



Wasserstoffpolitik in Kalifornien

Raffaele Piria und Pia Kerres

Diese Studie wurde im Rahmen des Vorhabens „Unterstützung des Energiedialoges mit den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) und dem US-Bundesstaat Kalifornien sowie die Unterstützung der bilateralen Energiebeziehungen mit Kanada, Australien und Neuseeland“ im Auftrag des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und auf Anfrage des Referats IIA 1 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) erstellt.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt ausschließlich bei den Autoren.

Zitiervorschlag

Raffaele Piria, Pia Kerres 2019: Wasserstoffpolitik in Kalifornien. Berlin: adelphi.

Impressum

Herausgeber: adelphi Consult GmbH
Alt-Moabit 91
10559 Berlin
+49 (030) 8900068-0
office@adelphi.de
www.adelphi.de

Autoren: Raffaele Piria und Pia Kerres

Gestaltung: adelphi Consult GmbH

Bildnachweis: [California Fuel Cell Partnership](#)

Stand: 04.10.2019

© 2019 adelphi

Inhalt

1 Wasserstoffproduktion und Nachhaltigkeit	1
2 Wasserstoffanwendungen im Verkehrssektor	2
2.1 Förderung der Markteinführung von Nullemissionsfahrzeugen	4
2.2 Förderung zum Ausbau von Wasserstofftankstellen	6
2.3 Förderung zur Nutzung von Wasserstoffbussen	7
3 Literaturverzeichnis	8

Abkürzungsverzeichnis

BEV	Battery Electric Vehicles
CaFCP	California Fuel Cells Partnership
CARB	California Air Resources Board
CEC	California Energy Commission
DoE	Department of Energy
EE	Erneuerbare Energien
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicles
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
H₂	Wasserstoff
HRI	Hydrogen Refueling Infrastructure
ICT	Innovative Clean Transit
Kg	Kilogramm
PHEV	Plug-in hybrid electric vehicles
SB	Senate Bill (Gesetz des kalifornischen Senats)
SMR	Steam Methane Reforming
THG	Treibhausgase
ZEV	Zero Emission Vehicles

1 Wasserstoffproduktion und Nachhaltigkeit

Die kalifornische Wasserstoffpolitik fokussiert vor allem auf der Förderung von Anwendungen im Verkehrsbereich (siehe Kapitel 2). Die langfristige Vision einer Versorgung durch grünen Wasserstoff rückt neuerdings aber auch immer mehr in den Fokus.

Mit Ausnahme einiger **wenigen, kleinen Elektrolyse-Demonstrationsprojekte** (SoCalGas 2017, 2019) wird in Kalifornien Wasserstoff bislang ausschließlich durch **Steam Methane Reforming (SMR)** aus Erdgas produziert. Raffinerien sind der größte Abnehmer. 2016 gab es in Kalifornien 11 Produktionsstätten mit einer jährlichen Kapazität von insgesamt knapp 0,8 Millionen Tonnen Wasserstoff (Energy Independence Now 2018). Selbst wenn das ehrgeizigste Zielszenario der kalifornischen Luftreinhaltung- und Klimaschutzbehörde CARB (California Air Resource Board) bezüglich der Markteinführung von Wasserstofftankstellen umgesetzt würde, würde deren Kapazität bis Mitte der 2020er Jahre nur etwa 2 % der bestehenden Wasserstoffproduktionskapazitäten aus fossilen Energieträgern betragen (Energy Independence Now 2018).

Um die staatliche Förderung zum Ausbau der Wasserstofftankstellen (siehe Kapitel 2.2) zu erhalten, müssen die Tankstellenbetreiber dafür sorgen, dass ein Anteil des **verkauften Wasserstoffs aus Erneuerbaren Energien (EE)** stammt. Anfang 2019 wurde der vorgeschriebene Anteil von 33 % auf 40 % erhöht (CARB 2019a). Allerdings darf diese Anforderung auch mit Erneuerbaren-Energien-Zertifikaten, sogenannten RECs, erfüllt werden. Mangels physischer Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff ist eine Erfüllung durch RECs in der Regel auch der Fall.

