

Sino-German Electro-Mobility Innovation and Support Center (SGEC)

Themenfeld 4: Integration Erneuerbarer Energien

Abschlussbericht – Zusammenfassung
Projektlaufzeit: 05.03.2020–03.08.2023

Frederik Budschun, Alexander Böddeker
EE ENERGY ENGINEERS GmbH, 03.08.2023

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Koordiniert durch:



NOW - G M B H . D E

Umgesetzt von:



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



Elektronik für die Zukunft



National Institute for Energy Research

REPORT

Haftungsausschluss

Dieser Bericht wurde von Mitarbeitern der EE ENERGY ENGINEERS GmbH erstellt.

Die Sichtweisen und Schlüsse, die in diesem Bericht ausgedrückt werden, sind jene der Mitarbeiter der EE ENERGY ENGINEERS GmbH. Alle Angaben und Daten sind sorgfältig recherchiert. Allerdings gibt die EE ENERGY ENGINEERS GmbH noch einer ihrer Mitarbeiter, Vertragspartner oder Unterauftragnehmer irgendeine ausdrückliche oder implizierte Garantie oder übernimmt irgendeine rechtliche oder sonstige Verantwortung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Nutzbarkeit irgendeiner Information, eines Produktes oder eines enthaltenen Prozesses, oder versichert, dass deren Nutzung private Rechte nicht verletzen würden.



Abkürzungsverzeichnis

AEL	Alkalische Elektrolyse
BEV	Battery Electric Vehicle (batterieelektrische Fahrzeuge)
CATARC	China Automotive Technology and Research Center Co., Ltd.
CCS	Carbon Capture and Storage (Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoff)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
ETS	Emission Trading System (Emissionshandelssystem)
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle (Brennstoffzellenfahrzeug)
HRS	Hydrogen Refueling Station
FJP	Fünfjahresplan
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
GW	Gigawatt
NEA	National Energy Administration (Nationale Energiebehörde)
PLMC	Power Load Management Centers (Zentrum / System für Energie Lastmanagement)
PV	Photovoltaik
RMB	Renminbi Yuan (Kurs 1 € = 7,9 RMB)
TWh	Terawattstunden
WHUT	Wuhan University of Technology



Einleitung

Das virtuelle "Sino German Electro Mobility Innovation and Support Center II" (SGEC II) bündelt Aktivitäten und Projekte der Deutsch-Chinesischen Kooperation zu Elektromobilität mit Batterie- und Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie. Die Projektbearbeitung startete im März 2020 und im August 2023 wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen. Das zentrale Aufgabengebiet umfasste neben der Koordination und Anbahnung von deutsch-chinesischen Kooperationsprojekten ebenfalls Monitoring, Beratung und die allgemeine Kommunikation in verschiedenen Netzwerken.

Die EE ENERGY ENGINEERS ist im Umfang des SGEC II für das Themenfeld 4 „Integration Erneuerbarer Energien“ verantwortlich. Schwerpunkt bildet die Analyse der Energieerzeugung, des Energietransports sowie die Energienutzung im Transport- und Verkehrssektor in China. Hierbei lag der Fokus im Themenfeld 4 auf der Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff und Grünstrom. Ziel und Inhalt des vorliegenden Berichts ist die Analyse relevanter Vertiefungspunkte, die Ableitung von Trends sowie die Beratung verschiedener Akteure, um den Markthochlauf von batterieelektrischen und wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen in China für deutsche Unternehmen voranzubringen.

Wichtige Erkenntnisse des Branchenmonitoring

Die wichtigsten Erkenntnisse des Branchenmonitorings im Themenfeld 4 „Integration Erneuerbarer Energien“ sind:

