



Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie  
und Tourismus | Postfach 71 28 | 24171 Kiel

Vorsitzenden des Wirtschaftsausschusses  
des Schleswig-Holsteinischen Landtages  
Herrn Dr. Andreas Tietze, MdL

**TAG DER  
DEUTSCHEN EINHEIT**  
KIEL - 2./3. OKTOBER 2019

**Staatssekretär**

Vorsitzenden des Umwelt- und  
Agrarausschusses  
des Schleswig-Holsteinischen Landtages  
Herrn Oliver Kumbartzky, MdL

Schleswig-Holsteinischer Landtag  
Umdruck 19/2786

22. August 2019

Sehr geehrte Herren Vorsitzende,

in den vergangenen Monaten hat die Landesregierung sich intensiv dafür eingesetzt, eine vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte „Forschungsfertigung Batterie“ in Itzehoe anzusiedeln.

Wir hatten gute Argumente und wir haben auch die Erneuerbaren Energie an der Westküste, mit der wir eine nachhaltige Forschungsfertigung sicherstellen könnten - leider haben wir trotzdem nicht den Zuschlag für die Ansiedlung erhalten. Die Landesregierung ist von den wirtschaftlichen Potenzialen überzeugt, die vor allem an der schleswig-holsteinischen Westküste für die Erprobung und Herstellung von neuen Lösungen in der Batterie- und Speichertechnologie vorhanden sind.

Das Gutachten „Batteriezellen und alternative Speichertechnologien in der Region Westküste - Analyse von Kompetenzen und Potenzialen“, das ich Ihnen hiermit zur Verfügung stelle, wurde parallel zum Bewerbungsverfahren für die Ansiedlung der Forschungsfertigung erstellt. Eingeflossen sind die Erkenntnisse der relevanten Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft, die auch im Rahmen einer „Expertenkommission Batterie“ aktiv am Bewerbungsverfahren für die Ansiedlung der Forschungsfertigung mitgearbeitet haben. Das Gutachten zeigt die Potenziale und Expertise Schleswig-Holsteins im Bereich der Batteriezellforschung und von Speichertechnologien und die positiven Erkenntnisse für Schleswig-Holstein auf, diese leite ich gern an Sie weiter.

Die Zusammenarbeit ausgewiesener Experten im Land zu einem zukunftsweisenden Thema hat Vorbildcharakter und wird fortgesetzt: Am 14. August stimmte die Expertenkommission Batterie das Konzept ab, mit dem der Standort Itzehoe in das

Rennen für eine weitere - wenn auch deutlich geringere - Förderung des BMBF für Batterieforschung in Deutschland gehen wird – unter anderem mit unseren Schwerpunkten stationäre Speicher und maritime Anwendungen.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Mit freundlichen Grüßen

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Thilo Rohlf', written in a cursive style.

Dr. Thilo Rohlf

- Gutachten „Batteriezellen und alternative Speichertechnologien in der Region Westküste - Analyse von Kompetenzen und Potenzialen“

# Batteriezellen und alternative Speichertechnologien in der Region Westküste

**Analyse von Kompetenzen und Potenzialen**

KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft  
Juni 2019

**Schleswig-Holstein.** Der echte Norden.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Ausgangslage	4
1.1 Veranlassung und Zielsetzung	4
1.2 Leistungsumfang	6
1.3 Der Standort Region Westküste	7
1.4 Energiespeichertechnologien	8
2 Methodik und Vorgehensweise bei der Analyse	11
3 Kompetenzen und Potenziale der Region Westküste	13
3.1 Infrastruktur und strategische Lage	13
3.2 Verfügbarkeit und Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien	20
3.3 Industrielle Kompetenzen entlang der Wertschöpfungskette	27
3.4 Bestehende Kompetenzen in der Wissenschaft	31
3.5 Vernetzung von Wissenschaft und Industrie	43
3.6 Zugang zu Fachkräften	46
4 Förderstruktur zu Energiespeichern der Region Westküste	50
5 Soziale Erfolgsfaktoren in der Region Westküste	52
Ausschlussklausel	57
Abkürzungsverzeichnis	58
Abbildungsverzeichnis	59
Anhang	60
A1 Quellenverzeichnis	60
A2 Auswertungen und Analysen der Datenerhebung	66
A3 Überblick von relevanten Unternehmen und Forschungseinrichtungen	78
A4 Fördermittelprogramme im Überblick	81

## Zusammenfassung

Deutschland hat sich für die Energiewende ehrgeizige Ziele gesetzt: Bis zum Jahr 2035 sollen 60 % und bis zum Jahr 2050 sogar 80 % des elektrischen Stroms aus erneuerbaren Quellen abgedeckt werden.<sup>1</sup> Ein Großteil daraus wird aus der stark fluktuierend einspeisenden Wind- und Solarenergie bedient werden. Um dabei die Netzstabilität und Versorgungssicherheit aufrecht zu erhalten, sind Energiespeicher unerlässlich. Dies gilt umso mehr für das Bundesland Schleswig-Holstein, dessen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bereits seit Jahren den eigenen Verbrauch übersteigt.

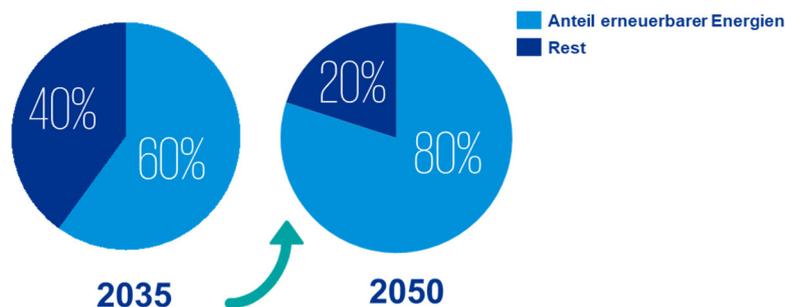


Abbildung 1: Grad der Abdeckung elektrischen Stroms durch erneuerbare Energie (Deutschland)

Das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig Holstein hat die KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft damit beauftragt, bestehende Kompetenzen und Potenziale in der energiestarken Region Westküste von Schleswig-Holstein<sup>2</sup> gebündelt und strukturiert im Rahmen der folgenden Analyse darzustellen.



Abbildung 2: Zusammenfassung zentraler Kompetenzen und Potenziale

<sup>1</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Speichertechnologien“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/speichertechnologien.html>

<sup>2</sup> Fraunhofer ISI, 2019, „Innovationsbasierter regionaler Strukturwandel – Strukturschwache Regionen in Deutschland“ abgerufen am 07.06.2019 von [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccp/unternehmen-region/2019/ap\\_r1\\_2019.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccp/unternehmen-region/2019/ap_r1_2019.pdf)

**Infrastruktur und strategische Lage.** Durch seine zentrale geographische Lage zwischen Mittel- und Nordeuropa verfügt Schleswig-Holstein mit der Region Westküste über eine hervorragende Ausgangsposition für den Umschlag von Gütern und Energie. Gute Verkehrsanbindungen und logistische Infrastruktur ermöglichen sowohl preislich attraktive Massentransporte als auch effiziente Schwer- und Sondertransporte. Mit dem Flughafen Hamburg steht eine internationale Luftverkehrsdrehscheibe in unmittelbarer Nähe zur Verfügung. Als Knotenpunkt der Hochspannungsgleichstromverbindungen Nord- und SuedLink sowie der Höchstspannungsleitungen nach Dänemark und in weitere Bundesländer entwickelt sich Schleswig-Holstein zum überregionalen Drehkreuz für Energietransport und Umschlag. Ergänzend wird in der Region Westküste, insbesondere als Anlandungspunkt für Offshore-Windenergie, eine große Menge Energie zum Export in das Stromnetz eingespeist.



**Strom aus erneuerbaren Energien.** Im Jahr 2017 überstieg der erzeugte Strom aus erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein den Stromverbrauch bereits um rund 30 % und wird sich bis zum Jahr 2025 auf mindestens 240 % erhöhen. Dabei wird der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix auf mehr als 95 % anwachsen<sup>3</sup>. Dieser Überschuss kann entweder exportiert, verbraucht oder gespeichert werden. Dies macht Schleswig-Holstein zum idealen Partner für Forschungs-, Erprobungs- und Anwendungsfelder von Energiespeichertechnologien der Zukunft. Die Verfügbarkeit günstiger erneuerbarer Energie eröffnet zudem Möglichkeiten zur ökonomisch nachhaltigen Herstellung von Energiespeicherprodukten. Durch die Integration dezentraler Produktionsstätten und stark fluktuierender Stromeinspeisungen erneuerbarer Energien in die Stromnetze, haben sich Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Schleswig-Holstein zu führenden Akteuren für innovative Netztechnologien und -betriebskonzepte entwickelt.



**Industrielle Kompetenzen entlang der Wertschöpfungskette.** Das für die Region Westküste Schleswig-Holsteins maßgebliche industrielle Umfeld bildet die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktion von Batterieprodukten sowie alternativen Speichertechnologien über deren Verwertung bis hin zum Recycling ab. Diese hier bereits angesiedelten, umfangreichen Kompetenzen bilden eine hervorragende Basis für zukünftige Skalierbarkeit der einzelnen Wertschöpfungsschritte und Wachstum der regionalen Unternehmen. Die Unternehmen in Schleswig-Holstein weisen zudem besondere Expertise in der Erprobung und Inbetriebnahme von innovativen Energietechnologien auf.



<sup>3</sup> Landesregierung Schleswig-Holstein, 2018, „Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein - Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2018“, abgerufen am 07.03.2019 von <http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/drucks/00800/drucksache-19-00818.pdf>



**Kompetenzen in der Wissenschaft.** Angewandte, universitäre und privatwirtschaftliche Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in Schleswig-Holstein verfügen über umfangreiche Kompetenzen im Bereich der Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien. Die wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Kompetenzen der Einrichtungen bilden beispielsweise die wesentlichen Stufen des Batterie-Lebenszyklus, von der Zellherstellung über die Leistungselektronik bis hin zur Anwendung im Rahmen der Sektorenkopplung, ab. Ergänzend sind umfangreiche wissenschaftliche Kompetenzen im Bereich alternativer Speichertechnologien, insbesondere Power-to-Gas, vorhanden. Abgerundet werden diese durch lokale Expertise in relevanten angrenzenden Fachgebieten wie der Elektrotechnik mit bspw. Leistungselektronik oder erneuerbaren Energien allgemein.



**Vernetzung von Wissenschaft und Industrie.** In der Region Westküste bestehen zahlreiche Kooperationen von Industrie sowie angewandter und universitärer Forschung. Das Land Schleswig-Holstein hat sich in diesem Zusammenhang dazu entschieden, die vorhandenen Schlüsselkompetenzen in Cluster aufzuteilen und in Zusammenarbeit von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gezielt weiterzuentwickeln. Die diesen erfolgreichen Ansatz bestimmenden ersten Beispiele des Landes für alternative Speichertechnologien bilden insbesondere die Wasserstoff-Reallabore in Brunsbüttel sowie in Hemmingstedt. Im Bereich der Batteriezelltechnologien findet beispielsweise durch das Fraunhofer Institut für Siliziumtechnologie (ISIT) umfangreiche Zusammenarbeit mit Industriepartnern und Hochschulen statt. Eine mögliche Ansiedlung der Forschungsfertigung Batterie-zelle (FFB) am Standort Itzehoe birgt weiteres Potential zum Ausbau dieser Vernetzung.



**Zugang zu Fachkräften.** Die Hochschulen im Einzugsgebiet bieten zahlreiche für Speichertechnologien relevante Studiengänge an. Der Fokus liegt dabei auf regenerativen Energien, Elektro- und Energietechnik oder nachhaltigen Energiesystemen. Darüber hinaus decken lokale Berufsbildungszentren relevante Ausbildungsfelder ab, welche zur Forschung, Erprobung und Produktion von Batteriezellen und Speichertechnologien benötigt werden.



**Soziale Erfolgsfaktoren in der Region Westküste.** Neben fachlichen Kompetenzen und Potenzialen weist die Region Westküste auch hervorragende soziale Rahmenbedingungen für Forschungseinrichtungen und Unternehmen auf. Insbesondere schaffen das interessante landschaftliche Umfeld, einzigartige Freizeit- und Kulturangebote, gute medizinische Versorgung sowie günstige Immobilienpreise attraktive Rahmenbedingungen für Mitarbeiter. Die hohe Lebenszufriedenheit der Einwohner spiegelt sich in Umfragen, wie dem Glücksatlas 2018 der Deutschen Post wieder, wonach in Schleswig-Holstein die zufriedensten Menschen Deutschlands leben.

# 1 Ausgangslage

## 1.1 Veranlassung und Zielsetzung

Deutsche Unternehmen kämpfen international um Marktanteile im Bereich der Elektromobilität und der stationären Energiespeicher. Hierfür ist der Zugang zu kostengünstigen und vor allem leistungsfähigen Speichertechnologien entscheidend. Die Nachfrage wird voraussichtlich in den nächsten Jahren rasant zunehmen, insbesondere wenn sich die Elektrifizierung der Verkehrssysteme, Elektrofahrzeuge, mobile Energiespeicher sowie stationäre Speicher für erneuerbare Energien weiterführend durchsetzen und deren Entwicklung maßgeblich vorangetrieben wird.<sup>4</sup> Die globale Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien wird derzeit zu einem erheblichen Teil von Anbietern aus dem asiatischen Raum abgedeckt.

Die Europäische Union strebt hier eine künftige Vorreiterrolle an. Im Oktober 2018 hat die Europäische Kommission mit der Vorlage eines Aktionsplans im Rahmen der Europäischen Batterie-Allianz deutlich gemacht, dass die Batteriezellproduktion Priorität in der künftigen Industriepolitik der EU haben wird. Der Vizepräsident der EU-Kommission hat das Ziel ausgedeutet, bis 2025 eine europaweite Produktionskapazität von 100 Gigawattstunden pro Jahr aufzubauen. Auch die deutsche Bundesregierung verfolgt die Strategie, durch den Ausbau von Forschung und Innovation im Bereich der Batteriezellproduktion die Wertschöpfungskette zu schließen. Im Thesenpapier zur industriellen Batteriezellfertigung in Deutschland und Europa, welches im Rahmen der „Vernetzungskonferenz Elektromobilität“ vorgestellt wurde, wird das Ziel festgelegt, bis zum Jahre 2030 rund 30 Prozent der weltweiten Nachfrage nach Batteriezellen aus deutscher und europäischer Produktion zu beliefern.<sup>5</sup>



Abbildung 3: Gegenwärtige Entwicklungen im Bereich Speichertechnologien

Zur Realisierung dieses herausfordernden Plans ist in der Batterietechnologie ein technologischer Sprung notwendig, um trotz der fernöstlichen Kostenvorteile konkurrenz-

<sup>4</sup> Fraunhofer ISI, 2018, „ENERGIESPEICHER-MONITORING 2018“ abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/lib/Energiespeicher-Monitoring\\_2018.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/lib/Energiespeicher-Monitoring_2018.pdf)

<sup>5</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., Thesen zur industriellen Batteriezellfertigung in Deutschland und Europa abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/thesen-zur-industriellen-batteriezellfertigung-in-deutschland-und-europa.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/thesen-zur-industriellen-batteriezellfertigung-in-deutschland-und-europa.pdf?__blob=publicationFile&v=5)

fähige Produkte auf dem Markt zu etablieren. Deshalb ist die Bundesrepublik Deutschland und insbesondere das Land Schleswig-Holstein bestrebt, die entsprechende Batterie-forschung nachhaltig zu fördern. Zu diesen Fördermaßnahmen gehören beispielsweise die Bewerbung um die Forschungsfertigung Batteriezelle oder die Unterstützung von Europas größtem Batteriespeicher im schleswig-holsteinischen Jardelund.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften und sinnvollen Einsatzmöglichkeiten sind für ein funktionierendes Energiegesamt-konzept neben Batteriespeichern auch alternative Speichertechnologien, wie bspw. Power-to-Gas (vgl. Abschnitt 1.4) inklusive entsprechender Verteil- und Regelungstechnologien, ergänzend erforderlich. In diesem Sinne beschreibt die Landesentwicklungsstrategie 2030 des Landes Schleswig-Holstein<sup>6</sup> die Steigerung von Forschung und Entwicklung zur nachhaltigen Produktion (inkl. Ressourceneffizienz), Verteilung und Speicherung von erneuerbaren Energien und der CO<sub>2</sub>-Reduktion in Wissenschaft und Wirtschaft als einen zentralen Handlungsansatz. Mit einem derzeitigen Überangebot an Energie aus Onshore- und Offshore-Wind sind die Voraussetzungen für die Industrie zur ressourcenschonenden Herstellung und Erprobung von Batteriezellen sowie alternativen Speichertechnologien in Schleswig-Holstein optimal.

Zur Schaffung einer Grundlage für weitere Maßnahmen in der Region Westküste werden im Rahmen dieser Analyse Kompetenzen und Potenzialen zu Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien in der Region Westküste aufgezeigt.

---

<sup>6</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „Landesentwicklungsstrategie Schleswig-Holstein 2030“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://bolapla-sh.de/file/7ef3aaa7-b4df-4351-9c83-11086463e778>

## 1.2 Leistungsumfang

Der ausgewählte Fokus dieser Analyse orientiert sich an folgenden Kategorien:

### *Regionaler Umfang*

Der lokale Fokus der vorliegenden Analyse liegt auf der Region Westküste Schleswig-Holsteins. Aufgrund der räumlichen Nähe, der engen Vernetzung und substantieller Abhängigkeiten werden dabei ausgewählte Einrichtungen und Kompetenzen aus benachbarten Regionen, insbesondere dem Land Schleswig-Holstein und Hamburg, miteinbezogen. Der Standort Region Westküste wird im Abschnitt 1.3 vorgestellt.

### *Thematischer Umfang*

Die vorliegende Analyse konzentriert sich auf Kompetenzen und Potenziale im Themenbereich Energiespeichertechnologien, welche im Folgenden nach Batteriezellen und alternative Speichertechnologien separiert untersucht werden. Eine Definition der Begriffe sowie eine Kurzdarstellung der ausgewählten Speichertechnologien ist Abschnitt 1.4 zu entnehmen.

### *Zeitlicher Umfang*

Das vorliegende Dokument inklusive Vorleistungen und Datenerhebung wurde zwischen 31. Januar 2019 und 18. Juni 2019 erstellt und basiert auf in diesem Zeitraum verfügbaren Informationen.

### *Schwerpunktsetzung der Analyse*

Diese Analyse umfasst die Betrachtung ausgewählter Kompetenzen und Potenziale in den in der nachfolgenden Abbildung aufgezeigten Schwerpunktthemen:



Abbildung 4: Leistungsumfang & Schwerpunktsetzung

Die Themenbereiche spiegeln sich in der Gliederung der Analyse wieder. Die herangezogenen Unterlagen und erhaltenen Informationen wurden im Rahmen der Analyse keiner umfänglichen Prüfung unterzogen, sondern vor dem Hintergrund der Zielsetzung nach Wesentlichkeit entsprechend des vereinbarten Leistungsumfangs ausgewählt und analysiert.

## 1.3 Der Standort Region Westküste

Die Region Westküste in Deutschlands nördlichem Bundesland Schleswig-Holstein setzt sich aus den an die Nordsee sowie die Elbe angrenzenden Landkreisen Pinneberg, Steinburg, Dithmarschen und Nordfriesland zusammen (vgl. Markierung in Abbildung 1). Sie reicht von Hamburg im Süden bis an die Dänische Grenze im Norden und umfasst 550 km Küstenlinie.

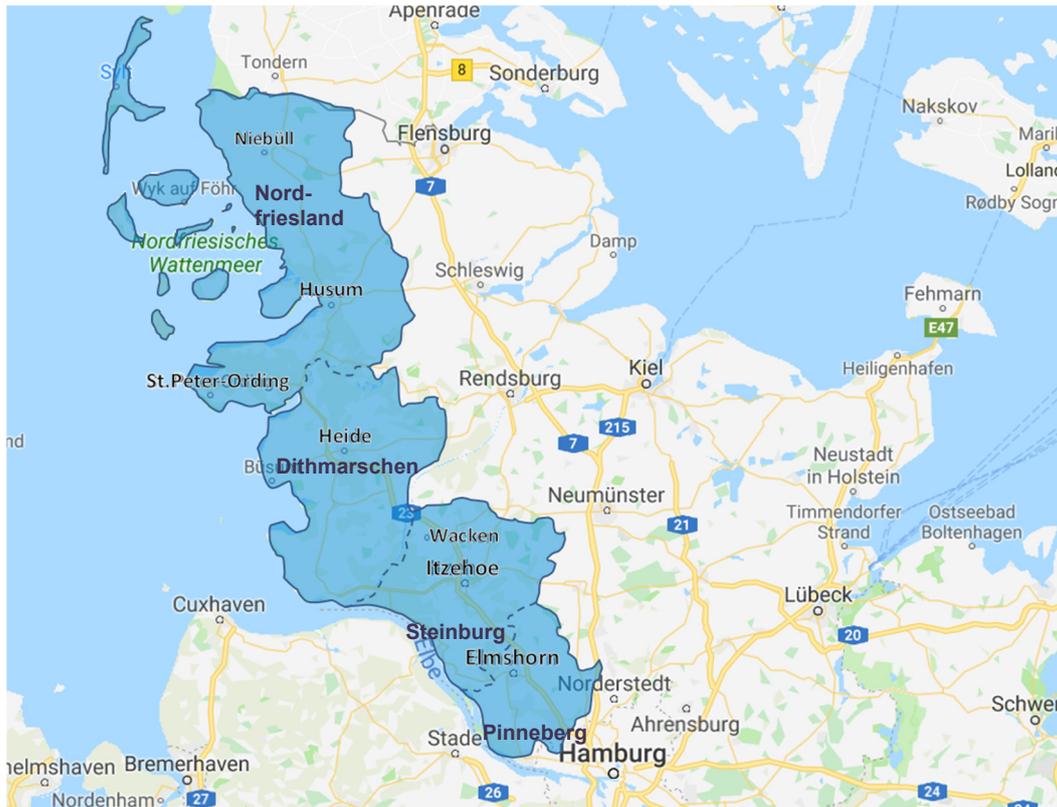


Abbildung 5: Westküste Schleswig- Holsteins <sup>7</sup>

Mit 741.550 Einwohnern im Jahr 2018 stellt die Küstenregion einen Anteil von 26 % an der Gesamtbevölkerung Schleswig-Holsteins dar. Ihre Ausdehnung von 5.207 km<sup>2</sup> entspricht einem Anteil von 33 % der Gesamtfläche des Bundeslandes.<sup>8</sup> Aus der Differenz dieser beiden Verhältnisse wird die relativ dünne Bevölkerungsdichte der Region Westküste ersichtlich.

Die größten Städte sind Pinneberg (42.000 Einwohner, Landkreis Pinneberg), Itzehoe (32.732 Einwohner, Landkreis Steinburg), Brunsbüttel (12.704 Einwohner, Landkreis Dithmarschen), Heide (21.699 Einwohner, Landkreis Dithmarschen) und Husum (23.274 Einwohner, Landkreis Nordfriesland).<sup>9</sup>

Die Wirtschaftsleistung der Region Westküste beträgt 22,8 Milliarden Euro im Jahr 2016 und hat damit einen Anteil von 24 % am schleswig-holsteinischen Bruttoinlandsprodukt. Die Wirtschaft ist geprägt durch den maritimen Bereich, Chemie sowie den Energiesektor.<sup>10</sup>

<sup>7</sup>Google Maps, abgerufen am 08.03.2019

<sup>8</sup> FactFish – Research made simple, abgerufen am 08.03.2019 von <http://www.factfish.com/de/flaeche/schleswig-holstein>

<sup>9</sup> Statistikamt Nord – Bevölkerung der Gemeinden in Schleswig-Holstein 4. Quartal 2017

<sup>10</sup> Bruttoinlandsprodukt/Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen - Jahressumme - regionale Ebenen, abgerufen am 08.03.2019 von <https://www.govdata.de/daten/-/details/stlae-service-82111-01-05-4-b>

## 1.4 Energiespeichertechnologien

Vorbereitend zu den Ausführungen in den sich anschließenden Kapiteln werden an dieser Stelle ausgewählte Energiespeichertechnologien vorgestellt, um dem Leser eine einheitliche Definition zu den im Folgenden verwendeten Begriffen und Verfahren zu geben sowie Hintergrundinformationen zu vermitteln.

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale der Energiespeichertechnologien werden bestimmt durch die derzeitigen möglichen Entladezeiten sowie Speicherkapazitäten. Wie in Abbildung 2 dargestellt, haben bspw. Batterien relativ geringe Speicherkapazitäten und kurze Entladezeiten. Für längere Speicherzeitdauern bietet sich die Umwandlung der Energie in Gas, bspw. mittels „Power-to-Gas“ an. Bei mittelfristigen Entladezeiten und Speicherkapazitäten eignen sich Pumpspeicher und Druckluftspeicher. Je nach benötigter Speicherkapazität und Entladezeit unterscheiden sich somit die Anwendungsbereiche der unterschiedlichen Speichertechnologien.

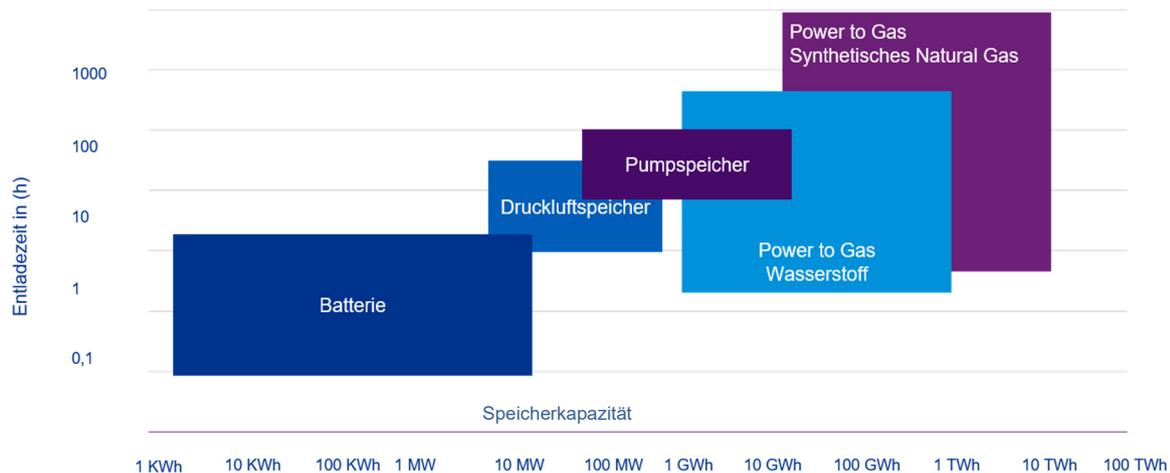


Abbildung 6: Entladezeit und Kapazität ausgewählter Energiespeichertechnologien

Weiterhin ist zwischen stationären und mobilen Energiespeichern zu unterscheiden. Beispielsweise eignen sich Pump- und Druckluftspeicher lediglich als stationäre Energiespeicher. Dagegen können Batterien bzw. Akkumulatoren sowie gasförmig gespeicherte Energie ebenfalls mobil eingesetzt werden. In der im Kapitel 3 folgenden Analyse der Kompetenzen und Potenziale der Region Westküste wird zwischen Batterien und alternativen Speichertechnologien unterschieden. Diese werden wie folgt definiert:

## Batterien

Bei Batterien wird zwischen aufladbaren und nicht-wiederaufladbaren Arten unterschieden. Mit seinen Forschungsmaßnahmen konzentriert sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) derzeit auf wiederaufladbare Batterien. Deswegen wird im Folgenden diese Variante behandelt, die auch als Akkumulator bezeichnet wird.<sup>11</sup> Bei der Entladung von Batterien wird chemisch gespeicherte Energie in elektrische Energie umgewandelt. Im großtechnischen Umfang ist der Einsatz von Batterien relativ teuer, wobei in den nächsten Jahren deutliche Kostensenkungen erwartet werden.<sup>12</sup>

Neben klassischen Batterien bestehen alternative Speichertechnologien. Im Folgenden werden drei ausgewählte alternative Speichertechnologien mit großem Potential für die Region Westküste erläutert:

## Power-to-Gas

Bei der Power-to-Gas Methode wird durch Elektrolyse von Wasser Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt.<sup>13</sup> Dies kann durch unterschiedliche technologische Verfahren erfolgen. Anschließend kann der erzeugte Wasserstoff entweder direkt zum Betrieb von Autos oder in der Industrie verwendet werden. Alternativ wird der Wasserstoff zusammen mit Kohlenstoffdioxid in Methangas umgewandelt. Das Methangas ist nahezu identisch mit fossilem Erdgas und kann daher vollständig in das Erdgasnetz eingespeist werden.

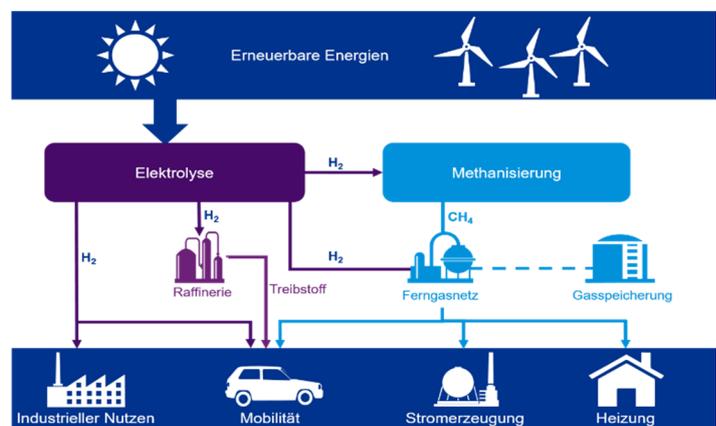


Abbildung 7: Power-to-Gas – Technologie und mögliche Anwendungen

## Druckluftspeicher

Bei Druckluftspeichern wird elektrische Energie dazu genutzt, um Luft zu komprimieren. Diese Druckluft wird in unterirdischen Großlagern gespeichert und bei Strombedarf in elektrischen Strom umgewandelt. Dazu gibt es mehrere Verfahren. Beispielsweise wird die komprimierte Luft im Rahmen der „Diabatic“-Methode mit Erdgas in einer Brennkammer zusammengeführt. Das Luft-Gas-Gemisch wird verbrannt, wodurch eine Gasturbine angetrieben wird. Ein angeschlossener Generator erzeugt aus der Bewegungsenergie der Turbine Strom.<sup>14</sup> Durch

<sup>11</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2019, „Batterieforschung und Transfer stärken – Innovationen beschleunigen Dachkonzept Forschungsfabrik Batterie“, abgerufen am 25.03.2019 von [https://www.bmbf.de/files/BMBF\\_Dachkonzept\\_Forschungsfabrik\\_Batterie\\_Handout\\_Jan2019.pdf](https://www.bmbf.de/files/BMBF_Dachkonzept_Forschungsfabrik_Batterie_Handout_Jan2019.pdf)

<sup>12</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Speichertechnologien“ abgerufen am 25.03.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/speichertechnologien.html>

<sup>13</sup> Strategieplattform Power-to-Gas, o.D. „Die Technologie“ abgerufen am 16.04.2019 von <https://www.powertogas.info/power-to-gas/die-technologie/>

<sup>14</sup> wir-ernten-was-wir-saeen.de, o.D., „Druckluftspeicher“ abgerufen am 25.03.2019 von <https://www.wir-ernten-was-wir-saeen.de/druckluftspeicher>

die Druckluftspeicherung können kurzfristig mehrere 100 MW Leistung gespeichert werden. Daher hat diese Technologie großes Potential in Verbindung mit Windparks eingesetzt zu werden, um schnell große Mengen Strom zu speichern.<sup>15</sup>

### *Pumpspeicher*

Pumpspeicher speichern elektrische Energie in Form von potentieller Energie in einem Stausee oder Staubecken. Das Wasser wird durch elektrische Pumpen in Speicherbecken angehoben, um später wieder für den Antrieb von Turbinen zur Stromerzeugung genutzt zu werden. Auch hier können kurzfristig mehrere 100 MW Leistung in Form von potentieller Energie gespeichert werden. Im Vergleich zu anderen großtechnischen Speichertechnologien besitzt diese Methode einen relativ hohen Wirkungsgrad.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> efzn – Energie-Forschungszentrum Niedersachsen, 2019, „Studie: Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der Systemsicherheit“, abgerufen am 25.03.2019 von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/eignung-von-speichertechnologien-zum-erhalt-der-systemsicherheit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/eignung-von-speichertechnologien-zum-erhalt-der-systemsicherheit.pdf?__blob=publicationFile&v=10)

## 2 Methodik und Vorgehensweise bei der Analyse

In diesem Abschnitt wird die methodische Herangehensweise zur Erstellung der Analyse zu Kompetenzen und Potenzialen der Region Westküste in Schleswig-Holstein im Bereich von Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien erläutert. Das Vorgehen gliedert sich in die folgenden Schritte:

### Vorarbeiten

Zur fachlichen Unterstützung der Analyse zu Potenzialen und Kompetenzen in der Region Westküste in den Themenschwerpunkten Batteriezellen und alternative Speichertechnologien wurde vom Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein eine Expertenkommission initiiert. Diese setzt sich aus den folgenden rund 35 lokalen Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Politik zusammen:

Expertenkommission Batteriezellen und Speichertechnologien		
Joachim Bergmann, Wirtschaftsförderung und Technologietransfer SH (WTSH)	Martina Hummel-Manzau und Christian Holst, egeb Wirtschaftsförderung	MdB Dr. Ernst-Dieter Rossmann, Schwerpunkt Forschung
Tim Brandt, Wind to Gas Energy GmbH & Co. KG	Peter König, Mitarbeiter MdB Helfrich	Dr. Bernd Roß MBWK
Thomas Carstens, Stadtverwaltung Itzehoe	MdL Oliver Kumbartzky, (Schwerpunkt Energie)	Marco Schleutker, Liacon GmbH
Dr. Otto Carstens, Kreis Steinburg	Bernd Liepner MELUND	Markus Schmidt, Kristronics GmbH
Frank Günther, Versorgungsbetriebe Bordesholm GmbH	Dr. Axel Müller-Groeling, Dr. Andreas Würsig, Fraunhofer ISIT	Prof. Dr.-Ing. Schümann, Fachhochschule Kiel
Dr. Sandra Hansen, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel	MdB Dr. Ingrid Nestle, Schwerpunkt erneuerbare Energie	Stefan Sievers, Gesellschaft für Energie- und Klimaschutz SH mbH
Johannes Hartwig, MWVATT, Leiter Projekt-Expertenkommission	Dr. Gerold Neumann, selbstständiger Berater	Prof. Dr. Ralf Thiericke und Thomas Schmidt, Gesellschaft für Technologieförderung Itzehoe GmbH
Dipl.-Ing. Peter Hauschildt, Andreas Burmester, Dr. Marc Pein, ThyssenKrupp Marine Systems	Prof. Frank Osterwald und Claus A. Petersen, Danfoss Silicon Power GmbH	Torge Thönnessen, Dr. Daniela Werlich, Custom Cells Itzehoe GmbH
MdB Mark Helfrich, Wahlkreisabgeordneter Itzehoe, Schwerp. Wirtschaft & Energie	Ove Petersen und André Steinau, GP Joule GmbH	Prof. Dr.-Ing. Christoph Weber, Fachhochschule Kiel

Abbildung 8: Zusammensetzung der Expertenkommission

### Datenerhebung

Die im Rahmen der Datenerhebung im Wesentlichen genutzten Instrumente und durchgeführten Tätigkeiten umfassten:

- Entwicklung eines Fragebogens mit dem Ziel, eine strukturierte gezielte Expertenumfrage zur Erkundung der initialen Fokusthemen durchzuführen
- Zuordnung der Mitglieder der Expertenkommission entsprechend ihrer Expertise zu den Fokusthemen anhand einer dafür entwickelten Matrix:
  - Wissenschaftliche Kompetenzen
  - Unternehmen und industrielle Akteure
  - Industrielles Umfeld
  - Wissenspotenziale, Netzwerke und Initiativen
  - Wachstums- und Innovationspotenziale
  - Fachpersonal und wissenschaftliches Umfeld
  - Forschung, Entwicklung und Wirtschaft

- Aufbau weiterer Kompetenzfelder
  - Bedarfe, Zielgruppen und Stakeholder
  - Kompetenzen in anderen Bundesländern
  - Förderstruktur/Fördermittel in Bund und EU
- Gezielte Befragung der Experten mittels Fragebogen in den zugeordneten Fokusthemen
  - Auswertung der Expertenantworten sowie Untersuchung der darin genannten Datenquellen und der durch die Experten zur Verfügung gestellten Dokumente
  - Durchführung von drei Arbeitstreffen der Expertenkommission mit dem Ziel, die gewonnenen Erkenntnisse mit besonderem Augenmerk auf die folgenden zentralen Standortvorteile in themenspezifischen Arbeitsgruppen zu vertiefen sowie mit weiteren Fakten und Ansätzen zu hinterlegen:
    - Optimale Infrastruktur und strategische Lage
    - Verfügbarkeit und Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien
    - Industrielle Kompetenzen entlang der Wertschöpfungskette
    - Bestehende Kompetenzen in der Wissenschaft
    - Vernetzung von Wissenschaft und Industrie
    - Zugang zu Fachkräften
    - Soziale Erfolgsfaktoren in der Region Westküste
  - Berücksichtigung von im Standortbewerbungsprozess „Forschungsfertigung Batterie zelle“ gewonnenen Informationen
  - Durchführung ergänzender Experteninterviews bei Bedarf
  - Ergänzung weiterer Informationen durch eine Erhebung von Sekundärdaten mittels Desktop- und Literaturrecherche

### *Analyse von Kompetenzen und Potenzialen*

Die in den Arbeitsgruppen der Expertenkommission herausgearbeiteten und weiterführend unterlegten Schwerpunktthemen bilden den Schwerpunkt der Analyse und werden ab Kapitel 3 erläutert. Die wesentlichen Methoden zu deren Untersuchung umfassten:

- Fokussierung auf Potenziale und Kompetenzen der Region Westküste bezüglich Batteriezellen und ausgewählter alternativer Speichertechnologien
- Auswertung und Konsolidierung der in den Arbeitsgruppen der Expertenkommissionstreffen erarbeiteten Ergebnisse, aufbauend auf der initialen Expertenbefragung mittels Fragebogen
- Gezielte Ergänzung und Detaillierung der Grunddaten durch weitere Recherche, Analysen und Auswertungen
- Konsolidierung der Ergebnisse
- Analyse von ausgewählten Förderprogrammen zur möglichen Nutzung von themenspezifischen Potenzialen der Region Westküste
- Untersuchung ausgewählter sozialer Rahmenbedingungen und Erfolgsfaktoren der Region Westküste

### *Schriftliche Zusammenstellung der Analyse*

Die Ergebnisse der Analyse von Kompetenzen und Potenzialen wurden schriftlich sowie themenspezifisch aufbereitet, gegliedert und unter regelmäßiger Abstimmung mit dem MWATT in diesem Dokument zusammengefasst.