Das im September 2018 in Kraft getretene Senatsgesetz SB 1369 hat erstmals eine **Definition von Grünwasserstoff** („*green electrolytic hydrogen*“) eingeführt: „hydrogen gas produced through electrolysis and does not include hydrogen gas manufactured using steam reforming or any other conversion technology that produces hydrogen from a fossil fuel feedstock“. SB 1369 erklärt den so definierten Grünwasserstoff als förderfähig im Rahmen aller kalifornischen Maßnahmen zur Förderung von Energiespeichern (siehe auch Kerres und Piria 2019). Senatorin Skinner, die den Gesetzesvorschlag einbrachte, sieht Grünwasserstoff als ein „zusätzliches Element im kalifornischen Speicherwerkzeugkasten“ und geht davon aus, dass er mit Überschussstrom aus erneuerbaren Energien produziert wird (Skinner 2018).

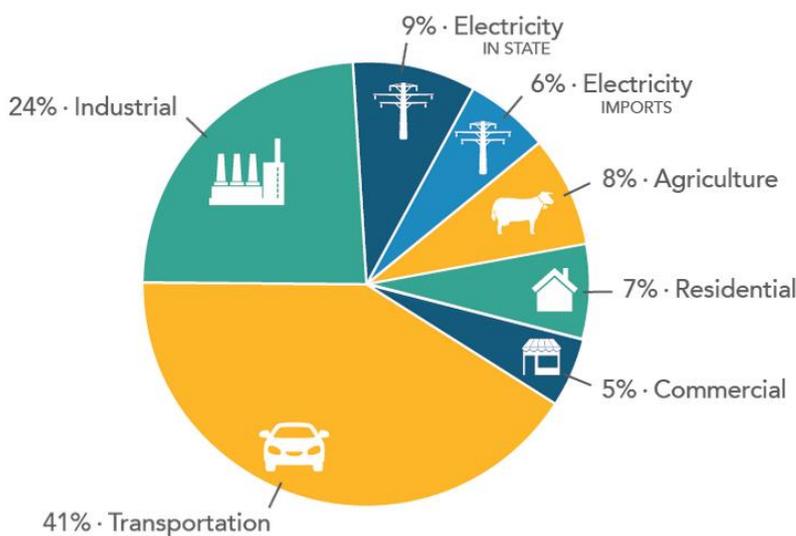
Kurzfristig, also für die kommenden Jahre, wird der Nachhaltigkeit der Wasserstoffversorgung keine hohe Priorität gegeben, da die zusätzliche Wasserstoffnachfrage durch Brennstoffzellenfahrzeuge eher vernachlässigbar bleiben wird (siehe oben). **Mittel- und langfristig** erwartet die California Energy Commission (CEC), dass Kalifornien erhebliche Mengen Grünwasserstoff entweder selbst durch Solarüberschüsse produzieren oder aus Nachbarstaaten im Südwesten der USA importieren wird, in denen ebenfalls sehr gute Bedingungen für den EE-Ausbau bestehen¹.

¹ Information aus einem Interview mit einer hochrangigen Beamtin der CEC, das für die Erstellung des vorliegenden Papes im September 2019 durchgeführt wurde.

2 Wasserstoffanwendungen im Verkehrssektor

Kalifornien verfolgt **ambitionierte Energie- und Klimaziele**: die Stromversorgung soll bis 2030 auf 60 % erneuerbare Energien und bis 2045 dann komplett auf saubere Energien² umgestellt werden. Die Emissionen von Treibhausgasen (THG) sollen bis 2030 um 40 % gegenüber dem Niveau aus 1990 sinken.

Abbildung 1: Kalifornische THG-Emissionen nach Sektor



Quelle: CARB, 2019b

Der **Transportsektor** ist für Kalifornien nicht nur mit Abstand die **größte THG-Quelle**, sondern auch hinsichtlich der **Luftreinhaltung** das größte Problem. Da die kalifornischen Ballungsräume extremen Smogkrisen ausgesetzt sind, war die Luftreinhaltung der erste und für eine lange Zeit der wichtigste Treiber für verkehrspolitische Maßnahmen, die auch für Wasserstoffanwendungen relevant sind. In den letzten Jahren ist der Klimaschutz als Treiber immer wichtiger geworden. Das bereits 1967 als eine der ersten Umweltbehörden der Welt gegründete **California Air Resources Board (CARB)** ist heute sowohl für Luftreinhaltung als auch für Klimaschutz zuständig.