- China fokussiert sich auf den Ausbau und die Stromproduktion mittels erneuerbarer Energien. Im Jahr 2010 betrug die nationale Stromproduktion 4.230 TWh, im Jahr 2022 stieg sie auf 8.694 TWh. Verteilt auf 63,8 % Fossil, 4,8 % Kernkraft und 31,4 % erneuerbaren Energien (4,9 % PV-Energie, 8,8 % Windkraft, 15,6 % Wasserkraft sowie Biomasse). Im Jahr 2022 war der Anteil der Stromproduktion durch fossile Energieträger erstmals im Vorjahresvergleich rückläufig und zusätzlich überschritten erneuerbare Energien erstmals einen Strommarktanteil von 30 %.
- Die installierte Leistung im Jahr 2022 betrug 2.557 GW, wovon fast die Hälfte (1.170 GW) auf erneuerbare Energieanlagen zuzuordnen ist. Die Leistung fossiler Kraftwerke (Kohle, Gas, Öl) betrug 1.332 GW und die von Atomkraftwerken, welche in China den erneuerbaren Energiequellen zugeordnet werden, 55 GW. Die installierte Leistung der PV-Anlagen überstieg erstmalig die der Windkraftanlagen, insb. durch den fokussierten Ausbau dezentraler PV-Anlagen. Nach Prognose des 14. 15. und 16. FJP für erneuerbare Energien wird die zukünftige installierte Leistung der PV-Anlagen, die der Windkraftanlagen deutlich übersteigen.
- Im Jahr 2020 verkündet Präsident Xi Jinping die nationale Zielsetzung, bis 2030 den CO₂-Peak und bis 2060 die CO₂-Neutralität zu erreichen.





- Erneuerbare Energien wurden durch neuen Marktmechanismen gefördert, wie u. a. dem ETS-Handelssystem für Unternehmen aus dem Energiesektor, was eine enorme Nachfrage an Grünstromzertifikaten verursachte. Das ETS-Handelssystem soll 2023 um den Industriesektor erweitert werden.
- Die Kürzungsrate des Windstroms (Abregelung der Anlagen aufgrund von Netzengpässen oder Stromüberproduktion) konnte u. a. aufgrund des ETS-Handelssystems auf 3,1 % reduziert werden. Zu Beginn der SGEC I Phase im Jahr 2018 lag die Kürzungsrate bei 12,1 %. Ebenfalls wurde die Kürzungsrate durch die Einführung von Smart Citys sowie PLMCs gesenkt.
- Aufgrund der Stromausfälle und -engpässe im Jahr 2021 und 2022 wurde der Ausbau erneuerbarer Energien von einem bisher „beschleunigten“ zu einem „geordneten“ Ausbau politisch herabgestuft. Stromausfälle resultierten durch Hitzewellen und Dürren, welche eine erhöhte Stromnachfrage u. a. durch Klimatisierung sowie eine gedrosselte Stromproduktion der Wasserkraftwerke aufgrund von Wassermangel verursachten.
- Im Bereich der Speichersysteme verfolgt China verschiedene Ansätze von Speichertechnologien wie u. a. stationäre Batteriespeicher, solarthermische Speicher, Schwungradspeicher, Pumpspeicherkraftwerke (welche seit 2023 politisch stärker gefördert werden) und Weitere. Nationale Subventionen im Umfang der Einspeisevergütung für erneuerbare Energieanlagen wurden für Neuanlagen abgeschafft, Förderungen auf lokaler Ebene sind jedoch möglich.
- Einen steigenden Stellenwert erhielt Wasserstoff. Wasserstoff wurde im Jahr 2020 von der NEA als Energieträger eingestuft. Im Jahr 2021 war China mit ca. 33 Mio. t der größte Wasserstoffproduzent der Welt. Davon wurden:
- 56 % braun (Kohle Dampfreformierung), 22 % grau (Erdgas Dampfreformierung), blau (Dampfreformierung + CCS, < 1 %) oder als industrielles Nebenprodukt (18 %) hergestellt. Lediglich 3 % wurden elektrolytisch produziert (inkl. Chloralkali-Elektrolyse). Die Anzahl von grünen Wasserstoffprojekten stieg 2022 und 2023 sehr stark an.
- Der Fokus auf die grüne Wasserstoffproduktion kann auch an den Produktionskapazitäten von Elektrolyseuren abgeleitet werden. Insgesamt 35 % der weltweit installierten Elektrolyseurleistung stammt aus China, Tendenz steigend. Eine ähnliche Entwicklung fand bei der Verlagerung der Produktionsstätten für PV-Module statt.
- Die Herstellung von Elektrolyseuren sowie die Produktion von Wasserstoff ist in China deutlich günstiger als in Deutschland. Ein AEL-Elektrolyseur wird in China für 282 € pro kW Leistung angeboten und in Deutschland für 750 € pro kW. Aufgrund von Subventionen wird das Kilogramm Wasserstoff an Tankstellen für 30 RMB (3,78 €) angeboten, ohne Subventionen liegt der Preis bei ca. 60 RMB (7,56 €).

