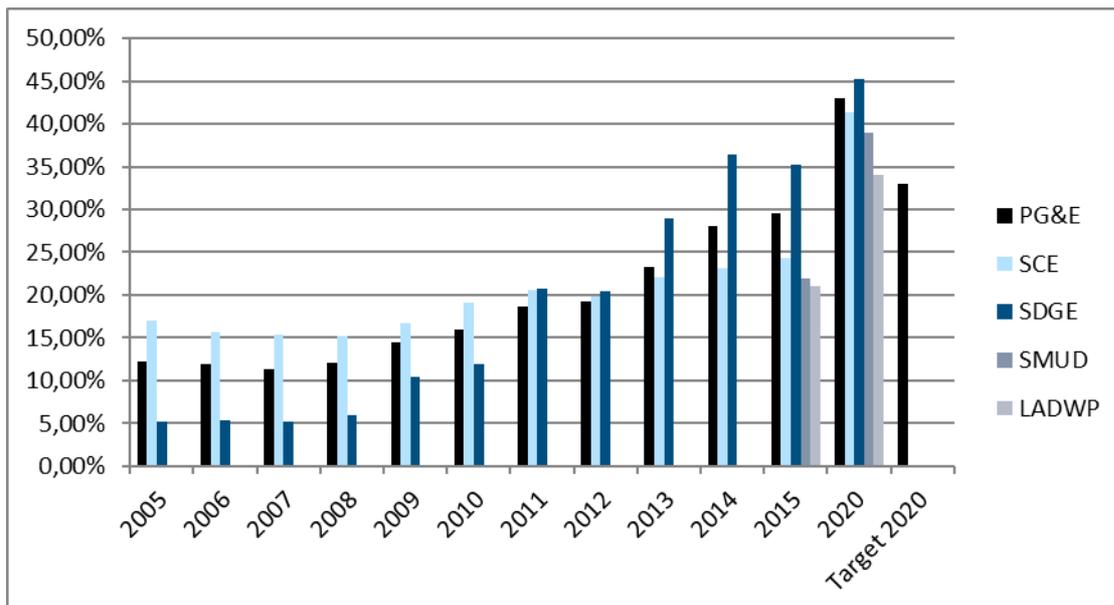


Quelle: Vgl. California ISO (2017): [The ISO grid](#), abgerufen am 18.07.2017

Wie schnell der Übergang zu erneuerbaren Energien fortschreitet und von den Marktakteuren mitgetragen wird, kann vor allem an der Entwicklung der Energieversorger beobachtet werden. Bereits im Zeitraum von 2011 bis 2013 haben die drei größten IOUs einen Anteil von 22,7% an erneuerbaren Energien und die 43 POUs einen Anteil von 20,7% erreicht. Somit wurde das für 2013 geforderte RPS-Ziel von 20% sogar übertroffen.<sup>281</sup>

Abbildung 47 verdeutlicht noch einmal, dass die politischen Programme bei den fünf größten Versorgern zu einer nachhaltigen Umsetzung des RPS geführt haben.

**Abbildung 47: Entwicklung des RPS bei den drei größten IOUs (2005-2015, Prognose 2020)**



Quelle: Vgl. California Public Utilities Commission (2016): [Biennial RPS Program Update](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>281</sup> Vgl. California Energy Commission (2016): [Tracking Progress – Renewable Energy](#), abgerufen am 17.07.2017

## Struktur und Mechanismen des Strommarkts

Die ökonomischen und technologischen Herausforderungen im Energiemarkt, die im Anschluss erläutert werden, gehen eng mit technologischen und infrastrukturellen Hürden einher. Um dies zu verstehen, lohnt sich ein Blick auf die Grundstruktur des kalifornischen Marktes sowie die Mechanismen des Stromnetzes, das, wie bereits erwähnt, zu weiten Teilen von CAISO betrieben wird.

Der kalifornische Energiemarkt weist eine komplexe Mischung aus Regulierung und Deregulierung auf. Dabei ist der Großhandelsmarkt weitestgehend dereguliert und folgt einer freien Preisbildung aus Angebot und Nachfrage. Während ein Energieversorger in einem regulierten Markt die gesamte Wertschöpfungskette abdeckt, so verteilen sich die Verantwortlichkeiten im kalifornischen Markt auf mehrere Akteure. Die Versorger agieren dort allein am Schnittpunkt zum Endkunden. Dort sind dann die Energieversorger für die Distribution der Energie, die Wartung der Infrastruktur sowie für die Endabrechnung des Kunden zuständig.<sup>282</sup> Von dieser Reinform der Deregulierung weicht die kalifornische Struktur etwas ab. Neben reinem Fremdbezug ergänzen die Versorger ihr Energieangebot auch durch Eigenproduktion. Anders stellt sich die Lage im Stromeinzelhandelsmarkt (Electricity Retail Market) dar. Die Preise werden dort in regelmäßigen Abständen angepasst und die Versorger stark reguliert. Die Preise sollen vor allem die entstandenen Kosten durch Energieerzeugung bzw. -beschaffung, Erhalt der Netzinfrastruktur und Umweltpolitik widerspiegeln und an den Endverbraucher weitergeben.<sup>283</sup> Dadurch wurde in diesem Marktsegment, in dem Endkunden mit den Versorgern interagieren, eine oligopolartige Struktur aufrechterhalten. In Kalifornien dominieren hier die IOUs den Absatz. Aktuell findet eine zunehmende Deregulierung in diesem Bereich statt, was die gesamte Wettbewerbssituation verändert und Kunden neue Möglichkeiten zur Nachfragedeckung eröffnet. Den großen privaten Energieversorgern stand bis vor einiger Zeit noch das Recht der Letztversorgung zu; nun wird der Markt immer mehr für innovative, nicht-regulierte Anbieter geöffnet.<sup>284</sup> Neuste Prognosen bewerten die drei zentralen Alternativlösungen (Eigenerzeugung überwiegend PV, CCA, ESP), die aktuell 25% der Energieversorgung abdecken, mit sehr positiven Wachstumsaussichten. So könnten diese bis 2020 einen Marktanteil von 85% generieren. Dies würde die gesamte Distributionslandschaft in Kalifornien revolutionieren.<sup>285</sup>

---

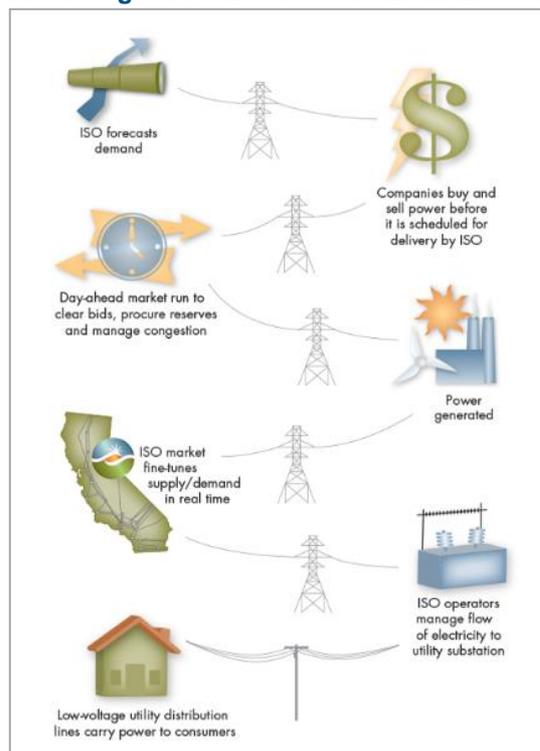
<sup>282</sup> Vgl. Energysmart (2014): [Regulated and Deregulated Energy Markets](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>283</sup> Vgl. UC Davis (2013): [The Future of Electricity Prices in California](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>284</sup> Vgl. California Public Utilities Commission (2017): [Consumer and Retail Choice, the Role of the Utility, and an Evolving Regulatory Framework](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>285</sup> Vgl. GTM (2017): [As California Mulls Retail Electricity Choice, Utilities Are Losing Customers in Droves](#), abgerufen am 20.07.2017

Abbildung 48: Prozesskette im Elektrizitätsmarkt



Quelle: Vgl. California Independent System Operator (2016): How Power Flows in California, abgerufen am 17.07.2017

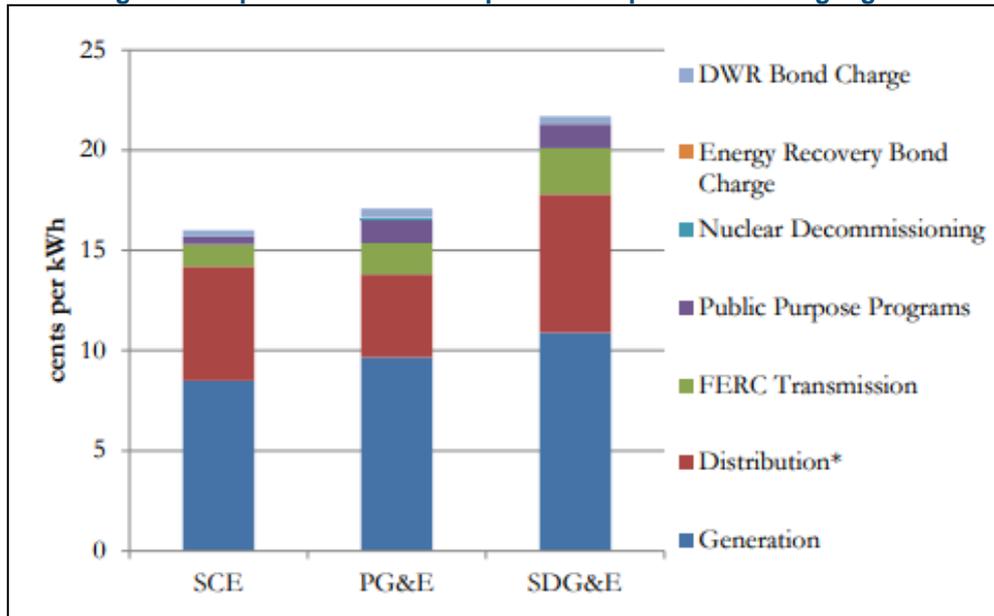
Der physische Großhandelsmarkt in Kalifornien setzt sich aus einem Day-Ahead-Markt, einem Real-Time Pre-Dispatch (15 Minuten-Produkt) und einem Real-Time Dispatch (5 Minuten-Produkt) zusammen. In Erstgenanntem geben die Versorgungsunternehmen ihre nachgefragten Mengen ab und Stromerzeuger ihre Angebotsmengen. Der Austauschprozess läuft dabei auf einer von CAISO bereitgestellten Plattform ab, die den automatischen Abgleich von Angebot und Nachfrage sicherstellt. Am Ende führt dies zu einem effizienten und fairen marktberichtigenden Preis und den festgelegten realen Strommengen. Die Auktion beginnt sieben Tage vor dem Handelstag und schließt um 13:00 Uhr des Handelstags. 98% der benötigten Energiemenge ist dann schon gehandelt worden. In den beiden Real-Time-Märkten können am selben Tag Überschüsse oder Unterversorgung in Echtzeit immer 60 Minuten im Voraus ausgeglichen werden. Dort muss allerdings nicht mit echter Energie gehandelt werden, was den Markt auch für Spekulation attraktiv macht. Vielmehr versuchen die Marktakteure durch sogenanntes Convergence Bidding finanzielles Risiko abzusichern (hedgen). Die Idee dahinter ist, dass Preisunterschiede durch unvorhergesehene Schwankungen ausgeglichen werden können und so ein stabilerer Spotmarkt für Energie zustande kommt.<sup>286</sup>

Neben der Koordination der Preis-Mengensetzung ist die CAISO auch dafür zuständig, Systemdienstleistungen (Ancillary Services) bereitzustellen. Das Ziel ist es, damit zu jeder Zeit ein optimal ausgelastetes und funktionierendes Übertragungsnetz zu haben und den Energiebedarf auch bei unvorhersehbaren Schwankungen zu decken. Die Marktintegration der Demand Response (DR) wird in Kalifornien über Programme der regulierten Versorgungsunternehmen gemäß den CPUC-Vorgaben durchgeführt. Entsprechend gibt es hier unterschiedliche Programmausprägungen bezüglich des Herunterfahrens von Verbrauchsanlagen und in Zukunft soll es auch die Möglichkeit geben, auf regionale Überschüsse durch Nachfragesteuerung zu reagieren. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, als DR-Aggregator aufzutreten.<sup>287</sup> Die Energie ist bevorzugt aus erneuerbaren Quellen zu beziehen, bevor dann fossile Energie bezogen werden darf.<sup>288</sup>

<sup>287</sup> Vgl. California Independent System Operator (2017): [Market Processes and Products](#), abgerufen am 17.08.2017

<sup>288</sup> Vgl. GTM (2012): [How Electricity Gets Bought and Sold in California](#), abgerufen am 20.07.2017

Abbildung 49: Komponenten des Strompreises der privaten Versorgungsunternehmen

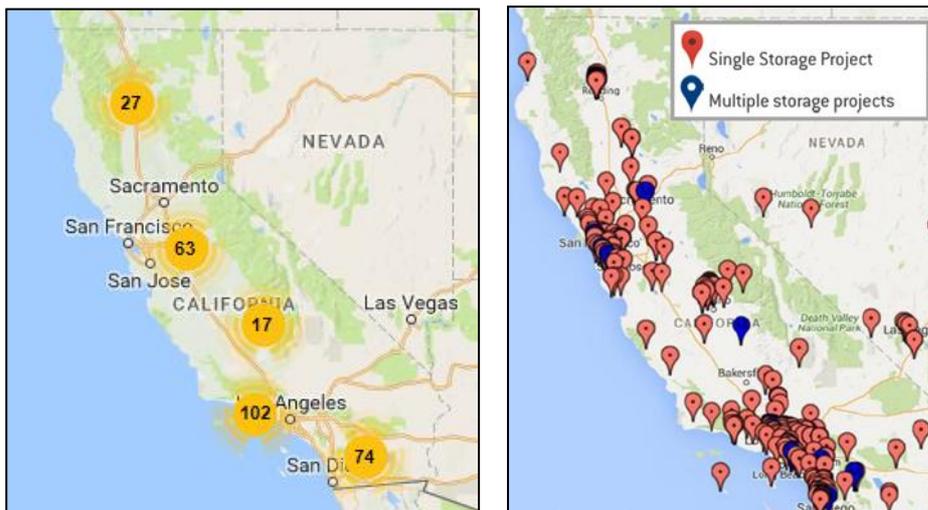


Quelle: Vgl. California Public Utilities Commission (2016): [Electric and Gas Utility Cost Report](#), abgerufen am 17.07.2017

### 4.3. Energiespeicherung in Kalifornien

Kalifornien gilt als Vorreiter in der Integration von erneuerbaren Energien sowie in der Entwicklung von innovativen Technologien und Geschäftsmodellen. Da überrascht es nicht, dass der Golden State auch in der Energiespeicherung vorne liegt. Kalifornien hat zurzeit (2017) 4,2 GW Speicherleistung, wobei Pumpspeicher 96% ausmachen. Von den insgesamt 662 US-Speicherprojekten (Pumpspeicher ausgenommen) befinden sich 283 in Kalifornien. Die geographische Verteilung der Speicheranlagen in Kalifornien ist in Abbildung 50 dargestellt.<sup>289</sup>

Abbildung 50: Großspeicherprojekte in Kalifornien (ohne Pumpspeicher)



Quelle: Vgl. DOE (2016): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 07.07.2017

Die bis dato installierte Speicherkapazität ist bei weitem nicht ausreichend, um die tägliche Spitzenstromlast von 13 GW auszugleichen. Branchenkenner gehen davon aus, dass zusätzliches Speichervolumen vor allem mit Batteriespeichern geschaffen wird.

<sup>289</sup> Vgl. DOE (2016): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 07.07.2017

Einer der Hauptgründe für den enormen Zubau von Stromspeichern in Kalifornien ist das ambitionierte Ziel, bis 2030 50% des Stroms aus erneuerbaren Energien zu gewinnen (siehe Kapitel 4.3.1). Aufgrund der, mit diesem Ziel einhergehenden, „Enten-Kurven-Problematik“ strebt Kalifornien an, durch Fördermechanismen Anreize zur zeitlichen Lastverschiebung zu schaffen. Dies erfordert Investitionen in die Modernisierung des Elektrizitätsnetzes, um Systemdienstleistungen und Nachfragesteuerung besser managen zu können. Allein im April 2017 musste CAISO den Produzenten von regenerativen Energien monetäre Anreize bieten, damit diese auf die Produktion von über 85.000 MWh verzichten.<sup>290</sup> In der ersten Jahreshälfte mussten in Kalifornien über 300.000 MW an Solarstrom abgeregelt werden. Über das Jahr verteilt machte das Abregeln von Solarstromanlagen nur ein Prozent der gesamten Stromproduktion aus. Je höher jedoch der Anteil an erneuerbaren Energien am Strommix, umso mehr wird Kalifornien auf Stromspeicherung angewiesen sein, wenn weitreichendes Abregeln oder die Abgabe von Solar- und Windstrom in andere Staaten eingegrenzt werden soll.

Das National Renewable Energy Laboratory (NREL) errechnete, dass zwischen 14 und 32 GW Speicherkapazität notwendig wären, um Kalifornien mit 50% Strom aus PV-Anlagen (und insgesamt ca. 70% erneuerbaren Energien) zu versorgen und gleichzeitig massives Abregeln zu verhindern. Um dieses Ziel zu erreichen, müsste der kalifornische Speichermarkt um ein Vielfaches wachsen. Die Autoren gehen davon aus, dass diese Speicherleistung selbst dann erforderlich sein wird, wenn Stromerzeugung und -export weiter flexibilisiert und das Nachfragemanagement und die Integration von Elektrofahrzeugen weiter ausgebaut werden.<sup>291</sup>

Die kurzfristige Bereitstellung großer Strommengen stellt in Kalifornien zunehmend eine Herausforderung dar. Im Dezember 2016 erhöhte sich die Stromlast täglich um fast 13 GW innerhalb von drei Stunden. Anstatt in den teuren Bau und Betrieb von Gas Peaker Plants mit schlechter CO<sub>2</sub>-Bilanz zu investieren, soll gespeicherter Solarstrom zunehmend dazu genutzt werden, die täglichen Stromspitzen abzudecken.

Der Nutzen von Energiespeichern ist in Kalifornien weitreichend anerkannt, da es möglich ist, den Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen zu speichern und zu Zeiten hoher Nachfrage wieder abzugeben. Der politische Rückhalt bzw. Wille für Energiespeicherung spiegelt sich in dem 2013 beschlossenen Beschaffungsmandat von 1,3 GW bis 2020 wider. Der kalifornische Markt für Energiespeicher wird gegenwärtig vor allem durch politische Rahmenbedingung und Förderprogramme vorangetrieben, die im nächsten Kapitel dargestellt werden. Daraufauf folgt die Branchenstruktur für Groß- und Kleinspeicher mit verschiedenen Projektbeispielen näher beleuchtet. Abschließend werden die Wettbewerbssituation sowie Marktchancen vorgestellt.

#### 4.3.1. Gesetzliche und politische Rahmenbedingungen

Eine Verkettung von politischen und gesetzlichen Entwicklungen schafft günstige Rahmenbedingungen für die Installation von Energiespeichern in Kalifornien.

Einen wichtigen Ausgangspunkt zur Integration dezentraler Energieressourcen bildet Assembly Bill (AB) 327. Nach dieser Verordnung mussten die IOUs bereits bis Ende 2015 einen Plan zur Integration von dezentralen Energieressourcen (Distribution Resource Plan, DRP) bei der Regulierungsbehörde CPUC einreichen. Der DRP beinhaltet Standortscenarien und weitere Entwicklungsmöglichkeiten zur Integration dezentraler Energieressourcen.<sup>292</sup> Mit den DRPs sollten die privaten Versorgungsunternehmen in Kalifornien den Mehrwert der dezentralen Energieerzeugung anerkennen und konkrete Bereiche identifizieren, wie sie dezentrale Ressourcen am effizientesten in ihre Geschäftstätigkeiten integrieren.<sup>293</sup>

Weitergehend lassen sich die wichtigsten politischen Rahmenbedingungen und Entwicklungen in Kalifornien wie folgt zusammenfassen (siehe Abbildung 51). Diese Punkte werden im weiteren Verlauf dieses Kapitels genauer erläutert.

<sup>290</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

<sup>291</sup> Vgl. NREL (2016): [Energy Storage Requirements](#), abgerufen am 07.07.2017

<sup>292</sup> Vgl. CPUC (2015): [Distribution Resources Plan](#), abgerufen am 31.07.2017

<sup>293</sup> Vgl. Advanced Energy Perspectives (2016): [Distribution Planning in a Distributed Energy Future](#), abgerufen am 31.07.2017

## Abbildung 51: Politische Rahmenbedingungen und Entwicklung für Energiespeicher in Kalifornien

### A) Energiespeicher-Mandate

- Energiespeicher-Mandate setzten Mindestquoten zur Installation von Speichern für private Versorgungsunternehmen (Investor Owned Utilities, IOUs) fest.

### B) Renewable Portfolio Standard (RPS)

- Der RSP setzt gestaffelte Ziele zur Integration erneuerbarer Energien und liegt aktuell bei 50% bis 2030.
- Im Zuge steigender RSP-Anteile erhöht sich die Notwendigkeit für die Integration von Speichern, um das Abregeln (Curtailments) von Solar- und Windanlagen zu verhindern.
- Eine aktuelle Gesetzesvorlage sieht vor, den RSP weiter auf 100% bis 2045 zu verschärfen.

### C) Net-Metering 2.0 und zeitvariable Stromtarife

- Mit dem Net-Metering 2.0 werden ab 2019 zeitvariable Stromtarife (Time-of-Use Rates) für die Einspeisung von Solarstrom eingeführt. Dies bietet ökonomische Anreize, Solarstrom zu speichern und bei Spitzenlasten ins Netz einzuspeisen.

### D) Self-Generation Incentive Program (SGIP)

- Das SGIP stellt das wichtigste staatliche Förderprogramm im Bereich der Energiespeicherung auf Endkundenseite dar und kann bis 2019 in Anspruch genommen werden.

Quelle: Eigene Darstellung

Die Entwicklungen in der kalifornischen Legislative sollten stets beobachtet werden, da sie einen starken Einfluss auf den kalifornischen Speichermarkt sowie die Absatzmöglichkeiten für deutsche Unternehmen haben.

## A) Energiespeicher-Mandate

### Energiespeicher-Mandat im Rahmen des Assembly Bills (AB) 2514

Die Gesetzgebung AB 2514 wurde 2010 erlassen. Das Ziel besteht in der Förderung von Energiespeichern für eine Integration der erneuerbaren Energien in das öffentliche Stromnetz. Da Energiespeichersysteme Spitzenlasten abdecken und die Leistungsfähigkeit des Übertragungsnetzes verbessern können, sind sie nach dem Gesetz wichtiger Bestandteil dieser Integration. Der Gesetzesentwurf beauftragt die California Public Utility Commission (CPUC) mit der Festlegung von kosteneffizienten und wirtschaftlich verträglichen Energiespeicherzielen für kalifornische privatwirtschaftliche Versorgungsunternehmen in Investorenbesitz (Investor-Owned Utilities, IOU).<sup>294</sup> Im Oktober 2013 legte die CPUC daraufhin fest, dass die drei größten Stromversorgungsunternehmen in Kalifornien bis zum Jahr 2020 Energiespeicher mit einer Gesamtleistung von 1,325 GW bereitstellen sollen.<sup>295</sup> Die konkreten Ziele für die Stromversorger Southern California Edison (SCE), San Diego Gas & Electric (SDG&E) und Pacific Gas & Electric (PG&E) sind in Tabelle 16 dargestellt.

<sup>294</sup> California Legislative Information (2010): [AB-2514 Energy Storage Systems](#), abgerufen am 31.07.2017

<sup>295</sup> GTM (2013): [California Sets Energy Storage Target of 1.3GW by 2020](#), abgerufen am 31.07.2017

**Tabelle 16: Energiespeicherziele der Stromversorger in MW**

	2014	2016	2018	2020	Summe
<b>Pacific Gas and Electric (PG&amp;E)</b>					
Übertragungsnetz	50	65	85	110	310
Verteilnetz	30	40	50	65	185
Endkunden	10	15	25	35	85
<b>Zwischensumme</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>160</b>	<b>210</b>	<b>580</b>
<b>Southern California Edison (SCE)</b>					
Übertragungsnetz	50	65	85	110	310
Verteilnetz	30	40	50	65	185
Endkunden	10	15	25	35	85
<b>Zwischensumme</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>160</b>	<b>210</b>	<b>580</b>
<b>San Diego Gas and Electric (SDG&amp;E)</b>					
Übertragungsnetz	10	15	22	33	80
Verteilnetz	7	10	15	23	55
Endkunden	3	5	8	14	30
<b>Zwischensumme</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>70</b>	<b>165</b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>200</b>	<b>270</b>	<b>365</b>	<b>490</b>	<b>1.325</b>

Quelle: Vgl. Energy Policy Innovation Council (2014): [California's Energy Storage Procurement Framework and Design Program](#), abgerufen am 17.07.2017

Die Energiespeichersysteme können wie in Tabelle 16 dargestellt an drei unterschiedlichen Stellen ins Stromnetz integriert werden: ins Übertragungsnetz (Transmission), ins Verteilnetz (Distribution) oder beim Endkunden (Customer) selbst. Insgesamt sollen höchstens 50% der Speicherprojekte im Übertragungs- und Verteilnetz in Besitz der Stromversorger sein.<sup>296</sup>

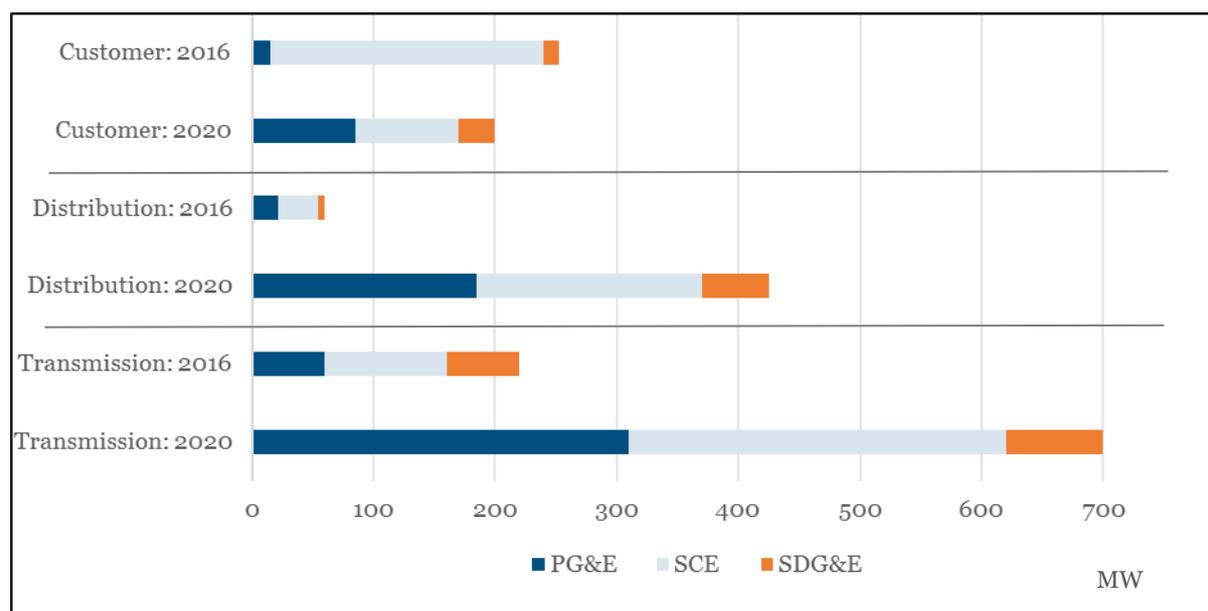
Das aufgestellte Energiespeicherziel von 1,325 GW wird als wichtigster regulatorischer Einflussfaktor zur Installation von Energiespeichern in Kalifornien eingeschätzt, um verschiedene Speichertechnologien ins Netz zu integrieren. Die einsetzbaren Speichertechnologien umfassen Batteriespeicher, thermische Speicher, Druckluftspeicher, Brennstoffzellen und Pumpspeicher-Wasserkraftwerke (< 50 kW). Pumpspeicher-Wasserkraftwerke, welche eine größere Leistung als 50 MW haben, fallen nicht unter die AB 2514. Damit soll verhindert werden, dass nur einzelne Großprojekte für das Energiespeicher-Mandat realisiert werden.<sup>297</sup>

Die nachfolgende Abbildung vergleicht die eingekauften Speicherleistungen bis zum Jahr 2016 mit den Zielen des Speichermandats für das Jahr 2020.

<sup>296</sup> Vgl. Pasadena Water & Power Department (2014): [AB 2514 Energy Storage System Evaluation](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>297</sup> Vgl. California Energy Commission (2017): [Bulk Energy Storage in California](#), abgerufen am 17.07.2017

**Abbildung 52: Erreichung der Energiespeicherziele der Stromversorger in MW (Stand 2016)**



Quelle: Eigene Darstellung nach Nevada Governor's Office of Energy (2016): [Energy Storage Procurement Targets Policy Background](#), abgerufen am 17.07.2017

Wie in Abbildung 52 dargestellt, haben die drei Stromversorgungsunternehmen ihre Speicherziele im Übertragungs- und Verteilnetz entsprechend des Speichermandats noch nicht erreicht. Lediglich SCE hat das Speicherziel im Endkundensegment mit insgesamt 225 MW installierter Speicherleistung bereits erfüllt. Dies ist mit dem Pilotprojekt Preferred Resources Project zu begründen, bei dem es darum geht, das dezentrale Energiemanagement zu testen und weiter zu optimieren. Im Rahmen des Programms hat SCE sechs Batterieprojekte mit einer Leistung zwischen 5 und 40 MW unter Vertrag genommen.<sup>298</sup>

### Speicherziele als Reaktion auf Aliso Canyon

Als Reaktion auf das Gasleck Aliso Canyon (siehe Kapitel 4.3.3.1) hat die CPUC weitere Speicherziele mit einer Leistung von 104,5 MW für SCE und SDG&E festgelegt. Diese Speicherziele wurden zusätzlich zu den Zielen des Energiespeicher-Mandats aufgestellt. Bereits im Januar 2017, nur acht Monate nach der neuen Zielsetzung, hatten daraufhin SCE 62 MW und SDG&E 37,5 MW an Speicherleistung installiert. Nach Aussagen von Greentech Media-Experten zeigen diese Entwicklungen die schnelle Reaktionsfähigkeit der Speicherindustrie auf politische Entscheidungen und Regulationen in Kalifornien.<sup>299</sup>

### Weitere Speicherziele: AB 2868

Im September 2016 wurde die AB 2868 verabschiedet. Hiernach sollen SCE, PG&E und SDG&E Programme und Investitionspläne für die Installation von weiteren 500 MW an Speicherleistung (166,66 MW für jedes Versorgungsunternehmen) vorstellen. Im Unterschied zur AB 2514 werden in der AB 2868 nur installierte Speichersysteme im Verteilnetz und beim Endkunden betrachtet, die eine Nutzungsdauer von mindestens 10 Jahren aufweisen. Von den insgesamt 500 MW Speicherleistung kann bis zu 25% der Leistung beim Endkunden installiert sein.<sup>300</sup>

Speichersysteme im Übertragungsnetz sind explizit vom 500 MW-Ziel ausgeschlossen. Die drei Versorgungsunternehmen sollen nun bis zum Ende des Jahres 2017 Vorschläge und Investitionspläne

<sup>298</sup> Vgl. GTM (2017): [SoCal Edison's Grid Edge Experiment Contracts for 127 MW of Batteries and Demand Response](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>299</sup> Vgl. GTM (2017): [Tesla, Greensmith, AES Deploy Aliso Canyon Battery Storage in Record Time](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>300</sup> Vgl. California Legislative Information (2016): [AB 2869](#), abgerufen am 17.07.2017

einreichen, die darlegen, wie genau das 500 MW-Speicherziel erreicht werden soll.<sup>301</sup> Nach Experteneinschätzungen soll mit der AB 2868 insbesondere die Installation von Kleinspeichersystemen bei Endkunden vorangetrieben werden.<sup>302</sup>

## B) Renewable Portfolio Standard (RPS)

Der im Jahr 2002 in Kalifornien eingeführte Renewable Portfolio Standard (RPS), der wie eine Mindestquote wirkt, ist einer der wichtigsten Standards für erneuerbare Energien in den USA. Beim RPS handelt es sich um eine ordnungspolitische Maßnahme, die öffentliche Versorgungsunternehmen, privatwirtschaftliche Energieversorger sowie regionale Kooperativen verpflichtet, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion signifikant zu erhöhen. Die gestaffelten Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien an der verkauften Strommenge sind aktuell wie folgt festgesetzt: 33% bis Ende 2020, 45% bis Ende 2024, 45% bis Ende 2027 und 50% bis Ende 2030.<sup>303</sup>

### Status quo des RPSs

Laut einer 2016 veröffentlichten Statusmeldung der CPUC wurden im Zeitraum zwischen 2003 und 2015 knapp 13 GW an erneuerbarer Leistung unter dem RPS-Programm in Betrieb genommen. Der CPUC zufolge sollten im Jahr 2016 bzw. 2017 weitere 2.736 MW bzw. 967 MW an erneuerbarer Leistung installiert werden.<sup>304</sup>

Der RPS ist maßgeblich für die rapide Entwicklung der erneuerbaren Energien in Kalifornien verantwortlich. Wie in Abbildung 53 zu erkennen ist, schätzt die CEC, dass ca. 27% der verkauften Strommenge im Jahr 2016 durch erneuerbare Energien erzeugt wurden.<sup>305</sup>

Abbildung 53: Kaliforniens Fortschritt bei Erreichung der RPS-Ziele



Quelle: Vgl. CEC (2016): [Tracking Progress](#), abgerufen am 23.02.2017

### Aktuelle Entwicklungen zur Verschärfung des RPSs

Nach aktuellen Entwicklungen soll der RPS sogar noch verschärft werden. Anfang Februar 2017 wurde eine Gesetzesvorlage (SB 584) vorgestellt, die beinhaltet, dass bis Ende 2045 die gesamte Stromversorgung in Kalifornien auf erneuerbare Energien umgestellt werden soll. Diese Gesetzesvorlage spiegelt sich wiederum in der SB 100 wider. Der SB 100 zufolge sollen die Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien in Kalifornien folgendermaßen aufgestellt werden: 30% bis Ende 2026, 60% bis Ende 2030 und 100% als unverbindliches Ziel bis Ende 2045. Nach aktuellem Stand (Juli 2017) befindet sich die SB 100 derzeit im politischen Genehmigungsprozess.<sup>306</sup> Wenn das 100%ige Ziel zur Integration erneuerbarer Energien tatsächlich eingeführt wird und 2045 erreicht werden soll, so muss auf neue Herausforderungen im Strommarkt eingegangen werden: Zum einen muss die Preisbildung am Strommarkt flexibler gestaltet werden, zum anderen müssen Energiespeicher und Nachfragesteuerung ins Netz integriert werden.<sup>307</sup>

<sup>301</sup> Vgl. Global Power Law & Policy (2017): [CPUC requires additional 500 MW of energy storage from California IOSSs](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>302</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [California: 'We are just getting started'](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>303</sup> Vgl. DSIRE (2017): [RPS](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>304</sup> Vgl. California Public Utilities Commission (2016): [RPS Status Report](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>305</sup> Vgl. California Energy Commission (2016): [Tracking Progress](#), abgerufen am 23.02.2017

<sup>306</sup> Vgl. GTM (2017): [A Handy List of Energy-Related Bills Advancing California](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>307</sup> Vgl. The Mercury News (2017): [California's push for a 100 percent renewable energy future may hit roadblocks](#), abgerufen am 18.07.2017

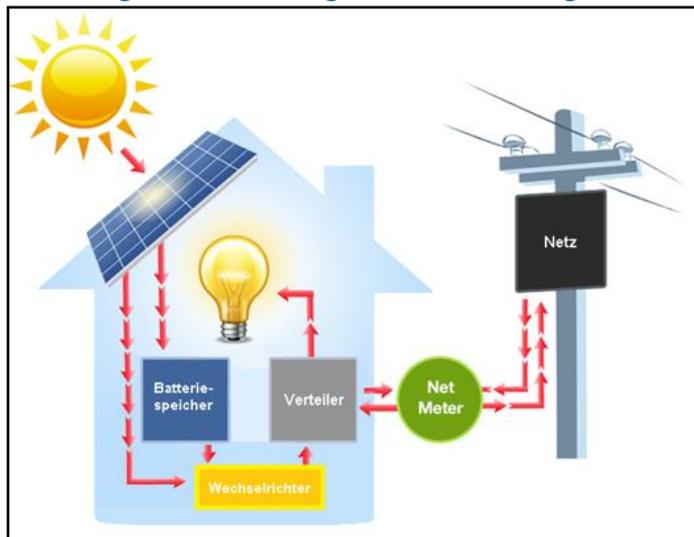
## C) Net-Metering 2.0 und zeitvariable Stromtarife

### Allgemeine Funktionsweise des Net-Meterings

Net-Metering steht im direkten Zusammenhang mit Interconnection Standards, welche die Anbindung dezentraler Energieanlagen an das Stromnetz des lokalen Stromanbieters festlegen. Net-Metering-Auflagen legen fest, wie die Versorgungsunternehmen mit dezentral eingespeistem Strom aus kleinen Anlagen zu verfahren haben. Net-Metering stellt ein vereinfachtes System dar, um Strom an Versorgungsunternehmen zu verkaufen. Ohne Net-Metering bräuchte ein Kunde einen Zähler für eingespeiste Elektrizität und einen für entnommene Elektrizität. Beim Net-Metering wird jedoch nur ein Doppeltarifzähler verwendet, sodass dem Kunden der eingespeiste Strom als Guthaben verbucht wird, welches er innerhalb eines Jahres verbrauchen kann.<sup>308</sup> Der im Rahmen des Net-Metering erzeugte Strom wird dann in das öffentliche Stromnetz direkt eingespeist und der Kunde bekommt dafür eine Gutschrift in Höhe des geltenden Strompreises, sodass sich der Stromzähler praktisch rückwärts dreht, falls mehr Strom eingespeist als verbraucht wird. In Kalifornien wurden die Net-Metering-Auflagen erstmals im Jahr 1996 eingeführt.<sup>309</sup>

Es ist möglich, Net-Metering für Speichersysteme anzuwenden, die an erneuerbare Energien gekoppelt sind. Der allgemeine Aufbau des Net-Meterings im Zusammenhang mit einer PV-Anlage und Batteriespeicher ist in Abbildung 54 dargestellt.<sup>310</sup>

**Abbildung 54: Net-Metering im Zusammenhang mit PV-Anlage und Batteriespeicher**



Quelle: Vgl. Energy Research & Scenarios (2017): [Energy Only](#), abgerufen am 19.07.2017

Nach der in 2013 eingeführten Verordnung AB 327 lag die Obergrenze, bis zu welcher private Energieversorger Net-Metering in ihrem Servicegebiet anbieten durften, bei 5% der aggregierten Gesamtnachfrage. Dies führte zu einem enormen Ausbau an Solarstrom in Kalifornien, sodass sich die Versorgungsunternehmen ihren Obergrenzen in den Jahren 2015 und 2016 annäherten. Um den Ausbau von Solarenergie weitergehend zu fördern, hat die CPUC das Net-Metering 2.0 vorgeschlagen,<sup>311</sup> welches nachfolgend erläutert wird.