Die hohe Stellung der Luftreinhaltung und die fehlende Opposition durch die in Kalifornien **nicht vorhandene traditionelle Automobilindustrie** sind Faktoren, die die Vorreiterstellung Kaliforniens bei der Markteinführung alternativer Antriebstechnologien, einschließlich Brennstoffzellenfahrzeugen erklären. Diese werden in den USA **Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV)** genannt und als Unterkategorie der **Zero Emission Vehicles (ZEV)** subsumiert, die wiederum u.a. Battery Electric Vehicles (BEV) und Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV) einschließen.

ZEVs insgesamt, und damit auch FCEVs, profitieren in Kalifornien von einer **Vielzahl an Policy-Instrumenten**, einschließlich Steuererleichterungen, Investitionszuschüssen auf bundesstaatlicher und teilweise zusätzlich auf lokaler Ebene, Zugang zu Sonderfahrspuren,

² In der kalifornischen Terminologie gehören große Wasserkraftwerke nicht zu „Renewables“. „Clean Energy“ umfasst neben erneuerbaren Energien auch große Wasserkraftwerke, Kernkraftwerke und Gaskraftwerke mit CCS.

Mautbefreiungen und Umweltstandards für fossile Kraftstoffe, die Letztere verteuern. Einige dieser Instrumente wurden im Laufe der letzten zwei bis drei Jahrzehnte entwickelt. Eine Übersicht über alle für Brennstoffzellenfahrzeuge relevanten Policy-Instrumente in Kalifornien bietet das Department of Energy (2019).

Das Ziel der kalifornischen Regierung ist es, **bis 2025 1,5 Millionen** und **bis 2030 5 Millionen Nullemissionsfahrzeuge** auf den Straßen zu haben (Governor's Office of Planning and Research 2019). Das entspricht mehr als einem Drittel der derzeit in Kalifornien knapp 15 Millionen zugelassenen Fahrzeuge. Eine Übersicht der Kennzahlen für Deutschland und Kalifornien befindet sich in Tabelle 1.

Das ZEV-Ziel wird **technologieneutral** definiert, das heißt es kann sowohl durch FCEVs als auch durch BEVs und PHEVs erreicht werden. Dass der Schwerpunkt der Erwartungen nicht auf FCEVs liegt, ergibt sich aus den Zielen bezüglich der Ladeinfrastruktur: **Bis 2025** hat sich Kalifornien das Ziel gesetzt, **200 Wasserstofftankstellen** sowie **250.000 Elektroladepunkte**, davon 10.000 Gleichstromschnellladepunkte in Betrieb zu haben (CEC 2018).

Tabelle 1: Kennzahlen Vergleich Kalifornien - Deutschland

Kategorie	Kalifornien	Deutschland
Anzahl zugelassene Autos (in Millionen)	14,8	47**
Anzahl FCEVs	7.450*	392**
Anzahl FCEVs pro Million zugelassener Autos	503	8
Anzahl BEVs (einschl. PHEV)	562.116***	150.172**
Anzahl BEVs pro Million zugelassener Autos	37.981	3.188
Anzahl öffentlicher H ₂ -Tankstellen	41	75
Anzahl FCEVs pro H ₂ -Tankstelle	182	5
H ₂ -Tankstellen / 10.000 km ²	1	2,1
Benzinpreis 2018 (durchschnittlich)	0,78 €/l	1,46 €/l
Dieselpreis 2018 (durchschnittlich)	0,87 €/l	1,29 €/l
H ₂ -Preis an Tankstelle (durchschnittlich)	15-16 \$/kg****	9,50 €/kg*****

* Stand 1. September 2019, ** Stand 1. Januar 2019, *** Stand 1. Juni 2019, **** Stand 1. Juli 2018, ***** politisch festgelegt innerhalb der H₂-Mobility

Quellen: (KBA 2019a, 2019b; Statista 2019a, 2019b, 2019c; EIA 2019; D'Allegro 2019; California Center for Jobs and the Economy 2019; CAFCP 2019b, 2018; Business Wire 2018)

Nachfolgend stehen die zwei wichtigsten Instrumente für Wasserstoffanwendungen im Verkehrsbereich im Fokus: die Förderung der Markteinführung von Nullemissionsfahrzeugen und die Förderung zum Ausbau von Wasserstofftankstellen. In einem dritten Abschnitt (2.3) wird kurz die Entwicklung bei Bussen im öffentlichen Nahverkehr geschildert.