## 3 Kompetenzen und Potenziale der Region Westküste

### 3.1 Infrastruktur und strategische Lage

#### *Strategisch günstige geographische Lage*

Schleswig-Holstein verfügt durch seine geographische Lage zwischen Nord- und Ostsee sowie der Grenze zu Dänemark über eine hervorragende strategische Lage als Deutschlands „Tor zu Skandinavien“. Drei der vier Landkreise der Region Westküste - Pinneberg, Steinburg und Dithmarschen - werden zur Metropolregion Hamburg gezählt. Hamburg bietet mit dem drittgrößten Seehafen Europas, einem internationalen Flughafen sowie umfangreichen Ressourcen und Kompetenzen ergänzende Potenziale für die Region Westküste.



Abbildung 9: Schleswig-Holstein als Tor zu Skandinavien

#### *Logistische Infrastruktur und Verkehrsanbindung*

Es folgt die Darstellung zentraler Vorteile für die Region Westküste Schleswig-Holsteins bezüglich Logistik und verkehrstechnischer Anbindung. Die ausgewählten Bereiche umfassen Straße, Schiene, Häfen, Flughäfen und auch die Verfügbarkeit von Glasfasernetz.

- *Straße*

Für moderne Industrie- und Forschungsanlagen sind Anbindungen an leistungsfähige Verkehrswege von zentraler Bedeutung. Die verkehrsgeographische Lage Schleswig-Holsteins wird durch die vorherrschende Rolle des Seeverkehrs im Ostseeraum und die Funktion als Verkehrsdrehscheibe zwischen Skandinavien und Kontinentaleuropa bestimmt. Mit der A23 ist die Region Westküste gut in Richtung Süden an das Ballungszentrum Hamburg

angebunden. Zusätzlich ist Schleswig-Holstein mit der A7, welche in Nord-Süd Richtung von Dänemark bis Österreich durch ganz Deutschland verläuft, mit wichtigen Industrieregionen im In- und Ausland verbunden. Um den künftigen Verkehrsanforderungen gerecht zu werden, ist es erforderlich, das bestehende Straßennetz zu erhalten und bedarfsgerecht auszubauen.<sup>16</sup>



Abbildung 10: Übersicht der Straßenbauprojekte<sup>17</sup>

Zu den wichtigsten Straßenneubauprojekten in Schleswig-Holstein gehören beispielsweise der sechsspurige Ausbau der A7 und der Weiterbau der A20. Mit der A20 wird eine leistungsfähige Ost-West-Verbindung im Norden Deutschlands geschaffen, die sich aus dem bereits realisierten Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 10 Lübeck-Stettin ("Ostseeautobahn") sowie der geplanten Nord-West-Umfahrung Hamburgs einschließlich westlicher Elbquerung und der Fortführung in Niedersachsen ("Küstenautobahn") zusammensetzt. Von der A20 werden bedeutende wirtschaftliche Impulse für ganz Norddeutschland und speziell Schleswig-Holstein erwartet.<sup>18</sup> Hinzu kommen der Lückenschluss A23 bis nach Heide und der Ausbau der B5.

Durch diese Bauprojekte entsteht für Schleswig-Holstein eine noch enger vernetzte Infrastruktur und überörtliche Anbindung, welche die Ansiedlung von Industrie und Forschung begünstigt.

<sup>16</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr – Schleswig-Holstein“, abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LBVSH/\\_startseite/aktuelleBaustelleninformationenInSH.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LBVSH/_startseite/aktuelleBaustelleninformationenInSH.html)

<sup>17</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „Bundesverkehrswegeplan 2030“, abgerufen am 19.03.2019 <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/V/verkehrsinfrastruktur/bvwp2030.html>

<sup>18</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „Ausbau der A 20“, abgerufen am 22.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/A20/a20\\_node.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/A20/a20_node.html)

- *Schiene*

Da Rohstoffe sowie Halbfertig- und Fertigprodukte im Rahmen der Produktion von Batteriezellen und alternative Speichertechnologien relativ hohe Gewichte bei kompakten Abmessungen aufweisen, bieten Schienennetze eine gute Möglichkeit, diese zeit- und kosteneffizient zu transportieren.

In Schleswig-Holstein besteht ein gut ausgebautes Schienennetz. Allein die Schieneninfrastruktur der Deutschen Bahn ist fast 1.200 Kilometer lang und verfügt über 137 Bahnhöfe. Die Eisenbahn ist in Schleswig-Holstein ein viel genutztes Verkehrsmittel und hat im Jahr 2015 über 24 Millionen Reisende in Zügen des Nah- und Fernverkehrs befördert. Hinzu kommen mehr als drei Millionen Tonnen Güter, die auf der Schiene transportiert wurden. Schleswig-Holstein ist zudem ein wichtiges Bindeglied auf der Haupttrasse zwischen Nord- und Mitteleuropa. So verläuft z. B. der transeuropäische Korridor von Skandinavien zum Mittelmeer durch Ostholstein und Stormarn. Auf dieser internationalen Achse liegen wesentliche Ausbauprojekte in Norddeutschland.<sup>19</sup>

- *Häfen in Brunsbüttel und der Hamburger Hafen*

Mit der logistisch günstigen Lage an der Unterelbe und am Nord-Ostsee-Kanal bietet die Hafengruppe Brunsbüttel im Herzen der Region Westküste mit dem Elbehafen, dem Ölhafen und dem Hafen Ostermoor direkten Zugang zu Nord- und Ostsee, Anschluss an die europäischen Binnenwasserwege, sowie hafennahe, verfügbare Industrieflächen. Diese Standortvorteile aber auch das umfassende Angebot an maritimen Dienstleistungen machen die Häfen in Brunsbüttel zu einem attraktiven Umschlagzentrum für das größte zusammenhängende Industriegebiet in Norddeutschland und der Metropolregion Hamburg.<sup>20</sup> Der Tiefseehafen Brunsbüttel „Elbehafen“ bietet eine Möglichkeit, dass Containerschiffe direkt in Schleswig-Holstein anlegen. Dies erleichtert den Transport von aktuell und zukünftig produzierten Batterieprodukten auf internationaler Ebene, indem sich die Transportzeiten, die Transportstrecke über Land und somit die Transportkosten verringern. Auch der schiffsgebundene Import von Rohstoffen wie beispielsweise Lithium aus Chile, sowie weiteren Vorprodukten wird durch den Tiefseehafen Brunsbüttel vereinfacht.

Darüber hinaus liegt einer der größten Häfen der Welt, der Hamburger Hafen, nur etwa 20 km von der Region Westküste in Schleswig-Holstein. Der Hafen ist einer der flexibelsten und leistungsfähigsten Universalhäfen der Welt. 136,1 Millionen Tonnen Ladung gingen 2018 über die Kaikanten des größten deutschen Seehafens. Darunter rund 8,8 Millionen Standardcontainer. Damit ist Hamburg der drittgrößte Containerhafen in Europa und steht auf Platz 18 in der Liste der weltweit größten Containerhäfen.<sup>21</sup>

Darüber hinaus bieten sie einen guten Zugang zu globalen Märkten, welches insbesondere bei steigenden Produktionsmengen aufgrund der günstigen Transportkapazitäten von Schiffen vorteilhaft ist. Schlussendlich reduzieren auch die kurzen Transportwege von den Häfen bis an die Einsatzstellen in der Region Westküste die Umschlagzeiten und können sich so

---

<sup>19</sup> Deutsche Bahn, 2017, „Die Schieneninfrastruktur der DB AG in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/1310726/63894ce583a57adaae92b775d028f9fb/20170308-Masterplan-SH-2017-data.pdf>, S.2

<sup>20</sup> Brunsbüttel Ports, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.brunsbuettel-ports.de/>

<sup>21</sup> Hamburger Hafen, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.hafen-hamburg.de/de/>

positiv auf die Standortwahl neuer Industriebetriebe im Bereich der Batteriezellen und Speichertechnologien auswirken.

- *Flughafen Hamburg*

Der „Hamburg Airport Helmut Schmidt“ ist der internationale Flughafen der Stadt Hamburg. Er ist der fünftgrößte Flughafen Deutschlands. Im Jahr 2018 wurde er von rund 17,23 Millionen Passagieren genutzt und dient als Drehscheibe im europäischen und internationalen Passagier- und Frachtverkehr.<sup>22</sup> Darüber hinaus bietet er die Möglichkeit, Konferenzen oder Fachforen in verkehrsgünstiger Lage auch mit Gästen auf internationaler Ebene auszurichten.

Die Nähe Schleswig-Holsteins zum Flughafen Hamburg bietet das Potential, den Zugang für nationale und internationale Fachkräfte zu vereinfachen und dadurch Wissenstransfers und das Anwerben von Fachkräften zu unterstützen. Beispielsweise sind die für Energietechnologie in der Region Westküste relevanten Städte Itzehoe und Heide nur 59,6 km bzw. 105 km vom „Hamburg Airport Helmut Schmidt“ entfernt. Darüber hinaus können auch dringend benötigte Bauteile schnell per Luftfracht geliefert werden, welches einen Standortvorteil für das produzierende Gewerbe bedeuten kann. Der Regionalflughafen in Kiel und weitere in Schleswig-Holstein bieten Möglichkeiten für Privat- oder Charterflugzeuge.

### *Glasfasernetz*

Hochleistungsfähige Kommunikationsnetze sind Voraussetzung für die Industrie 4.0, um sich branchenübergreifend entwickeln zu können. Der Erfolg einer sogenannten „Smart-Service-Welt“ ist abhängig, von einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur. Untersuchungen haben gezeigt, dass Breitbandinvestitionen nicht nur direkte Effekte auf die volkswirtschaftliche Leistung haben, sondern auch indirekte Effekte durch die Förderung von Innovationen, neuen Produkten und Dienstleistungen.<sup>23</sup>

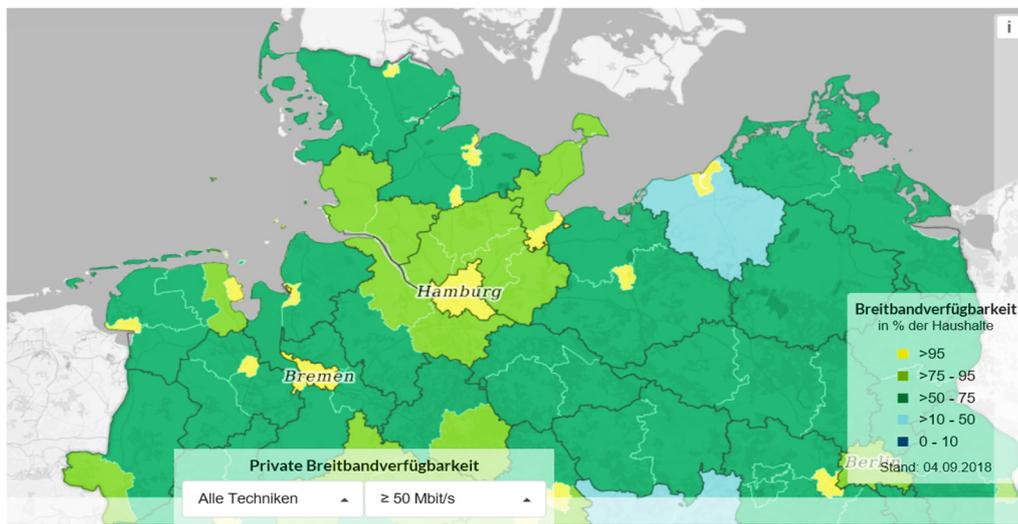


Abbildung 11: Auszug aus dem Breitbandatlas <sup>24</sup>

Daher ist das Thema: „Breitband“ landespolitisch von sehr hoher Bedeutung, da es sich durch alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Strukturen zieht. Wettbewerbsfähige Bundes-

<sup>22</sup> [https://www.hamburg-airport.de/media/2019\\_03\\_28\\_GB\\_2018\\_web\\_neu.pdf](https://www.hamburg-airport.de/media/2019_03_28_GB_2018_web_neu.pdf)

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> Ibid.

länder benötigen ein leistungsfähiges und engmaschiges Breitbandnetz, einerseits, um die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit und Standortattraktivität der Region für seine Unternehmen zu erhalten, andererseits trägt eine gute Breitbandinfrastruktur zur Gleichwertigkeit der Lebensbedingungen in allen Landesteilen bei und ermöglicht eine angemessene Teilhabe am „digitalen Leben“.<sup>25</sup>

Schleswig-Holstein ist bei der flächendeckenden Versorgung mit Breitbandkommunikation im deutschlandweiten Vergleich führend. Nach den drei Stadtstaaten Hamburg, Bremen und Berlin ist Schleswig-Holstein im Vergleich zu den Flächenländern Spitzenreiter der Breitbandverfügbarkeit: 75,9 % der Fläche haben Internetzugang mit einer Geschwindigkeit von über 100 Mbit/s. Laut der „Breitbandstrategie Schleswig-Holstein“ soll bis zum Jahr 2025 eine 90-prozentige Verfügbarkeit und bis 2030 eine 100-prozentige Verfügbarkeit von Glasfaserverbindungen im Bundesland gegeben sein.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Ministerium für Wirtschaft, Arbeit Verkehr und Technologie des Landes Schleswig-Holstein, 2013, „Breitbandstrategie Schleswig-Holstein“, abgerufen am 22.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/breitband/Downloads/Breitbandstrategie\\_2013\\_Internet.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/breitband/Downloads/Breitbandstrategie_2013_Internet.pdf?__blob=publicationFile&v=2), S.2-12

<sup>26</sup> Ibid.

## Schleswig-Holstein als Drehkreuz zum Energietransport und -umschlag (Energieinfrastruktur)

Als nördlichstes Bundesland ist „das Land zwischen den Meeren“ an die überregionalen deutschen Versorgungsnetze angeschlossen, welche einen Transport von erzeugten (regenerativen) Energien zu Verbrauchern in den Süden gestattet.



Abbildung 12: Höchstspannungsstromtrassen in Schleswig-Holstein <sup>27</sup>

In diesem Zusammenhang ist in der Region Westküste insbesondere die „Westküstenleitung“ des Höchstspannungsstromnetzes (380 kV) hervorzuheben, die von Süden aus bis nach Heide fertiggestellt ist und deren Verlängerung nach Dänemark bis Ende 2021 vorgesehen ist. Sie stellt eine Anbindung mit guter Kapazität für die Region Westküste in das Stromnetz sicher (vgl. Abbildung 8). Geplante Ausbaumaßnahmen zur Verbesserung der Übertragung gen Süden beinhalten insbesondere das Projekt „SuedLink“ mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), dessen Fertigstellung ab 2025 erwartet wird. Hiermit werden Übertragungskapazitäten deutlich erweitert sowie Übertragungsverluste verringert. Neben den Stromtrassen in Richtung Süden zur Ableitung des erzeugten erneuerbaren Stroms ist an dieser Stelle zu betonen, dass Schleswig-Holstein mit den Stromtrassen aus Dänemark (Westküstenleitung) und Norwegen (NordLink) Umschlagplatz für Strom aus Skandinavien und damit ein europäischer Knotenpunkt für Stromübertragung und -verteilung wird.

<sup>27</sup> Landesregierung Schleswig-Holstein, 2018, „Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein - Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2018“, abgerufen am 07.03.2019 von <http://www.landtag.ltsh.de/infotek/wahl19/drucks/00800/drucksache-19-00818.pdf>

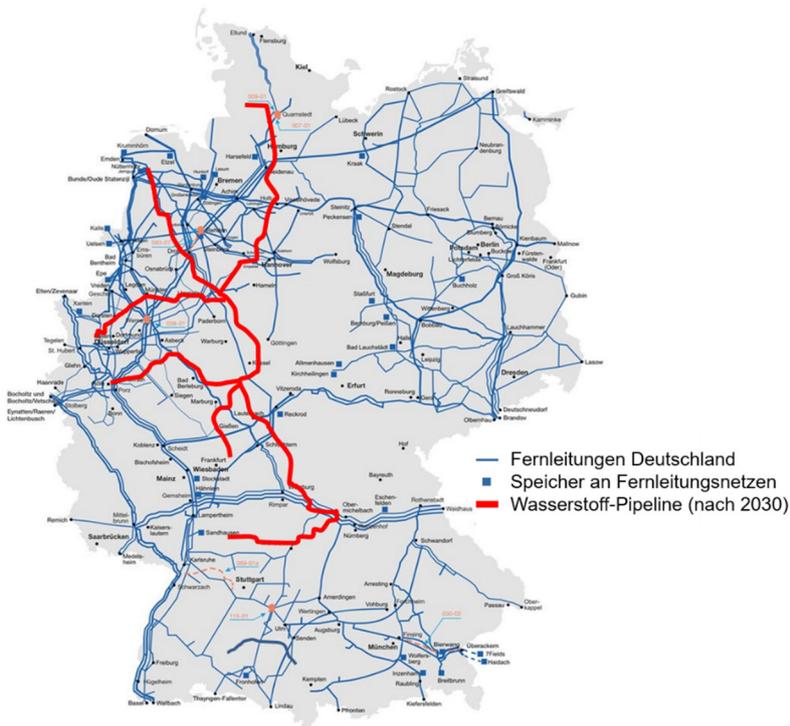


Abbildung 13: Anbindung des Erdgasnetzes und der geplanten Wasserstoffpipeline an Schleswig-Holstein <sup>28</sup>

Neben der direkten Leitung elektrischer Energie über Stromtrassen, kann auch ein Transport von aus erneuerbaren Strom erzeugten Gasen erfolgen (bspw. „Power-to-Gas“). So kann synthetisch erzeugtes Erdgas in das deutsche Erdgasnetz eingespeist werden, an das die Region Westküste angebunden ist. Der große Vorteil hierbei ist, dass die deutschlandweite Infrastruktur zur Verteilung bis zum Endverbraucher bereits vorhanden ist und gleichzeitig als Speicher dient. Ergänzend dazu wäre der Bau einer Wasserstoffpipeline von der Westküste Schleswig-Holsteins nach West- und Süddeutschland denkbar.<sup>29</sup> Voruntersuchungen dazu haben bspw. durch das Forschungszentrum Jülich stattgefunden.<sup>30</sup> Die Region Westküste ist damit hervorragend an landesweite und internationale Strom- und Erdgasnetze angebunden und wird seine strategische Position durch zukünftige Infrastrukturmaßnahmen, insbesondere durch „SuedLink“ und die geplante Wasserstoffpipeline, weiter verbessern. Damit ist sie ein interessanter Standort für Projekte zur Energiespeicherung und -umwandlung.

<sup>28</sup> Eigene Darstellung - Daten zusammengestellt aus:

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), o.D., „Erdgasversorgung in Deutschland“, abgerufen am 13.03.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/gas-erdgasversorgung-in-deutschland.html>
- Germany Trade & Invest (GTAI), 2011, „Germany's Gas Network Infrastructure: The Advantage“, abgerufen am 20.02.2019 von <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/invest,t=germanys-gas-network-infrastructure-the-advantage,did=547396.html>

<sup>29</sup> Ibid.

<sup>30</sup> Forschungszentrum Jülich, 2012, „Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff“, abgerufen am 20.03.2019 von [http://juser.fz-juelich.de/record/136392/files/Energie%26Umwelt\\_144.pdf](http://juser.fz-juelich.de/record/136392/files/Energie%26Umwelt_144.pdf)

## 3.2 Strom aus erneuerbaren Energien

Dieses Kapitel legt aufgrund der besonderen Verfügbarkeit und Bedeutung für das Land Schleswig-Holstein und insbesondere für die Region Westküste seinen Fokus auf Batteriezellen und Speichertechnologien für elektrische Energie.

### Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in Schleswig-Holstein

Das Potential Schleswig-Holsteins im Bereich erneuerbarer Energien ist deutlich an den Daten zur Bruttostromerzeugung und zum Bruttostromverbrauch in Abbildung 10 zu erkennen. Im Jahr 2017 überstieg der erzeugte Strom aus erneuerbaren Energien den Stromverbrauch bereits um rund 30 %. Bis zum Jahr 2025 wird gemäß den Klimaschutzzielen der Landesregierung Schleswig-Holsteins der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix auf mehr als 95 % ansteigen. Die nachhaltig produzierte Energie wird sich von heute mit etwa 20 Terrawattstunden auf etwa 37 Terrawattstunden nahezu verdoppeln. Dabei soll die Stromgewinnung aus erneuerbaren Energien den Bruttostromverbrauch um mindestens 140 % übersteigen.<sup>31</sup>

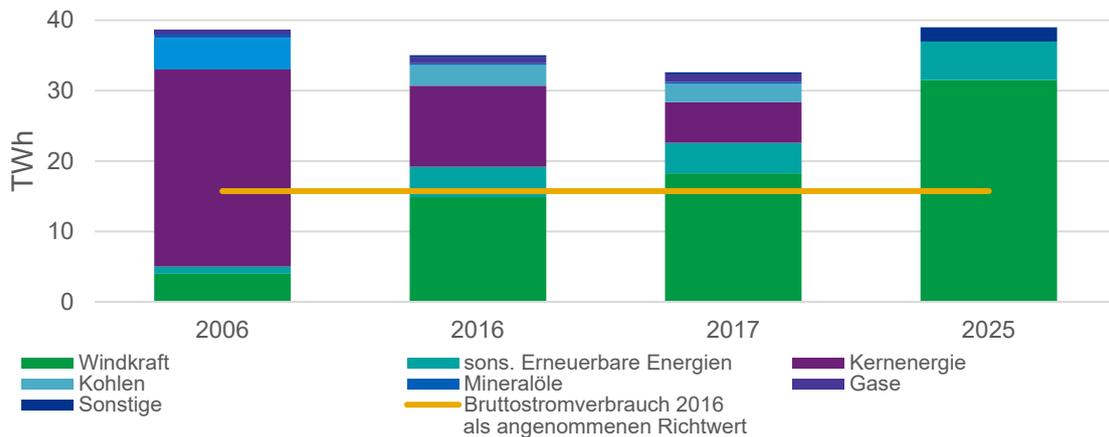


Abbildung 14: Bruttostromerzeugung 2006, 2016, 2017, Bruttostromverbrauch 2016 und erwartete Stromerzeugung 2025<sup>32</sup>

Aus der Nutzung dieses Überschusses resultieren enorme wirtschaftliche Chancen für Schleswig-Holstein bezüglich der Übertragung, des Verbrauchs und der Speicherung dieser

<sup>31</sup> Landesregierung Schleswig-Holstein, 2018, „Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein - Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2018“, abgerufen am 07.03.2019 von <http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/drucks/00800/drucksache-19-00818.pdf>

<sup>32</sup> Eigene Darstellung - Daten zusammengestellt aus:

- Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2018, „Stromerzeugung in Schleswig-Holstein 2017“, abgerufen am 07.03.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI18\\_164.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI18_164.pdf)
- Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2017, „Stromerzeugung in Schleswig-Holstein 2016“, abgerufen am 07.03.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI17\\_137.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI17_137.pdf)
- Schleswig-Holstein, o.D., „Der Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende“, abgerufen am 07.03.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Themen/E/erneuerbareenergien.html>
- Landesregierung Schleswig-Holstein, 2018, „Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein, Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2018“, abgerufen am 07.03.2019 von <http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/drucks/00800/drucksache-19-00818.pdf>

Energie. Damit werden die heute bestehenden „ungenutzten Produktionskapazitäten“ und gleichzeitige sowie zukünftige Herausforderungen wie der Bedarf an Stromspeichern bei hohem Anteil erneuerbarer Energien noch weiter an Bedeutung gewinnen und erfordern entschiedenes und vorausschauendes Handeln, um zum Erfolg der Energiewende und nachhaltiger positiver Entwicklung in der Region Westküste beizutragen.<sup>33</sup>

### Ungenutzte Strom-Produktionskapazitäten / „Wegwerfstrom“

Gemäß des Jahresberichts der Bundesnetzagentur mussten die Betreiber von Wind- und Solarparks im Jahr 2017 ihre Anlagen aufgrund unzureichender Netz- und Speicherkapazität so häufig abschalten wie niemals zuvor. Durch diese ungenutzten Produktionskapazitäten konnten in Schleswig-Holstein fast 3,3 Terrawattstunden Strom nicht erzeugt werden. Diese Differenz zwischen potentielltem Angebot und Bedarf hat gesetzliche Entschädigungsansprüche in Höhe von 351 Millionen Euro verursacht.<sup>34</sup> Dieser Umstand verdeutlicht den Handlungsbedarf, der sich aufgrund der Prognosen zur Stromerzeugung bis 2025 noch wesentlich verschärfen wird. Um die Menge an „Wegwerfstrom“ zu reduzieren und daraus resultierende Entschädigungszahlungen zu minimieren, ist es für die Zukunft bedeutsam, geeignete Speichermedien für diese Überkapazitäten zu erforschen, herzustellen und ins Stromnetz zu integrieren. Durch seine geographisch günstig gelegene Lage, nahe an den Quellen der erneuerbaren Energien, stellt Schleswig-Holstein einen idealen Standort zur Ansiedlung von Energiespeichern aller Art dar (vgl. Kapitel 3.1).

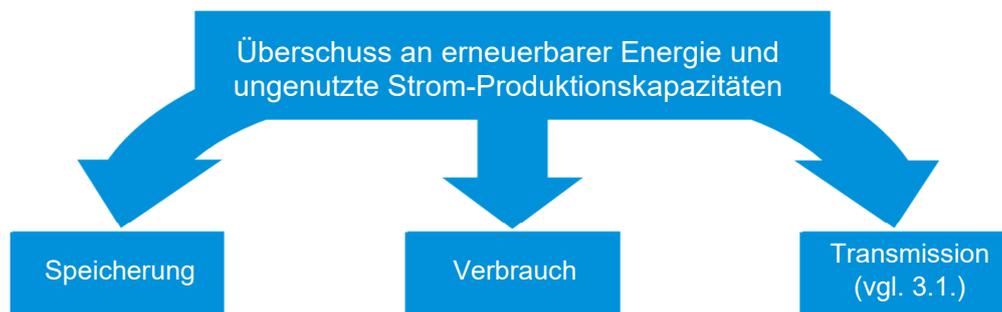


Abbildung 15: Potentielle Verwendung des Energieüberschusses und Verringerung der ungenutzten Strom Produktionskapazitäten

Zur Verwendung des Energieüberschusses und zur Verringerung der ungenutzten Stromproduktionskapazitäten sind Speicherung, Verbrauch und Transmission der Energie möglich.