<sup>308</sup> Vgl. EPA (2015): [Interconnection Standards](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>309</sup> Vgl. California Public Utilities Commission (2017): [Net Energy Metering](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>310</sup> Vgl. DOE (2017): [Net Metering](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>311</sup> Vgl. EnergySage (2017): [Net Metering 2.0 in California](#), abgerufen am 19.07.2017

## Net-Metering 2.0 und zeitvariable Stromtarife

Das Net-Metering 2.0 wurde für die drei privaten Versorgungsunternehmen (PG&E, SCE und SDG&E) im Juli 2017 eingeführt und wird grundsätzlich von der CPUC gesteuert.<sup>312</sup> Beim Net-Metering 2.0 wird das allgemeine Prinzip des Net-Metering beibehalten, sodass private und gewerbliche Endkunden unter dem Net-Metering 2.0 für jede eingespeiste kWh aus (meistens) Solarenergie-Anlagen weiterhin Gutschriften erhalten. Dies bietet den Endkunden stets ökonomische Anreize für die Integration von Solarenergie. Eine Neuerung ist jedoch, dass das Net-Metering 2.0 ebenfalls für Solarsysteme mit einer größeren Leistung als 1 MW anzuwenden ist. Net-Metering 2.0 beinhaltet weitergehend drei wichtige Unterschiede im Vergleich zur ursprünglichen Ausführung:<sup>313</sup>

- 1.) **Zeitvariable Stromtarife (Time-of-Use Rates):** Bei flexiblen Tarifen variieren die Endverbraucherpreise entsprechend der stündlichen und saisonalen Stromnachfrage. Ist die Nachfrage während der Spitzenlastzeiten am späten Nachmittag sehr hoch, so steigen die Strompreise. Dies soll Endkunden ökonomische Anreize bieten, den Strom gemäß des Net-Metering 2.0 während der Spitzenlasten ins Netz einzuspeisen. Da grundsätzlich die Tarife am späten Nachmittag am höchsten sind, können Hausbesitzer, die Net-Metering 2.0 in Anspruch nehmen, ihre Solarpanels bewusst zur Westseite ausrichten, damit sie die Sonne am späten Nachmittag erfassen.<sup>314</sup> Auch Energiespeicherung spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle, da der Mehrwert für Endkunden durch die Speicherung maximiert werden kann. Die gespeicherte Solarenergie kann somit zu Spitzenlasten, in denen die ökonomischen Anreize am größten sind, ins Netz eingespeist werden.<sup>315</sup> Die drei Versorgungsunternehmen müssen nun bis Januar 2018 eine Tarifstruktur für stündliche und saisonale Schwankungen vorschlagen. Die flexiblen Tarife für Endkunden müssen dann zu Beginn des Jahres 2019 eingeführt werden.<sup>316</sup>
- 2.) **Zusammenschaltungsentgelte (Interconnection Fees):** Nach dem Net-Metering 2.0 müssen private und gewerbliche Endverbraucher ein einmaliges Zusammenschaltungsentgelt (ca. 75 bis 150 USD) für den Anschluss der Solaranlage ans Netz bezahlen. Das Zusammenschaltungsentgelt muss bei der Inspektion bezahlt werden, bei der ein regionaler Repräsentant die Installation der Solaranlage und Verbindung mit dem Netz prüft.
- 3.) **Weitere Gebühren (Non-Bypassable Charges):** Diese Gebühren liegen i.d.R. zwischen 2 und 3 Cent/kWh und werden von den Versorgungsunternehmen zur Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen und zur Unterstützung von Kunden mit geringem Einkommen eingesetzt. Die Gebühren stellen eine Umlage innerhalb der Stromrechnung dar. Es fallen keine zusätzlichen Kosten an.<sup>317</sup>

Nach Angaben der California Solar Energy Industries Association (CALSEIA) werden derzeit mehr als 5 GW, d.h. zwischen 3% und 4% des Jahresenergieverbrauchs in Kalifornien, durch Net-Metering-Systeme gedeckt.<sup>318</sup>

## D) Self-Generation Incentive Program (SGIP) als wichtigstes Förderprogramm

Das SGIP ist das wichtigste Förderprogramm für Energiespeicher in Kalifornien, welches Rabatte für die Installation von Groß- und Kleinspeichern bereitstellt. Nachfolgend wird auf die Programmgestaltung und -anwendung sowie anschließend auf den Status quo und Prognosen zum SGIP genauer eingegangen.

<sup>312</sup> Vgl. Southern California Edison (2017): [Net Energy Metering](#), abgerufen am 20.07.2017

<sup>313</sup> Vgl. EnergySage (2017): [Net Metering 2.0 in California](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>314</sup> Vgl. EnergySage (2017): [Net Metering 2.0 in California](#), abgerufen am 19.07.2017

<sup>315</sup> Vgl. Renewable Energy World (2017): [Time-of-Use Means It's Time for Storage](#), abgerufen am 20.07.2017

<sup>316</sup> Vgl. CPUC (2017): [Residential Rate Reform](#), abgerufen am 20.07.2017

<sup>317</sup> Vgl. Aurora (2017): [The Ultimate Guide to NEM 2.0 Part 1, Non-Bypassable Charges](#), abgerufen am 20.07.2017

<sup>318</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

## Programmgestaltung

SGIP richtet sich grundsätzlich an verschiedene Technologien im Bereich der dezentralen Energieerzeugung, die ausschließlich auf Endkundenseite (behind-the-meter) installiert werden. Zulässige Technologien sind Energiespeicher sowie weitere dezentrale Energieerzeugungstechnologien [Windanlagen, Brennstoffzellen und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)]. Insgesamt wurde für das SGIP bis Ende 2019 ein Budget von knapp 556 Mio. USD bereitgestellt und den jeweiligen Versorgungsunternehmen wie folgt zugeordnet: PG&E – 217,62 Mio. USD, SCE – 169,26 Mio. USD und SoCalGas – 48,36 Mio. USD. Außerdem sind 66,5 Mio. USD der gemeinnützigen Organisation Center for Sustainable Energy (CSE) zugeordnet, welche das SGIP-Budget im Servicegebiet von San Diego Gas & Electric (SDG&E) verwaltet.<sup>319</sup>

Das SGIP-Budget wurde für zwei Kategorien bereitgestellt: Energiespeicherung und weitere dezentrale Energieerzeugungstechnologien. Zur Förderung von Energiespeicherung soll 80% des Budgets verwendet werden (davon: 13% für Speicherprojekte bei privaten Endkunden bis 10 kW; 87% für gewerbliche, staatliche und gemeinnützige Speicherprojekte). Mit den restlichen 20% des gesamten SGIP-Budgets sollen weitere Energieerzeugungstechnologien gefördert werden.<sup>320</sup> Die nachfolgenden Ausführungen des SGIPs beziehen sich auf Förderungen für Energiespeicher.

Zur Förderung von Energiespeichern stehen dementsprechend insgesamt über 440 Mio. USD zur Verfügung. Wird dieses Budget bis Ende 2019 voll ausgeschöpft, so wird dies nach Experteneinschätzungen zu über 1 GW an neu installierter Speicherleistung in Kalifornien führen.<sup>321</sup> Die Förderung von Energiespeichern durch das SGIP richtet sich nach einem Fünf-Stufen-Plan. Dabei ist jeder Stufe ein bestimmtes Budget zugeordnet. Mit fortschreitenden Stufen sinken die Fördersätze um jeweils 5 Cent/Wh. Das zur Verfügung stehende Budget sowie die jeweiligen Fördersätze innerhalb der fünf Stufen sind in Tabelle 17 dargestellt. Aktuell (Stand Juli 2017) gelten für Groß- und Kleinspeicher die Fördersätze von Stufe 2.<sup>322</sup>

**Tabelle 17: SGIP-Förderbudget und -Fördersätze für Energiespeicher**

SGIP-Förderung für kleine und große Speichersysteme					
Förderbudget für Energiespeicher (in USD)					
	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
<b>Kleine Speichersysteme (≤ 10 kW)</b>	7.540.252	14.232.625	14.035.790	14.035.790	7.540.252
<b>Große Speichersysteme (&gt; 10 kW)</b>	42.728.094	102.959.451	101.187.941	101.187.941	42.728.094
Fördersätze für Energiespeicher (in USD/Wh)					
<b>Kleine Speichersysteme (≤ 10 kW)</b>	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
<b>Große Speichersysteme (&gt; 10 kW)</b>	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
<b>Große Speichersysteme (&gt; 10 kW) mit ITC*</b>	0,36	0,32	0,29	0,25	0,22

Quelle: Eigene Darstellung nach CPUC (2017): [Self-Generation Incentive Program](#), abgerufen am 20.07.2017; State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 20.07.2017

\* Das SGIP lässt sich auch mit dem föderalen Förderinstrument des Investment Tax Credits (ITC) kombinieren. Die Fördersätze sind bei dieser Kombination dementsprechend niedriger und sinken zwischen den Stufen jeweils um 3 Cent/Wh.

<sup>319</sup> Vgl. State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 20.07.2017

<sup>320</sup> Vgl. State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 20.07.2017

<sup>321</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

<sup>322</sup> Vgl. State of California (2017): [Incentive Step Tracker](#), abgerufen am 24.07.2017

Die Fördersumme berechnet sich durch die Multiplikation von Energiekapazität (Wh/Cent) und Fördersatz (siehe Tabelle 18). Diese Fördersumme wird dann einem Anteil gemäß der Kapazität und Speicherdauer verrechnet. Größere Systeme, die Speicherung für längere Zeit bereitstellen, werden mit geringen Sätzen gefördert. Die Förderanteile nach Kapazität und Dauer sind nun in Tabelle 18 zusammengefasst.

**Tabelle 18: Förderanteil nach Kapazität und Speicherdauer**

Speicherdauer \ Kapazität	2 h	4 h	6 h
0-2 MWh	100%	50%	25%
2-4 MWh	50%	25%	12,5%
4-6 MWh	25%	12,5%	6,25%

Quelle: Vgl. State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 24.07.2017

Im Energiespeicherbereich wird folgendes Equipment gefördert: das Speichermedium selbst (d.h. Batterien), Wechselrichter und Regler. Außerdem können Unternehmen einen weiteren Förderanteil in Höhe von 20% erhalten, wenn sie vorweisen, dass mindestens 50% der Wertschöpfung des Equipments durch kalifornische Hersteller generiert wurde.<sup>323</sup>

### Programmanwendung

Der Bewerbungsprozess beim SGIP wird von den vier verwaltenden Institutionen (PG&E, SCE, SoCalGas und CSE) gesteuert. Die Bewerbungen werden nach dem First-Come, First-Served-Prinzip bearbeitet. Falls die Institutionen an einem Tag mehr Bewerbungen erhalten, als Fördermittel auf einer bestimmten Stufe zur Verfügung stehen, werden die Projekte in einer Lotterie ausgewählt. Die Bewerbungen müssen über das SGIP Online-Bewerbungstool ([www.selfgenca.com](http://www.selfgenca.com)) eingereicht werden. Auf dieser Website sind auch die aktuellsten Informationen zu den fünf Stufen, Fördersätzen und Fördermitteln zu finden.<sup>324</sup>

Grundsätzlich können sich Unternehmen und Projektentwickler bewerben. Bei Selbstinstallation von Energiespeichern müssen sich die Kunden ebenfalls als Projektentwickler registrieren und können sich anschließend auf die Fördersummen bewerben. Für Projekte mit einer Installation, die kleiner als 10 kW ist, erfolgt der Bewerbungsprozess in zwei Schritten. Bei Projekten mit einer Leistung, die größer als 10 kW ist, besteht der Bewerbungsprozess aus drei Schritten. Genauere Informationen zum Bewerbungsprozess sind im SGIP Program Handbook zu finden, das von den verwaltenden Institutionen jedes Jahr herausgegeben wird.<sup>325</sup>

### Status quo und Prognosen

Die California Solar Energy Industries Association (CALSEIA) geht davon aus, dass im gewerblichen Segment mehr als 3.000 Speicherprojekte und im privaten Segment mehr als 11.000 Speicherprojekte in Kalifornien mit dem SGIP realisiert werden können.<sup>326</sup> Die Anzahl der erwarteten Speicherprojekte nach den fünf Stufen ist in der untenstehenden Tabelle dargestellt.

<sup>323</sup> Vgl. State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 21.07.2017

<sup>324</sup> Vgl. State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 21.07.2017

<sup>325</sup> Vgl. State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 21.07.2017

<sup>326</sup> Vgl. CALSEIA (2017): Bridging the Storage Gap, Präsentation im Juli 2017

**Tabelle 19: Erwartete Anzahl der mit dem SGIP geförderten Speicherprojekte im privaten und gewerblichen Segment**

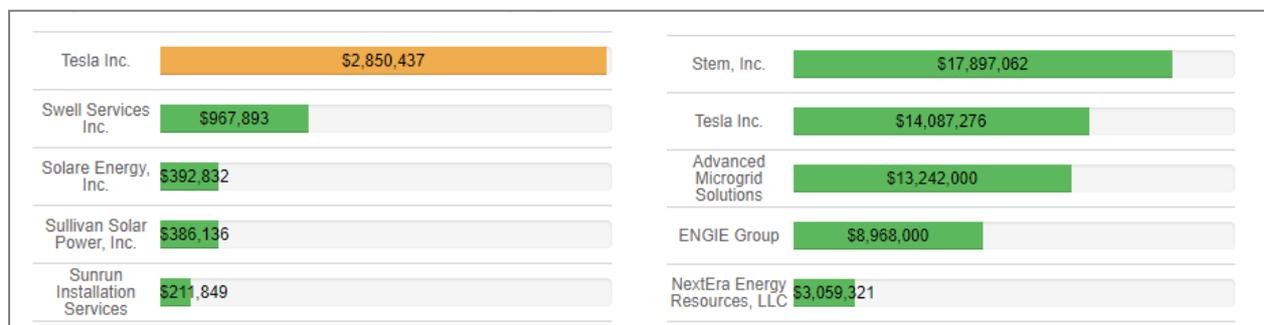
	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
<b>Speichersysteme im privaten Segment</b>	1.001	2.077	2.730	3.276	2.185
<b>Speichersysteme im gewerblichen Segment</b>	194	614	795	972	523

Quelle: Eigene Darstellung nach CALSEIA (2017): Bridging the Storage Gap, Präsentation im Juli 2017

Nach aktuellem Stand (Juli 2017) wurden im Rahmen des SGIPs bereits insgesamt 65 MW an Speicherleistung installiert. Ein Förderbudget für die Installation von 88 MW an Speicherleistung wurde aus vergangenen Jahren reserviert. Zudem wurde zwischen Januar und Juli 2017 ein Budget für weitere 264 MW an Speicherleistung reserviert.<sup>327</sup> Betrachtet man die SGIP-Förderungen nach Speichertechnologie, so wurden die Förderungen hauptsächlich (d.h. 99,3% der kumulierten Nennleistung aller Projekte) für elektrochemische Speicherung eingesetzt.<sup>328</sup>

Die aktuell (Stand Juli 2017) in Anspruch genommenen Fördersummen (Stufe 2 des SGIPs) sind in der untenstehenden Abbildung dargestellt. Auf der linken Seite sind die in Anspruch genommenen Fördersummen der Unternehmen für Kleinspeicher und auf der rechten Seite für Großspeicher zu sehen. Im Kleinspeichersegment dominiert Tesla deutlich. Im Großspeichersegment wurden die SGIP-Rabatte hauptsächlich von den Unternehmen Stem, Tesla und Advanced Microgrid Solutions in Anspruch genommen.

**Abbildung 55: In Anspruch genommene SGIP-Fördersummen nach Unternehmen (Stand Juli 2017)**



Quelle: Vgl. State of California (2017): [Incentive Step Tracker](#), abgerufen am 24.07.2017

Auch Laura Gray, Energy Storage Policy Advisor bei der CALSEIA, sieht das SGIP als wichtigstes Förderinstrument für Energiespeicherung an. Nach ihren Einschätzungen befindet sich der Energiespeichermarkt in Kalifornien noch in der Entwicklungsphase und durch die möglichen Förderungen im Rahmen des SGIPs bestehen große Entwicklungspotenziale.<sup>329</sup>

### Gesetzesvorlagen und zukünftige Entwicklungen in der Legislative

Im Hinblick auf die politischen Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien und Energiespeicherung sind derzeit weitere Entwicklungen in Kalifornien im Gange. Die wichtigsten Gesetzesvorlagen sowie deren mögliche Auswirkungen werden in Tabelle 20 kurz erläutert. Die Entwicklungen und der aktuelle Stand zu den Gesetzesvorlagen sollten stets von deutschen Unternehmen nachverfolgt werden.

<sup>327</sup> Vgl. CALSEIA (2017): Bridging the Storage Gap, [Präsentation im Juli 2017](#)

<sup>328</sup> Vgl. Center for Sustainable Energy (2017): [Program Statistics](#), abgerufen am 21.07.2017

<sup>329</sup> Vgl. Interview mit Laura Gray, CALSEIA am 16.06.2017

Tabelle 20: Aktuelle Entwicklungen in der kalifornischen Legislative (Stand Juli 2017)

Gesetzesvorlage	Inhalt	Mögliche Auswirkungen auf den Energiespeichermarkt
<b>Solarstrom und Energiespeicherung</b>		
<a href="#">SB 71</a>	SB 71 (Senate Bill) verfolgt das Ziel, Gebäudestandards zur Integration von Solarenergie (PV und Solarthermie) auf Dächern anzusetzen. Die Gebäudestandards sollen für bestimmte private und gewerbliche Gebäude gelten und sogenannte Solarbereiche entsprechend verschiedener Kriterien (z.B. Mindestbereich, Ausrichtung, Schatten) festlegen.	Die California Energy Commission (CEC) könnte Gebäudestandards aktualisieren, sodass bestimmte Neubauten ab 2020 im privaten Bereich und ab 2023 im gewerblichen Bereich über Solarbereiche auf den Dächern mit bestimmten Anforderungen verfügen müssen. Dies könnte weitere Marktpotenziale für Solar-plus-Speicherlösungen im privaten und gewerblichen Segment eröffnen.
<a href="#">SB 700</a>	SB 700 sieht vor, eine Energiespeicherinitiative (Energy Storage Initiative, ESI) zu etablieren. Mit dieser Initiative würden die Speichergutschriften explizit vom Self-Generation Incentive Programm (SGIP) abgespalten werden. Die California Public Utilities Commission (CPUC) müsste die genauen Regelungen für die ESI bis Dezember 2018 festlegen. Die Gutschriften der ESI würden dann bis 2027 verfügbar sein.	Die Gutschriften im Rahmen der ESI könnten in Kombination mit den Gutschriften des SGIPs und der California Solar Initiative (CSI) in Anspruch genommen werden. Damit könnten gezielt solargekoppelte Speichersysteme gefördert werden. Experten gehen davon aus, dass der Speichermarkt in Kalifornien durch dieses Gesetz – ähnlich wie der kalifornische Solarmarkt nach der Einführung der CSI – stark wachsen könnte.
<b>Nettospitzenlastziele aus erneuerbaren Energien und Energiespeicherung</b>		
<a href="#">SB 338</a> , <a href="#">AB 1045</a>	SB 338 und AB 1045 setzen Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien und Nettospitzenlasten in Verbindung. So könnte der RSP durch einen Clean Peak Standard (CPS) erweitert werden, welcher einen bestimmten Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien für die Nettospitzenlast vorschreibt. Die CPUC und CEC müssten demnach zusammen mit der California Independent System Operator (CAISO) Richtlinien und Verfahren erarbeiten, wie Versorgungsunternehmen Nettospitzenlasten ohne fossile Brennstoffe decken könnten.	Nach Experteneinschätzungen könnten diese beiden Gesetzesvorlagen großen Einfluss auf die Märkte für erneuerbare Energien, Energiespeicher sowie das Nachfragemanagement haben. Der Einsatz von Energiespeichern wird notwendig sein, um den Strom aus erneuerbaren Energien zu speichern und die Energie während der abendlichen Spitzenlasten bereitzustellen. Es ist davon auszugehen, dass beide Gesetzesvorlagen in einem Gesetz zusammengefasst werden.

## Effizienzverbesserungen im SGIP-Bewerbungsprozess

<a href="#">AB 546</a>	Das Ziel von AB 546 besteht darin, den Genehmigungsprozess für die SGIP-Gutschriften effizienter und einfacher zu gestalten. Somit sollen Städte und Countys einen Leitfaden erstellen, der Bewerbern im SGIP-Prozess hilft, diese Gutschrift in Anspruch zu nehmen. Die AB 546 würde von Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern verlangen, ein Online-Tool mit bewährten Beispielen im Speicherbereich und preislichen Obergrenzen für die Genehmigung von Speicheranlagen zu veröffentlichen.	Der Bewerbungsprozess für die SGIP-Gutschriften im Bereich der Energiespeicher wird demnach effizienter, transparenter und absehbarer gestaltet. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Absatz für Kleinspeicher dadurch beschleunigt wird.
------------------------	--	--

Quelle: Eigene Darstellung nach GTM (2017): [A Handy List of Energy-Related Bills Advancing in California](#), abgerufen am 19.07.2017; JD Supra (2017): [California Lawmakers Introduce Clean Peak Standard Legislation](#), abgerufen am 19.07.2017

Nachfolgend wird die Branchenstruktur für Groß- und Kleinspeicher mit verschiedenen Projektbeispielen näher beleuchtet. Abschließend werden die Wettbewerbssituation sowie Marktchancen vorgestellt.

### 4.3.2. Branchenstruktur mit Projektbeispielen

Die in Kapitel 4.3.1 dargestellten günstigen politischen Rahmenbedingungen und Förderprogramme sowie ein wachsender Anteil an Solarenergie am Strommix führen zu einem schnellen Ausbau der Speicherleistung in Kalifornien. Im Folgenden werden der Groß- und Kleinspeichermarkt in Kalifornien dargestellt.

#### 4.3.3.1. Großspeicher

2016 löste Kalifornien PJM als den größten Großspeichermarkt ab. Im vierten Quartal 2016 wurden 88% aller US-Speicher in Kalifornien installiert. Ein Großteil dieser Großspeicher wurde als Reaktion auf die Umweltkatastrophe von Aliso Canyon innerhalb von nur 8 Monaten in Südkalifornien beschlossen, geplant und installiert.<sup>330</sup> Weitere Informationen hierzu finden sich im Exkurs: Notstand in Südkalifornien wegen des Aliso Canyon Gaslecks. Die Umweltkatastrophe bei Aliso Canyon hatte weitreichende Folgen für den Staat Kalifornien.

<sup>330</sup> Energy Storage News (2017): [GTM: US energy storage installations grew 100% in 2016](#), abgerufen am 04.08. 2017

### **Exkurs: Notstand in Südkalifornien wegen des Aliso Canyon Gaslecks**

Von Oktober 2015 bis Februar 2016 strömten rund 97.000 Tonnen an Erdgas aus einem Leck im unterirdischen Speicher Aliso Canyon im nordöstlichen Teil von Los Angeles County aus. Es dauerte vier Monate, bis der Betreiber, Southern California Gas Company (SoCalGas), das Problem erkannte und unter Kontrolle brachte.

Der zweitgrößte Erdgasspeicher im Westen der USA war 1973 eingerichtet worden. Das Gasunternehmen SoCal nutzte ein stillgelegtes Ölfeld, um Erdgas aus verschiedenen Teilen der USA in tiefe Gesteinsschichten zu pumpen und für die spätere Nutzung zu speichern. Über die Jahre waren die Leitungen brüchig geworden und am 23. Oktober 2015 wurde bekannt, dass große Mengen an Methan und Ethan austraten. 6.400 Familien der nahe gelegenen Gemeinde Porter Ranch mussten evakuiert werden. Anfang Januar 2016 rief der Gouverneur von Kalifornien den Notstand für das betroffene Gebiet aus. Nach sieben erfolglosen Versuchen, das Leck abzudichten, wurde der Gasaustritt am 11. Februar vorläufig gestoppt und am 18. Februar das Leck mit Beton abgedichtet. Das Leck und seine Folgen kosteten SoCalGas nach Schätzungen mindestens 665 Mio. USD. Zudem verpflichtete sich das Unternehmen im Februar 2017 dazu, weitere 8,5 Mio. USD an Emissions-, Entsorgungs- und Beobachtungskosten zu übernehmen. Der angerichtete Umweltschaden war erheblich, da Methan ein starkes Treibhausgas ist.<sup>1</sup>

Obwohl viele Anwohner und Aktivisten dafür kämpften, die Speicheranlage weiterhin geschlossen zu halten, befand die CPUC im Juli 2017, dass, nach gründlicher Prüfung, die Anlage sicher genug sei, sie mit reduzierter Kapazität und unter strengen Auflagen wieder zu öffnen. Dies solle allerdings nur dann geschehen, wenn die Energieversorgung der Region bedroht sei und auf die Reserven unbedingt zugegriffen werden müsse. Nach einem Beschluss von Gouverneur Brown soll die Anlage in den nächsten 10 Jahren endgültig geschlossen werden.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Energy Storage News (2017): [Blackouts & batteries: How California pulled off the world's fastest grid-scale battery procurement](#), abgerufen am 04.08.2017

<sup>2</sup> Vgl. GTM (2017): [Aliso Canyon Should Close Permanently, Says California Governor Jerry Brown](#), abgerufen am 11.08. 2017

Nach Aliso Canyon wurde die erlaubte Menge von gespeichertem Gas in Kalifornien auf 15 Billion Cubic Feet (Bcf) festgelegt, was einem Einschnitt um 80% entspricht.<sup>331</sup> Außerdem schrieb die kalifornische Regulierungsbehörde CPUC den Stromversorgern weitere Stromspeicher-Ausbauziele von 1,3 GW vor (siehe Kapitel 4.3.1).

Aliso Canyon hatte vor der Schließung fast 10 GW Strom zur Deckung von Lastspitzen (vor allem an heißen Tagen) und als Notstromreserve im Raum Los Angeles zur Verfügung gestellt. Nach dem Unglück mussten in kurzer Zeit Alternativen für den Gasverlust und den damit einhergehenden Stromengpass geschaffen werden. Der Gouverneur übertrug es den Versorgungsunternehmen und Regulierern zu errechnen, wie viel Speicherkapazität bereitgestellt werden müsse, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Da Batteriesysteme am schnellsten beschafft und in Betrieb genommen werden konnten, wurden acht Speicherprojekte mit insgesamt 100 MW (4-Stunden-Systeme) innerhalb weniger Monate installiert. Im Mai wurde die Ausschreibung (Request for Proposal, RfP) veröffentlicht und im Dezember konnte die Anlage bereits in Betrieb genommen werden. Damit war die Anlage zum Ersatz des Aliso Canyon Gasreservoirs die bis 2016 am schnellsten installierte Energiespeicheranlage und die größte Lithium-Ionen-Anlage der Welt. Die Hauptanbieter waren AES, Greensmith Energy, Alta Gas, Tesla, Powin Energy, GE und Western Grid Development. Teil der neuen Speichereinrichtung von Aliso Canyon ist die 20 MW/80 MWh Mira-Loma-Batterieanlage, die von Tesla in nur drei Monaten installiert wurde. Die Anlage besteht aus zwei 10 MW-Systemen, die fast 200 Tesla Powerpacks sowie 24 Wechselrichter beinhalten.<sup>332</sup>

<sup>331</sup> Vgl. California Energy Storage Alliance (2017): [California Energy Storage Market Update](#), abgerufen am 01.08.2017

<sup>332</sup> Vgl. Energy Storage News (2017): [Blackouts & batteries: How California pulled off the world's fastest grid-scale battery procurement](#), abgerufen am 04.08.2017

GE (General Electric) hatte nach der Erdgasverknappung zwei Anlagen für SCE entwickelt, die Batteriespeicher mit Erdgasturbinen integrieren. Diese hybridelektrischen Gasturbinen (Hybrid Electric Gas Turbines) kombinieren 10 MW/4 MWh Lithium-Ionen-Batterien mit 50 MW Spitzenlastkraftwerken. GE geht davon aus, dass dieses neue Hybridsystem die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 60% reduzieren kann. GE arbeitet weiter an der Entwicklung von Hybridanlagen und präsentierte im Juni 2017 ein Batterie- und Kontrollsystem, das mit allen GE Dampf- und Gasturbinen integrierbar ist und bald auch zusammen mit Solar-, Wind- und Wasserkraftwerken kompatibel sein soll. Da GE-Anlagen in diesem Segment ein Drittel der globalen Leistung ausmachen, haben die für den Aliso Canyon-Vorfall entwickelten Lösungsansätze auch weiterreichende globale Auswirkungen.<sup>333</sup>

San Diego Gas and Electric (SDG&E) nahm in 2017 gemeinsam mit AES Energy Storage das größte Lithium-Ionen-Speicherprojekt der Welt in Betrieb. Hierbei handelt es sich um eine Speicheranlage mit 400.000 Lithium-Ionen-Batterien, welche den Batterien in Elektrofahrzeugen stark ähneln und in 24 Containern zusammengefasst sind. Die 30 MW/120 MWh-Speicheranlage in der südkalifornischen Stadt Escondido kann somit vier Stunden lang 20.000 Kunden mit Strom versorgen. Das Projekt zeigt zum einen die schnelle Reaktionsfähigkeit von SDG&E, Großspeicherprojekte zu realisieren und zum anderen die Ambition, erneuerbare Energien effizienter nutzbar zu machen.<sup>334</sup> SDG&E hat im April 2017 fünf weitere Lithium-Ionen-Projekte mit einer Gesamtleistung von über 80 MW angekündigt. Diese sollen zwischen 2019 und 2021 in Betrieb genommen werden. Damit nimmt SDG&E eine Vorreiterrolle im kalifornischen Speichermarkt ein und könnte mit den zu installierenden Speicherressourcen in 2020 45% erneuerbare Energien ins Netz integrieren und somit Abregelungen von Solarenergie im SDG&E-Servicegebiet weitgehend vermeiden.<sup>335</sup>

Die oben aufgezeigten Beispiele zeigen die schnelle Umsetzung des kalifornischen Speichermandats. Laut Speicherexpertin Laura Gray wurden die in 2016 verabschiedeten Beschaffungsquoten von 1,3 GW bereits zur Hälfte erfüllt.<sup>336</sup> Laura Gray sieht weitergehend das Speichermandat als wichtigste Rahmenbedingung zur Installation von Großspeichern in Kalifornien an.<sup>337</sup> Wie in Abbildung 56 zu sehen ist, haben die privaten Energieversorger Southern California Edison (SCE), San Diego Gas & Electric (SDG&E) sowie Pacific Gas & Electric (PG&E) bis zum jetzigen Zeitpunkt (Juli 2017) bereits eine Speicherkapazität von 749 MW installiert.

---

<sup>333</sup> Vgl. GTM (2017): [GE Can Now Put Battery Storage on Any of Its Power Plants](#), abgerufen am 01.08.2017

<sup>334</sup> Vgl. Utility Dive (2017): [SDG&E, AES bring world's largest lithium ion battery storage online in California](#), abgerufen am 14.08.2017

<sup>335</sup> Vgl. PV Magazine (2017): [SDG&E signs contracts for 83.5 MW more battery storage](#), abgerufen am 14.08.2017

<sup>336</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

<sup>337</sup> Vgl. Interview mit Laura Gray, CALSEIA am 16.06.2017

**Abbildung 56: Überblick des Ausbaus von Großspeicherkapazitäten in Kalifornien**

Use case category, by utility	Procured thru 2015 (MW)	Procured in 2016 (MW)*	TOTAL Procured to date (MW)	Proposed 2016 ES RFO
<b>Southern California Edison</b>				
Transmission	100.0	75.0	175.0	
Distribution	32.3	60.0	92.3	20.0
Customer	225.4	45.0	270.4	
<b>Subtotal SCE</b>	<b>357.7</b>	<b>180.0</b>	<b>537.7</b>	<b>20.0</b>
<b>Pacific Gas &amp; Electric</b>				
Transmission	60.0	0.0	60.0	115.3
Distribution	16.5	0.0	16.5	
Customer	18.2	0.0	18.2	0.0
<b>Subtotal PG&amp;E</b>	<b>94.7</b>	<b>0.0</b>	<b>94.7</b>	<b>115.3</b>
<b>San Diego Gas &amp; Electric</b>				
Transmission	60.0	37.5	97.5	
Distribution	6.1	0.0	6.1	144.0
Customer	12.9	0.0	12.9	
<b>Subtotal SDG&amp;E</b>	<b>79.1</b>	<b>37.5</b>	<b>116.6</b>	<b>144.0</b>
<b>Total – all 3 Utilities</b>	<b>531.5</b>	<b>217.5</b>	<b>749</b>	

Quelle: Vgl. CESA (2017): [California Energy Storage Market Update](#), abgerufen am 01.08.2017

#### 4.3.3.2. Kleinspeicher

Auch im Kleinspeichermarkt konnte Kalifornien seine Vorreiterrolle weiter ausbauen.

##### Kleinspeichieranlagen im Industrie- und Gewerbesektor

Der kalifornische Kleinspeichermarkt im Gewerbesektor war in 2016 24 Mal so groß wie der nächstgrößte Markt in New Jersey und konnte im Vergleich zu 2015 einen Zubau um 18% verzeichnen.<sup>338</sup> Die zurzeit installierte Speicherleistung im industriellen Sektor liegt bei ca. 70 MW.<sup>339</sup> Speichieranlagen helfen Unternehmen, die Stromqualität und Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Besonders wichtig im Staat Kalifornien, in dem sehr hohe Demand Charges (Leistungsentgelte) anfallen, ist das Management von Spitzenlasten und atypischer Netznutzung. Stromspeicher können Unternehmen grundsätzlich dabei helfen, Netzentgelte zu senken (siehe Kapitel 3.5.2.). Die Reduzierung der Leistungspreise ist in Kalifornien ein wichtiger ökonomischer Anreiz zur Integration von Energiespeichern. Dabei werden hauptsächlich Lithium-Ionen-Batterien eingesetzt. Das Ziel besteht darin, geeignete Lastprofile mit Hilfe von Speichersystemen zu generieren, um die hohen Kosten der Leistungspreise im gewerblichen, industriellen und öffentlichen Sektor zu umgehen. In Kalifornien macht der Leistungspreis durchschnittlich etwa 50% an den gesamten Stromkosten aus. Es wird erwartet, dass die kalifornischen Versorgungsunternehmen die Leistungspreise zukünftig weiter erhöhen werden. Um sich gegen dieses Risiko abzusichern, werden Investitionen in Energiespeicher in Kalifornien immer attraktiver. GreenCharge und Stem bieten dabei individuelle Komplettlösungen und Finanzierungsmöglichkeiten an.<sup>340</sup> Mit der Installation der Speicher gehen dann auch weitere Vorteile wie z.B. mögliche Integration erneuerbarer Energien und Versorgungssicherheit einher.

<sup>338</sup> Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q1 2017 Executive Summary

<sup>339</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

<sup>340</sup> Vgl. EcoMotion (2016): [Energy Storage](#), abgerufen am 14.08.2017

Beispielsweise hat sich die im Silicon Valley befindende Schule Mountain View Los Altos High School Batteriespeicher in Kooperation mit GreenCharge installiert. Mit einer Speicherkapazität von 1,08 MWh wird erwartet, dass sich die Leistungspreise um 86.000 USD pro Jahr reduzieren werden, was Gesamtersparnissen von etwa 1 Mio. USD über den gesamten Batterie-Lebenszyklus entsprechen könnte.<sup>341</sup> Vor allem in heißen gebieten von Kalifornien, wo Klimaanlage fast täglich eingesetzt werden, bieten sich thermische Speicher an, wie z.B. Eisspeicher zur Kühlung von gewerblichen Gebäuden. Hierzu gibt es mehr Informationen im Exkurs: Thermische Energiespeicherung und Eisspeicher.

### **Exkurs: Thermische Energiespeicherung und Eisspeicher**

Die Installation von thermischen Energiespeichern ist in den letzten Jahren in Kalifornien stark gestiegen. Die drei privaten Versorgungsunternehmen SCE, PG&E und SDG&E, die bis 2020 das 1,3 GW Speichermanat erfüllen müssen, haben jeweils individuelle Permanent Load Shift (PLS)-Programme eingeführt. In diesen Programmen geht es darum, den Stromverbrauch von Spitzen- auf Niedriglastzeiten zu verschieben. Zusätzlich wurde ein PLS – Thermal Energy Storage-Programm eingeführt, welches Förderungen für Eis- und Kältespeicher in den jeweiligen Servicegebieten zur Verfügung stellt.