2.1 Förderung der Markteinführung von Nullemissionsfahrzeugen

Herstellerverpflichtung für ZEV

Im Rahmen des seit 1990 bestehenden Zero-Emission Vehicle Programms sind in seiner aktuellen Form alle Autohersteller³ angewiesen, den ZEV-Anteil an den von ihnen in Kalifornien abgesetzten Fahrzeugen graduell zu erhöhen. Der ZEV-Standard basiert auf einem **Quotensystem mit handelbaren Zertifikaten**. Für jedes in Kalifornien verkaufte Fahrzeug erhalten die Hersteller Zertifikate. Je größer die **elektrische Reichweite** eines neu zugelassenen Fahrzeugs ist, desto mehr Zertifikate erhält der Hersteller. Überschüssige Zertifikate können gespart, eingetauscht oder an andere Hersteller verkauft werden. So erhalten die Hersteller Flexibilität bei der Umsetzung und einen zusätzlichen Anreiz, ihren ZEV-Anteil zu steigern. Die zu erfüllende Quote steigt graduell von 2018 bis 2025 auf 22 % und bleibt laut derzeitigem Recht danach konstant (CARB 2019d).

Ähnliche ZEV-Regulierungen wurden bereits von neun weiteren US-Bundesstaaten (Connecticut, Maine, Maryland, Massachusetts, New Jersey, New York, Oregon, Rhode Island und Vermont) übernommen, sodass zusammen mit Kalifornien circa 30% der nationalen Neuwagenverkäufe durch ein ZEV-Programm reguliert werden (CARB 2019c).

Staatliche Investitionszuschüsse

Die kalifornische Regierung bietet folgende **Investitionszuschüsse für den Kauf von Nullemissionsfahrzeugen**: \$5.000 für ein FCEV, \$2.500 für ein BEV und \$1.500 für ein Plug-in-Hybridfahrzeug. Im Jahr 2016 wurde das ZEV-Förderprogramm angepasst, um einkommensschwache Haushalte besser zu unterstützen. Haushalte unterhalb einer bestimmten Einkommensgrenze erhalten seitdem \$2.000 bzw. \$1.500 extra, Haushalte mit besonders hohem Einkommen bekommen keine Förderung mehr (Governor's Interagency Working Group on Zero-Emission Vehicles 2018).

Diese Investitionszuschüsse gleichen den Unterschied in den Anschaffungskosten zwischen FCEVs und vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren jedoch bei weitem nicht aus. Beispielsweise wird der Nexo von Hyundai für einen Listenpreis von über \$59.000 angeboten, ein vergleichbares Modell vom gleichen Hersteller kostet mit \$24.250 fast 60% weniger (D'Allegro 2019). Selbst unter Berücksichtigung eines Investitionszuschusses in Höhe von \$5.000 bleiben die Anschaffungskosten mehr als doppelt so hoch.

Drei Jahre Wasserstoff inklusive von den Herstellern

Die Hersteller von Brennstoffzellenfahrzeugen bieten beim Kauf eines FCEVs **Wasserstoff für die ersten drei Jahre inklusive** im Anschaffungspreis an. Dies soll die Käufer vor hohen anfänglichen Wasserstoffkosten während des Tankstellenausbaus schützen. Um die Betriebskosten von FCEVs auf das gleiche Niveau wie bei vergleichbaren Benzinern zu senken, müsste laut der öffentlich-privaten California Fuel Cell Partnership (CaFCP) der Tankstellenpreis für Wasserstoff bei \$7/kg liegen.