Im Ausbau von erneuerbaren Energien ist China weltweit führend. Die Integration von erneuerbaren Energien in den Verkehrssektor wird in China nur in vereinzelt Projekten umgesetzt. Aufgrund der Umstrukturierung des Stromsektors auf grüne Energieerzeugung wird der Verkehrssektor jedoch unmittelbar dekarbonisiert. Gleiches gilt für weitere Sektoren wie die Industrie und die



Gebäudeenergieversorgung. Auch wenn politische Maßnahmen eine gesicherte Energieversorgung priorisieren und somit regenerative und fluktuierende Energieerzeugung ausbremsen, zeigen die Daten den Umstieg und den zunehmenden Einsatz von erneuerbaren Energien in China auf.

Ausblick für den chinesischen Markt

Auf Grundlage der erarbeiteten Projekterkenntnisse sowie nach der Einschätzung von Themenfeld 4, muss auch zukünftig die batterieelektrische differenziert zur wasserstoffbetriebenen Mobilität betrachtet werden, da bei vielen Wasserstoffprojekten die direkte und ausschließliche Nutzung erneuerbarer Energien gewährleistet werden kann. Grünstrom wird und soll in China nicht bilanziell über Grünstromverträge bezogen werden, sondern die gesamte Stromerzeugung wird auf regenerative Energie umstrukturiert und somit dekarbonisiert. Der politische Umschwung von einem beschleunigten zu einem geordneten Ausbau von erneuerbaren Energien ist eine Sicherheitsmaßnahme, um potenziellen Stromengpässen vorzubeugen. Im Bereich der Grünstromproduktion wird sich der Fokus zunehmend auf Photovoltaik verlagern, aufgrund steigender Effizienz und sinkender Kosten der PV-Module sowie die vergleichsweise einfache Installation der Anlagen im Vergleich zur Windkraft.

Einen steigenden Stellenwert erhielt Wasserstoff bereits während der SGEC II Phase. Das Themenfeld 4 geht hier von einem ansteigenden Trend aus. Bis 2060 ist eine Wasserstoffproduktion von 130 Mio. Jahrestonnen avisiert, wovon 80 % elektrolytisch mit Grünstrom produziert werden sollen. Es lässt sich darüber hinaus der Trend ableiten, dass sich die Elektrolyseurproduktion nach China verlagert, ähnlich zur PV-Modulproduktion, und China Hauptproduzent sowie Hauptexporteur der verschiedenen Komponenten wird.

Chinareise: Reiseübersicht der verschiedenen Besichtigungen und Meetings:

- Sonntag der 18 Juni: Ankunft, Daxing Hydrogen Industry Park, Daxing HyPower HRS, Zhike-Shunyida FCEV Data Platform
- Montag der 19. Juni: Foton FCEV Production Base, National EV Data Center, ZHFCA (Normungsausschuss)
- Dienstag der 20 Juni: CATARC (SGEC-II-Binationale-TFV-Sitzung), CATARC Testcenter Tianjin
- Mittwoch der 21 Juni: FCEV-Busdepot des ÖPNV in Zhangjiakou inkl. HRS, Verkehrsamt der Stadt Zhangjiakou / Stelle für HRS-Genehmigungen
- Donnerstag der 22 Juni: Feiertag



Freitag der 23 Juni: GIZ, Autonomes Fahren in Peking

Während der Chinareise im Juni 2023 erhielt Themenfeld 4 essenzielle Informationen, die über das Monitoring nicht gewonnen werden konnten. Weitere Chinareisen sowie der direkte Austausch mit chinesischen Themenfeldverantwortlichen werden daher ausdrücklich empfohlen. Die wichtigsten Erkenntnisse sind:

- Im Bereich der Integration von erneuerbaren Energien muss hinsichtlich BEV und FCEV differenziert werden (direkte Einbindung von EE)
- Es gibt keine Grünstromverträge (lediglich Grünstromzertifikate) und die Integration von Grünstrom geschieht über den Ausbau von erneuerbaren Energien und somit über einen grüneren Strommix
- Für den H₂-Mobilitätssektor werden explizit grüne H₂-Erzeugungsprojekte umgesetzt
- Wasserstoff, welcher als industrielles Nebenprodukt gewonnen wird, wird in China ebenfalls als klimafreundlich eingestuft, da er unvermeidbar sei
- H₂-Produktions- und Bezugskosten sind deutlich geringer als in Deutschland
- China: 30 - 60 RMB pro kg Wasserstoff an HRS (3,78 – 7,56 €)
- Deutschland: 13,85 € pro kg an H₂-Mobility HRS (in einzelnen Projekten sind auch 5 - 6 € möglich, siehe KVB in Köln und WSW in Wuppertal)
- Interesse an einem internationalen ETS-Handelssystem wurde geäußert
- Im Jahr 2021 wurden 3 % des Wasserstoffs per Elektrolyse produziert, jedoch nicht ausschließlich grün (u. a. Chloralkali-Elektrolyse oder kein Grünstrom)

SGEC Projekte

Während der Projektlaufzeit des SGEC II war kein Kooperationsprojekt in Themenfeld 4 verortet. Es bestand jedoch der Kontakt zu den Kooperationspartnern des SGEC I Projekts „NRWmeetsWUHAN II“, welches im August 2019 erfolgreich abgeschlossen wurde. Als Ursache für die nicht Verortung von Projekten in Themenfeld 4 während der SGEC II Phase wurde der Inhalt des Themenfelds identifiziert. Der Fokus lag auf der Stromproduktion und -distribution. Diese Themen sind vorzugsweise beim Umweltministerium und nicht beim Verkehrsministerium verortet. Es wurden dennoch diverse Gespräche zu Kooperationsprojekten geführt und Projektskizzen innerhalb der zwei NIP-Förderaufrufe eingereicht, es kam jedoch zu keinen Projektzuschlägen. Während der zweiten Förderphase konnten zunehmend Gespräche zu möglichen Kooperationsprojekten geführt werden. Im Zeitraum der SGEC II Phase verlagerte sich der Fokus zunehmend auf die Erzeugung von grünem Wasserstoff sowie die Integration von Marktmechanismen wie einem Emissionshandelssystem. Die beiden Themen werden auch vermehrt von chinesischen Interessenten und potenziellen Kooperationspartner in den Projektskizzen aufgeführt.



Bewertung der deutsch-chinesischen Projektzusammenarbeit

Bereits seit der SGEC I Phase und während der gesamten SGEC II Phase fand ein regelmäßiger Austausch zwischen der EE ENERGY ENGINEERS und Frau Prof. Huang der Wuhan University of Technology (WHUT) statt. Mit der chinesischen Partnerin wurde u. a. das Online-Seminar geplant und durchgeführt. Darüber hinaus bestand während der NIP-Förderaufrufe ein intensiver Austausch bzgl. möglicher Kooperationsprojekte und -partner. Im Zuge der Delegationsreise im Juni 2023 wurde ein persönliches Treffen in China abgehalten. Es wurde überwiegend auf Englisch per Mail kommuniziert und zusätzlich Online-Meetings abgehalten. Die Zusammenarbeit mit den chinesischen Projektteilnehmern war stets positiv.

Online-Seminar

Am 26.07.2022 fand das SGEC-Webinar des Themenfelds 4 mit dem Titel „Wie kann grüner Wasserstoff verfügbar gemacht und im Verkehr eingesetzt werden?“ mit folgenden Redebeiträgen statt:

- Alexander Gehling (NOW): „Hydrogen and HyLand Regions in Germany“
- Johannes Brock (GP JOULE Hydrogen GmbH): „eFarm Project“
- HE Guangli (National Institute of Clean-And-Low-Carbon Energy): “Status and Analysis of Hydrogen Production, Storage and Delivery Technology in China”
- Liu Zhen (Wuhan Green Power Hydrogen Energy Technology Co., Ltd (SPIC HYDRO-GEN ENERGY Sole Subsidiary)): “Application Practice and Development Prospect of SPIC in Hydrogen Energy Industry”
- Xiuyong Lin, Dolmetscher
- Qinwen Dong, Dolmetscherin

An dem Webinar haben über 100 Personen teilgenommen. Die Resonanz war durchweg positiv. Im Nachgang haben die Teilnehmenden Interesse an einem Netzwerk sowie intensivieren Austauschplattformen geäußert.