Eisspeicher können insbesondere für Bürogebäude und Gebäude im Einzelhandel sehr attraktiv sein, da häufig zwischen 12 Uhr und 18 Uhr ein sehr hoher Stromverbrauch durch Klimatisierung entsteht. In Bürogebäuden liegt der Anteil des Stromverbrauchs für die Klimatisierung zwischen 40% und 50%; im Einzelhandel liegt dieser Anteil bei etwa 30%.<sup>1</sup> Der Einsatz von Eisspeichern im privaten und gewerblichen Segment kann ein wichtiger Baustein sein, die Ausprägungen der Enten-Kurve abzuschwächen.<sup>2</sup>

In Kalifornien sind momentan 78 thermische Großspeicherprojekte mit einer Gesamtleistung von 220 MW gelistet; davon sind derzeit 74 Projekte mit 178 MW an Leistung in Betrieb. Von den insgesamt 78 gelisteten Speicherprojekten stellt der Großteil (72 Projekte) Eisspeicher dar, die hauptsächlich in den wärmeren Klimazonen Kaliforniens installiert sind.<sup>3</sup> Das Lawrence Berkeley National Laboratory sieht die Installation von Eisspeichern als wichtige Speichertechnologie in Kalifornien an. Die Profitabilität der Eisspeicher sei jedoch sehr projektspezifisch und hängt von den folgenden vier Faktoren ab: 1.) Gestaltung der flexiblen Stromtarife (Time-of-Use Rates) der privaten Versorgungsunternehmen, 2.) Stromverbrauch im Gebäude selbst (z.B. Verhältnis zwischen Spitzen- und Niedriglasten), 3.) klimatische Bedingungen und 4.) Anpassung des Klimatisierungssystems im Gebäude sowie vorhandener Platz zur Installation der Eisspeicher.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Lawrence Berkeley National Laboratory (2015): [Control of Thermal Energy Storage in Commercial Buildings for California Utility Tariffs and Demand Response](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>2</sup> Vgl. GTM (2014): [California's Fowl Problem: 10 Ways to Address the Renewable Duck Curve](#), abgerufen am 31.07.2017

<sup>3</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 31.07.2017

<sup>4</sup> Vgl. Lawrence Berkeley National Laboratory (2015): [Control of Thermal Energy Storage in Commercial Buildings for California Utility Tariffs and Demand Response](#), abgerufen am 13.07.2017

### **Kleinspeichieranlagen für Privathaushalte**

Auch wenn der Speichermarkt für Privathaushalte auch langsam in anderen Staaten Fahrt aufnimmt, so sind Arizona, Hawaii und allen voran Kalifornien immer noch die führenden Märkte in diesem Segment. Industrieexperten schätzen, dass zurzeit ungefähr 1,2 MW an Speicherleistung in kalifornischen Privathaushalten installiert sind.<sup>342</sup> Zusammen mit Hawaii verfügt Kalifornien damit über mehr als die Hälfte der in US-Haushalten installierten Speicherleistung. Dies liegt vor allem an einem fortgeschrittenen Solarmarkt für Privathaushalte, begünstigenden politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie

<sup>341</sup> Vgl. GreenCharge (2016): [District gets A+ in energy thrift and \\$ 86.000 in annual savings](#), abgerufen am 14.08.2017

<sup>342</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

einer stetig wachsenden Anzahl an Elektrofahrzeugen. Zum letzten Punkt lassen sich im Exkurs: Elektrofahrzeuge und Energiespeicher in Kalifornien mehr Informationen finden.

### **Exkurs: Elektrofahrzeuge und Energiespeicher in Kalifornien**

Da der Transportsektor den größten Anteil (knapp 40%) an Treibhausgasemissionen in Kalifornien ausmacht, ist es für Kalifornien wichtig, den Einsatz von emissionsfreien Fahrzeugen (Zero Emission Vehicles, ZEVs)<sup>1</sup> auszubauen, wenn es seine ambitionierten Klimaziele verwirklichen möchte. Bereits im Jahr 2014 wurde mit der Executive Order B-16-2012 das Ziel gesteckt, 1,5 Mio. ZEVs bis 2025 in Kalifornien zu verkaufen. Zum einen erfordert dieses Ziel den Ausbau einer geeigneten Lade-Infrastruktur und zum anderen entstehen dadurch neue Herausforderungen für den kalifornischen Energiemarkt. Aktuell (Stand Mai 2017) wurden etwa 300.000 ZEVs in Kalifornien verkauft. Mit einem fortschrittlichen ZEV-Markt (besonders im Bereich der Elektrofahrzeuge) werden auch Innovationen im Batteriemarkt vorangetrieben (mobil sowie stationär), die vor allem die Produktion von Batterien durch Skalierungseffekte effizienter gestalten.<sup>2</sup>

Batterien in Elektrofahrzeugen verlieren durch das ständige Laden nach einigen Jahren an Ladekapazität. Grundsätzlich gilt, dass, wenn die Ladekapazität um 20% abnimmt, die Batterie ausgetauscht werden muss. Allerdings könnten diese Batterien weiterhin zur Stromspeicherung eingesetzt werden. Dadurch würden sich die Anschaffungskosten reduzieren, was zu einer zunehmenden Integration von stationären Speichern führen könnte. Derzeit gibt es z.B. in Südkalifornien ein Testprojekt zu erweiterten Anwendungsmöglichkeiten („Second Life“) von Batterien, an dem BMW, die Universität UC San Diego und das U.S. Department of Energy beteiligt sind.<sup>3</sup>

Die Integration dezentraler Energieressourcen im Zusammenhang mit ZEVs hat darüber hinaus einen großen Einfluss auf viele Prozesse der Stromversorgung. Wenn die Lade-Infrastruktur mit erneuerbaren Energiequellen verknüpft und ins Stromnetz integriert wird, so müssen vermehrt Energiespeicher und Demand Response-Mechanismen eingesetzt werden, um die Netzstabilität sicherzustellen. Elektrofahrzeuge selbst könnten als Flexibilitätsressource im Netz oder sogenannte Demand Response-Quelle eingesetzt werden, indem die Fahrzeuge bei Strom-Überproduktion geladen werden. Demgegenüber steht allerdings der zusätzliche Strombedarf für Elektroautos. Der Strombedarf von Elektroautos hat in 2015 0,3% zur Nachmittagsspitze (Afternoon Ramp) der kalifornischen Enten-Kurve beigetragen; in 2020 könnte dieser Anteil bei 1,6% liegen. Der Einfluss hängt allerdings vom Ladeverhalten der Verbraucher ab und könnte sogar noch höher (bis zu 5%) sein und damit die Ausprägungen der Enten-Kurven-Problematik verstärken. Dies erfordert dann wiederum den Einsatz von Energiespeichern in Privathaushalten oder bei Unternehmen um Elektrofahrzeuge zu laden und so zur Lastenverlagerung beizutragen.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ZEVs umfassen mit Batterie betriebene Elektrofahrzeuge, Plug-in Hybridfahrzeuge und Brennstofffahrzeuge.

<sup>2</sup> Vgl. California Energy Commission (2017): [Zero-Emission Vehicles and Infrastructure](#), abgerufen am 27.07.2017

<sup>3</sup> Vgl. California Energy Commission (2017): [New Life for Electric Vehicle Batteries](#), abgerufen am 27.07.2017

<sup>4</sup> Vgl. GTM (2016): [How Electric Vehicles are Becoming a Tool for Grid Stability](#), abgerufen am 27.07.2017

Ein weiterer wichtiger Faktor, der die Installation von Systemen im Kleinspeichersegment weiter vorantreiben wird, ist das Self-Generation Incentive Program (SGIP) (siehe Kapitel 4.3.1), welches Anreize zur Eigenerzeugung und Speicherung von Solarstrom setzt.<sup>343</sup> Zur Förderung von Energiespeichern bei Endkunden stehen über 440 Mio. USD zur Verfügung. Wird dieses Budget bis Ende 2019 voll ausgeschöpft, so wird dies nach Experteneinschätzungen zu einer neu installierten Speicherleistung von einem GW in Kalifornien führen.<sup>344</sup> Hinzu kommt die Verpflichtung der privaten Versorgungsunternehmen, sodass bis

<sup>343</sup> Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q1 2017 Executive Summary

<sup>344</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

Ende 2017 Investitionspläne vorgestellt werden sollen, die es ermöglichen, 500 MW Speicherleistung im Verteilnetz und beim Endkunden zu installieren.<sup>345</sup>

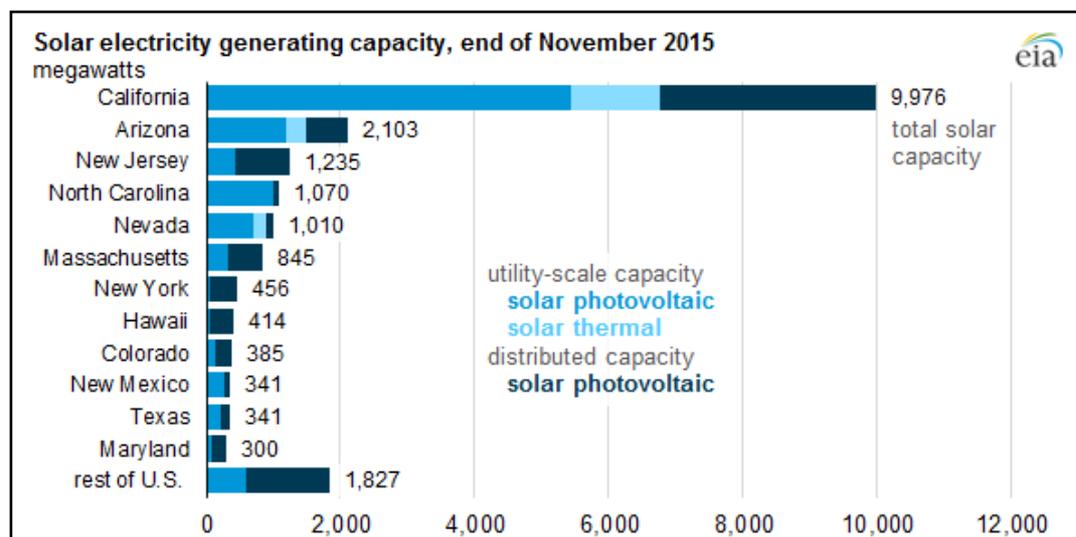
Als eine der wichtigsten Voraussetzungen, dass Kalifornien seine Marktführerrolle im Kleinspeichermarkt weiter ausbauen kann, sehen Experten die angekündigten Änderungen beim Net-Metering und die für 2019 angekündigten zeitvariablen Tarife (Time-of-Use Rates).<sup>346</sup>

### Solargekoppelte Kleinspeicher

Im Kleinspeichermarkt, vor allem im Privatkunden-Segment, lässt sich ein eindeutiger Trend weg von reinen Solar- oder Speicheranbietern und hin zu Energiesystemanbietern erkennen. In den vergangenen zwei Jahren sind dabei eine Reihe von Unternehmen mit Blick auf den Solar- und Speichermarkt Kooperationen eingegangen. Dabei geht es um die Verbesserung der Aussichten auf dem Markt, die Ausweitung der Geschäftsmodelle und die Entwicklung integrierter Dienstleistungen.

Solar-plus-Speicherlösungen werden in Kalifornien zunehmend attraktiver, da die Einspeisevergütungen von Solarstrom allein immer weniger finanzielle Anreize bieten. Die Unsicherheit über die Vergütung von Solarstrom kann mit der Integration eines Speichers abgesichert werden. Wie schon in Kapitel 3.5 erklärt, gehören zu den Erstnutzern (Early Adopters) für Speicheranlagen in Privathaushalten hauptsächlich Kunden, die bereits Solarstrom beziehen. Sie nutzen Kleinspeicher in Kombination mit PV-Anlagen als Notfall- und Backup-Lösung oder um den Produktionsüberschuss an Solarenergie für den späteren Verbrauch am Abend oder in der Nacht zu speichern und damit die Stromkosten senken zu können. Die Einführung von zeitflexiblen Tarifen in 2019 wird zusätzliche Anreize geben, Stromspeicher zusammen mit einer Solaranlage zu installieren. Wie in Abbildung 57 deutlich wird, befinden sich in Kalifornien über 50% der installierten PV-Leistung der USA. Die Solarsysteme bei kalifornischen Haushalten erzeugen ungefähr 4% des jährlichen Stromverbrauchs, was ca. 5 GW entspricht.

Abbildung 57: US-Solarstromleistung (Stand November 2017)



Quelle: Vgl. EIA (2016): [California has nearly half of the nation's solar electricity generating capacity](#), abgerufen am 03.08.2017

Solar- und Energiespeicherunternehmen fusionieren vermehrt, um ein vorteilhaftes Angebot für Endkunden zu schaffen und Synergieeffekte zwischen den Unternehmen auszunutzen. Da das Marktpotenzial der Early Adopters im Solarbereich bereits zu großen Teilen abgeschöpft ist, versuchen Solarunternehmen ihren Kunden neuartige Vorteile zu bieten, um den Kauf einer Solaranlage weiterhin

<sup>345</sup> Vgl. California Legislative Information (2016): [AB 2869](#), abgerufen am 17.07.2017

<sup>346</sup> Vgl. GTM (2017): U.S. Energy Storage Monitor: Q1 2017 Executive Summary

attraktiv zu gestalten.<sup>347</sup> Dies kann mit dem zusätzlichen Angebot einer Speicheranlage realisiert werden.<sup>348</sup> Vor allem mit Hinblick auf die hohen Customer Acquisition Costs (Kundengewinnungskosten), um neue Solar- und Speicherkunden zu gewinnen, ist die Kooperation zwischen Solar- und Speicherunternehmen von großer Bedeutung. Solarunternehmen können Energiespeicher als Retrofit-Lösung für bestehende Kunden oder als Solar-plus-Speicherlösungen für neue Kunden als „Upgrade“ anbieten. Beides sind strategische Wege, um die Customer Acquisition Costs zwischen Speicher- und Solarfirma zu teilen und Umsätze zu steigern.<sup>349</sup>

**Abbildung 58: Preisvergleich zwischen PV und PV-plus Speicherinstallation**

System Design	Price (2016 U.S. dollars)	
	DC-Coupled	AC-Coupled
PV only (5.6 kW)	\$15,581	
New PV-plus-storage, small-battery (3-kW/6-kWh) case	\$27,703	\$29,568
Retrofit PV-plus-storage, small-battery (3-kW/6-kWh) case	—	\$32,786
New PV-plus-storage, large-battery (5-kW/20-kWh) case	\$45,237	\$47,171

For new systems, the storage and PV components are installed simultaneously. For retrofit systems, the storage is added later to an existing PV array.

Vgl. NREL (2016): [Installed Cost Benchmarks and Deployment Barriers for Residential Solar Photovoltaics with Energy Storage](#), abgerufen am 14.08.2017

Obwohl zu erwarten ist, dass alle anderen Systemkosten in der Speicherindustrie sinken werden, stellen die Customer Acquisition Costs, welche Teil der sogenannten Soft Costs sind, eine besonders große Herausforderung dar. Nach Hochrechnungen des National Renewable Energy Laboratory (NREL) machen die Customer Acquisition Costs für solargekoppelte Kleinspeicher etwa 12%-13% an den Gesamtkosten aus.<sup>350</sup> Für Endkunden ist oft der Nutzen von Energiespeichern nicht direkt ersichtlich. Zudem agieren auf dem kalifornischen Speichermarkt viele Wettbewerber, was den Markt aus Kundensicht relativ unübersichtlich macht. Vor dem Kauf versuchen Kunden, verschiedene Speicherlösungen miteinander zu vergleichen, wobei sie viele Informationen von den Unternehmen einfordern. Unternehmen sollten dementsprechend eine angemessene Sales-Strategie wählen, welche den Nutzen von Energiespeichern, an die Zielgruppe angepasst, möglichst einfach und verständlich darlegt.

Strategische Kooperationen und Fusionen zwischen Speicher- und Solarunternehmen konnten demnach immer häufiger beobachtet werden. Die drei bedeutendsten Kooperationen im Markt sind: SunRun und LG Chem,<sup>351</sup> Mercedes-Benz Energy und Vivint sowie Tesla und SolarCity.<sup>352</sup> Die Fusion von Tesla und SolarCity ist das wohl bekannteste Beispiel und wird im nachfolgenden Exkurs vorgestellt. Das Unternehmen, das zunächst nur auf den Elektrofahrzeugmarkt aktiv war, ist nun mit Skaleneffekten in der Batterieproduktion sowie mit der vollzogenen SolarCity-Fusion einer der wichtigsten Akteure im Kleinspeichermarkt.

<sup>347</sup> Vgl. GTM (2017): [Costs to Acquire US Residential Solar Customers are High and Rising](#), abgerufen am 25.07.2017

<sup>348</sup> Vgl. GTM (2017): [Here's Every Company that Entered the US Energy Storage Game in 2016](#), abgerufen am 25.07.2017

<sup>349</sup> Vgl. Solar Professional (2016): [Residential Energy Storage Economics](#), abgerufen am 14.08.2017

<sup>350</sup> Vgl. NREL (2016): [Installed Cost Benchmarks and Deployment Barriers for Residential Solar Photovoltaics with Energy Storage](#), abgerufen am 14.08.2017

<sup>351</sup> Vgl. GTM (2017): [Sunrun's Evolution From Home Solar Installer to Comprehensive Energy Solution Provider](#), abgerufen am 25.07.2017

<sup>352</sup> Vgl. GTM (2017): [Vivint Partners With Mercedes-Benz To Sell Storage Alongside Solar](#), abgerufen am 25.07.2017

### **Exkurs: Solar-plus-Speicher im Rahmen der Tesla-SolarCity-Fusion**

Ende vergangenen Jahres übernahm Tesla das Unternehmen SolarCity für 2,6 Mrd. USD. Beide Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Kalifornien. SolarCity hatte sich zuvor von einem Installateur zu einem vertikal integrierten Hersteller, Projektentwickler, Installateur und Finanzierer von PV-Modulen entwickelt. Mit dieser Übernahme verfolgt der Auto- und Batteriesystemhersteller Tesla das strategische Ziel, sich zu einem vollintegrierten, nachhaltigen Energiekonzern mit Stromerzeugung, Stromspeicherung und Transport durch Elektrofahrzeuge weiterzuentwickeln. Tesla will insbesondere im Endkundensegment mit der Powerwall 2.0 (Lithium-Ionen-Batteriespeicher) und Solarpanels bzw. Solardachziegeln eine integrierte Lösung für Hausbesitzer anbieten. Damit soll Endkunden ein einfacher Weg angeboten werden, auf regenerative Energien umzusteigen. Tesla erhofft sich Ersparnisse im Vertrieb, Marketing und Personal. Durch die Fusion sollen für beide Partner die Grenzkosten zur Kundenakquise gesenkt werden. Zusätzlich ermöglicht es SolarCity in der Partnerschaft mit Tesla, den Verkauf von Solar-plus-Speicherlösungen voranzutreiben, anstatt nur das bisherige Leasing-Konzept für Kunden zur Verfügung zu stellen.<sup>1</sup>

Die Übernahme von SolarCity ging auch mit dem Bau der Gigafactory 1 in der Wüste Nevadas einher. Dort produziert Tesla mit dem Kooperationspartner Panasonic Lithium-Ionen-Batterien für Elektroautos und Kleinstromspeicher. Durch Skaleneffekte und effiziente Produktionsprozesse sollten dabei die Produktionskosten für Lithium-Ionen-Batterien um etwa 30% gesenkt und eine jährliche Speicherkapazität von 35 GWh bereitgestellt werden. In 2018 soll die Gigafactory 1 die endgültige Kapazität erreichen und damit jährlich mehr Lithium-Ionen-Batterien produzieren, als insgesamt 2013 auf dem Markt waren.<sup>2</sup> Die Fusion ermöglicht außerdem die Kooperation mit Panasonic zur Solarmodulherstellung in der SolarCity-Anlage in Buffalo, New York.<sup>3</sup>

Als Benchmark liegt der Preis für die 13,5 kWh Tesla Powerwall 2.0 mit integriertem Inverter bei 5.500 USD. Die zuzüglichen Installationskosten liegen zwischen 800 und 2.000 USD. Teilweise können ebenfalls Kosten für elektrisches Aufrüsten beim Endkunden hinzukommen. Ein Solarsystem im Privatbereich kostet durchschnittlich zwischen 8.500 und 16.500 USD, abhängig von Leistung, Art und Ausprägung der Technologie sowie dem Standort der Installation.<sup>1</sup> Nach Angaben von Tesla werden die Kosten der neuen Solar-Dachziegel („Solar Roof“) bei 21,85 USD/Quadratfuß liegen; dies entspricht etwa 223 USD/Quadratmeter.<sup>1</sup> Ob die Solar-plus-Speichersysteme dann letztendlich für die Endkunden wirtschaftlich sind, hängt dann wiederum von der Tarifstruktur der Stromversorger ab.<sup>4</sup>

Inwieweit sich der Kauf von SolarCity für Tesla langfristig auszahlen wird, ist bei Experten umstritten und bleibt abzuwarten.

<sup>1</sup> Vgl. GTM (2017): [Costs to Acquire US Residential Solar Customers are High and Rising](#), abgerufen am 25.07.2017

<sup>2</sup> Vgl. Tesla (2017): [Tesla Gigafactory](#), abgerufen am 25.07.2017

<sup>3</sup> Vgl. The Buffalo News (2017): [As Tesla's focus shifts, so do plans for Buffalo solar factory](#), abgerufen am 25.07.2017

<sup>4</sup> Vgl. Business Insider (2017): [Tesla just upened up orders for its Solar Roof](#), abgerufen am 25.07.2017

## **Energiespeicher und dezentrale Energieerzeugung**

Als Reaktion auf politische Maßnahmen und sich wandelnder Kundenwünsche wird davon ausgegangen, dass der Umfang von dezentralen Energieressourcen (Distributed Energy Resources, DERs) zusammen mit stationären und mobilen Energiespeichern in Kalifornien zunehmen wird. Eines der vielen Szenarien, wie sich der DER-Markt entwickeln könnte, lässt sich im SCE Distribution Resource Plan von 2015 finden. In Abbildung 59 sind die SCE-Berechnungen für drei verschiedene Installationsszenarien bis 2025 zu sehen.

Szenario 1 und 2 gehen von einem Ausbau der Speicherleistung aus, der den Mindestzielen entspricht. Szenario 3 geht von der Installation einer Speicherleistung aus, die über die Pflichtquoten hinausgeht.<sup>353</sup>

**Abbildung 59: Umfang der bis 2025 installierten DERs**

DER Type	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Base Load	60,109 MW	60,109 MW	60,109 MW
Solar PV (nameplate AC)	4,812 MW	5,498 MW	13,792 MW
AAEE (annual)	22,565 GWh	36,068 GWh	36,655 GWh
Demand Response	2,176 MW	3,570 MW	5,100 MW
CHP (annual)	13,877 GWh	21,132 GWh	32,112 GWh
EV (annual)	4,877 GWh	7,026 GWh	7,026 GWh
Storage – Distribution-Connected and Customer-Sited	654 MW	654 MW	1,543 MW
Storage – Transmission-Connected	700 MW	700 MW	1,651 MW

Quelle: Vgl. SCE (2015): [Application for Southern California Edison Company \(U 338-E\) for Approval of its Distribution Resources Plan](#), abgerufen am 14.08.2017

SCE initiierte das Preferred Resources Project, um zu testen, ob DERs genauso zuverlässig Strom liefern können wie herkömmliche Kraftwerke. Im Rahmen des Programms hat SCE verschiedene Batterieprojekte mit einer Leistung zwischen jeweils 5 und 40 MW unter Vertrag genommen (siehe Kapitel 4.3.1).<sup>354</sup>

**Abbildung 60: Batteriespeicherausbau im Rahmen des SCE Preferred Resource Pilots**

Developer	Technology	MW	Est. Delivery Date/Term
Adv. Microgrid Solutions	Battery + Conserv. (DR)	40	Jan 2019-20, 15 yr
Convergent Energy & Power	Battery	35	Dec 2019, 20 yr
Hecate Energy	Battery	15	Jan 2020, 10 yr
NextEra Energy	Battery	10	Jan 2020, 15 yr
NextEra Energy	Battery + Conserv. (DR)	10	Jun 2018-19, 15 yr
NRG	Battery + PV	10	Apr – Aug 2019, 15 yr
Swell	Battery (DR)	5	Jun 2019, 15 yr
<b>Total</b>		<b>125</b>	

Quelle: Vgl. CESA (2017): [California Energy Storage Market Update](#), abgerufen am 01.08.2017

### 4.3.3. Wettbewerbssituation und Marktchancen

Viele der Vorreiterunternehmen im Energiespeicherbereich haben ihren Hauptsitz in Kalifornien mit einer Konzentration in Silicon Valley und der San Francisco Bay Area. Stem, Green Charge Networks und Sunverge, die von Navigant als Vorreiter im Kleinspeichermarkt angesehen werden, haben alle ihren

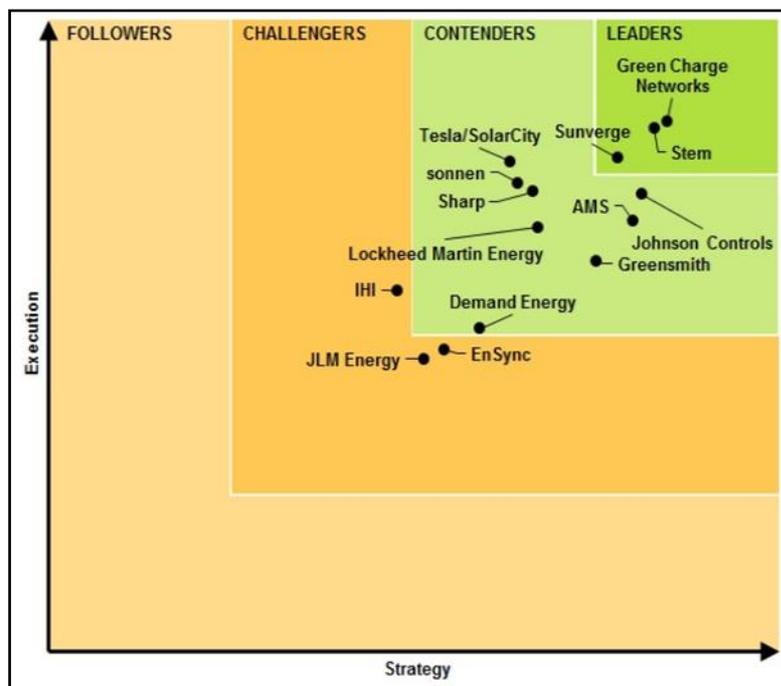
<sup>353</sup> Vgl. Electric Power Research Institute (2016): [Energy Storage Valuation in California: Policy, Planning and Market Information Relevant to the StorageVET™ Model](#), abgerufen am 18.07.2017

<sup>354</sup> Vgl. GTM (2017): [SoCal Edison's Grid Edge Experiment Contracts for 127 MW of Batteries and Demand Response](#), abgerufen am 18.07.2017

Hauptsitz in der Bay Area (siehe Abbildung 62). Andere Wettbewerber wie das Tesla-SolarCity-Gespann befinden sich ebenfalls dort.

Relevante Energiespeicherfirmen, die den kalifornischen Markt maßgeblich beeinflussen und den Innovations- und Erneuerungsdruck im Markt zunehmend erhöhen, werden mit Kurzbeschreibungen im Verzeichnis der Marktakteure in Kapitel 7 vorgestellt.

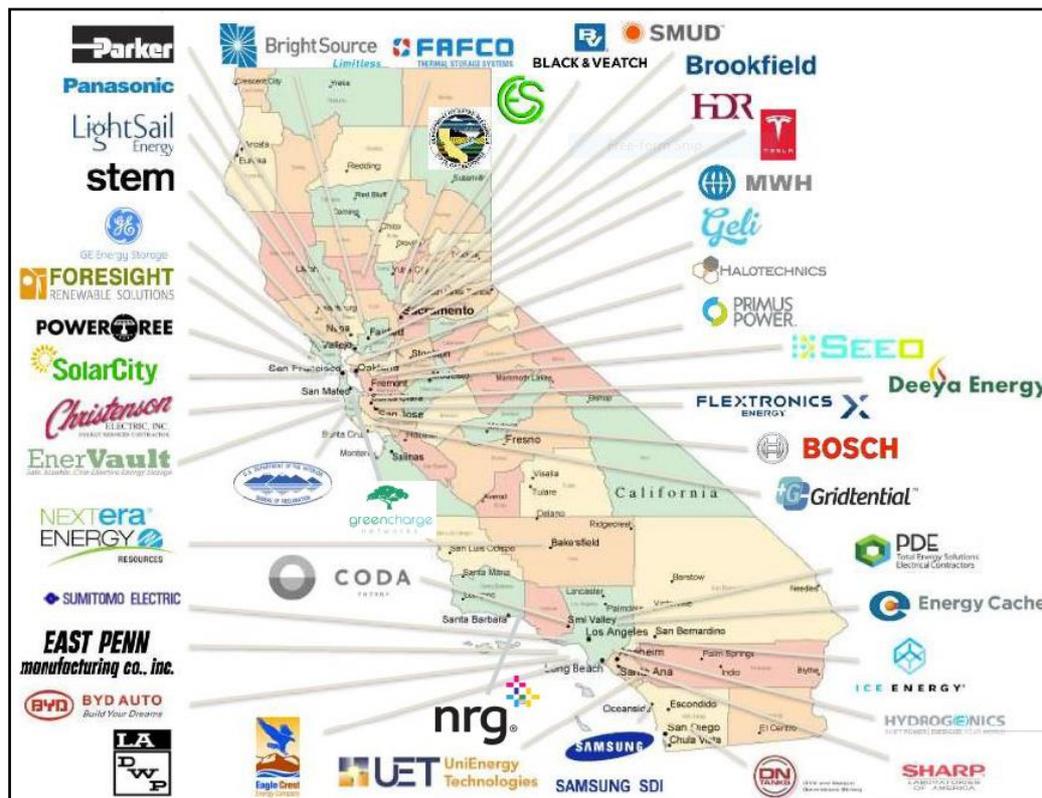
**Abbildung 61: Kategorisierung von Speicherfirmen nach strategischer Ausrichtung und Ausführung**



Quelle: Vgl. Navigant Research (2017): [Navigant Research Leaderboard Report: Utility-Scale Energy Storage Systems Integrator](#), abgerufen am 14.08.2017

Der ständige Austausch zwischen Forschungseinrichtungen mit Weltruf, wie die Stanford University, University of California Berkeley und das Lawrence National Berkeley Laboratory, alt eingesessenen Technologiefirmen, jungen Start-ups und Wagniskapitalgebern führt zu der Entwicklung ständig neuer Technologieanwendungen und Geschäftsmodellen im Bereich der Energiespeicherung. Auch zahlreiche arrivierte, ausländische Speicherhersteller und Integratoren (wie z.B. Bosch, Siemens, Mercedes, Panasonic) wollen von den einzigartigen Kooperationsmöglichkeiten profitieren und haben Standorte im Silicon Valley eingerichtet. Die untenstehende Abbildung bietet eine geographische Übersicht an Firmen und Organisationen, die in Kalifornien im Energiespeichersektor aktiv sind.

Abbildung 62: Übersicht kalifornischer Firmen und Organisationen im Energiespeicherbereich



Quelle: Vgl. CESA (2017): [California Energy Storage Market Update](#), abgerufen am 01.08.2017

Der kalifornische Markt ist hart umkämpft mit einer großen Anzahl an Anbietern und einem sich rasch wandelnden wirtschaftlichen und rechtlichen Umfeld. Die meisten der jungen Start-ups, vor allem im Kleinspeicherbereich, schreiben (noch) keine schwarzen Zahlen und es bleibt abzuwarten, welche Geschäftsmodelle sich durchsetzen können.

Experten sehen trotzdem großes Potenzial für ausländische Firmen auf dem kalifornischen Speichermarkt, vor allem, wenn es darum geht, neue Technologien und Plattformen z.B. zur Finanzierungsrechnung bereitzustellen, die sich in Deutschland bereits bewährt haben. Im Hinblick auf interessierte deutsche Firmen rät Janice Lin, Mitgründerin und Executive Director der CESA, schnell vor Ort zu sein, da die ersten Beschaffungen schon anstehen. Für deutsche KMUs ergeben sich in Kalifornien gerade im Bereich der Kombination aus dezentralen Erzeugungssystemen wie Solaranlagen und kosteneffektiven Speicherlösungen sowie beim Einsatz von Energiespeichern in Microgrids Geschäftsmöglichkeiten. Allerdings empfiehlt es sich für deutsche Firmen, einen zuverlässigen einheimischen Geschäftspartner zu suchen. Viele US-Hersteller unterhalten enge Beziehungen zu wichtigen Zulieferern und Zwischenhändlern. Daher empfiehlt sich gerade zu Beginn der US-Marktaktivitäten die Zusammenarbeit mit einem lokalen Partner, der über das nötige Branchenfachwissen verfügt und Kontakte zu den Entscheidungsträgern in den US-Unternehmen herstellen kann.

Wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Markteinführung von Energiespeichern sind Branchenkennern zufolge vor allem auch neue Geschäftsmodelle, welche den Mehrfachnutzen von Speichern berücksichtigen.<sup>355</sup> Die genauen Anforderungen an einen Speicher variieren je nach Anwendungsfall. Unterschiedliche Anwendungen von Energiespeichern erfordern jeweils angepasste Speichertechnologien, was bedeutet, dass nicht jeder Speichertyp für jeden Anwendungsfall geeignet ist. Erfolgreiche Demonstrationsprojekte sind ein wichtiges Mittel, um die Funktionsweise von Energiespeichern aufzuzeigen.

<sup>355</sup> Vgl. Energy Storage Europe (2015): [Energy Storage 2015: "Speicher stehen kurz vor dem Durchbruch"](#), abgerufen am 08.10.2015

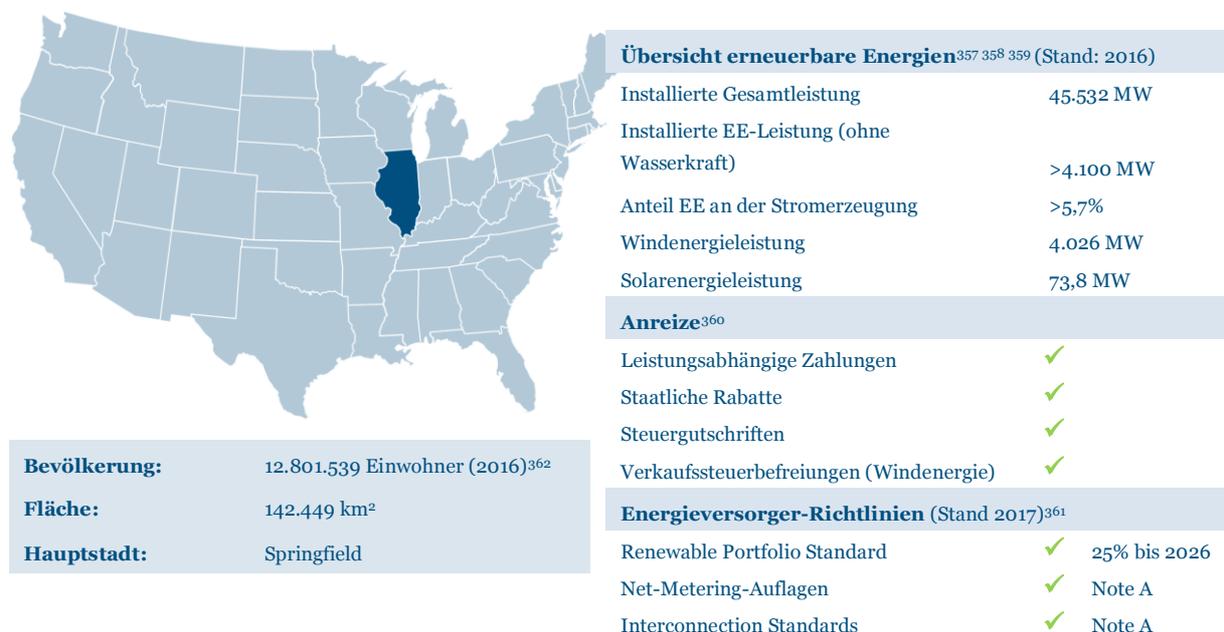
Christoph Ostermann, Ex-Geschäftsführer der Sonnenbatterie GmbH, eines der bekanntesten deutschen Speicherunternehmen auf dem amerikanischen Markt, sprach mit dem Online-Magazin pv-magazine über den US-Markteintritt. Die Firma hatte 2014 einen Standort in Südkalifornien eröffnet. Laut Ostermann liegen die Anfangsinvestitionen für einen Markteintritt bei etwa 3 Mio. Euro und gerade in der Anfangsphase sei mit hohen Investitionskosten zu rechnen. Auch unterscheiden sich laut Ostermann die Anforderungen und Voraussetzungen für Speicher in den USA von denen in Deutschland. So gehe es bei kleinen Systemen stark um Back-up-Versorgung, während es bei großen Speichern hauptsächlich um Peak-Shaving gehe. Wegen des unterschiedlichen Strompreismodells (siehe Demand Charges in Kapitel 3.5.2) lohnen sich im Gegensatz zu Deutschland kommerzielle Speichersysteme in den USA besonders.<sup>356</sup>

---

<sup>356</sup> Vgl. PV Magazine (2015): [Sonnenbatterie erwartet starkes 2. Halbjahr](#), abgerufen am 28.10.2015

## 5. Staatenprofil Illinois

Abbildung 63: Geographische Lage und Kurzüberblick Illinois



Quelle: Eigene Darstellung

### 5.1. Übersicht

Illinois liegt im Mittleren Westen der USA und ist der am dichtesten besiedelte Staat der Region. Im Vergleich mit anderen Bundesstaaten nimmt Illinois den fünften Platz ein in Bevölkerungszahl und Bruttoinlandsprodukt. Aufgrund der zentralen Lage und der guten Anbindung an das Schienen-, Wasser- sowie Luftfahrtnetz spielt Illinois in der US-Wirtschaft eine wichtige Rolle. Der Staat ist ein Verkehrsknotenpunkt für den Transport von Erdöl und Erdgas in Nordamerika.<sup>363</sup> Mit 2,7 Mio. Einwohnern ist Chicago die größte Stadt Illinois und die drittbevölkerungsreichste Stadt der USA. Der Ballungsraum Chicago umfasst fast zehn Mio. Menschen.