Im Jahr 2019 liegen **Wasserstoffpreise an der Tankstelle** bei circa \$15-16/kg (CaFCP 2018; D'Allegro 2019). Laut Angaben von CEC und CARB (2015) ging NREL vor 2015 davon aus, dass die Wasserstoffpreise zwischen 2020 und 2025 in den Bereich von \$8-10/kg fallen

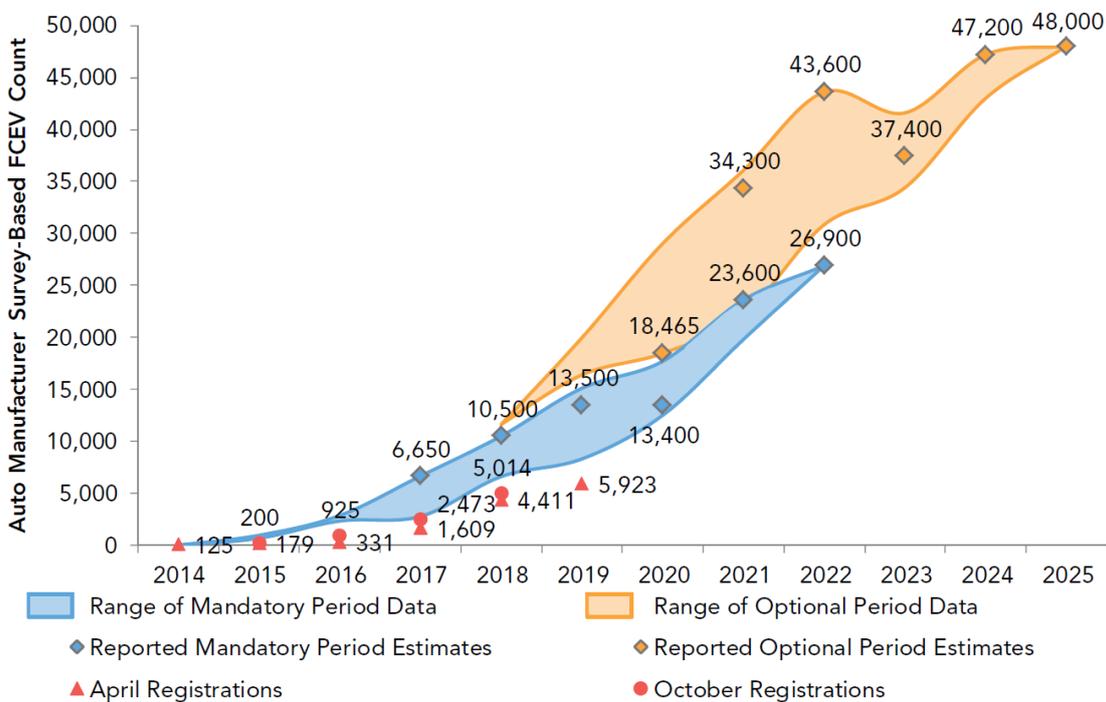
³ In der Regel können nur BEVs und FCEV zur Erfüllung der Verpflichtung angerechnet werden. Hersteller, die in Kalifornien nur kleine Stückzahlen verkaufen, dürfen ihre Verpflichtungen ausnahmsweise auch durch Plug-in-Hybridfahrzeuge erfüllen. Zu dieser Sonderkategorie gehören die deutschen Hersteller nicht

würden (CARB und CEC 2015). Der Tankstellenbetreiber FirstElement Fuel gab 2019 bekannt, dass er für die nächsten drei bis fünf Jahre eine Preisreduktion auf \$10/kg anstrebt (D'Allegro 2019). Laut CaFCP könnte sich der Preis durch Skaleneffekte langfristig an das föderale DoE-Ziel von \$4/kg nähern. Angesichts der **bislang nicht erfolgten Preisreduktion** bleibt es abzusehen, wie realistisch diese Preisziele sind.

Marktentwicklung

Abbildung 2 veranschaulicht die Entwicklung der Anzahl der in Kalifornien zugelassenen FCEV-Fahrzeuge und vergleicht sie mit den Projektionen der Autohersteller. Diese gehen davon aus, dass bis 2022 26.900 und **bis 2025 48.000 FCEVs** auf der Straße sein werden (CARB 2019a). Es zeigt sich bislang, dass nur etwa die Hälfte der für das jeweilige Jahr prognostizierten Anzahl erreicht wurde. Das entspricht jedoch nur etwa einem einjährigen **Verzug bei der FCEV-Markteinführung**, da die erwartete Wachstumskurve sehr steil war. Bis April 2019 ist dieser Verzug, trotz Fertigstellung mehrerer Tankstellen, weiter leicht gestiegen. Eine mögliche Erklärung ist, dass es 2018 diverse Probleme in der Lieferung von Wasserstoff an die Tankstellen gab, was einen Vertrauensverlust bewirkt haben könnte. Bislang scheint eine 2030 Vision von 1 Million FCEVs noch in weiter Ferne (CARB 2019a).