### Speicherung und der Bedarf an Energiespeichern

Das vorgestellte Leistungsvermögen an erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein birgt ein erhebliches ökologisches und ökonomisches Potenzial für Energiespeicherung. Die Höhe des Speicherbedarfes hängt in den kommenden Jahren insbesondere von der Ausrichtung der Energiewende ab. Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik

<sup>33</sup> Agora Energiewende, 2014, „Stromspeicher in der Energiewende“, abgerufen am 12.03.2019 von [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2013/speicher-in-der-energiewende/Agora\\_Speicherstudie\\_Web.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2013/speicher-in-der-energiewende/Agora_Speicherstudie_Web.pdf)

<sup>34</sup> Bundesnetzagentur, 2018, „Jahresbericht 2017 – Netze für die Zukunft“, abgerufen am 07.03.2019 von [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/berichte/2018/JB2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/berichte/2018/JB2017.pdf?__blob=publicationFile)

UMSICHT und das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES haben in ihrer gemeinsamen Studie „Energiespeicher“ bis 2020 bzw. 2022 einen zusätzlichen Speicherkapazitätsbedarf von 3.000 MW bis 30.000 MW ermittelt. Bis 2030 vergrößert sich dieser auf 13.000 MW bis 50.000 MW.<sup>35</sup> In Anbetracht der Leistungsfähigkeit des derzeit größten europäischen Batteriespeichers in Jardelund, Schleswig-Holstein mit einer Kapazität von 48 MW, erscheint dieser Bedarf enorm und erfordert ein abgestimmtes Zusammenspiel einer Vielzahl von Einzelprojekten.<sup>36</sup>

Neben bestehenden Projekten und Technologien werden in Schleswig-Holstein zahlreiche Zukunftstechnologien erforscht. Beispielsweise untersuchen Wissenschaftler der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel unterirdische Speicherung potenzieller Energie bspw. durch Wärmespeicherung über Gase wie Wasserstoff oder synthetisch erzeugtes Methan. Diese Großspeicher können bei geeigneter Geologie in der Nähe zu Energie produzierenden Unternehmen gebaut werden.<sup>37</sup> Darüber hinaus werden an mehreren Standorten an der Westküste in Schleswig-Holstein Projekte zu alternativen Energiespeichertechnologien verfolgt. Die folgende Abbildung stellt eine Auswahl vor, wobei die nummerierten Ortsmarkierungen (1 - 4), die angewandte Technologie gem. Abbildung 17 anzeigen:

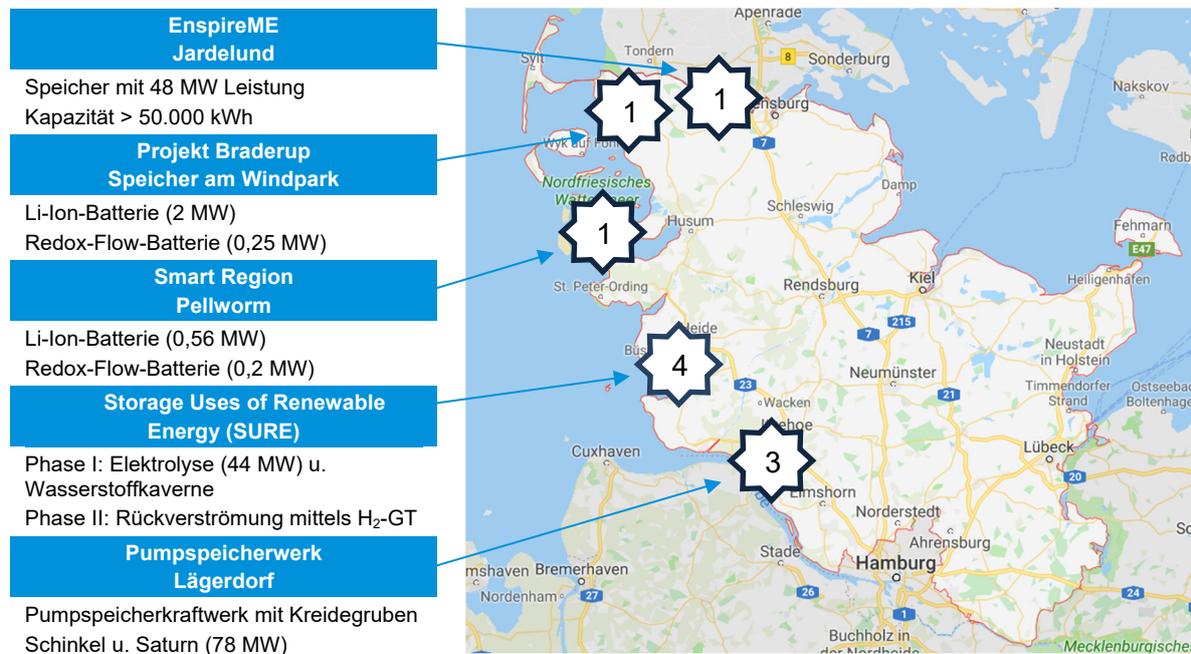


Abbildung 16: Ausgewählte Energiespeicher-Projekte in der Region Westküste <sup>38</sup>

<sup>35</sup> Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES, 2014, „Kurzfassung Metastudie Energiespeicher“

<sup>36</sup> W3.Windmesse, 2018, „Europas größter Batteriespeicher läuft – die ABE Gruppe stellt den Betrieb von Jardelund sicher“, abgerufen am 03.06.2019 von <https://w3.windmesse.de/windenergie/pm/28448-abe-gruppe-batteriespeicher-europa-deutschland-jardelund>

<sup>37</sup> BINE Informationsdienst – ein Service von FIZ Karlsruhe, o.D, „Speicherpotenziale unter der Erde vermessen“, abgerufen am 13.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Angus.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Angus.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

<sup>38</sup> Ecofys Germany GmbH & Fraunhofer IWES, 2014, „Untersuchung Energiespeicher in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 13.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Speicherstudie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Speicherstudie.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

Weiterhin wird aktuell in Schleswig-Holstein das Potenzial der Wind-Wasserstoffspeicherung untersucht. Wasserstoff als Druckspeicher besitzt das Potenzial die hohen Windfluktuationen auszugleichen, da er lange gelagert und bei Bedarf für die Energieproduktion genutzt werden kann. Eine zentrale Herausforderung zur Schaffung einer nachhaltigen Energieversorgung für die Zukunft wird effektive Erzeugung, Speicherung, Transport sowie industrielle und dezentrale Nutzung von Wasserstoff sein.<sup>39</sup>

In Anbetracht der steigenden Produktionskapazitäten und Speicherbedarfe für Strom aus erneuerbaren Energien wird deutlich, dass ein Ausbau der Speicherkapazitäten erforderlich ist. Schleswig-Holstein besitzt durch bestehende Projekte in nahezu allen erprobten Speichertechnologien (vgl. Abbildung 16 und Abbildung 17) sowie führende Forschungseinrichtungen bereits jetzt breite Kompetenzen auf dem Gebiet der Speichertechnologien. Diese können als Ausgangspunkt für die Skalierung und Intensivierung der Anstrengungen zur Etablierung geeigneter und ausreichender Speicher dienen. Eine Unterstützung der Privatunternehmen hierzu könnte durch staatliche oder europäische Fördermaßnahmen erfolgen (vgl. Kapitel 4).

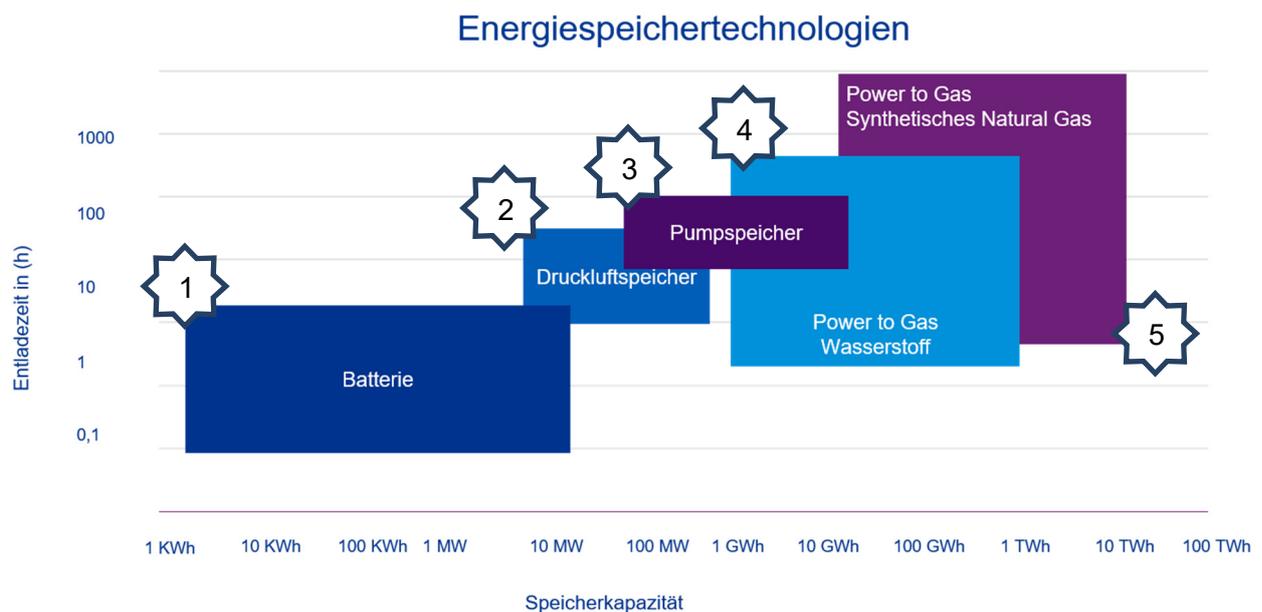


Abbildung 17: Ausgewählte Energiespeichertechnologien

### Ausgewählte innovative, integrierte Nutzungskonzepte und intelligente Stromverbraucher

Das gemeinsame Vorhaben von Schleswig-Holstein und Hamburg „NEW 4.0“ (Norddeutsche EnergieWende) hat das Ziel der hundertprozentigen Versorgung der gesamten Region Hamburg und Schleswig-Holstein aus regenerativen Energien bis zum Jahr 2035. Weiterhin sollen Stromexporte in andere Regionen gesteigert werden. Durch dieses Projekt hat sich eine Innovationsallianz aus über 60 Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft gebildet. Es werden innovative Netztechnologien und -betriebskonzepte zur Systemführung und

<sup>39</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „Wind-Wasserstoffspeicherung“, abgerufen am 13.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/\\_documents/windWasserstoffspeicherung.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/_documents/windWasserstoffspeicherung.html)

Integration erprobt.<sup>40</sup> Beispielhafte Ansätze und Lösungen sollen durch die Modellregion Hamburg und Schleswig-Holstein entwickelt und Möglichkeiten zur Übertragung auf andere Regionen in Deutschland und Europa aufgezeigt werden.

Mit dem Projekt „eFarm“ von der GP JOULE-Unternehmensgruppe ist aktuell das größte Modellprojekt an der Westküste für grüne Wasserstoff-Mobilität in Umsetzung.<sup>41</sup> Ziel ist die Realisierung einer Wasserstoff-Infrastruktur für private und kommerzielle Fahrzeuge von der Erzeugung bis zur Nutzung. Dadurch erfolgen die Veredelung von Strom in der Region und die Erschließung neuer Märkte für die Windenergie.

Die Initiative „Entree100“ in der Region Heide hat das Ziel der vollständigen Nutzung der erzeugbaren erneuerbaren Energien ohne netzbedingte Anlagenabschaltung und damit einhergehenden ungenutzte Strom-Produktionskapazitäten.<sup>42</sup> Dabei wird regenerativ erzeugte Energie einer Power-to-X (P2X)-Plattform zugeführt und dort in andere Energieträger, -formen und -produkte umgewandelt. Die Keimzelle des Projektes ist das Herz der deutschen Windenergie: die Nordseeküste. Hier entsteht im Rahmen des Gewerbeparks Westküste ein einzigartiges Cluster mit 52 Partnern aus Wissenschaft, Industrie, Anwendern und Dienstleistern. Im großtechnischen Maßstab entwickeln die Partner Projekte der Multi-MW-Klasse und stellen damit die Weichen für ein technologisch exzellentes und wirtschaftlich wettbewerbsfähiges Energiesystem der Zukunft.

#### *Ansiedlung stromintensiver Industrien*

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung des regionalen Energieüberschusses ist die Ansiedlung stromintensiver Industrien zur Erhöhung des Stromverbrauchs vor Ort. Hierzu zählen beispielsweise Rechenzentren oder Unternehmen der Baustoff-, Metall- und Glasindustrie sowie der chemischen Industrie. Ein konkretes Projekt in diesem Zusammenhang wäre die mögliche Ansiedlung der Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB) in Itzehoe.<sup>43</sup>

Neben der Ansiedlung neuer Unternehmen trägt der Stromverbrauch der bestehenden Unternehmen zur wertbringenden Nutzung der Energie und zum Ausgleich der Strombilanz in Schleswig-Holstein bei. Zu diesen gehören beispielsweise „SemiQuarz“, einer der weltweit führenden Lieferanten von Quarzglasprodukten für die Halbleiter- und Solarindustrie, die „KNUTH Werkzeugmaschinen GmbH“, einer der weltweit führenden Anbieter für Werkzeugmaschinen, die „ACO Gruppe“, einer der Weltmarktführer in der Entwässerungstechnik<sup>44</sup> sowie über 20 Schiffsbau- und Schiffsreparaturbetriebe. Durch günstigen Strom (z.B. durch die Direktversorgung des Industriegebiets Brunsbüttel) oder anderweitige Anreize

---

<sup>40</sup> New.4.0, o.D., „Die Innovationsallianz“, abgerufen am 05.06.2019 von <http://www.new4-0.de/2017/07/18/die-innovationsallianz-kopie/>

<sup>41</sup> GP JOULE GmbH, 2018, „Größtes Modellprojekt für grüne Wasserstoff-Mobilität geht in die Umsetzung: GP Joule macht Windenergie für die Mobilität nutzbar“, abgerufen am 13.03.2019 von <https://www.gp-joule.de/news/pressemitteilung-modellprojekt-h2-mobilitaet/>

<sup>42</sup> Entwicklungsagentur Region Heide, 2016, „Die Energie-Transformation.“, abgerufen am 13.03.2019 von [http://www.entree100.com/dls/entree100\\_web.pdf](http://www.entree100.com/dls/entree100_web.pdf)

<sup>43</sup> Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts befindet sich die Bewerbung des Landes Schleswig-Holstein mit dem Standort Itzehoe zur FFB im Auswahlverfahren.

<sup>44</sup> Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH, o.D., „Erfolgreiche Unternehmen aus dem echten Norden“, abgerufen am 13.03.2019 von <https://wtsh.de/erfolgreiche-unternehmen/>

könnten bestehende stromintensive Industrien ausgebaut und die Ansiedlung neuer Betriebe und Einrichtungen, wie beispielsweise Rechenzentren gefördert werden. Dies würde nicht nur die Region Westküste als Industriestandort stärken, sondern auch die überregionale Netzinfrastruktur entlasten und die Übertragungsverluste minimieren.

In Analogie zu den derzeitigen Strömungen in Bezug auf Erforschung, Entwicklung und Ansiedlung von Speichertechnologien, insbesondere im Zusammenhang mit einer möglichen Forschungsfertigung für Batteriezellen in Itzehoe, gab es in Schleswig-Holstein um das Jahr 2018 eine Initiative zur Profilierung und Positionierung von Offshore-Windenergie. Dieses Vorhaben wies umgehend Erfolge auf.<sup>45</sup> Der dadurch initiierte Ausbau der Windenergie ist Grundlage für das heutige Handlungsfeld „Speichertechnologien“. Grundlegend für diese Umsetzungserfolge war die vorausgehende Schaffung der Infrastruktur zum Testen von Windenergieanlagen, in der Unternehmen ihre neu entwickelten Anlagen unter realen Windbedingungen und in Begleitung der Forschung erproben konnten.<sup>46</sup>

### *Potenziale durch vor Ort gefertigte Batteriezellen*

Mit einer möglichen Ansiedlung der Forschungsfertigung Batteriezellen in Schleswig-Holstein ergeben sich Potenziale zur Nutzung dieser Batteriezellen. Hierunter zählen bspw.:

- Gigabatterien bzw. Netzbooster zur Stabilisierung des Stromnetzes
- Mobile Speichercontainer
- Kleinstspeicher für den persönlichen Energieeigenverbrauch, beispielsweise für durch Solarzellen auf dem Hausdach produzierte Energie
- Verbesserung und Erweiterung der Produktpalette mittelständischer Batteriezellen-Anwender durch den Einsatz innovativer Produkte

Gigabatterien können als Netzbooster dienen. Aktuell wird im Norden Deutschlands sehr viel Energie aus den in der Produktionsmenge fluktuierenden erneuerbaren Ressourcen gewonnen. Diese Menge ist wesentlich größer als vor Ort oder im Umfeld verbraucht werden kann. Daher ist das Bestreben der Energieproduzenten, diesen Strom in den Süden nach z.B. Bayern und Baden-Württemberg zu leiten, um ihn dort zu nutzen. Zurzeit ist dies lediglich begrenzt möglich, da die bestehenden Stromtrassen bereits an ihre Kapazitätsgrenze stoßen. Der Ausbau neuer Trassen wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Um die produzierte Energie trotzdem effizient nutzen zu können, ist der Einsatz von Gigabatterien eine Alternative. Hier kann der produzierte Strom gespeichert werden und in Zeiten geringer Netzauslastung in den Süden transportiert werden.<sup>47</sup> Damit steigt die Wertschöpfung infolge Energienutzung in der Region Westküste.

Speichercontainer kommen bei mittelgroßen Projekten (Kapazitäten im Bereich von kWh bis mehreren MWh) zum Einsatz. Beispielsweise bietet ein einzelner 20-Fuß-Container typischerweise 50 kW Leistung und eine Kapazität von bis zu 200 kWh. Speichercontainer

---

<sup>45</sup> Schleswig-Holstein, 2018, „Schleswig-Holstein will zusätzlichen Offshore-Ausbau“, abgerufen am 03.06.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2018/0118/180123\\_Offshore.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2018/0118/180123_Offshore.html)

<sup>46</sup> Schleswig-Holstein, 2017, „Bündnis für Industrie.SH“, abgerufen am 12.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte//industriepolitik/Downloads/buendnisIndustrie\\_Abschlussbericht20170309.pdf?\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte//industriepolitik/Downloads/buendnisIndustrie_Abschlussbericht20170309.pdf?_blob=publicationFile&v=3)

<sup>47</sup> Berkel M., 2019, „Gigabatterien sollen Stromnetz entlasten“, Spiegel Online, abgerufen am 21.03.2019 von <http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/netzausbau-gigabatterien-sollen-stromnetz-entlasten-a-1252422.html>

können als Quartierspeicher, Autoladestationen verwendet werden oder bei Großprojekten integriert werden. Sie sind skalierbar, eigensicher und außerdem schnell und einfach zu installieren, da alle Komponenten standardisiert sind.<sup>48</sup>

Im Bereich der Kleinanwender wie bspw. private Haushalte ist der Einsatz von Batterien in Photovoltaik-Speichern denkbar, die eine autarke Energieversorgung ermöglichen. Auch hier kann überschüssige Energie gespeichert werden und bei Bedarf genutzt werden. Eine Verbindung mit den vorstehend vorgestellten intelligenten Netzen und Stromverbrauchern ist hier denkbar.

Des Weiteren ist eine Chance für den Einsatz innovativer Batterieprodukte, dass in der Region Westküste bereits jetzt viele mittelständische Unternehmen aktiv sind, die Lithium-Ionen-Batterien in ihrer Produktpalette verwenden und somit potenziell Interesse an der Abnahme produzierter Batteriezellen aus einer Forschungsfertigung hätten. Ausgewählte Beispiele dafür sind die „Jungheinrich Vertrieb Deutschland AG & Co. KG“, einer der führenden Lösungsanbieter für Intralogistik, die „thyssenkrupp Marine Systems GmbH“, einer der führenden europäischen Systemanbieter für U-Boote und Marineschiffe, die „Still GmbH“, einer der führenden Anbieter von Gabelstaplern, Wagen und Schleppern sowie modernsten Intralogistiksystemen und die „Hako GmbH“, ein international führender Hersteller von Produkten für Industrie- und Gebäudereinigung, Außenreinigung und Grundstückspflege.

---

<sup>48</sup> Schmid Group, o.D., abgerufen am 21.03.2019 von <https://schmid-group.com/business-units/energy-systems/everflow-energiespeicher/storage-container/>

### 3.3 Industrielle Kompetenzen entlang der Wertschöpfungskette

Die Industrielandschaft in Schleswig-Holstein ist stark geprägt durch Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von erneuerbaren Energien, Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien. Die Wertschöpfung des Energiesektors, angefangen bei Forschung und Entwicklung, Vor- und Zwischenprodukten, Zellfertigung über Batterie-fertigung, bis hin zu Anwendung und Recycling kommt dem Land und seinen Menschen zugute, sodass beispielsweise bereits zahlreiche zukunftsfähige Arbeitsplätze in dieser relativ jungen Branche entstanden sind. Im Jahr 2017 waren in Schleswig-Holstein rund 18.400 Menschen in der Branche der erneuerbaren Energien beschäftigt, wie die Studie der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturfor-schung (GWS) und der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) zeigt.<sup>49</sup>

Bereits heute sind große Innovationspotenziale und zahlreiche Anwendungsideen auf den Weg gebracht. So könnten bspw. Batteriezellen aus der Forschungsfertigung, dafür eingesetzt werden, um stufenweise Batteriespeicher zum Speicherung überschüssige erneuerbare Energien zu errichten.

Über 2.300 Unternehmen setzen sich in Schleswig-Holstein mit erneuerbaren Energien von Organisation der Finanzierung und Planung der Anlagen bis hin zum Bau dieser Anlagen und Zubehörlieferung auseinander.<sup>50</sup> Daneben gibt es vom Land initiierte Netzwerke wie beispielsweise die Netzwerkagentur Erneuerbare Energien Schleswig-Holstein (EE.SH), die als Fokus die Kontaktherstellung, Vernetzung und Förderung von Akteuren der Energie-branche hat. Um einen schnellen Überblick über die Unternehmenslandschaft und einen möglichen Zyklus der Wertschöpfungskette zu vermitteln, werden nachfolgend ausgewählte, nach den Schritten der Wertschöpfungskette gegliederte Akteure, vorgestellt.

#### *Wertschöpfungskette von Batterieprodukten in Schleswig-Holstein*

Um die Batteriefertigung gruppiert sich im Idealfall eine diversifizierte Struktur unterschiedlicher industrieller Akteure, wie die nachfolgende Abbildung 18 zeigt.

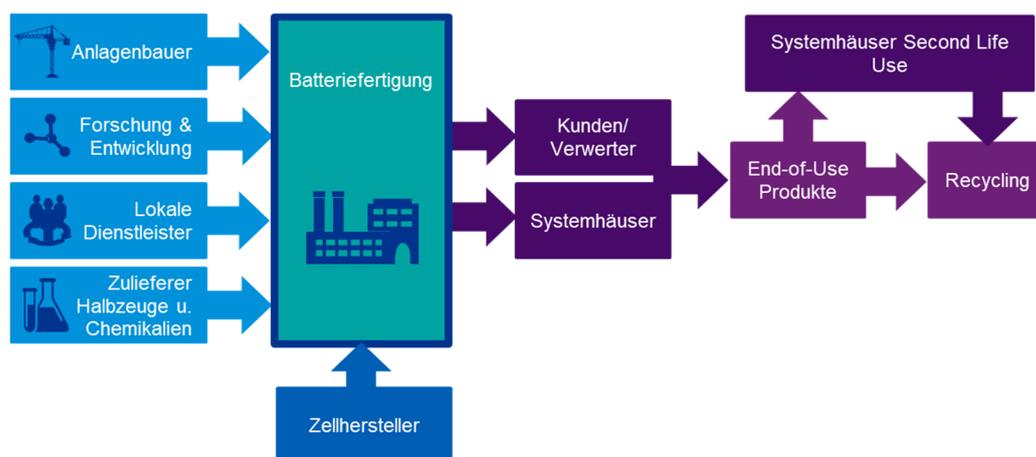


Abbildung 18: Abbildung einer Wertschöpfungskette für Batteriezellen

<sup>49</sup> Schleswig-Holstein, 2017, „Erneuerbar Beschäftigt Umsätze durch Erneuerbare Energien“, abgerufen am 12.03.2019 von [https://ee-sh.de/de/dokumente/content/Berichte\\_Studien/AEE\\_GWS\\_EE-Beschaefigung-Umsaetze\\_SH\\_apr17.pdf](https://ee-sh.de/de/dokumente/content/Berichte_Studien/AEE_GWS_EE-Beschaefigung-Umsaetze_SH_apr17.pdf)

<sup>50</sup> <https://ee-sh.de/>, abgerufen am 12.03.2019

Große Unternehmen, Mittelständler aber auch junge Unternehmen in Schleswig-Holstein bilden die dargestellte Lithium-Industrie-Kette ab. Abbildung 19 zeigt eine Auswahl entsprechender Unternehmen. Eine ausführliche Auflistung ist Anhang A.3 zu entnehmen.

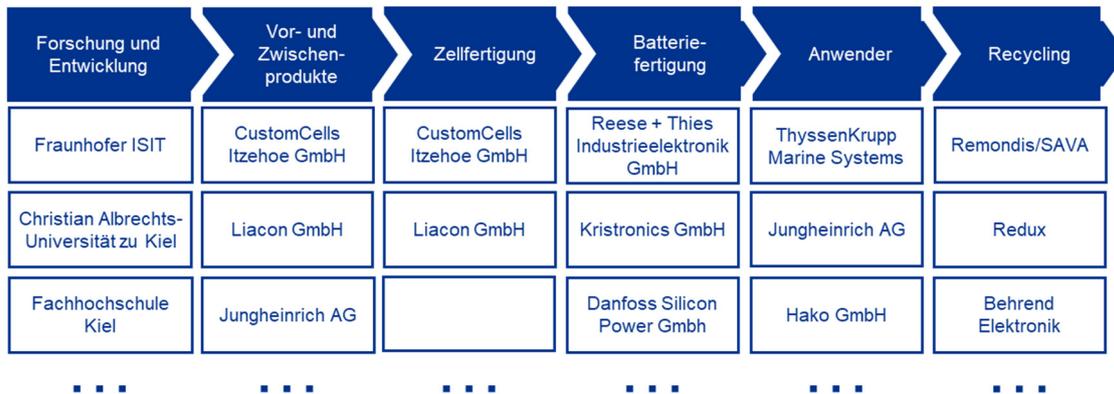


Abbildung 19: Auswahl von Unternehmen entlang der Batterie-Wertschöpfungskette in Schleswig-Holstein

Diese breite Verteilung von Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette bildet eine hervorragende Basis für zukünftige Skalierbarkeit der einzelnen Wertschöpfungsschritte und Wachstum der regionalen Firmen.

Die Unternehmen in Schleswig-Holstein besitzen zudem besondere Expertise in der Erprobung und Inbetriebnahme von innovativen Energietechnologien. Beispielsweise wurde 2018 ein 2,5 MW Ads-Tec-Batteriegroßspeicher im Rahmen des Projekts „Norddeutsche Energiewende 4.0“ in Brunsbüttel realisiert und erfolgreich ins öffentliche Netz integriert. Dabei wird die Energie im Großspeicher aus reiner und nachhaltiger Windenergie gewonnen und dient primär zur Regelleistung der Netzstabilisierung. Der Betrieb des Großspeichers wird vom Unternehmen Wind to Gas Energy GmbH & Co. KG erbracht. Anfang 2019 wurde ein weiterer 10-MW-Batteriegroßspeicher mit Hilfe der RES Group in Bordesholm realisiert und wird betrieben.<sup>51</sup>

Zudem haben Unternehmen im Rahmen des Standortbewerlungsprozesses FFB ihr Interesse an der Entwicklung und Erprobung von Batteriezellrecycling geäußert. Besonders zwei Verwendungszwecke erscheinen im Rahmen der angedachten Batteriezellrecycling-prozesse der gebrauchten Akkumulatoren besonders sinnvoll: der Recyclingprozess mit kompletter Rückgewinnung der Rohstoffe einer Zelle und die „Second Life Verwendung“. Für die Zweitverwertung existiert in Schleswig-Holstein mit seinem großen Überschuss an erneuerbarer Energie großes Potenzial für den Einsatz stationärer Energiespeicher.

### Wertschöpfungskette von alternativen Speichertechnologien in Schleswig-Holstein

Neben dem Aus- und Umbau der Stromnetze zu intelligenten und an die veränderte Erzeugerstruktur angepassten Netzen, der verstärkten Nutzung von Instrumenten zur Nachfragesteuerung und der Umstrukturierung des Kraftwerksparks bilden Speicher-technologien die vierte Säule der Energiewende, welche das deutschland- und europaweite Energiesystem mit der benötigten Flexibilität ausstatten kann. Bereits heute kann sich das Land Schleswig-

<sup>51</sup> Nagengast J., 2018, „2,5 MW Ads-Tec-Großspeicher für Schleswig-Holstein“, Energyload, abgerufen am 04.06.2019 von <https://energyload.eu/stromspeicher/grossspeicher-batterieparcs/ads-tec-grossspeicher/>

Holstein zeitweise zu hundert Prozent mit Strom aus erneuerbaren Energien selbst versorgen. Erwartet wird, dass das nördlichste Bundesland 2025 rein rechnerisch sogar 240 Prozent der benötigten Energie selbst erzeugt (vgl. Kapitel 3.2).<sup>52</sup>

Energiespeicher sind in der Lage das Stromangebot zeitlich zu verlagern und so mit der Nachfrage in Einklang zu bringen. Neben Batteriespeichern sind vor allem Power-to-Gas-Lösungen potenziell dazu in der Lage längerfristig große Mengen an erneuerbaren Energien zwischenzuspeichern. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die derzeitigen Forschungsanstrengungen im Rahmen der Wasserstoff-Reallabore in Brunsbüttel und Hemmingstedt hervorzuheben, wo umfangreiche Kompetenzen und Erfahrungen in diesem für die Energiewende überaus relevanten Feld gesammelt werden.

*Exkurs: Wasserstoff-Reallabore Raffinerie Heide in Hemmingstedt (Region Heide) und Brunsbüttel*

Die Entwicklungsagentur der Region Heide und die Fachhochschule Westküste produzieren zusammen mit der Partnerschaft "Westküste 100" (aus EDF Deutschland GmbH, Holcim Deutschland GmbH, Open Grid Europe GmbH, Ørsted SA, Raffinerie Heide GmbH, Stadtwerke Heide GmbH und thyssenkrupp Industrial Solutions AG) aus Offshore-Windenergie grünen Wasserstoff und die dabei entstehende Abwärme nutzen. Im Anschluss soll der Wasserstoff sowohl für die Produktion klimafreundlicher Treibstoffe für Flugzeuge genutzt als auch in Gasnetze eingespeist werden. Bei der Treibstoffherstellung wird CO<sub>2</sub> aus der regionalen Zementproduktion im Herstellungsprozess eingesetzt. Das Besondere und Innovative an diesem Reallabor-Projekt ist die Verzahnung unterschiedlicher Stoffkreisläufe innerhalb einer bereits bestehenden regionalen Infrastruktur. In diesem Projekt wird die Raffinerie Heide in Hemmingstedt auf seinem Gelände eine 30-Megawatt-Elektrolyseanlage für die großtechnische Demonstration der Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff in den bestehenden Industrieprozess implementieren. Dazu haben die Hochschulen des Landes neue Studiengänge und Vertiefungen eingerichtet, die in diversen Spezialfeldern forschen und die für die Energiewirtschaft erforderlichen Fachkräfte ausbilden.<sup>53</sup>

Mit dem Projekt „HySynGas“ (Hydrogen Synthetic Gas) bauen innovative Unternehmen, wie ARGE Netz GmbH & Co. KG, MAN Energy Solutions SE und Vattenfall Europe Innovation GmbH im Industriepark Brunsbüttel das weltweit erste industrielle Großprojekt zur Herstellung synthetischer Wasserstoff mit Hilfe erneuerbarer Energien. Die Projektpartner bewerben sich daher auf ein Reallabor des Bundeswirtschaftsministeriums im Rahmen des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung für die Innovationen der Energiewende.<sup>54</sup> Ziel des Projektes ist ein einzigartiger Power-to-Gas-Hub für sektorenübergreifende Dekarbonisierung in Schleswig-Holstein zu etablieren. Die neu errungenen Technologien sollen anschließend im Einsatz von Bussen, Lkws, Schiffen sowie Gaskraftwerken und weiteren Industrien, klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen verringern.<sup>55</sup>

<sup>52</sup> Landesregierung Schleswig-Holstein, 2018, „Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein - Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2018“, abgerufen am 07.03.2019 von <http://www.landtag.ltsh.de/infotohek/wahl19/drucks/00800/drucksache-19-00818.pdf>

<sup>53</sup> <https://www.westkueste100.de/>, abgerufen am 07.03.2019

<sup>54</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2018, „7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung – Innovation Energiewende“, abgerufen am 06.06.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/Energieforschung/energieforschung-7-energieforschungsprogramm.html>

<sup>55</sup> <https://www.hysyngas.de/>, abgerufen am 07.03.2019

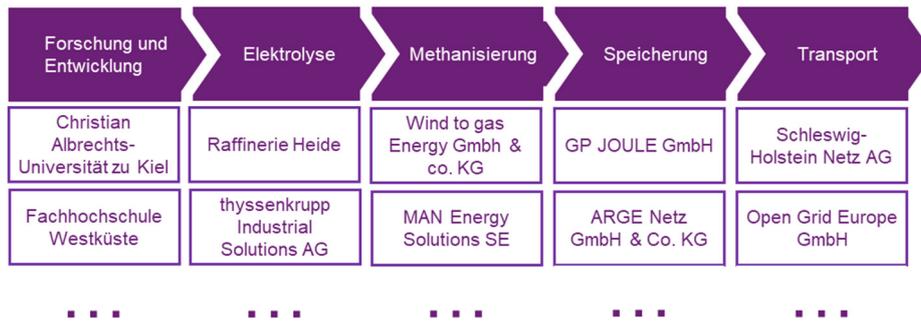


Abbildung 20: Auswahl von Unternehmen entlang der Power-to-Gas-Wertschöpfungskette in Schleswig-Holstein

Im Bereich der alternativen Speichertechnologien bilden viele mittelständische und junge Unternehmen in Schleswig-Holstein wesentliche Teile der Wertschöpfungskette ab. Abbildung 20 zeigt eine Auswahl davon. Ein interessantes Beispiel für erfolgreiche Kooperation von Unternehmen in der Wertschöpfungskette ist das Projekt „Stromlückenfüller“. Hierbei arbeiten die Unternehmen GP Joule GmbH, H-TEC SYSTEMS GmbH und NORTH-TEC Maschinenbau GmbH gemeinsam an der Entwicklung eines Power-to-Gas-to-Power-Konzepts zusammen, welches zur mittel- bis langfristigen Zwischenspeicherung von überschüssigem Solar- und Windstrom in Form von Wasserstoff genutzt werden soll. Durch Kombination eines Wasserstoffspeichers mit Biogastechnologie entsteht ein effizientes Speichersystem aus grünem Wasserstoff. Die Schleswig-Holstein Netz AG investierte rund 4,5 Millionen Euro für die Errichtung der ersten Anlage in Brunsbrüttel für die öffentliche Versorgung. Der Betreiber der erforderlichen Elektrolyseanlage ist die Wind-to-Gas-Energy GmbH & Co. KG. Das junge Unternehmen will demonstrieren, dass eine solche Sektorenkopplung funktioniert und wirtschaftlich machbar ist. Die Anlage ist ein Projekt im Rahmen der Initiative Norddeutsche Energiewende 4.0 (NEW 4.0). Zu den Projektpartnern aus dem Bereich der Wissenschaft zählt unter anderem das Fraunhofer Institut für Siliziumtechnologie.

### 3.4 Kompetenzen in der Wissenschaft

Die angewandte, universitäre und privatwirtschaftliche Forschung und Entwicklung in Schleswig-Holstein verfügt über außerordentliche Kompetenzen und Potenziale im Bereich der Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien. In der Abbildung 21 werden zentrale Forschungseinrichtungen dargestellt. Davon befinden sich fünf identifizierte Einrichtungen direkt in der Region Westküste und sechs im näheren Umfeld in Schleswig-Holstein. Darüber hinaus befinden sich zahlreiche weitere relevante Akteure in der Freien und Hansestadt Hamburg, von denen hier die beiden relevantesten vorgestellt werden (farblich grau markiert).