### 5.2. Energiemarkt

Illinois ist einer der fünf größten energieverbrauchenden Staaten in den USA. Die Industrie ist der größte Endverbrauchssektor in Illinois, gefolgt vom Wohn- und Transportsektor. Der Energieverbrauch pro Kopf gleicht dem Mittelwert der USA. Er ist fast doppelt so hoch wie in Deutschland.<sup>364</sup>

Atomenergie ist in Illinois die dominierende Energiequelle in der Stromerzeugung. Die sechs Atomkraftwerke in Illinois erzeugen rund die Hälfte des Stroms in Illinois. Damit liegt Illinois bei der vorhandenen Atomleistung auf Platz 1 in den USA. Kohle ist in der Stromerzeugung die zweitgrößte

<sup>357</sup> Vgl. EIA (2017): [Illinois Electricity Profile 2015 \(zuletzt erhältliche Daten\)](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>358</sup> Vgl. AWEA (2017): [State Fact Sheets](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>359</sup> Vgl. SEIA (2017): [Illinois State Solar Facts](#), abgerufen am 13.07.2017

<sup>360</sup> Vgl. DSIRE (2017): [Policies & Incentives by State](#), abgerufen am 14.08.2017

<sup>361</sup> Vgl. DSIRE (2017): [Policies & Incentives by State](#), abgerufen am 14.08.2017

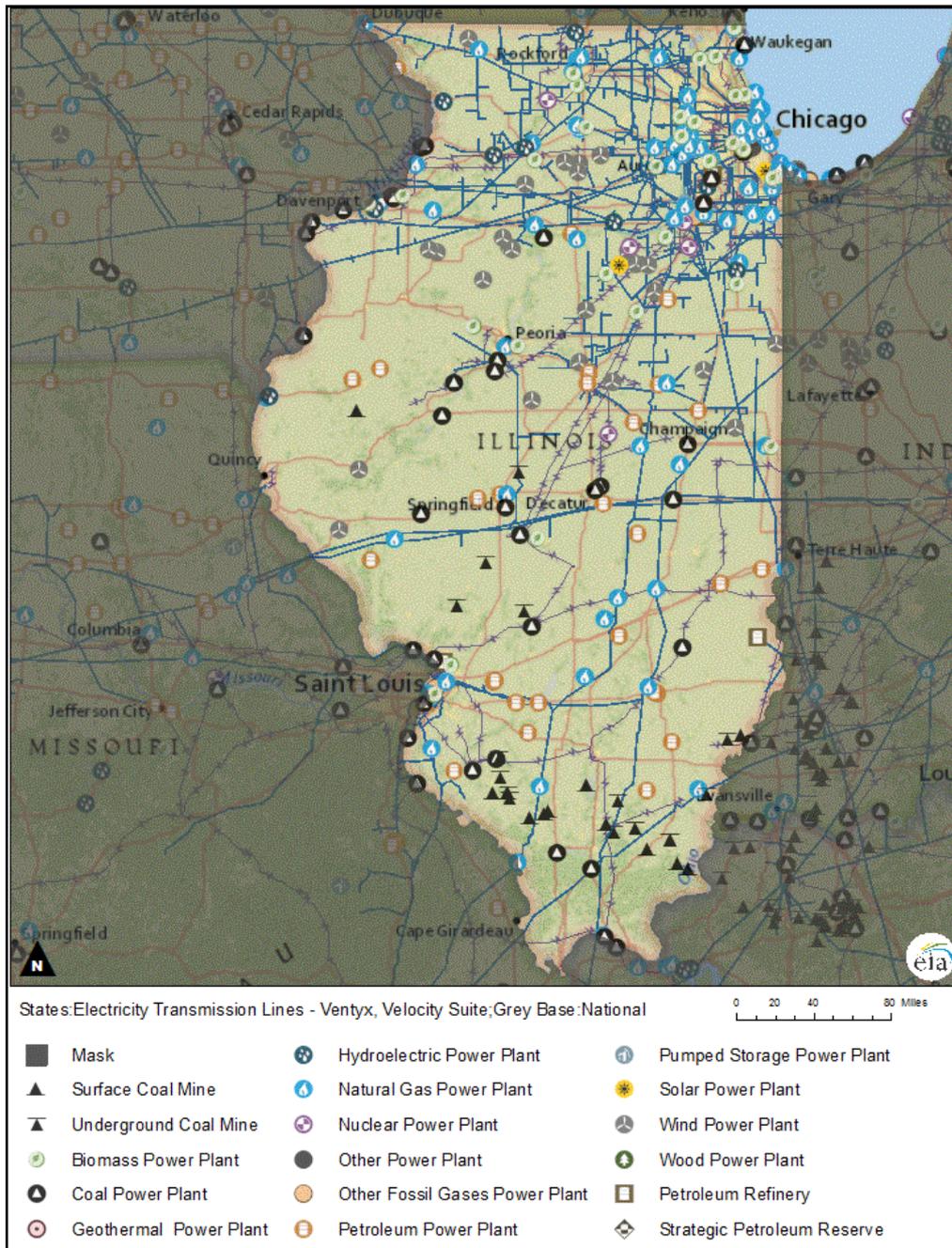
<sup>362</sup> Vgl. US Census Bureau (2016): [State Quick Facts](#), abgerufen am 08.08.2017

<sup>363</sup> Vgl. EIA (2017): [Profile Analysis Illinois \(2017\)](#), abgerufen am 09.08.2017

<sup>364</sup> Vgl. The World Bank (2017): [Energy use](#), abgerufen am 29.06.2017

Energiequelle in Illinois. Erdgas, das noch vor einigen Jahren weniger als 5% zur Stromerzeugung in Illinois beitrug, hat mittlerweile einen Anteil von ca. 10%. Die erneuerbaren Energien haben einen Anteil von 6%, der bis zum Jahr 2030 auf 25% ansteigen soll.<sup>365</sup> Wind ist die primäre erneuerbare Energiequelle. Im Jahr 2016 lag Illinois US-weit auf Platz sechs in Bezug auf die installierte Gesamtleistung im Bereich Windenergie.<sup>366</sup> Abbildung 64 zeigt die Lage der Kraftwerke und Energievorkommen in Illinois.

Abbildung 64: Energievorkommen Illinois, 2017



Quelle: Vgl. EIA (2017): [Illinois State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 15.08.2017

Tabelle 21 veranschaulicht die Netto-Stromerzeugung nach Energiequellen in Illinois. Hierbei stehen der Anstieg an Erdgas (+52,71%) und der Verfall von Kohleenergie (-20,04%) über einen Zeitraum von zehn

<sup>365</sup> Vgl. DSIRE (2016): [Renewable Portfolio Standard Illinois](#), abgerufen am 15.08.2017

<sup>366</sup> Vgl. EIA (2017): [Profile Overview Illinois](#), abgerufen am 10.08.2017

Jahren (2005-2015) hervor. Dieser Trend ist überall in den USA zu verzeichnen und wirtschaftlich bedingt. Der Anstieg an Windenergieleistung ist zum einen politisch, zum anderen wirtschaftlich begründet.

**Tabelle 21: Netto-Stromerzeugung nach Energiequellen in Illinois (2015)**

Energiequelle	Anteil in Prozent (2015)	Stromerzeugung in MWh (2015)	Anteil in Prozent (2005)	Stromerzeugung in MWh (2005)	Änderung 2005-2015 in Prozent
Erdgas	5,60%	10.863.883	3,66%	7.114.251	<b>52,71%</b>
Erdöl	0,03%	56.093	0,17%	327.190	-82,81%
Kernenergie	50,16%	97.282.139	48,04%	93.263.001	4,31%
Kohle	38,04%	73.773.706	47,53%	92.265.190	<b>-20,04%</b>
Sonstige Biomasse	0,27%	526.821	0,33%	641.735	-17,90%
Wind	5,54%	10.747.270	0,07%	141.146	<b>7514,29%</b>
Andere	0,13%	248.212	0,02%	39.797	523,70%
Holz/Holzabfälle/Pellets	0,00%	36	k. A.	k. A.	k. A.
Konventionelle Wasserkraft	0,06%	124.460	0,06%	129.037	-3,55%
Solarthermie und Photovoltaik	0,03%	49.360	k. A.	k. A.	k. A.
Andere Gase	0,14%	280.060	0,10%	198.799	40,88%
Total	100,00%	193.952.040	100,00%	194.120.146	-0,09%

Quelle: Eigene Darstellung nach US Energy Information Administration (2017): [Electricity – Detailed State Data](#), abgerufen am 10.08.2017

Die Brutto-Strompreise der verschiedenen Sektoren in Illinois im Jahr 2017 lagen, bis auf den Strompreis für Haushalte, unter dem landesweiten Durchschnitt (siehe Tabelle 22).

**Tabelle 22: Durchschnittliche Brutto-Strompreise nach Sektoren in Illinois (US-Cent/kWh), 2017**

	Haushalte	Handel	Industrie	Verkehr	Alle Sektoren
Illinois	13,71	9,23	6,48	6,42	9,59
US-Durchschnitt	13,02	10,58	6,81	9,58	10,37

Quelle: Eigene Darstellung nach US Energy Information Administration (2017): [Electric Power Monthly \(May, 2017\)](#), abgerufen am 10.08.2017

Haushalte zahlen in Illinois 13,71 US-Cent/kWh für Strom, wohingegen der US-amerikanische Durchschnitt bei 13,02 US-Cent/kWh lag. Der Strompreis für gewerbliche Abnehmer belief sich auf 9,23 US-Cent/kWh und 6,48 US-Cent/kWh für industrielle Abnehmer. Der größte Unterschied ist jedoch im Verkehrssektor festzustellen. Hier zahlt Illinois 6,42 US-Cent/kWh und der US-Durchschnitt 9,58 US-Cent/kWh.

### 5.3. Energiespeicherung in Illinois

Insgesamt sind in Illinois 136 MW Energiespeicherleistung installiert (Stand: Juli 2017). Davon entfallen mehr als 130 MW auf Batteriespeicher sowie kleine Anteile auf vier Wärmespeicher und einen

Schwungradspeicher.<sup>367</sup> Bis vor ca. drei Jahren war Illinois damit der Bundesstaat mit der größten Speicherleistung der USA. Seitdem haben andere Bundesstaaten, insbesondere Kalifornien, nachgezogen. Aktuell liegt Illinois auf Platz 5 der 50 Bundesstaaten.<sup>368</sup>

### 5.3.1. Gesetzliche und politische Rahmenbedingungen

Illinois verfügt über einen anspruchsvollen Renewable Portfolio Standard (RPS), der einen Anteil von 25% erneuerbarer Energie am verkauften Strom ab dem Jahr 2026 vorschreibt. Zudem enthält der RPS eine Mindestquote für Solarenergie von 1,5% am Strommix und eine Mindestquote für dezentrale Erzeugung von 0,25% am Strommix.<sup>369</sup> Allerdings hatte der RPS über fast zehn Jahre rechtliche Bruchstellen, die die Umsetzung des RPS verhinderten. Im Dezember 2016 wurde der RPS mit der Verabschiedung des Illinois Future Energy Jobs Act endlich wieder funktionsfähig.<sup>370</sup>

Der Strommarkt wird von der Illinois Commerce Commission (ICC) mit Unterstützung der Illinois Power Agency reguliert. Sie sind für die Genehmigung der Stromtarife und Ressourcenplanung der Stromversorger zuständig. Die Stromregulierungsbehörde in Illinois übt weniger Einfluss aus als die Stromregulierungsbehörden in anderen Bundesstaaten. Auch in der Gesetzgebung für Energiespeicher war sie bis dato nicht sehr aktiv. Somit gibt es auch keine Zielsetzungen bezüglich einer Mindestleistung an Energiespeichern. Hier unterscheidet sich Illinois von Kalifornien, wo der Einsatz von Energiespeichern vor allem staatlich vorangetrieben wird.

Im Folgenden wird auf spezifische Rahmenbedingungen für unterschiedliche Speicheranwendungen eingegangen.

#### Rahmenbedingungen für Energiespeicher im Übertragungsnetz

Die Rahmenbedingungen für den Einsatz von Energiespeichern im Übertragungsnetz (Utility Scale) werden von den Systembetreibern gesetzt. Eine Besonderheit in Illinois ist, dass statt gewöhnlich einem zwei Übertragungsnetzbetreiber aktiv sind. Dies sind MISO und PJM, siehe Abbildung 65.

Abbildung 65: Übertragungsnetzbetreiber in Illinois (2017)



Quelle: Vgl. FERC

<sup>367</sup> Vgl. DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.08.2017

<sup>368</sup> Vgl. American Jobs Project (2017): [The Illinois Job Project](#), abgerufen am 07.08.2017

<sup>369</sup> Vgl. DSIRE (2016): [Renewable Portfolio Standard Illinois](#), abgerufen am 15.08.2017

<sup>370</sup> Vgl. GTM (2016): [Clean Energy Advocates Praise Passage of Major Illinois Energy Bill](#), abgerufen am 09.08.2017

PJM war 2012 der erste Systembetreiber, der einen „Pay-for-performance“-Mechanismus unter FERC Order 755 eingeführt hat, der es ermöglichte, durch den Einsatz von Energiespeichern zusätzliche Einnahmen zu generieren.<sup>371</sup> In der direkten Folge wurde eine ganze Reihe von Projekten entwickelt, die einen erheblichen Beitrag zur Frequenzregulierung von PJM leisten und die den Großteil der in Illinois installierten Energiespeicherleistung ausmachen.<sup>372</sup> Anfang 2016 kam es in dem Frequenzregulierungsmarkt von PJM zu einem signifikanten Fall der Marktpreise. Dies lag an der gedeckten Nachfrage und von PJM vorgenommenen strukturellen Änderungen hinsichtlich der Marktteilnahmebedingungen. Seitdem hat sich die Entwicklung weiterer Projekte auf Ebene der Übertragungsnetze (Utility Scale) stark verlangsamt. Der zweite Systembetreiber in Illinois, MISO, war im Bereich Energiespeicher zunächst weniger aktiv und wird dies bis zu einer Regelung auf nationaler Ebene von der FERC vermutlich auch nicht werden.<sup>373</sup> Neue Marktdynamik wird von Experten ab frühestens 2020 erwartet, wenn die Entscheidung der FERC gefallen ist.<sup>374</sup>

### Rahmenbedingungen für Community Energy Storage

Die Rahmenbedingungen für Energiespeicher mittlerer Größenordnung (Community Energy Storage) werden von den Stromversorgern gesetzt. In Illinois gibt es zwei große Stromversorger: ComEd und Ameren. Beide sind sogenannte Investor-owned utilities. ComEd deckt den dicht besiedelten Norden des Staates inkl. Chicago ab, wo etwa 70% der Bevölkerung leben. Ameren deckt den restlichen, ländlichen Teil des Staates ab. Beide Versorger haben eigene Erzeugungskapazitäten. Zudem haben sie die Verteilungsnetze unter sich. Daher sind Energiespeicher auf der Verteilungsebene für sie interessant. ComEd befindet sich derzeit in einer Testphase zum Einsatz von Energiespeichern in ihrem Verteilungsnetz. Hierauf wird im Kapitel 5.3.2 Projektbeispiele näher eingegangen.

Eine Besonderheit in Illinois ist die wettbewerbliche Organisation des Strommarktes. Das heißt, dass Verbraucher den Strom nicht von ComEd oder Ameren kaufen müssen, sondern ihren Stromanbieter frei wählen können. Neben ComEd und Ameren gibt es zahlreiche alternative Stromanbieter, „Alternative Retail Electricity Suppliers“ genannt. Die Stromverteilung und Rechnungsstellung läuft weiter über ComEd bzw. Ameren, auch wenn der Strom von einem anderen Anbieter bezogen wird.

Die Demand Charges sind in Illinois verhältnismäßig gering. Sie liegen im Versorgungsgebiet von ComEd bei 3,10925 USD/kW monatlich.<sup>375</sup> Um Nachfragespitzen abzumildern, bietet ComEd ein Demand-Response-Programm für Gewerbe- und Industriekunden mit einem Bedarf zwischen 20 kW und 45 MW an. Kunden, die ihre Nachfrage zu Spitzenzeiten um mindestens 10 kW reduzieren, werden hierfür mit 1,0 USD/kWh zu dieser Zeit nicht verbrauchtem Strom vergütet. Durch dieses Demand-Response-Programm, das von ComEd Voluntary Load Reduction (VLR) Program genannt wird, sollen Nachfragespitzen abgefedert werden.<sup>376</sup>

### Rahmenbedingungen für kleine Energiespeicher („behind the meter“)

Bei der Frage nach Rahmenbedingungen für kleine Energiespeicher (Residential Level, Einsatz z.B. in Einfamilienhäusern) verweisen Branchenexperten auf die Anreize für PV-Anlagen und andere kleine, dezentrale Energieanlagen. Spezifische Fördermaßnahmen für Speicher gibt es nicht. Der Renewable Portfolio Standard (RPS) ist der wichtigste Fördermechanismus, da er Mindestanteile für dezentrale Erzeugung und Solarenergie beinhaltet.<sup>377</sup> Hierauf wurde bereits zu Beginn dieses Kapitels eingegangen. Bis 2030 sollen aufgrund des RPS 2,7 GW Solarleistung in Illinois entstehen.<sup>378</sup> Damit werden sich auch die Rahmenbedingungen für kleine Batteriespeicher verbessern. Erwähnenswert ist auch ComEds Hourly

<sup>371</sup> Vgl. ICF (2016): [Energy Storage in a Resurrecting PJM Regulation Market](#), abgerufen am 07.08.2017

<sup>372</sup> Vgl. American Jobs Project (2017): [The Illinois Job Project](#), abgerufen am 07.08.2017

<sup>373</sup> Die Rechtsprechung der FERC wird auf nationaler Ebene behandelt. Siehe Kapitel 3.2 für Details.

<sup>374</sup> Gespräch mit einem Mitarbeiter eines großen lokalen Projektentwicklers für Energiespeicher am 26.07.2017.

<sup>375</sup> Vgl. ComEd (2017): [Summary of Typical Nonresidential Line Item Charges \(effective January 2017\)](#), abgerufen am 23.08.2017

<sup>376</sup> Vgl. ComEd (2017): [Demand-Response](#), abgerufen am 22.08.2017

<sup>377</sup> Vgl. Solar Energy Industry Association (2017): [Illinois Solar](#), abgerufen am 09.08.2017

<sup>378</sup> Vgl. American Jobs Project (2017): [The Illinois Job Project](#), abgerufen am 07.08.2017

Pricing Program, an dem sich Privatverbraucher freiwillig beteiligen können. Teilnehmende Verbraucher beziehen den Strom nicht zu einer festen Rate pro kWh, sondern der Preis schwankt in Abhängigkeit von Tageszeit und Angebot/Nachfrage. Dies soll Kunden zum Load Shifting motivieren.<sup>379</sup> Demand Charges werden bei Privatverbrauchern in Illinois nicht erhoben.<sup>380</sup>

### 5.3.2. Branchenstruktur mit Projektbeispielen

Laut der Datenbank des US-Department of Energy sind in Illinois derzeit 17 Energiespeicherprojekte unterschiedlicher Größe in Betrieb. Wie oben bereits erwähnt, sind dies zu über 90% Batteriespeicher zur Frequenzregulierung. Wie Abbildung 66 zu entnehmen ist, befinden sie sich vorwiegend im Großraum Chicago, wo die größte Nachfrage anfällt.

Abbildung 66: Energiespeicherprojekte in Illinois (2017)



Quelle: DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 15.08.2017. Rot: Bestehende Projekte, Blau: Projekte im Bau oder in Planung. Die Datenbank liefert Projektbeschreibungen.

Ein interessantes Projekt im Zusammenhang mit der Frequenzregulierung ist das von Invenergy entwickelte und betriebene Grand Ridge-Batteriespeicherprojekt (siehe Projektbeispiel 1). Mit einer Leistung von 31,5 MW kann es in Intervallen von bis zu 30 min. Nachfragespitzen auf Übertragungsebene abfedern.

<sup>379</sup> Vgl. ComEd (2017): [Hourly Pricing Program](#), abgerufen am 22.08.2017

<sup>380</sup> Vgl. ComEd (2017): [Tarife](#), abgerufen am 22.08.2017

### **Projektbeispiel 1: Invenergy Grand Ridge Energy Storage Facility**

Projektentwickler:	Invenergy
Leistung:	31,5 MW
Speichergröße:	12,2 MWh
Inbetriebnahme:	Mai 2015
Technologie:	Lithium-Ionen
Lage:	Marseilles, IL, 80 Meilen südwestlich von Chicago
Aufgabe:	Frequenzregulierung auf Ebene des Übertragungsnetzes

Verbunden mit 210 MW Windpark, 20 MW Solarpark und zwei weiteren kleinen Energiespeichern mit zusammen 4,5 MW Kapazität. Größte Energiespeicheranlage in Illinois. Mehrfacher Preisträger.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Energy Storage News, Invenergy Website und Mitarbeiter, abgerufen am 09.08.2017

Aktuell sind keine weiteren Speicherprojekte zur Frequenzregulierung auf Ebene der Systembetreiber geplant. Entstehen sollen hingegen zukünftig mehrere Speicherprojekte im Zusammenhang mit Microgrids auf der Verteilerebene.

Im März 2017 hat der Stromversorger ComEd sein erstes Community Energy Storage-Projekt in Betrieb genommen (siehe Projektbeispiel 2).

### **Projektbeispiel 2: ComEd Community Energy Storage Pilot Project**

Projektentwickler:	ComEd
Speichergröße:	25 kWh
Inbetriebnahme:	März 2017
Technologie:	Lithium-Ionen
Lage:	Beecher, IL
Aufgabe:	Zuverlässigkeitssteigerung des örtlichen Stromnetzes

Pilotprojekt zur Steigerung der Zuverlässigkeit des örtlichen Stromnetzes im Falle eines Stromausfalls. Dieses Projekt verdeutlicht die zukünftige Bedeutung und das primäre Einsatzgebiet von Energiespeichern der Stromversorger in Illinois.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ComEd Website und Mitarbeiter, abgerufen am 09.08.2017

Mit diesem Piloten soll untersucht werden, wie Energiespeicher im Falle eines Stromausfalls die Zuverlässigkeit der Stromversorgung verbessern können. Ein zweites Projekt dieser Art wurde im Juli 2017 bei der Stromaufsichtsbehörde zur Freigabe beantragt. Es handelt sich um ein Microgrid-Projekt im Bronzeville-Stadtteil von Chicago. Bronzeville beheimatet Behörden der inneren Sicherheit und die Polizeizentrale der Stadt. Das Microgrid soll vor Cyberangriffen und physischen Angriffen schützen. Auch soll das Potenzial von Energiespeichern bei der Integration von erneuerbaren Energien (PV) getestet werden.<sup>381</sup> ComEd hat beim US-Department of Energy eine Förderung von 5,2 Mio. USD für das Projekt beantragt.<sup>382</sup> ComEd plant, weitere Projekte solcher Art zu entwickeln.

Der Einsatz von Energiespeichern in Microgrids ist nicht nur ein wichtiges Thema für ComEd, sondern auch für den zweitgrößten Stromversorger Ameren. Im Mai 2017 hat Ameren ein Microgrid inkl. 25 kWh-Batteriespeicher im Forschungspark der University of Illinois – Urbana Champaign in Betrieb

<sup>381</sup> Vgl. ComEd (2017): [ComEd Proposes First Ever Microgrid Cluster for Historic Bronzeville](#), abgerufen am 08.08.2017

<sup>382</sup> Vgl. ComEd (2017): [ComEd conducting Illinois' First Community Energy Storage Pilot](#), abgerufen am 08.08.2017

genommen.<sup>383</sup> Microgrids sollen laut Branchenexperten zukünftig für die Entwicklung von Energiespeicherprojekten in Illinois ein zentraler Treiber sein.<sup>384</sup>

### 5.3.3. Wettbewerbssituation und Marktchancen

Die derzeitigen, fundamentalen Veränderungen der Strommärkte zwingen die Stromversorger in Illinois, ihre Geschäftsmodelle zu überarbeiten. ComEd gehört zu den Vorreitern der zweiten Welle von Versorgern, die sich intensiv mit dem Thema „the utility of the future“ auseinandersetzen. Im Zentrum dieser Fragestellung steht die Integration und Marktbewertung von dezentralen, erneuerbaren Energiequellen, Demand Response-Mechanismen und Energiespeichern.<sup>385</sup> Auch die Netzbetreiber MISO und PJM führen regelmäßig Workshops zum Thema Energiespeicherung durch.<sup>386</sup>

Wie bereits beschrieben, ist der RPS von Illinois durch Verabschiedung des Future Energy Jobs Acts seit Dezember 2016 wieder funktionsfähig. Im Juni 2017 begann die Stromaufsichtsbehörde Illinois, die Marktpotenziale für Smart Grid, Energiespeicherlösungen, erneuerbare Energien und Energieeffizienz unter den neuen Rahmenbedingungen in Illinois zu definieren und zu quantifizieren. Die Initiative nennt sich NextGrid, läuft über 18 Monate und bringt die vielfältigen Marktakteure an einen Tisch. Weitere Informationen und die beteiligten Akteure können unter [www.icc.illinois.gov/NextGrid](http://www.icc.illinois.gov/NextGrid) eingesehen werden. Diese Initiative bietet für deutsche Unternehmen aktuell ein günstiges Zeitfenster, um in den Diskurs einzusteigen, mitzuwirken und sich so im Energiespeichermarkt des Mittleren Westens zu etablieren.

Für Energiespeicher sind die Marktchancen im Zusammenhang mit Microgrids und zur Nutzung als virtuelle Kraftwerke am besten. Über das vergleichsweise enge Feld von Energiespeichern hinaus bieten sich in Illinois Marktchancen für Smart Grid-Technologien im weiteren Sinne. Hervorgerufen durch die zunehmende Netzpenetration von erneuerbaren Energien und DERs werden Smart Grid-Technologien in Illinois immer wichtiger. Hier wurden bereits ComEds Hourly Pricing und Demand Response Program als Impulsgeber genannt.

Illinois und der Großraum Chicago heben sich durch eine Vielzahl an Unternehmen und Organisationen, die im Smart Grid- und Energiespeichermarkt aktiv sind, hervor. Dies beinhaltet Entwickler, Technologieanbieter und namhafte Forschungseinrichtungen. Eines der interessantesten Unternehmen ist Glidepath. Das in Chicago ansässige Unternehmen hat vier der sechs größten Projekte in Illinois entwickelt (knapp 80 MW der 136 MW Batteriespeicherleistung).<sup>387</sup> Betrieben werden die großen Batteriespeicher von Energieunternehmen wie RES Americas und NextEra Energy. Hervorzuheben sind auf Seiten der Projektentwickler außerdem Firmen wie E.ON, Innogy und SoCore Energy.

Wie der Liste der Marktakteure zu entnehmen ist, ist auch die Zuliefererkette für Batterietechnologien und smarte Energielösungen in Illinois vertreten. Illinois beheimatet 8,4% aller US-amerikanischen Fertigungsstandorte für Lithium-Ionen-Batterien.<sup>388</sup> Der Technologiebereitsteller S+C Electric hat für vier der kleineren Projekte in Illinois das Batteriespeichersystem geliefert. Außerdem betreibt das Unternehmen eine Anlage an seinem Hauptsitz in Chicago und beliefert damit den Frequenzregulierungsmarkt von PJM.<sup>389</sup>

Die Präsenz der in Chicago ansässigen Forschungseinrichtung Argonne National Lab und dem dazugehörigen Joint Center for Energy Storage Research sowie des Illinois Institute of Technology

<sup>383</sup> Vgl. Midwest Energy News (2017): [Illinois utility's microgrid first to 'island' nearby residential customers](#), abgerufen am 23.08.2017

<sup>384</sup> Vgl. S+C Electric (2017): [S+C Electric Completes Ameren Microgrid Project near University of Illinois](#), abgerufen am 08.08.2017

<sup>385</sup> Vgl. Forbes (2017): [America's Utility Of The Future Takes Shape In Illinois](#), abgerufen am 23.08.2017

<sup>386</sup> Vgl. MISO (2017): [Common Issues Workshop Energy Storage](#), abgerufen am 23.08.2017

<sup>387</sup> Vgl. GlidePath (no date): [Projects](#), abgerufen am 07.08.2017

<sup>388</sup> Vgl. American Jobs Project (2017): [The Illinois Job Project](#), abgerufen am 07.08.2017

<sup>389</sup> Vgl. S+C Electric (no date): [Solutions for Energy Storage](#), abgerufen am 08.08.2017

verstärken die Clusterbildung in der Region.<sup>390</sup> Dieser Cluster an Unternehmen und Organisationen im Bereich Energiespeicher und Smart Grid bietet gute Voraussetzungen zur Kontaktknüpfung und macht den Großraum Chicago zu einem guten Standort zur Markterschließung.

---

<sup>390</sup> Vgl. American Jobs Project (2017): [The Illinois Job Project](#), abgerufen am 07.08.2017

## 6. Schlussbetrachtung

### 6.1. Marktchancen und Barrieren für deutsche Unternehmen

Die USA sind einer der weltweit führenden Märkte für Energiespeicher, wobei es starke regionale Unterschiede zwischen den einzelnen Staaten gibt. Der US-amerikanische Markt bietet deutschen Unternehmen vor allem dort Potenziale, wo attraktive Förderprogramme für Energiespeicher in Anspruch genommen werden können und wo die Integration erneuerbarer Energien weiter vorangetrieben wird. Marktexperten zufolge soll der Speichermarkt in den USA weiterhin wachsen, sowohl im Kleinspeicher- als auch im Großspeichersegment. Greentech Media geht davon aus, dass sich der Speichermarkt bis 2022 im Vergleich zum Jahr 2016 um ein Zwölffaches vergrößern wird. Prognosen zufolge soll die installierte Speicherleistung im Jahr 2022 bei 2,567 GW und das Marktvolumen bei knapp 3,2 Mrd. USD liegen.<sup>1</sup>

Laut Branchenkennern wird der kalifornische Speichermarkt innerhalb der nächsten fünf Jahre die Nummer eins bleiben. Um den zweiten Platz werden Arizona, Hawaii, Massachusetts, New York und Texas kämpfen. Diese Staaten werden bis 2022 einen beträchtlichen Anteil am Speichermarkt aufweisen können.<sup>391</sup>

Zu den wichtigsten Voraussetzungen für den Ausbau von Energiespeichern gehören Branchenkennern zufolge vor allem geeignete politische Rahmenbedingungen sowie neue Geschäftsmodelle, welche den Mehrfachnutzen von Speichern berücksichtigen. Vor allem politische Maßnahmen, wie der Investment Tax Credit (ITC) und der regional nach Staaten variierende Renewable Portfolio Standard (RPS), werden den Markt für Energiespeichertechnologien künftig positiv beeinflussen. Zurzeit haben 29 Bundesstaaten einen RSP, der den Anteil an erneuerbaren Energien bis zu einem bestimmten Jahr in den einzelnen Bundesstaaten festlegt. Tendenziell kann man davon ausgehen, dass ein höherer RSP zu einer größeren Wahrscheinlichkeit führt, dass Speicher eingesetzt werden müssen, um erneuerbare Energien effizient ins Netz zu integrieren. Staaten, die einen RPS von über 25% in den nächsten Jahren anstreben, könnten sich demnach auch als gute Absatzmärkte darstellen.

In den USA werden netzgekoppelte Großspeicher vor allem aus ökonomischem Interesse installiert, um Systemdienstleistungen bereitzustellen und andere Investitionen ins Netz zu vermeiden. Außerdem soll durch Spitzenlastreduzierung und Nachfragemanagement, die Integration erneuerbarer Energien vorangetrieben und Abregelungen (Curtailments) von Solar- und Windenergie vermieden werden.

Energiespeicher im Gewerbe- und Industriesektor sind interessant, um anfallende Leistungspreise zu senken. Die Rentabilität der Speicher wird hierbei von der Höhe der Leistungspreise beeinflusst, die sich stark nach Staaten und Servicegebieten der Versorgungsunternehmen unterscheiden.

Im Kleinspeichersegment für Privathaushalte geht der Trend dahin Energiespeicher mit PV-Anlagen zu kombinieren. Über die Hälfte von Batteriespeichern in Privathaushalten sind in Kalifornien und Hawaii installiert. Dies liegt vor allem an der hohen Anzahl an Solaranlagen und relative hohen Energiepreisen in diesen Staaten. Weiterhin hängt die Wirtschaftlichkeit auch in diesem Segment signifikant von staatlichen Förderprogrammen auf Bundesebene sowie auf Ebene der 50 Einzelstaaten ab. Der Zusammenhang zwischen dem Solar- und Speichersektor wird dadurch deutlich, dass in den vergangenen zwei Jahren immer häufiger strategische Kooperationen und Fusionen zwischen Speicher- und Solarunternehmen beobachtet werden konnten.

Bezüglich Speichertechnologien werden zurzeit Lithium-Ionen-Batterien im Groß- und Kleinspeichersegment favorisiert. Es ist zu erwarten, dass sich dieser Trend mittelfristig so fortsetzt, da die Preise insbesondere durch die Anwendung in Elektrofahrzeugen und damit einhergehenden Skaleneffekten

<sup>391</sup> Vgl. GTM (2015): [US Energy Storage Monitor Q2 2015: Executive Summary](#), abgerufen am 06.10.2015

sinken werden.

Insgesamt bietet der US-amerikanische Markt deutschen Unternehmen Potenziale, besonders wenn attraktive Förderprogramme für Energiespeicherung und ambitionierte Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien weiterhin vorhanden sind und mit Photovoltaik die Netzparität erreicht wurde sowie die Modernisierung des Übertragungsnetzwerks weiter voranschreitet. Marktexperten zeigen sich von den Zukunftschancen vieler Speichertechnologien überzeugt.

In Abbildung 67 werden die Stärken und Schwächen von deutschen Unternehmen im US-amerikanischen Speichermarkt und die Einflussfaktoren, die Chancen und Risiken auf dem US-amerikanischen Energiespeichermarkt prägen, vorgestellt.

**Abbildung 67: SWOT-Analyse zum Markteintritt in den US-amerikanischen Speichermarkt**

Deutsche Unternehmen im US-amerikanischen Speichermarkt	
Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Angebot hochqualitativer Leistungen und Produkte mit der Marke „Made in Germany“</li> <li>Technische Erfahrung mit der Installation und Integration von Energiespeichern</li> <li>Fachliche Kompetenz und technisches Know-how, um Produkte an den US-amerikanischen Markt anzupassen</li> <li>Operative Daten aus bestehender Geschäftstätigkeit können beim Markteintritt genutzt werden</li> <li>Ggf. Produktreife</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlende Kenntnisse im Vertrags- und Handlungsrecht sowie im Bereich technischer Standards</li> <li>Import: bestehende Handelshemmnisse („Buy American“ für Bundesprojekte, Local Content Requirements) und Zölle auf ausländische Produkte</li> <li>Over-Engineering, das zu langen Lieferzeiten und erhöhten Preisen führen kann</li> <li>Fehlendes (Vertriebs- und Partner-) Netzwerk</li> <li>Fehlende Kenntnisse über Kundenbedürfnisse und -akquise in den USA</li> <li>Erschwerte Finanzierung von Projekten</li> </ul>
US-amerikanischer Speichermarkt	
Chancen (Opportunities)	Risiken (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ITC und RPSs treiben den Energiespeichermarkt in vielen Staaten voran</li> <li>Guter Zeitpunkt für den Markteintritt, da zurzeit noch Partnerschaften gebildet und Marktanteile errungen werden können</li> <li>Clusterbildungen von Herstellern, Zulieferern, Netzwerken, Inkubatoren und Forschungsinstituten</li> <li>Einführung von zeitflexiblen Stromtarifen in einigen Staaten</li> <li>Sinkende Technologiepreise und neue Geschäftsmodelle, um den Mehrfachnutzen (Stacked Value) von Speichern voll auszuschöpfen</li> <li>Marktnischen (z.B. Software, innovative Finanzierungstools und Plattformen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Wettbewerbsintensität</li> <li>Geringer Preisgestaltungsspielraum, da Markt vor allem von Kosten getrieben wird</li> <li>Dynamisches und sich schnell veränderndes Wettbewerbsumfeld</li> <li>Komplexität und Uneinheitlichkeit des Marktes</li> <li>Komplexe Netzzugangsbedingungen</li> <li>Politische Unsicherheit bezüglich der Energie- und Klimapolitik</li> <li>Profitabilität von Speicherprojekten hängt von Förderprogrammen ab und Verlängerung von Förderprogrammen auf Bundesebene bleibt offen</li> <li>Relativ niedrige Strompreise im Vergleich zu Deutschland</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

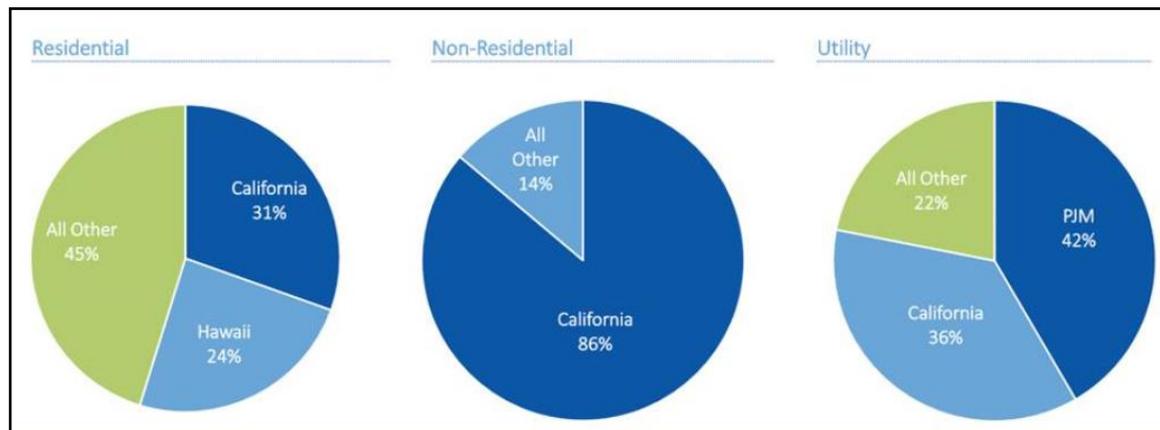
Da die Wettbewerbsintensität am US-amerikanischen Speichermarkt recht hoch ist, sollten deutsche Hersteller genau prüfen, welche Alleinstellungsmerkmale ihre Produkte oder Dienstleistungen besitzen, um mit amerikanischen Wettbewerbern konkurrieren können. Qualität ist ein wichtiges Merkmal und deutsche Hersteller können mit der Marke „Made in Germany“ und „German Engineering“ punkten. Es muss jedoch auch bedacht werden, dass viele Kaufentscheidungen in den USA letztendlich preismotiviert sind. Hier gilt es durch viele Gespräche mit potenziellen Kunden, eine gute Balance zwischen Preis und Qualität zu finden. Ein möglicher Nachteil für deutsche Unternehmen, die noch nicht auf dem US-Markt etabliert sind, ist, dass bei der Produktauswahl oft die Liefersicherheit im Vordergrund steht. Kunden wollen sicher sein, dass vereinbarte Stückzahlen und Lieferfristen eingehalten werden können. Dieses Vertrauen muss bei einer ausländischen Firma erst erarbeitet werden.