Abbildung 2: FCEV Marktentwicklung und Projektionen



Quelle: CARB, 2019a

2.2 Förderung zum Ausbau von Wasserstofftankstellen

Assembly Bill 8 legte 2013 fest, dass **bis 2024 jährlich \$20 Millionen** zum Aufbau von **insgesamt 100 Wasserstofftankstellen** durch die CEC bereitgestellt werden sollen. Der Fortschritt wird in Jahresberichten durch CARB festgehalten. Ein Jahr später, in 2014, wurde das **Ziel auf 200 Tankstellen bis 2025** durch Gouverneur Brown **verdoppelt**. Die Förderung für die zusätzlichen 100 Tankstellen kommt aus dem Hydrogen Refueling Infrastructure (HRI) Programm. Die Erwartung ist, dass die **Förderung auslaufen** kann, sobald die Wasserstoffnachfrage auf Seiten der Fahrzeugbesitzer hinreichend ist, um Privatinvestoren zu Investitionen in weitere Tankstellen zu motivieren. Diese Ambition wird allerdings durch die Tatsache getrübt, dass die von den Fahrzeugherstellern für 2025 projizierten 48.000 FCEVs lediglich ein Drittel der Fahrzeugflotte darstellen, die 200 Tankstellen versorgen könnten (CARB 2019a). Solch eine große Lücke kann Investoren abschrecken.

Tankstellen können Wasserstoff in flüssigem oder gasförmigem Zustand speichern. Eine **durchschnittliche Wasserstofftankstelle** für gasförmigen Wasserstoff hat in Kalifornien eine **Kapazität** von 180 kg/Tag und geschätzte Bau- und Fertigstellungskosten von \$2 Millionen (H2 station maps 2019). An Tankstellen mit flüssigem Wasserstoff können durchschnittlich 350 kg/Tag getankt werden, für Bau- und Fertigstellungskosten von \$2,8 Millionen (H2 station maps 2019). Experten der CEC und CARB gehen von deutlichen **Kostenreduktionen** bei Bau und Fertigstellung der Tankstellen aus – so könnten die Preise sich bis 2025 fast halbieren (CARB und CEC 2015).

Im letzten Jahresbericht stellte CARB fest, dass **der Ausbau der Tankstelleninfrastruktur** leicht verzögert, jedoch **auf sehr gutem Wege** ist (CARB 2019a). Zum September 2019 waren 41 Wasserstofftankstellen geöffnet, **bis Ende 2019** sollen es **bereits 52** sein⁴. Ende 2020 sollen dann alle 64 bislang öffentlich geförderten Tankstellen geöffnet sein (CARB und CEC 2015). Bei diesen 64 Tankstellen haben **Privatinvestoren zwischen 30 und 70 % der Gesamtkosten** getragen. Die Tankstellen befinden sich in erster Linie in den urbanen Räumen rund um Los Angeles, San Francisco, San Diego und Sacramento, wo auch die meisten FCEVs sind. Darüber hinaus gibt es auch eine Tankstelle entlang der Hauptautobahn, die das Reisen zwischen Süd- und Zentralkalifornien erleichtert. In Zukunft soll bei der Planung neuer Tankstellen der Bedarf vor Ort noch besser in die Modelle integriert werden.

Seit Anfang 2019 gibt es eine wichtige Änderung im Low Carbon Fuel Standard. Die Regulierung hat ein **Zertifikatssystem für „hydrogen refueling infrastructure“ (HRI)** eingeführt. Betreiber erhalten nicht nur Zertifikate für die Menge des verkauften Wasserstoffs, sondern auch für die Kapazität der Tankstelle. Mit dieser „Kapazitätzahlung“ will der Gesetzgeber das „Henne und Ei“-Problem lösen, indem die Tankstellenbetreiber bessere Planungssicherheit und einen Anreiz erhalten, Kapazitäten für noch nicht im Umlauf befindliche Brennstoffzellenfahrzeuge aufzubauen. Damit nimmt die CARB natürlich das Risiko von *stranded investments* in Kauf.