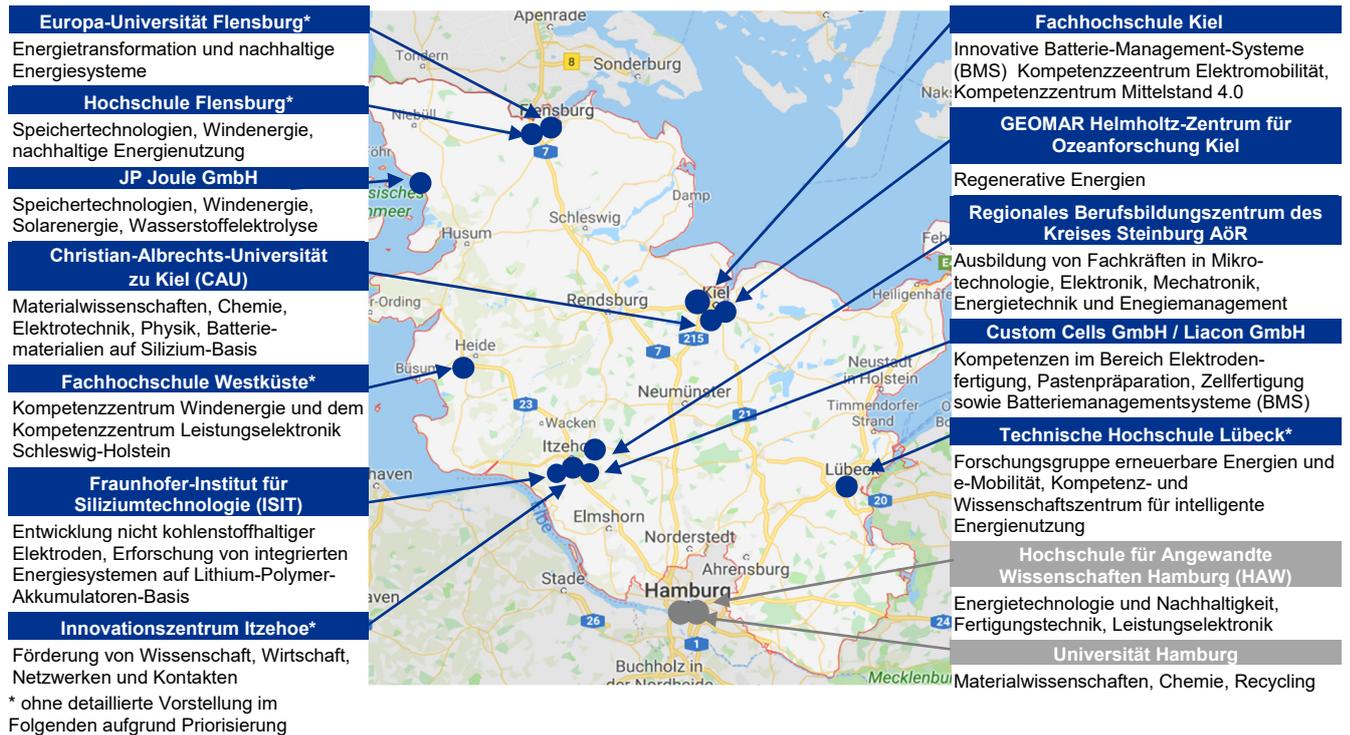


Abbildung 21: Auswahl bestehender Kompetenzen in der Wissenschaft in Schleswig-Holstein und der Region Westküste

Einerseits decken die wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Kompetenzen dieser Einrichtungen die wesentlichen Stufen des Batterie-Lebenszyklus von der Herstellung über den Einsatz im Feld bis zur Verwertung bzw. dem Recycling ab:

- Spezielle Materialien und chemische Ausgangsstoffe zur Erhöhung von Energiedichte und Zyklenfestigkeit: **CAU, Universität Hamburg**
- Design und Entwicklung von Elektroden und Zellen und Optimierung im Hinblick auf die gewünschte Anwendung: **ISIT, CAU, Custom Cells Itzehoe GmbH, Liacon GmbH**
- Fertigung von Elektroden und Zellen, insbesondere hinsichtlich Fertigungsautomatisierung, Digitalisierung und Qualitätssystem: **FH Kiel, HAW Hamburg**
- Ausschussverwertung und -recycling zur möglichst vollständigen Schließung der Stoffkreisläufe: **ISIT, Universität Hamburg**
- Integration der Zelle in ein komplettes, anwendungsspezifisches Batteriesystem inklusive Leistungselektronik und Batteriemangementsystem: **ISIT, FH Kiel, HAW, Liacon GmbH**
- Primäre Anwendungen im maritimen Sektor, in der Luftfahrt, im Bereich der

regenerativen Energien und im Automobilbereich: **GEOMAR, ISIT, FH Kiel, TH Lübeck, Europa-Universität Flensburg, Hochschule Flensburg, Fachhochschule Flensburg**

- Nachnutzung und Recycling zur möglichst nachhaltigen Verwertung am Ende des Lebenszyklus: **ISIT, FH Kiel, CAU**

Andererseits decken diese Einrichtungen alternative Speichertechnologien von der Herstellung über den Einsatz im Feld ab:

- Erneuerbare Energien allgemein: **Hochschule Flensburg, Fachhochschule Westküste, Europa-Universität Flensburg, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel**
- Power to Gas zur Herstellung von Wasserstoff als Energiequelle: **Fachhochschule Westküste, Wasserstoff-Reallabore Brunsbüttel und Hemmingstedt**
- Weitere Speichertechnologien (bspw. Druckluftspeicher/Pumpspeicher): **CAU**

Darüber hinaus bestehen konkrete Pläne zum Aufbau eines neuen Studiengangs mit dem Schwerpunkt Batterietechnologie in Kooperation zwischen der Fachhochschule Kiel und der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Darauf aufbauend ist im Rahmen des Standortbewerbungsprozesses zur FFB die Idee eines „Lehrcampus Batterie“ am Standort Itzehoe entstanden. Diese angedachten Maßnahmen würden die Verknüpfung von Forschung und Lehre wesentlich stärken und zur Ausbildung neuer Fachkräfte in diesem Gebiet beitragen.

Eine weitere Besonderheit besteht in der engen Verknüpfung zwischen dem ISIT als einer führenden Einrichtung der angewandten Batteriezell- und Batteriezellproduktionsforschung und seinen beiden Batterie-Ausgliederungen, der Custom Cells Itzehoe GmbH und der Liacon GmbH. Hier besteht bereits seit vielen Jahren eine etablierte Zusammenarbeit zwischen angewandter Forschung und privatwirtschaftlicher Entwicklung und Umsetzung. Nachfolgend werden ausgewählte Einrichtungen in Schleswig-Holstein mit besonderer Expertise in Batterietechnologie und alternativen Speichertechnologien vorgestellt.<sup>56</sup>

### *Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT)*

Die Weiterentwicklung bestehender Zellsysteme sowie die Erforschung und Adaption neuartiger Ansätze für wiederaufladbare Batterien sind seit über 20 Jahren ein zentrales Arbeitsgebiet der Gruppe „Batterien für Spezialanwendungen“ am Fraunhofer ISIT. Im Fokus stehen dabei neue Materialien bzw. Materialrezepturen für Elektroden, neue Elektrolytsysteme und Separatoren. Ebenso sind weiterentwickelte Fertigungsprozesse, die zu einer Verbesserung der Zellperformance, einer Kostensenkung und/oder einer Verringerung umweltbelastender Emissionen führen, Gegenstand der Forschungsarbeiten.<sup>57</sup> Darüber hinaus können hierdurch Lithium-Zellen anwendungsspezifisch für unterschiedliche Einsatzgebiete angepasst werden. Insbesondere betrifft dies die Energiedichte, Leistungsdichte, Zyklenstabilität, kalendarische Alterung, intrinsische Sicherheit sowie die Betriebsbedingungen. Die Fokussierung der Forschungsanstrengungen auf Pouch-Zellen ermöglicht eine

---

<sup>56</sup> Stadt Itzehoe, 2019, „Itzehoe ist bevorzugter Standort“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.itzehoe.de/batterie-forschungsfabrik/>

<sup>57</sup> Fraunhofer ISIT, o.D., „Institutsprofil“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.isit.fraunhofer.de/de/institutsprofil.html>

flexible Gestaltung der Geometrie. Zellen bzw. die daraus gebauten Zellmodule lassen sich auf diese Weise exakt in einen zur Verfügung stehenden Bauraum einpassen.

Das ISIT besitzt mit der Li-Polymer-Technologie mit Foliengehäuse eine flexible Fertigungsplattform, welche die praktische Umsetzung der Zellentwicklung ermöglicht. Besonders hervorzuheben ist das am ISIT entwickelte Separatorkonzept. Der patentgeschützte Separator ist auf die zur Herstellung von Zellen notwendigen Fügeprozesse (Lamination) optimal abgestimmt.<sup>58</sup> Neben der Zelltechnologie beschäftigt sich das ISIT bereits seit vielen Jahren mit der Integration von Zellen in Module und Batteriesysteme. Dazu wurden eigene Modulkonzepte und ein eigenes Batteriemanagementsystem entwickelt. Letzteres zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Flexibilität und Effizienz aus.<sup>59</sup> Diese Forschungstätigkeit wird durch Kooperationen mit der Fachhochschule Kiel, der Technischen Hochschule Lübeck und der Zusammenarbeit im „Netzwerk Leistungselektronik Schleswig-Holstein“ gestärkt.

Heute zählt das ISIT zu den modernsten Forschungseinrichtungen für Leistungselektronik und Mikrosystemtechnik in Europa. Herzstück des Instituts sind Reinraumanlagen - groß genug, um Forschung zu betreiben und die hier entwickelten Halbleiterbauelemente im industriellen Maßstab zu fertigen. In enger Zusammenarbeit mit der Industrie arbeiten aktuell rund 140 Wissenschaftler an der Entwicklung von Komponenten der Leistungselektronik und Mikrosystemen mit feinen, beweglichen Strukturen für die Sensorik oder Automatisierungstechnik.<sup>60</sup> Aufgrund seiner großen Expertise im Aufbau und Betrieb von Reinräumen kann das ISIT auch bei der Planung und Ausrüstung der FFB mit Reinräumen mit eigenen Kapazitäten unterstützen. Mehr als 400 Millionen Euro haben EU, Bund, Land, Fraunhofer-Gesellschaft und Industrie investiert und somit mit dem ISIT ein führendes Institut in der Siliziumtechnologie etabliert. Zu den Kunden des Fraunhofer-Instituts gehören im Rahmen der industriellen Auftragsforschung weltweit mehr als 350 Unternehmen, davon 50 in Schleswig-Holstein.<sup>61</sup> Eines der herausragenden Merkmale des ISIT, insbesondere im Bereich der Batterie-technologie, umfasst aus- und mitgegründete Unternehmen. Ein erheblicher Teil der heute in Deutschland im Bereich der Zellfertigung aktiven Unternehmen hat seinen Ursprung in Itzehoe. Dazu gehören die Leclanché Lithium GmbH, Liacon GmbH sowie die Custom Cells Itzehoe GmbH. Das ISIT kann somit große Expertise im Bereich der direkten Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen nachweisen.

Zusammenfassend verfügt das ISIT über große Erfahrungen:

- im Betrieb großer Reinräume mit hochkomplexer Infrastruktur,
- in der Ansiedlung von Partnerunternehmen auf dem Gelände des ISIT und im angrenzenden Innovationsraum mit Zusammenarbeit,
- in der Inhouse-Integration von Unternehmen in die Forschung sowie Forschungsfertigung und Produktion von Mikrotechnologie (MEMS) und

---

<sup>58</sup> Fraunhofer ISIT, o.D., „Kurzportrait“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.isit.fraunhofer.de/de/leistungselektronik/batteriesysteme-fuer-spezialanwendungen/kurzportrait.html>

<sup>59</sup> Fraunhofer ISIT, o.D., „Batteriesysteme für Spezialanwendungen“, abgerufen 07.06.2019 von <https://www.isit.fraunhofer.de/de/leistungselektronik/batteriesysteme-fuer-spezialanwendungen.html>

<sup>60</sup> Fraunhofer ISIT, o.D., „Institutsprofil“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.isit.fraunhofer.de/de/institutsprofil.html>

<sup>61</sup> Fraunhofer ISIT, 2016, „Fraunhofer ISIT erweitert seinen Führungsstab Dr. Axel Müller-Groeling wird Mitglied der Institutsleitung“ abgerufen am 11.06.2019 von [https://www.isit.fraunhofer.de/de/aktuelles/Erweiterte\\_Institutsleitung.html](https://www.isit.fraunhofer.de/de/aktuelles/Erweiterte_Institutsleitung.html)

Leistungshalbleiterbauelementen,

- in der gemeinsamen Nutzung von Fertigungsanlagen mit Unternehmen,
- in der Ausbildung von Fachkräften und
- in der Zusammenarbeit mit Hochschulen.

### *Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)*

Die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel hat rund 28.000 Studierende in 190 Studiengängen. In den letzten Jahren sind vier große Forschungsschwerpunkte entstanden, unter anderem auch das Kiel Nano, Surface and Interface Science (KiNSIS), welches insbesondere die interdisziplinären Fragestellungen der Nano-, Oberflächen- bzw. Grenzflächenwissenschaft beantwortet. Gerade diese transdisziplinäre Zusammenarbeit mit weiteren Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen stärkt die CAU nachhaltig.<sup>62</sup>

Die CAU baut ihre Expertise im Bereich Batterieforschung seit ca. zehn Jahren aus. Im Folgenden wird exemplarisch aufgezeigt, in welchen interdisziplinären Bereichen sich die CAU in diesem Feld engagiert:

- **Materialwissenschaft:** Insbesondere der Lehrstuhl für „Funktionale Nanomaterialien“, vertreten durch Herrn Prof. Adelung, befasst sich bereits in zweiter Generation nach den Pionierarbeiten von Prof. H. Föll und R. Huggins mit der Siliziumtechnologie für Batterieanwendungen. Diese Technologie ist ein wichtiger Bestandteil der Entwicklung neuartiger, überlegener Batteriematerialien, wie bereits erfolgreich mit diversen Projekten bspw. „AlkaSuSi“ oder dem „PorSSi“-Projekt (BMBF) sowie mehreren DFG-Anträgen gezeigt wurde. Die Überlegenheit der Silizumanode zeigt sich in ihrer zehnfach höheren Anodenkapazität im Vergleich zur heutzutage eingesetzten Graphitanode. Aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit wurden die Mikrodrahtanoden aus Kiel bereits auf der „Porous Semiconductors Science and Technology Conference“ 2018 als weltweite Benchmark-Elektroden bezeichnet. Diese Silizium-Mikrodrahtanoden zeigen eine hohe Flächenladungsdichte, welche schnelle Ladenraten, wie etwa 5 C (Ladezeit von ca. 12 Minuten) ermöglichen können. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die unbrennbaren Silizumanoden erheblich sicherer sind als die brennbaren Graphitanoden. Das Alleinstellungsmerkmal dieser an der CAU entwickelten Elektroden liegt in ihrer mechanischen Stabilität, deren Entwicklung nur durch die interdisziplinäre Kooperation von Materialwissenschaft, Chemie, Physik und Elektrotechnik möglich war.<sup>63</sup>
- **Chemie:** Das vielfältige Spektrum der Chemie von anorganischer, organischer, physikalischer bis hin zur Elektrochemie an der CAU ist essentiell für die Batterieforschung. Insbesondere am Institut für Anorganische Chemie treibt der Lehrstuhlinhaber Prof. Bensch mit seinen Doktoranden seit Jahren durch Drittmittel gefördert seine Forschung an Konversions- und Interkalationsmaterialien voran.<sup>64</sup>

---

<sup>62</sup> Christian-Albrechts-Universität, o.D., „Forschungsschwerpunkte der CAU“, abgerufen am 07.06.2019, von <https://www.uni-kiel.de/de/forschung/forschungsschwerpunkte/>

<sup>63</sup> Christian-Albrechts-Universität, 2018, „Silizium als neues Speichermaterial für die Akkus der Zukunft“, abgerufen am 07.06.2019 von <http://www.uni-kiel.de/pressemeldungen/index.php?pmid=2018-114-siliziumakku&pr=1>

<sup>64</sup> Christian-Albrecht-Universität, o.D., „Insitut für Anorganische Chemie“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.ac.uni-kiel.de/de>

- **Elektrotechnik:** Insbesondere die Leistungselektronik unter der Leitung von Prof. Liserre ist eine anerkannte Einrichtung mit Themen im Bereich der Energiewandlung und –speicherung und wurde mit zahlreichen Auszeichnungen und Forschungspreisen (bspw. „ERC Consolidator Grant“) belobigt. Prof. Liserre ist spezialisiert auf dem Gebiet von leistungselektronischen Systemen, die bspw. Bestandteil von dezentralen Stromerzeugungssystemen sind. Dadurch ist er, besonders für ein Land mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien, ein Vorreiter, um die Stromerzeugung und -netze flexibel und dezentral realisieren zu können.<sup>65</sup>
- **Physik:** In der Festkörperphysik beschäftigt sich die Arbeitsgruppe „Grenzflächen“ unter der Leitung von Prof. Magnussen mit batterierelevanten Fragestellungen. Im Vordergrund stehen dabei grundlegende Vorgänge, ab der Grenzfläche zwischen dem Festkörper (Elektrode) und der umgebenen Flüssigkeit (Elektrolyt). Die genaue Kenntnis und Optimierung dieser Vorgänge ist ein wesentlicher Baustein zur Verbesserung der Akkumulatortechnologie, speziell im Hinblick auf Leistungsdichte, Langlebigkeit und Sicherheit. Um diese Forschungen auf höchstem Niveau durchzuführen, werden seit Jahren Verbundforschungsprojekte in internationaler Kooperation zur Entwicklung von Experimenten und Instrumentierungen zur Lösung dieser Fragestellungen durchgeführt.<sup>66</sup>

#### *Fachhochschule Kiel (FH Kiel)*

Die FH Kiel bietet mit ihren ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen und Forschungsthemen ein breites Themenspektrum. Der Fachbereich Informatik und Elektrotechnik bspw. besitzt in der Entwicklung von leistungselektronischen Komponenten einen ausgezeichneten Ruf und kann auf ein Drittmittelaufkommen von über 8 Millionen Euro in den letzten drei Jahren verweisen.

Der Fachbereich Informatik entwickelt in der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Weber innovative Batteriemangement/-diagnosesysteme mit zuverlässigen Diagnoseverfahren. Diese können sowohl im Betrieb von selbstgenutzten Batteriesystemen als auch in Produktionsprozessen von Batteriespeichern eingesetzt werden. Mit End-of-Line-Tests kann somit ein Ausschuss bzw. eine mindere Funktionsfähigkeit frühzeitig erkannt werden. Diese Datenbasis ist für eine effektive Second-Life Verwendung von Zellen und Modulen essenziell.<sup>67</sup>

Die Fachbereiche Informatik und Elektrotechnik sowie Maschinenwesen, vertreten durch die Professoren Strauß, Es-Souni, Finkemeier, Schümann, Wree, Acker und Immel, betreiben im Rahmen des Kompetenzzentrums Mittelstand 4.0 Kiel eine Digitale Fabrik, anhand derer Automatisierungslösungen an Bestandsmaschinen erprobt werden. Hierbei geht es um Fragestellungen der Migration, des Predictive Maintenance und der IT-technischen Ver-

---

<sup>65</sup> Christian-Albrechts-Universität, 2018, „Kieler Leistungselektronik-Professor für herausragende Energieforschung ausgezeichnet“ abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.uni-kiel.de/de/universitaet/detailansicht/news/kieler-leistungselektronik-professor-fuer-herausragende-energieforschung-ausgezeichnet/>

<sup>66</sup> Christian-Albrechts-Universität, o.D., Arbeitsgruppe Grenzflächen“ abgerufen am 07.06.2019 von <http://www.ieap.uni-kiel.de/solid/ag-magnussen/>

<sup>67</sup> Fachhochschule Kiel, o.D., abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.fh-kiel-gmbh.de/de/leistungen/drittmittelprojekte-kopie/gesellschaft-fuer-energie-und-klimaschutz-schleswig-holstein-gmbh-eksh/batteriemangement.html>

knüpfung auf industriellen Schnittstellen. Des Weiteren werden Roboterapplikationen im Kontext „Mensch-Maschine“ erprobt.<sup>68</sup>

Darüber hinaus werden Methoden im Zusammenhang von Industrie 4.0-Fragestellungen eingesetzt. Neben „Virtueller Realität“- oder „Erweiterte Realität“-Applikationen werden gesamte Produktionsabläufe durch Virtualisierung (digitaler Zwilling) simuliert. Des Weiteren werden Datenflüsse der Produktionsgüter durch die sogenannte horizontale und vertikale Integration der Datenflüsse aufgebaut. An der FH Kiel können zudem Lösungen für einen raschen Umbau von Produktionsinseln bereitgestellt werden. Die in der Digitalen Fabrik gebündelten Kompetenzfelder sind Ausgangspunkt für die Optimierung industrieller Produktionsprozesse.

Im Institut für Werkstoff- und Oberflächentechnologie des Fachbereichs Maschinenwesen stehen hochwertige Analysewerkzeuge (bspw. eine Vielzahl von Elektronenrastermikroskopen) zur Verfügung. Die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte des Institutes liegen auf der Strukturierung und Funktionalisierung von Oberflächen. Diese Expertise kann insbesondere im Beschichtungsprozess der Elektroden gewinnbringend eingebracht werden. Moderne Konzepte zur Logistik, zum Projektmanagement sowie zum Qualitätsmanagement werden in der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Mallon erforscht.

#### *Technische Hochschule Lübeck*

Die Forschungsgruppe Erneuerbare Energien und e-Mobilität (EEeM) wurde im Juli 2012 von Prof. Dr. Tiedemann an der Technischen Hochschule Lübeck gegründet, um sich mit diversen ungeklärten, technischen und rechtlichen Fragen der Energie- und Mobilitätswende zu befassen. Ziel ist es, eine umweltverträgliche Energieerzeugung und eine auf e-Mobilität basierende, nachhaltige Organisation der Verkehrsinfrastruktur zu entwickeln.

Die Aktivitäten der EEeM umfassen zahlreiche Projekte, die sich insbesondere mit dem Einsatz neuer Batterietechnologie beschäftigen. So werden beispielsweise im Projekt „PiUDE“ Dieselbusse in Elektrobusse umgerüstet, wobei besonders schnellladefähige Batteriezellen eingesetzt werden. Darüber hinaus werden 350 kW DC-Schnellladestationen entwickelt, die durch hochleistungsfähige Batterien gepuffert werden sollen. Letztere werden auch zur Lastverschiebung in Stromnetze untersucht.<sup>69</sup>

#### *Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)*

Die folgenden beiden Einrichtungen mit hoher Relevanz für die Erforschung von Speichertechnologien befinden sich im nahen Einzugsgebiet von Schleswig-Holstein und der Region Westküste in der Freien und Hansestadt Hamburg. An der HAW Hamburg entwickelt Prof. Riemschneider zusammen mit seinem Team Sensorik für den Automobilbereich. Dazu gehören magnetische Sensoren und Batterie-Messtechnik für die Elektromobilität. Die Arbeitsgruppe kann auf neun große Förder- und Verbundprojekte und zwei kooperative Promotionen verweisen. Im Bereich Batteriesensoren liegen umfangreiche Vorarbeiten und

---

<sup>68</sup> Fachhochschule Kiel, o.D., „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.fh-kiel-gmbh.de/de/leistungen/kompetenzzentren/mittelstand-4-0-kompetenzzentrum-kiel.html>

<sup>69</sup> Technische Hochschule Lübeck, o.D., „Forschungsgruppe Erneuerbare Energien und eMobilität“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.th-luebeck.de/forschung-und-transfer/kompetenzen/kompetenzbereiche/erneuerbare-energien-und-e-mobilitaet/uebersicht/>

Publikationen vor. Darüber hinaus gibt es besondere Erfahrungen in den Bereichen Signalverarbeitung, Messtechnik sowie digitales Chipdesign, sodass auch die mikroelektronische Realisierung der Batteriemanagementsysteme unterstützt wird.<sup>70</sup>

Aktuell werden an der HAW mehrere Kooperationsprojekte mit Bezug zur Batterieforschung und Produktionsforschung von Batteriezellen durchgeführt. Ein Beispiel ist das durch das BMVI geförderte Verbundvorhaben „SINGER“ (Sino-German Electromobility Research). Die Zusammenarbeit innerhalb der HAW auf diesem Gebiet hat bspw. durch die 2012 gegründete Graduiertenschule mit dem Namen „Key Technologies for Sustainable Energy Systems in Smart Grids“ ihren Ausdruck gefunden. Bereits seit längerer Zeit besteht mit dem Fraunhofer ISIT in Itzehoe ein enger Austausch zur Integration von Sensoren in Zellen. Auf dieser Basis wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer-Anwendungszentrum für erneuerbare Energie in Hamburg ein Forschungsprojekt mit dem Titel „LIMES Zellenintegrierte Sensorik“ entwickelt. Weitere Kooperationen pflegt die HAW mit der regionalen Wirtschaft beispielsweise im Projekt „BATSEN Drahtlose Zellensensoren für Fahrzeugbatterien“ mit den Unternehmen Still und Elektronik, welches durch das BMBF gefördert wird. Das BMVI fördert derzeit das Vorhaben „BeeDel zur wissenschaftlichen Begleitung der Hamburger Elektrobus Initiative“ mit der Hamburger Hochbahn. Ebenfalls durch das BMVI wird das Projekt „IMBAT - Interkalation-Messsystem für Batterieforschung mit integrierter Bildverarbeitung“ mit dem Unternehmen EL-Cell aus Hamburg unterstützt.<sup>71</sup> Ein Projekt zur faseroptischen Batteriesensorik, „FaserBat“, wird derzeit mit der Hamburg Innovation GmbH umgesetzt.

### *Universität Hamburg*

Die Arbeitsgruppe von Prof. Fröba an der Universität Hamburg beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Entwicklung neuer Batteriematerialien. Zentrale Forschungsthemen dabei sind die Darstellung und Charakterisierung von nanoporösen Templaten zur Synthese von Kathodenmaterialien für Lithiumionenbatterien, die auch aus mesostrukturierten, lithiumhaltigen, ternären und quaternären Metalloxiden aufgebaut werden können. Die Elektrolyt-optimierung hinsichtlich Leitfähigkeit und Sicherheit ("soggy sand"-Konzept) sowie allgemein die Entwicklung von Materialien für die Lithium-Schwefel- sowie die Lithium-Luft-Batterie sind weitere Schwerpunkte. Herausragende Projekte sind dabei das Projekt „SINGER“ zur Entwicklung von Materialqualitätsnormen für Lithiumionenbatterien und der Weiterentwicklung von Kathodenmaterialien für die Schnellladung, das Projekt „STELLA“, in dem strukturierte Elektroden für Metall-Luft-Akkumulatoren entwickelt wurden sowie ein Projekt der DFG zur Synthese von Funktionsmaterialien und zur Materialanalytik von Lithium-Hochleistungsbatterien. Enge Zusammenarbeit mit dem ISIT in Itzehoe besteht durch die regelmäßige, gemeinsame Betreuung von Bachelor- und Masterarbeiten.<sup>72</sup>

### *Custom Cells Itzehoe GmbH*

Neben der universitären Forschung findet in Schleswig-Holstein eine intensive zellnahe Forschung durch die Unternehmen Custom Cells Itzehoe GmbH (CCI) und Liacon GmbH

---

<sup>70</sup> HAW Hamburg, o.D., „Forschungsgruppen“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.haw-hamburg.de/fakultaeten-und-departments/ti/forschung-und-transfer/forschungsgruppen.html>

<sup>71</sup> Ibid.

<sup>72</sup> Universität Hamburg, o.D., „Arbeitsgruppe Prof. Dr. Fröba“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.chemie.uni-hamburg.de/institute/ac/arbeitsgruppen/froeba.html>

(Liacon) statt. CCI beschäftigt sich vor allem mit der Erforschung, Entwicklung und Herstellung von kundenspezifischen Batteriezellen auf Lithium-Basis. In enger Kooperation mit dem ISIT in Itzehoe wird bereits in den Bereichen Batteriezellkonzepte, Batteriezellprozesse und Batteriezellproduktion geforscht.<sup>73 74</sup>

#### *Liacon GmbH*

Die Liacon GmbH, die mit ISIT-Technologie am Standort Itzehoe aufgebaut wurde, beschäftigt sich seit Jahren mit der Herstellung von großformatigen Batteriezellen und Batteriesystemen für stationäre Energiespeicher und Batteriezellen für Elektrofahrzeuge. Einen Forschungsschwerpunkt bildet die stetige Weiterentwicklung der Elektrodenfertigung. Ziel ist es, die bestmögliche Leistungsfähigkeit bei höchstmöglichem Aktivmaterialgehalt zu erzielen. Neben der etablierten LTO/LFP Zellchemie wird bei Liacon ein erweitertes Produktportfolio etabliert, welches weitere Zellchemien umfasst. Damit stellt sich das Unternehmen für die Märkte der Zukunft strategisch auf. In diesen Zusammenhang werden wasserbasierte Rezepturen auch für Hochvoltkathodenmaterialien untersucht, um dadurch Energie und Anlagenkosten zu reduzieren. Weitere Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte liegen bei der Elektrolytverbesserung und der Optimierung der Fertigungsqualität über die gesamte Prozesskette. Durch das Engagement der ansässigen Industrieunternehmen im Bereich der Forschung und der Vernetzung in Kompetenzzentren werden Synergieeffekte im Bereich der Batteriezellen und Speichertechnologien geschaffen. Dadurch erhöht sich die Attraktivität der Region für neue Unternehmen, sich in diesem Bereich niederzulassen.<sup>75</sup>

#### *GP JOULE GmbH*

GP JOULE ist ein System-Anbieter für integrierte Energielösungen aus Sonne, Wind und Biomasse sowie ein Partner auf Versorgungsebene für Wärme sowie Elektro- und Wasserstoff-Mobilität. Als Pionier in der Sektorenkopplung beschäftigt die mittelständische Unternehmensgruppe über 200 Mitarbeiter in Deutschland und Nordamerika. Schwerpunkt von GP Joule ist die Entwicklung von Energiekonzepten und Speichertechnologien.

#### *Weitere Forschungsaktivitäten (DESY und XFEL)*

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron („DESY“) mit Sitz in Hamburg verfügt seit vielen Jahren über umfangreiche Expertise in der Analyse von Batteriematerialien und Zellen durch den Einsatz von Synchrotron-Strahlung. Aktuell ist der Aufbau eines neuen 3-D-Röntgenmikroskops PETRA IV geplant. Forscher könnten damit etwa dem Verschleiß einer Batterie im Betrieb zusehen und dadurch die Batteriefunktion verbessern. Neben der ebenfalls betriebenen Materialanalytik bspw. durch XRD sowie der so genannten GISAXS-Technik (grazing-incidence small-angle X-ray scattering), sind dies ideale Analysewerkzeuge, die in regionaler Nähe zur Verfügung stehen. Eine weitere Möglichkeit zur vertieften Materialanalytik besitzt das European XFEL. Dabei handelt es sich um eine internationale Röntgenlaser-Forschungseinrichtung in Schenefeld und Hamburg-Bahrenfeld, die eng mit dem DESY und

---

<sup>73</sup>CustomCells, o.D., „Technologie“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.customcells.de/technologie/>

<sup>74</sup>Batterieforum Deutschland, o.D., „Batterieforum Deutschland“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.batterieforum-deutschland.de/kongress/>

<sup>75</sup>Liacon Batteries, o.D., „Unternehmen“, abgerufen am 07.06.2019 von <http://liacon-batteries.de/unternehmen-2/>

internationalen Partnern zusammenarbeitet. XFEL steht dabei für X-Ray Free-Electron Laser.<sup>76</sup>

### *Internationaler Wissensaustausch*

Schleswig-Holstein hat den Vorteil der Nähe zu den skandinavischen Ländern inklusive guter Verbindungen zu diesen. Daraus ist z.B. die „Kooperationsplattform Offshore-Windenergie und Meeresenergie“ entstanden. Diese hat den Aufbau einer Kooperationsplattform zur regionalwirtschaftlichen Nutzung von Offshore-Windenergie und Meeresenergie als Clusterprojekt mit den Schwerpunkten Forschung, Ausbildung und Weiterbildung sowie Unterstützung von KMUs zum Ziel. Verantwortliche Projektträger sind das Forschungs- und Entwicklungszentrum (FuE-Zentrum) Fachhochschule Kiel GmbH und weitere Projektpartner aus Schleswig-Holstein. Eingebunden wird neben weiteren Partnern aus dem Nordseeraum das Innovationsnetzwerk offshoreenergy.dk (Esbjerg, Dänemark), mit dem das FuE-Zentrum bereits im Offshorewind-Projekt GADOW zusammenarbeitet. Dieses Vorhaben wird von der Region Syddanmark und der Landesregierung unterstützt.<sup>77</sup>

Darüber hinaus bestehen internationale Kooperationen im Bereich der erneuerbaren Energien wie zum Beispiel das Netzwerk RENREN (Renewable Energy Regions Network), bei dem 14 Regionen in 12 europäischen Nationen zum Themenkomplex erneuerbare Energien bis Anfang 2013 kooperierten, um Chancen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen auf regionaler Ebene für den Ausbau erneuerbarer Energien zu identifizieren, Erfahrungen auszutauschen, strategische Kooperationen aufzubauen und Fachleute aus Partnerregionen zusammenzubringen.<sup>78</sup> In der Nachfolge ist ein Netzwerk Northern Connections mit 22 Clustern, Städten, Regionen und Wissensinstitutionen im Nordseeraum entstanden, um Innovationen im Energiebereich zu unterstützen.<sup>79</sup> Mit diesen internationalen Kooperationen einhergehend findet ein Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch statt, welcher die Position Schleswig-Holsteins im nationalen Vergleich weiter stärkt und damit einen attraktiven Standort für Fachkräfte und Unternehmen bietet.