Letztendlich sollten deutsche Unternehmen beachten, dass der US-Speichermarkt eine geographisch fragmentierte Struktur aufweist. Entsprechend der Bundesstaaten und Servicegebiete der Versorgungsunternehmen können dementsprechend unterschiedliche Marktsegmente für deutsche Unternehmen attraktiv sein. Nachfolgend werden deshalb die Marktchancen und -barrieren für einen Markteinstieg in Kalifornien bzw. Illinois nochmals zusammengefasst.

### 6.1.1. Fokus Kalifornien

Der US-Bundesstaat Kalifornien bleibt weiterhin der führende Energiespeichermarkt in den USA. Bis Ende 2016 wurden 36% aller netzgekoppelten Großspeicher, 31% aller Kleinspeicher in Privathaushalten und sogar 86% aller Speicheranlagen im betrieblichen Sektor in Kalifornien installiert (siehe Abbildung 68).

**Abbildung 68: US-amerikanische Energiespeicher-Installationen nach Kapazität (in MWh)**



Quelle: Vgl. Utility Dive (2017): [A storage bubble? High investment in nascent industry sows fears of a battery bust](#), abgerufen am 23.08.2017

Die zukünftige Entwicklung des Speichermarktes wird durch die politischen Rahmenbedingungen und Förderprogramme weiter begünstigt, welche gute Voraussetzungen und gezielte Anreize zur Installation von Energiespeichern schaffen. Nach Angaben der CEC wurden im Jahr 2016 bereits 27% der verkauften Strommenge durch erneuerbare Energien erzeugt.<sup>392</sup> Der RPS liegt bei 50% bis 2030 und es wird aktuell ein 100%-Ziel bis 2045 erwägt.<sup>393</sup> NREL errechnete, dass zwischen 14 und 32 GW Speicherleistung notwendig wären, um Kalifornien mit 50% Strom aus PV-Anlagen (und insgesamt ca. 70% erneuerbaren Energien) zu versorgen und gleichzeitig massives Abregeln zu verhindern.<sup>394</sup>

<sup>392</sup> Vgl. California Energy Commission (2016): [Tracking Progress](#), abgerufen am 08.04.2017

<sup>393</sup> Vgl. GTM (2017): [A Handy List of Energy-Related Bills Advancing California](#), abgerufen am 04.08.2017

<sup>394</sup> Vgl. NREL (2016): [Energy Storage Requirements](#), abgerufen am 07.07.2017

Ein Großteil der Großspeicher wurde als Reaktion auf die Umweltkatastrophe von Aliso Canyon in Südkalifornien beschlossen, geplant und zeitnah installiert.<sup>395</sup> Bei netzgekoppelten Großspeichern ist weitergehend der Einfluss des 2013 eingeführten Speichermandats von großer Bedeutung, sodass bis 2020 1,3 GW an Speicherleistung von den drei größten Versorgungsunternehmen unter Vertrag genommen werden sollen.<sup>396</sup>

Im Kleinspeichersegment ist das SGIP mit über 440 Mio. USD das wichtigste Förderprogramm, für das sich Unternehmer, Projektentwickler und Haushalte bis Ende 2019 bewerben können.<sup>397</sup> Private und gewerbliche Endkunden erhalten mit dem Net-Metering 2.0 für jede eingespeiste kWh aus Solarenergie-Anlagen Gutschriften. Die Höhe der Vergütung wird sich ab 2020 nach zeitflexiblen Stromtarifen richten, womit ökonomische Anreize zur Stromspeicherung gesteigert werden.<sup>398</sup>

Im gewerblichen Segment wird die Reduzierung der Leistungskosten auch weiter ein wichtiger ökonomischer Anreiz zur Integration von Energiespeichern bleiben.

Viele der Vorreiterunternehmen im Energiespeicherbereich sowie hochrangige Forschungseinrichtungen haben ihren Hauptsitz in Kalifornien – mit einer Konzentration in der San Francisco Bay Area. Der ständige Austausch zwischen Forschungseinrichtungen mit Weltruf, alt eingesessenen Technologiefirmen, jungen Start-ups und Wagniskapitalgebern führt zur Entwicklung ständig neuer Technologieanwendungen und Geschäftsmodellen im Bereich der Energiespeicherung. Zahlreiche ausländische arrivierte Speicherhersteller und Integratoren wollen von den einzigartigen Kooperationsmöglichkeiten profitieren und haben bereits Standorte im Silicon Valley und in anderen Teilen Kaliforniens. Der kalifornische Markt ist mit einer großen Anzahl an Anbietern wettbewerbsintensiv. Wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Markteinführung von Energiespeichern und ergänzenden Produkten und Dienstleistungen sind Branchenkennern zufolge vor allem auch neue Geschäftsmodelle, welche den Mehrfachnutzen von Speichern berücksichtigen. Mit Hilfe innovativer Geschäftsmodelle, die auch Querschnittsbereiche (wie z.B. Finanzierung, Plattformen oder IT-Infrastruktur) mitaufgreifen, ergeben sich weitere Chancen für deutsche Unternehmen. Für deutsche Firmen mit Interesse am kalifornischen Markt ist es ratsam, schnell vor Ort zu sein, um in dieser Zeit des Wachstums und der Partnersuche aktiv zu sein. Zu Beginn der US-Marktaktivitäten empfiehlt sich die Zusammenarbeit mit lokalen Partnern, wie der AHK USA - San Francisco, die über das nötige Branchenfachwissen und Kontakte zu Entscheidungsträgern verfügen.

### 6.1.2. Fokus Illinois

Energiespeicher sind bei Netzbetreibern, Versorgern und Regulatoren in Illinois ein wichtiges Thema. ComEd gehört zu den Vorreitern der zweiten Welle von Versorgern, die sich intensiv mit dem Thema „The utility of the future“ auseinandersetzen. Gesucht wird nach Möglichkeiten zur Integration und Marktbewertung von dezentralen, erneuerbaren Energiequellen, Demand Response-Mechanismen und Energiespeichern. Für Energiespeicher sind die Marktchancen im Zusammenhang mit Microgrids und zur Nutzung als virtuelle Kraftwerke am besten. Über das vergleichsweise enge Feld von Energiespeichern hinaus bieten sich in Illinois Marktchancen für Smart Grid-Technologien im weiteren Sinne. Hervorgehoben durch die zunehmende Netzpenetration von erneuerbaren Energien und DERs werden Smart Grid-Technologien in Illinois immer wichtiger. ComEds Hourly Pricing und Demand Response Program gelten als Impulsgeber.

Der Großraum Chicago in Illinois hebt sich durch eine Vielzahl an Unternehmen und Organisationen, die im Smart Grid- und Energiespeichermarkt aktiv sind, hervor. Dies beinhaltet Entwickler, Technologieanbieter und namhafte Forschungseinrichtungen wie das Argonne National Laboratory.

<sup>395</sup> Vgl. Energy Storage News (2017): [GTM: US energy storage installations grew 100% in 2016](#), abgerufen am 04.08. 2017

<sup>396</sup> Vgl. California Energy Commission (2017): [Bulk Energy Storage in California](#), abgerufen am 04.08.2017

<sup>397</sup> Vgl. Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

<sup>398</sup> Vgl. EnergySage (2017): [Net Metering 2.0 in California](#), abgerufen am 04.08.2017

Dieser Cluster an Unternehmen und Organisationen im Bereich Energiespeicher und Smart Grid bietet gute Voraussetzungen zur Kontaktknüpfung und macht den Großraum Chicago zu einem attraktiven Standort zur Markterschließung. Die aktuell laufende NextGrid-Initiative bietet für deutsche Unternehmen ein günstiges Zeitfenster, um in den Diskurs einzusteigen, mitzuwirken und sich im Energiespeichermarkt des Mittleren Westens zu etablieren.

## 6.2. Handlungsempfehlungen für den Markteinstieg

In den USA gibt es gravierende Unterschiede im Vertrags- und Haftungsrecht sowie bei technischen Standards. Teilweise unterscheiden sich diese Regelungen auch zwischen den einzelnen Bundesstaaten. Unternehmen, die in den USA tätig sind, sollten sich daher umfassend über die entsprechende Rechtslage auf regionaler und nationaler Ebene informieren.

Bei Importen von deutschen Produkten in die USA muss darauf geachtet werden, dass die USA in manchen Bereichen immer noch über Handelshemmnisse verfügen, sogenannte Local Content Requirements (Buy America/Buy American) – auch wenn Ausnahmen möglich sind. Unternehmen müssen gemäß der jeweiligen Situation abwägen, welche Produkte sie in die USA exportieren und welche sie lieber vor Ort herstellen.

Auch bei der Projektfinanzierung muss einiges beachtet werden. So unterstützen beispielsweise nicht alle Finanzinstitutionen solche Investitionen und mögliche Finanzierungen sind auch nur für geprüfte Technologien verfügbar. Dies stellt ein Problem für Produzenten von neuen und innovativen Technologien dar, die möglicherweise günstiger oder effizienter wären, aber über keine Referenzen verfügen. Generell ist es schwierig, Projekte, die in Deutschland fertiggestellt wurden, mit Projekten in den USA zu vergleichen, da die Marktstrukturen sehr unterschiedlich sind. Dies erschwert es ausländischen Firmen, Finanzierungen für Projekte zu erhalten.

Wegen einer dynamischen föderalen Klima- und Energiepolitik in den USA wird es für deutsche Unternehmen zunehmend wichtig sein, sich mit möglichen politischen und regulatorischen Änderungen auf Bundesebene sowie in den jeweiligen Bundesstaaten vertraut zu machen, um die Entwicklungstendenzen abzuschätzen und Risiken zu minimieren.

Wie in der SWOT-Analyse aufgezeigt (siehe Kapitel 6.1), bietet der US-Markt gute Absatzchancen für deutsche Unternehmen. „Made in Germany“ wird als Qualitätsmerkmal angesehen und bietet oftmals einen Vertrauensvorsprung. Allerdings sind die Gründe für Erfolg oder Scheitern bei der Marktexpansion vielfältig und hängen von einzelnen unternehmerischen Entscheidungen ab. Zusammenfassend sind im Besonderen folgende Erfolgsfaktoren maßgeblich:

- Bestehender kurz-, mittel- und langfristiger Businessplan
- Marktkenntnisse (regionale Marktgegebenheiten, Konkurrenz/Mitbewerber, Distributionswege, wichtige Verbände, Messen, Multiplikatoren etc.)
- Ausreichende Finanzierung und Investitionsbereitschaft für eine lange Aufbauphase (i.d.R. drei bis fünf Jahre, bevor die US-Aktivitäten profitabel sind)
- Realistische Ziele hinsichtlich der Marktgröße (z.B. bei Markteintritt keine nationale US-Markterschließung, sondern regionales Wachstum und Aufbau von Referenzkunden)
- Richtige Personalauswahl (z.B. Einstellen amerikanischer Mitarbeiter in den Bereichen Sales und Marketing)
- Kenntnisse des Wettbewerbsumfelds und Abgrenzung durch Alleinstellungsmerkmale
- Richtige Standortwahl für die lokale Produktion oder Lager (strategische Ansiedlung vs. kurzfristige Anreizprogramme)
- Kontrolliertes Wachstum und Koordination von Absatzschwankungen

In vielen Bereichen empfiehlt es sich für deutsche Unternehmen, mit lokalen Unternehmen zusammenzuarbeiten bzw. Partnerschaften einzugehen. So können deutsche Unternehmen von den Marktkenntnissen lokaler Partner, insbesondere hinsichtlich der verschiedenen Regulierungen auf Bundesstaatenebene, profitieren. Die Partnerschaft mit einem US-Unternehmen oder der Kauf eines solchen kann außerdem die Teilnahme als Nicht-US-Unternehmen aus steuerlicher und rechtlicher Sicht vereinfachen.

Langfristig betrachtet ist eine US-Niederlassung mit eigenen Mitarbeitern oft der beste Weg, sich erfolgreich im Markt zu etablieren. Dies erfordert eine hohe Investitionsbereitschaft. Es fallen Kosten für Personal, Büroanmietung, zusätzliche US-Versicherungen sowie für Steuer- und Rechtsberatung an.

Für Unternehmen in der Start-up-Phase ist neben ausreichender Marktkenntnis eine US-Präsenz von großer Bedeutung. Amerikanische Geschäftspartner erwarten schnelle Rückmeldungen, zeitnahe Auslieferungen, eine permanente Erreichbarkeit und lokale Ansprechpartner. Exportierende Unternehmen aus Deutschland sollten daher auch lokale Servicepartner für technische Fragen oder Wartungs- und Reparaturdienstleistungen bereitstellen.

Für den Aufbau einer neuen Produktionsstätte sind nicht nur Produktionskosten oder Grundstückspreise, sondern auch die Zeitverschiebung nach Deutschland, die Lebensqualität für die Mitarbeiter oder die Anbindung zu Flughäfen wichtig.

Darüber hinaus sind interkulturelle Aspekte nicht zu unterschätzen. Unterschiedliche Vorgehensweisen oder Sprachbarrieren spiegeln sich in der täglichen Zusammenarbeit, bei der Personalführung, in Entscheidungsprozessen und in Projekten wider. Kulturelle Unterschiede zeigen, dass Deutsche dazu tendieren (speziell im Ingenieurbereich), sehr detaillierte Planungen, Berechnungen etc. durchzuführen. Dies spricht für die Qualität deutscher Produkte, ist aber oft nicht zielführend für eine Marketingstrategie in den USA. Es empfiehlt sich deshalb bei der Zusammenstellung des Teams, eine Mischung aus US-Amerikanern und Deutschen anzustreben.

Die AHKs bieten gerne Unterstützung bei der US-Expansion mit Marktstudien, Geschäftspartnersuchen, bei der Einrichtung einer lokalen Geschäftspräsenz oder bei Fragen zur Standortwahl.

### **6.2.1. Product-Market Fit**

Auch wenn technisch hochwertige Lösungen viele Kunden auf dem deutschen Markt überzeugen konnten, heißt das nicht unbedingt, dass diese auch auf dem US-Markt erfolgreich sein werden. Daher sollte der erste Schritt beim Markteinstieg darin bestehen, die Bedürfnisse der US-Kunden zu analysieren und abzuwägen, ob es einen sogenannten Product-Market Fit gibt, bei der Nachfrage und Angebot übereinstimmen. Gegebenenfalls ist es erforderlich, das Produkt, die Serviceleistung, das Geschäftsmodell oder den Preis entsprechend anzupassen. Dies sollte geschehen, bevor viel Geld für Marketing und Vertrieb eingesetzt wird. Die Ungewissheit und neuen Begebenheiten auf dem US-Markt können dazu führen, dass selbst eine in Deutschland bereits etablierte Firma auf dem US-Markt in vielerlei Hinsicht wie ein Start-up operieren muss.

Hier bietet sich die Vorgehensweise nach dem, in den USA sehr erfolgreichen, Lean Start-up-Modell an. Um die Wahrscheinlichkeit des Scheiterns beim Markteinstieg in den USA zu reduzieren, sollte ein pragmatischer und systematischer Ansatz verfolgt werden, um möglichst schnell zum Product-Market Fit zu kommen und Ressourcenverschwendung zu verhindern. Bei der Lean Start-up-Herangehensweise akzeptieren die Verantwortlichen, dass sie zu Beginn nichts anderes als vage Annahmen über ihr Geschäftsmodell in den USA haben. Auf der Suche nach einem funktionierenden und konkurrenzfähigen Geschäftsmodell werden viele Gespräche mit potenziellen Kunden und Experimente durchgeführt, in denen die Hypothesen über einzelne Bestandteile des Geschäftsmodells getestet werden.

Die Hypothesen werden in einem Framework, dem sogenannten Business Model Canvas oder Lean Canvas, zusammengefasst und kontinuierlich angepasst.

**Abbildung 69: Lean Canvas Model**

<b>Problem</b> Top 3 problems	<b>Solution</b> Top 3 features	<b>Unique Value Proposition</b> Single, clear, compelling message that states why you are different and worth buying	<b>Unfair Advantage</b> Can't be easily copied or bought	<b>Customer Segments</b> Target customers
	<b>Key Metrics</b> Key activities you measure		<b>Channels</b> Path to customers	
<b>Cost Structure</b> Customer Acquisition Costs Distribution Costs Hosting People, etc.		<b>Revenue Streams</b> Revenue Model Life Time Value Revenue Gross Margin		

Quelle: Vgl. Slideshare (2011): [Lean Canvas Process and Examples](#), abgerufen am 22.08.2017

Untersucht werden u.a. Kundensegmente, Kundenversprechen, Produktvarianten, Erlös- und Abrechnungsmodelle, Vertriebswege und Servicestrukturen. Alle Interviews und Tests werden in der direkten Interaktion mit der Zielgruppe durchgeführt, deren Reaktion auf ein modifiziertes Marktangebot gemessen und ausgewertet wird. Der gesamte Prozess wird als validiertes Lernen bezeichnet und ähnelt dem empirischen Falsifikationsprinzip nach Karl Popper, der Methode von Versuch und Irrtum.

In der frühen Phase kann es durchaus passieren, dass mehrere Geschäftsmodelle verworfen werden müssen, da sie am Markt keine Akzeptanz finden. Dieses Vorgehen reduziert das Marktrisiko, spart Zeit und Geld. Die AHK kann deutsche Firmen bei diesem Vorgehen aktiv unterstützen – strategisch und mit konkreten Kontakten zu potenziellen Kunden und Partnern.

## 6.2.2. Vertrieb

Wenn die Entscheidung für den Markteinstieg gefallen ist, gibt es für deutsche Unternehmen verschiedene Möglichkeiten, Vertriebsaktivitäten in den USA zu beginnen und dauerhaft zu gestalten. Je nach Ausrichtung des Unternehmens und des Umfangs des geplanten Engagements in den USA ist die Ausgestaltung der Vertriebskanäle zu differenzieren.

### Direktvertrieb

Der Direktvertrieb ist der effizienteste, aber auch ein teurer Weg für deutsche Unternehmen, eine dauerhafte Beziehung mit amerikanischen Kunden aufzubauen und im gleichen Zuge weitere Marktinformationen sowie wichtiges Kundenfeedback aus erster Hand zu gewinnen. Neben dem Preis spielt die Kundenbeziehung innerhalb des Kaufentscheidungsprozesses eine zentrale Rolle, da amerikanische Kunden generell eine höhere Serviceleistung als in Deutschland erwarten.

Laut Erfahrungen der AHK sollten hochtechnische oder erklärungsbedürftige Produkte durch den Direktvertrieb verkauft werden, da das eigene Vertriebsteam über die nötige Informationsbasis des Portfolios verfügt, um das Produkt effektiv an den Kunden zu verkaufen. Hierbei stellt sich darüber hinaus

die Frage, ob amerikanisches Vertriebspersonal eingestellt oder alternativ deutsche Mitarbeiter entsendet werden sollen. Die meisten Mitglieder der AHK USA raten von der Entsendung von Vertriebspersonal aus Deutschland ab und empfehlen stattdessen, US-Amerikaner für den Vertrieb einzusetzen. Ein deutsch-amerikanisches Vertriebs- und Customer Service Team ist besonders zu empfehlen.

### **Vertriebspartner**

Obwohl der Direktvertrieb oft die beste Strategie für den langfristigen Erfolg darstellt, können Vertriebspartner ergänzend zu den eigenen Mitarbeitern den Markteintritt vorantreiben. Grundsätzlich bieten sich innerhalb der USA mehrere Arten von Vertriebspartnern an, darunter fallen Handelsvertreter und Distributoren (Vertragshändler). Die Wahl dieser ist wiederum von der Marktgröße und dem Produkttyp abhängig. Oftmals sind Serviceunternehmen oder Systemintegratoren mit einem geringeren Verkaufshintergrund gute Partner. Wegen der Größe des Landes und den Unterschieden in den verschiedenen Regionen ist es nur selten möglich, die USA mit einem einzigen Partner abzudecken.

### **Handelsvertreter**

Der Handelsvertreter, auch „Sales Representative“ genannt, vermittelt gegen eine Provision Aufträge, verfügt allerdings nicht über die Befugnis, Verträge eigenständig abzuschließen. Somit findet der Verkauf der Ware im Namen und auf Rechnung des deutschen Unternehmens statt. Sollte dem Handelsvertreter kein Erfolg gelingen, sind deren Verträge i.d.R. kurzfristig auflösbar, sodass das Geschäftsrisiko minimiert wird. Nachteile ergeben sich daraus, dass die gesamte Verantwortung für Transport, Service, Reparatur, Inkasso und Produkthaftung bei der deutschen Firma verbleibt. Ein Handelsvertreter bedient eine spezifische geographische Region, die von einer Großstadt bis hin zu mehreren Bundesstaaten rangieren kann. Einige Handelsvertreter berechnen eine monatliche Gebühr für ihre Dienste, sogenannte „territory development fees“ oder „retained service fees“. Da in den USA jedoch meist auf Provisionsbasis gearbeitet wird, werden Produkte mit langen Sales Cycles selten erfolgreich von Handelsvertretern vertrieben.

### **Distributoren**

Im Gegensatz zu Handelsvertretern kaufen Distributoren die Produkte und Waren direkt ein und verkaufen sie dann unter ihrem eigenen Namen weiter. Dadurch übernimmt der Distributor auch die Risiken des Verkaufs und ist auch für den Service nach dem Verkauf des Produktes zuständig. Distributoren können den Verkauf und insbesondere den Service für Produkte in verschiedenen Regionen ermöglichen. Ein Vorteil der Zusammenarbeit mit Distributoren ist es, dass die geschäftlichen Risiken (außer der Produkthaftung und dem gewerblichen Rechtsschutz) beim Distributor liegen. Dieser hat selbst ein Interesse, den Verkauf zu fördern und verfügt i.d.R. über ein entsprechendes Vertriebsnetz. Ferner leistet er auch den After-Sales-Service. Von Nachteil ist, dass die Kunden dem deutschen Unternehmen oft nicht bekannt sind und die Gefahr besteht, dass auch Konkurrenzprodukte vertrieben werden. Kundenkontakte werden i.d.R. nicht weitergereicht.

### **Direkter und indirekter Vertrieb schließen einander nicht aus**

Es ist wichtig zu erwähnen, dass sich der direkte und indirekte Vertrieb in den USA nicht gegenseitig ausschließen. Sehr oft werden die USA in verschiedene Verkaufsregionen aufgeteilt, die teils direkt vom Unternehmen und teils von den jeweils lokalen Partnern indirekt betreut werden. Es gilt, Personalkapazitäten für die Betreuung eines solchen Netzwerks vorab mit einzukalkulieren. Eine Mischung aus Vertriebskanälen kann eventuell von Vorteil sein.

### **6.2.3. Unterschiede in der deutschen und amerikanischen Geschäftskultur**

Verkaufsgespräche verlaufen in den USA oft ganz anders als in Deutschland und die Reaktion des potenziellen Kunden ist für den mit amerikanischen Umgangsformen nicht Vertrauten oft nicht einfach zu deuten. Direkte Kritik wird von US-Amerikanern vermieden und meist, wenn überhaupt, nur beiläufig erwähnt. Andeutungen von Kritik müssen daher nachverfolgt werden und genau so sollten überschwängliches Lob und angebliche Begeisterung mit deutlicher Vorsicht betrachtet werden. Die Rückmeldung „I am not sure“ bedeutet z.B. meist nicht, dass die Person sich nicht sicher ist, sondern dass die Person für das Produkt/die Dienstleistung keinen Ansatzpunkt für die Zusammenarbeit sieht.

Hinzu kommt, dass generell die Unterschiede zwischen der deutschen und US-amerikanischen Kultur und Mentalität oft unterschätzt werden. Daher stellt sich die Frage, ob das deutsche Unternehmen US-amerikanisches Vertriebspersonal einstellt oder alternativ deutsche Mitarbeiter entsendet. Zahlreiche bereits im US-Markt ansässige deutsche Unternehmen empfehlen, kein Verkaufspersonal aus Deutschland zu entsenden, sondern lokale Mitarbeiter, möglichst mit Branchenerfahrung, zu rekrutieren.

Amerikanische Mitarbeiter besitzen Wissen über den Markt, die Kunden, die amerikanische Geschäftsmentalität und haben keine Sprach- und interkulturellen Barrieren, die es zu überwinden gilt. Deutsche Entsandte verfügen zwar über Produkterfahrung, Wissen zu dem deutschen Unternehmen und die Fähigkeit, effektiv mit deutschen Kollegen zu kommunizieren, sind aber fast immer nicht angemessen auf die amerikanische Kommunikationsart vorbereitet. Die AHK empfiehlt daher, wenn möglich, in den USA ein Team mit US-amerikanischen und deutschen Angestellten aufzubauen.

#### **Markteintrittskosten in den USA**

Eine der größten Herausforderungen stellt erfahrungsgemäß die Kapitalbeschaffung während der Markteintrittsphase dar. Ausländische Unternehmen sind in den USA meist mit einer fehlenden US-Bonität konfrontiert. Dies macht es nahezu unmöglich, in der Anfangsphase Kredite von amerikanischen Banken zu erhalten. Es ist daher empfehlenswert, die Finanzierung unter Einbeziehung der eigenen Hausbank sowie anderer Kreditinstitute in Deutschland frühzeitig zu sichern. Es ist zudem wichtig, vorab Gespräche mit Experten zu führen, um Kosten für die juristische Beratung (z.B. Gründung einer US-Tochter, Ausarbeiten von Handelspartnerverträgen usw.), Steuerberatung und Wirtschaftsprüfung zu erfragen und einzuplanen, da diese für die Navigation durch die US-Bürokratie von entscheidender Bedeutung sind.

#### **AHKs als Ihr Partner bei der amerikanischen Marktexpansion**

Die AHKs unterstützen gerne bei der US-Expansion mit strategischer Beratung und der Vermittlung zu Anwälten, Spediteuren und Steuerberatern. Weitere wichtige Dienstleistungen für den Markteinstieg sind die Erstellung individueller Marktstudien, die Personal- und Geschäftspartnervermittlungen sowie die Einrichtung einer lokalen Geschäftspräsenz.

## 7. Profile der Marktakteure

Aus datenschutzrechtlichen Gründen kann nicht zu jedem Marktakteur ein Ansprechpartner angegeben werden.

### 7.1. Forschungseinrichtungen

#### 7.1.1. USA

##### **Brookhaven National Laboratory**

Das Brookhaven National Laboratory ist eine Forschungseinrichtung des U.S. Department of Energy. Im Brookhaven National Laboratory liegt der Schwerpunkt der Grundlagenforschung auf Kern- und Teilchenphysik. Zusätzlich befasst sich die angewandte Forschung mit den Herausforderungen im US-amerikanischen Energiesektor. Durch einen interdisziplinären Austausch beschäftigen sich Forscher außerdem mit verschiedenen Aspekten der Nachhaltigkeit. Eine Energy Storage Group forscht außerdem an der Weiterentwicklung von Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen im Transportsektor.

PO Box 5000  
Upton, NY 11973-5000  
+1-631-344-8000  
[www.bnl.gov](http://www.bnl.gov)

##### **Environmental Protection Agency (EPA) - Office of Research and Development (ORD)**

Das Office of Research and Development (ORD) stellt den Forschungs- und Entwicklungszweig der Environmental Protection Agency (EPA) dar. Die Zuständigkeit liegt insbesondere in der Verwaltung und Koordination von sechs Forschungsprogrammen, welche u.a. den Fokus auf Themen wie Klima und Energie legen.

109 Alexander Drive  
Durham, NC 27711  
+1-202-564-6620  
[www.epa.gov](http://www.epa.gov)

##### **Idaho National Laboratory**

Das Idaho National Laboratory ist eine Forschungseinrichtung des U.S. Department of Energy. In der Vergangenheit lag der Forschungsschwerpunkt auf Nuklearenergie. Seit dem Jahr 2005 wird auch zunehmend im Bereich Umwelttechnik (u.a. Energiespeicherung, Brennstoffzellen, Echtzeit-Netz-Simulationen) Forschung betrieben.

2525 Fremont Ave  
Idaho Falls, ID 83402  
+1-208-526-0111  
[www.inl.gov](http://www.inl.gov)

### **National Renewable Energy Laboratory (NREL)**

NREL ist das einzige Forschungszentrum der USA, das ausschließlich auf erneuerbare Energietechnologien und Energieeffizienz spezialisiert ist. Zu den Forschungsschwerpunkten und Aufgaben der in Colorado ansässigen Institution gehören:

- Erneuerbare Kraftstoffe (Biomasse, Wasserstoff, Brennstoffzellen und Fahrzeugtechnologien)
- Strom aus erneuerbaren Energien (Solar, Wind, Wasser, Geothermie)
- Energieeffizienztechnologien (Smart Grid-Technologien, Gebäudetechnologien)
- Energiewissenschaft (Chemie- und Biowissenschaft, Materialforschung und EDV-Entwicklung)
- Strategische Energieanalyse (Technologie, Märkte, Staat und Regierung, Sicherheit)
- Markteinführung und Technologietransfer (in Zusammenarbeit mit der Industrie)
- Informationsplattform für staatliche Stellen und die Öffentlichkeit

Auch Energiespeicherung ist ein wichtiges Forschungsthema im NREL, wobei der Fokus auf dem Einsatz und der Weiterentwicklung von Batterien für den Transportsektor liegt.

Bobi Garrett

15013 Denver West Parkway

Golden, CO 80401

+1 303-275-3070

[Bobi.Garrett@nrel.gov](mailto:Bobi.Garrett@nrel.gov)

[www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)

### **N.C. Clean Technology Center - Database of Incentives for Renewables & Efficiency (DSIRE)**

Das N.C. Clean Energy Technology Center an der N.C. State University setzt den Fokus auf eine nachhaltige Energiewirtschaft. Es verwaltet zudem die Database of Incentives for Renewables & Efficiency (DSIRE), die politischen Rahmenbedingungen und Förderprogramme für erneuerbare Energien und Energiespeicherung in den USA aufführt.

1575 Varsity Dr

Raleigh, NC 27606

+1-919-515-3480

[www.nccleantech.ncsu.edu](http://www.nccleantech.ncsu.edu)

### **Oak Ridge National Laboratory (ORNL)**

Das Building Technology Center (BTC) des ORNL befasst sich mit der Identifizierung, Erforschung und Anwendung von nachhaltigen und energieeffizienten Technologien im Bauwesen und bedient sich dabei Partnerschaften zwischen dem öffentlichen Sektor und der Privatindustrie. Einige Publikationen befassen sich mit dem Aufbau und den Verwendungsmöglichkeiten von Lithium-Ionen-Batterien.

1 Bethel Valley Rd

PO Box 2008

Oak Ridge, TN 37831

+1-865-576-7658

[www.ornl.gov](http://www.ornl.gov)

### **Pacific Northwest National Laboratory**

Das Pacific Northwest National Laboratory ist eine Einrichtung des Department of Energy (DOE) und betreibt Basis- sowie angewandte Forschung in verschiedenen Bereichen. Im Bereich Energie und Umwelt beschäftigen sich Forscher u.a. mit der Energieinfrastruktur und erneuerbaren Energien.

Energiespeicherung ist im Themenfeld der Energieinfrastruktur mit inbegriffen, wobei der Schwerpunkt auf Großspeichern zur Integration erneuerbarer Energien liegt.

902 Battelle Blvd  
Richland, WA 99354  
+1-509-375-2121  
[www.pnnl.gov](http://www.pnnl.gov)

### **Rocky Mountain Institute**

Das Rocky Mountain Institute ist eine gemeinnützige Organisation, die Forschung, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit in verschiedenen Bereichen der nachhaltigen Entwicklung betreibt. Im Hinblick auf Ressourcenschonung und Energieeinsparung liegt das Ziel darin, kosteneffiziente Lösungen zu erarbeiten, um den Übergang zu einer emissionsfreien Energiezukunft zu erleichtern. Die Forschungsschwerpunkte liegen dementsprechend in der Integration erneuerbarer Energien (inklusive Energiespeicherung) und Energieeffizienz.

22830 2 Rivers Rd  
Basalt, CO 81621  
+1-970-927-3851  
[www.rmi.org](http://www.rmi.org)

### **Savannah River National Laboratory**

Das Savannah River National Laboratory ist eine Forschungseinrichtung des US Department of Energy (DOE) und setzt den Forschungsschwerpunkt auf Umweltmanagement. Die verschiedenen Themen umfassen dabei vor allem Umweltsanierung, Technologien zur Integration von Wasserstoff und Umgang mit umweltgefährdenden Abfällen. In einem interdisziplinären Zweig beschäftigen sich Forscher außerdem damit, Materialien zur Energiespeicherung zu entwickeln bzw. zu verbessern.

Savannah River Site  
Aiken, SC 29808  
+1-803-725-6211  
[www.srnl.doe.gov](http://www.srnl.doe.gov)

### **Southern Research - Energy Storage Research Center (ESRC)**

Das ESRC ist ein Zweig der gemeinnützigen Organisation Southern Research und arbeitet mit verschiedenen Stakeholdern aus der Industrie, Universitäten und staatlichen Einrichtungen zusammen. Die Absicht des ESRC ist es, unabhängige Forschung und ökonomische Analysen im Bereich der Energiespeicherung zu veröffentlichen. Die Anwendung von Speichern soll insbesondere im Südwesten der USA vorangetrieben werden, wobei das Forschungsinteresse hauptsächlich Großspeichern gilt.

2000 9th Avenue South  
Birmingham, AL 35205  
+1-205-581-2000  
[www.southernresearch.org](http://www.southernresearch.org)

## 7.1.2. Kalifornien

### **Electric Power Research Institute (EPRI)**

EPRI ist eine unabhängige Non-Profit-Organisation und betreibt Forschung und Entwicklung im Bereich Stromnutzung. EPRI arbeitet seit 2016 an einem Forschungsprogramm zu den Themen Energiespeicherung und dezentraler Energieerzeugung. Für das Jahr 2017 steht dazu ein Budget von 4 Mio. USD zur Verfügung.

Haresh Kamath (Program Manager, Energy Storage and Distributed Generation)

3420 Hillview Ave  
Palo Alto, CA 94304  
+1-650-855-2268  
[hkamath@epri.com](mailto:hkamath@epri.com)  
[www.epri.com](http://www.epri.com)

### **Greentech Media (GTM) Research**

GTM Research, als Teilbereich von GTM Media, befasst sich mit der Erstellung von Marktstudien und Berichten zu den Themen Energie und Umwelttechnik. Vierteljährlich veröffentlicht GTM Research den Bericht „U.S. Energy Storage Monitor“, der die neuesten Entwicklungen auf dem amerikanischen Energiespeichermarkt darstellt.

580 Howard Street, Suite 402  
San Francisco, CA 94105  
+1 415-704-8811  
[info@greentechmedia.com](mailto:info@greentechmedia.com)  
[www.greentechmedia.com/research](http://www.greentechmedia.com/research)

### **Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)**

Das LBNL ist eine Forschungseinrichtung des US Department of Energy (DOE) und wird von der UC Berkeley geleitet. Die Forschungseinrichtung umfasst u.a. einen Bereich, welcher sich mit Technologien zur Energieerzeugung und den verschiedenen Herausforderungen im Stromnetz befasst. Innerhalb dieses Bereichs (Energy Technologies Area) gibt es eine Abteilung, welche den Fokus explizit auf Energiespeicherung und dezentrales Energiemanagement (Energy Storage and Distributed Resources Division) legt. Hierbei geht es vor allem darum, die Integration von Speichern und erneuerbaren Energien, Echtzeitüberwachung in Smart Grids sowie die Zuverlässigkeit im Verteilnetz zu verbessern.

Ravi Prasher (Division Director, Energy Storage and Distributed Resources)

1 Cyclotron Road  
Berkeley, CA 94720  
+1-510-486-7291  
[RSPrasher@lbl.gov](mailto:RSPrasher@lbl.gov)  
[www.lbl.gov](http://www.lbl.gov)

### **Sandia National Laboratories**

Die Sandia National Laboratories sind staatlich geförderte Forschungseinrichtungen mit verschiedenen Standorten in den USA. Der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten liegt in technologischen Innovationen zur nationalen Sicherheit. Im Rahmen der Sandia National Laboratories gibt es eine Abteilung, die sich mit Energiespeichertechnologien und -systemen beschäftigt (Energy Storage Technology and Systems Department). In diesem wurde auch eine Energy Storage Safety Group gegründet, welche sich mit Sicherheitsfragen von Energiespeichern beschäftigt und den Austausch zwischen verschiedenen Stakeholder zu diesem Thema fördert.

Dr. Babu Chalamala (Program Manager, Energy Storage Technologies and Systems)

011 East Ave

Livermore, CA 94550

+1-505-845-7185

[bchalam@sandia.gov](mailto:bchalam@sandia.gov)

[www.sandia.gov](http://www.sandia.gov)

### **Stanford University - Precourt Institute for Energy**

Das Precourt Institute for Energy wurde im Jahr 2009 gegründet und ist Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten im Energiebereich an der Stanford University. Das Institut forscht im Energiebereich an der Schnittstelle zwischen Technologie, Politik und Wirtschaft. Im Bereich der Energiespeicherung und Netzmodernisierung arbeiten multidisziplinäre Teams an verschiedenen Fragestellungen zu Batterien, Brennstoffzellen und Großspeichern zur Netzintegration. Zudem beschäftigt sich die im Jahr 2016 gegründete Forschungsinitiative Bits & Watts mit den aktuellen Herausforderungen des Stromnetzes und der Integration dezentraler Energieressourcen.

Yang & Yamazaki Environment and Energy Building, Suite 324

473 Via Ortega, MC 4240

Stanford, CA 94305

+1-650-725-3230

[precourt\\_institute@stanford.edu](mailto:precourt_institute@stanford.edu)

[energy.stanford.edu](http://energy.stanford.edu)

### **7.1.3. Illinois**

#### **Argonne National Laboratory**

Argonne ist ein multidisziplinäres Forschungszentrum, in dem Forscher zusammen mit Experten aus der Industrie, Wissenschaft und anderen staatlichen Laboren zusammenarbeiten. Es werden die Themenfelder Energie, Umwelt, Technik und nationale Sicherheit behandelt. Im Jahre 2014 stand dem Forschungszentrum ein Budget von 760 Mio. USD zur Verfügung und die Projekte wurden von über 3.000 Mitarbeitern unterstützt. Ein Teil des Forschungsteams befasst sich mit der Entwicklung von Energiespeichermethoden.