⁴ In den sonstigen USA ist nur eine Handvoll an Wasserstofftankstellen in Betrieb. Im Nordosten der USA; der anderen hinsichtlich der FCEV-Markteinführung führenden Region sind einschließlich New Jersey, New York und den sechs New England Staaten lediglich 3 öffentliche Tankstellen in Betrieb und 9 in Planung. Siehe: <http://chfcc.org/existing-and-planned-hydrogen-fueling-stations-northeast-us/>

2.3 Förderung zur Nutzung von Wasserstoffbussen

Im Rahmen der Ende 2018 verabschiedeten Innovative Clean Transit (ICT) Regulierung sind alle kalifornischen Verkehrsbetriebe im öffentlichen Personenverkehr angewiesen, schrittweise zu einer 100 % emissionsfreien Busflotte zu wechseln (CARB 2019b). Ab 2023 müssen ein Viertel und ab 2029 alle Neukäufe emissionsfrei sein. Bis 2040 soll dann die gesamte ÖPNV-Busflotte Kaliforniens emissionsfrei sein (CARB 2019b).

Bislang haben die drei Unternehmen, AC Transit, SunLine und Orange County Transit 31 Fuel Cell Electric Busses (FCEBs) fest in ihrer Fahrzeugflotte. Der Hersteller New Flyer hat 2010 20 Busse für einen Preis von je \$2 Millionen produziert (CAFPC 2019c). Die aktuell für die kalifornischen Verkehrsbetriebe produzierten FCEBs haben Anschaffungskosten von \$1,235 Millionen pro Bus bei einer Stückzahl von 25 (CAFPC 2019c). Mit zunehmendem Absatz sollen auch die Kosten der Busse sinken. New Flyer geht davon aus, dass bei einer Stückzahl von 100 FCEBs die Kosten um fast ein Drittel auf \$850.000 pro Bus sinken, bis 2029 will die Industrie die Kosten auf \$600.000 pro Bus senken (CAFPC 2019c).

AC Transit hat derzeit 26 FCEBs im Einsatz, welche von zwei Tankstellen versorgt werden. Die Busse sind bislang mehr als 1,3 Millionen Meilen gefahren und haben fünf Millionen Fahrgäste in der Bay Area transportiert (CAFPC 2019a). SunLine war das erste Unternehmen, welches ein FCEB betrieben und eine dazugehörige Tankstelle eröffnet hat (CAFPC 2019a). Zur ständigen Flotte gehören fünf FCEBs, das Unternehmen plant bald auf fast 20 FCEBs und weitere zero-emission Busse zu erhöhen. Orange County Transit hat 2016 versuchsweise den ersten Brennstoffzellenbus in die Flotte aufgenommen und plant zehn weitere Busse zusammen mit der nötigen Tankstelleninfrastruktur einzusetzen.

Wasserstofftankstellen für Linienbusse kosten circa \$5 Millionen und können bis zu 25 Busse in Tankvorgängen von 6-10 Minuten betanken (H2 station maps 2019). Die Tankstellen für AC Transit haben flüssigen Wasserstoff, während die SunLine Transit Tankstellen einen großen Elektrolyseur für die Eigenproduktion haben (CARB und CEC 2015).

3 Literaturverzeichnis

Business Wire (Hrsg.) 2018: New Analysis of California ZEV Market Finds State Will Meet or Exceed 1.5 Million by 2025 Goal. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://www.businesswire.com/news/home/20180130005410/en/New-Analysis-California-ZEV-Market-Finds-State>.

CAFPCP (Hrsg.) 2018: The California Fuel Cell Revolution. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://cafcp.org/sites/default/files/CAFPCR.pdf>.

CAFPCP (Hrsg.) 2019a: Buses & Trucks. Zuletzt eingesehen am 30.09.2019, unter https://cafcp.org/buses_trucks#buses_trucks_transit.

CAFPCP (Hrsg.) 2019b: By The Numbers: FCEV Sales, FCEB, & Hydrogen Station Data. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter https://cafcp.org/by_the_numbers.

CAFPCP 2019c: Fuel Cell Electric Buses for Zero-Emission Public Transit.