---

<sup>76</sup> European XFEL, o.D., „DESY und der European XFEL“ abgerufen am 07.06.2019 von [https://www.xfel.eu/anlage/ueberblick/desy/index\\_ger.html](https://www.xfel.eu/anlage/ueberblick/desy/index_ger.html)

<sup>77</sup> Ministerium für Justiz, Kultur und Europa des Landes Schleswig-Holstein, 2015, „Deutsch-Dänische Zusammenarbeit des Landes“, abgerufen am 21.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/II/Service/Broschueren/Europa/deutsch\\_daenische\\_zusammenarbeit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/II/Service/Broschueren/Europa/deutsch_daenische_zusammenarbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=1), S.8

<sup>78</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „RENREN – Europaweites Netzwerk“, abgerufen am 14.03.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/E/erneuerbareenergien/renRen.html>

<sup>79</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „INTERREG – Northern Connections“, abgerufen am 24.06.2019 von <https://northsearegion.eu/northern-connections/>

## Kompetenzzentren in Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein hat sich ein Netzwerk von mehr als fünfzehn themenbezogenen Kompetenzzentren etabliert. Diese lassen sich den folgenden vier Themenfeldern zuordnen:<sup>80</sup>

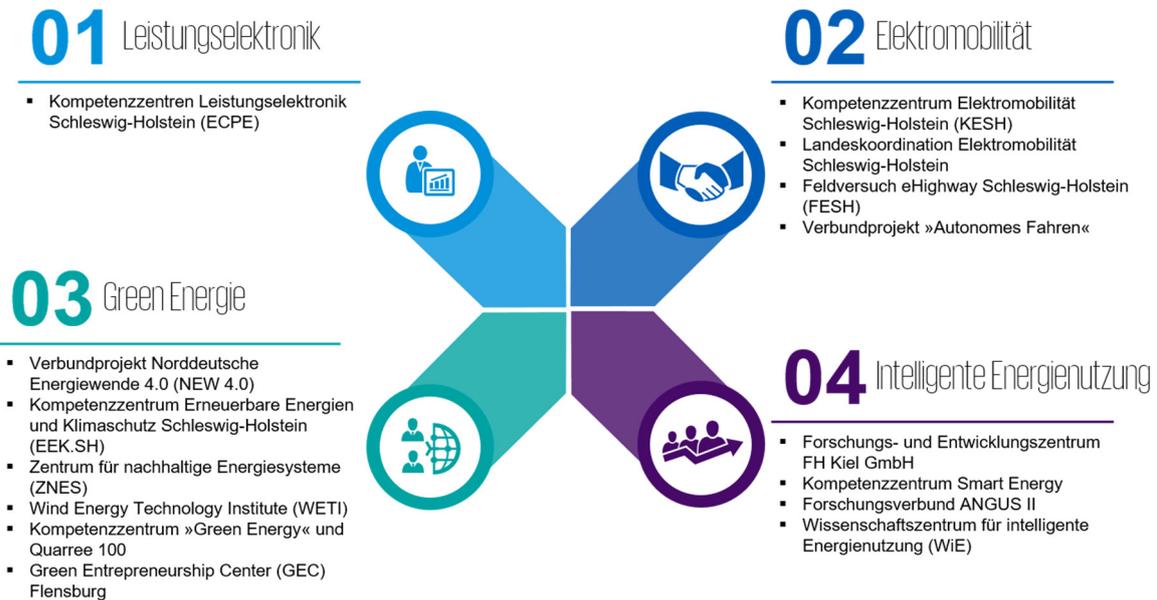


Abbildung 22: Clustering von Kompetenzzentren in Schleswig-Holstein

## Forschungscluster in Schleswig-Holstein

Die Nutzung der in den Kompetenzzentren und Forschungscluster gewonnenen Erkenntnisse fördert große Potenziale für die zukünftige Entwicklung Schleswig-Holsteins im Bereich Batteriezellen, Speichertechnologien und erneuerbare Energien. Durch die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie entstehen Ideen (wie z.B. die Initiative Quarree100) und Produkte (wie z.B. Schiffsantriebe auf Wasserstoffbasis), werden Kompetenzen gebündelt sowie innovative Verfahren, Technologien und Materialien praxisnah erprobt.

In Schleswig-Holstein gibt es vier Forschungscluster bzw. Netzwerke mit besonderer Relevanz für Batteriezellen und alternative Speichertechnologien: das Netzwerk Leistungselektronik Schleswig-Holstein, die Norddeutsche Initiative Nanotechnologie Schleswig-Holstein e.V, das Projekt NEW 4.0 und die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH. Zwei weitere Cluster zu E-Mobilität und Batterien formieren sich aktuell.

**Netzwerk Leistungselektronik Schleswig-Holstein:** Neben Batteriezellen stellt Leistungselektronik eine Schlüsselkomponente bei der Verwendung und Speicherung erneuerbarer Energien dar. Das Netzwerk koordiniert Aktivitäten zur Vernetzung und dem Austausch zwischen den Akteuren der Leistungselektronik, bereitet neue Forschungsprojekte vor und stimmt Forschungsarbeiten ab. Darüber hinaus stellt es öffentlich die Bedeutung der Leistungselektronik als Schlüssel- und Querschnittstechnologie dar und unterstützt bei der Einführung neuer leistungselektronischer Komponenten und Systeme zur Steigerung der Effizienz.<sup>81</sup>

<sup>80</sup> EKSH, 2018 „Energieforschung in Schleswig-Holstein“, 3. Auflage 2018, abgerufen am 14.03.2019 von [https://www.eksh.org/uploads/tx\\_ns/Broschuere\\_Energieforschung\\_Download\\_1605.pdf](https://www.eksh.org/uploads/tx_ns/Broschuere_Energieforschung_Download_1605.pdf), S.21

<sup>81</sup> Netzwerk-Leistungselektronik Schleswig-Holstein, o.D., abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.netzwerk-leistungselektronik.de/de/ziele.html>

*Norddeutsche Initiative Nanotechnologie (NINa SH e.V.):* Im Bereich der Materialwissenschaft wurde 2013 NINa SH e.V mit dem Ziel gegründet, die Förderung von Wissenschaft und Forschung insbesondere auf dem Gebiet der Nanotechnologie und angrenzender Technologiebereiche durch Vernetzung der Akteure in Schleswig-Holstein mit den Akteuren aus allen nördlichen Bundesländern und den Ostseeanrainerstaaten voranzutreiben.<sup>82</sup>

*Norddeutsche Energiewende 4.0 (NEW 4.0).* Unter diesem Titel hat sich in Schleswig-Holstein und Hamburg eine einzigartige Innovationsallianz aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gebildet. In einem länderübergreifenden Großprojekt soll gezeigt werden, wie die Gesamtregion mit 4,5 Millionen Einwohnern bereits 2035 zu 100 Prozent mit regenerativem Strom versorgt werden kann. »NEW« steht für die Norddeutsche Energiewende und »4.0« beschreibt die Schwelle zur vierten industriellen Revolution: die Digitalisierung der Industrie und die intelligente Vernetzung der Systeme im Rahmen der Energiewende. Das Projekt ist von 2016 bis 2020 angesetzt. Die Projektteilnehmer wollen eine nachhaltige Energieversorgung realisieren und damit die Zukunftsfähigkeit der Region stärken. Rund 60 Partner in der Region vereinen alle erforderlichen Kompetenzen und Lösungspotenziale, um die Energiewende im Norden entscheidend voranzubringen und wirksamen Klimaschutz zu betreiben. Gefördert wird das Projekt durch das BMWi. Ein Budget von 40 Millionen Euro sowie ein Investitionsvolumen von 120 Millionen Euro stehen dafür zur Verfügung.<sup>83</sup>

*Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH):* Die EKSH hat sich zum Ziel gesetzt, verschiedene Wissenschaftler in Schleswig-Holstein zusammenzuführen und Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu initiieren, um wichtige Impulse auf den namensgebenden Gebieten Energie und Klimaschutz zu setzen.<sup>84</sup>

*Cluster E-Mobilität (in der Gründungsphase):* In einem weiteren Cluster unter Beteiligung des Lehrstuhls für Leistungselektronik (CAU, Prof. Liserre) wird die Anbindung, Einbettung bzw. Aufladung von Batteriezellen und Transistoren für E-Autos getestet. Dadurch wird die Grundlage geschaffen, Stromnetze flexibel und dezentral zu nutzen.

*Batterie-Cluster (in der Gründungsphase):* Im Rahmen eines aktuellen Bewerbungsprozesses des ISIT und des Landes Schleswig-Holstein mit dem Standort Itzehoe um die Errichtung und den Betrieb einer Forschungsfertigung von Batteriezellen, wurde eine Expertenkommission zur Speichertechnologie mit Vertretern aus der Industrie, der Politik und der Wissenschaft ins Leben gerufen, die zwischen März und Mai 2019 bereits drei Mal arbeitsintensiv miteinander tagte.<sup>85</sup> Aufgrund der inzwischen greifbaren breiten Anwendungsreife innovativer Batteriekonzepte und aus intensiven Diskussionen im Rahmen der Expertenkommission heraus, wird derzeit ein Batterie-Cluster initiiert, in dem die Aktivitäten des Lehrstuhls für Funktionale Nanomaterialien (CAU, Materialforschung für innovative Anoden und Kathodenkonzepte, sowie Fertigungsanlage der Firma RENA), das Batterie-Fertigungs-Knowhow des ISIT sowie Entwicklungen für zukünftige Hochleistungsbatterie-Anwendungen in der marinen Technik der

---

<sup>82</sup> NINa SH e.V., o.D., „Über NINa SH e.V.“, abgerufen am 07.06.2019 von [http://www.nina-sh.de/?page\\_id=13](http://www.nina-sh.de/?page_id=13)

<sup>83</sup> New 4.0, o.D., „Die Ziele“, abgerufen am 07.06.2019 von <http://www.new4-0.de/2015/06/17/die-ziele/>

<sup>84</sup> EKSH, o.D., „Ziele und Schwerpunkte der EKSH“, abgerufen am 07.06.2019 von [https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/ueber-uns/Arbeitsprogramm\\_27Juni2016\\_final.pdf](https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/ueber-uns/Arbeitsprogramm_27Juni2016_final.pdf)

<sup>85</sup> Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, 2019, „Endspurt im Wettbewerb um Batteriezell-Forschungsfabrik: Land legt Bundesforschungsministerium Bewerbung für den Standort Itzehoe vor“, abgerufen am 05.06.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VII/Presse/PI/2019/190524\\_Batteriezell\\_Forschungsfabrik.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VII/Presse/PI/2019/190524_Batteriezell_Forschungsfabrik.html)

thyssenkrupp Marine Systems GmbH (TKMS) vereint werden. Als einen zentralen Punkt definiert TKMS wesentliche Randbedingungen zukünftiger Batterietechnologien und charakterisiert die im Rahmen des Clusters entwickelten Batterien in ihrer Landtestanlage.

Die Wissensbasis von Hochschulen, Industrie und Kompetenzzentren bildet für Schleswig-Holstein als Forschungs- und Produktionsstandort für Batteriezellen und Speichertechnologien in Deutschland gute Voraussetzungen im nationalen und internationalen Vergleich. Eine enge, unbürokratische Vernetzung der Akteure im wissenschaftlichen Bereich fördert neue Entwicklungen und die Erprobung innovativer, fächerübergreifende Ideen. Dies führt unter anderem zu verkürzten Entwicklungszeiten für neue Technologien. Durch diese Zusammenarbeit ergeben sich für künftige Projekte, durch die wissenschaftliche Begleitung in Kombination mit der Bereitstellung personeller und finanzieller Ressourcen effizienten Möglichkeiten, Zeit, Personal und Ressourcen effizient zu gestalten. Gepaart mit internationalen Kooperationen und Wissenstransfers, speziell mit den skandinavischen Ländern, kann sich hieraus eine europäische bzw. globale Führungsposition im Bereich Batteriezellen und Speichertechnologien in Schleswig-Holstein und der Region Westküste entwickeln.

## 3.5 Vernetzung von Wissenschaft und Industrie

### *Clusterpolitik des Landes*

Um die breit aufgestellten Kompetenzen der Wirtschafts- und Forschungslandschaft im Bereich der erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein miteinander zu verbinden und voranzubringen, hat sich das Land entschieden, diese in Cluster aufzuteilen. Ziel der Clusterpolitik ist es Wirtschaft, Wissenschaft und Politik im gemeinsamen Handeln zu vernetzen, Wissensaustausch zu fördern und technologie- und branchenübergreifend Innovationspotenziale zu entwickeln, um neue Wertschöpfung in zu generieren. Zu diesem Zweck unterstützt die Landesregierung gezielt Zukunfts- und Wachstumsbranchen, in denen das Land bereits stark ist. Die Clusterförderung dient zudem der Umsetzung der „intelligenten Spezialisierung“ der Regionen in Europa. Die strategische Basis für die ausgewählten Spezialisierungsfelder bildet die „Regionale Innovationsstrategie Schleswig-Holsteins“.<sup>86</sup>

Zur besseren Veranschaulichung werden im Folgenden einige ausgewählte Kooperationen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik mit ihren jeweiligen Akteuren aufgeführt:

### *Zusammenarbeit von Hochschulen & Industrie*

Seit der Gründung 1995 hat die FuE-Zentrum FH Kiel GmbH über 1.000 private und öffentliche Projekte abgewickelt. Rund 150 Unternehmen wie bspw. Airbus und BMW Oracle Racing, Dräger und Jungheinrich sowie Senvion und thyssenkrupp Marine Systems GmbH gehören zu den Projektpartnern. Ziel der Einrichtung ist es, wissenschaftliches Know-how mit unternehmerischem Forschungs- und Entwicklungsbedarf zusammenzubringen. Dafür steht neben den ausgewiesenen Fachkompetenzen der Professoren die umfangreiche technische Ausstattung der FH Kiel und anderer Hochschulen in Schleswig-Holstein zur Verfügung.<sup>87</sup>

Zwischen den Forschungsinstitutionen in Schleswig-Holstein und Umgebung, die sich mit Batterietechnologien beschäftigen, findet regelmäßiger Austausch statt. Dieser umfasst bspw. die Beantragung und Durchführung gemeinsamer Projekte. So sollen etwa im Landesprojekt „Power400“ unter anderem Hochleistungsspeicher von der Zelle bis zum System entwickelt werden. Diese in Kooperation zwischen dem Fraunhofer ISIT, der Fachhochschule Kiel, der Technischen Hochschule Lübeck, Custom Cells Itzehoe GmbH und der Netz Lübeck AG entwickelten Bauteile sollen sowohl in E-Fahrzeugen als auch in stationären Pufferspeichern für Hochleistungsladestationen zum Einsatz kommen.

### *MagS (Entwicklung und Herstellung von wieder aufladbaren Magnesium-Schwefel-Batterien)*

MagS ist ein Verbundprojekt mit dem Ziel der Akzeptanz von Batteriezellen als echte Alternative zum Verbrennungsmotor. Der Fokus liegt dabei auf Verbesserung der Energie-

---

<sup>86</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., abgerufen am 15.03.2019 von [https://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Redaktion/DE/Standardartikel/Cluster\\_Laender/schleswig-holstein\\_lang.html](https://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Redaktion/DE/Standardartikel/Cluster_Laender/schleswig-holstein_lang.html)

<sup>87</sup> EKHS - Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH, 2018, „Energieforschung in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 15.03.2019 von [https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/publikationen/Broschuere\\_Energieforschung\\_Final\\_Download\\_0205.pdf](https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/publikationen/Broschuere_Energieforschung_Final_Download_0205.pdf), S.27

dichte und Sicherheit der Zellen sowie einer Reduktion der Herstellungskosten. Um dies zu erreichen, wird versucht Aktivmaterialien der Lithium-Ionen-Technologie durch günstigere Komponenten mit höherer Speicherkapazität zu ersetzen.<sup>88</sup>

Teilpartner dieses Projektes sind die in Schleswig-Holstein ansässigen Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen Fraunhofer ISIT und CustomCells Itzehoe GmbH.<sup>89</sup>

### *Zusammenarbeit zwischen angewandter Forschung & Industrie*

HiPoLiT ist ein weiteres Verbundprojekt mit dem Ziel schnellladefähige Lithium-Energiespeicher mit verbesserter Energiedichte für den Einsatz in modularen Unterstützungs- und Antriebskonzepten zu erforschen. Teilpartner dieses Projektes sind das Fraunhofer ISIT sowie Liacon Batteries GmbH.<sup>90</sup>

Durch Clusterbildung bündelt das Land Schleswig-Holstein seine vorhandenen Kompetenzen im Bereich der erneuerbaren Energien. Durch die Unterstützung von Wirtschaft und Wissenschaft durch die Politik kann das Ziel der „intelligenten Spezialisierung“ effizienter und schneller vorangetrieben werden. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, dass sich das Land und die Region Westküste z.B. durch zukunftsweisende Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien, zu einem nationalen und internationalen Innovationszentrum entwickelt.

### *Reallabore*

Als gutes Beispiel der Vernetzung von Wissenschaft und Industrie in Schleswig-Holstein können die Wasserstoff-Reallabore (vgl. Abschnitt 3.3) sowie das Reallabor für "resiliente, integrierte und systemdienliche Energieversorgungssysteme im städtischen Bestandsquartier unter vollständiger Integration erneuerbarer Energien (QUARREE100) – Reallabor Rüsdorfer Kamp" in Heide aufgeführt werden. Ziel des Vorreiterprojektes ist es, dass das Stadtquartier „Rüsdorfer Kamp“ seine Wärme als auch die elektrische Energie zu einhundert Prozent aus erneuerbaren Energien deckt. Dies soll unter anderem durch die Nutzung vor Ort und in der näheren Umgebung produzierten Windenergie ermöglicht werden.<sup>91</sup>

### *Industrie als potentieller Abnehmer/Auftraggeber für Forschung und Entwicklung*

Eine weitere Möglichkeit der Vernetzung ergibt sich durch die in Schleswig-Holstein und der Region Westküste ansässigen Unternehmen im Bereich der Batteriezellen und Speichertechnologien. Wenn kleine bis mittelständige Unternehmen über keine oder nur begrenzte eigene Kapazitäten im Bereich Forschung und Entwicklung verfügen, können diese ihre Forschungsprojekte an ansässige Hochschulen oder Institute vergeben. Durch die Möglichkeit auf dieses Wissen zuzugreifen, können die Unternehmen ihre innovativen Ideen schneller realisieren und zur Marktreife entwickeln.

---

<sup>88</sup> Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien e. V. (KLiB), o.D., „MagS: Entwicklung einer Mg-S-Batterie“, abgerufen am 15.03.2019 von <https://batterie-2020.de/projekte/forschungsfelder/zukuenftige-batteriesysteme/mags-entwicklung-einer-mg-s-batterie/>

<sup>89</sup> Batterieforum Deutschland, o.D., „Projektdatenbank“, abgerufen am 15.03.2019 von <http://www.batterieforum-deutschland.de/projektdatenbank/>

<sup>90</sup> Ibid.

<sup>91</sup> Maksimenko A., 2018, „Heide: Wohnquartier als Reallabor“, Energate Messenger, abgerufen am 22.03.2019 von <https://www.energate-messenger.de/news/183770/heide-wohnquartier-als-reallabor>

### *Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB)*

Die mögliche Ansiedlung der FFB in Itzehoe bringt weiteres Potential für die Vernetzung von Industrie und Forschung mit sich. Hier kann in direkter Zusammenarbeit mit der Industrie auf die zukünftigen Anforderungen an Batteriezellen eingegangen werden, wodurch eine zielgerichtete Forschungsproduktion entsteht und Produkte gleichzeitig Abnehmer finden. Unternehmen könnten ohne hohe Eintrittsbarrieren die Entwicklung neuer Batteriezellfertigungs-konzepte und deren Umsetzung in die industrielle Produktion (einschl. neuer Materialien, Fertigungsverfahren, Prozesstechnologien und Fertigungsanlagen sowie Evaluierung der Skalierbarkeit) erproben.<sup>92</sup>

---

<sup>92</sup> Fraunhofer-Gesellschaft, 2019, „Standortbewerbungsprozess „Forschungsfertigung Batteriezelle“ (Anmerkung: Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Analyse ist die Standortauswahl noch nicht abgeschlossen)

## 3.6 Zugang zu Fachkräften

### Verfügbarkeit von Fachkräften

Die Verfügbarkeit von Fachkräften in Zeiten des Fachkräftemangels in Deutschland und Europa ist ein wesentlicher Standortfaktor, bei dem die Region Westküste im Vergleich zu anderen Regionen in Deutschland Vorteile aufweisen kann. Das zugehörige Einzugsgebiet umfasst das Land Schleswig-Holstein sowie die Freie und Hansestadt Hamburg. In der Forschung, Entwicklung und Produktion von Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien werden Fachkräfte aus Hochschulen und Ausbildungsbetrieben benötigt.<sup>93</sup> Daher wird im folgenden Abschnitt ein Überblick über die Hochschullandschaft im Einzugsgebiet mit den für Batteriezellen und Speichertechnologien relevanten Studiengängen gegeben. Darüber hinaus werden Berufsausbildungsfelder, welche für die Produktion und Forschung von Batteriezellen und Speichertechnologien notwendig sind, dargestellt.

Die folgende Karte zeigt das Einzugsgebiet für Fachkräfte um Schleswig-Holstein. Im Land waren 2017 rund 1.368.000 Personen erwerbstätig und steht als potentieller Mitarbeiterpool für die Unternehmen zur Verfügung.<sup>94</sup> Davon waren 181.000 im produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) und 394.000 im Bereich Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation tätig.<sup>95</sup> Das Einzugsgebiet umfasst weiterhin die Metropole Hamburg mit rund 1.221.600 erwerbstätigen Personen.<sup>96</sup>

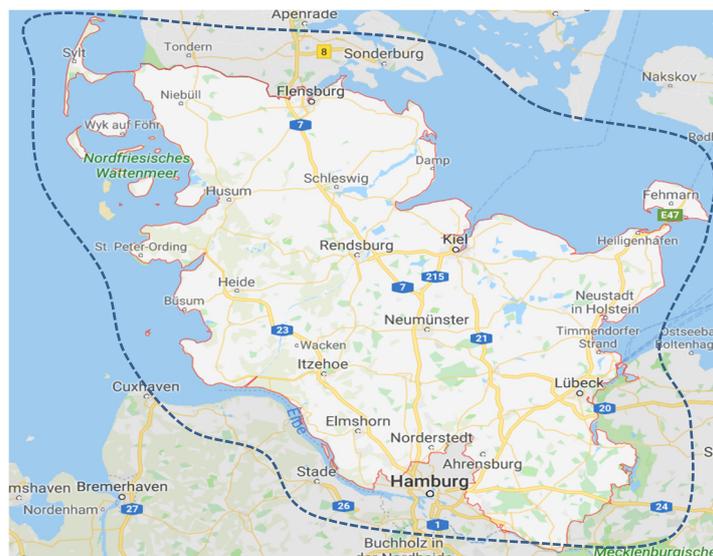


Abbildung 23: Ausgewähltes Einzugsgebiet für Fachkräfte in Schleswig-Holstein

<sup>93</sup> Agentur für Erneuerbare Energien, 2014, „Arbeitsmarkt“, abgerufen am 14.03.2019 von <https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/erneuerbare-karriere/arbeitsmarkt/arbeitsmarkt-energiewende>

<sup>94</sup> Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2018, „Statistisches Jahrbuch Schleswig-Holstein 2017/2018“, abgerufen am 25.03.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Jahrbc3%BCcher/Schleswig-Holstein/JB18SH\\_06.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Jahrbc3%BCcher/Schleswig-Holstein/JB18SH_06.pdf)

<sup>95</sup> Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2018, „Statistisches Jahrbuch Schleswig-Holstein 2017/2018“, abgerufen am 25.03.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Jahrbc3%BCcher/Schleswig-Holstein/JB17SH\\_GESAMT.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Jahrbc3%BCcher/Schleswig-Holstein/JB17SH_GESAMT.pdf), S112

<sup>96</sup> Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2017, „Erwerbstätige in Hamburg 2016“, abgerufen am 25.03.2019 von <https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/dokumentenansicht/erwerbstaetige-in-hamburg-2016-59317/>

### Angebot an Fachkräften im Bundesland

Der folgende Abschnitt veranschaulicht die Hochschullandschaft in Schleswig-Holstein mit den für Speichertechnologien relevanten Studiengängen sowie der erwarteten Anzahl an Absolventen zur Darstellung der Verfügbarkeit von Fachkräften. Darüber hinaus werden die relevanten Berufsausbildungsfelder aufgeführt, welche für die Produktion und Forschung von Batteriezellen notwendig sind.

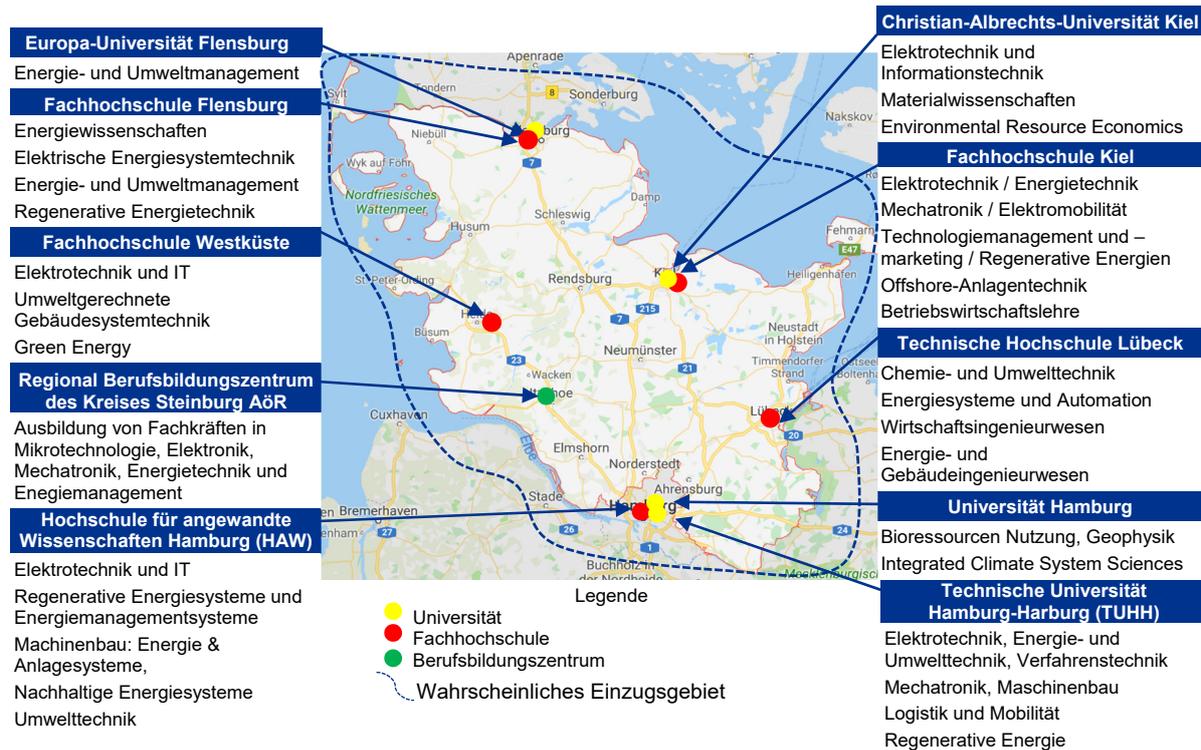


Abbildung 24: Hochschulen und ausgewählte Studiengänge im näheren Einzugsgebiet

### Universitäre Ausbildung

Im Einzugsgebiet werden an sechs Hochschulen in Schleswig-Holstein und drei Hochschulen in Hamburg zahlreiche relevante Studiengänge angeboten. Mit 500 bis 600 Hochschulabsolventen jährlich in Schleswig-Holstein im Bereich Batteriezellen und Speichertechnologien besteht eine solide Basis zur Deckung des Fachkräftebedarfs (vgl. Abbildung 20). Die angebotenen Studiengänge reichen von „Green Energy“ über Elektro- und Energietechnik bis hin zu Automatisierung und Digitalisierung. An den sechs Hochschulen in Schleswig-Holstein werden über 26 relevante Studiengänge im Bereich der erneuerbaren Energien angeboten.

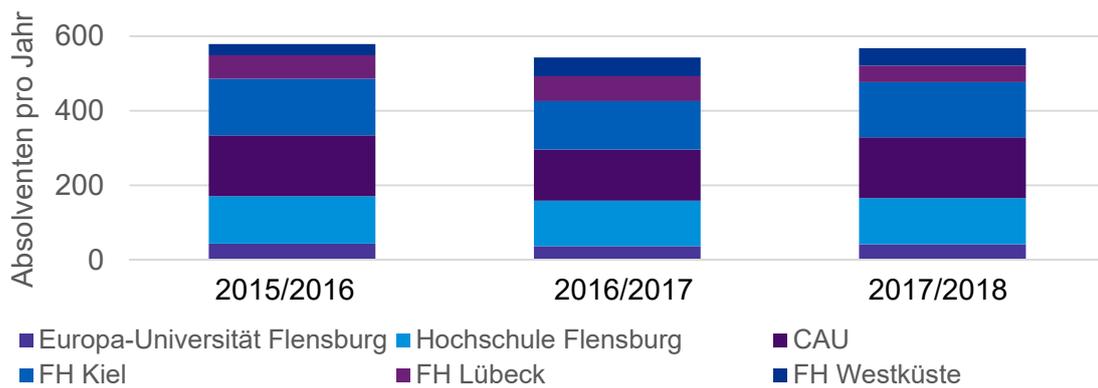


Abbildung 25: Anzahl Absolventen themenbezogener Studiengänge in Schleswig-Holstein (Auswahl) <sup>97</sup>

Dazu stehen im benachbarten Hamburg ca. 750 Absolventen der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) sowie ca. 3000 Absolventen der HAW in relevanten Ingenieurwissenschaften zur Verfügung. Zusätzlich schließen pro Jahr ca. 1.000 Studenten an der Universität Hamburg in wissenschaftlichen Bereichen ein Bachelor- oder Masterstudium ab.

Die Einrichtung weiterer Studiengänge mit Fokus auf Batteriespeicher ist im Zusammenhang mit der Bewerbung für die FFB in Itzehoe von der FH Kiel und der CAU grob konzipiert worden. Diese zusätzlichen Fächer wären an der CAU eine ideale Ergänzung des geplanten Schwerpunktes „erneuerbare Energien“. Darüber hinaus könnten Vorlesungen oder Zertifizierungsprogramme zusammen mit dem Graduiertenzentrum der CAU angeboten werden. Eine solche Verknüpfung von Forschung und Lehre ermöglicht eine erheblich stärkere Nutzung des Potentials des wissenschaftlichen Nachwuchses in Schleswig-Holstein und trägt zudem zur Ausbildung neuer Fachkräfte in diesem Gebiet bei.

### Berufsausbildung

Die Landkreise in der Region Westküste, Pinneberg, Dithmarschen, Nordfriesland und Steinburg, bieten 15 berufsbildende Schulen und damit zahlreiche Ausbildungsmöglichkeiten für zukünftige Fachkräfte.<sup>98</sup> Besonders hervorzuheben ist mit Hinblick auf Batteriespeicher und alternative Speichertechnologien das „Regionale Berufsbildungszentrum des Kreises Steinburg AöR“ (RBZ) in Itzehoe. Dieses fungiert insbesondere als überregionale Berufsschule und Bildungseinrichtung für die Mikro- und Nanotechnologiebranche u.a. mit Schwerpunkt in Dünnschichttechnik, Werkstoffanalyse sowie Automatisierungstechnik. Aktuell wird ergänzend eine Machbarkeitsuntersuchung für ein „Bildungszentrum Mikrotechnologien / Speichertechnologien“ als Kooperation des RBZ und des ISIT erstellt. Eine Ausrichtung auf die Bedürfnisse der FFB ist hierbei denkbar.

Folgende Fachkräfte werden im RBZ bereits jetzt ausgebildet:

- **Produktionsmitarbeiter** / Maschinen- und Anlagenführer mit Schwerpunkt in der Dünnschicht- und Batteriezellenfertigung,

<sup>97</sup> EKSH, 2018 „Energieforschung in Schleswig-Holstein“, 3. Auflage 2018, abgerufen am 14.03.2019 von [https://www.eksh.org/uploads/tx\\_ns/Broschuere\\_Energieforschung\\_Download\\_1605.pdf](https://www.eksh.org/uploads/tx_ns/Broschuere_Energieforschung_Download_1605.pdf), S.8 ff

<sup>98</sup> Statistikamt Nord, 2019; „Verzeichnis der berufsbildenden Schulen in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 17.06.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V\\_B\\_18-19\\_\\_INTERNET.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V_B_18-19__INTERNET.pdf)

- **Mitarbeiter** für die **Automatisierungstechnik** und den **Service** an Produktions- und Fertigungsanlagen der Dünnschicht- und Batteriezellenfertigung wie Mechatroniker, Elektroniker und Industriemechaniker,
- Mitarbeiter für die **Prozess- und Produktentwicklung** sowie die **Analyse** mit Schwerpunkt in der Dünnschicht- und Batteriezellenfertigung/-entwicklung (auch mit chem. Schwerpunkt) wie Mikrotechnologien, Produktionstechnologen und Werkstoffprüfer,
- **Spezialisten** auf **Bachelorniveau** in der Dünnschichttechnik und speziell für die Batteriezellenfertigung und allen damit zusammenhängenden Technologiefeldern bspw. Techniker Mechatronik mit Schwerpunkt Mikrotechnologien.

Damit bietet der Raum Itzehoe mit bereits ausgebildeten und zukünftigen Fachkräften einen idealen Grundstock für technische Unternehmen in Speichertechnologien. Neben dem RBZ in Itzehoe, welches insgesamt 48 Ausbildungsberufe anbietet, werden in den weiteren berufsbildenden Schulen der Region u.a. die folgenden Ausbildungsgänge mit Relevanz für Batterie- und Speichertechnologien angeboten: Industriemechaniker, Werkzeugmechaniker, Mechatroniker, Mikrotechnologe, Werkstoffprüfer der Fachrichtung Halbleitertechnik, Verfahrensmechaniker, Beschichtungstechnik, Verfahrenstechnik / Kunststofftechnik, Konstruktionsmechaniker, Elektroniker, Elektroniker (Automatisierungstechnik), Chemikant/-Chemielaborant und Fachinformatiker für Systemintegration.

## 4 Förderstruktur zu Energiespeichern

Im folgenden Kapitel werden Fördermöglichkeiten für Batteriezellen, Batteriespeicher und alternative Speichertechnologien vorgestellt, die zur Realisierung der im vorstehenden Kapitel dargestellten Potenziale beitragen können. Die nachfolgende Übersicht stellt ausgewählte Förderprojekte dar und gliedert sie nach den Fördermittelgebern Europäische Union, Bundesrepublik Deutschland und Land Schleswig-Holstein.