9700 S Cass Ave

Argonne, IL 60439

+1 (630)-252-2000

[www.anl.gov](http://www.anl.gov)

### **Illinois Institute of Technology (IIT)**

Das Illinois Institute of Technology ist eines der führenden Forschungsinstitute für Naturwissenschaften in den USA. Der Chicago Campus verfügt über ein Microgrid, das für verschiedene Forschungszwecke eingesetzt wird.

3300 S Federal St  
Chicago, IL 60616  
+1 (312)-567-3000  
[www.iitmicrogrid.net](http://www.iitmicrogrid.net)

### **Joint Center for Energy Storage Research (JCESR)**

Das Joint Center for Energy Storage Research (JCESR), welches auch als Batteries and Energy Storage Hub bekannt ist, beschäftigt sich mit der Forschung an Energiespeichersystemen. Das Batteries and Energy Storage Hub wurde im Jahr 2013 durch das Argonne National Laboratory in Partnerschaft mit vier anderen Laboratorien des Energieministeriums (Department of Energy), fünf Universitäten und vier Privatunternehmen ins Leben gerufen.

9700 S Cass Ave  
Argonne, IL 60439  
+1 (630)-252-2000  
[www.jcesr.org](http://www.jcesr.org)

### **Trustworthy Cyber Infrastructure for the Power Grid (TCIPG)**

Das TCIPG ist eine Partnerschaft von vier akademischen Institutionen, die gebildet wurde, um die Kommunikationsinfrastruktur vor Cyber-Attacken und anderen Risiken abzusichern. Das TCIPG arbeitet kontinuierlich mit nationalen Laboratorien und dem Versorgungssektor zusammen, um das US-Stromnetz zu schützen. Außerdem arbeitet das TCIPG daran, die Stromnetzinfrastruktur nicht nur sicherer, sondern auch zuverlässiger und belastbarer zu machen.

1308 W Main St, 428 CSL  
Urbana, Illinois 61801-2307  
+1 (217)-244-6097  
[info@tcipg.org](mailto:info@tcipg.org)  
[www.tcipg.org](http://www.tcipg.org)

## **7.2. Behörden**

### **7.2.1. USA**

#### **Advanced Research Projects Agency-Energy (APRA-E)**

Als staatliche Einrichtung des DOE fördert die APRA-E innovative Forschungsprojekte im Bereich der Energiespeicherung mit finanziellen Mitteln und technischem Know-how. Der Fokus der Förderung liegt auf innovativen Projekten, welche das Potenzial aufweisen, die aktuell bestehenden Hürden der Energiespeicherung zu überwinden.

U.S. Department of Energy  
1000 Independence Avenue SW  
Washington, D.C. 20585  
[ARPA-E@hq.doe.gov](mailto:ARPA-E@hq.doe.gov)  
[www.arpa-e.energy.gov](http://www.arpa-e.energy.gov)

### **Business for Innovative Climate and Energy Policy (BICEP)**

BICEP versucht, nachhaltige Firmen auf direktem Weg mit relevanten Mitgliedern des US-Kongresses zu verbinden, um die jeweilige Energiegesetzgebung zu diskutieren oder zu beeinflussen und so nachhaltige Energiepolitik voranzutreiben. Ihr Wirkungsbereich ist sowohl auf bundesstaatlicher wie auch auf Landesebene.

Mindy S. Lubber (Chief Executive Officer/President)

99 Chauncy St, 6th Floor

Boston, MA 02111

+1-617-247-0700

[info@ceres.org](mailto:info@ceres.org)

[www.ceres.org/bicep](http://www.ceres.org/bicep)

### **Federal Energy Regulatory Commission (FERC)**

Die FERC ist eine unabhängige Regulierungsbehörde, die den staatenübergreifenden Verkehr von Erdgas, Öl und Elektrizität überwacht und eine nachhaltige Entwicklung der Marktstrukturen im Stromgroß- und -einzelhandel sicherstellt. Zusätzlich hat die Organisation die Aufsicht über Projekte im Bereich Erdgas und Wasserkraft. Im Zusammenhang mit dem Smart Grid und der Modernisierung des Netzes sowie der Energietechnologie verfasst die FERC zudem kontinuierlich Berichte und stellt die Einhaltung von zentralen Gesetzen sicher. Die Regulierungsbemühungen der FERC haben letztendlich das Ziel, den Endkonsumenten den Zugang zu verlässlicher und sauberer Energie zu gleichzeitig fairen Preisen langfristig zu ermöglichen. Akteure im Markt, die dabei gegen die Auflagen der FERC verstoßen, können mit Geldstrafen sanktioniert werden.

888 First Street, NE

Washington, DC 20426

+1-202-502-6088

[fercstaterelations@ferc.gov](mailto:fercstaterelations@ferc.gov)

[www.ferc.gov/default.asp](http://www.ferc.gov/default.asp)

### **Information Technology Industry Council (ITI)**

Das ITI ist eine Lobby-Organisation, die versucht, Innovation zu fördern, den Zugang zu Weltmärkten und den elektronischen Handel zu erweitern.

1101 K St., NW Suite 610

Washington, D.C. 20005

Joseph Anderson, Director, Environment and Sustainability

+1-202-737-8888

[janderson@itic.org](mailto:janderson@itic.org)

[www.itic.org](http://www.itic.org)

### **National Association of State Energy Officials (NASEO)**

Die NASEO repräsentiert die von den Gouverneuren der einzelnen US-Bundesstaaten offiziell für Energieangelegenheiten bestellten Behörden. Mitglieder von NASEO sind hochrangige Vertreter der jeweiligen Energiebehörden.

2107 Wilson Blvd, Suite 850  
Arlington, VA 22201  
+1-703-299-8800  
[energy@naseo.org](mailto:energy@naseo.org)  
[www.naseo.org](http://www.naseo.org)

### **US Business Council for Sustainable Development (USBCSD)**

USBCSD ist eine gemeinnützige Handelsvereinigung von Unternehmen, deren Zweck es ist, gemeinsame Projekte, Partnerschaften und Plattformen zu fördern, um neue Lösungen für Umweltprobleme zu finden.

411 W Monroe St  
Austin, TX 78704  
+1-512-981-5417  
[info@usbcسد.org](mailto:info@usbcسد.org)  
[www.usbcسد.org](http://www.usbcسد.org)

### **US Department of Energy (DOE)**

Das US Department of Energy ist das Energieministerium der USA. Die Aufgabe des DOE ist die Sicherung von Amerikas Energieversorgung durch die Entwicklung von zuverlässigen, bezahlbaren und sauberen Energiequellen. Das DOE verwaltet ein jährliches Budget von 23 Mrd. USD, hierunter auch zahlreiche Förderprogramme für erneuerbare Energien.

Dem Ministerium untersteht neben einer Vielzahl von Forschungseinrichtungen u.a. das renommierte National Renewable Energy Laboratory (NREL) in Colorado.

Dem DOE untersteht zudem das Energiestatistikamt der USA (Energy Information Administration, EIA).

Die EIA führt sämtliche Statistiken zur Energieerzeugung und zum Energieverbrauch in den USA.

Außerdem finanziert das DOE die sogenannte DSIRE-Datenbank, die sämtliche Förderprogramme für erneuerbare Energien und Energieeffizienz enthält.

Jonathan Male, Director  
1000 Independence Ave., SW  
Washington, DC 20585  
+1 202.586.5000  
[www.energy.gov](http://www.energy.gov)

### **US Department of Energy – Energy Information Agency (EIA)**

Das DoE ist u.a. für Forschung im Bereich Energie, heimische Energieproduktion und Energieeinsparung zuständig. Zum Energieministerium gehört die EIA – eine Statistikagentur, die Energiedaten sammelt, auswertet und veröffentlicht. Das EERE ist ein Büro innerhalb des DoE, das in Forschung und Entwicklung im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien investiert.

Fred Mayes, Renewable and Data Forecast Expert

US Department of Energy

1000 Independence Ave. SW

Washington DC 20585

+1 202-586-1508

[fred.mayes@eia.gov](mailto:fred.mayes@eia.gov)

[www.eia.gov](http://www.eia.gov)

### **US Environmental Protection Agency (EPA)**

Die EPA ist eine unabhängige Behörde, die sich für Umweltschutz sowie den Schutz der menschlichen Gesundheit einsetzt.

1200 Pennsylvania Ave NW

Washington, DC 20460

+1-202-272-0167

[www.epa.gov](http://www.epa.gov)

## **7.2.2. Kalifornien**

### **Bay Area Council Economic Institute**

Das Bay Area Council Economic Institute ist eine Partnerschaft von Unternehmen, Regierungen, Hochschulen und Non-Profit-Organisationen, die es sich zum Ziel gesetzt hat, die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Bay Area zu fördern.

Sean Randolph (President & CEO)

353 Sacramento St., Suite 1000

San Francisco, CA 94111

+1-415-981-7117

[bacei@bayareacouncil.org](mailto:bacei@bayareacouncil.org)

[www.bayareaeconomy.org](http://www.bayareaeconomy.org)

### **California Air Resources Board (CARB)**

Das CARB ist Teil der California Environmental Protection Agency (CalEPA) und stellt die Emissionsschutzbehörde Kaliforniens dar. Die Expertenkommission des CARBs erarbeitet Gesetzesvorschläge zur Luftreinhaltung und koordiniert Programme zu diesem Thema.

Mary D. Nichols (Chairperson)

1001 I Street

Sacramento, CA 95814

+1-916-322-5840

[mnichols@arb.ca.gov](mailto:mnichols@arb.ca.gov)

[www.arb.ca.gov](http://www.arb.ca.gov)

### **California Center for Sustainable Energy (CCSE)**

Das California Center for Sustainable Energy ist eine gemeinnützige Organisation, die Privatpersonen, Unternehmen und staatlichen Einrichtungen dabei helfen will, Energie einzusparen und selbst Energie zu generieren. Sie bieten Informationsmaterialien, Analysen und langfristige Planung hinsichtlich Energiefragen und Energietechnologien an.

Len Hering (Executive Director)  
9325 Sky Park Court, Suite 100  
San Diego, CA 92123  
+1-858-244-1177  
[www.energycenter.org](http://www.energycenter.org)

### **California Contractors State License Board (CCSLE)**

Die California CCSLE mit Sitz in Sacramento bietet Informationsmaterialien und die notwendigen Unterlagen für das Lizenzierungsverfahren zur gewerblichen Niederlassung im Bundesstaat Kalifornien.

Awet Kidane (Director)  
9821 Business Park Dr.  
Sacramento, CA 95827  
+1-916-255-3900  
[www.cslb.ca.gov](http://www.cslb.ca.gov)

### **California Energy Commission (CEC)**

Die kalifornische Energy Commission ist als Behörde verantwortlich für Energiepolitik und -planung. Ihre Aufgabe ist die Senkung der Energiekosten und Reduzierung der Umweltauswirkungen des Energieverbrauchs. Die Energy Commission setzt entsprechend der Parlamentsbeschlüsse die Energiepolitik um, indem Standards gesetzt und Förderprogramme eingeführt werden. Sie vergibt Lizenzen für Energieerzeugungsanlagen und führt die Energiestatistiken des kalifornischen Staates.

Robert B. Weisenmiller (Chair)  
1516 9th St., MS-29  
Sacramento, CA 95814  
+1-916-654-5036  
[renewable@energy.ca.gov](mailto:renewable@energy.ca.gov)  
[www.energy.ca.gov](http://www.energy.ca.gov)

### **California Environmental Protection Agency (CalEPA)**

Die California Environmental Protection Agency, oder CalEPA, ist eine staatliche Agentur auf Kabinett-Ebene innerhalb der Regierung von Kalifornien. Das Ziel von CalEPA ist es, die Umwelt wiederherzustellen, zu schützen und zu verbessern, um die öffentliche Gesundheit, die Umweltqualität und die ökonomische Vitalität zu gewährleisten.

1001 I Street  
Sacramento, CA 95812-2815  
+1-916-324-9670  
[cepacomm@calepa.ca.gov](mailto:cepacomm@calepa.ca.gov)  
[www.calepa.ca.gov](http://www.calepa.ca.gov)

### **California Independent System Operator (CAISO)**

CAISO steuert die sichere und zuverlässige Stromübertragung mittels Hochstrom- und Fernleitungen, welche über 80% des kalifornischen Energienetzes ausmachen. CAISO liefert mittels seiner Verteilungsnetze Strom in Höhe von 260 TWh/Jahr bei einer Spitzenlast von 50 GW an lokale Energieversorger, die diesen weiter an ihre ca. 30 Mio. Endkunden vertreiben. Als unabhängiger Netzbetreiber hat CAISO kein finanzielles Interesse an einem bestimmten Marktsegment.

250 Outcropping Way  
Folsom, CA 95630  
+1-916-351-4400  
[www.aiso.com](http://www.aiso.com)

### **California Municipal Utilities Association (CMUA)**

Die CMUA ist der Interessenverband verschiedener öffentlicher Versorgungsunternehmen. In dieser Rolle vertritt die Organisation die Interessen der Versorger vor Organen der Rechtsprechung und bietet ein Forum, in dem die Mitglieder aktuelle Themen entwickelt und diskutieren können. Darüber hinaus ermöglicht das CMUA durch verschiedenste Events den Austausch von Informationen und stellt eine Art Wissensbasis für die Mitglieder dar.

915 L St #1460  
Sacramento, CA 95814  
+1-916-326-5800  
[www.cmua.org/](http://www.cmua.org/)

### **California Public Utilities Commission (CPUC)**

Die Kalifornische Public Utility Commission (CPUC) ist für die Regulierung der Sektoren Energie, Wasser, Information, Konsumentenrechte und -sicherheit zuständig. Die CPUC ist eine Regulierungsbehörde für alle Versorgungsunternehmen mit Ausnahme der sich im kommunalen Besitz befindenden Versorger und unterliegt der Kontrolle der kalifornischen Gerichte. Ihre Aufgabengebiete im Energiesektor umschließen die Stromkosten, -erzeugung und -infrastruktur, die Versorgungssicherheit, das Management der dezentralen Ressourcen, der Energieeffizienz sowie die Festlegung der Netzentgelte und der Stromtarife. Regulierungszuständigkeit besteht insbesondere für die drei großen Energieversorger Pacific Gas and Electric (PG&E), Southern California Edison (SCE) und San Diego Gas and Electric (SDG&E). Eine Kernaufgabe der CPUC ist die Regulierung der Erträge der Versorger und die Aufteilung der Kosten auf die Verbraucher (Tarifizierung). Die regulierten Unternehmen sind verpflichtet, entsprechende zeitliche Tarife wie „Time of Use“ (TOU) sowie Einspeise- bzw. Eigenversorgungstarife wie Net-Metering anzubieten.

Stephanie Green (Business & Community Outreach Supervisor)  
505 Van Ness Ave.  
San Francisco, CA 94102  
+1-415-703-2782  
[stephanie.green@cpuc.ca.gov](mailto:stephanie.green@cpuc.ca.gov)  
[www.cpuc.ca.gov/puc](http://www.cpuc.ca.gov/puc)

### **Clean Power Campaign**

Die Clean Power Campaign ist eine Non-Profit-Organisation, welche sich für Interessengruppen und Firmen, die in den Bereichen Umweltschutz, erneuerbare Energien und Energieeffizienz tätig sind, engagiert. Sie setzt sich deshalb durch Lobbyarbeit in verschiedensten Institutionen intensiv für strengere Regulierungen, Infrastrukturausbau und nachhaltige Technologien ein.

John Shahabian (Executive Director)

1100 11th St, Suite 321  
Sacramento, CA 95814  
+1-916-340-2600  
[www.cleanpower.org](http://www.cleanpower.org)

### **Northern California Power Agency (NCPA)**

Als kooperative Non-Profit-Organisation bündelt die NCPA die Interessen verschiedener kommunaler Verwaltungen von Städten und Bezirken und versucht bundesstaatliche so wie auch kommunale Ziele zu verbinden. Geleitet wird die Organisation zudem von gewählten Repräsentanten aus den kommunalen Verwaltungen selbst. Zusammen verfolgen diese eine umweltfreundliche, sozialverträgliche und effiziente Energieversorgung für deren Einwohner.

651 Commerce Drive  
Roseville, CA 95678-6411  
Randy S. Howard, General Manager  
+1-916-781-3636  
[www.ncpa.com](http://www.ncpa.com)

### **San Francisco Public Utilities Commission (SFPUC)**

Bei der SFPUC handelt es sich um eine Abteilung der Stadt und des Countys San Francisco. Sie hat eine Regulierungsfunktion und kümmert sich um die Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und städtische Stromversorgung.

1155 Market St.  
San Francisco, CA 94103  
+1-41-551-31553000  
[info@sflower.org](mailto:info@sflower.org)  
[www.sflower.org](http://www.sflower.org)

### **Western Governors' Association (WGA)**

Die WGA ist die überparteiliche Organisation der Gouverneure der 19 westlichen US-Bundesstaaten einschließlich der drei Pazifikinseln Northern Mariana Islands, American Samoa und Guam. Die WGA hat sich insbesondere dem Ziel der Entwicklung und Förderung erneuerbarer Energien verschrieben und in diesem Zusammenhang mehrere Initiativen gegründet. Im Rahmen dieser Organisation wird somit überparteiliche Strategieentwicklung, Informationsaustausch und gemeinsames Handeln ermöglicht.

James Ogsbury (Executive Director)  
1600 Broadway, Suite 1700  
Denver, CO 80202  
+1-303-623-9378  
[email@westgov.org](mailto:email@westgov.org)  
[www.westgov.org](http://www.westgov.org)

### 7.2.3. Illinois

#### **Council of Great Lakes Governors**

Der Council of Great Lakes Governors (CGLG) ist eine überparteiliche Partnerschaft der Gouverneure der acht Greater Lake-Staaten Illinois, Indiana, Michigan, Minnesota, New York, Ohio, Pennsylvania, Wisconsin und der kanadischen Provinzen Ontario und Québec. Ziel ist es, die ökologischen und ökonomischen Herausforderungen der Region anzugehen, um die natürlichen Ressourcen zu schützen und die Wirtschaft weiter zu stärken.

20 N Wacker Dr, Suite 2700  
Chicago, IL 60606  
+1 (312)-407-0038  
[www.cglg.org](http://www.cglg.org)

#### **Illinois Commerce Commission (ICC)**

Die ICC reguliert die öffentlichen Versorgungsdienstleistungen im US-Staat Illinois. Das Ziel der ICC ist es, ein angemessenes Gleichgewicht zwischen den Interessen der Verbraucher und den bestehenden und aufstrebenden Dienstleistern zu schaffen, um die Bereitstellung adäquater, effizienter, zuverlässiger, sicherer und kostengünstiger öffentlicher Versorgungsleistungen zu gewährleisten.

160 N LaSalle St  
Chicago, IL 60601  
+1 (312)-814-2850  
[www.icc.illinois.gov](http://www.icc.illinois.gov)

#### **Illinois Department of Commerce and Economic Opportunity**

Das Illinois Department of Commerce and Economic Opportunity unterstützt und berät potenzielle Unternehmer u.a. bei den einzelnen Schritten einer Unternehmensgründung. Des Weiteren werden Schulungen und Seminare angeboten, um über einen potenziellen Markteinstieg zu informieren.

100 W Randolph St  
Chicago, IL 60601  
+1 (312)-814-4954  
[www.ildceo.net](http://www.ildceo.net)

#### **Illinois Green Government Coordinating Council**

Der Illinois Green Government Coordinating Council unterstützt staatliche Stellen und Bildungseinrichtungen dabei, ihre Nachhaltigkeitsstrategien zu verbessern, um so die Ziele des Green Government Illinois Act zu erreichen.

100 W Randolph St  
Chicago, IL 60601  
+1 (312)-814-2121  
[www.illinois.gov/gov/green](http://www.illinois.gov/gov/green)

## 7.3. Relevante Unternehmen

### 7.3.1. Kalifornien

#### **Adara Power**

Ursprünglich begonnen als JuiceBox Energy mit einer kleinen Lösung zur Energiespeicherung bietet Adara Power nun ganzheitliche Produkte für Speicherung und Management von Energie an. Dabei operiert das Unternehmen mit Plattformlösungen und Steuerungs-/Speicherungstechnologie zugleich im Segment für Privathaushalte wie auch gewerbliche Kunden.

Neil Maguire (Founder/CEO)

2355 Paragon Drive, Suite D

San Jose, CA 95131

+1-888-692-3272

[info@adarapower.com](mailto:info@adarapower.com)

[www.adarapower.com](http://www.adarapower.com)

#### **Advanced Microgrid Solutions (AMS)**

AMS kombiniert Speicher- und Laststeuerungstechnologien mit innovativer Datenanalyse. Das Unternehmen entwickelt, baut und betreibt seine kundenspezifischen Energiespeicherflotten, die ausschließlich bei Großprojekten in der Industrie oder bei Energieversorgern zum Einsatz kommen, selbst. USP ist laut Unternehmen die Verknüpfung aus Echtzeitdatenanalyse und kundenindividueller Technologie. Durch eine Finanzierungs-B-Serie in 2017 konnte AMS eine Investitionssumme von 52 Mio. USD generieren.

Susan Kennedy (Founder/CEO)

25 Stillman St

San Francisco, CA 94107

[www.advmicrogrid.com](http://www.advmicrogrid.com)

#### **AutoGrid**

Das in 2011 als Spin-Off der Universität Stanford gegründete AutoGrid entwickelt Lösungen im sogenannten Energy Internet. Dazu werden Datenströme im Stromnetz ausgewertet, um in Echtzeit Kapazitäten zwischen einzelnen Ressourcen auszugleichen und Nachfrage und Angebot flexibel auszugleichen. Besonders werden dabei die Potenziale der dezentralen Erzeugungsanlagen genutzt und die Demand Response dynamisch steuerbar. Zu Kunden von AutoGrid zählen deshalb Stromerzeuger, Stromversorger, Projektentwickler sowie Dienstleister im Bereich Elektrizität.

Amit Narayan (CEO)

255 Shoreline Drive, Suite 350

Redwood City, CA 94065

+1 650-461-9038

[info@auto-grid.com](mailto:info@auto-grid.com)

[www.auto-grid.com](http://www.auto-grid.com)

### **Axiom Exergy**

Das Unternehmen bietet eine Speichertechnologie für Thermalenergie und ergänzt diese durch ein Management Dashboard, durch das Daten über den Energieverbrauch ausgewertet und für Unternehmen in Echtzeit einsehbar werden. Da der Anwendungsbereich auf Kühlanlagen limitiert ist, zählen zu den Kunden Supermärkte, Lagerhäuser sowie Lebensmittelproduzenten. Diese profitieren davon, dass zur Einführung des Speichers keine Aufrüstung des Kühlsystems notwendig wird. 2016 hat das Unternehmen zudem eine erste Finanzierung von 2,5 Mio. USD erhalten.

Amrit Robbins (President and Cofounder)

1387 Marina Way S, Suite 500

Richmond, CA 94804

+1-510-683-5200

[info@axiomexergy.com](mailto:info@axiomexergy.com)

[www.axiomexergy.com](http://www.axiomexergy.com)

### **Belco, Elecnor Group**

Belco ist ein Unternehmen der Elecnor Group und Teil eines weltweiten Konglomerats von Unternehmen, die Ingenieurwesen, Entwicklung und Bau von Projekten in Bezug auf Infrastrukturen, erneuerbare Energien und neue Technologien anbieten.

4331 Schaefer Ave

Chino, CA 91710

+1-909-993-5470

[elecnor@elecnor.com](mailto:elecnor@elecnor.com)

[www.elecnorbelco.com](http://www.elecnorbelco.com)

### **Borrego Solar Systems Inc.**

Borrego Solar Systems ist mit mehr als 1.000 abgeschlossenen Projekten einer der großen Full-Service-Projektentwickler im Markt für Solarenergie. Die langjährige Erfahrung im Solarmarkt überträgt das Unternehmen auch auf das Geschäftsfeld der Energiespeicherung. Dort ist es für seine Kunden in Großprojekten tätig und liefert Speicherlösungen an Versorger und industrielle Kunden.

Mike Hall (CEO)

360 22nd St Suite 600

Oakland, CA 94612

+1-888-898-6273

[www.borregosolar.com](http://www.borregosolar.com)

### **California Environmental Associates (CEA)**

CEA ist ein interdisziplinärer Beratungsdienstleister, der für verschiedenste Organisationen Beratung zu Nachhaltigkeitsthemen anbietet. Neben der Beratung zu rein regulatorischen Bedingungen in Kalifornien besteht das Spektrum der CEA vor allem aus der ganzheitlichen Beratung. Dies reicht von der Analyse über die strategische Programmplanung bis hin zur Evaluation von Strategien. Mit CEA Recruiting hilft das Unternehmen seinen Kunden außerdem operativ wie auch strategisch die Mitarbeitergewinnung erfolgreich zu gestalten.

Kirk Marckwald (Founder & Principal)

423 Washington St # 300

San Francisco, CA 94111

+1-415-421-4213

[kirk@ceaconsulting.com](mailto:kirk@ceaconsulting.com)

[www.ceaconsulting.com](http://www.ceaconsulting.com)

### **Clean Energy Storage Inc.**

Das Unternehmen aus dem Central Valley vertreibt maßgeschneiderte Speichersysteme aus Eigenfertigung weltweit. Grundlage dafür ist die patentgeschützte Technologie Powergrid, die für Privathaushalte wie auch für kommerzielle Kunden angepasste Lösungen in gewünschter Größe, Farbe und zu einem bestimmten Preispunkt geliefert werden können. Neben der Entwicklung eigener Technologie arbeitet das Unternehmen mit einem Netzwerk aus Designern und Finanzdienstleistern zusammen.

42128 Remington Ave.

Temecula, CA 92590

+1-951-296-1586

[info@cleanenergystorage.net](mailto:info@cleanenergystorage.net)

[www.cleanenergystorage.net](http://www.cleanenergystorage.net)

### **Edison Energy, LLC**

Edison Energy ist als Geschäftsbereich der Unternehmensgruppe Edison International zuständig für die Ergänzung des Konzernportfolios durch seine Beratungs- und Mehrwertservices. So hilft das Unternehmen seinen Kunden bei der Entwicklung von langfristigen Technologie-Roadmaps, die ganzheitlich finanzielle, regulatorische sowie technologische Aspekte berücksichtigen. Das Leistungsspektrum umfasst genauer Angebote von der strategischen Analyse und Planung, über die Entwicklung von konkreten Projekten zur Optimierung von Energieangebot sowie -nachfrage bis hin zur Identifikation von Partnerunternehmen für beispielsweise Wartung und Betrieb.

Ron Litzinger (Chair/President)

17875 Von Karman Ave., Suite 100

Irvine, CA 92614

949-491-1633

[www.edisonenergy.com](http://www.edisonenergy.com)

### **EnerVault**

EnerVault stellt Flow-Batterien (Redox-Durchfluss-Batterien) für die Anwendung im Großspeicher-Bereich her. Das Unternehmen feierte 2014 die Fertigstellung eines 250-kW/1-MWh-Batteriesystems für eine Mandelfarm in Kalifornien. Das Projekt ist ein Meilenstein für das Unternehmen, da es erstmals seine Technologie demonstrieren konnte.

Ronald J. Mosso (CEO)  
1244 Reamwood Ave.  
Sunnyvale, CA 94089  
+1-408-636-7519  
[www.enervault.com](http://www.enervault.com)

### **ES Engineering**

ES wurde im Juni 1997 von Herrn Jinghui Niu gegründet. ES bietet seinen Kunden die notwendigen Dienstleistungen, um ihre schwierigen Umwelt- und Ingenieursfragen zu bewerten und zu beantworten.

1036 W Taft Avenue  
Orange, CA 92865  
+1-714-919-6500  
[info@es-online.com](mailto:info@es-online.com)  
[www.es-online.com](http://www.es-online.com)

### **Ice Energy**

Das Unternehmen entwickelte mit IceBear eine thermale Speichertechnologie, die zusammen mit einer Steuerungsplattform zudem den Zugang zum Smart Grid ermöglicht. Anwendbar sind die modularen Lösungen für den privaten Haushalt genauso wie für Handel, Industrie oder Versorger. Zur Installation und Wartung kooperiert das Unternehmen mit ausgewählten Partnern.

Mike Hopkins (CEO)  
3 E. De La Guerra St.  
Santa Barbara, CA 93101  
+1-877-542-3232  
[mhopkins@ice-energy.com](mailto:mhopkins@ice-energy.com)  
[www.ice-energy.com](http://www.ice-energy.com)

### **JLM Energy, Inc.**

JLM Energy entwickelt maßgeschneiderte Energiemanagementsysteme zur effizienten Steuerung des Energieverbrauchs. Basis dazu ist die voll integrierte Lösung aus Solarenergiegewinnung, Speichertechnologie und Software. So kann das Unternehmen seinem Kunden angepasst an das Energienutzungsverhalten die entsprechenden Elemente designen und installieren. Über die Monitoring-Plattform und deren Algorithmen kann der Energieverbrauch dann analysiert und optimiert werden.

3735 Placer Corporate Drive  
Rocklin, CA, 95765  
+1-800-475-3960  
[contact@jlmenergy.com](mailto:contact@jlmenergy.com)  
[www.jlmenergyinc.com](http://www.jlmenergyinc.com)

### **JMP Securities**

Gegründet im Jahr 2000 und wirksam als Geschäftsbereich der JMP Gruppe ist das Unternehmen als Investmentbank mit einer Spezialisierung auf die Branchen Technologie, Gesundheitswesen, Finanzdienstleistungen und Immobilienwirtschaft tätig. Leistungen für private und staatliche Klienten umfassen die Kapitalbeschaffung durch Fremd- und Eigenfinanzierung sowie die Beratung bei M&A-Transaktionen und anderen strategischen Initiativen. Die Wissensbasis baut das Unternehmen dabei vor allem durch das hauseigene Forschungsinstitut auf.

Mark Lehmann (President)  
600 Montgomery St Ste 1100  
San Francisco, CA 94111  
+1-415-835-8900  
[www.jmpg.com/jmp-securities](http://www.jmpg.com/jmp-securities)

### **Johnson Controls**

Als Großkonzern mit 120.000 Mitarbeitern gliedert sich das Unternehmen in verschiedene Geschäftsbereiche auf, die mit hohen Synergien im Bereich Smart Building und Smart City arbeiten. So widmet sich der Konzern neben den Bereichen Transport, Gebäudeeffizienz und Batterien nun auch dem Thema dezentrale Energiespeicherung. In diesem neuen Bereich fließen viele der bereits bestehenden Kompetenzen ein und bieten den Kunden modulare wie auch gebäude-integrierte Speichersysteme, die ein effizientes Management des Energieverbrauchs ermöglichen. Durch die Energiespeichertechnologie und das intelligente Steuerungssystem sind die Produkte beispielsweise zum Peak Shaving, Load Shifting oder als Notfall-Energieversorgung einsetzbar.

21270 Cabot Blvd.  
Hayward, CA 94545 USA  
+1-510-780-7700  
[www.johnsoncontrols.com](http://www.johnsoncontrols.com)

### **GreenCharge**

Seit 2009 bietet GreenCharge sein cloud-basiertes Steuerungs- und Speichersystem an und entwickelt, installiert und betreut dieses. Der Einsatz der Technologie GridSynergy setzt je nach Kundengruppe unterschiedliche Schwerpunkte. So profitieren kommerzielle Kunden und Schulen von der Kombination aus intelligenter Software, modularem und robustem Lithium-Ionen-Speicher sowie verschiedenen Mehrwert-Services durch ein großes Partnernetzwerk. Versorger und Netzbetreiber werden vor allem durch die intelligente Software von GreenCharge darin unterstützt, Echtzeitanalysen zu erhalten und dadurch das Netz vorausschauender managen zu können. Solarunternehmen heben durch die Integration der GreenCharge-Produkte den Mehrwert für deren Endkunden.

Vic Shao (Founder/CEO)  
4151 Burton Drive  
Santa Clara, CA 95054  
+1-408-638-0072  
[info@greencharge.net](mailto:info@greencharge.net)  
[www.greencharge.net](http://www.greencharge.net)

### **Greensmith Energy**

Involviert in Projekte mit einer Gesamtkapazität von ca. 180 MW ist das Unternehmen einer der führenden Anbieter von Energiemanagement-Software. Die ganzheitliche und technologie-neutrale Steuerungsplattform GEMS ist darüber hinaus auf alle Segmente von Grid-Scale über Micro-Grid bis hin zu Behind-the-Meter anwendbar und zielt darauf ab, Unternehmen, Versorger und Netzbetreiber beim Management der Energiebereitstellung und -nutzung zu unterstützen. Durch die erworbene Expertise berät das Unternehmen seine Kunden weiterführend auch beim Design, der Implementierung und Wartung des Speichersystems.

John Jung (President/CEO)  
2000 Powell Street, Suite 1625  
Emeryville, CA 94608  
+1-844-814-4367  
[www.greensmithenergy.com](http://www.greensmithenergy.com)

### **Growing Energy Labs, Inc. (GELI)**

GELI bietet eine Energiemanagement-Plattform an, die mehrere Akteure durch gleichzeitigen Zugang verbindet. Projektentwickler können zunächst die aktuelle Energieinfrastruktur und deren Bedürfnisse messen, analysieren und ein entsprechendes System entwerfen. Anschließend unterstützt die cloud-basierte Software-Lösung Betreiber bzw. Besitzer und relevante Systemdienstleister bei der Automatisierung des Energiespeichersystems durch laufendes Monitoring und Steuerung. Die Plattform ist auf Privathaushalte wie auch auf andere Kundengruppen anwendbar.

Dan Loflin (CEO)  
657 Mission St, Suite 500  
San Francisco, CA 94105  
+1-415-857-4354  
[www.geli.net](http://www.geli.net)

### **Los Angeles Department of Water & Power (LADWP)**

LADWP ist der größte kommunale Energieversorger der Vereinigten Staaten. LADWP wurde im Jahr 1902 gegründet und versorgt über vier Mio. Einwohner.

111 North Hope St.  
Los Angeles, CA 90051  
+1-213-367-0414  
[www.ladwp.com](http://www.ladwp.com)

### **Pacific Gas & Electric Company (PG&E)**

Die in San Francisco ansässige Pacific Gas & Electric Company ist nicht nur einer der drei bedeutendsten Energieversorger Kaliforniens, sondern gilt auch als einer der größten landesweit. Mit Hilfe seiner rund 20.000 Angestellten übernimmt das Unternehmen die Stromlieferung an mehr als 15 Mio. Verbraucher. Es unterliegt der California Public Utilities Commission.

77 Beale St.  
San Francisco, CA 94177  
+1-415-973-7000  
[www.pge.com](http://www.pge.com)

### **Sacramento Municipal Utility District (SMUD)**

SMUD versorgt das Sacramento County in Kalifornien mit Elektrizität und ist mit ca. 625.000 Kunden einer der zehn größten öffentlichen Energieversorger in den Vereinigten Staaten.

Arlen Orchard (CEO/General Manager)

6301 S St

Sacramento, CA 95817

+1-877-452-3211

[www.smud.org](http://www.smud.org)

### **San Diego Gas & Electric (SDG&E)**

San Diego Gas & Electric ist einer der drei größten Energieversorger Kaliforniens und beliefert rund 3,4 Mio. Verbraucher in San Diego und den südlichen Orange Counties mit Energie. Das Unternehmen gehört zu und wird reguliert von Sempra Energy, einer Holding, deren Tochterunternehmen Strom und Biogas liefern sowie Produkte und Dienstleistungen im Energiebereich anbieten.

8326 Century Park Ct.

San Diego, CA 92123-4150

+1-619-696-2000

[www.sdge.com](http://www.sdge.com)

### **Siemens**

Angesiedelt in der Energiesparte des Konzerns agiert Siemens auch im Markt für Energiespeicherung. Dort bietet das Unternehmen vor allem Leistungen als Projektentwickler an. So wirbt das Unternehmen mit Entwicklung, Implementierung und nachgelagerter Betreuung eines hersteller-unabhängigen Speichersystems. Darüber hinaus ergänzt Siemens die Projektentwicklung durch eine Monitoringplattform, die einfache Analyse und Wartung ermöglicht. Im Juli 2017 gründete das Unternehmen außerdem ein Joint Venture mit AES, um seine Aktivitäten im Grid-Scale und gewerblichen Segment für Speicherlösungen auszubauen.

1995 University Ave

Berkeley, CA 94704

+1-510-665-1330

[www.siemens.com/us](http://www.siemens.com/us)

### **Southern California Edison (SCE)**

Als einer der drei wichtigsten Energieversorger Kaliforniens beliefert Southern California Edison etwa 14 Mio. Verbraucher mit Strom. Das Versorgungsgebiet reicht von Zentral- bis Südkalifornien und in die Küstenregionen, ausgenommen Los Angeles.

2244 Walnut Grove Ave.

Rosemead, CA 91770

+1-626-302-1212

[www.sce.com](http://www.sce.com)

### **Southern California Gas Company (SoCalGas)**

Mit 21,6 Mio. versorgten Kunden ist das Unternehmen, das ebenfalls eine Tochter von Sempra Energy ist, der größte Versorger des Landes von Energie aus Erdgas. Der Versorgungsraum erstreckt sich dabei von Zentral- bis Südkalifornien.

Patricia K. Wagner (CEO)  
555 West Fifth St.  
Los Angeles, CA 90013-1011  
+1-800-427-2200  
[www.socalgas.com](http://www.socalgas.com)

### **Southern California Public Power Authority**

Die Southern California Public Power Authority besteht aus elf Stadtwerken und liefert erneuerbaren Strom an ca. zwei Mio. Kunden auf über 7.000 Quadratmeilen.

Michael Webster (Executive Director)  
1160 Nicole Court  
Glendora, CA 91740  
+1-626-793-9364  
[mwebster@scppa.org](mailto:mwebster@scppa.org)  
[www.scppa.org](http://www.scppa.org)

### **Stem**

Stem kombiniert intelligente selbstlernende Software mit Energiespeichertechnologie. Dadurch sollen Unternehmen unterstützt werden, die Energiekosten zu senken und ein effizienteres Stromnetz aufzubauen. Durch automatisierte Analyse, Monitoring und Optimierung des Energieverbrauchs profitieren Unternehmen in verschiedenen Branchen von Stems Softwarelösung, die eine dynamische und flexible Antwort auf zeitvariables Pricing der Energiekosten zulässt. Netzbetreiber und Versorger erhalten durch das vernetzte Speichersystem von Stem weitere Potenziale, um Ressourcen auszugleichen und als eine Art Virtual Power Plant proaktiv auf Schwankungen zu reagieren.