California Center for Jobs and the Economy (Hrsg.) 2019: State's Progress on 5 Million Zero Emission Vehicles (ZEV) by 2030: Q2 2019 Results. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://centerforjobs.org/ca/zev-reports/states-progress-on-5-million-zero-emission-vehicles-zev-by-2030-q2-2019-results>.

CARB 2019a: 2019 Annual Evaluation of Fuel Cell Electric Vehicle Deployment & Hydrogen Fuel Station Network Development.

CARB (Hrsg.) 2019b: Innovative Clean Transit. Zuletzt eingesehen am 26.09.19, unter <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/innovative-clean-transit/about>.

CARB (Hrsg.) 2019c: Zero-Emission Vehicle Program. Zuletzt eingesehen am 26.09.19, unter <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/zero-emission-vehicle-program/about>.

CARB; CEC 2015: Joint Agency Staff Report on Assembly Bill 8: Assessment of Time and Cost Needed to Attain 100 Hydrogen Refueling Stations in California.

CEC (Hrsg.) 2018: Zero-Emission Vehicles and Infrastructure. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2019-05/electric_vehicle.pdf.

D'Allegro, Joe (Hrsg.) 2019: Elon Musk says the tech is 'mind-bogglingly stupid,' but hydrogen cars may yet threaten Tesla. Zuletzt eingesehen am 30.09.2019, unter <https://www.cnbc.com/2019/02/21/musk-calls-hydrogen-fuel-cells-stupid-but-tech-may-threaten-tesla.html>.

DoE (Hrsg.) 2019: Hydrogen Laws and Incentives in California. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://afdc.energy.gov/fuels/laws/HY?state=CA>.

EIA (Hrsg.) 2019: Weekly Retail Gasoline and Diesel Prices. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_gnd_dcus_sca_a.htm.

Energy Independence Now 2018: Renewable Hydrogen Roadmap.

Governor's Interagency Working Group on Zero-Emission Vehicles 2018: ZEV Action Plan.

Governor's Office of Planning and Research (Hrsg.) 2019: Zero-Emission Vehicles. Zuletzt eingesehen am 26.09.2019, unter <http://opr.ca.gov/planning/transportation/zev.html>.

H2 station maps (Hrsg.) 2019: Costs and financing. Zuletzt eingesehen am 30.09.2019, unter <https://h2stationmaps.com/costs-and-financing>.

KBA (Hrsg.) 2019a: Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2019. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html.

KBA (Hrsg.) 2019b: Zahlen im Überblick - Statistik. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter https://www.kba.de/DE/Statistik/zahlen_im_ueberblick_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=7.

Kerres, Pia; Raffaele Piria 2019: Netzgekoppelte Speicher in Kalifornien. Analyse der Rahmenbedingungen für netzgekoppelte Speicher in Kalifornien.

Skinner (Hrsg.) 2018: California Legislature Passes Skinner's SB 1369 Laying Groundwork for Green Hydrogen Energy Storage. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://sd09.senate.ca.gov/news/20180831-california-legislature-passes-skinner%E2%80%99s-sb-1369-laying-groundwork-green-hydrogen>.

SoCalGas (Hrsg.) 2017: Power-to-Gas. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/4c%202017-08-17%20SoCalGas%20ARPA-e%20P2G%20Presentation%20-%20Gregori.pdf>.

SoCalGas (Hrsg.) 2019: Power-to-Gas Technology. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://www.socalgas.com/smart-energy/renewable-gas/power-to-gas>.

Statista (Hrsg.) 2019a: Durchschnittlicher Benzinpreis in Deutschland in den Jahren 1972 bis 2019 (Cent pro Liter Superbenzin). Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/776/umfrage/durchschnittspreis-fuer-superbenzin-seit-dem-jahr-1972/>.

Statista (Hrsg.) 2019b: Durchschnittlicher Preis für Dieselkraftstoff in Deutschland in den Jahren 1950 bis 2019 (Cent pro Liter). Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/779/umfrage/durchschnittspreis-fuer-dieselmotoren-seit-dem-jahr-1950/>.

Statista (Hrsg.) 2019c: Number of registered automobiles in California 2017, by type. Zuletzt eingesehen am 02.10.19, unter <https://www.statista.com/statistics/196024/number-of-registered-automobiles-in-california/>.