Fördermittelgeber	Fördermöglichkeiten: Batteriezellen, Batteriespeicher und Alternative Speichertechnologien	Fördergeber
EU	Fazilität "Connecting Europe" (CEF)	Exekutivagentur Innovation und Netzwerke (INEA); Europäische Kommission
	Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)	Europäische Investitionsbank (EIB)
Bund	Industrielle Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung) - Interessensbekundungsverfahren	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH; DLR Projektträger
Land	Landesprogramm Wirtschaft - Förderung der Energiewende und von Umweltinnovationen (EUI-Richtlinie)	Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH)
	Förderrichtlinien und Grundsätze für Projekte der EKSH	Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH)

Abbildung 26: Fördermöglichkeiten

Die in der Abbildung 22 aufgeführten Förderprogramme mit Forschungsbezug zu Batterien, alternativen Speichertechnologien und Leistungselektronik werden nachfolgend näher erläutert:

### *Fazilität "Connecting Europe" (CEF)*

Durch die Fazilität „Connecting Europe“ (CEF) fördert die Europäische Union transeuropäische Projekte in den Bereichen Verkehr, Telekommunikation und Energie. Das Ziel ist es einen Beitrag zum intelligenten, nachhaltigem und integrativem Wachstum in der Europäischen Union nach der Strategie „Europa 2020“ zu leisten

Der Fokus liegt auf der Schließung von Verbindungslücken in der Europäischen Union im Bereich Verkehr und fördert daher die Entwicklung, Errichtung neuer sowie den Ausbau vorhandener Infrastrukturen und Dienst (vgl. Anhang A4.1 für weitere Details).

### *Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)*

Der Europäische Energieeffizienzfond fördert Projekte aus dem Bereich der Energieeffizienz und erneuerbare Energien in Form eines Darlehens. Es werden Projekte unterstützt, die dazu beitragen, bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 Prozent zu senken, die Nutzung erneuerbarer Energien um 20 Prozent zu erhöhen und den Energieverbrauch durch Energieeffizienzmaßnahmen um 20 Prozent zu verringern. Das für die Förderung im Rahmen

des EEEF infrage kommende Projekt muss ein Finanzvolumen von mindestens 5 Millionen Euro aufweisen. Als Obergrenze gilt ein Richtwert von 25 Millionen Euro (vgl. Anhang A4.2 für weitere Details).

#### *Industrielle Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung) – Interessensbekundungsverfahren*

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert Projekte aus dem Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien in Form eines Darlehens. Beispielsweise werden Projekte zu stationären Energiespeicher (Batteriezellfertigung) gefördert. Die Förderung kann in Form von rückzahlbaren Vorschüssen, Darlehen, Garantien oder Zuschüssen gewährt werden (vgl. Anhang A4.3 für weitere Details).

#### *Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität: „BMBF-Förderung „Batterie“*

Das BMBF fördert Projekte der Batterieforschung. Die Batterietechnologie als eine mögliche Art der Energiespeicherung wird mit Blick auf die verschiedenen Anwendungsbereiche - von der stationären Energiespeicherung bis hin zur Elektromobilität - mit verschiedenen Maßnahmen gefördert. Das BMBF unterstützt den akademischen Wissensaufbau im Bereich der Batteriematerialien und Prozesstechnologien von Batteriezellen (vgl. Anhang A4.4 für weitere Details).

#### *Landesprogramm Wirtschaft - Förderung der Energiewende und der Umweltinnovationen (EUI-Richtlinie)*

Die Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH) fördert Projekte aus dem Bereich Energieeffizienz & erneuerbare Energien in Form eines Zuschusses. Es werden Projekte mit Schwerpunkten wie beispielsweise die Entwicklung von Energieerzeugungsanlagen für erneuerbare Energien, Verbesserung von Einspeisung erneuerbarer Energien in die Strom- und Wärmenetze und Netzstabilität bzw. Effizienzsteigerung, Entwicklung intelligenter Energieverteilungssysteme, Integration erneuerbarer Energien in den Markt, regionaler Einsatz von Speichertechnologien, nachhaltiger Ausbau erneuerbarer Energien, Verbesserung von Regelbarkeit, Wirkungsgrad und Verfügbarkeit von erneuerbaren Energie-Erzeugungsanlagen, Senkung des Energieverbrauchs in Produktionsprozessen und Elektromobilität gefördert. Das gesamte Projektvolumen soll 150.000 Euro nicht unterschreiten. Die Höhe der Förderung beträgt 80 % bis 90 % der förderfähigen Kosten (vgl. Anhang A4.5 für weitere Details).

#### *Förderrichtlinien und Grundsätze für Projekte der EKSH*

Die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH) fördert Projekte aus dem Bereich Energieeffizienz & erneuerbare Energien in Form eines Zuschusses. Es werden Projekte in den Bereichen Energie und Umweltschutz wie beispielsweise die Energieproduktion und Klimaschutz (Interaktion von erneuerbaren Energien, Energiewandlung und -speicherung, Energieeffizienz, nachhaltige Mobilität) gefördert. Die Höhe der Förderung ist abhängig von der zu fördernden Maßnahme und kann bis zu 100 % der förderfähigen Kosten betragen (vgl. Anhang A4.6 für weitere Details).

## 5 Soziale Erfolgsfaktoren in der Region Westküste

Für die erfolgreiche Ansiedlung von Zukunftstechnologien sind nicht nur technische und wirtschaftliche Faktoren relevant. Soziale Faktoren sind ausschlaggebend für die Attraktivität und Lebensqualität einer Region und damit beispielsweise für das erfolgreiche Anwerben guter Fachkräfte. Im Folgenden werden ausgewählte soziale Erfolgsfaktoren für die Region Westküste dargestellt und erläutert.

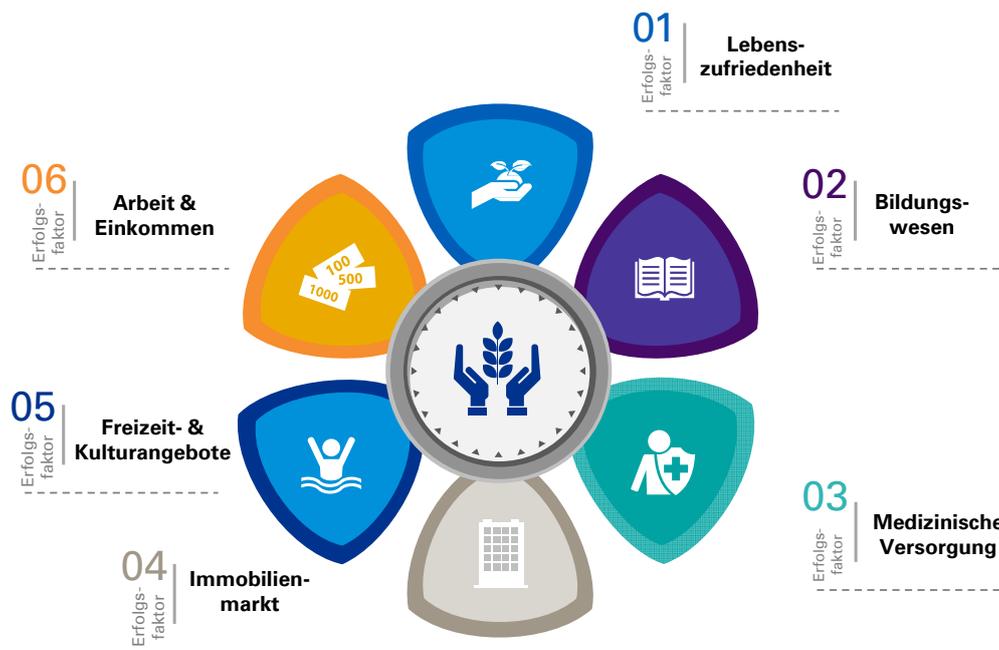


Abbildung 27: Ausgewählte soziale Erfolgsfaktoren

### Lebenszufriedenheit

Entsprechend des Glücksatlas 2018, der jährlich von der Deutschen Post vorgestellt wird, leben die zufriedensten Menschen Deutschlands in Schleswig-Holstein. Dieses seit 2011 federführend durch Prof. Bernd Raffelhüschen von der Universität Freiburg erstellte Glücksrating der Regionen in Deutschland basiert auf aktuellen Daten IfD Allensbach und des Sozio-ökonomischen Panels (SOEP). Die Menschen im Land zwischen den Meeren bewerten ihre Lebenszufriedenheit mit 7,44 Punkten auf einer Skala von 0 bis 10 Punkten. Der deutsche Durchschnitt liegt im Vergleich bei nur 7,05 Punkten. Zum sechsten Mal in Folge schneidet Schleswig-Holstein auf der Spitzenposition in jeder der vier Unterkategorien „Arbeit“, „Einkommen“, „Gesundheit“ und „Wohnen/Freizeit“ überdurchschnittlich ab. Besonders hervorgehoben von der Studie werden die niedrige Pflegequote von Senioren, die hohe regionale Attraktivität und die Nähe zu Dänemark, dem „glücklichsten Land Europas“. <sup>99</sup>

<sup>99</sup> Deutsche Post Glücksatlas, 2018, „Glücksatlas“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.gluecksatlas.de/>

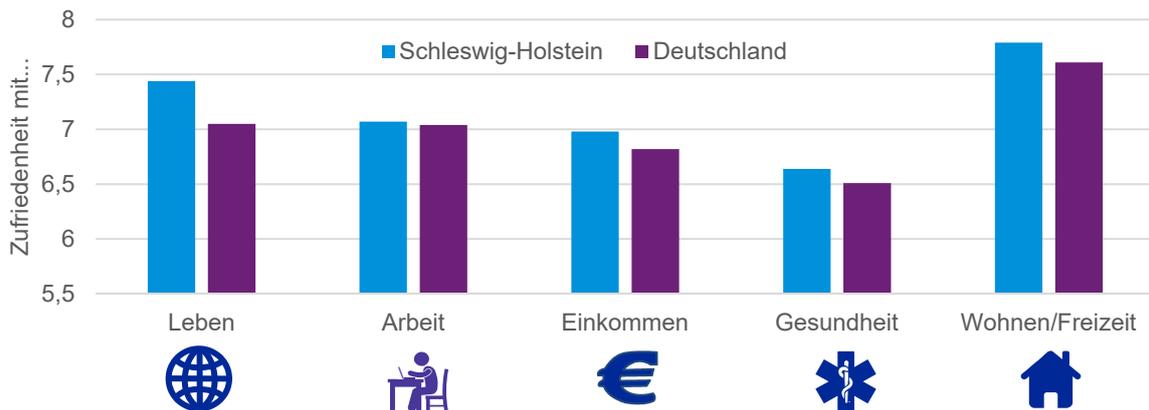


Abbildung 28: Zufriedenheitswerte verschiedener Bereiche im Vergleich Schleswig-Holstein und Deutschland

Die hohe Lebenszufriedenheit wird durch die Zahlen zum Wanderungssaldo der Region Westküste bestätigt. Zum einen lässt sich ein klarer Anstieg der Zuzüge in die Region Westküste seit 2012 erkennen. Zum anderen übersteigt die Zahl der Neuzuzügler die Fortgänge der letzten 6 Jahre.<sup>100</sup>

### Bildungswesen

Das Land Schleswig-Holstein rangiert im INSM Bildungsmonitor 2018, einer bundesweiten Vergleichsstudie, auf Rang 10 der 16 Bundesländer und hat sich im Fünfjahresvergleich verbessert.<sup>101</sup> Im Dynamikranking, welches anzeigt, wie stark sich ein Bundesland im Jahresvergleich verbessert oder verschlechtert hat, belegt das Land Schleswig-Holstein den sechsten Platz.



Abbildung 29: Übersicht ausgewählter relevanter Bildungsinstitutionen

Vor allem in den Bereichen „Internationalisierung“, „Bildungsarmut“ und „Betreuungsbedingungen“ kam es zu großen Verbesserungen zwischen 2013 und 2018. In der Region Westküste sind die drei Hochschulen „Fachhochschule Wedel“, „Nordakademie Hochschule der Wirtschaft“ und „Fachhochschule Westküste“ angesiedelt. Außerdem befinden sich in der

<sup>100</sup> Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.statistik-nord.de/>

<sup>101</sup> INSM, o.D., „INSM-Bildungsmonitor 2018: Schleswig-Holstein liegt auf Rang 10 und schneidet im Bereich Digitalisierung unterdurchschnittlich ab“ abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.insm-bildungsmonitor.de/pdf/bildungsmonitor-18-schleswig-holstein.pdf>

Region Westküste 118 Grundschulen, 21 Förderzentren, 28 Gymnasien und 70 Gemeinschaftsschulen.<sup>102</sup>

### *Medizinische Versorgung*

Im bundesweiten Vergleich der Ärztedichte belegt das Land Schleswig-Holstein mit 215 Einwohnern pro berufstätigem Arzt im Jahr 2018 Platz 8.<sup>103</sup> Um die Versorgung weiterhin zu gewährleisten, wurden innovative Projekte auf den Weg gebracht, wie beispielsweise die betreute Unterbringung für Menschen mit Demenz auf Bauernhöfen.<sup>104</sup> Außerdem hat das Land einen Krankenhausplan initiiert, um die Krankenhäuser im Land zu stärken.<sup>105</sup> Nach Zahlen des Deutschen Krankenhausverzeichnisses besitzt das Land Schleswig-Holstein zudem bezogen auf die Einwohnerzahlen die zweitmeisten Krankenhäuser im bundesweiten Vergleich<sup>106</sup>. Bereits heute ist die Versorgung der Bevölkerung mit Gesundheitsdienstleistungen in den ländlichen Räumen Schleswig-Holsteins schwierig. Vor dem Hintergrund der demographischen Entwicklung und den sich heute abzeichnenden negativen Tendenzen in der ambulanten Krankenversorgung wird sich dieser Zustand voraussichtlich weiter negativ entwickeln. Mit Bezug dazu haben die Kreise Dithmarschen und Steinburg das Projekt „Verbesserung der regionalen Gesundheitsversorgung im westlichen Schleswig-Holstein, Gesundheitsversorgung im ländlichen Raum 2020“ ins Leben gerufen. Ziel dieses Projekts ist es, für die durch Überalterung und rückläufige Bevölkerungszahlen geprägte Region Dithmarschen/Steinburg die in den nächsten Jahren rapide steigende Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistung bei gleichzeitiger rückläufiger Anbieterzahl durch Zusammenführen der ambulanten und stationären Versorgungsbereiche und Anbieter zu bewältigen. In einem vom Institut für Gesundheitssystemforschung moderierten Prozess unter Beteiligung von Vertreterinnen und Vertretern der Kassenärztinnen/-ärzte, der Kliniken, der Kostenträger, der Kassenärztlichen Vereinigung und der Rettungsdienste wird ein kurzfristig umsetzbares Konzept einer integrierten Gesundheitsdienstleistung für die Region Dithmarschen/Steinburg erarbeitet.<sup>107</sup>

### *Immobilienmarkt*

Laut der Studie „Wohnungsmarktprognose 2030 für Schleswig-Holstein“ bestehen in den größten Teilen des Landes Schleswig-Holstein entspannte und ausgeglichene

---

<sup>102</sup> Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019, „Verzeichnis der allgemeinbildenden Schulen in Schleswig-Holstein 2018/2019“, abgerufen am 17.06.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V\\_A\\_18-19\\_\\_INTERNET.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V_A_18-19__INTERNET.pdf)

<sup>103</sup> Statista, 2019, „Ärztedichte in Deutschland nach Bundesländern in den Jahren 2014 bis 2018“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158847/umfrage/arztdichte-in-deutschland-seit-2009/>

<sup>104</sup> Schleswig-Holstein, o.D., „Projekte“, abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/gesundheitsland/gesundheitsland\\_Projekte.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/gesundheitsland/gesundheitsland_Projekte.html)

<sup>105</sup> Schleswig-Holstein, 2016, „Krankenhäuser im Land stärken“ abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VIII/\\_startseite/Artikel/161213\\_KKHPlan.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VIII/_startseite/Artikel/161213_KKHPlan.html)

<sup>106</sup> Deutsches Krankenhausverzeichnis, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.deutsches-krankenhaus-verzeichnis.de/suche/Regional.html>

<sup>107</sup> Ministerium für Arbeit, Soziales und Gesundheit des Landes Schleswig-Holstein, 2018, „Gesundheitsland Schleswig-Holstein – Jahrbuch 2017/2018“, abgerufen am 17.06.2019 von [https://www.dsn-online.de/fileadmin/user\\_upload/references-pdf/Jahrbuch\\_Gesundheitsland\\_SH\\_2018.pdf](https://www.dsn-online.de/fileadmin/user_upload/references-pdf/Jahrbuch_Gesundheitsland_SH_2018.pdf)

Wohnungsmarktverhältnisse.<sup>108</sup> Das gilt auch für die Region Westküste. Die Grundstückspreise liegen im Jahr 2019 in den Städten der Westküste zwischen etwa 80 Euro/m<sup>2</sup> in Heide oder Brunsbüttel und rund 205 Euro/m<sup>2</sup> in Itzehoe. Damit sind sie zwischen 67 und 20 Prozent niedriger als der schleswig-holsteinische Durchschnitt von etwa 245 Euro/m<sup>2</sup>. Selbst die teuersten Flächen sind weniger als ein Drittel so teuer wie diejenigen im angrenzenden Hamburg mit einem Durchschnittspreis von etwa 750 Euro/m<sup>2</sup>.<sup>109</sup> Bei den Mietpreisen ergeben sich ähnliche relative Vergleichszahlen. Während der monatliche Durchschnittspreis in Itzehoe 6,94 Euro/m<sup>2</sup> sowie in Heide und Brunsbüttel jeweils 5,90 Euro/m<sup>2</sup> beträgt, beläuft sich die Durchschnittsmiete in Schleswig-Holstein auf 8,50 Euro/m<sup>2</sup>.<sup>110</sup> In Hamburg liegen die Mietpreise mit durchschnittlich pro Monat 13,33 Euro/m<sup>2</sup> deutlich darüber.<sup>111</sup>

### Freizeit- und Kulturangebote

Die Region Westküste zeichnet sich durch ein vielfältiges Kultur- und Freizeitangebot mit rund 1.700 Ausflugszielen aus. Hierzu zählen unter anderem Festivals, sieben Tierparks, 84 Freizeitorte sowie 364 Destinationen für Sportbegeisterte.<sup>112</sup>



Abbildung 30: Ausgewählte Beispiele für das vielfältige Kultur- und Freizeitangebot in der Region Westküste

Aufgrund seiner Lage an der Nordsee bietet die Region Westküste eine Vielzahl an Inseln, Badestränden und Wassersportmöglichkeiten. Nach Mecklenburg-Vorpommern und Bayern ist Schleswig-Holstein das beliebteste deutsche Reiseziel mit über 34 Millionen touristischen

<sup>108</sup> Schleswig-Holstein, 2017, „Wohnungsmarktprognose 2030 für Schleswig-Holstein“ abgerufen am 17.06.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wohnen/Downloads/Wohnraum/Wohnungsmarktprognose2030.html>

<sup>109</sup> HNA, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://immo.hna.de/immobilienpreise/detail.aspx?geoid=10801061046,108020,10801&etype=3&esr=1&tab=orte>

<sup>110</sup> Wohnungsbörse.net, 2019, „Mietspiegel Itzehoe“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.wohnungsboerse.net/mietspiegel-Itzehoe/8812>

<sup>111</sup>Wohnungsbörse.net, 2019, „Mietspiegel Hamburg“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.wohnungsboerse.net/mietspiegel-Hamburg/3195>

<sup>112</sup> Outdooractive, o.D., „Die schönsten Ausflugsziele in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 17.06.2019 von <https://www.outdooractive.com/de/ausflugsziele/schleswig-holstein/die-schoensten-ausflugsziele-in-schleswig-holstein/21881534/>

Übernachtungen im Jahr 2018.<sup>113</sup> Besonders hervorzuheben ist dabei das als UNESCO Weltnaturerbe ausgezeichnete Schleswig-Holsteinische Wattenmeer.

*Exkurs: Nationalpark Wattenmeer in Schleswig-Holstein<sup>114</sup>*

Die Region Westküste in Schleswig-Holstein ist durch den „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“ geprägt, der von der deutsch-dänischen Seegrenze im Norden bis hin zur Elbmündung im Süden reicht und UNESCO Weltnaturerbe ist. Hauptnutzungen im Nationalpark sind der Tourismus sowie die Fischerei auf Krabben und Miesmuscheln. Zum Ökosystem des Wattenmeers gehört nicht nur das Watt, sondern auch die Salzwiesen, Dünen, Strände und Geestkliffs sowie die fünf Nordfriesischen Inseln und zehn Halligen.

Neben im gesamten Wattenmeer der Nordsee typischerweise vorkommenden Pflanzen- und Tierarten, finden sich im schleswig-holsteinischen Teil besonders viele Schweinswale, Brandgänse und Seegräser.<sup>115</sup>



Neben der Region Westküste sind ebenso die landschaftlich attraktiven Küstenlandschaften der naheliegenden Ostsee sowie Dänemarks mit ihren Freizeitangeboten hervorzuheben.

*Arbeit und Einkommen*

Die Menschen des Landes Schleswig-Holstein bewerten die Zufriedenheit mit ihren Arbeitsplätzen höher als der Durchschnittsdeutsche, obwohl die Gehälter circa 12 % unter dem Mittelwert liegen.<sup>116</sup> Sie sind mit ihrem Arbeitseinkommen im Vergleich zum Rest Deutschlands sogar zufriedener. Die geringe Leiharbeiterquote von nur 22,9 % kann als Indikator für die hohe Lebenszufriedenheit gesehen werden. Die Arbeitslosenquote liegt mit 6,0 % leicht über dem Bundesdurchschnitt von 5,7 %.<sup>117</sup>

<sup>113</sup> Tourismusverband Schleswig-Holstein e.V., o.D., „Zahlen, Daten, Fakten“, abgerufen am 17.06.2019 von <https://www.tvsh.de/zahlen-daten-fakten/>

<sup>114</sup> Nationalpark Wattenmeer, o.D., „Nationalpark und Tourismus“, abgerufen am 17.06.2019 von [www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/broschuere-nationalpark-und-tourismus.pdf](http://www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/broschuere-nationalpark-und-tourismus.pdf)

<sup>115</sup> Nationalpark Wattenmeer, 2019, abgerufen am 23.05.2019 von <https://www.nationalpark-wattenmeer.de>

<sup>116</sup> Arbeitsagentur, o.D., abgerufen am 23.05.2019 von <https://www.arbeitsagentur.de/news-zufriedenheit>

<sup>117</sup> Gehalt.de, 2018, „Gehaltsatlas 2018: In diesen Bundesländern verdienen Sie am besten“, abgerufen am 17.06.2019 von <https://www.gehalt.de/news/gehaltsatlas-2018>

## Ausschlussklausel

Die enthaltenen Informationen sind allgemeiner Natur und nicht auf die spezielle Situation einer Einzelperson oder einer juristischen Person ausgerichtet. Obwohl die Berichtsersteller bemüht sind, zuverlässige und aktuelle Informationen zu liefern, können sie nicht garantieren, dass diese Informationen so zutreffend sind wie zum Zeitpunkt ihres Eingangs oder dass sie auch in Zukunft so zutreffend sein werden. Niemand sollte aufgrund dieser Informationen handeln ohne geeigneten fachlichen Rat und ohne gründliche Analyse der betreffenden Situation.

Die in dieser Analyse enthaltenen Daten und Informationen ("Daten") wurden nicht von der KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft („KPMG“) geprüft. Es handelt sich hierbei teilweise um öffentlich zugängliche Daten. KPMG übernimmt deshalb keine Gewähr oder Haftung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der in dieser Analyse enthaltenen Daten.

Die Analyse wurde am 18. Juni 2019 abgeschlossen. Dementsprechend berücksichtigt diese Analyse weder Ereignisse, die nach diesem Zeitpunkt eingetreten sind, noch deren Auswirkungen auf diesen Analyseninhalt.

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route
Al	Aluminium
BAB	Bundesautobahn
BauGB	Baugesetzbuch
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMS	Batterie-Management-System
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
CAU	Christian Albrechts Universität
CCI	Custom Cells Itzehoe
CCP	ChemCoast Park
CNC	Computerized Numerical Control
Cu	Kupfer
DESY	Deutsches Elektronen-Synchrotron
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EoL	End-of-Life (altersbedingtes Nutzungsende einer Zelle)
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EFRE	Europäischen Fonds für regionale Entwicklung
ENKO	Energie intelligent koordinieren
ERP	Enterprise Resource Planning
EKSH	Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein
FFB	Forschungsfertigung Batterie zelle
GMSH	Gebäudemanagement Schleswig-Holstein
GRW	Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur
IHK	Industrie- und Handelskammern
ISIT	Institut für Siliziumtechnologie
IZET	Innovationszentrum Itzehoe
KiNSIS	Kiel Nano, Surface and Interface Science
KIT	Karlsruhe Institute of Technology
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LBO	Landesbauordnung
LFP	Lithiumeisenphosphat (Kathodenmaterial)
LoI	Letter of Intent
LPW	Landesprogramm Wirtschaft
LTO	Lithiumtitanat (Anodenmaterial)
MEMS	Micro Electro Mechanical Systems
MES	Manufacturing Execution System
NMP	N-Methyl-pyrrolidon
NINA	Norddeutschen Initiative Nanotechnologie
NHN	Normalhöhennull
NMC	Lithium-Nickel-Mangan-Kobaltoxid (Kathodenmaterial)
OVG NRW	Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen
RBZ	Regionale Berufsbildungszentrum

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grad der Abdeckung elektronischen Stroms durch erneuerbare Energie (Deutschland)	1
Abbildung 2: Zusammenfassung zentraler Kompetenzen und Potenziale	1
Abbildung 3: Gegenwärtige Entwicklungen im Bereich Speichertechnologien	4
Abbildung 4: Leistungsumfang & Schwerpunktsetzung	6
Abbildung 5: Westküste Schleswig- Holsteins	7
Abbildung 6: Entladezeit und Kapazität ausgewählter Energiespeichertechnologien	8
Abbildung 7: Power-to-Gas – Technologie und mögliche Anwendungen	9
Abbildung 8: Zusammensetzung der Expertenkommission	11
Abbildung 9: Schleswig-Holstein als Tor zu Skandinavien	13
Abbildung 10: Übersicht der Straßenbauprojekte	14
Abbildung 12: Höchstspannungsstromtrassen in Schleswig-Holstein	18
Abbildung 13: Anbindung des Erdgasnetzes und der geplanten Wasserstoffpipeline an Schleswig-Holstein	19
Abbildung 14: Bruttostromerzeugung 2006, 2016, 2017, Bruttostromverbrauch 2016 und erwartete Stromerzeugung 2025	20
Abbildung 15: Potentielle Verwendung des Energieüberschusses und Verringerung der ungenutzten Strom-Produktionskapazitäten	21
Abbildung 16: Ausgewählte Energiespeicher-Projekte in der Region Westküste	22
Abbildung 17: Ausgewählte Energiespeichertechnologien	23
Abbildung 18: Abbildung einer Wertschöpfungskette für Batteriezellen	27
Abbildung 19: Auswahl von Unternehmen entlang der Batterie-Wertschöpfungskette in Schleswig-Holstein	28
Abbildung 20: Auswahl von Unternehmen entlang der Power-to-Gas-Wertschöpfungskette in Schleswig-Holstein	30
Abbildung 21: Auswahl bestehender Kompetenzen in der Wissenschaft in Schleswig-Holstein und der Region Westküste	31
Abbildung 22: Clusterung von Kompetenzzentren in Schleswig-Holstein	40
Abbildung 23: Ausgewähltes Einzugsgebiet für Fachkräfte in Schleswig-Holstein	46
Abbildung 25: Anzahl Absolventen themenbezogener Studiengänge in Schleswig-Holstein (Auswahl)	48
Abbildung 26: Fördermöglichkeiten	50
Abbildung 27: Ausgewählte soziale Erfolgsfaktoren	52
Abbildung 28: Zufriedenheitswerte verschiedener Bereiche im Vergleich Schleswig-Holstein und Deutschland	53
Abbildung 29: Übersicht ausgewählter relevanter Bildungsinstitutionen	53
Abbildung 30: Ausgewählte Beispiele für das vielfältige Kultur- und Freizeitangebot in der Region Westküste	55

## Anhang

### A1 Quellenverzeichnis

Agora Energiewende, 2014, „Stromspeicher in der Energiewende“, abgerufen am 12.03.2019 von [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2013/speicher-in-der-energiewende/Agora\\_Speicherstudie\\_Web.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2013/speicher-in-der-energiewende/Agora_Speicherstudie_Web.pdf)

Arbeitsagentur, o.D., abgerufen am 23.05.2019 von <https://www.arbeitsagentur.de/news-zufriedenheit>

Batterieforum Deutschland, o.D., „Batterieforum Deutschland“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.batterieforum-deutschland.de/kongress/>

Batterieforum Deutschland, o.D., „Projektdatenbank“, abgerufen am 15.03.2019 von <http://www.batterieforum-deutschland.de/projektdatenbank/>

Berkel M., 2019, „Gigabatterien sollen Stromnetz entlasten“, Spiegel Online, abgerufen am 21.03.2019 von <http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/netzausbau-gigabatterien-sollen-stromnetz-entlasten-a-1252422.html>

BINE Informationsdienst – ein Service von FIZ Karlsruhe, o.D., „Speicherpotenziale unter der Erde vermessen“, abgerufen am 13.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Angus.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Angus.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

Bundesnetzagentur, 2018, „Jahresbericht 2017 – Netze für die Zukunft“, abgerufen am 07.03.2019 von [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2018/JB2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2018/JB2017.pdf?__blob=publicationFile)

Brunsbrüttel Ports, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.brunsbuettel-ports.de/>

Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2019, „Batterieforschung und Transfer stärken – Innovationen beschleunigen Dachkonzept Forschungsfabrik Batterie“, abgerufen am 25.03.2019 von [https://www.bmbf.de/files/BMBF\\_Dachkonzept\\_Forschungsfabrik\\_Batterie\\_Handout\\_Jan2019.pdf](https://www.bmbf.de/files/BMBF_Dachkonzept_Forschungsfabrik_Batterie_Handout_Jan2019.pdf)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, o.D., „Der Breitbandatlas“, abgerufen am 21.03.2019 von <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/Breitbandausbau/Breitbandatlas-Karte/start.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., abgerufen am 15.03.2019 von [https://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Redaktion/DE/Standardartikel/Cluster\\_Laender/schleswig-holstein\\_lang.html](https://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Redaktion/DE/Standardartikel/Cluster_Laender/schleswig-holstein_lang.html)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2018, „7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung – Innovation Energiewende“, abgerufen am 06.06.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/Energieforschung/energieforschung-7-energieforschungsprogramm.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), o.D., „Erdgasversorgung in Deutschland“, abgerufen am 13.03.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/gas-erdgasversorgung-in-deutschland.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Speichertechnologien“ abgerufen am 25.03.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/speichertechnologien.html>

Christian-Albrechts-Universität, o.D., Arbeitsgruppe Grenzflächen“ abgerufen am 07.06.2019 von <http://www.ieap.uni-kiel.de/solid/ag-magnussen/>

Christian-Albrechts-Universität, o.D., „Forschungsschwerpunkte der CAU“, abgerufen am 07.06.2019, von <https://www.uni-kiel.de/de/forschung/forschungsschwerpunkte/>

Christian-Albrecht-Universität, o.D., „Institut für Anorganische Chemie“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.ac.uni-kiel.de/de>

Christian-Albrechts-Universität, 2018, „Kieler Leistungselektronik-Professor für herausragende Energieforschung ausgezeichnet“ abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.uni-kiel.de/de/universitaet/detailansicht/news/kieler-leistungselektronik-professor-fuer-herausragende-energieforschung-ausgezeichnet/>

Christian-Albrechts-Universität, 2018, „Silizium als neues Speichermaterial für die Akkus der Zukunft“, abgerufen am 07.06.2019 von <http://www.uni-kiel.de/pressemitteilungen/index.php?pmid=2018-114-siliziumakku&pr=1>

Customcells, o.D., „Technologie“, abgerufen am 21.02.2019 von <http://www.customcells.de/technologie/>

Deutsche Bahn, 2017, „Die Schieneninfrastruktur der DB AG in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/1310726/63894ce583a57adaae92b775d028f9fb/20170308-Masterplan-SH-2017-data.pdf>, S.2

Deutsche Post Glücksatlas, 2018, „Glücksatlas“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.gluecksatlas.de/>

Deutsches Krankenhausverzeichnis, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.deutsches-krankenhausverzeichnis.de/suche/Regional.html>

Ecofys Germany GmbH & Fraunhofer IWES, 2014, „Untersuchung Energiespeicher in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 13.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Speicherstudie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/pdf/Speicherstudie.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

efzn – Energie-Forschungszentrum Niedersachsen, 2019, „Studie: Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der Systemsicherheit“, abgerufen am 25.03.2019 von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/eignung-von-speichertechnologien-zum-erhalt-der-systemsicherheit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/eignung-von-speichertechnologien-zum-erhalt-der-systemsicherheit.pdf?__blob=publicationFile&v=10)

EKSH, o.D., „Ziele und Schwerpunkte der EKSH“, abgerufen am 07.06.2019 von [https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/ueber-uns/Arbeitsprogramm\\_27Juni2016\\_final.pdf](https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/ueber-uns/Arbeitsprogramm_27Juni2016_final.pdf)

EKSH, 2018 „Energieforschung in Schleswig-Holstein“, 3. Auflage 2018, abgerufen am 14.03.2019 von [https://www.eksh.org/uploads/tx\\_ns/Broschuere\\_Energieforschung\\_Download\\_1605.pdf](https://www.eksh.org/uploads/tx_ns/Broschuere_Energieforschung_Download_1605.pdf), S.8 ff

EKSH, 2018 „Energieforschung in Schleswig-Holstein“, 3. Auflage 2018, abgerufen am 14.03.2019 von [https://www.eksh.org/uploads/tx\\_ns/Broschuere\\_Energieforschung\\_Download\\_1605.pdf](https://www.eksh.org/uploads/tx_ns/Broschuere_Energieforschung_Download_1605.pdf), S.21

EKHS - Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH, 2018, „Energieforschung in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 15.03.2019 von [https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/publikationen/Broschuere\\_Energieforschung\\_Final\\_Download\\_0205.pdf](https://www.eksh.org/fileadmin/downloads/publikationen/Broschuere_Energieforschung_Final_Download_0205.pdf), S.27

Entwicklungsagentur Region Heide, 2016, „Die Energie-Transformation.“, abgerufen am 13.03.2019 von [http://www.entree100.com/dls/entree100\\_web.pdf](http://www.entree100.com/dls/entree100_web.pdf)