John Carrington (CEO/Director)  
100 Rollins Road  
Millbrae, CA 94030  
+1-415-937-7836  
[info@stem.com](mailto:info@stem.com)  
[www.stem.com](http://www.stem.com)

### **SunPower Corporation**

SunPower ist ursprünglich ein klassischer Hersteller von Solarpanels und hat mit dem Einzug von intelligenten Lösungen in den Energiemarkt das Angebot zu einem ganzheitlichen Energiesystem ausgebaut, das Erzeugung, Monitoring und Speicherung integriert. So wurde neben der technologischen Weiterentwicklung der Solarpanels auch eine Software zum Energiemanagement sowie Speicherlösungen in das Portfolio mit aufgenommen.

Tom Werner (President/CEO)  
1414 Harbour Way S  
Richmond, CA 94804  
+1 510-260-8200  
[www.us.sunpower.com](http://www.us.sunpower.com)

### **Sunverge Energy**

Das Unternehmen vereint Speicher-Hardware auf Basis einer Batterietechnologie mit einer Software-Plattform für Analyse und Monitoring des Energieverbrauchs zu einem umfassenden Speichersystem. Die intelligente Lösung liefert für mehrere Kundengruppen Mehrwert. So gewinnen Unternehmen und Haushalte durch die effizientere Steuerung des Energiekonsums an Einsparungspotenzial. Versorger und Netzbetreiber verbessern ihren Service durch die Integration der dezentralen Energiegewinnung zu virtuellen Kraftwerken. Zudem ist Sunverge Energy auch für andere Akteure, wie beispielsweise Solarinstallateure, ein Partner, der deren Angebote mit seinen innovativen Leistungen anreichern kann.

Ken Munson (Co-Founder/CEO)

950 Minna St

San Francisco, CA 94103

+1-415-795-3660

[www.sunverge.com](http://www.sunverge.com)

### **SunRun**

2007 ist SunRun mit dem innovativen Geschäftsmodell „Solar-as-a-Service“ in den Energiemarkt für Privathaushalte getreten und mit mehr als 100.000 Kunden einer der größten Akteure am Markt. Dabei bietet das Unternehmen seinen Kunden alle relevanten Leistungen zum Energiesystem aus einer Hand an und deckt zusammen mit Partnern das Spektrum vom individuellen Design über die Installation bis hin zum Monitoring und zur Wartung ab. Weiter sind auch Versicherung und Finanzierung enthalten. Der Kunde zahlt im Allgemeinen nur für den bezogenen Strom. Die Batterien-Speicherlösung namens BrightBox wird vom Technologiepartner LG bezogen und ist dabei einfach ins System integrierbar.

Lynn Jurich (Co-Founder/CEO)

595 Market St

San Francisco, CA 94105

+1-855-478-6786

[info@sunrun.com](mailto:info@sunrun.com)

[www.sunrun.com](http://www.sunrun.com)

### **Swell Energy**

Der Full-Service-Provider hat sich auf das Segment für private Haushalte spezialisiert und bietet für diese Speichertechnologien auf Batteriebasis an. Es entwickelt diese dabei nicht selbst, sondern bezieht sie von ausgewählten Partnern. Mit dem Ziel, seine Kunden energieautark zu machen, enthält das Leistungsspektrum deshalb zur Speichertechnologie auch Solarpanels, die als Energiequellen dienen. Interne Experten für individuelle Beratung zu technischen und rechtlichen Fragen sowie enge Beziehungen zu Finanzdienstleistern runden das Angebot von Swell Energy ab.

1515 7th St, Suite 049

Santa Monica, CA 90401

+1-888-465-1784

[www.swellenergy.com](http://www.swellenergy.com)

### **Tesla**

Tesla Motors Inc. ist ein amerikanisches Automobil- und Energietechnologieunternehmen, welches elektrisch betriebene Fahrzeuge sowie Solar- und Energiespeichersysteme konzipiert, herstellt und vertreibt. Das Unternehmen ist mit seinen Solar- und Speichersystemen in allen Segmenten vertreten und bedient sowohl individuelle Haushalte wie auch industrielle Kunden und Versorger in Großprojekten. Die Lösungen erhöhen im Allgemeinen die Effizienz des Energieverbrauchs und steigern zum anderen die Versorgungssicherheit des Netzes. Besonders innovativ ist aktuell auch das Angebot von schlüsselfertigen Mikronetzen, in denen die Stromerzeugung und -speicherung für ganze Gemeinden automatisiert wird.

3500 Deer Creek Road  
Palo Alto, CA 94304  
[www.tesla.com](http://www.tesla.com)

### **Tetra Tech**

Tetra Tech ist ein führender Anbieter von Beratung, Engineering, Programmmanagement, Bauleitung und technischen Dienstleistungen. Das Unternehmen unterstützt Regierungs- und Handelskunden durch innovative Lösungen für Wasser, Umwelt, Infrastruktur, Ressourcenmanagement, Energie und internationale Entwicklung.

3475 East Foothill Boulevard  
Pasadena, California 91107-6024  
USA  
+1 (626) 470-2844  
[jim.wu@tetrattech.com](mailto:jim.wu@tetrattech.com)  
[www.tetrattech.com](http://www.tetrattech.com)

### **TSS Consultants**

Gegründet 1986 mit Hauptsitz in der Nähe von Sacramento, Kalifornien, ist TSS eine Consulting-Firma, die sich auf erneuerbare Energie und ein natürliches Ressourcenmanagement spezialisiert hat. Ihr Service umfasst die Evaluierung bestehender und vorgeschlagener Projekte für erneuerbare Energien, neue Energietechnologien, Biomasseabfallentsorgungsalternativen und Lebenszyklusanalysen.

Tad Mason, CEO  
2724 Kilgore Road  
Rancho Cordova, CA 95670  
[tmason@tssconsultants.com](mailto:tmason@tssconsultants.com)  
[www.tssconsultants.com](http://www.tssconsultants.com)

## **7.3.2. Illinois**

### **Accenture**

Accenture ist ein Anbieter von Smart Grid-Technologielösungen für Stromerzeuger, von der zentralisierten Stromerzeugung bis zum dezentralen Energiemanagement für Privathaushalte.

161 N Clark St  
Chicago, IL 60601  
+ 1 (571)-434-5003  
[www.accenture.com/us-en/industry/utilities/smart-grid/Pages/index.aspx](http://www.accenture.com/us-en/industry/utilities/smart-grid/Pages/index.aspx)

### **AllCell**

AllCell Technologies entwickelt und fertigt Lithium-Ionen-Akkus für Transport und erneuerbare Energien. Die patentierte thermische Management-Technologie des Unternehmens ermöglicht die Herstellung von kompakten, leichten und langlebigen Batterien. Die Produkte von AllCell vermeiden die Notwendigkeit von teuren, komplizierten und ineffizienten aktiven Wärmemanagementsystemen.

2321 W 41st St  
Chicago, IL 60609  
+1 (773) -922-1155  
[www.allcelltech.com](http://www.allcelltech.com)

### **Bosch Software Innovations**

Die Bosch Software Innovations GmbH, das Software- und Systemhaus der Bosch-Gruppe, entwickelt und betreibt innovative Software- und Systemlösungen. Besonderer Wert wird auf die Themen Mobilität, Energie, Fertigung, Banken und Versicherungen gelegt. Mit rund 600 Mitarbeitern weltweit verfügt Bosch Software Innovations über Standorte in Deutschland (Berlin, Immenstaad und Stuttgart), Singapur, China (Shanghai), Australien (Melbourne) und den USA (Chicago und Palo Alto).

161 N Clark St, Suite 3550  
Chicago, IL 60601  
+1 (312)-368-2500  
[www.bosch-si.com](http://www.bosch-si.com)

### **ComEd**

Commonwealth Edison (allgemein bekannt als ComEd) ist der größte Stromversorger in Illinois, der hauptsächlich den Bereich Chicago und Nord-Illinois abdeckt. Grob grenzt das Dienstleistungsgebiet an Iroquois County im Süden, die Wisconsin-Grenze im Norden, die Iowa-Grenze im Westen und die Indiana-Grenze im Osten.

440 S La Salle St  
Chicago, IL 60605  
+1 (312)-394-4321  
[www.comed.com](http://www.comed.com)

### **E.ON**

E.ON ist eine europäische Holdinggesellschaft mit Hauptsitz in Essen. E.ON ist einer der größten Stromdienstleister weltweit. Das Unternehmen entwickelt, besitzt und betreibt einige der effizientesten und leistungsstärksten Projekte der erneuerbaren Energien in den USA. E.ON ist bereits eines der führenden Unternehmen der US-Windindustrie, setzt sich stark für Solarenergieprojekte ein und investiert in die notwendigen Ressourcen, um bei der Umwandlung des Elektrizitätsmarktes eine entscheidende Rolle zu spielen.

353 N Clark St  
Chicago, IL 60654  
+ (312) 923-9463  
<http://e-ncrna.com>

**Eaton Corp.**

Eaton bietet Smart Grid-Lösungen an, um Strom verlässlich, effizient und sicher über Versorgungs-, Gewerbe-, Industrie- und Privatmärkte hinweg zu managen. Dazu gehören u.a. Lösungen für die Bereiche Smart Home (z.B. Wechselrichter, Trennschalter), Smart Distribution (z.B. Relais) und Smart Energy (z.B. Mikronetze).

220 Windy Point Dr

Glendale Heights, IL 60139

+1 (877)-277-4636

[www.eaton.com/Eaton/ProductsServices/Electrical/Markets/SmartGrid/index.htm](http://www.eaton.com/Eaton/ProductsServices/Electrical/Markets/SmartGrid/index.htm)

**Ecology and Environment**

Ecology and Environment, Inc. (E&E) ist ein Anbieter im Bereich Umweltmanagement. E&E umfasst knapp 1.000 Experten in 85 Ingenieurs- und naturwissenschaftlichen Disziplinen und verfügt über 50 internationale Niederlassungen.

33 W Monroe St

Chicago, IL 60603

+ (716) 684-8060

[www.ene.com](http://www.ene.com)

**Elevate Energy**

Elevate Energy entwirft und implementiert Effizienzprogramme, die die Kosten senken, die Umwelt schützen und sicherstellen, dass die Vorteile der Energieeffizienz diejenigen erreichen, die sie am meisten benötigen.

322 S Green St, Suite 300

Chicago, IL 60607

+1 (773)-269-4037

[www.elevateenergy.org/](http://www.elevateenergy.org/)

**EMC Corporation**

EMC ist ein Anbieter von Produkten und Dienstleistungen für Datenspeicherung, Datensicherheit, Virtualisierung, Analytik und Cloud Computing. EMCs Zielgruppe umfasst große Unternehmen sowie KMUs über verschiedene vertikale Märkte hinweg, einschließlich Infrastrukturmanagement. Der Hauptsitz ist in Massachusetts.

4225 Naperville Rd

Suite 500

Lisle, IL 60532

+1 (630)-505-3273

[www.emc.com/microsites/it-trust/trusted-infrastructure.htm](http://www.emc.com/microsites/it-trust/trusted-infrastructure.htm)

### **General Electric**

General Electric (GE) ist einer der größten Mischkonzerne der Welt. Der Stammsitz befindet sich seit 1974 in Fairfield, CA. Im Bereich Smart Grid bietet das Unternehmen eine Vielzahl an Produkten und Lösungen an, von der Stromerzeugung bis zum dezentralen Energiemanagement.

500 W Monroe St  
Chicago, IL 60661  
+1 (814)-875-2755

[www.gedigitalenergy.com/IndSolutions/indSolutions\\_energy.htm](http://www.gedigitalenergy.com/IndSolutions/indSolutions_energy.htm)

### **Google, Inc.**

Googles Aktivität im Bereich Smart Grid ist der Kauf von Technologien und Firmen, um seine Präsenz in der Stromversorgungsindustrie zu erweitern.

320 N Morgan St, #600  
Chicago, IL 60607  
+1 (312)-840-4100

[www.fastcolabs.com/3025103/the-state-of-the-smart-grid-today-and-googles-future-role-in-it](http://www.fastcolabs.com/3025103/the-state-of-the-smart-grid-today-and-googles-future-role-in-it)

### **GlidePath Power**

Glidepath hilft kommerziellen und industriellen Unternehmen, finanzielle, operative und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, indem sie fortschrittliche Energiespeicherlösungen installieren und betreiben.

120 N York St, Suite 220  
Elmhurst, Illinois 60126  
+1 (773)-294-5868

[www.glidepath.net](http://www.glidepath.net)

### **IBM, Corp**

Das IBM Innovationszentrum in Chicago wurde im Jahr 1999 gegründet und zieht Spitzenkräfte aus dem gesamten Mittleren Westen an. Dabei werden besonders die Bereiche Strategie, digitales Branding, Marketing und Technologie angesprochen.

71 S Wacker Dr  
Chicago, IL 60606  
+1 (800)-426-4968

[www-304.ibm.com/partnerworld/wps/servlet/ContentHandler/inv\\_tsp\\_iic\\_chicago\\_overview](http://www-304.ibm.com/partnerworld/wps/servlet/ContentHandler/inv_tsp_iic_chicago_overview)

### **Innogy Renewables US LLC**

Innogy Renewables US LLC ist das im August 2016 gegründete US-Tochterunternehmen der Europäischen Gesellschaft Innogy SE. Innogy ist als Netzbetreiber und im Energievertrieb tätig. Im Bereich der erneuerbaren Energien plant, baut und betreibt Innogy Anlagen zur Strom- und Energieerzeugung.

200 N La Salle St  
Chicago, IL 60601  
+49-201-1202

[www.iam.innogy.com/ueber-innogy](http://www.iam.innogy.com/ueber-innogy)

### **Intelligent Generation**

Intelligent Generation ist ein in Chicago ansässiger Entwickler von patentierten Software-Netzwerken, die die Energiespeicherung rentabler machen. Als PJM-Mitglied seit 2013 hilft Intelligent Generation kommerziellen und industriellen Kunden, Energiespeichersysteme zu nutzen, oft in Kombination mit Solar-PV.

100 N Riverside Plaza Boeing Building, Suite 1670  
Chicago, IL 60606  
+1 (312)-860-1777  
[www.intelgen.com](http://www.intelgen.com)

### **Invenergy, LLC**

Invenergy entwickelt, besitzt und betreibt Stromerzeugungs- und Energiespeichereinrichtungen in Nordamerika und Europa. Invenergy hat aktuell Energiespeicherprojekte mit einem Volumen von über 65 MW in Bearbeitung.

1 S Wacker Dr, Suite 1900  
Chicago, IL 60606  
+1 (312)-224-1400  
[www.invenergyllc.com](http://www.invenergyllc.com)

### **Microsoft**

Microsoft bietet Informationstechnologielösungen für Stromversorger an. Diese erstrecken sich über die gesamte Wertschöpfungskette der Versorger und sollen den Versorgern dabei helfen, in Zeiten eines sich wandelnden Strommarktes wettbewerbsfähig zu bleiben.

200 E Randolph Dr  
Chicago, IL 60601  
+1 (312)-920-5600  
[www.microsoft.com/en-us/mtc/locations/chicago.aspx](http://www.microsoft.com/en-us/mtc/locations/chicago.aspx)

### **Motorola Solutions**

Die Smart Grid-Zugangs- und Rücktransportlösungen von Motorola Solutions (MSI) bieten Versorgungsunternehmen die Möglichkeit, Daten-, Audio- und Videoverbindungen zu Netzanwendungen herzustellen.

1303 E Algonquin Rd  
Schaumburg, IL 60196  
+1 (888)-325-9336  
[www.motorolasolutions.com/US-EN/Business+Solutions/Industry+Solutions/Utilities/Smart\\_Grid\\_Access\\_and\\_Backhaul\\_US-EN](http://www.motorolasolutions.com/US-EN/Business+Solutions/Industry+Solutions/Utilities/Smart_Grid_Access_and_Backhaul_US-EN)

**MYR Group Inc.**

MYR Transmission Services, Inc. (MYRT) ist ein Bauunternehmer mit Spezialisierung auf große Transmissionsnetzerweiterungen in den gesamten USA. MYRT-Kunden werden von lokalen Niederlassungen oder für spezifische Großprojekte eingerichtete Büros in den Bereichen Ingenieurwesen, Beschaffung und Baugewerbe oder reine Baugewerbeprojekte betreut.

1701 Golf Rd  
Rolling Meadows, IL 60008  
+1 (847)-290-1891  
[www.myrgroup.com/subsidiaries/myr-transmission-services-inc](http://www.myrgroup.com/subsidiaries/myr-transmission-services-inc)

**Navistar**

Navistar International Corporation ist eine Holdinggesellschaft, deren Tochtergesellschaften elektrische Nutzfahrzeuge, Militärfahrzeuge, (Lkw-) Dieselmotoren und Busse (u.a. auch Schulbusse) herstellen.

2701 Navistar Dr  
Lisle, IL 60532  
+1 (331)-332-5000  
<http://www.navistar.com/navistar>

**Navigant**

Navigant bietet Beratungsdienstleistungen an, hauptsächlich in den Bereichen Gesundheitswesen, Energie und Finanzwesen.

150 N Riverside, Suite 2100  
Chicago, IL 60606  
+1 (312)-583-5700  
[www.navigant.com](http://www.navigant.com)

**Nexant**

Nexant bietet innovative Software, Beratung und Dienstleistungen für Versorgungsunternehmen, Energieunternehmen und Chemieunternehmen.

32 E First St  
US 60521 Hinsdale  
+1 (630)-480-8148  
[www.nexant.com](http://www.nexant.com)

**Panasonic ADR**

Panasonic Factory Solutions Company of America (PFSA) entwickelt und unterstützt innovative Produktionsprozesse für Stromkreisherstellungstechnologien und für computerintegrierte Produktionssoftware.

5201 Tollview Dr  
Rolling Meadows, IL 60008  
+1 (847)-637-9600  
[www.panasonicfa.com](http://www.panasonicfa.com)

**Parker Hannifin**

Mit einem Jahresumsatz von rund 13 Mrd. USD im Geschäftsjahr 2015 ist Parker Hannifin der weltweit führende Hersteller von Bewegungs- und Steuerungstechnologien und -systemen und bietet Präzisions-Lösungen für eine Vielzahl von Mobil-, Industrie- und Luft- und Raumfahrtmärkten, inkl. Energiespeicher- und Smartgrid-Technologien.

10711 N 2nd St  
Rockford, IL 61115  
+1 (815)-636-4111  
[www.parker.com](http://www.parker.com)

**Quanta Technology**

Quanta Technology ist ein Anbieter von betriebswirtschaftlichen und technischen Consultingdienstleistungen für Stromanbieter.

1200 Roosevelt Rd  
Suite 400  
Glen Ellyn, IL 60137  
+1 (919)-334-3066  
[www.quanta-technology.com](http://www.quanta-technology.com)

**Sargent & Lundy, LLC**

Sargent & Lundy bietet umfassende Dienstleistungen für Stromerzeugungs- und Kraftübertragungsprojekte.

55 E Monroe St  
Chicago, IL 60603  
+1 (312)-269-2000  
[www.sargentlundy.com](http://www.sargentlundy.com)

**S&C Electric**

S&C Electric Company ist ein Hersteller von Hardware (Schalter, Schutzeinrichtungen etc.) und Dienstleister für die Stromerzeugungs- und -übertragungsindustrie. Das in 1911 gegründete Unternehmen hat seinen Hauptsitz in Chicago.

6601 N Ridge Blvd  
Chicago, IL 60626  
+1 (800)-621-5546  
[www.sandc.com](http://www.sandc.com)

**Schneider Electric**

Schneider Electric ist ein Anbieter von Energiemanagementsystemen inkl. Hard- und Software zur Optimierung von Energiekreisläufen.

1415 Roselle Rd  
Palatine, IL 60067  
+1 (847)-397-2600  
[www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)

### **Siemens AG**

Siemens und die AES Corporation haben am 11. Juli 2017 ihre gegenseitige Übereinkunft bekanntgegeben, ein neues weltweit operierendes Unternehmen für Energiespeichertechnologien und -services unter dem Namen Fluence zu gründen. Das Joint Venture wird die Energiespeicherplattformen Advancion und Siestorage anbieten und neue Speicherlösungen und -services entwickeln. Die globale Firmenzentrale wird in Washington, D.C. (USA) sein, weitere Standorte sind in Erlangen und anderen Städten weltweit.

Die Transaktion soll, vorbehaltlich der behördlichen Zustimmung und anderer Freigaben, voraussichtlich im vierten Quartal des Kalenderjahrs 2017 abgeschlossen werden.

1000 Deerfield Pkwy  
Buffalo Grove, IL 60089  
+1 (847)-215-1000  
[www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### **Silver Spring Networks**

SilverSpring Networks (SSN) ist der Hauptpartner von Commonwealth Edison (ComEd) bei der Installation von Smart Grid-Technologien. SSN produziert Netzwerkkarten mit einzigartigen Sicherheitsmerkmalen. Diese Merkmale haben sie zu einem Marktführer in der Smart Grid-Implementierung gemacht. SSN produziert zusätzlich eine offene und auf Standards basierende Netzwerkplattform, Software und Dienstleistungen, welche von großen Versorgungsunternehmen und Städten weltweit genutzt werden, um Smart Grid- und Smart City-Anwendungen und Dienstleistungen auf einem einzigen, einheitlichen Netzwerk zu unterstützen.

233 S Wacker Dr  
Chicago, IL 60606  
+1 (669)-770-4000  
[www.silverspringnet.com](http://www.silverspringnet.com)

### **SoCore**

SoCore Energy ist einer der Marktführer bei der Entwicklung von Solarzellen und kommerziellen Dachanlagen. SoCore fokussiert sich hauptsächlich auf Multisite-Händler, REITs (Immobilienfonds) und Industriekunden.

225 W Hubbard St  
Chicago, IL 60654  
+1 (877)-762-6731  
[www.socoreenergy.com/advanced-energy](http://www.socoreenergy.com/advanced-energy)

### **Underwriters Laboratories (UL)**

Underwriters Laboratories (UL), 1894 gegründet, ist ein unabhängiges Unternehmen, das Produkte hinsichtlich ihrer Sicherheit untersucht und zertifiziert. Hauptsitz des Unternehmens ist in Northbrook, IL. UL arbeitet derzeit an der Entwicklung von Standards für Smart Grid-Anwendungen.

333 Pfingsten Rd  
Northbrook, IL 60062  
+1 847 272 8800  
[cec.us@us.ul.com](mailto:cec.us@us.ul.com)  
<http://ul.com>

## **Uptake**

Uptake ist ein Software-Unternehmen, das die Bereiche Data Science und Machine Learning miteinander verknüpft und in der Energieindustrie einsetzt. Das im Jahr 2014 von Groupon-Gründer Brad Keywell gegründete Unternehmen zählt drei Jahre nach seiner Gründung bereits über 800 Mitarbeiter.

600 W Chicago Ave #620  
Chicago, IL 60654  
[www.uptake.com](http://www.uptake.com)

## **7.4. Netzwerke, Inkubatoren und Verbände**

### **7.4.1. USA**

#### **7x24 Exchange International**

7x24 Exchange International ist eine gemeinnützige Organisation, die es sich zum Ziel gesetzt hat, die Herausforderungen der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit anzugehen.

Kathleen A. Dolci (Director of Chapter & Member Relations)  
322 Eighth Ave, 702  
New York, NY 10001  
+1-646-486-3818 x 103  
[kathleen@7x24exchange.org](mailto:kathleen@7x24exchange.org)  
[www.7x24exchange.org](http://www.7x24exchange.org)

#### **American Engineering Association (AEA)**

Die AEA ist eine Non-Profit-Vereinigung mit Mitgliedern aus verschiedenen Bereichen des Ingenieurwesens. Die AEA kommuniziert Neuigkeiten im Ingenieurbereich, vertritt die Ansichten ihrer Mitglieder und versucht, die Mitglieder zu vernetzen.

Richard F. Tax (President)  
533 Waterside Blvd  
Monroe Twp, NJ 08831  
[rtax@aea.org](mailto:rtax@aea.org)  
[www.aea.org](http://www.aea.org)

#### **Association of Energy Engineers (AEE)**

Die Non-Profit-Organisation möchte durch Seminare, Konferenzen, Bücher und zertifizierte Programme die Beschäftigten in der Energiebranche informieren und weiterbilden. Die AEE hat insgesamt 17.500 Mitglieder in 98 Ländern.

Brian Douglas (Business Development Director)  
3168 Mercer University Drive  
Atlanta, Georgia 30341  
+1-770-447-5083  
[brian@aeecenter.org](mailto:brian@aeecenter.org)  
[www.aeecenter.org](http://www.aeecenter.org)

### **Business Council for Sustainable Energy (BSCE)**

BSCE ist eine Organisation, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, marktbasierende Methoden zur Reduzierung der Umweltverschmutzung zu implementieren, und fördert den Zugang von bezahlbarem, zuverlässigem und sauberem Strom für Endverbraucher.

Lisa Jacobson (President)  
805 15th Street, NW, Suite 708  
Washington, DC 20005  
+1-202-785-0507  
[bcse@bcse.org](mailto:bcse@bcse.org)  
[www.bcse.org](http://www.bcse.org)

### **Clinton Foundation's Climate Initiative (CCI)**

Die von dem ehemaligen US-Präsidenten Bill Clinton im August 2006 ins Leben gerufene Initiative spiegelt das langfristige Engagement des US-Präsidenten für den Umweltschutz wider. Die CCI ist international ausgerichtet und arbeitet mit der sogenannten C40 (Large Cities Climate Leadership Group), einer Gruppe von 40 Großstädten rund um die Welt, zusammen, welche aktiv an der Reduzierung von Treibhausgasen arbeiten.

Stephanie S. Streett (Executive Director)  
1271 Avenue of the Americas, 42nd Floor  
New York, NY 10020  
+1-212-348-8882  
[press@clintonfoundation.org](mailto:press@clintonfoundation.org)  
[www.clintonfoundation.org](http://www.clintonfoundation.org)

### **Elemental Excelerator**

Der Elemental Excelerator ist ein Akzelerator für Start-ups, die u.a. in den Bereichen Energie, Mobilität und Wasser aktiv sind.

1000 Bishop St #505  
Honolulu, HI 96813  
+1-808-237-5050  
[hello@elementalexcelerator.com](mailto:hello@elementalexcelerator.com)  
[www.elementalexcelerator.com](http://www.elementalexcelerator.com)

### **Energy Storage Association (ESA)**

Als nationaler Fachverband in den USA ist die Energy Storage Association (ESA) die Anlaufstelle für Unternehmen, die sich mit der Entwicklung und Bereitstellung von Energiespeichertechnologien beschäftigen. Ihre Mitgliedsunternehmen beschäftigen sich mit der Forschung, Herstellung, Verteilung, und der Durchführung von Energiespeicherprojekten im In- und Ausland.

Die ESA arbeitet mit Privatunternehmen, NGOs und einzelnen Experten zusammen, um die Öffentlichkeit, Regierungsbehörden und Gesetzgeber über die Bedeutung von Energiespeichertechnologien zu informieren.

1155 15th Street, NW, Suite 500  
Washington, DC 20005 USA  
+1-202-293-0537  
[info@energystorage.org](mailto:info@energystorage.org)  
[www.energystorage.org](http://www.energystorage.org)

### **Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**

IEEE ist ein global tätiger Verband, der es sich zum Ziel gesetzt hat, technologische Innovationen voranzutreiben. Mitglieder umfassen Unternehmen aus verschiedenen Industrien, wie beispielsweise erneuerbare Energien, Kommunikation, Luft- und Raumfahrt aber auch IT.

3 Park Ave, 17<sup>th</sup> Floor  
New York, NY 10016-5997  
+1 732 562 5501  
[stds-info@ieee.org](mailto:stds-info@ieee.org)  
[www.ieee.org](http://www.ieee.org)

### **Interstate Renewable Energy Council (IREC)**

IREC ist eine Non-Profit-Organisation, die den thematischen Fokus auf emissionsfreie Energien gelegt hat. Die Organisation beschäftigt sich damit, Kunden den Zugang zu emissionsfreien Energiequellen zu erleichtern und stellt dazu Informationen und Best Practices zusammen.

P.O. Box 1156  
Latham, New York 12110-1156  
+1-518-621-7379  
[info@irecusa.org](mailto:info@irecusa.org)  
[www.irecusa.org](http://www.irecusa.org)

### **Smart Electric Power Alliance (SEPA)**

Die SEPA ist eine Non-Profit-Organisation, welche mit Stakeholdern aus dem Energiesektor zusammenarbeitet und sich mit Themen zu Smart Energy beschäftigt. Als Plattform bietet SEPA verschiedene Services im Bereich Bildung, Forschung und Kollaboration an, welche den verschiedenen Stakeholdern (z.B. Versorgungsunternehmen und Endkunden) dabei helfen sollen, Solarenergie, Energiespeicher, Demand Response sowie dezentrale Energieressourcen zu integrieren.

Adam Wasserman (Director Membership & Marketing)  
1220 19th St NW #800  
Washington, DC 20036  
+1-202-857-0898  
[adam@sepapower.org](mailto:adam@sepapower.org)  
[www.sepapower.org](http://www.sepapower.org)

## **7.4.2. Kalifornien**

### **CalCharge**

Als öffentlich-private Partnerschaft hat die Organisation das Ziel, die Entwicklung, Vermarktung und Etablierung von Speichertechnologien voranzutreiben. Dafür sieht CalCharge sich als verbindendes Element diverser Akteure am Markt und fördert durch Events und bestimmte Förderprogramme die Kommunikation zwischen etablierten und neuen Unternehmen sowie Forschung und Politik.

Danny Kennedy (President)  
5 3rd St Ste 900  
San Francisco, CA 94103-3226  
+1-415-957-0167  
[info@calcef.org](mailto:info@calcef.org)  
[www.calcharge.org](http://www.calcharge.org)

### **California Solar Energy Industries Association (CALSEIA)**

Als Branchenverband der Solarindustrie bündelt die CALSEIA Kompetenzen und Ressourcen mit dem Ziel, verschiedenste Technologien im Solarbereich voranzutreiben und schnelles Marktwachstum zu unterstützen. Um die geeigneten Rahmenbedingungen zu schaffen, interagiert sie dabei primär mit der Gesetzgebung und vertritt die Interessen der Akteure im Solarmarkt. Regulatorische Barrieren sollen dabei so weit es geht abgebaut werden, während Anreize durch verschiedene Programme gesetzt werden sollen. Neben aktiver Einwirkung auf den regulatorischen Rahmen führt die Organisation auch Studien zu aktuellen Fragestellungen und der Marktentwicklung durch.

Ed Murray (President)  
1107 9th St., Suite 820  
Sacramento, CA 95814  
+1-916-228-4567  
[info@calseia.org](mailto:info@calseia.org)  
[www.calseia.org](http://www.calseia.org)

### **California Energy Storage Alliance (CESA)**

Die California Energy Storage Alliance (CESA) ist eine mitgliedschaftsbasierte Interessengruppe mit dem Ziel, die Rolle von Energiespeicherung für die Stromversorgung durch Bildung, Öffentlichkeitsarbeit und Forschung zu stärken. Die Mitglieder setzen sich dabei aus verschiedensten Herstellern und Dienstleistern zusammen und bilden damit ein reichhaltiges Spektrum an Technologien und Geschäftsmodellen ab.

Janice Lin (Co-Founder/Executive Director)  
2150 Allston Way #210  
Berkeley, CA 94704  
+1-510-665-7811, ext. 107  
[www.storagealliance.org](http://www.storagealliance.org)

### **Clean Coalition**

Die Non-Profit-Organisation Clean Coalition beschäftigt sich damit, den Übergang zu einem modernen und emissionsfreien US-amerikanischen Energiesystem voranzutreiben. Dabei kooperiert die Clean Coalition mit verschiedenen Stakeholdern wie Versorgungsunternehmen, Technologieanbietern und öffentlichen Einrichtungen.

16 Palm Ct  
Menlo Park, CA 94025  
+1-650-308-9046  
[info@clean-coalition.org](mailto:info@clean-coalition.org)  
[www.clean-coalition.org](http://www.clean-coalition.org)

### **Clean Tech Open**

Die Non-Profit-Organisation hat primär das Ziel, die Bildung regionaler, nationaler und globaler Ökosysteme für Innovation voranzutreiben. So bietet Clean Tech Open durch Events und Accelerator-Programme jungen Unternehmen die Möglichkeit, zusammen mit Mentoren, etablierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen ihre nachhaltigen Technologien weiterzuentwickeln und ihr Geschäftsmodell zur Marktreife zu führen.

425 Broadway  
Redwood City, CA 94063  
+1-888-989-6736  
[contact@cleantechopen.org](mailto:contact@cleantechopen.org)  
[www.cleantechopen.org](http://www.cleantechopen.org)

### **Los Angeles Cleantech Incubator (LACI)**

Durch die Verknüpfung von öffentlichen und privatwirtschaftlichen Organisationen innerhalb von verschiedenen Initiativen bietet LACI sehr jungen Unternehmern ein Umfeld, ihre Idee auszubauen und schließlich in den Markt zu bringen. Besondere Aufmerksamkeit liegt dabei auf innovativen und talentierten Gründern, die im Feld von nachhaltigen und umweltfreundlichen Technologien tätig sind. Neben Büroflächen stellt die Organisation dafür Coaching und Training sowie ein Netzwerk von Investoren und Experten bereit.

Matt Petersen (President/CEO)  
525 S Hewitt Street  
Los Angeles, CA 90013  
+1-213-358-6500  
[info@laincubator.org](mailto:info@laincubator.org)  
[www.laincubator.org](http://www.laincubator.org)

### **Powerhouse's Incubator**

Die Organisation bietet Programme an, die sich an Start-ups mit intelligenten Softwarelösungen im Markt für Solarenergie, Energiespeicherung oder dezentraler Energieversorgung richten. Durch einen Inkubator wie auch einen Accelerator kann mit den Unternehmen dort je nach Entwicklungsstand weiter an der Ausgestaltung der Geschäftsmodelle gearbeitet werden und der Weg von der Idee bis zur Skalierung im Markt begleitet werden. Neben den definierten Programmen organisiert das Powerhouse auch verschiedene Events.

Emily Kirsch (Founder/CEO)  
426 17th St, Suite 700  
Oakland, CA 94612  
[www.powerhouse.solar](http://www.powerhouse.solar)

### **SLAC National Accelerator Laboratory**

Bei dieser Organisation handelt es sich um ein Forschungsinstitut der Universität Stanford und des DOE. Durch seine exzellente und interdisziplinäre Forschung in den Naturwissenschaften hat das Institut bereits mehrere Nobelpreisträger hervorgebracht. Diese Forschungskompetenzen wendet das SLAC auch im Bereich der Solarenergie und Energiespeicherung an und versucht, den aktuellen Technologiestand stets weiterzuentwickeln sowie neue Technologiepfade zu entdecken. Sehr wertvoll sind dabei auch das große Netzwerk und die vielen Verbundprojekte, die das Forschungslabor unternimmt. Neben vielfältiger Forschung ist auch die Publikation und die Durchführung von Seminaren und Fachveranstaltungen ein Handlungsfeld des SLAC.

Chi-Chang Kao (Laboratory Director)  
2575 Sand Hill Road  
Menlo Park, CA 94025-7015  
+1-650-926-3300  
[www6.slac.stanford.edu](http://www6.slac.stanford.edu)

### **Water & Energy Technology Incubator**

Das Inkubatoren-Programm unter der Leitung der Universität Fresno ist eine Kollaboration von öffentlichen Behörden, Privatwirtschaft und Bildung. Die Einrichtung wird neben Schulungszwecken für die Studierenden vor allem dazu genutzt, Start-ups mit nachhaltigen Technologien einen Raum zum Experimentieren zur Verfügung zu stellen. Diese können dort weiter an ihrer Lösung arbeiten und werden durch Coaching in der Unternehmensentwicklung unterstützt. Besonderer Fokus liegt hierbei auf Technologien, die Wasser und Energieeffizienz kombinieren.

5370 N. Chestnut Avenue, M/S OF 18  
Fresno, CA 93740  
+1-559-278-2066  
[www.icwt.net](http://www.icwt.net)

### **7.4.3. Illinois**

#### **Clean Energy Trust**

Der Clean Energy Trust ist ein gemeinnütziges Unternehmen in Illinois, dessen Aufgabe es ist, das Wachstum der sauberen Energietechnologien und Unternehmen im Bundesstaat Illinois und im breiteren Mittleren Westen zu fördern.

2 N LaSalle St, Suite 1601  
Chicago, IL 60602  
+1 (312)-980-6544  
[www.cleanenergytrust.org](http://www.cleanenergytrust.org)

#### **Coalition: Energy**

Coalition: Energy ist ein Zusammenschluss von Fachleuten in der Energiewirtschaft. Die Vereinigung umfasst u.a. Unternehmen, die in Clean Tech, Smart Grid-Technologie und Energieberatung arbeiten. Die Mitglieder der Coalition:Energy organisieren regelmäßig Netzwerk- und energiebezogene Veranstaltungen im Raum Chicago.

18 S Michigan Ave  
Chicago, IL 60603  
+1 (312)-448-6170  
[info@coalitionspace.com](mailto:info@coalitionspace.com)  
[www.coalitionspace.com](http://www.coalitionspace.com)

### **Environmental Law & Policy Center (ELPC)**

Das Environmental Law & Policy Center (ELPC) ist eine Non-Profit-Umweltorganisation, die im Mittleren Westen aktiv ist. ELPC hat es sich zum Ziel gemacht, den ökologischen Fortschritt und eine positive wirtschaftliche Entwicklung miteinander in Einklang zu bringen. Dazu wurden zu den Themengebieten saubere Energie, Luft und Wasser sowie im Bereich Transport Initiativen gestartet.

35 E Wacker Dr, Suite 1600  
Chicago, IL 60601  
+1 (312)-673-6500  
[www.elpc.org](http://www.elpc.org)

### **Energy Foundry**

Energy Foundry investiert Risikokapital in vielversprechende Energie-Innovatoren und arbeitet mit den weltweit führenden Energieunternehmen zusammen, um neue Ventures zu bauen und zu skalieren.