European XFEL, o.D., „DESY und der European XFEL“ abgerufen am 07.06.2019 von [https://www.xfel.eu/anlage/ueberblick/desy/index\\_ger.html](https://www.xfel.eu/anlage/ueberblick/desy/index_ger.html)

Fachhochschule Kiel, o.D., abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.fh-kiel-gmbh.de/de/leistungen/drittmittelprojekte-kopie/gesellschaft-fuer-energie-und-klimaschutz-schleswig-holstein-gmbh-eksh/batteriemanagement.html>

Fachhochschule Kiel, o.D., „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.fh-kiel-gmbh.de/de/leistungen/kompetenzzentren/mittelstand-4-0-kompetenzzentrum-kiel.html>

Fraunhofer ISIT, o.D., „Batteriesysteme für Spezialanwendungen“, abgerufen 07.06.2019 von <https://www.isit.fraunhofer.de/de/leistungselektronik/batteriesysteme-fuer-spezialanwendungen.html>

Fraunhofer ISIT, 2016, „Fraunhofer ISIT erweitert seinen Führungsstab Dr. Axel Müller-Groeling wird Mitglied der Institutsleitung“ abgerufen am 11.06.2019 von [https://www.isit.fraunhofer.de/de/aktuelles/Erweiterte\\_Institutsleitung.html](https://www.isit.fraunhofer.de/de/aktuelles/Erweiterte_Institutsleitung.html)

Fraunhofer ISIT, o.D., „Institutsprofil“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.isit.fraunhofer.de/de/institutsprofil.html>

Fraunhofer ISIT, o.D., „Kurzportrait“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.isit.fraunhofer.de/de/leistungselektronik/batteriesysteme-fuer-spezialanwendungen/kurzportrait.html>

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES, 2014, „Kurzfassung Metastudie Energiespeicher“, abgerufen am 06.03.2019 von <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/pressemitteilungen/2015/Metastudie-Energiespeicher-Kurzfassung-web.pdf>

Gehalt.de, 2018, „Gehaltsatlas 2018: In diesen Bundesländern verdienen Sie am besten“, abgerufen am 17.06.2019 von <https://www.gehalt.de/news/gehaltsatlas-2018>

Germany Trade & Invest (GTAI), 2011, „Germany's Gas Network Infrastructure: The Advantage“, abgerufen am 20.02.2019 von <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/invest,t=germanys-gas-network-infrastructure-the-advantage,did=547396.html>

GP JOULE GmbH, 2018, „Größtes Modellprojekt für grüne Wasserstoff-Mobilität geht in die Umsetzung: GP Joule macht Windenergie für die Mobilität nutzbar“, abgerufen am 13.03.2019 von <https://www.gp-joule.de/news/pressemitteilung-modellprojekt-h2-mobilitaet/>

Hamburger Hafen, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.hafen-hamburg.de/de/>

HAW Hamburg, o.D., „Forschungsgruppen“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.haw-hamburg.de/fakultaeten-und-departments/ti/forschung-und-transfer/forschungsgruppen.html>

HNA, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://immo.hna.de/immobilienpreise/detail.aspx?geoid=10801061046,108020,10801&etype=3&esr=1&tab=orte>

IfS Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH, o.D., „Wohnungsmarktprognose für Schleswig-Holstein bis 2025“ abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.ifsberlin.de/data/\\_migrated/news\\_uploads/IfS\\_Wohnungsmarktprognose\\_2025\\_Wesentliche\\_Ergebnisse\\_DL.pdf](https://www.ifsberlin.de/data/_migrated/news_uploads/IfS_Wohnungsmarktprognose_2025_Wesentliche_Ergebnisse_DL.pdf), S. 29

INSM, o.D., „INSM-Bildungsmonitor 2018: Schleswig-Holstein liegt auf Rand 10 und schneidet im Bereich Digitalisierung unterdurchschnittlich ab“ abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.insm-bildungsmonitor.de/pdf/bildungsmonitor-18-schleswig-holstein.pdf>

Kipper J., 2018, „Das steht im neuen Einwanderungsgesetz“, N-TV, abgerufen am 23.03.2019 von <https://www.n-tv.de/politik/Das-steht-im-neuen-Einwanderungsgesetz-article20578183.html>

Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien e. V. (KLiB), o.D., „MagS: Entwicklung einer Mg-S-Batterie“, abgerufen am 15.03.2019 von <https://batterie-2020.de/projekte/forschungsfelder/zukuenfftige-batteriesysteme/mags-entwicklung-einer-mg-s-batterie/>

Landesregierung Schleswig-Holstein, 2018, „Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein - Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2018“, abgerufen am 07.03.2019 von <http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/drucks/00800/drucksache-19-00818.pdf>

Liacon, o.D., abgerufen am 22.03.2019 von <http://liacon-batteries.de/>

Maksimenko A., 2018, „Heide: Wohnquartier als Reallabor“, Energate Messenger, abgerufen am 22.03.2019 von <https://www.energate-messenger.de/news/183770/heide-wohnquartier-als-reallabor>

Ministerium für Justiz, Kultur und Europa des Landes Schleswig-Holstein, 2015, „Deutsch-Dänische Zusammenarbeit des Landes“, abgerufen am 21.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/II/Service/Broschueren/Europa/deutsch\\_daenische\\_zusammenarbeit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/II/Service/Broschueren/Europa/deutsch_daenische_zusammenarbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=1), S.8

Ministerium für Arbeit, Soziales und Gesundheit des Landes Schleswig-Holstein, 2018, „Gesundheitsland Schleswig-Holstein – Jahrbuch 2017/2018“, abgerufen am 17.06.2019 von [https://www.dsn-online.de/fileadmin/user\\_upload/references-pdf/Jahrbuch\\_Gesundheitsland\\_SH\\_2018.pdf](https://www.dsn-online.de/fileadmin/user_upload/references-pdf/Jahrbuch_Gesundheitsland_SH_2018.pdf)

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit Verkehr und Technologie des Landes Schleswig-Holstein, 2013, „Breitbandstrategie Schleswig-Holstein“, abgerufen am 22.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/breitband/Downloads/Breitbandstrategie\\_2013\\_Internet.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/breitband/Downloads/Breitbandstrategie_2013_Internet.pdf?__blob=publicationFile&v=2), S.2-12

Nagengast J., 2018, „2,5 MW Ads-Tec-Großspeicher für Schleswig-Holstein“, Energyload, abgerufen am 04.06.2019 von <https://energyload.eu/stromspeicher/grossspeicher-batterieparcs/ads-tec-grossspeicher/>

Nationalpark Wattenmeer, o.D., „Nationalpark und Tourismus“, abgerufen 17.06.2019 von [www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/broschuere-nationalpark-und-tourismus.pdf](http://www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/broschuere-nationalpark-und-tourismus.pdf)

Nationalpark Wattenmeer, 2019, abgerufen am 23.05.2019 von <https://www.nationalpark-wattenmeer.de>

Netzwerk-Leistungselektronik Schleswig-Holstein, o.D., abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.netzwerk-leistungselektronik.de/de/ziele.html>

New.4.0, o.D., „Die Innovationsallianz“, abgerufen am 05.06.2019 von <http://www.new4-0.de/2017/07/18/die-innovationsallianz-kopie/>

New 4.0, o.D., „Die Ziele“, abgerufen am 07.06.2019 von <http://www.new4-0.de/2015/06/17/die-ziele/>

NINa SH e.V., o.D., „Über NINa SH e.V.“, abgerufen am 07.06.2019 von [http://www.nina-sh.de/?page\\_id=13](http://www.nina-sh.de/?page_id=13)  
Preuß O., 2018, „Aus dem Windpark in den Tank“, WELT, abgerufen am 14.03.2019 von <https://www.welt.de/regionales/hamburg/article181400908/Aus-dem-Windpark-in-den-Tank.html>

Outdooractive, o.D., „Die schönsten Ausflugsziele in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 17.06.2019 von <https://www.outdooractive.com/de/ausflugsziele/schleswig-holstein/die-schoensten-ausflugsziele-in-schleswig-holstein/21881534/>

Schleswig-Holstein, o.D., „Ausbau der A 20“, abgerufen am 22.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/A20/a20\\_node.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/A20/a20_node.html)

Schleswig-Holstein, 2017, „Bündnis für Industrie.SH“, abgerufen am 12.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/I/industriepolitik/Downloads/buendnisIndustrie\\_Abschlussbericht20170309.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/I/industriepolitik/Downloads/buendnisIndustrie_Abschlussbericht20170309.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

Schleswig-Holstein, o.D., „Der Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende“, abgerufen am 07.03.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Themen/E/erneuerbareenergien.html>

Schleswig-Holstein, o.D., „Erneuerbare Energien – Der Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende“, abgerufen am 08.03.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Themen/E/erneuerbareenergien.html>

Schleswig-Holstein, o.D., „Flüchtlinge in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 03.06.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/InformationenFluechtlinge/LebenInDeutschland/LD1\\_Ihre\\_Ersten\\_Schritte.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/InformationenFluechtlinge/LebenInDeutschland/LD1_Ihre_Ersten_Schritte.html)

Schleswig-Holstein, 2016, „Krankenhäuser im Land stärken“ abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VIII/\\_startseite/Artikel/161213\\_KKHPlan.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VIII/_startseite/Artikel/161213_KKHPlan.html)

Schleswig-Holstein, o.D., „Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr – Schleswig-Holstein“, abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LBVSH/\\_startseite/aktuelleBaustelleninformationenInSH.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LBVSH/_startseite/aktuelleBaustelleninformationenInSH.html)

Schleswig-Holstein, o.D., „Projekte“, abgerufen am 19.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/gesundheitsland/gesundheitsland\\_Projekte.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/gesundheitsland/gesundheitsland_Projekte.html)

Schleswig-Holstein, o.D., „RENREN – Europaweites Netzwerk“, abgerufen am 14.03.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/E/erneuerbareenergien/renRen.html>

Schleswig-Holstein, o.D., „Schleswig-Holstein - Zahlen zur Wirtschaft“, abgerufen am 08.03.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/L/landLeute/zahlenFakten/wirtschaft.html>

Schleswig-Holstein, 2018, „Schleswig-Holstein will zusätzlichen Offshore-Ausbau“, abgerufen am 03.06.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2018/0118/180123\\_Offshore.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2018/0118/180123_Offshore.html)

Schleswig-Holstein, o.D., „Wind-Wasserstoffspeicherung“, abgerufen am 13.03.2019 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/\\_documents/windWasserstoffspeicherung.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/_documents/windWasserstoffspeicherung.html)

Schleswig-Holstein, 2017, „Wohnungsmarktprognose 2030 für Schleswig-Holstein“ abgerufen am 17.06.2019 von <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wohnen/Downloads/Wohnraum/Wohnungsmarktprognose2030.html>

Schmid Group, o.D., abgerufen am 21.03.2019 von <https://schmid-group.com/business-units/energy-systems/everflow-energiespeicher/storage-container/>

Schulz D., 2019, „Millionen-Paket für die Westküste“, SHZ, abgerufen am 14.03.2019 von <https://www.shz.de/regionales/schleswig-holstein/politik/millionen-paket-fuer-die-westkueste-id22749682.html>

Stadt Itzehoe, 2019, „Itzehoe ist bevorzugter Standort“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.itzehoe.de/batterie-forschungsfabrik/>

Statista, 2019, „Ärztedichte in Deutschland nach Bundesländern in den Jahren 2014 bis 2018“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158847/umfrage/arztliche-dichte-in-deutschland-seit-2009/>

Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von [http://region.statistik-nord.de/compare/show\\_from\\_id/1/1553152995](http://region.statistik-nord.de/compare/show_from_id/1/1553152995)

Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, o.D., abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.statistik-nord.de/>

Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2017, „Erwerbstätige in Hamburg 2016“, abgerufen am 25.03.2019 von <https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/dokumentenansicht/erwerbstaetige-in-hamburg-2016-59317/>

Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019, „Verzeichnis der allgemeinbildenden Schulen in Schleswig-Holstein 2018/2019“, abgerufen am 17.06.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V\\_A\\_18-19\\_\\_INTERNET.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V_A_18-19__INTERNET.pdf)

Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2017, „Stromerzeugung in Schleswig-Holstein 2016“, abgerufen am 07.03.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI17\\_137.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI17_137.pdf)

Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2018, „Statistisches Jahrbuch Schleswig-Holstein 2017/2018“, abgerufen am 25.03.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Jahrb%C3%BCher/Schleswig-Holstein/JB17SH\\_GESAMT.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Jahrb%C3%BCher/Schleswig-Holstein/JB17SH_GESAMT.pdf), S112

Statistikamt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019; „Verzeichnis der berufsbildenden Schulen in Schleswig-Holstein“, abgerufen am 17.06.2019 von [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V\\_B\\_18-19\\_\\_INTERNET.pdf](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Verzeichnisse/Sch-V_B_18-19__INTERNET.pdf)

Strategieplattform Power-to-Gas, o.D. „Die Technologie“ abgerufen am 16.04.2019 von <https://www.powertogas.info/power-to-gas/die-technologie/>

Universität Hamburg, o.D., „Arbeitsgruppe Prof. Dr. Fröba“, abgerufen am 07.06.2019 von <https://www.chemie.uni-hamburg.de/institute/ac/arbeitsgruppen/froeba.html>

W3.Windmesse, 2018, „Europas größter Batteriespeicher läuft – die ABE Gruppe stellt den Betrieb von Jardelund sicher“, abgerufen am 03.06.2019 von <https://w3.windmesse.de/windenergie/pm/28448-abe-gruppe-batteriespeicher-europa-deutschland-jardelund>

Wikipedia, o.D., „Flughafen Hamburg“, abgerufen am 19.03.2019 von [https://de.wikipedia.org/wiki/Flughafen\\_Hamburg](https://de.wikipedia.org/wiki/Flughafen_Hamburg)

Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH, o.D., „Erfolgreiche Unternehmen aus dem echten Norden“, abgerufen am 13.03.2019 von <https://wtsh.de/erfolgreiche-unternehmen/>

wir-ernten-was-wir-saeen.de, o.D., „Druckluftspeicher“ abgerufen am 25.03.2019 von <https://www.wir-ernten-was-wir-saeen.de/druckluftspeicher>

WELT, 2018, „Kabinett beschließt erstes Einwanderungsgesetz für Deutschland“, abgerufen am 23.03.2019 von <https://www.welt.de/politik/deutschland/article185764064/Einwanderungsgesetz-Kabinett-will-Zuzug-von-Fachkraeften-erleichtern.html>

Wohnungsbörse.net, 2019, „Mietspiegel Hamburg 2019“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.wohnungsboerse.net/mietspiegel-Hamburg/3195>

Wohnungsbörse.net, 2019, „Mietspiegel Itzehoe 2019“, abgerufen am 19.03.2019 von <https://www.wohnungsboerse.net/mietspiegel-Itzehoe/8812>

## A2 Auswertungen und Analysen der Datenerhebung

### P1-1a: Wissenschaftliche Kompetenzen Batterieforschung (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wissenschaftliche Kompetenzen in Schleswig-Holstein durch renommierte Persönlichkeiten und Institutionen bereits vorhanden</li> <li>Logistikvorteile durch Seeanbindung und kurze Transportwege zu Hamburg</li> <li>Regional vorhandener Nachwuchs für die Forschung &amp; Entwicklung in der Hochschullandschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung von Energiemanagementlösungen wie bspw. Batteriespeicher (als Zwischenspeicher)</li> <li>Schaffung effizienter Leistungselektronik sowie IT-Systeme</li> <li>Stärkung des bereits vorhandenen Netzwerkes der Leistungselektronik</li> </ul>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eines der wenigen Bundesländer, welches bereits aktiv an der Batterieforschung partizipiert als auch in zwei Firmen Batteriezellen produziert</li> <li>Bereits bestehende Windkrafthersteller wie Firma Senvion und weitere Kleinwindkraftanlagenhersteller wie Firma Jungheinrich AG (weltweit drittgrößter Hersteller von batteriebetriebenen Flurförderzeugen)</li> <li>Bereich der Leistungselektronik ist in SH stark vertreten und bildet eine direkte Koppelung zur Außenschnittstelle der Batterie</li> </ul>	<p><i>Keine Daten vorhanden</i></p>

Tabelle 1: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P1-1a: Wissenschaftliche Kompetenzen Batterieforschung

## P1-1b: Wissenschaftliche Kompetenzen alt. Speichertechnologien (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiereichtum des Landes könnte durch Speichertechnologien den günstigen Preis bei der Erzeugung von Strom durch Wind- und Solarkraftwerke dauerhaft verfügbar machen               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimal bei Ansiedlung energieintensiver Industrien</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speichertechnologien fördern:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rahmenbedingung, wie Ablagen, Entgelte und Umlagen verhindern eine sinnvolle Speicherung und wirtschaftliche Rückspeisung bzw. Weiterverwendung in anderen Sektoren – dies muss gesetzlich geändert werden</li> <li>• Einführung eines CO<sub>2</sub>-Preises</li> </ul> </li> <li>• Speichertechnologien als Ergänzung zum Netzausbau notwendig, um Angebot-Nachfrage-Schwankungen auszugleichen.</li> </ul>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung eines CO<sub>2</sub>-Preises kann positive Auswirkungen auf Markteinstieg haben</li> <li>• Hochschullandschaft (BBS Kiel) arbeitet an der Ausbildung von Nachwuchskräften</li> <li>• In Schleswig-Holstein wurden und werden bereits in mehreren Projekten verschiedene Speichertechnologien erprobt</li> <li>• H-TEC Systems (zugehörig zur GP Joule Gruppe) forscht und produziert im Bereich Wasserstoff</li> <li>• GP Joule ist Initiator des Projektes "eFarm", des bisher größten grünen Wasserstoff-Mobilitätsprojekt in Deutschland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aufwendiges Genehmigungsverfahren für PEM-Elektrolyse notwendig</li> <li>• Elektrolyseur als Endverbraucher (macht Betrieb der Elektrolyse unwirtschaftlich, wenn diese nicht vermieden werden können)</li> <li>• In Deutschland führende wissenschaftliche Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet alternativer Speichertechnologien sind Fraunhofer ISI, ISE und IWES</li> </ul>

Tabelle 2: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P1-1b: Wissenschaftliche Kompetenzen (Speichertechnologieforschung)

Relevante Projekte zur Erprobung alternativer Speichertechnologien in Schleswig-Holstein
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste private Wasserstofftankstelle des Windparks in Ellhöft</li> <li>• Wasserstoff(H<sub>2</sub>)-Mobility-PKW-Tankstelle in Flensburg/Brunsbüttel</li> <li>• Energieeffizientes Stadtquartier QUARREE100 in Heide und weitere</li> </ul>

Tabelle 3: Relevante vergangene und aktuelle Projekte zur Erprobung alternativer Speichertechnologien

## P1-2: Unternehmen und industrielle Akteure (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SH verfügt bereits über Netzwerk, das die gesamte Wertschöpfungskette der Batterien- und Speichertechnologien umfasst</li> <li>• Verfügbarkeit regenerativ erzeugter Energie aus Windkraft oder erneuerbaren Ressourcen</li> <li>• Bereits vorhandene Wind- und Schifffahrts/-bauindustrie</li> <li>• Umfangreiche Kenntnisse von thyssenkrupp Marine Systems GmbH bei Anwendung und Systemintegration von Batteriezell-Technologien</li> <li>• Bereits existierende Forschungsaktivitäten zu Batteriesystemen und -management, etc. sowie zu Material-, Oberflächen- und Zellentechnologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regenerativ erzeugte Energie aus Windkraft ist volatil:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notwendigkeit und Einsatz von Speichern zur Stabilisierung der Einspeisung ins Netz und Frequenzstabilisierung</li> </ul> </li> <li>• Kein koordinierter Masterplan; unabhängig voneinander agierende Akteure</li> <li>• Ausbaubare "Willkommenskultur"               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsprechende Förderung von öffentlicher Hand</li> </ul> </li> <li>• Schleswig-Holstein als Technologiestandort im Bereich Energie (nebst Agrar und Tourismus) bewerben</li> </ul>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene Industriebetriebe bereits in SH verfügbar und involviert in Produktion bzw. Weiterverarbeitung von Batteriezellen</li> <li>• Verschiedene industrielle Akteure verfügen über Kompetenzen im Bereich Batteriezellproduktion, -entwicklung- und -erforschung sowie im Bereich Batteriesysteme</li> <li>• Erforschung bzw. Einsatz alternativer Speichertechnologien bereits aktiv in SH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht nur positive Erfahrung mit Erprobung von Speichern</li> <li>• Nicht abgestimmte Genehmigungsverfahren</li> </ul>

Tabelle 4: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P1-2: Unternehmen & industrielle Akteure

### P1-3: Industrielles Umfeld (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existierende Dienstleistungsnetzwerke vorhanden</li> <li>• Standortvorteile durch Tiefseehafen Brunsbüttel:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlieferung von Rohstoffen aus Asien</li> <li>• Vereinfachte Transportlogistik, Transport der Zellen</li> </ul> </li> <li>• Verfügbarkeit günstiger erneuerbarer Energie in SH ist ein Vorteil für Batteriezellproduktion und -erforschung durch:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsparung von Energiekosten bei Produktion</li> <li>• Ökobilanz (CO2-Bilanz) bei Herstellung der Schlüsselkomponente</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Keine Daten vorhanden</i></p>
Chancen	Herausforderungen
<p><i>Keine Daten vorhanden</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Außerhalb SH's existierende, relevante, industrielle Akteure:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene Firmen, wie z.B. Manz AG, Jonas&amp;Redmann GmbH, VARTA AG, BMZ (2 Experten), ElrichKlinger, Siemens AG, thyssenkrupp AG, Tesla Inc., Samsung Group, BASF SE, European Battery Alliance, etc.</li> </ul> </li> </ul>

Tabelle 5: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P1-3: Industrielles Umfeld

## P1-4: Wissenspotenziale, Netzwerke und Initiativen (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereits starke Kernkompetenz im Bereich der Leistungselektronik und Ausbau dieser durch Forschungscampus</li> <li>• Besondere Kompetenzen zu chemischen Vorprodukten für Batteriezellen oder alternative Speichertechnologie durch die CAU Kiel und das Fraunhofer ISIT</li> </ul>	<p><i>Keine Daten vorhanden</i></p>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kooperation mit industriellen Akteuren in SH ergibt positive Möglichkeiten:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Vorhandensein großer Strommengen aus Windenergie können netzintegrierte Großspeicher im Feldversuch direkt an den Erzeugungseinheiten getestet und Betriebsszenarien, Geschäftsmodelle etc. erarbeitet werden</li> </ul> </li> <li>• Wirtschaftlich, energieintensive Industrien an Standorten anzusiedeln, in denen erneuerbare Energie mit kurzen Transportwegen erzeugt werden</li> </ul>	<p><i>Keine Daten vorhanden</i></p>

Tabelle 6: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P1-4: Wissenspotenziale, Netzwerke & Initiativen

## P1-5: Wachstums- und Innovationspotenziale (ausgewählte Antworten)

Hauptanwendungsgebiete für Batteriezellen in Deutschland
<ul style="list-style-type: none"><li>• Automotivanwendungen</li><li>• Alle anderen Arten von Traktion, wie bspw. Trucks, Förderfahrzeuge, Busse, etc.</li><li>• Power Tools, wie z.B. Akkuschauber, Gartengeräte, etc.</li><li>• Portable bzw. autarke Geräte</li></ul>
Die aktuell größten technischen Herausforderungen für die Anwendung von Batteriezellen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sicherheit und Langlebigkeit</li><li>• Energie- und Leistungsdichte</li><li>• Mangelnde Produktionserfahrungen</li><li>• Fehlende Akzeptanz der Verbraucher</li></ul>
Hauptanwendungsgebiete für alternative Speichertechnologien (z.B. Power-to-X) in Deutschland
<ul style="list-style-type: none"><li>• Speicherung von Regenerativen Energien zur Stabilisierung der Netze bei steigenden Anteil erneuerbaren Energie</li></ul>

*Tabelle 8: Hauptanwendungsgebiete und Herausforderungen für Batteriezellen in Deutschland*

## P1-6: Fachpersonal und wissenschaftliches Umfeld (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regional vorhandene Hochschullandschaft in Kombination mit deren starker Zusammenarbeit mit Firmen aus Wirtschaft und Erfahrungsschatz in Batterietechnik, Herstellung neuartiger Elektrodenmaterialien und Leistungselektronik ist entscheidend für die Ausbildung von neuen F&amp;E Mitarbeitern mit erforderlichen Schlüsselqualifikationen</li> <li>Die CAU zu Kiel ist eine Volluniversität mit zwei Exzellenzclustern</li> </ul>	<p><i>Keine Daten vorhanden</i></p>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Laut Expertenmeinung führende Forschungseinrichtung in Norddeutschland im Bereich Batteriezellforschung: Fraunhofer ISIT und CAU</li> <li>Laut Expertenmeinung führende Forschungseinrichtung in Norddeutschland im Bereich alternativer Speichertechnologien:             <ul style="list-style-type: none"> <li>CAU zu Kiel (Nano-Strukturierung für Speicher-Medien und Batterie-Materialien sowie Pumpspeicherwerke) und FH Kiel (Kontaktierung Leistungsmodule und Batteriezellen, Batteriemangement sowie Ladezustandsüberwachung)</li> </ul> </li> <li>Fraunhofer ISIT besitzt mit das größte Kooperations- oder Synergiepotential</li> <li>In Kombination mit der Leistungselektronik und den erneuerbaren Energien ergibt sich ein geschlossenes Bild einer zukünftigen Energieversorgung mit Zwischenspeicher als auch mit den Zellen für eine zukünftige Mobilität mit z.B. VW, Jungheinrich und Still als Kunde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Große Konkurrenz im Bereich führender Forschungseinrichtungen in Norddeutschland im Bereich Batteriezellforschung und im Bereich alternativer Speichertechnologien</li> <li>Konkurrenz bzgl. größtes Kooperations- oder Synergiepotential in Norddeutschland:             <ul style="list-style-type: none"> <li>VW F&amp;E Abteilung in Wolfsburg</li> </ul> </li> </ul>

Tabelle 9: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P1-6: Fachpersonal & wissenschaftliches Umfeld

Für die Erforschung von Batteriezellen und alternativer Speichertechnologien relevante und benötigte Schlüsselqualifikationen
(Elektro-)Chemie, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik, Materialwissenschaft, Energiewirtschaft, (Elektro-)Ingenieurwesen, Technische Informatik, Physik, Anlagentechnik,

Tabelle 10: Relevante Schlüsselqualifikationen für die Erforschung von Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien

## P2-1: Forschung, Entwicklung und Wirtschaft (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massemarkt bedienbar über die Häfen Norddeutschlands (Logistik-Infrastruktur)</li> <li>• Vielversprechende Projekte mit größtem Potential zum Voranbringen von Speichertechnologien in SH:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chits (Erweiterung des Temperaturbereiches von Li-Ion Zellen)</li> <li>• Mags (Erhöhung der Energiedichte)</li> <li>• eFarm, welches die komplette Wertschöpfungskette von grünem Wasserstoff abbildet - von Erzeugung bis Point of Sale</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonderes Potential zur Erforschung:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereich der Nano-Technologie in Vernetzung mit der Batterieentwicklung</li> <li>• Wasserstoff (H<sup>2</sup>) und Herstellung, Speicherung dieser und als Puffer für Windkraft</li> <li>• Großes Potential in der Schwerlastmobilität, im Schienen- und Schiffsverkehr</li> <li>• Solid-State und Siliziumbatterien</li> <li>• Synthetische Kraftstoffe</li> <li>• Grüne Methanolproduktion</li> </ul> </li> <li>• Keine Gesetzgebung für günstigen Strom, daher Schleswig-Holstein nicht interessanter als andere Standorte im Land</li> <li>• Klares Bekenntnis einer Wirtschaftsförderung in Richtung des Ausbaus der Energieerzeugung und -verteilung und dass Schleswig-Holstein eine Vorreiterrolle einnehmen kann und will</li> </ul>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielversprechende Projekte mit größtem Potential zum Voranbringen von Speichertechnologien in SH:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chits, Mags und eFarm</li> </ul> </li> <li>• In Bordesholm wird bereits jetzt ein Batteriespeicher in Betrieb genommen mit dem Ziel, die Stadt weitestgehend autark mit Strom zu versorgen</li> <li>• Klar erkennbare Tendenzen der F&amp;E in Silizium, NEW 4.0 und im Bereich der Nano-Technologie und Halbleiter sowie Leistungselektronik für unterschiedlichste Anwendungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Größtes Entwicklungs- und Innovationspotential außerhalb Schleswig-Holsteins:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraunhofer Allianz Batterie</li> <li>• ZSW Baden-Württemberg und Freiburger Region, die durch unterschiedliche Industrieunternehmen ihr Know-how bündeln</li> <li>• Verschiedene Forschungseinrichtungen: MEET Münster, Ulm/ZSW, RWTH Aachen, KIT, Uni Braunschweig</li> <li>• Geplante Power-to-X-Anwendungen in der Lausitz</li> </ul> </li> </ul>

Tabelle 11: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P2-1a, b, c: Forschung, Entwicklung & Wirtschaft

## P2-2a: Aufbau weiterer Kompetenzfelder Batteriezellen (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niedrige Energiekosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung der Attraktivität und des Förderklima für Industrieansiedlung:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenzaustausch und -bereitstellung</li> <li>• Verweis auf die Verfügbarkeit preiswerter Energie und weiterer Anreize im Rahmen der Subventionsrichtlinien</li> </ul> </li> <li>• Stärkung vorhandener industrieller Infrastruktur</li> <li>• Erweiterung der bestehenden Forschungslandschaft</li> </ul>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Vernetzung innerhalb Schleswig-Holsteins zwischen einzelnen Partnern aufgrund der Nähe zueinander (Clusterbildung etc.)</li> <li>• Nähe zum Wasser und zu Skandinavien (Vorreiter der Technologie aus Skandinavien mit den Batterien aus SH einzubinden)</li> <li>• Vor Ort befindliches Anwendungsfeld für die Erprobung stationärer Speichersysteme</li> <li>• Etablierte Nutzung und Erforschung von erneuerbarer Energie</li> <li>• Langjährige Kompetenz in der Batteriezellforschung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Größtes Entwicklungs- und Innovationspotential außerhalb Schleswig-Holsteins:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraunhofer Allianz Batterie</li> <li>• ZSW Baden-Württemberg und Freiburger Region, die durch unterschiedliche Industrieunternehmen ihr Know-how bündeln</li> <li>• Verschiedene Forschungseinrichtungen: MEET Münster, Ulm/ZSW, RWTH Aachen, KIT, Uni Braunschweig</li> <li>• Geplante Power-to-X-Anwendungen in der Lausitz</li> </ul> </li> </ul>

Tabelle 12: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P2-2a: Aufbau weiterer Kompetenzfelder Batteriezellen

## P2-2b: Aufbau weiterer Kompetenzfelder alternative Speichertechnologien (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Günstige Erzeugung erneuerbarer Energien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bündelung und Fokussierung der Akteure, Cluster, Vereine etc. kann bereits heute schon viele Synergieeffekte haben</li> <li>• Vernetzung von Klima-, Energie-, Wirtschafts- und Industriepolitik ist essentiell zur Optimierung des Standorts Schleswig-Holstein</li> </ul>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhandensein von bereits vielen Akteuren, Clustern, Vereinen, etc., die sich der Energiewende verschrieben haben in Schleswig-Holstein               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bündelung und Fokussierung dieser kann bereits heute schon viele Synergieeffekte heben</li> </ul> </li> <li>• Breite Akzeptanz der Energiewende und Bürgerbeteiligung</li> <li>• Gute Infrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzengpässe bei der Erzeugung erneuerbarer Energie</li> <li>• Unzureichende Weitsicht in der Förderung und Anreizung in der Marktaktivierung dieser Technologien bremst aktuell die Entstehung und Weiterentwicklung von Schlüsselkompetenzen</li> </ul>

Tabelle 13: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P2-2b: Aufbau weiterer Kompetenzfelder (alternative Speichertechnologien)

### P2-3: Bedarfe, Zielgruppen und Stakeholder (ausgewählte Antworten)

<p><b>Welche Batterieprodukte und alternative Speichertechnologien werden in Zukunft die größten Bedarfe in Schleswig-Holstein, Deutschland und Europa haben?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lithium Ionen Batteriezellen</li> <li>• Stationäre Speicher/Zwischenspeicher für erneuerbare Energien und Windkraftanlagen</li> <li>• Energiespeicher für Automotive und die Elektromobilität</li> <li>• Wasserstoff als Energieträger und Speicher</li> </ul>
<p><b>Besondere Entwicklungsmöglichkeiten in Schleswig-Holstein</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Schleswig-Holstein werden die größten Bedarfe in der Zukunft stationäre Speicher für erneuerbare Energie sein</li> </ul>
<p><b>Maßgebende Branchen oder Marktsegmente für Batteriezellenprodukte und alternative Speichertechnologien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automotive</li> <li>• Schifffahrt</li> <li>• Stationäre Speicher</li> <li>• IT</li> <li>• Großforschungszentren</li> </ul>

*Tabelle 15: Bedarfe für Batteriezellprodukte und alternativen Speichertechnologien*

## P2-4b: Kooperationspotenziale (ausgewählte Antworten)

Stärken	Entwicklungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromerzeugung übersteigt Verbrauch</li> </ul>	<i>Keine Daten vorhanden</i>
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch den Energieüberschuss sind die Abschaltungen aufgrund von Netzengpässen hoch, Speicher können dadurch bereits in der Testphase einen ökonomischen und ökologischen Nutzen erbringen und werden auch in Zukunft eine immer größere Relevanz bekommen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Vergleich zu anderen Bundesländern, Benötigung des größten Entwicklungsbedarf in Sachen Materialentwicklung</li> <li>• Trotz mehrere Pilot- und Forschungsprojekte im Bereich Erforschung, Entwicklung und Anwendung von Batteriezellen und alternativen Speichertechnologien, fehlt die Anwendung im Normalbetrieb, z.B. im Schienenverkehr</li> <li>• Große Konkurrenz der anderen Bundesländer in den Gebieten Elektrochemie, künstliche Intelligenz und Informatik</li> </ul>

Tabelle 16: Kompetenzmatrix zum Arbeitspaket P2-4b: Bedarfe, Zielgruppen & Stakeholder

Wissenschaftliche Kompetenzen in Deutschland, die zu Wettbewerbsvorteilen bei der Erforschung, Entwicklung und Anwendung von Zukunftstechnologien zur Energiespeicherung führen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lithium Ionen Batteriezellen</li> <li>• Stationäre Speicher/Zwischenspeicher für erneuerbare Energien und Windkraftanlagen</li> <li>• Energiespeicher für Automotive und die Elektromobilität</li> <li>• Wasserstoff als Energieträger und Speicher</li> </ul>
Maßgebende Branchen oder Marktsegmente für Batteriezellenprodukte und alternative Speichertechnologien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automotive</li> <li>• Schifffahrt</li> <li>• Stationäre Speicher</li> <li>• IT</li> <li>• Großforschungszentren</li> </ul>

Tabelle 17: Wissenschaftliche Kompetenzen in Deutschland und maßgebende Branchen für Batteriezellprodukte und alternative Speichertechnologien

## A3 Überblick ausgewählter relevanter Unternehmen und Forschungseinrichtungen

Unternehmen	Kurzbeschreibung	Ort	Arbeitsplätze	Kategorie
<b>Zellhersteller, Forschung und Entwicklung</b>				
Custom Cells Itzehoe GmbH	Anbieter für Energiespeicher-Speziallösungen	Itzehoe	ca. 50	Zellhersteller, F&E, Vor- & zwischenprodukte
Liacon GmbH	Anbieter für Zelltechnologie und Speichersysteme	Itzehoe	ca. 40	Zell- und Batterie-fertigung, F&E Partner
<b>Kunden, Systemhäuser, Lokale Dienstleister</b>				
ABH Nord GmbH	B2B-Batteriehändler & -dienstleister	Flintbek	k.A.	Kunde/ Systemhaus
aerodyn Energie-systeme GmbH	Ingenieursunternehmen für Energie-systeme (speziell Windkraftanlagen)	Rendsburg	ca. 50	Systemhaus
AHLF Elektrotechnik GmbH	Elektrotechnik & Automation	Brunsbüttel	ca. 60	Systemhaus, Dienstleister
Airbus AG	Luft- und Raumfahrt & Rüstungsunternehmen	Hamburg	18.840	Kunde
ATLAS Elektronik GmbH	Lieferant für navale Sensor- und Rüstungssysteme	Bremen	ca. 2.000	Kunde
BeBa Energie GmbH	Anbieter für Lösungskonzepte erneuerbarer Energie	Hemmingstedt	ca. 55	Systemhaus
Böttcher Fahrräder GmbH	Fahrradhändler	Husum	82	Kunde
Danfoss Silicon Power GmbH	Anbieter von Komponenten und Equipment für Energielösungen	Flensburg	ca. 381	Systemhaus
Denker und Wulf AG	Projektentwickler für Windparks & Windparkmanagement	Sehestedt	113	Systemhaus
Dräger AG & Co. KGaA	Medizin- und Sicherheitstechnik	Lübeck	13.990	Kunde
Enercon GmbH	Hersteller für Windenergieanlagen	Aurich Kiel	ca. 4.500	Systemhaus
ESN Energie Systeme Nord GmbH	Anbieter für Energielösungen für öffentliche Verwaltung & Industrie	Schwentinental	ca. 220	Systemhaus
ESYLUX GmbH	Anbieter für Automations- und Beleuchtungslösungen	Ahrensburg	54	Kunde
Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG	Schiffswerft für Luxusjachten und Militärschiffe	Rendsburg Hamburg	ca. 1.400	Kunde
GEOMAR-Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung	Meeresforschungsinstitut mit eigenem Unterwasserfahrzeugbau	Kiel	ca. 1.000	Kunde
getproject GmbH & Co. KG	Projektentwickler für Windkraftwerke & Bioenergieanlagen	Kiel	ca. 30	Systemhaus
Gochermann Solar Technology Limited & Co. KG	Entwicklung und Herstellung von individuellen Solarmodulen	Holm	k.A.	Systemhaus
miniJOULE GmbH & Co. KG	Anbieter für Solarmodule, F&E und Anbieter für Energiespeicherlösungen	Reußenköge/ Lübeck	ca. 100	Systemhaus

Unternehmen	Kurzbeschreibung	Ort	Arbeits- plätze	Kategorie
GreenTEC Campus GmbH	Cluster für nachhaltige Energie	Enge-Sande	ca. 10	F&E
HanseWerk AG	Energieversorger und Netzbetreiber	Quickborn	ca. 1.700	Systemhaus
H-TEC SYSTEMS GmbH	Wasserstofftechnologie	Lübeck	ca. 30	Kunde
IBG Technology Hansestadt Lübeck GmbH	F&E und Anbieter für Energiespeicherlösungen, Fabrikautomation, Anlagenbau & Robotik	Lübeck	ca. 150	Anlagenbauer
Jenny AG	Elektrotechnisches System- und Installationhaus	Bad Oldesloe	ca. 18	Systemhaus, Dienstleister
JENOPTIK Advanced Systems GmbH	Anbieter von Zivil- und Verteidigungstechnik	Wedel	ca. 530	Kunde
Jungheinrich AG	Hersteller Flurförderzeug-, Lager- & Materialflusstechnik	Norderstedt	ca. 1.550	Kunde
Kristronics GmbH	Anbieter für Fertigungs- und Logistikdienstleistungen in der Elektronik und Mechatronik	Flensburg	ca. 170	Kunde
NAH.SH GmbH	Öffentl. Nahverkehrsunternehmen	Kiel	ca. 35	Kunde
Northvolt	Batteriefertigung (in Planung)	Schweden	ca. 200	F&E Partner
Philips Medical Systems DMC GmbH	Hersteller medizinischer Elektrogeräte	Hamburg	1.180	Kunde
Seehafen Kiel GmbH & Co. KG	Hafenunternehmen	Kiel	ca. 350	Kunde
Raytheon Anschütz GmbH	Anbieter für navale Systeme	Kiel	605	Kunde
Reese u. Thies Industrieelektronik GmbH	Entwickler für Elektroniksteuerungen	Itzehoe	23	Systemhaus
REXXON GmbH	Klimatechnik, Elektronik sowie für elektrotechnische Ausrüstung und Software für mobilen Einsatz	Flensburg	ca. 30	Systemhaus
Rheinmetall Landsysteme GmbH	Rüstungsunternehmen, Fahrzeugtechnik	Kiel	ca. 300 - 400	Systemhaus
Senvion GmbH	Hersteller und Dienstleister für Windkraftanlagen	Osterörfeld	ca. 800	Systemhaus
Stadtwerke Kiel AG	Energieversorger	Kiel	ca. 980	Systemhaus
Standard Aggregatebau Evers GmbH & Co. KG	Anbieter und Installateur von Aggregaten und Stromanlagen	Norderstedt	ca. 50	Systemhaus
thyssenkrupp Marine Systems GmbH	Werft, Anbieter navale Rüstungs- und Verteidigungssysteme	Kiel	3.365	Kunde
Vattenfall GmbH	Energieerzeuger	Hamburg	6.837	Systemhaus
Voith Turbo Lokomotivtechnik GmbH & Co. KG	Zulieferer für Lokomotiven, auch E-Loks	Kiel	ca. 100	Kunde
Vossloh Locomotives GmbH	Hersteller von Diesel- und Elektrolokomotiven	Kiel	427	Kunde
Wasserstrassen- und Schifffahrtsämter	Küstensicherung, batteriegestützte Bojen	Nord-/Ostseeküste	k.A.	Kunde
Wind to Gas Energy GmbH & Co. KG	Forschungs- und Projektunternehmen für nachhaltige Energie	Brunsbüttel	ca.10	F&E
WSTECH GmbH	Anbieter von Solar-, Windenergie-technologie, Wechselrichtern	Flensburg	ca. 50	Systemhaus

Unternehmen	Kurzbeschreibung	Ort	Arbeits- plätze	Kategorie
ZÖLLNER Signal GmbH	Anbieter von Signal- u. Warnsystemen	Kiel	ca. 100	Kunde
<b>Anlagentechnik</b>				
Kroenert GmbH & Co KG	Anbieter für Anlagenlösungen im Bereich der Beschichtungstechnologie	Hamburg	ca. 400	Anlagenhersteller
Reinholz Software & Technology GmbH	Anbieter für Dienstleistungen in der Industrieautomation	Itzehoe	ca. 11 - 50	Anlagenbau (Fabrikautomatisierer)
Fraunhofer ISIT	Forschungsinstitut für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik, Lithium-Ionentechnologie	Itzehoe	ca. 160	Unterstützung, Anlagentechnik, F&E
Vishay Siliconix Itzehoe GmbH	Fertigung Halbleiterbauelemente	Itzehoe	k.A.	Technik / Infrastruktur
Teyfel Automation GmbH	Anbieter für Automations- und Elektrotechniklösungen	Groß Schenkendorf	ca. 50	Anlagentechnik, Unterstützung Infrastruktur
Kendrion Kuhnke GmbH	Hersteller und Anbieter von Steuerungs- und Automationssystemen	Malente	ca. 340	Anlagenhersteller / Fabrikautomatisierer
Beckhoff Automation GmbH & Co. KG	Anbieter für Automatisierungstechnik	Lübeck	k.A.	Anlagenhersteller / Fabrikautomatisierer
MULTIFLEX Folien GmbH & Co. KG	Anbieter von Barrierefolien für die Industrie, Auftragsbeschichter	Flensburg	ca. 150	Anlagenhersteller / Fabrikautomatisierer, Halbzeuge
Siemens AG	Anbieter für Automatisierungslösungen	Kiel	k.A.	Anlagenhersteller, Halbzeuge
Basler AG	Optische Inspektionssysteme	Ahrensburg	k.A.	Anlagenhersteller / Fabrikautomatisierer
<b>Netzwerke</b>				
Maritimes Cluster Norddeutschland e.V.	Netzwerk für Maritimes	Hamburg	-	-
Netzwerk Erneuerbare Energien	Netzwerk für erneuerbare Energie	Husum	-	-
Watt 2.0 e.V.	Netzwerk für erneuerbare Energie	Husum	-	-
Netzwerk Leistungselektronik	Netzwerk Leistungselektronik Schleswig-Holstein	Itzehoe	-	-
NINa SH e.V.	Netzwerk für Nanotechnologie	Kiel	-	-
Life Science Nord Management GmbH	Netzwerk für Life Science	Hamburg	-	-
ARGE Netz GmbH	Netzwerk für Vermarktung von erneuerbarer Energie	Husum	-	-
Helmholtz-Zentrum Geesthacht e.V.	Netzwerk für Material- & Küstenforschung	Geesthacht	-	Forschungseinrichtung

## A4 Fördermittelprogramme im Überblick

### A4.1 Fazilität "Connecting Europe" (CEF)

Fazilität "Connecting Europe" (CEF)		
Details zur Förderung	Förderart	Zuschuss; Darlehen; Bürgschaft; Beteiligung
	Förderbereich	Energieeffizienz & Erneuerbare Energien; Infrastruktur
	Fördergebiet	Europäische Union
	Förderberechtigte	Unternehmen; Kommune; Öffentliche Einrichtung
	Förderträger	Exekutivagentur Innovation und Netzwerke (INEA); Europäische Kommission
Ziel und Gegenstand	Grundsätze	<p>Mit der Fazilität „Connecting Europe“ (CEF) unterstützt die Europäische Union Vorhaben von gemeinsamem Interesse für die transeuropäischen Netze in den Bereichen Verkehr, Telekommunikation und Energie. Gefördert werden die Entwicklung und Errichtung neuer sowie der Ausbau vorhandener Infrastrukturen und Dienste. Der Schwerpunkt liegt auf Verbindungslücken im Bereich des Verkehrs. Im Verkehrssektor werden Vorhaben unterstützt, die folgende Ziele verfolgen: Beseitigung von Engpässen, Ausbau der Interoperabilität des Eisenbahnverkehrs, Überbrückung fehlender Bindeglieder und Verbesserung grenzübergreifender Abschnitte. Gewährleistung langfristig nachhaltiger und effizienter Verkehrssysteme durch den Übergang zu innovativen CO<sub>2</sub>-armen und energieeffizienten Verkehrstechnologien bei gleichzeitiger Verbesserung der Sicherheit. Optimierung der Integration und Interkonnektivität der Verkehrsträger und Steigerung der Interoperabilität von Verkehrsdiensten bei gleichzeitiger Gewährleistung der Zugänglichkeit der Verkehrsinfrastrukturen.</p> <p>Im Energiesektor werden Vorhaben zur Erreichung folgender Ziele unterstützt: Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch Förderung der weiteren Integration des Energiebinnenmarkts und der grenzübergreifenden Interoperabilität der Strom- und Gasnetze, Steigerung der Energieversorgungssicherheit der Europäischen Union, Leistung eines Beitrags zur nachhaltigen Entwicklung und zum Umweltschutz, u.a. durch die Integration von Energie aus erneuerbaren Quellen in die Übertragungsnetze und durch die Entwicklung von intelligenten Energienetzen und Kohlendioxidnetzen.</p>
	Antragsberechtigte	<p>Vorschläge können von einem oder mehreren Mitgliedstaaten oder mit Zustimmung der betreffenden Mitgliedstaaten durch internationale Organisationen, gemeinsame Unternehmen oder öffentliche oder private Unternehmen aus den Mitgliedstaaten eingereicht werden.</p> <p>Drittländer und in Drittländern niedergelassene Stellen können unter bestimmten Voraussetzungen an Maßnahmen teilnehmen, sie erhalten jedoch i.d.R. keine finanzielle Unterstützung aus der CEF.</p>
Rahmenbedingungen	Voraussetzung	<p>Vorschläge können von einem oder mehreren Mitgliedstaaten oder mit Zustimmung der betreffenden Mitgliedstaaten durch internationale Organisationen, gemeinsame Unternehmen oder öffentliche oder private Unternehmen aus den Mitgliedstaaten eingereicht werden.</p> <p>Drittländer und in Drittländern niedergelassene Stellen können unter bestimmten Voraussetzungen an Maßnahmen teilnehmen, sie erhalten jedoch i.d.R. keine finanzielle Unterstützung aus der CEF.</p>

	Budget	Für die Durchführung der CEF stehen in den Jahren 2014 bis 2020 insgesamt 30,192 Mrd. Euro zu jeweiligen Preisen zur Verfügung. Davon entfallen auf den Verkehrssektor 24,051 Mrd. Euro, wovon 11,306 Mrd. Euro aus dem Kohäsionsfonds übertragen werden und ausschließlich in Mitgliedstaaten ausgegeben werden, die mit Mitteln des Kohäsionsfonds gefördert werden können, auf den Telekommunikationssektor 1,067 Mrd. Euro und auf den Energiesektor 5,0751 Mrd. Euro.
	Art/Höhe der Förderung	Die Umsetzung der CEF erfolgt durch Zuschüsse, Finanzierungsinstrumente und die Vergabe öffentlicher Aufträge. Die Finanzierungsinstrumente umfassen ein Risikoteilungsinstrument für Darlehen und Bürgschaften, eine Projektanleiheninitiative sowie ein Eigenkapitalinstrument. Art und Höhe der finanziellen Unterstützung sind abhängig von der jeweiligen Maßnahme.
	Antragsverfahren	Die Durchführung des Programms erfolgt auf der Grundlage von Mehrjahres- und Jahresarbeitsprogrammen. Die Europäische Kommission veröffentlicht auf der Grundlage der Arbeitsprogramme Aufrufe zur Einreichung von Vorschlägen im Internet. Weitere Informationen sind getrennt für die Bereiche Energie, Verkehr und Telekommunikation erhältlich. <sup>118</sup>

<sup>118</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Fazilität "Connecting Europe" (CEF)“, Förderdatenbank, abgerufen am: 04.06.2019 von <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=f64b213eb7558e5d3533b98c06d0b1c9;views;document&doc=2349>

## A4.2 Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)

Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)		
Details zur Förderung	Förderart	Darlehen; Nachrangdarlehen; Beteiligung; Garantie
	Förderbereich	Energieeffizienz & Erneuerbare Energien; Infrastruktur
	Fördergebiet	Europäische Union
	Förderberechtigte	Unternehmen; Kommune; Öffentliche Einrichtung
	Förderträger	European Energy Efficiency Fund S.A.; Deutsche Bank AG; Europäische Investitionsbank (EIB); Europäische Kommission
Ziel und Gegenstand	Grundsätze	<p>Der Europäische Energieeffizienzfonds unterstützt die EU-Mitgliedstaaten bei der Umsetzung ihres Ziels, bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 % zu senken, die Nutzung erneuerbarer Energien um 20 % zu erhöhen und den Energieverbrauch durch Energieeffizienzmaßnahmen um 20 % zu verringern.</p> <p>Der Fokus liegt auf kommunaler und regionaler Ebene, vornehmlich in Projekten zur Energieeinsparung, zu erneuerbaren Energien und zum öffentlichen Verkehr.</p> <p>Der EEEF investiert unmittelbar in geeignete Projekte oder in Finanzinstitutionen, die ihrerseits förderfähige Projekte finanzieren. Der Fonds ist aus dem Programm zur Konjunkturbelebung durch eine finanzielle Unterstützung der Gemeinschaft zugunsten von Vorhaben im Energiebereich (EEPR) hervorgegangen.</p>
	Antragsberechtigte	Antragsberechtigt sind in der Regel kommunale, lokale und regionale Behörden in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union sowie öffentliche und private Unternehmen, die im Auftrag dieser Behörden handeln.
Rahmenbedingungen	Voraussetzung	<p>Das Vorhaben muss zu einer mindestens 20-prozentigen Energieeinsparung führen, bei Gebäuden muss die Energieeinsparung höher sein.</p> <p>Das Projekt muss ein Finanzvolumen von mindestens 5 Mio. Euro aufweisen. Als Obergrenze gilt ein Richtwert von 25 Mio. Euro. Der Antragsteller sollte klare Ziele und eine mehrjährige Strategie zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung haben.</p>
	Budget	Bei dem Fonds handelt es sich um eine öffentlich-private Partnerschaft. Das Start-Volumen des EEEF beträgt 265 Mio. Euro, darunter 125 Mio. Euro EU-Mittel (Restmittel des EEPR), 75 Mio. Euro der Europäischen Investitionsbank (EIB), 60 Mio. Euro der Cassa Depositi e Prestiti SpA (CDP, Italien) und 5 Mio. Euro der Deutschen Bank.
	Art/Höhe der Förderung	<p>Die Finanzierung kann in Form von Darlehen, Nachrangdarlehen, Garantien, Beteiligungen und anderen Finanzinstrumenten erfolgen.</p> <p>Die Laufzeit beträgt bis zu 15 Jahre. Die Finanzierung erfolgt zu Marktbedingungen.</p> <p>Direkte Investitionen des Fonds können zwischen 5 Mio. Euro und 25 Mio. Euro betragen.</p> <p>Bis zu 5 % der Mittel können eingesetzt werden, um Behörden technische Unterstützung bei der Aufstellung von Projekten zu leisten.</p>
	Antragsverfahren	Kontakt: European Energy Efficiency Fund S.A. <sup>119</sup>

<sup>119</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)“, Förderdatenbank, abgerufen am 04.06.2019 von <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=2a2145124fd8ed1f751ae55aa8d87571;views=document&doc=11531>

### A4.3 Industrielle Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung) – Interessensbekundungsverfahren

Industrielle Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung) - Interessensbekundungsverfahren		
Details zur Förderung	Förderart	Zuschuss; Darlehen; Garantie
	Förderbereich	Energieeffizienz & Erneuerbare Energien; Forschung & Innovation
	Fördergebiet	Bundesrepublik Deutschland
	Förderberechtigte	Unternehmen
	Förderträger	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Ziel und Gegenstand	Grundsätze	Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) beabsichtigt, Arbeitsgemeinschaften im Bereich der industriellen Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung) zu fördern. Durch die Arbeitsgemeinschaften soll die Wertschöpfungskette von der Gewinnung der Ressourcen und den Elektroden-Materialien über die Batteriezellproduktion bis zur Integration der Zellen und der nachhaltigen und umweltverträglichen Wiederverwendung und Entsorgung berücksichtigt werden. Ziel ist es, die Wertschöpfungspotenziale der Schlüsseltechnologie in Europa zu erschließen und die zum Aufbau einer wettbewerbsfähigen Batteriezellfertigung notwendigen marktwirtschaftlichen Prozesse zu unterstützen.
	Antragsberechtigte	Förderfähig sind Unternehmen mit Betriebsstätte in Deutschland.
Rahmenbedingungen	Voraussetzung	Die Förderung soll als Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (Important Project of Common European Interest, IPCEI) erfolgen. Das Vorhaben muss sich durch einen hohen Innovationsgehalt auszeichnen. Es sind positive Spill-Over-Effekte auf den Binnenmarkt und auf die europäische Gesellschaft erforderlich. An dem Vorhaben sollen sich Unternehmen aus mindestens zwei Mitgliedstaaten der EU im Rahmen einer Arbeitsgemeinschaft beteiligen. Die nach Beendigung der Förderung herzustellenden Batteriezellen sollen durch exzellente Leistungsdaten sowie durch eine nachhaltige und umweltverträgliche Fertigung ausgezeichnet sein. Die Vorteile des Vorhabens dürfen nicht auf die Unternehmen oder den betreffenden Sektor beschränkt sein, sondern müssen von größerer Relevanz sein. Zudem sollen sie klar und auf eine konkrete und erkennbare Art und Weise definiert sein. Das Vorhaben ist in der Bundesrepublik Deutschland durchzuführen.
	Art/Höhe der Förderung	Die Förderung kann in Form von rückzahlbaren Vorschüssen, Krediten, Garantien oder Zuschüssen gewährt werden. Bei Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse ist eine öffentliche Förderung bis zur ersten gewerblichen Nutzung möglich.
	Antragsverfahren	Im Rahmen des Interessensbekundungsverfahrens können Arbeitsgemeinschaften kurze Projektskizzen bis spätestens 15. März 2019 beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) E-Mail: batteriezellfertigung@bmwi.bund.de eingereicht werden. Die Frist gilt nicht als Ausschlussfrist, verspätet eingehende Interessensbekundungen können aber möglicherweise nicht mehr berücksichtigt werden. In einer zweiten Verfahrensstufe gibt das BMWi detaillierte Informationen zum weiteren Vorgehen bekannt und kann einen Projektträger benennen. <sup>120</sup>

<sup>120</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., Förderdatenbank, abgerufen am 04.06.2019 von

<http://www.foerderdatenbank.de/Foerder->

DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=169d404fd167b3abaf27d9fd0384f9eb;views=document&doc=14068

## A4.4 Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität

Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität		
Details zur Förderung	Förderart	Zuschuss
	Förderbereich	Energieeffizienz & Erneuerbare Energien; Forschung & Innovation (themenspezifisch)
	Fördergebiet	Bundesrepublik Deutschland
	Förderberechtigte	Unternehmen; Forschungseinrichtungen; Hochschule; Kommune; Öffentliche Einrichtung
	Förderträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH; DLR Projektträger
Ziel und Gegenstand	Grundsätze	Die Bundesministerien für Wirtschaft und Energie (BMWi) und für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) unterstützen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema Elektromobilität. Gefördert werden Projekte zu folgenden Schwerpunkten: Feldversuche in ausgewählten Fahrzeugsegmenten und Anwendungsbereichen, Pilotversuche zu verkehrlichen sowie zu den Umwelt- und Klimawirkungen eines erhöhten Anteils automatisierter und autonomer Elektrofahrzeuge, Erschließung des Klima- und Umweltvorteils von Elektrofahrzeugen sowie Verfahren zur Verbesserung von Ladekomfort, Verfügbarkeit und Auslastung von Ladeinfrastruktur, Unterstützung für die Markteinführung mit ökologischen Standards, Ressourcenverfügbarkeit und Recycling, Stärkung der Wertschöpfungsketten der Elektromobilität im Bereich Produktion. Ziel ist es, die Gesamtsystemkosten der Elektromobilität zu verringern, Hürden bei der Industrialisierung der neuen Technologie zu senken, Kaufhemmnisse abzubauen und die Elektromobilität wirtschaftlich in die Energiewende zu integrieren.
	Antragsberechtigte	Antragsberechtigt sind Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen mit Forschungs- und Entwicklungskapazitäten in Deutschland sowie Gebietskörperschaften und Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung. Forschungseinrichtungen, die gemeinsam von Bund und Ländern grundfinanziert werden, kann nur unter bestimmten Voraussetzungen eine Projektförderung für ihren zusätzlichen Aufwand bewilligt werden.
Rahmenbedingungen	Voraussetzung	Antragsteller müssen für die Durchführung der Forschungsaufgaben personell und materiell gerüstet sein sowie die notwendige fachliche Qualifikation zur Durchführung des Vorhabens besitzen. Die spätere Ergebnisverwertung in Form eines Verwertungsplans ist vorzusehen und der Verwertungsplan ist während der Laufzeit jährlich fortzuschreiben und an die Entwicklung von Technik, Regulierung und Märkten anzupassen. Bei Feldversuchen mit Bezug zur Stadtentwicklung sind grundsätzlich die relevanten Gebietskörperschaften einzubinden. Antragsteller sollten prüfen, ob eine ausschließliche oder ergänzende Förderung aus dem EU-Forschungsrahmenprogramm möglich ist. Die Partner eines Verbundprojekts haben ihre Zusammenarbeit in einer schriftlichen Kooperationsvereinbarung zu regeln.
	Budget	unbekannt

	Art/Höhe der Förderung	<p>Die Förderung erfolgt in Form eines Zuschusses für einen Zeitraum von bis zu drei Jahren. Die Höhe der Förderung beträgt für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft i.d.R. – je nach Anwendungsnähe des Vorhabens – bis zu 50 % der förderfähigen Kosten, für Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen bis zu 100 % der zuwendungsfähigen Ausgaben.</p> <p>Kleine und mittlere Unternehmen gemäß KMU-Definition der EU können unter bestimmten Voraussetzungen einen Bonus erhalten.</p>
	Antragsverfahren	<p>Das Förderverfahren ist zweistufig. Für die Betreuung der Fördermaßnahme haben das BMWi und das BMU jeweils einen Projektträger beauftragt. Im Rahmen von Förderrunden können in der ersten Stufe Projektskizzen jeweils zum Stichtag 1. März des Jahres, letztmalig zum <b>1. März 2020</b> bei dem für den jeweiligen Forschungsschwerpunkt zuständigen Projektträger eingereicht werden.</p> <p>Zuständig für die Forschungsschwerpunkte Feldversuche, Pilotversuche, Markteinführung mit ökologischen Standards sowie Ressourcenverfügbarkeit und Recycling ist die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Zuständig für die Forschungsschwerpunkte Erschließung des Klima- und Umweltvorteils von Elektrofahrzeugen und Verfahren zur Verbesserung von Ladeinfrastruktur sowie Stärkung der Wertschöpfungsketten der Elektromobilität im Bereich Produktion ist der DLR Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).<sup>121</sup></p>

<sup>121</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität“, Förderdatenbank, abgerufen am 04.06.2019 von <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=f64b213eb7558e5d3533b98c06d0b1c9;views;document&doc=13650&typCL>

## A4.5 Landesprogramm Wirtschaft- Förderung der Energiewende und von Umweltinnovationen (EUR-Richtlinie)

Landesprogramm Wirtschaft- Förderung der Energiewende und von Umweltinnovationen (EUR-Richtlinie)		
Details zur Förderung	Förderart	Zuschuss
	Förderbereich	Energieeffizienz & Erneuerbare Energien; Forschung & Innovation (themenspezifisch); Umwelt- & Naturschutz
	Fördergebiet	Schleswig-Holstein
	Förderberechtigte	Unternehmen; Forschungseinrichtungen; Hochschule
	Förderträger	Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH)
Ziel und Gegenstand	Grundsätze	<p>Das Land Schleswig-Holstein fördert im Rahmen des Landesprogramms Wirtschaftsvorhaben, die die Energiewende unterstützen, sowie Umweltinnovationen.</p> <p>Unterstützt werden Einzel- und Verbundvorhaben in folgenden Bereichen: Durchführbarkeitsstudien für neuartige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen, Schaffung technisch-wissenschaftlicher Voraussetzungen für die Entwicklung neuer zukunftsorientierter Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen, industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung zu neuen zukunftsorientierten Produkten, Verfahren oder Dienstleistungen, Pilot- und Demonstrationsvorhaben.</p> <p>Im Bereich Energiewende werden insbesondere gefördert: Entwicklung von Energieerzeugungsanlagen für erneuerbare Energien und deren Schlüsselkomponenten, Verbesserung von Einspeisung erneuerbarer Energien in die Strom- und Wärmenetze und Netzstabilität bzw. Effizienzsteigerung, Entwicklung intelligenter Energieverteilungssysteme, Integration erneuerbarer Energien in den Markt, regionaler Einsatz von Speichertechnologien, nachhaltiger Ausbau erneuerbarer Energien, Verbesserung von Regelbarkeit, Wirkungsgrad und Verfügbarkeit von erneuerbaren Energie-Erzeugungsanlagen, Senkung des Energieverbrauchs in Produktionsprozessen, Elektromobilität.</p>
	Antragsberechtigte	<p>Antragsberechtigt sind Einrichtungen für Forschungs- und Wissensverbreitung sowie Unternehmen mit Sitz oder Betriebsstätte in Schleswig-Holstein.</p> <p>Kleine und mittlere Unternehmen gemäß der KMU-Definition der Europäischen Kommission werden bevorzugt gefördert.</p>
Rahmenbedingungen	Voraussetzung	<p>Die technischen und marktseitigen Erfolgsaussichten des Vorhabens sind zu belegen. Alle für das Vorhaben erforderlichen Zulassungen müssen vorliegen.</p> <p>Das gesamte Projektvolumen soll 150.000 Euro nicht überschreiten.</p> <p>Die Gesamtfinanzierung des Vorhabens muss gesichert sein.</p> <p>Die Vorschriften des Landesmindestlohngesetzes sind einzuhalten.</p> <p>Unternehmen in Schwierigkeiten sowie Unternehmen, die einer Beihilfe-Rückforderung der Europäischen Kommission nicht nachgekommen sind, werden nicht gefördert. Es gelten die Auswahl- und Fördergrundsätze für das Landesprogramm Wirtschaft (AFG LPW).</p>
	Budget	unbekannt
	Art/Höhe der Förderung	Die Förderung erfolgt in Form eines Zuschusses. Die Höhe der Förderung beträgt für Unternehmen abhängig von der Art des Vorhabens und der Größe des Unternehmens bis zu 80 % der förderfähigen Kosten, für Einzelvorhaben an Einrichtungen für

		Forschung und Wissensverbreitung bis zu 90 % der förderfähigen Kosten.
	Antragsverfahren	Das Antragsverfahren ist zweistufig. Zunächst sind Projektvorschläge bei der Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH) einzureichen. Bei positiver Einschätzung durch die WTSH kann anschließend ein formgebundener, vollständiger Projektantrag gestellt werden. <sup>122</sup>

<sup>122</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Landesprogramm Wirtschaft - Förderung der Energiewende und von Umweltinnovationen (EUI-Richtlinie)“, Förderdatenbank, abgerufen am 04.06.2019 von <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=f64b213eb7558e5d3533b98c06d0b1c9;views;document&doc=9534>

## A4.6 Förderrichtlinien und Grundsätze für Projekte der EKSH

Förderrichtlinien und Grundsätze für Projekte der EKSH		
Details zur Förderung	Förderart	Zuschuss
	Förderbereich	Energieeffizienz & Erneuerbare Energien; Forschung & Innovation (themenspezifisch); Umwelt- & Naturschutz
	Fördergebiet	Schleswig-Holstein
	Förderberechtigte	Unternehmen; Bildungseinrichtung; Forschungseinrichtungen; Hochschule; Öffentliche Einrichtung; Privatperson; Verband/Vereinigung
	Förderträger	Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH)
Ziel und Gegenstand	Grundsätze	Die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein (EKSH) fördert Wissenschaft und Forschung in den Bereichen Energie und Umweltschutz. Außerdem unterstützt sie die Bildung in den Bereichen Energie, Klima- und Umweltschutz. Es werden Projekte zu folgenden Schwerpunktthemen gefördert: Energieproduktion und Klimaschutz (Interaktion von Erneuerbaren Energien, Energiewandlung und -speicherung, Energieeffizienz, nachhaltige Mobilität, dazugehörige Querschnittsthemen, Kopplung von Sektoren), Energieverbrauch und Energieeffizienz (insbesondere Demonstration und Beratung, Untersuchungen zum Nutzerverhalten, Energieverbrauch in Kommunen und Hochschulen, nachhaltige Mobilität), Energieversorgung und Energiewirtschaft (z.B. modellhafte Konzepte für Energieversorgung, -transport und -speicherung, Energiemanagement und Effizienzstrategien), Bildung und Ausbildung, Öffentlichkeitsarbeit.
	Antragsberechtigte	Antragsberechtigt sind natürliche und juristische Personen, insbesondere Bildungs-, Forschungs- und Beratungseinrichtungen in Schleswig-Holstein.
Rahmenbedingungen	Voraussetzung	Mit dem Projekt dürfen keine erwerbswirtschaftlichen Zwecke verfolgt oder Gewinne erzielt werden. Forschungs- und Entwicklungsprojekte müssen Wissenstransfer und Anwendung einschließen. Forschungs- und Entwicklungsprojekte sollen eine Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wirtschaft, Verbänden, Netzwerken, Clustern und Organisationen einschließen.
	Budget	unbekannt
	Art/Höhe der Förderung	Die Förderung erfolgt in Form eines Zuschusses. Die Höhe der Förderung ist abhängig von der zu fördernden Maßnahme und kann bis zu 100 % der förderfähigen Kosten betragen. Die Förderung wird in der Regel für maximal drei Jahre gewährt.
	Antragsverfahren	Anträge sind vor Beginn der zu fördernden Maßnahme zu stellen an die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH). <sup>123</sup>

<sup>123</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, o.D., „Förderrichtlinien und Grundsätze für Projekte der EKSH“, Förderdatenbank, abgerufen am 04.06.2019 von <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=f64b213eb7558e5d3533b98c06d0b1c9;views=document&doc=11900>

**Projektleitung**

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus  
Düsternbrooker Weg 94  
24105 Kiel

**Auftragnehmer (Hauptsitz)**

KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft  
Klingelhöferstraße 18  
10785 Berlin

**Auftragsverantwortliche**

Nina Kiehne, Director  
Consulting – Major Projects Advisory

**Stand**

Juni 2019