18 S Michigan Ave  
Chicago, IL 60603  
+1 (312)-415-3106  
[www.energyfoundry.com](http://www.energyfoundry.com)

### **Illinois Chamber of Commerce**

Die Illinois Chamber of Commerce ist der größte Unternehmerverband in Illinois und vertritt die Interessen der lokalen Unternehmen.

300 S Wacker Dr  
Chicago, IL 60606  
+1 (312)-983-7100  
[www.ilchamber.org](http://www.ilchamber.org)

### **Midwest Energy Efficiency Alliance**

Die Midwest Energy Efficiency Alliance ist ein Netzwerk mit dem Ziel, die Energieeffizienz im Mittleren Westen zu erhöhen und so die nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung sowie den Schutz der Umwelt zu verbessern.

20 N Wacker Dr  
Chicago, IL 60606  
+1 (312)-587-8390  
[www.mwalliance.org](http://www.mwalliance.org)

### **Natural Resources Defense Council (NRDC) – Sustainable FERC Project**

NRDC ist die effektivste Umwelt-Aktionsgruppe des Landes. NRDC kombiniert eine Basis von 1,4 Mio. Mitgliedern und Online-Aktivisten mit dem Know-how von mehr als 350 Anwälten, Wissenschaftlern und anderen Fachleuten.

20 N Wacker Dr  
Chicago, IL 60606  
+1-312-663-9900  
[nrdcinfo@nrdc.org](mailto:nrdcinfo@nrdc.org)  
[www.nrdc.org](http://www.nrdc.org)

## 7.5. Fachmessen und Veranstaltungen

Nachfolgend sind einige relevante Energy Storage Events in den USA aufgeführt (soweit veröffentlicht):

### **Battcon: International Stationary Battery Conference and Trade Show**

22. - 25. April 2018

Battcon ist die größte Messe für Nutzer von Batteriespeicheranlagen. Neben zahlreichen Informationen zu gegenwärtigen und zukünftigen Trends rund um die Welt der Batterie bietet Battcon seinen Teilnehmern die Möglichkeit, an Diskussionen, Workshops und Seminaren teilzunehmen.

Orlando, FL

[www.battcon.com](http://www.battcon.com)

### **EES North America**

10. - 12. Juli 2018

Die EES North America umfasst eine Konferenz und Messe, die den Fokus auf innovative Batterien und Energiespeichersysteme legt. Die EES North America bietet gute Anknüpfungspunkte für Unternehmen, Einblicke in der US-amerikanischen Speichermarkt zu erhalten.

San Francisco, CA

[www.ees-northamerica.com](http://www.ees-northamerica.com)

### **ESA Annual Conference & Expo**

18. - 20. April 2018

Auf der ESA Annual Conference & Expo werden neue Technologien vorgestellt. Industrieexperten und diverse Unternehmen treffen sich dort, um die Zukunft der Speicherbranche zu diskutieren und zu gestalten.

Boston, MA

[www.27th-annual-conference.energystorage-events.org](http://www.27th-annual-conference.energystorage-events.org)

### **Energy Storage North America (ESNA)**

7. - 8. November 2018

Die Energy Storage North America ist Nordamerikas größte Konferenz und Ausstellung im Bereich Energiespeicherung. Mehr als 2.000 Teilnehmer aus dutzenden Ländern kommen zusammen, um sich auszutauschen, Strategien zu entwickeln, ihr Netzwerk auszubauen und den wachsenden Markt mitzugestalten.

San Diego, CA

[www.esnaexpo.com](http://www.esnaexpo.com)

### **Grid Edge World Forum**

Sommer 2018 (voraussichtlich)

Greentech Media's GridEdge World Forum ist eine Konferenz zum Thema dezentraler Energieressourcen. Der inhaltliche Fokus liegt auf der Gestaltung eines zukünftigen Energiesystems, bei dem innovative Technologien zu dezentralen Energieressourcen integriert werden.

San Jose, CA

### **Intersolar North America**

10. - 12. Juli 2018

Die Intersolar North America ist die Fortführung der deutschen Intersolar. Zu den Ausstellern gehören u.a. PV-Zellen-, Modul- und Wechselrichter-Hersteller, Lieferanten von Komponenten und Montagesystemen sowie von Herstellungssystemen, Dienstleister sowie Hersteller von Solarthermie-Anwendungen, einschließlich Heizung und Kühlung. Auch Aussteller und Vorträge im Bereich Energiespeicherung sind dort zu finden.

San Francisco, CA

[www.intersolar.us](http://www.intersolar.us)

### **Pump Summit Americas 2018**

25. - 26. Juni 2018

Pump Summit Americas bietet einen professionellen Treffpunkt, um die Vertreter der Pumpspeicherindustrie zusammenzuführen. Experten aus der Pumpspeicherindustrie knüpfen neue Kontakte und diskutieren den Status quo und die zukünftigen Perspektiven im Bereich der Pumpkraft.

Houston, TX

[www.pumpsummitamericas.com](http://www.pumpsummitamericas.com)

### **Solar Power International**

24. - 27. September 2018

Die Solar Power International wird von den Vereinigungen Solar Energy Industries Association (SEIA) und Solar Electric Power Association (SEPA) seit 2003 veranstaltet. Besuchern wird die Möglichkeit geboten, Ideen und Expertenwissen auszutauschen, um die Entwicklung von Solarenergie voranzutreiben.

Anaheim, CA

[www.solarpowerinternational.com](http://www.solarpowerinternational.com)

## **7.6. Fachzeitschriften**

### **Energy Storage Journal (ESJ)**

Energy Storage Journal ist ein Magazin, welches vierteljährlich erscheint. Das Magazin deckt Nachrichten über relevante Unternehmen sowie Trends und Entwicklungen in der Energiespeicherindustrie und dem Smart Grid-Markt ab. ESJ ist eine gute Informationsquelle, um sich einen Überblick über den Energiespeichermarkt zu verschaffen und sich über die Vielzahl neuer Speichermethoden zu informieren.

[www.energystoragejournal.com](http://www.energystoragejournal.com)

### **Energy Storage News**

Energystoragenews.com ist eine Webseite der Energy Storage Association und beinhaltet Artikel rund um den Markt für Energiespeicherung. Die Webseite beinhaltet viele Weiterleitungen zu Artikeln, die industrierelevant sind, jedoch nicht von der ESA selbst veröffentlicht wurden.

[www.energystoragenews.org/publisher/324/home-pv-magazine](http://www.energystoragenews.org/publisher/324/home-pv-magazine)

### **Greentech Media**

Greentech Media veröffentlicht aktuelle Artikel zum Thema Energiespeicherung, wobei politische und ökonomische Aspekte in der Branche miteinbezogen werden. Mit dem vier Mal im Jahr erscheinenden Energy Storage Monitor geben die Experten von Greentech Media Aufschluss über den Status quo von Energiespeichern sowie einen Ausblick auf die zukünftigen Potenziale in den USA.

[www.greentechmedia.com/articles/tag/energy-storage](http://www.greentechmedia.com/articles/tag/energy-storage)

### **MIT Technology Review**

Das MIT Technology Review wird seit 1899 vom Massachusetts Institute of Technology herausgegeben. Es werden Artikel über neue Technologien veröffentlicht. Das Magazin erscheint in sechs Sprachen und wird von über einer Mio. Benutzern auf sozialen Netzwerken verfolgt. Die Artikel sind in verschiedene Themenbereiche eingeordnet. Ein Themenbereich ist Energie, in welchem immer häufiger auch Einträge zum Thema Energiespeicherung erscheinen.

[www.technologyreview.com/tagged/energy-storage](http://www.technologyreview.com/tagged/energy-storage)

### **Renewable Energy World**

Auf der Webseite RenewableEnergyWorld.com werden Nachrichten im Bereich der erneuerbaren Energien veröffentlicht. Die Nachrichten sind verschiedenen Themenbereichen zugeordnet, wobei Energiespeicherung eine eigene Rubrik bildet.

[www.renewableenergyworld.com/energy-storage.html](http://www.renewableenergyworld.com/energy-storage.html)

## 8. Quellenverzeichnis

- Adelphi/RAP (2017): [Überblick über die US-Strommärkte](#), abgerufen am 27.06.2017
- Advanced Energy Economy (2017): [Energy Storage Poised to Shave Demand Charges](#), abgerufen am 12.07.2017
- Advanced Energy Perspectives (2016): [Distribution Planning in a Distributed Energy Future](#), abgerufen am 31.07.2017
- Advanced Heat (2017): [Thermal Storage](#), abgerufen am 28.06.2017
- American Jobs Project (2017): [The Illinois Job Project](#), abgerufen am 07.08.2017
- American National Standards Institute (ANSI) (2017): [Company Overview](#), abgerufen am 10.05.2017
- Anissa Dehanna in Navigant Research Webinar
- Applied Energy (2015): [Current Deployment in Electrical Energy Storage Technologies](#), abgerufen am 05.06.2017
- Aurora (2017): [The Ultimate Guide to NEM 2.0 Part 1, Non-Bypassable Charges](#), abgerufen am 20.07.2017
- AWEA (2017): [State Fact Sheets](#), abgerufen am 13.07.2017
- Azo Cleantech (2016): [Thermal Energy Battery Technology](#), abgerufen am 28.06.2017
- BHE Renewables (2017): [Topaz Solar Farms](#), abgerufen am 13.07.2017
- Bright Source Energy (2014): [Ivanpah](#), abgerufen am 13.07.2017
- Bundeszentrale für politische Bildung (2011): [Bevölkerungsentwicklung](#), abgerufen am 09.05.2017
- Bundeszentrale für politische Bildung (kein Datum): [Dossier USA](#), abgerufen am 09.05.2017
- Bureau of Ocean Energy Management (2016): [National Assessment Fact Sheet](#), abgerufen am 12.07.2017
- California Climate Leadership (2015): [Powering the new Economy](#), abgerufen am 17.07.2017
- California Energy Commission (2006): [Assembly Bill 2021](#), abgerufen am 17.07.2017
- California Energy Commission (2015): [California Natural Gas Data and Statistics](#), abgerufen am 12.07.2017
- California Energy Commission (2015): [The California Energy Commission](#), abgerufen am 24.07.2017
- California Energy Commission (2016): [Tracking Progress](#), abgerufen am 08.04.2017
- California Energy Commission (2017): [Bulk Energy Storage in California](#), abgerufen am 04.08.2017
- California Energy Commission (2017): [Electric Generation Capacity & Energy](#), abgerufen am 13.07.2017
- California Energy Commission (2017): [Integrated Energy Policy Report](#), abgerufen am 11.07.2017
- California Energy Commission (kein Datum): [Renewable Portfolio Standard](#), abgerufen am 11.07.2017
- California Energy Storage Alliance (2017): [California Energy Storage Market Update](#), abgerufen am 01.08.2017
- California Environmental Protection Agency (2014): [Air Resources Board](#), abgerufen am 17.07.2017
- California Environmental Protection Agency (2015): [Introduction to the Air Resource Board](#), abgerufen am 24.07.2017
- California Environmental Protection Agency (2017): [Scoping Plan](#), abgerufen am 17.07.2017
- California Independent System Operator (2013): [Building a Sustainable Energy Future 2015-2016 Strategic Plan](#), abgerufen am 14.07.2017
- California Independent System Operator (2016): [Powering the Grid – Advancing Smart Technology](#), abgerufen am 14.07.2017
- California Independent System Operator (2017): [https://www.aiso.com/Documents/CompanyInformation\\_Facts.pdf](https://www.aiso.com/Documents/CompanyInformation_Facts.pdf), abgerufen am 18.07.2017
- California Independent System Operator (2017): [Market Processes and Products](#), abgerufen am 18.07.2017
- California Legislative Information (2010): [AB-2514 Energy Storage Systems](#), abgerufen am 31.07.2017
- California Legislative Information (2016): [AB 2869](#), abgerufen am 17.07.2017
- California Municipal Utilities Association, Northern California Power Agency & Southern California Public Power Authority (2017): [Energy Efficiency in California's Public Power Sector: 11<sup>th</sup> edition - 2017](#), abgerufen am 17.07.2017
- California Public Utilities Commission (2016): [RPS Status Report](#), abgerufen am 17.07.2017
- California Public Utilities Commission (2017): [Consumer and Retail Choice, the Role of the Utility, and an Evolving Regulatory Framework](#), abgerufen am 18.07.2017
- California Public Utilities Commission (2017): [Net Energy Metering](#), abgerufen am 19.07.2017
- CALSEIA (2017): Bridging the Storage Gap, Präsentation im Juli 2017
- Center for Sustainable Energy (2017): [Program Statistics](#), abgerufen am 21.07.2017
- CIA Factbook (2016): [The World Factbook](#), abgerufen am 09.05.2017
- CIA Factbook (2017): [GDP](#), abgerufen am 16.05.2017
- CIA Factbook (2017): [Unemployment Rate](#), abgerufen am 16.05.2017
- CIA Factbook (2017): [USA](#), abgerufen am 10.05.2017

Clean Energy States Alliances (2014): [Does Energy Storage fit in an RSP?](#), abgerufen am 17.05.2017

Clean Leap (2016): [How Thermal Storage Works](#), abgerufen am 26.06.2017

CleanTechnica (2016): [JCPenny Reduces Electricity Costs With Ice Storage Technology](#), abgerufen am 28.06.2017

ComEd (2017): [ComEd conducting Illinois' First Community Energy Storage Pilot](#), abgerufen am 08.08.2017

ComEd (2017): [ComEd Proposes First Ever Microgrid Cluster for Historic Bronzeville](#), abgerufen am 08.08.2017

ComEd (2017): [Demand-Response](#), abgerufen am 22.08.2017

ComEd (2017): [Hourly Pricing Program](#), abgerufen am 22.08.2017

ComEd (2017): [Summary of Typical Noresidential Line Item Charges \(effective January 2017\)](#), abgerufen am 23.08.2017

ComEd (2017): [Tarife](#), abgerufen am 22.08.2017

CPUC & CEA (2011): [Energy Efficiency Strategic Plan](#), abgerufen am 17.07.2017

CPUC (2015): [Distribution Resources Plan](#), abgerufen am 31.07.2017

CPUC (2017): [Residential Rate Reform](#), abgerufen am 20.07.2017

Deutsche Energie-Agentur (2016): [Potenzialatlas Power-to-Gas](#), abgerufen am 29.06.2017

Deutsche Welle (2017): [Donald Trumps Weg raus aus dem Paris-Abkommen](#), abgerufen am 19.07.2017

Dimplex (2017): [Dimplex](#), abgerufen am 28.06.2017

DOE (2016): [2016-2020 Strategic Plan and Implementing Framework](#), abgerufen am 12.05.2017

DOE (2016): [About the Sunshot Initiative](#), abgerufen am 12.06.2017

DOE (2016): [Crescent Dunes Solar Energy Project](#), abgerufen am 09.06.2017

DOE (2016): [Deployment of Grid-Scale Batteries in the United States](#), abgerufen am 13.07.2017

DOE (2016): [Global Energy Storage Database Projects](#), abgerufen am 05.06.2017

DOE (2016): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 05.07.2017

DOE (2016): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 07.07.2017

DOE (2016): [Massive Energy Storage in Superconductors](#), abgerufen am 05.06.2017

DOE (2016): [Sunshot Initiative Goals](#), abgerufen am 27.06.2017

DOE (2016): [U.S. Energy and Employment Report](#), abgerufen am 21.08.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 07.06.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 08.06.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 08.06.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 09.06.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 11.05.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 13.07.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 17.08.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.05.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.05.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 22.08.2017

DOE (2017): [Global Energy Storage Database](#), abgerufen am 30.05.2017

DOE (2017): [Halotechnics Advanced Molten Glass for Heat Trans and Thermal Energy Storage](#), abgerufen am 28.06.2017

DOE (2017): [Net Metering](#), abgerufen am 19.07.2017

DOE (2017): [Pumped Storage Hydropower](#), abgerufen am 28.06.2017

DSIRE (2016): [Program Overview](#), abgerufen am 19.07.2017

DSIRE (2016): [Renewable Portfolio Standard Illinois](#), abgerufen am 15.08.2017

DSIRE (2017): [Business Energy Investment Tax Credit](#), abgerufen am 16.05.2017

DSIRE (2017): [Modified Accelerated Cost-Recovery System](#), abgerufen am 16.05.2017

DSIRE (2017): [Policies & Incentives by State](#), abgerufen am 14.08.2017

DSIRE (2017): [Program Overview](#), abgerufen am 19.07.2017

DSIRE (2017): [Summary Tables](#), abgerufen am 29.06.2017

DSIRE (2017): [RPS](#), abgerufen am 18.07.2017

EcoMotion (2016): [Energy Storage](#), abgerufen am 14.08.2017

EIA (2015): Less severe weather means lower expected household heating bills this winter, abgerufen am 12.06.2017

EIA (2016): [Annual Energy Outlook](#) Seite MT-5, abgerufen am 29.06.2017

EIA (2017): [Annual Energy Outlook 2017](#), abgerufen am 26.06.2017

EIA (2017): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

EIA (2017): [Electric Power Monthly](#), abgerufen am 29.06.2017

EIA (2017): [Factors Affecting Gasoline Prices](#), abgerufen am 27.06.2017

EIA (2017): [How is electricity used in U.S. homes?](#), abgerufen am 12.06.2017

EIA (2017): [Illinois Electricity Profile 2015 \(zuletzt erhältliche Daten\)](#), abgerufen am 13.07.2017

EIA (2017): [Monthly Energy Review. Energy Consumption by Sector](#), abgerufen am 29.06.2017

EIA (2017): [Preliminary Monthly Electric Generator Inventory](#), abgerufen am 28.06.2017

EIA (2017): [Profile Analysis Illinois \(2017\)](#), abgerufen am 09.08.2017

EIA (2017): [Profile Overview Illinois](#), abgerufen am 10.08.2017

EIA (2017): [Short-Term Energy Outlook Data Browser](#), abgerufen am 06.06.2017

EIA (2017): [US electric generating capacity increase in 2016 was largest net change since 2011](#), abgerufen am 28.06.2017

EIA (2017): [US households' heating equipment choice are diverse and vary by region](#), abgerufen am 12.06.2017

EIA (2017): [What is US electricity generation by energy source?](#), abgerufen am 26.06.2017

EIA (2017): [What's New in How We Use Energy at Home](#), abgerufen am 26.06.2017

EIA (2017): [What's New in How We Use Energy at Home](#), abgerufen am 12.06.2017

EIA(2013): [Electric Sales, Revenue, and Average Price](#), abgerufen am 18.07.2017

EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 12.07.2017

EIA(2016): [California State Profile and Energy Estimates](#), abgerufen am 13.07.2017

EIA(2016): [State CO2 Emissions](#), abgerufen am 13.07.2017

Electric Power Research Institute (2016): [Energy Storage Valuation in California: Policy, Planning and Market Information Relevant to the StorageVET™ Model](#), abgerufen am 18.07.2017

Energate (2017): [Gasbranche: Power-to-Gas schlägt Vollelektrifizierung](#), abgerufen am 29.06.2017

Energy Comment (2014): [Der amerikanische Heizungsmarkt](#), abgerufen am 12.06.2017

Energy Environmental Science (2013): [The energetic implications of curtailing versus storing solar- and wind generated electricity](#), abgerufen am 30.05.2017

Energy Policy Update (2013): [FERC Order No. 784 boosts energy storage](#), abgerufen am 25.05.2017

Energy Storage Association (2017): [Compressed Air Energy Storage](#), abgerufen am 22.05.2017

Energy Storage Association (2017): [Sub-Surface Pumped Hydroelectric Storage](#), abgerufen am 22.05.2017

Energy Storage Europe (2015): [Energy Storage 2015: "Speicher stehen kurz vor dem Durchbruch"](#), abgerufen am 08.10.2015

Energy Storage News (2017): [Blackouts & batteries: How California pulled off the world's fastest grid-scale battery procurement](#), abgerufen am 04.08.2017

Energy Storage News (2017): [GTM: US energy storage installations grew 100% in 2016](#), abgerufen am 04.08.2017

Energy Storage News: [Energy Storage in Elevated Weights](#), abgerufen am 22.05.2017

EnergySage (2017): [Net Metering 2.0 in California](#), abgerufen am 19.07.2017

Energysmart (2014): [Regulated and Deregulated Energy Markets](#), abgerufen am 19.07.2017

EPA (2015): [Interconnection Standards](#), abgerufen am 19.07.2017

EPA (2017): [Portfolio Standards](#), abgerufen am 17.05.2017

EPA (2017): [Renewable Heating and Cooling](#), abgerufen am 12.06.2017

ESA (2017), Grid Edge Präsentation

ESA (2017): [Energy Storage MAP](#), abgerufen am 11.07.2017

ESA (2017): [Investment Tax Credit for Energy Storage](#), abgerufen am 16.05.2017

ESA (2017): [Thermal](#), abgerufen am 07.06.2017

ESA (kein Datum): [Flywheels](#), abgerufen am 22.05.2017

ESA (kein Datum): [Merchant Electricity Storage](#), abgerufen am 24.08.2017

ESA (kein Datum): [Renewable Integration Benefits](#), abgerufen am 24.05.2017

[Fact Sheet: Donald J. Trump's Pro-Growth Economic Policy Will Create 25 Million Jobs \(2016\)](#), abgerufen am 12.07.2017

FERC (2011): [Order 755](#), abgerufen am 25.05.2017

FERC (2013): [Order 784](#), abgerufen am 25.05.2017

Forbes (2017): [America's Utility Of The Future Takes Shape In Illinois](#), abgerufen am 23.08.2017

Freeing the Grid (2017): [California](#), abgerufen am 11.07.2017

GlidePath (kein Datum): [Projects](#), abgerufen am 07.08.2017

Global Power Law & Policy (2017): [CPUC requires additional 500 MW of energy storage from California IOSSs](#), abgerufen am 18.07.2017

Grand View Research (2016): [Flywheel Energy Storage Market](#), abgerufen am 26.05.2017

GreenCharge (2016): [District gets A+ in energy thrift and \\$ 86.000 in annual savings](#), abgerufen am 14.08.2017

GTAI & GACC (2013): [Geschäftschancen im Westen der USA](#), abgerufen am 14.07.2017

GTAI & GACC (2014): [Geschäftschancen im Westen der USA](#), abgerufen am 12.07.2017

GTAI (2016): [Wirtschaftsdaten Kompakt USA \(Download als Broschüre\)](#), abgerufen am 10.05.2017

GTAI (2016): [Wirtschaftsdaten Kompakt USA](#), abgerufen am 09.05.2017

GTAI (2016): [Wirtschaftsdaten Kompakt USA](#), abgerufen am 27.02.2017

GTAI (2016): [US-Regierungswechsel verändert energiepolitische Prioritäten](#), abgerufen am 12.07.2017

GTM (2012): [How Electricity Gets Bought and Sold in California](#), abgerufen am 20.07.2017

GTM (2013): [California Sets Energy Storage Target of 1.3GW by 2020](#), abgerufen am 31.07.2017

GTM (2015): [US Energy Storage Monitor Q2 2015: Executive Summary](#), abgerufen am 06.10.2015

GTM (2016): [Axiom Energy Raises \\$ 2.5 M for Thermal Energy Storage](#), abgerufen am 08.06.2017

GTM (2016): [Clean Energy Advocates Praise Passage of Major Illinois Energy Bill](#), abgerufen am 09.08.2017

GTM (2016): [First Grid-Scale Rail Energy Storage Project](#), abgerufen am 30.05.2017

GTM (2016): [German Energy Storage Market to Reach \\$1B by 2021](#), abgerufen am 12.07.2017

GTM (2016): [Grid-Scale Energy Storage Balance-of-System Costs will decline by 41% by 2020](#), abgerufen am 30.06.2017

GTM (2016): [How Soon Can Get Tesla Battery Cell Costs Below \\$100 per Kilowatt-Hour](#), abgerufen am 05.06.2017

GTM (2016): [Ice Energy Will Launch Residential Ice Storage in First Quarter 2017](#), abgerufen am 08.06.2017

GTM (2016): [The German Energy Storage Market 2016-2021: The Next Energy Transition](#), abgerufen am 29.06.2017

GTM (2017): [A Handy List of Energy-Related Bills Advancing California](#), abgerufen am 04.08.2017

GTM (2017): [As California Mulls Retail Electricity Choice, Utilities Are Losing Customers in Droves](#), abgerufen am 20.07.2017

GTM (2017): [Costs to Acquire US Residential Solar Customers are High and Rising](#), abgerufen am 25.07.2017

GTM (2017): [GE Can Now Put Battery Storage on Any of Its Power Plants](#), abgerufen am 01.08.2017

GTM (2017): [Here's Every Company that Entered the US Energy Storage Game in 2016](#), abgerufen am 25.07.2017

GTM (2017): [Owners in the US](#), abgerufen am 17.08.2017

GTM (2017): [Project Financing Grows for Commercial Energy Storage, Lags for Residential](#), abgerufen am 16.08.2017

GTM (2017): [SoCal Edison's Grid Edge Experiment Contracts for 127 MW of Batteries and Demand Response](#), abgerufen am 18.07.2017

GTM (2017): [Storage has become the darling of solar industry](#), abgerufen am 02.06.2016

GTM (2017): [Sunrun's Evolution From Home Solar Installer to Comprehensive Energy Solution Provider](#), abgerufen am 25.07.2017

GTM (2017): [Tesla, Greensmith, AES Deploy Aliso Canyon Battery Storage in Record Time](#), abgerufen am 17.07.2017

GTM (2017): [Trump's 'Energy Independence' Agenda](#), abgerufen am 19.05.2017

GTM (2017): [U.S. Behind-the-Meter Energy Storage Financing: Structures, Risks and the Challenging Road Ahead](#), abgerufen am 14.07.2017

GTM (2017): [U.S. Energy Storage Monitor: Q1 2017](#), Executive Summary

GTM (2017): [U.S. Energy Storage Monitor: Q2 2017](#), abgerufen am 26.06.2017

GTM (2017): [Vivint Partners With Mercedes-Benz To Sell Storage Alongside Solar](#), abgerufen am 25.07.2017

Harvard Business School und Boston Consulting Group (2014): [America's Unconventional Energy Opportunity](#), abgerufen am 17.08.2017

High Level Working Group on Jobs and Growth (2013): [Final Report](#) (2013), abgerufen am 16.05.2017

ICF (2016): [Energy Storage in a Resurrecting PJM Regulation Market](#), abgerufen am 07.08.2017

IMF (2017): [World Economic Outlook](#), abgerufen am 10.05.2017

Incoterms (2010): [FOB-Klausel](#), abgerufen am 09.05.2017

International Trade Administration (2017): [2016 Exports of NAICS Total All Merchandise](#), abgerufen am 10.05.2017

JMP Securities (2017): Clean Power: Storage Market Getting Charged Up

Jones, K.B., Jervy, B. B., Roche, M., Barnowski, S. (2017): [The Electric Battery: Charging Forward to a Low-Carbon Future](#), abgerufen am 05.06.2017

Lawrence Berkeley National Laboratory (2016): [The National Cost of Power Interruptions to Electricity Customers](#), abgerufen am 10.07.2017

Lazar (2016): [Electricity Regulation In The US](#), abgerufen am 28.06.2017

Lazard (2015): [Lazard's Levelized Costs of Energy Analysis](#), abgerufen am 27.06.2017

Low Carbon Futures (kein Datum.): [Factsheet](#), abgerufen am 09.10.2015

McKinsey (2016): [The new economics of energy storage](#), abgerufen am 14.07.2017

McKinsey (2017): [Battery storage: The next disruptive technology in the power sector](#), abgerufen am 18.07.2017

Midwest Energy News (2017): [Illinois utility's microgrid first to 'island' nearby residential customers](#) , abgerufen am 23.08.2017

MISO (2017): [Common Issues Workshop Energy Storage](#), abgerufen am 23.08.2017

NARUC (2017): [About NARUC](#), abgerufen am 27.06.2017

National Energy Laboratory (2016): [Energy Storage](#), abgerufen am 07.06.2017

National Hydropower Association (2017): [Pumped Storage](#), abgerufen am 28.06.2017

National Renewable Energy Laboratory (2016): [Battery Energy Storage Market](#), abgerufen am 16.05.2017

National Renewable Energy Laboratory (2016): [Installed Cost Benchmarks and Deployment Barriers for Residential Solar Photovoltaics with Energy Storage: Q1 2016](#), abgerufen am 29.06.2017

Navigant Research (2014): [Energy Storage for the Grid is Expected to Reach \\$15.6 Billion in Annual Revenue by 2024](#), abgerufen am 08.10.2015

Navigant Research (2017): [Thermal Energy Storage Solutions Are Heating Up](#), abgerufen am 23.6.2017

NERC (2017): [About NERC](#), abgerufen am 30.06.2017

Next 10 (2016): [California Green Innovation Index](#), abgerufen am 13.07.2017

NREL (2015): [Deployment of Behind-The-Meter Energy Storage for Demand Charge Reduction](#), abgerufen am 12.07.2017

NREL (2016): [Energy Storage Requirements](#), abgerufen am 07.07.2017

NREL (2016): [Installed Cost Benchmarks and Deployment Barriers for Residential Solar Photovoltaics with Energy Storage](#), abgerufen am 14.08.2017

OANDA Corporation (2017): [Currency Converter](#), abgerufen 23.08.2017

Office of the United States Trade Representative (2017): [Trade Agreements](#), abgerufen am 10.05.2017

Pacific Institute (2014): [Agricultural Water Conservation and Efficiency Potential in California](#), abgerufen am 12.07.2017

Pasadena Water & Power Department (2014): [AB 2514 Energy Storage System Evaluation](#), abgerufen am 17.07.2017

Peter Maloney (2017): [Despite technological advances, flow batteries struggle against market giant lithium-ion](#), abgerufen am 12.07.2017

Philip Fischer, Sales Director von NEC Energy Solutions, US bei einem Panel auf der Intersolar in San Francisco, 11.07.2017

PJM Interconnection (2017): [Locational Marginal Pricing](#), abgerufen am 28.06.2017

Power Magazine (2015): [California Governor Wants to Raise State's 2030 RPS Target to 50%](#), abgerufen am 17.07.2017

Purdue University (kein Datum): [Electric Utilities, Deregulation Electric Utilities, Deregulation and Restructuring of US and Restructuring of US Electricity Markets Electricity Markets](#), abgerufen am 28.06.2017

PV Magazine (2015): [Sonnenbatterie erwartet starkes 2. Halbjahr](#), abgerufen am 28.10.2015

PV Magazine (2017): [SDG&E signs contracts for 83.5 MW more battery storage](#), abgerufen am 14.08.2017

PV-Tech (2017): [100 days of Trump: Round 1 to renewables](#), abgerufen am 19.07.2017

Quadrennial Energy Review (2017): [Transforming the Nation's Electricity System](#), abgerufen am 26.06. 2017

Renewable Energy World (2015): [Renewable Energy Certificate](#), abgerufen am 12.05.2017

Renewable Energy World (2016): [Commercializing Standalone Thermal Energy Storage](#), abgerufen am 09.06.2017

Renewable Energy World (2016): [Renewable Power-to-Gas: A technological and economic business review](#), abgerufen am 29.06.2017

Renewable Energy World (2016): [Why Pumped Hydropower Needs More Attention in the Energy Storage Discussion](#), abgerufen am 22.05.2017

Renewable Energy World (2017): [US Energy Storage Caucus](#), abgerufen am 15.05.2017

Renewable Energy World (2017): [3 Solar Stocks That Could Sustain Post Trump's Paris Agreement Exit](#), abgerufen am 21.06.2017

Renewable Energy World (2017): [California: 'We are just getting started'](#), abgerufen am 17.07.2017

Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 13.07.2017

Renewable Energy World (2017): [Financing Energy Storage Projects: Assessing Risks – Part Two](#), abgerufen am 16.08.2017

Renewable Energy World (2017): [Storage and Bankability](#), abgerufen am 13.07.2017

Renewable Energy World (2017): [Time-of-Use Means It's Time for Storage](#), abgerufen am 20.07.2017

RGIT (2017): [German-American Trade, Investment, and Jobs](#), abgerufen am 10.05.2017

RMI (2015): [The Economics of Battery Storage](#), abgerufen am 07.07.2017

RP-Energie-Lexikon (2017): [Schwungradspeicher](#), abgerufen am 22.05.2017

S+C Electric (2017): [S+C Electric Completes Ameren Microgrid Project near University of Illinois](#), abgerufen am 08.08.2017

S+C Electric (no date): [Solutions for Energy Storage](#), abgerufen am 08.08.2017

San Francisco Business Times (2015): [Gov. Jerry Brown signs wide-reaching climate change bill into law](#), abgerufen am 17.07.2017

Sandia National Laboratories (2013): [Market and Policy Barriers to Energy Storage Deployment](#), abgerufen am 12.05.2017

SEIA (2017): [Illinois State Solar Facts](#), abgerufen am 13.07.2017

Senate District 24 (2017): [100% Renewable Energy Measure](#), abgerufen am 17.07.2017

Solar Energy Industries Association (2017): [Solar Industry Data. Solar Industry Growing at Record Pace](#), abgerufen am 17.07.2017.

Solar Energy Industry Association (2017): [Illinois Solar](#), abgerufen am 09.08.2017

Solar Industrie (2017): Volume 10, Number 6

Solar Media (2017): [Energy Storage Association: Trump can't stop the inexorable rise of storage](#), abgerufen am 29.06.2017

Solar Professional (2016): [Residential Energy Storage Economics](#), abgerufen am 14.08.2017

SolarPowerIsTheFuture (2016): [Concentrating Solar Power \(CSP\) Systems](#), abgerufen am 28.06.2017

SolarReserve (2017): [Crescent Dunes](#), abgerufen am 26.06.2017

Southern California Edison (2017): [Net Energy Metering](#), abgerufen am 20.07.2017

Spiegel Online (2017): [Macron hält Rückkehr der USA zum Klimaabkommen für möglich](#), abgerufen am 19.07.2017

State of California – Department of Finance (2016): [Population Projection](#), abgerufen am 11.07.2017

State of California – Department of Finance (2017): [Gross State Product](#), abgerufen am 11.07.2017

State of California (2017): [Incentive Step Tracker](#), abgerufen am 24.07.2017

State of California (2017): [Self-Generation Incentive Program Handbook 2017](#), abgerufen am 20.07.2017

Statistisches Bundesamt – [The economic importance of SMEs in Germany \(2014\)](#), abgerufen am 16.05.2017

Steffes (2017): [Electric Thermal Storage](#), abgerufen am 28.06.2017

Stem (2017): [Demand Charges](#), abgerufen am 12.07.2017

Sterner, M., Stadler, I. (2014): [Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration](#), abgerufen am 07.06.2017

Sunpower Corporation (2017): [A Closer Look at Commercial Electricity Demand Charges, and How to Lower Them](#), abgerufen am 13.07.2017

The Mercury News (2017): [California's push for a 100 percent renewable energy future may hit roadblocks](#), abgerufen am 18.07.2017

The New York Times (2017): [Just How Far Can California Possibly Go on Climate?](#), abgerufen am 08.08.2017

The New York Times (2017): [The Biggest, Strangest Batteries](#), abgerufen am 08.06.2017

The World Bank (2017): [Energy use](#), abgerufen am 29.06.2017

U.S. Geological Survey (2016): [Mineral Commodity Summaries 2016](#), abgerufen am 14.07.2017

UC Davis (2013): [The Future of Electricity Prices in California](#), abgerufen am 19.07.2017

UCI news (2016): [In a national first, UCI injects renewable hydrogen into campus power supply](#), abgerufen am 05.07.2017

Umweltbundesamt (2016): [Klimaschutz- und Energiepolitik in Deutschland](#), abgerufen am 17.08.2017

Umweltbundesamt (2017): [Energieverbrauch nach Energieträgern, Sektoren und Anwendungen](#), abgerufen am 26.06.2017

University of Michigan (2017): [U.S. Grid Energy Storage Factsheet](#), abgerufen am 14.07.2017

US Bureau of Economic Analysis (2015): [Foreign Direct Investment in the United States](#), abgerufen am 10.05.2017

US Bureau of Economic Analysis (2017): [Bureau of Economic Analysis](#), abgerufen am 10.05.2017

US Census Bureau (2015): [Population](#), abgerufen am 09.05.2017

US Census Bureau (2016): [State Quick Facts](#), abgerufen am 08.08.2017

US Census Bureau (2016): [US International Trade in Goods and Services](#), abgerufen am 10.05.2017

US Census Bureau: [Trade Highlights \(2016\)](#), abgerufen am 16.05.2017

US Congress Legislation (2016): [Energy Storage and Deployment Act of 2016](#), abgerufen am 16.05.2017

US Department of Commerce – Bureau of Economic Analysis (2016): [Per Capita Real GDP](#), abgerufen am 12.07.2017

US Department of Commerce – Census Bureau (2017): [Foreign Trade – State Exports for California, abgerufen am 12.07.2017](#)

US Department of Commerce – Census Bureau (kein Datum): [State & County Quickfacts – California, abgerufen am 12.07.2017](#)

US Department of Commerce (2010): [The Export Promotion Cabinet's Plan for Doubling US Exports in Five Years](#), abgerufen am 10.05.2017

US Department of Labor – Bureau of Labor Statistics (2017): [Unemployment](#), abgerufen am 12.07.2017

US International Trade Commission (2014): [Harmonized Tariff Schedule \(2014\)](#), abgerufen am 10.05.2017

USA.gov (2017): [Learn About the United States of America](#), abgerufen am 09.05.2017

Utility Dive (2016): [FERC seeks input from ISOs](#), abgerufen am 25.05.2017

Utility Dive (2016): [SolarReserve proposes 2GW concentrated solar plant with storage in Nevada](#), abgerufen am 27.06.2017

Utility Dive (2017): [SDG&E, AES bring world's largest lithium ion battery storage online in California](#), abgerufen am 14.08.2017

World Economic Forum (2014): [The Global Competitiveness Report](#), abgerufen am 10.05.2017

World Trade Organization (2014): [Parties and Observers to the GPA](#), abgerufen am 10.05.2017

ZDF (2017): [Trump weicht zentrale Klimaziele auf](#), abgerufen am 19.05.2017

## 9. Interviewverzeichnis

Interview mit Anissa Dehamna, Navigant Research am 07.07.2017

Interview mit Brett Simon und Daniel Finn-Foley, Greentech Media am 06.07.2017

Interview mit Laura Gray, CALSEIA am 16.06.2017

Interview mit Matt Roberts, Energy Storage Association am 10.07.2017

